



KYOTO^{PLUS}-NAVIGATOR

PRAXISLEITFADEN

ZUR FÖRDERUNG VON KLIMASCHUTZ
UND ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL
- ERFOLGSFAKTOREN, INSTRUMENTE, STRATEGIE

DOWNLOADFASSUNG APRIL 2009

TORSTEN GROTHMANN, DÖRTHE KRÖMKER,
ANDREAS HOMBURG & BERND SIEBENHÜNER (HRSG.)





Bitte folgendermaßen zitieren:

Torsten Grothmann, Dörthe Krömker, Andreas Homburg & Bernd Siebenhüner (Hrsg.) (2009). Kyoto^{Plus}-Navigator. Praxisleitfaden zur Förderung von Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel - Erfolgsfaktoren, Instrumente, Strategie. Downloadfassung April 2009. WWW.ERKLIM.DE .

Der Kyoto^{Plus}-Navigator soll im Laufe des Jahres 2009 in einer weiter verbesserten Fassung als Buch veröffentlicht werden. Er ist entstanden im Rahmen des Projektes „ErKlim - Erfolgsfaktoren für Klimaschutz und Klimaanpassung“ (siehe www.erklm.de). Das ErKlim-Projekt wurde gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Förderschwerpunktes "klimazwei - Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen".

Vorschläge für die Verbesserung des Kyoto^{Plus}-Navigators sind ausdrücklich erwünscht. Bitte senden Sie diese an Torsten.Grothmann@web.de.

Inhaltsverzeichnis

1	ZIELSETZUNG UND HANDHABUNG DES KYOTO^{PLUS}-NAVIGATORS	1
	<i>Torsten Grothmann, Dörthe Krömker, Andreas Homburg, Bernd Siebenhüner, Julia Werner, Andreas Stolberg & Christian Hoffmann</i>	
1.1	Die Herausforderung: Klimaschutz und Klimaanpassung	1
1.2	Der Fokus: Privathaushalte, Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität	2
1.3	Ziele des Kyoto ^{Plus} -Navigators	4
1.4	Zielgruppe	6
1.5	Grundlagen: Das Projekt ErKlim	6
1.6	Aufbau und Handhabung des Kyoto ^{Plus} -Navigators	7

TEIL I: KLIMASCHUTZ UND KLIMAAANPASSUNG ALS HERAUSFORDERUNG

2	DER KLIMAWANDEL - GLOBAL UND IN DEUTSCHLAND	10
	<i>Diana Reckien & Torsten Grothmann</i>	
2.1	Klima, Klimawandel und Extreme	10
2.2	Klimamodelle und Klimaszenarien	12
2.3	Klimaveränderungen - in Vergangenheit und Zukunft	13
	2.3.1 Temperatur	13
	2.3.2 Niederschlag	17
	2.3.3 Wind und Windgeschwindigkeit	19
	2.3.4 Meeresspiegelanstieg	20
3	KLIMASCHUTZ UND KLIMAAANPASSUNG ALS VERHALTEN	25
	<i>Dörthe Krömker, Torsten Grothmann & Julia Werner</i>	
3.1	Zielhandlungen im Bauen/ Wohnen und in Verkehr/ Mobilität	25
	3.1.1 Klimaschutz im Bauen und Wohnen	26
	3.1.2 Klimaanpassung im Bauen und Wohnen	28
	3.1.3 Synergien und Konflikte zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung im Bauen und Wohnen	29
	3.1.4 Klimaschutz in Verkehr und Mobilität	31
	3.1.5 Klimaanpassung in Verkehr und Mobilität	33
	3.1.6 Synergien und Konflikte zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung in Verkehr und Mobilität	35
3.2	Einflussgrößen auf Verhalten zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung	36
	3.2.1 Problembezogene Faktoren, welche die Motivation zu klimarelevanten Handlungen bestimmen	38
	3.2.2 Handlungsbezogene Faktoren, welche die Motivation zu klimarelevanten Handlungen bestimmen	40
	3.2.3 Faktoren, die die Ausführung klimarelevanter Handlungen beeinflussen	45

**TEIL II:
VERÄNDERUNGSSTRATEGIEN FÜR DIE PRAXIS**

4	KLIMASCHUTZ UND KLIMAAANPASSUNG ALS VERHALTENSÄNDERUNG	50
	<i>Julia Werner, Dörthe Krömker, Torsten Grothmann & Jana Werg</i>	
4.1	Strategie zur Förderung von Klimaschutz und Klimaanpassung - ein Überblick	50
4.2	Instrumente der Verhaltensänderung	53
4.2.1	Ansatzpunkt Person	55
4.2.2	Ansatzpunkt Verhaltensumfeld	66
4.2.3	Ansatzpunkt Soziale Netzwerke	70
5	STRATEGIE ZUR FÖRDERUNG KLIMASCHÜTZENDEN BZW. KLIMAANGEPASSTEN VERHALTENS IN BAUEN/WOHNEN UND VERKEHR/MOBILITÄT	75
	<i>Julia Werner, Jana Werg, Andreas Homburg, Andreas Stolberg, Torsten Grothmann & Dörthe Krömker</i>	
5.1	Kernteambildung (Schritt 1)	76
5.1.1	Kontakt aufnehmen	76
5.1.2	Schaffen einer tragfähigen Organisationsstruktur	78
5.1.3	Leitbild erarbeiten	82
5.2	Vor-Ort-Analyse (Schritt 2)	83
5.2.1	Umfeld- und Akteursanalyse & Netzwerkaufbau	83
5.2.2	Klimarisikoabschätzung (bei Klimaanpassungsprojekten)	86
5.2.3	Potenzialanalyse und Festlegung der Zielverhaltensweisen	89
5.2.4	Ressourcenanalyse	92
5.2.5	Finanzquellen erschließen	92
5.2.6	Segmentierung und Auswahl möglicher Zielgruppen	95
5.2.7	Auswahl und Analyse von Zielgruppe(n) ohne empirische Segmentierung	99
5.3	Partizipative Zielfindung (Schritt 3)	106
5.4	Planung der Strategie (Schritt 4)	107
5.4.1	Instrumentenauswahl	107
5.4.2	Planungsphase	110
5.5	Umsetzung der Strategie (Schritt 5)	115
5.5.1	Konsolidierung und ggf. Ausweitung der Arbeits- und Kooperationsstrukturen	116
5.5.2	Interne Kommunikation	117
5.5.3	Externe Kommunikation / Öffentlichkeitsarbeit	118
5.5.4	Monitoring	119
5.5.5	Dokumentation	120
5.6	Evaluation (Schritt 6)	121
5.6.1	Zweck	121
5.6.2	Beteiligte und Betroffene	122
5.6.3	Gegenstand und Ziele	122
5.6.4	Evaluationsformen	123
5.6.5	Evaluatoren	124
5.6.6	Rahmenbedingungen	125
5.6.7	Umsetzungsphase	125
5.6.8	Bewertung	126
5.7	Rückmeldung und Planung nächster Schritte (Schritt 7)	127
5.7.1	Rückmeldungen als Instrument des Projekts	127
5.7.2	Rückmeldungen als Motivationshilfe für die Projektmitarbeiterinnen und -mitarbeiter	128
5.7.3	Rückmeldungen der Evaluation als Steuerungshilfe	128
5.7.4	Erfolgsmessungen und Rückmeldungen der Evaluation als Planungsgrundlage für Nachfolgeprojekte	128



**TEIL III:
GOOD-PRACTICE-PROJEKTE**

6	KLIMASCHUTZPROJEKTE IM BAUEN UND WOHNEN	133
	<i>Julia Werner & Dörthe Krömker</i>	
6.1	„Gut beraten starten!“ der Klimaschutzagentur Hannover	133
6.2	„aus.wirklich aus?“ der Innovationsstiftung Schleswig-Holstein	137
6.3	„10.000 plus“ der Katholischen Landjugendbewegung Deutschland	140
7	ANPASSUNGSPROJEKTE IM BAUEN UND WOHNEN	143
	<i>Jana Werg & Torsten Grothmann</i>	
7.1	„Aktion Pegellatte“ der Bürgerinitiative Hochwasser	143
7.2	„Hitzewellenstrategie“ der Stadt Philadelphia	146
7.3	„Stop Disasters Game“ der UN / ISDR	149
7.4	„Disaster Risk Management along the Rio Búzi“ der gtz	152
8	KLIMASCHUTZPROJEKTE IN VERKEHR UND MOBILITÄT	155
	<i>Andreas Stolberg & Christian Hoffmann</i>	
8.1	„Eile mit Weile“ der Stadt Münsingen	155
8.2	Betriebliches Mobilitätsmanagement der Firma Infineon/Qimoda	158
8.3	„Mit dem Rad zur Arbeit“ von AOK und ADFC	164

TEIL IV: HINTERGRUNDINFORMATIONEN

9	KLIMASCHUTZMAßNAHMEN IM BAUEN UND WOHNEN	169
	<i>Matthias Buchert</i>	
9.1	Zusammenfassung	170
9.2	CO ₂ -Emissionen des Bereichs Bauen und Wohnen	171
9.3	Maßnahmen zur Minderung der CO ₂ -Emissionen des Bereichs Bauen und Wohnen	174
	9.3.1 Gebäudehülle Neubau	179
	9.3.2 Gebäudehülle Bestand	181
	9.3.3 Beheizungssysteme Neubau	189
	9.3.4 Beheizungssysteme Bestand	191
	9.3.5 Warmwasserbereitstellung	192
	9.3.6 Exkurs I: Kühlung von Wohngebäuden	194
	9.3.7 Exkurs II: Betrieb von Haushaltsgeräten	194
	9.3.8 Exkurs III: Nutzerverhalten	195
9.4	Mögliche Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmen und Gesamtminderungs-potenziale	197
9.5	Synergien und Konflikte zu Klimaanpassung	198
9.6	Quellen	198
10	KLIMASCHUTZMAßNAHMEN IN MOBILITÄT UND VERKEHR	203
	<i>Wiebke Zimmer</i>	
10.1	Zusammenfassung	206
10.2	Fahrleistungen und CO ₂ -Emissionen im Bereich Verkehr	205
10.3	Maßnahmen für private Haushalte zur Minderung der CO ₂ -Emissionen im Bereich Verkehr	209
	10.3.1 ÖPNV	209
	10.3.2 Fahrrad und Fußwege	211
	10.3.3 Car-Sharing	213
	10.3.4 Fahrgemeinschaften	214
	10.3.5 Bahn	215
	10.3.6 Fahrzeugkauf	217
	10.3.7 Leichtlauföle und -reifen	220
	10.3.8 Kraftstoffsparendes Fahren	221
	10.3.9 Exkurs: Alternative Kraftstoffe und Antriebe	223
10.4	Quellen	225
11	KLIMAFOLGEN UND ANPASSUNGSMABNAHMEN IM BAUEN UND WOHNEN	231
	<i>Thomas Egli, Diana Reckien & Torsten Grothmann</i>	
11.1	Zusammenfassung	232
11.2	Einleitung und Überblick	232
	11.2.1 Behandelte Naturgefahren	233
	11.2.2 Anpassungsmaßnahmen	233
	11.2.3 Überblick	233
11.3	Klimafolgen im Bauen und Wohnen	234
	11.3.1 Auswirkungen der Temperaturänderung	234
	11.3.2 Auswirkungen der Veränderung des Niederschlags	235
	11.3.3 Auswirkungen der Veränderung der Windsysteme	236
	11.3.4 Auswirkungen des Meeresspiegelanstiegs	237

11.4	Maßnahmenspektrum für sämtliche Naturgefahren	237
	11.4.1 Übersicht	237
	11.4.2 Potenziale zur Minderung von Schäden an Eigentum, Leib und Leben	240
11.5	Fallbeispiel der Klimaanpassung eines bestehenden Wohnhauses	243
	11.5.1 Ausgangslage	243
	11.5.2 Aufgabenstellung	243
	11.5.3 Maßnahmen	243
11.6	Vertiefte Maßnahmandarstellung für ausgewählte Naturgefahren	245
	11.6.1 Sturm	245
	11.6.2 Hagel	249
	11.6.3 Starkregen	255
	11.6.4 Sturmflut	257
	11.6.5 Überschwemmung	258
	11.6.6 Hitzewelle	262
	11.6.7 Trockenheit	265
	11.6.8 Zunahme Winterniederschläge	266
	11.6.9 Abnahme Sommerniederschläge	267
	11.6.10 Temperaturerhöhung	267
	11.6.11 Meeresspiegelanstieg	268
11.7	Aussichtsreichste Klimaanpassungsmaßnahmen	268
	11.7.1 Hohe Kostenwirksamkeit	268
	11.7.2 Maßnahmen des Verhaltens	269
	11.7.3 Hohe Akzeptanz bei den Betroffenen	269
	11.7.4 Günstige äußere Rahmenbedingungen	269
	11.7.5 Schnelle sichtbare Zwischenerfolge (Motivationsfaktor)	269
	11.7.6 Leichte Umsetzung / Kommunikation	269
	11.7.7 Robustheit bei veränderten Rahmenbedingungen	269
11.8	Konflikte und Synergien zu Maßnahmen des Klimaschutzes	270
11.9	Quellen	271
11.10	Anhang	276
	11.10.1 Kosten - Nutzen - Analyse von Klimaanpassungsmaßnahmen	276
	11.10.2 Sturmschaden-Skala zur Abschätzung der Schadenpotenziale	279

12 KLIMAFOLGEN UND ANPASSUNGSMABNAHMEN IN VERKEHR UND MOBILITÄT

283

Diana Reckien, Torsten Grothmann & Thomas Egli

12.1	Zusammenfassung	284
12.2	Einleitung und Überblick	285
12.3	Klimafolgen in Verkehr und Mobilität	287
	12.3.1 Auswirkungen der Temperaturänderung	287
	12.3.2 Auswirkungen der Veränderung des Niederschlags	288
	12.3.3 Auswirkungen der Veränderung der Windsysteme	289
12.4	Anfälligkeit von Verkehrsmitteln und Anpassungsverhalten der Verkehrsteilnehmer	290
	12.4.1 Einleitung und Überblick	290
	12.4.2 Anfälligkeit von Verkehrsmitteln und Optionen der Verkehrsverlagerung	291
	12.4.3 Optionen der Verkehrsvermeidung	304
	12.4.4 Zusammenfassung: Klimaanpassungsmöglichkeiten der Verkehrsteilnehmer	305
12.5	Anfälligkeit der Verkehrsinfrastruktur und Anpassungsmaßnahmen seitens der Infrastrukturbetreiber	310
	12.5.1 Einleitung und Überblick	310
	12.5.2 Anfälligkeit von Verkehrsmitteln und Verkehrsplanung	310
	12.5.3 Bauliche und organisatorische Maßnahmen der Verkehrsbetreiber	314
	12.5.4 Zusammenfassung: Klimaanpassungsmöglichkeiten der Verkehrsbetreiber	320

12.6	Anpassungsmaßnahmen im Sinne einer vorausschauenden Planung und Politik	322
12.6.1	Einleitung und Überblick	322
12.6.2	Vorbereitende Kommunikation	322
12.6.3	Schaffung der Rahmenbedingungen für die Verkehrsvermeidung	323
12.6.4	Vorbereitende Planung und Politik	323
12.6.5	Regulierende Planung und Politik	325
12.6.6	Zusammenfassung zur vorausschauenden Planung und Politik	326
12.7	Konflikte und Synergien zu Maßnahmen des Klimaschutzes	328
12.7.1	Konflikte im Bereich der privaten Mobilität	328
12.7.2	Synergien im Bereich der privaten Mobilität	328
12.8	Quellen	329

Teilnehmerliste der ErKlim-Expertengespräche	335
--	-----



1 ZIELSETZUNG UND HANDHABUNG DES KYOTO^{PLUS}-NAVIGATORS

TORSTEN GROTHMANN, DÖRTHE KRÖMKER, ANDREAS HOMBURG, BERND SIEBENHÜNER, JULIA WERNER, ANDREAS STOLBERG & CHRISTIAN HOFFMANN

Überblick

Der Kyoto^{Plus}-Navigator ist ein Praxisleitfaden zur Förderung von Klimaschutz und Klimaanpassung in Privathaushalten. Er beinhaltet neben einer Darstellung der „Psychologie des Klimaschutz- und Klimaanpassungsverhaltens“ vor allem konkrete Instrumente sowie eine fundierte „7-Schritte-Strategie“ zur Verhaltensänderung. Sämtliche Informationen werden handlungsnah durch Good-Practice-Beispiele konkreter Projekte und Aktivitäten illustriert. Dabei werden insbesondere die Handlungsbereiche Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität betrachtet, die für den Klimaschutz und die Klimaanpassung von entscheidender Bedeutung sind. So werden praxisnahe Strategien und Instrumente dargestellt, mit denen beispielsweise die energieeffiziente Gebäudesanierung, der Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel oder - im Sinne der Klimaanpassung - die private Vorsorge gegenüber zunehmenden Wetterextremen wie Starkregen und Hitzewellen gefördert werden kann.

Der Kyoto^{Plus}-Navigator richtet sich an Personen und Institutionen, die den Klimaschutz und/oder die Klimaanpassung in der allgemeinen Bevölkerung fördern möchten. Aufgaben- und Entscheidungsträger aus Politik und Verwaltung sollen mit dem Kyoto^{Plus}-Navigator ebenso unterstützt werden wie privatwirtschaftliche und gemeinnützige Akteure, die sich mit konkreten Fragen der Planung und Umsetzung von Klimaschutz und Klimaanpassung befassen.

1.1 DIE HERAUSFORDERUNG: KLIMASCHUTZ UND KLIMAAANPASSUNG

Der inzwischen bereits deutlich spürbare und schadenträchtige Klimawandel erfordert die gleichzeitige Bewältigung von zwei Herausforderungen: Klimaschutz und Klimaanpassung. Klimaschutz ist notwendig, da der größte Teil des Klimawandels auf menschliche Aktivitäten, insbesondere die Emission von Treibhausgasen, zurückzuführen ist. Darüber herrscht in der Wissenschaft mittlerweile Einigkeit.

Aber auch Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel und an die durch ihn ausgelöste Zunahme von extremen Wetterereignissen (Hitzewellen, Starkregen etc.) sind erforderlich; denn selbst bei einer sofortigen Minderung der Treibhausgasemissionen auf ein klimaver-



trägliches Maß würde der Klimawandel aufgrund der Trägheit des Klimasystems mindestens einige Jahrzehnte weiter voranschreiten, und schon jetzt verursachen extreme Wetterereignisse Schäden in Milliardenhöhe (z.B. die durch Extremniederschläge verursachte Elbe-Flut 2002, die Hitzewelle 2003, der Orkan Kyrill 2007).

1.2 DER FOKUS: PRIVATHAUSHALTE, BAUEN/WOHNEN UND VERKEHR/MOBILITÄT

Die Umsetzung von Klimaschutz und Klimaanpassung in Deutschland bleibt bisher jedoch weit hinter dem Möglichen und Notwendigen zurück. Dies trifft auch und insbesondere auf die allgemeine Bevölkerung zu, auf die daher im vorliegenden Praxisleitfaden, dem Kyoto^{Plus}-Navigator, als Zielgruppe fokussiert wird.

Im Klimaschutzbereich existieren zwar eine Vielzahl einzelner guter Projekte, Programme und Kampagnen zur Förderung des Klimaschutzes, eine Verbreitung klimaschützenden Verhaltens in großen Teilen der Gesellschaft konnte aber bisher nicht erreicht werden - auch weil eine weite Verbreitung der Projekt-, Programm- und Kampagnenerfahrungen bislang fehlt.

Zur Förderung der privaten Klimaanpassung und Vorsorge gegenüber extremen Wetterereignissen bestehen in Deutschland - außer im Hochwasserbereich - bisher kaum Aktivitäten. Die Schäden durch extreme Wetterereignisse sind in den vergangenen Jahrzehnten exponentiell angestiegen, obwohl ein großer Teil der Schäden in Privathaushalten durch bauliche und Verhaltensvorsorge verhindert werden könnte. Und auch im Klimaanpassungsbereich - wie auch im Klimaschutzbereich - werden Projekt-, Programm- und Kampagnenerfahrungen zu erfolgreichen Strategien und Instrumenten der Förderung der privaten Klimaanpassung bzw. Vorsorge gegenüber extremen Wetterereignissen nur unzureichend genutzt.

Als Handlungsfelder von Privathaushalten kommt den Bereichen Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität sowohl hinsichtlich des Klimaschutzes als auch hinsichtlich der Klimaanpassung besondere Bedeutung zu. Fast jeder Alltagsbereich ist in irgendeiner Form an der Entstehung von CO₂ beteiligt. Da aber nicht alles gleichzeitig geändert werden kann und vielleicht auch nicht muss, geht es darum, die Bereiche zu identifizieren, die besonders stark an der Produktion von klimarelevanten Treibhausgasen beteiligt sind. Es gilt, die Mühe, Kosten und Zeit dort zu investieren, wo für den Klimaschutz besonders viel erreicht werden kann. Auch muss bekannt sein, in welcher Weise die meisten Menschen durch den Klimawandel voraussichtlich betroffen sein werden, um im richtigen Bereich schützende, anpassende Maßnahmen zu ergreifen.

Der Bereich Bauen und Wohnen ist unzweifelhaft einer der relevantesten Verursacherbereiche von CO₂-Emissionen in Deutschland. Wenn alle Emissionen (d.h. nicht nur die direkten Emissionen) berücksichtigt werden, verursacht dieser Bereich mit rund 216 Mio. t CO₂-Emissionen ca. 24% der deutschen Gesamtemissionen. Der Löwenanteil der CO₂-



Emissionen im Bereich Bauen und Wohnen entfällt dabei auf das Teilsegment Gebäudeheizung. Trotz Reduzierungen in den letzten Jahren ist dieses Segment noch für rund drei Viertel des Endenergiebedarfs der privaten Haushalte und damit mehr als ein Fünftel des gesamten Endenergiebedarfs in Deutschland verantwortlich. Hier bestehen massive CO₂-Minderungspotenziale (für genauere Informationen siehe Kap. 9).

Der Bau- und Wohnbereich ist zugleich höchst relevant für die Klimaanpassung. Insbesondere die durch den Klimawandel bedingten Veränderungen in Temperatur, Niederschlag, Wind und Meeresspiegelhöhe sind hier entscheidend. Gebäude sind unsere „dritte Haut“, sie sollten uns vor äußeren Einwirkungen schützen können. In den kommenden Jahrzehnten wird der Schutz vor mitunter sehr heißen Außentemperaturen eine große Herausforderung darstellen. Wahrscheinlich hätte ein großer Teil der rund 7.000 Todesfälle in Deutschland aufgrund der Hitzewelle im Sommer 2003 - mit ca. 35.000 Hitzetoten die größte humanitäre Naturkatastrophe in Europa seit Hunderten von Jahren - durch hitzegeschützte Wohngebäude verhindert werden können. Es wurde nachgewiesen, dass vor allem die hohen nächtlichen Temperaturen für die Todesfälle von Bedeutung waren. Neben ihrer Schutzfunktion für die Bewohnerinnen und Bewohner sind Wohngebäude zudem selbst „Betroffene des Klimawandels“, insbesondere durch Gebäudeschäden aufgrund zunehmender extremer Wetterereignisse. In Deutschland hat die Hitzewelle im Sommer 2003 insgesamt (nicht nur im Gebäudebereich) einen volkswirtschaftlichen Schaden von mehr als 1,2 Milliarden Euro verursacht. Auch beim Niederschlag sind vor allem die Extremereignisse von Bedeutung. Es wird zunehmend sehr viel oder sehr wenig Regen in Deutschland geben. Einer Niederschlagszunahme müssen Gebäude aus der Luft aber auch und besonders am Boden standhalten können. Trockenheit wirkt sich vorwiegend über den Boden aus, z.B. durch Trockenrisse und Instabilitäten an Gebäuden. In manchen Regionen, in denen sich Trockenheit und Niederschlagszunahme überlagern, erhöht sich dadurch die Überschwemmungsgefahr (z.B. in Teilen Süddeutschlands). Aufgrund des erhöhten Niederschlags in einigen Regionen werden auch Auswirkungen auf Baumaterialien erwartet. Dies betrifft v.a. Materialien, die pilz- und schimmelpilzanfällig sind. Eventuell ansteigende Windgeschwindigkeiten sind vor allem bedeutsam, wenn exponierte oder aufgrund des Alters oder der Bauweise windanfällige Gebäude betroffen werden und gleichzeitig extreme Niederschläge und Hagel auftreten. Bei diesen Ereignissen erhöht sich auch die Verletzungsgefahr, z.B. durch ungesicherte, herabfallende Ziegel und Gebäudeteile. Jedoch berechnen die Klimamodelle in den Simulationen zu Wind und Windgeschwindigkeiten bisher keine einheitlichen Ergebnisse. Der Meeresspiegelanstieg betrifft Deutschland an Nord- und Ostsee. Schutz vor Sturmfluten, Überschwemmungen der Tiefländer und dem Anstieg des Grundwasserspiegels muss v.a. an der Nordseeküste geboten werden (für genauere Informationen siehe Kap. 11).

Auch der Bereich Verkehr und Mobilität ist hinsichtlich der gesamtdeutschen CO₂-Emissionen eine relevante Größe: Im Jahr 2000 verursachte der Verkehrssektor ca. 22 % aller energiebedingten CO₂-Emissionen in Deutschland. Rund 60% dieser Emissionen entfielen dabei auf Privathaushalte. Entgegen dem Trend in anderen Sektoren sind die vom Verkehr ausgehenden CO₂-Emissionen zwischen 1990 und 2000 um über 13 % gestiegen und auch in diesem Jahrzehnt ist nicht mit einer Abnahme der Emissionen zu rechnen. Vor al-



lem im Bereich des Flugverkehrs liegt eine dramatische Entwicklung vor, ebenso - wenn auch weniger eklatant - im Bereich des Pkw-Verkehrs. Für den Klimaschutz sind somit dringend Änderungen des Mobilitätsverhaltens privater Haushalte von Nöten (für genauere Informationen siehe Kap. 10).

Auch für die Klimaanpassung ist der Verkehrs- und Mobilitätsbereich höchst relevant. Der Klimawandel betrifft Verkehr und Mobilität besonders durch die Veränderungen der Temperatur, des Niederschlags und des Windes. Insbesondere Extremwetterereignisse - oder weiter gefasst: punktuelle Naturgefahren - wie Stürme, Hagel, Starkregen, Sturmfluten, Überschwemmungen und Hitzewellen - stellen für das Verkehrssystem eine große Herausforderung dar. Die projizierten Veränderungen in der Lufttemperatur werden sich vor allem in großen Städten und während der heißen Mittagsstunden im Sommer negativ auswirken. Dadurch werden geschlossene Verkehrsmittel zunehmend unkomfortabel. Hohe Temperaturen können auch zu vermehrten Unfällen führen, da die Konzentration beim Fahren nachlässt. Der Anstieg der Durchschnittstemperaturen, der zudem im Winter stärker ausfällt als im Sommer, wird sich aber auch in der Abnahme der Frosttage auswirken. Dies vermindert die Glatteisbildung und damit die Unfallgefahr aller straßengebundenen Verkehrsmittel. Zunehmende Extremniederschläge machen die Benutzung von offenen Verkehrsmitteln unkomfortabel, derweil geschlossene straßengebundene Verkehrsmittel durch Sichtbehinderungen an Sicherheit einbüßen. Eine Erhöhung der Windgeschwindigkeiten und Stürme in Deutschland würde die Benutzung vieler Verkehrsmittel (insbesondere von Zweirädern) unsicherer machen. Stürme gehen oftmals mit starken Regengüssen oder Hagel einher. Hagel hat das Potenzial, großen Schaden an Fahrzeugen und Verkehrsinfrastruktur zu verursachen (für genauere Informationen siehe Kap. 12).

Angesichts dieser Informationen wird deutlich, dass mit einer Konzentration auf die Handlungsfelder Bauen/Wohnen sowie Verkehr/Mobilität und auch mit der Fokussierung auf private Haushalte sowohl für den Klimaschutz als auch für die Klimaanpassung große Potenziale - sowohl hinsichtlich der CO₂- als auch der Schadenminderung - ausgeschöpft werden können.

1.3 ZIELE DES KYOTO^{PLUS}-NAVIGATORS

Der Kyoto^{PLUS}-Navigator will eine praxisnahe Antwort auf die doppelte Herausforderung des Klimaschutzes und der Klimaanpassung geben. Er enthält allgemeinverständliche und praxisnahe Darstellungen psychologischer Erkenntnisse zur „Psychologie des Klimaschutz- und Klimaanpassungsverhaltens“ und zu verhaltensändernden Kommunikations- und Partizipationsformen. Vor allem liefert der Kyoto^{PLUS}-Navigator eine fundierte „7-Schritte-Strategie“ zur Förderung und Stabilisierung von Klimaschutz- und Klimaanpassungsverhalten von privaten Haushalten: von der Planung über die Initiierung und Umsetzung bis zur Evaluation und Weiterverbreitung der Ergebnisse. Diese Strategie wird praxisnah für die Handlungsfelder Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität ausformuliert, so dass sie als Grundlage dienen kann für Projekte zur Förderung der energieeffizienten Gebäudesanierung, des Umstiegs



auf öffentliche Verkehrsmittel oder - im Sinne der Klimaanpassung - zur Förderung der privaten Vorsorge gegenüber zunehmenden Wetterextremen wie Starkregen, Stürmen und Hitzewellen. Die 7-Schritte-Strategie wird hier ausführlich vorgestellt, weil im Rahmen unserer umfassenden Recherchen zu Klimaschutz- und Klimaanpassungsprojekten auffiel, dass einige ein sehr umfassendes und engagiertes Projektmanagement beinhalten, viele Projekte aber zentrale Schritte nicht machten, beziehungsweise nicht explizieren. So fehlten zum Teil die Analysen der Ausgangssituation oder Evaluationen erfolgten nicht, beziehungsweise waren nicht zugänglich. Die Strategie, Instrumente und Empfehlungen werden durch Good-Practice-Beispiele konkreter Projekte und Kampagnen in Deutschland und im Ausland illustriert, wodurch der Kyoto^{Plus}-Navigator zur Verbreitung der Erfahrungen aus diesen Projekten und Kampagnen beitragen möchte. Zudem enthält der Kyoto^{Plus}-Navigator wichtige und umsetzungsrelevante Hintergrundinformationen zum Klimawandel und zu seinen Auswirkungen auf die Bereiche Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität, zu Schadenminderungspotenzialen der Klimaanpassung sowie zu CO₂-Minderungspotenzialen von Klimaschutzmaßnahmen.

Ganz bewusst wird im Kyoto^{Plus}-Navigator gleichzeitig der Klimaschutz und die Klimaanpassung betrachtet, denn beide Maßnahmenbereiche sind aufgrund des anthropogen verursachten und weiter voranschreitenden Klimawandels notwendig. Zudem ist die Kombination von Klimaschutz und Klimaanpassung vor allem im Bereich Bauen / Wohnen sinnvoll; denn die gleichzeitige Realisierung von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen bedeutet insbesondere bei Neubau und Sanierung deutliche Kostenersparnispotenziale im Vergleich zu einer voneinander getrennten Umsetzung. Ein integratives Vorgehen stellt allerdings alle Akteure vor besondere Herausforderungen (Komplexität, konfliktäre Ziele, neue Handlungsfelder, unterschiedliche Expertenmeinungen). Die Entwicklung integrativer Strategien muss unseres Erachtens explizit als Lernfeld betrachtet werden, in dem bisher noch keine unmittelbar anwendbaren Lösungen zur Verfügung stehen. Ein zu verfolgender Ansatz könnte etwa darin bestehen, „Bauherren“ ein „All-Inclusive-Paket“ anzubieten, das sowohl Information und passgenaue Beratung umfasst, die sowohl für bauliche Klimaschutz- als auch für Klimaanpassungsmaßnahmen zielführend sind.

Aufgrund der Komplexität der Thematik können im Rahmen des Kyoto^{Plus}-Navigators nicht sämtliche wichtige Aspekte für Klimaschutz und Klimaanpassung dargestellt werden. So werden ökonomische, politische sowie juristische Themenbereiche weitestgehend ausgeklammert und stattdessen wird auf psychologisch fundierte Verhaltensänderungsstrategien und -instrumente fokussiert. Ausgespart bleiben daher konkrete Finanzierungsmöglichkeiten von Klimaschutz- oder Klimaanpassungsprojekten, Finanzierungspläne, dezidierte Effizienzanalysen, Hinweise und Checklisten zur politischen Durch- bzw. Umsetzung sowie rechtliche Rahmenbedingungen für Klimaschutz- und Klimaanpassungshandeln.

Hinsichtlich der hier dargestellten „7-Schritt-Strategie“ zur Förderung und Stabilisierung von Klimaschutz- und Klimaanpassungsverhalten muss einschränkend Folgendes betont werden: Jeder, der Klimaschutz oder Klimaanpassung fördern möchte, weiß, dass es dafür keine einfachen „Kochrezept-Lösungen“ gibt. Jedes Projekt verfolgt im Detail unterschied-



liche Ziele, steht vor unterschiedlichen Ausgangsbedingungen und benötigt unterschiedliche Vorgehensweisen. Zudem sind hinsichtlich des Klimaschutzes und der Klimaanpassung viele Praxisprobleme neu und variabel, also nicht durch vorgefertigte Lösungen zu beheben. Bei Maßnahmen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung stehen wir vor sogenannten „komplexen Problemen“, also Situationen, in denen sehr viele untereinander vernetzte Faktoren für den Erfolg relevant sind, Situationen, in denen Prozesse eigendynamisch und in unvorhergesehener Weise ablaufen können. Der Anspruch dieses Navigators ist es daher vielmehr, eine allgemeine und hilfreiche Strategie sowie konkrete Beispiele für die Gestaltung von Klimaschutz und Klimaanpassung zu vermitteln und zu einem Lernprozess aus Praxiserfahrungen (auch denen der Navigator-Leserinnen und -Leser) beizutragen. Rückmeldungen und Verbesserungsvorschläge an die Autorinnen und Autoren sind daher höchst willkommen.

1.4 ZIELGRUPPE

Der Kyoto^{Plus}-Navigator richtet sich an Personen und Institutionen, die den Klimaschutz und/oder die Klimaanpassung in der allgemeinen Bevölkerung fördern möchten. Aufgaben- und Entscheidungsträger aus Politik und Verwaltung werden mit dem Kyoto^{Plus}-Navigator ebenso unterstützt wie privatwirtschaftliche und gemeinnützige Akteure, die sich mit konkreten Fragen der Planung und Umsetzung von Klimaschutz und Klimaanpassung befassen. Anliegen des Kyoto^{Plus}-Navigators ist, die genannten Akteure und andere Interessierte bei der Planung und Umsetzung von Projekten zur Förderung des Klimaschutz- und Klimaanpassungsverhaltens in der allgemeinen Bevölkerung und spezifisch in den Handlungsfeldern „Bauen/Wohnen“ und „Mobilität“ zu unterstützen.

1.5 GRUNDLAGEN: DAS PROJEKT ERKLIM

Entstanden ist der Kyoto^{Plus}-Navigator auf der Grundlage der Ergebnisse des vom Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projektes *ErKlim - Erfolgsfaktoren für Klimaschutz und Klimaanpassung*, einem Verbundprojekt der Universitäten Oldenburg, Kassel, Marburg und der Firma e-fect. Schwerpunkte des Projektes lagen in den Bereichen „Mobilität“ und „Bauen/Wohnen“. Ziel des Projekts war, mittels mehrerer Workshops mit Experten aus Wissenschaft und Praxis wirksame Strategien und Instrumente zur Förderung des Klimaschutzes und der Klimaanpassung in der allgemeinen Bevölkerung zu identifizieren und verständlich in einem Praxisleitfaden, dem Kyoto^{Plus}-Navigator, aufzubereiten. Auf diese „ErKlim-Expertengespräche¹“ wird in verschiedenen Teilen des Kyoto^{Plus}-Navigators Bezug genommen.

¹ Realisiert wurde die Konzeption, Moderation und das Tagungsmanagement der ErKlim-Expertengespräche durch die Firma e-fect.



Für den Kyoto^{Plus}-Navigator wurde das praktische und wissenschaftliche (insb. psychologische) Expertenwissen integriert, mit Good-Practice-Beispielen aus einer umfassenden Datenbank und Projektrecherche angereichert und so aufgearbeitet, dass es handlungsleitend für die Initiierung, Planung und Umsetzung von Projekten zur Förderung von Klimaschutz und/oder Klimaanpassung genutzt werden kann.

1.6 AUFBAU UND HANDHABUNG DES KYOTO^{PLUS}-NAVIGATORS

Der Kyoto^{Plus}-Navigator besteht aus drei thematischen Bereichen. Jeder Bereich widmet sich einer unterschiedlichen Perspektive auf das Thema Klimaschutz und Klimaanpassung. Der Aufbau des Kyoto^{Plus}-Navigators - ausgehend von grundlegenden Informationen hin zu Detailinformationen - erlaubt eine Nutzung abhängig vom individuellen Interesse und Wissensstand. Es können die ersten Teile übersprungen und zielgerichtet beispielsweise der Strategieteil (Teil II) angesteuert werden. So kann in beliebigen Teilen des Kyoto^{Plus}-Navigators „eingestiegen“ und die gewünschten Informationen schnell nachgeschlagen werden.

In TEIL I (Kapitel 2 und 3) werden Grundlagen zur Entwicklung von Kommunikations- und Interventionsstrategien zur Förderung des Klimaschutzes und der Klimaanpassung gegeben. Kapitel 2 bietet einen Überblick über den aktuellen Wissensstand zum globalen Klimawandel und dem Klimawandel in Deutschland. Kapitel 3 beinhaltet einen Überblick über sinnvolles Klimaschutz- und Klimaanpassungsverhalten von Privathaushalten in den Handlungsbereichen Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität. Außerdem enthält Kapitel 3 eine verständliche Darstellung der „Psychologie des Klimaschutz- und Klimaanpassungsverhaltens“, stellt also Einflussbedingungen dieser Verhaltensbereiche anschaulich dar.

TEIL II (Kapitel 4 und 5) enthält den Hauptteil des Kyoto^{Plus}-Navigators: einen umsetzungsorientierten Leitfaden zur Förderung von Klimaschutz und Klimaanpassung in Privathaushalten. Kapitel 4 liefert einen Überblick über psychologisch fundierte Instrumente der Verhaltensänderung und einen Einstieg in die sogenannte 7-Schritte-Strategie zur Förderung des Klimaschutzes und der Klimaanpassung. Kapitel 5 spezifiziert die 7-Schritte-Strategie zur Förderung des Klimaschutzes und der Klimaanpassung für die Handlungsbereiche Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität praxisnah und illustriert diese mit Praxisbeispielen.

In TEIL III (Kapitel 6 bis 8) werden themenbezogene praktische Fallbeispiele, sog. „Good-Practice-Projekte“, vollständig präsentiert. Die Kapitel 6 und 7 widmen sich dem Handlungsfeld Bauen/Wohnen, wobei das Kapitel 6 Projekte zur Förderung des Klimaschutzes, Kapitel 7 Projekte zur Förderung der Klimaanpassung darstellen. In Kapitel 8 werden Fallbeispiele zur Förderung des Klimaschutzes in Verkehr und Mobilität beschrieben. Projekte zur Förderung der Klimaanpassung des Mobilitätsverhaltens existieren bisher nicht.

Teil IV (Kap. 9 bis 12) enthält vertiefte Informationen zu den Handlungsfeldern Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität. Die Ursachen des Klimawandels und die Klimaschutzoptionen im Bauen/Wohnen werden in Kap. 9, in Verkehr/Mobilität in Kap. 10 dargestellt. Die



Folgen des Klimawandels und die Optionen zur Anpassung an diese Folgen für den Bereich Bauen/Wohnen wird in Kap. 11, für den Bereich Verkehr/Mobilität in Kap. 12 analysiert.



TEIL I:

**KLIMASCHUTZ UND
KLIMAANPASSUNG**

**- INTEGRATIVE HANDLUNGEN
ALS HERAUSFORDERUNG**

2 DER KLIMAWANDEL - GLOBAL UND IN DEUTSCHLAND

DIANA RECKIEN & TORSTEN GROTHMANN

Überblick

Kapitel 2 bietet einen Überblick über den aktuellen Wissensstand zum globalen Klimawandel und dem Klimawandel in Deutschland. Hierbei werden sowohl Beobachtungen vergangener Zeitreihen von meteorologischen Größen als auch zukünftige Projektionen derselben dargestellt. Zeitreihen vergangener Jahre dienen der Dokumentation von Veränderung und der Validierung von Klimamodellen. Zukünftige Zeitreihen meteorologischer Größen werden von Klimamodellen als Projektionen unter der Zuhilfenahme von bestimmten, z.B. sozioökonomischen Entwicklungsannahmen, den sogenannten Szenarien, erstellt.

Aufgrund ihrer Relevanz für die Handlungsfelder Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität werden folgende meteorologische Größen behandelt: Temperatur, Niederschlag, Wind und Meeresspiegelanstieg. In Deutschland ist wie im globalen Mittel die Durchschnittstemperatur im 20. Jahrhundert ungefähr seit 1970 stark angestiegen. Die Zunahme der jährlichen Durchschnittstemperatur betrug zwischen 1901 und 2000 etwa 1,0 °C, zwischen 1981 und 2000 ca. 1,1 °C. Je nach Jahreszeit schwankte dieser Wert zwischen 0,7 und 2,3 °C mit der stärksten Erwärmung im Winter und der geringsten im Sommer. Wiederum regional verschieden, erwärmt sich besonders der Süden und Südwesten Deutschlands stark (Zebisch et al. 2005). Projektionen für die zukünftige Klimaentwicklung besagen, dass in Deutschland die Temperaturveränderung höher ausfallen wird als im globalen Mittel und der Anstieg im Winter höher als im Sommer.

Die Ursachen des Klimawandels in den Handlungsfeldern Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität werden in den Kapiteln 9 und 10, die Folgen des Klimawandels für diese Handlungsfelder in den Kapiteln 11 und 12 dargestellt.

2.1 KLIMA, KLIMAWANDEL UND EXTREME

Laut des Wörterbuches Allgemeine Geographie beschreibt Klima „die für einen Ort, eine Landschaft oder einen größeren Raum typische Zusammenfassung der erdnahen und die Erdoberfläche beeinflussenden atmosphärischen Zustände und Witterungsvorgänge während eines längeren Zeitraumes in charakteristischer Verteilung der häufigsten, mittleren und extremen Werte“ (Leser 2001, S. 392). Damit ist das Klima „die Synthese des Wetters über einen Zeitraum, der lang genug ist, um dessen statistische Eigenschaften bestimmen



zu können“ (Hupfer 1996, S. 19). Das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), die wichtigste internationale Institution zur gebündelten Veröffentlichung der neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Klimawandel, beschreibt Klima ähnlich, unterscheidet aber zwischen einer engeren und weiteren Definition: „Climate in a narrow sense is usually defined as the average weather, or more rigorously, as the statistical description in terms of the mean and variability of relevant quantities over a period of time ranging from months to thousands or millions of years [...] The relevant quantities are most often surface variables such as temperature, precipitation and wind. Climate in a wider sense is the state, including a statistical description, of the *climate system*“ (IPCC 2007, S. 942).

Daraus wird ersichtlich, dass das Heranziehen von *einzelnen* meteorologischen Größen oder deren Parametern nicht ausreicht, um die Klimaveränderungen zu verstehen. In der Regel werden mindestens zwei Parameter - Temperatur und Niederschlag - dazu verwendet, das Klima und seine Veränderungen zu erfassen (Gerstengarbe & Werner 2007). Um die Auswirkungen einer Veränderung des Klimas auf wirtschaftliche Sektoren, wie das Bauen und Wohnen, oder andere betroffene Systeme abzubilden, sind zusätzliche Aussagen mindestens zum Meeresspiegelanstieg und zur Veränderung der Winde notwendig. Diese Größen sind physische Auswirkungen einer Erwärmung und hängen mit den Parametern Temperatur und Niederschlag eng zusammen.

Derweil in den Anfängen der Klimaforschung das Klima selbst als quasi-konstante Größe angenommen wurde, ist heute bekannt, dass es einen instationären Prozess darstellt. Dies bedeutet, dass nicht nur räumliche Spezifika sondern auch die zeitlichen Entwicklungen in die Klimabetrachtung mit einfließen müssen. Der klassische Zeitraum wurde von der Meteorologischen Weltorganisation (WMO) auf 30 Jahre festgelegt (Gerstengarbe & Werner 2007, IPCC 2007, der IPCC legt in seinem letzten Bericht auch Zeiträume von 20 Jahren zu Grunde). Aus diesem Grunde beziehen sich viele Klimaanalysen auf den Zeitraum 1961-1990 oder 1980-1999 oder andere 20- bis 30-jährige Perioden, über die gemittelt wird.

Entgegen den langjährigen Aufzeichnungen von Klimavariablen zur Bestimmung von Klimaänderungen sind (Wetter-) Extreme relativ kurzzeitige Konstellationen meteorologischer Größen. Wetterextreme sind seltene Ereignisse am oberen und unteren Ende der Wahrscheinlichkeitsverteilung bestimmter Klimavariablen (IPCC 2007). Dies verbietet, einzelne Extremereignisse einer Klimaänderung zuzuschreiben. Die Häufung von Extremwetterereignissen über eine bestimmte Zeitperiode kann jedoch dazu herangezogen werden, Veränderungen im Trend des Klimas statistisch signifikant nachzuweisen.

Darauf aufbauend kann man zwischen Beobachtungen der vergangenen Zeitreihen von meteorologischen Größen und zukünftigen Projektionen derselben unterscheiden. Zeitreihen vergangener Jahre dienen der Dokumentation von Veränderung und der Validierung von Klimamodellen. Zukünftige Zeitreihen meteorologischer Größen werden von den Klimamodellen als Projektionen unter der Zuhilfenahme von bestimmten, z.B. sozioökonomischen Entwicklungsannahmen, den sogenannten Szenarien, erstellt.

2.2 KLIMAMODELLE UND KLIMASZENARIEN

Klimamodelle werden verwendet, um ein virtuelles Klima mit Hilfe der Rechenkraft eines Computers zu simulieren, das auf den aktuell bekannten Gesetzmäßigkeiten unseres Planeten und den außeratmosphärischen Rahmenbedingungen basiert. Die realen Prozesse und Zustände wie Temperatur, Niederschlag und Wind werden darin zahlenmäßig ausgedrückt und in Beziehung gesetzt.

Klimamodelle besitzen drei entscheidende Vorteile (Paeth 2007): Einzelne Klimaparameter können isoliert betrachtet werden (nur ein Parameter wird im Modell verändert und dessen Einfluss betrachtet), das Klima kann mit dem Computer sehr schnell simuliert werden (z.B. die Klimaentwicklung mehrerer Jahrhunderte in wenigen Monaten) und es können Simulationen der zukünftigen Entwicklung erfolgen. Gerade die Zukunftssimulationen sind von hohem politischen Wert, da sie erstens eine Folgenabschätzung der Weiterführung gegenwärtiger Verhältnisse (insb. der Treibhausgasemissionen) zulassen, zweitens aber auch die Wirkung und Erfolge von Klimaschutzmaßnahmen zur Emissionsminderung abschätzen helfen können.

Es ist jedoch zu beachten, dass Klimamodelle immer noch nur ein stark vereinfachtes Abbild (räumliche Auflösung, Zusammenhang verschiedener Klimagrößen) der Wirklichkeit nachzeichnen können. Daraus resultieren Unsicherheiten in den Klimaprojektionen, welche durch die ungewissen sozioökonomischen Größen und den daraus resultierenden Treibhausgasemissionen in den einzelnen Ländern verstärkt wird. Die Eindämmung letzterer Unsicherheiten wird durch das Aufzeigen möglichst plausibler Szenarien versucht.

Emissionsszenarien sind realistische Aussagen über die Entwicklung des Ausstoßes von CO₂ und anderer Treibhausgase. Sie hängen hauptsächlich von demographischen, ökonomischen, technologischen und politischen Entwicklungen der menschlichen Gesellschaft ab (Nakicenovic et al. 2000). Ein internationales Expertenteam hat mögliche Emissionsentwicklungen für den IPCC ausgearbeitet (siehe IPCC 2007) und in vier sogenannte Familien zusammengefasst, den A1-, B1-, A2- und B2-Szenarien. Basierend auf verschiedenen Grund- und Detailannahmen sind innerhalb dieser Familien 40 Emissionsszenarien entstanden, die jeweils stärkere oder schwächere Umdenkprozesse innerhalb der Gesellschaft beschreiben. Die Anzahl verweist auf die Fülle möglicher Entwicklungen, die alle als gleich wahrscheinlich angesehen werden. Aus den angenommenen sozioökonomischen Entwicklungen werden die globalen Treibhausgasemissionen berechnet, die als fest vorgegebene Größe in die Klimamodelle einfließen. Unterschiedliche Klimamodellsimulationen ergeben anschließend die resultierenden Temperatur- und Niederschlagsänderungen, sowie deren Auswirkungen auf Windverhältnisse, Oberflächenabflüsse und den Meeresspiegelanstieg. Den Unsicherheiten der Klimaprojektion wird oft durch eine Darstellung in Bandbreiten Rechnung getragen, welche bei Berücksichtigung mehrerer Klimamodelle einen realistischen Rahmen für die zukünftigen Entwicklungen aufspannen.



Weltweit werden derzeit etwa 23 globale Klimamodelle (Atmosphere-Ocean General Circulation Models, AOGCMs; IPCC 2007) verwendet, die mit den berechneten Emissionen der beschriebenen Szenarien als vorgegebene Größe rechnen. AOGCMs geben einen Überblick über die Veränderungen der globalen Prozesse mit einer räumlichen Auflösung von in der Regel etwa 100 km. Um feiner aufgelöste Klimaprojektionen zu erhalten, können die Ergebnisse der AOGCMs zur globalen Temperatur- und Niederschlagsveränderung (und anderer Größen) als Eingabe für kleinskaligere dynamische Regionalmodelle dienen. In Deutschland finden momentan vorwiegend zwei Regionalmodelle (Regional Climate Models, RCMs) Anwendung: REMO und CLM (siehe z.B. Böhm 2006, Orłowsky et al. 2007, Kotlarski et al. 2005). Dynamische RCMs sind hochaufgelöste Klimamodelle, die kleinräumlich spezifische Effekte durch physikalische Prinzipien abbilden. Ein Nachteil besteht u.a. in der benötigten, hohen Rechenleistung (IPCC 2007) und der angenommenen Parametrisierung von Klimavariablen. Neben den dynamischen können statistische Regionalisierungsverfahren verwendet werden, in Deutschland v.a. die Modelle WETTREG und STAR (Spekat et al. 2007, Werner & Gerstengarbe 2007). Statistische Regionalisierungsmethoden beruhen auf Variablenbeziehungen, die aus beobachteten Daten abgeleitet wurden. Sie brauchen wesentlich weniger Rechenleistung, können noch kleinskaliger und auf andere meteorologische Größen angewendet werden. Es werden jedoch lange Zeitreihen von Beobachtungsdaten benötigt, um die Modelle zu trainieren und zu validieren. Ein weiterer Nachteil besteht in der Annahme, dass die abgeleiteten Beziehungen zwischen Klimagrößen zukünftig konstant bleiben. Beide Methoden erlauben es, die regionalen Veränderungen des Klimas aufgrund der höheren Auflösung genauer zu simulieren. Dies ist v.a. für Politik und Planung von Interesse, da sich, z.B. aufgrund der Orographie (Höhenverteilung), regionale Abweichungen zu den allgemeinen Tendenzen der AOGCM-Ergebnisse ergeben können. Die Ergebnisse der RCMs und der statistischen Regionalisierungsverfahren beziehen sich ebenfalls auf bestimmte Szenarienfamilien, decken jedoch bisher noch nicht alle Szenarien ab. Insofern kann die Bandbreite der möglichen Klimaveränderungen noch größer sein, als es sich aus den bisher vorliegenden Berechnungen ergibt.

2.3 KLIMAVERÄNDERUNGEN - IN VERGANGENHEIT UND ZUKUNFT²

2.3.1 TEMPERATUR

Beobachtungen

Durch vorwiegend indirekte Klimazeugen (Baumringe, Eisbohrkerne, Sedimente) haben Wissenschaftler zum Ende des 20. Jahrhunderts eine globale Erwärmung eindeutig nachge-

² Eine laufend aktualisierte Übersicht von Klimaveränderungen der Vergangenheit und Zukunft in Deutschland bietet die Webseite des Kompetenzzentrums Klimafolgen und Anpassung am Umweltbundesamt: www.anpassung.net



wiesen. Es zeigt sich, dass die Temperatur der vergangenen, ungefähr 1.000 Jahre wesentlich kälter war als das 20. Jahrhundert, obwohl es Phasen etwas wärmeren und Phasen etwas kälteren Klimas gab. Die Erwärmung im letzten Jahrhundert ist aufgrund ihrer Schnelligkeit in der jüngeren Geschichte beispiellos. Eine erste Phase der deutlichen Erwärmung gegenüber dem langjährigen Mittel von 1961-1990 vollzog sich seit Beginn des 19. Jahrhunderts ungefähr bis 1940. Ab dem Ende der 70er Jahre erfolgte ein weiterer drastischer Anstieg, der bis heute andauert. Die Rate der globalen Erwärmung der letzten 50 Jahre ist fast doppelt so hoch wie jene der letzten 100 Jahre (IPCC 2007). Die Erwärmungsrate beläuft sich global auf mehr als 0,7 °C, vergleicht man das Mittel zwischen 2001-2005 mit jenem der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, dem vorindustriellen Niveau (IPCC 2007).

Dabei ist die Zunahme der Temperaturen über den Kontinenten größer als über den Ozeanen und über den Landmassen der höheren Breiten (d.h. weiter entfernt vom Äquator) der Nordhalbkugel besonders stark. Die Nordhalbkugel erwärmt sich generell stärker als die Südhalbkugel.

Eine parallele Veränderung der Extremwetterereignisse zeigt sich z.B. in der Abnahme von Frosttagen in mittleren Breiten, einem Anstieg der Hitzetage und einer Abnahme von extrem kalten Zeitperioden über 70-75 Prozent der Landmassen weltweit, wo Daten verfügbar sind. Das extrem warme Jahr 2003 war das wärmste seit 1780, seit dem es Wetteraufzeichnungen gibt (IPCC 2007).

In Deutschland ist - wie im globalen Mittel - die Durchschnittstemperatur im 20. Jahrhundert ungefähr seit 1970 stark angestiegen. Die Zunahme der jährlichen Durchschnittstemperatur betrug zwischen 1901 und 2000 etwa 1,0 °C, und zwischen 1981 und 2000 ca. 1,1 °C. Je nach Jahreszeit schwankte dieser Wert zwischen 0,7 und 2,3 °C mit der stärksten Erwärmung im Winter und der geringsten im Sommer (Jonas et al. 2005). Wiederum regional verschieden, erwärmt sich besonders der Süden und Südwesten Deutschlands stark (Zebisch et al. 2005).

Entgegen der schwächeren durchschnittlichen Erhöhung der Sommertemperaturen (im Vergleich zum Winter) der letzten Jahrzehnte sind deren Extremwerte vereinzelt beträchtlich. Abbildung 1 zeigt die durchschnittlichen Sommertemperaturen für Deutschland seit 1761, das langjährige dreimonatige Mittel der Sommertemperaturen in Juni, Juli, August von 1961 und 1990 und eine 3,4 °C starke Erwärmung über diesen langjährigen Mittelwert im Sommer 2003. Es ist zu erkennen, dass eine Erhöhung der Sommertemperatur um nur wenige Grad eine enorme Verschiebung der langjährigen Verteilung bedeutet und dies für den Zeitraum 2071-2100 dauerhafte Realität werden könnte.

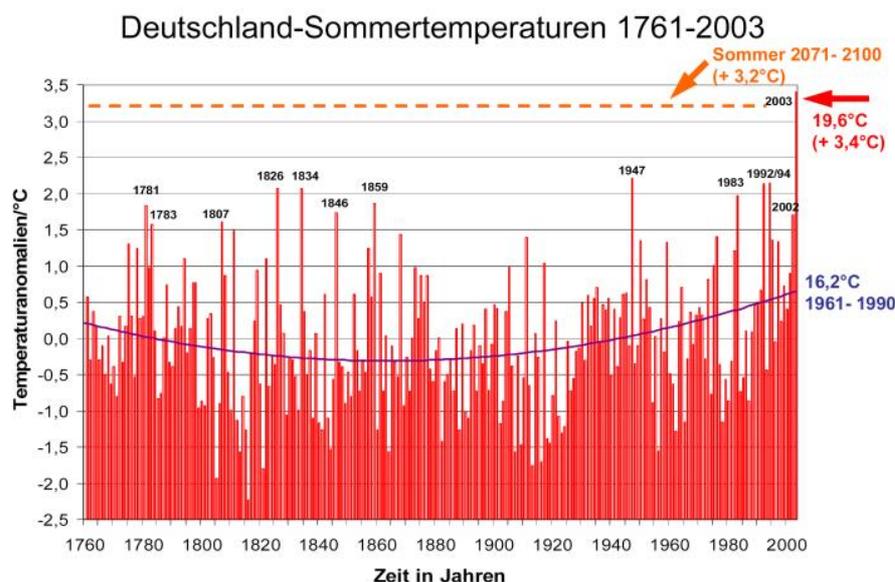


Abbildung 1: Durchschnittliche Sommertemperaturen in Deutschland 1761-2003, aus Mahrenholz (2006), verändert nach Schönwiese, Trömel, Stäger, Jonas (2004), S. 123.

Projektionen

Ausgehend von verschiedenen Szenarien und auf Grundlage verschiedener Klimamodelle wird sich die durchschnittliche jährliche Lufttemperatur vom Mittel der Jahre 1980-1999 bis zum Mittel der Jahre 2011 bis 2030 global um etwas mehr als $0,6\text{ °C}$ erhöhen (IPCC 2007). Das bedeutet einen ähnlichen Anstieg wie in den letzten knapp 100 Jahren (ungefähr $0,74\text{ °C}$ zwischen 1906 und 2005, IPCC 2007). Aufgrund der eher kurzfristigen Zeitspanne ist diese Aussage von hoher Sicherheit. Erst bei längerfristigen Projektionen wird die Unsicherheit größer. Am Ende des Jahrhunderts (2080-2099) geht man von einer Erwärmung zwischen $1,8\text{--}4,0\text{ °C}$ je nach zugrunde gelegtem Szenario aus (IPCC 2007). Die globalen Durchschnittstemperaturen zwischen dem letzten glazialen Maximum (vor 21.000 Jahren) und einer interglazialen Warmzeit beträgt etwa $4\text{--}7\text{ °C}$ (IPCC 2007). Seit der letzten Eiszeit vor 10.000 Jahren stieg die globale Durchschnittstemperatur bis heute um etwa 3 °C (Roaf et al. 2005). Damit wird die Bedeutung dieser relativ abstrakten Zahlen abschätzbar. Selbst klein erscheinende Änderungen können große Auswirkungen haben. Zudem besteht die Möglichkeit, dass die tatsächlich eintretenden Änderungen größer ausfallen als in den bisherigen Projektionen angenommen, denn diese können die Veränderungen auch unterschätzen.

In Deutschland wird die Temperaturveränderung höher ausfallen als im globalen Mittel und der Anstieg im Winter höher als im Sommer. Der IPCC konkretisiert dies auf einen Anstieg von $2,3\text{ bis }5,3\text{ °C}$ für Norddeutschland (und Nordeuropa) und $2,2\text{ bis }5,1\text{ °C}$ für Süddeutschland (und Südeuropa) - bei einem Vergleich der Jahresmitteltemperaturen von 1980 bis 1999 mit den projizierten Temperaturen von 2080 bis 2099 unter dem A1B-Szenario. Für



andere Szenarien können diese Werte leicht unter- oder überschritten werden (dies gilt auch für nachfolgende Zahlenangaben).

Projektionen mit verschiedenen Regionalisierungsmethoden zeigen einen Anstieg der Jahresmitteltemperatur in Deutschland von ungefähr 1,6-2,4 °C bis zur Mitte des Jahrhunderts mit dem Modell STAR (vom langjährigen Mittel 1951-2003 bis 2046-2055 für Szenario A1B³, vgl. Werner & Gerstengarbe 2007), einen Anstieg von 1,8-3 °C bis zum Ende des Jahrhunderts mit dem Modell WETTREG (von 1961-1990 bis 2071-2100 für Szenario A1B), und einen Anstieg von 2,75-4,25 °C mit dem Modell REMO (von 1961-1990 bis 2071-2100 für Szenario A1B, UBA 2007).

Der Süden Deutschlands erwärmt sich stärker als der Norden (REMO, STAR). Bei den Simulationen innerhalb des Nordens gehen die Modellergebnisse allerdings auseinander. WETTREG gibt einen sich stärker erwärmenden Nordwesten vor, während REMO und STAR einen sich stärker erwärmenden Nordosten projizieren. Im Voralpen- und Alpenraum steigen die Temperaturen durchgängig sehr stark (WETTREG, REMO, STAR, Werner & Gerstengarbe 2007).

Die genannten Zahlen sind wiederum nur Jahresmittelwerte für ganz Deutschland. Die täglichen, maximalen oder lokalen Temperaturerhöhungen können davon abweichen und wesentlich extremer ausfallen. Dies ist vor allem in großen Städten der Fall, wo der Wärmeinsel-Effekt⁴ für zusätzliche Erwärmung sorgt. Hier macht sich auch bemerkbar, dass sich die Nachttemperaturen stärker erhöhen als die jeweiligen Tageswerte.

Aber nicht nur die absolute Größe von Temperaturmaximalwerten sondern auch die Häufigkeit ihres Eintretens ist von Bedeutung. Für das Beispiel Frankfurt/Main wurde berechnet (Schönwiese 2007), dass die Eintrittswahrscheinlichkeit einer extrem hohen Monatsmitteltemperatur im August (> 22 °C) 1901 einmal in rund 100 Jahren betrug, während diese Größe sich im Jahr 2000 auf nur noch einmal alle sieben bis acht Jahre verringert hat. Die Zahlen für Deutschland sind ähnlich. Wir dürfen momentan alle sieben bis acht Jahre mit einem extrem heißen August rechnen (Schönwiese 2007). Dabei ist zu beachten, dass Tage mit einer gewissen Höchsttemperatur in längeren Serien auftreten werden. Hitzewellen werden v.a. in der Häufigkeit und Dauer, aber auch in der Intensität in Deutschland ansteigen.

³ Das A1B-Szenario ist besonders aussagekräftig, da es von einer Fortführung der aktuellen wirtschaftlichen Entwicklung ausgeht (unter Berücksichtigung der fortschreitenden Globalisierung und des technischen Fortschritts). Es verdeutlicht besonders eindrucksvoll, welche Folgen ohne ein drastisches gesellschaftliches Umdenken zu erwarten sind.

⁴ Eine Wärmeinsel ist ein Gebiet, welches im regional- oder lokalklimatischen Maßstab im Vergleich zur Umgebung eine höhere Temperatur aufweist, was sich besonders im Stadtklima auswirkt (Leser 2001). Die Ursachen liegen unter anderem in der Umgestaltung der Erdoberfläche (z.B. Versiegelung), der Änderung des Stoffhaushaltes (z.B. Emission gasförmiger Luftbeimengungen) und der Veränderung des Energiehaushaltes (z.B. anthropogene Wärmefreisetzung) (Hupfer 1996).

2.3.2 NIEDERSCHLAG

Beobachtungen

Mit einer Erwärmung der Atmosphäre geht eine Veränderung der Niederschläge einher. Zum einen ist die Atmosphäre in der Lage, mehr Wasserdampf aufzunehmen, bevor dieses Wasser wieder abregnet. Zum anderen steigt auch die Verdunstung, weil Land- und Wassermassen sich ebenfalls erwärmen. Dies führt in der globalen Summe zu generell mehr Niederschlag. Regional können sich aber auch Dürren aus dieser Entwicklung ergeben. Während in trockenen Regionen über den Kontinenten durch die vermehrte Verdunstung auch vermehrte Trockenperioden eintreten, sorgen die höheren Temperaturen für eine höhere Luftfeuchtigkeit in den Regionen, wo Wasser zur Verfügung steht, z.B. über und nahe den Meeren, was den Niederschlag dort steigen lässt.

Betrachtet man die Extremereignisse, haben die Niederschläge weltweit zugenommen, Dürren aber auch. Die Länge von extrem regenarmen Perioden und deren Intensität hat sich verstärkt. Extrem starke Niederschläge haben zugenommen, zum Teil auch in Regionen, wo die Niederschlagssummen sinken (IPCC 2007).

Über den Landmassen nördlich von 30 °N ist ein Anstieg der Niederschlagssummen zu verzeichnen (von 1900-2005), derweil es in den Tropen weniger regnet (seit ungefähr den 70er Jahren). In den dazwischenliegenden Breiten, in denen sich auch Deutschland befindet, nahm der Niederschlag zwischen 1900 und 1950 stark zu und sank danach wieder ab (IPCC 2007).

In Deutschland ist die Niederschlagsverteilung räumlich und jahreszeitlich stark variabel. In einigen, vorwiegend den östlichen Teilen Deutschlands sank die mittlere Jahressumme des Niederschlags um 20 Prozent (zwischen 1901-1910 und 1991-2000), in anderen Teilen (vorwiegend dem westlichen und süd-westlichen Deutschland) stieg sie jedoch um den gleichen Betrag (Gerstengarbe & Werner 2007). Zusätzlich zu diesen räumlichen Schwankungen wirken die gegensätzlichen jahreszeitlichen Veränderungen nivellierend (keine signifikante Veränderung in der absoluten Jahressumme des Niederschlags, Zebisch et al. 2005). Aufgrund dieser Beobachtungen sollten die Niederschlagsentwicklungen im Sommer und Winter getrennt voneinander betrachtet werden. Im Winter zeigte sich während des letzten Jahrhunderts ein Anstieg der Niederschlagssummen von 19 Prozent zwischen 1901-2000; im Sommer hingegen zeigen sich nur geringfügige Veränderungen von -3 Prozent (zwischen 1901-2000). Betrachtet man nur die letzten 30 Jahre des 20. Jahrhunderts verstärkt sich der Trend im Winter (Anstieg der Niederschlagssummen um 34 Prozent zwischen 1971-2000), derweil sich der Trend im Sommer umkehrt und auch hier ein leichter Anstieg im Mittel der Sommerniederschläge beobachtet wurde (+4 Prozent, alle Angaben Jonas et al. 2005). Wie jedoch bereits angedeutet können sich diese Mittelwerte für Deutschland regional sehr stark ausdifferenzieren.



Starkniederschläge haben zwischen 1960-2000 an Häufigkeit und Intensität zugenommen. Insgesamt ist dieser Trend für das Winterhalbjahr deutlicher als für das Sommerhalbjahr (Grieser & Beck 2002, nach Zebisch et al. 2005, Schönwiese 2007). Detailliertere Berechnungen auf Grundlage von vier Jahreszeiten gehen hingegen von einem Sinken der Häufigkeiten der Extremniederschläge im Sommer aus (obere zehn Prozent-Perzentil-Überschreitungen, in den meisten der betrachteten Klimastationen Deutschlands außer Berlin Tempelhof zwischen 1951-2000, Jonas et al. 2005). Bei sehr starken Extremniederschlagsereignissen (obere fünf Prozent- bzw. zwei Prozent-Perzentil-Überschreitungen) lässt sich im Sommer und Winter kein signifikanter Trend ablesen, ganz im Gegensatz zu Frühjahr und Herbst. In den Übergangsjahreszeiten scheinen besonders hohe Niederschlagssummen in den letzten 50 Jahren zugenommen zu haben (Jonas et al. 2005).

Projektionen

Die Modelle zeigen generell einen Anstieg der Niederschläge in den tropischen Regionen mit jetzt bereits hohen Niederschlagssummen, v.a. in den Monsunregionen und dem tropischen Pazifik, aber auch einen Anstieg in den hohen Breiten aufgrund der Intensivierung des globalen hydrologischen Kreislaufes. Ein Rückgang ist vor allem in den Subtropen zu erwarten. Es soll darauf hingewiesen werden, dass dies nur sehr generelle Tendenzen andeutet, und sich durch die Mittelung über Zeit (Jahre, Jahreszeiten) und Raum stark davon abweichende Entwicklungen einstellen können. Der Niederschlag ist regional weniger sicher simulierbar als die Temperatur.

In Deutschland sind die Niederschlagsprojektionen sehr vom jahreszeitlichen Verlauf und regionalen Gegebenheiten geprägt. Die Niederschlagsentwicklung wird von vielen Modellen in der Jahressumme als geringfügig verändert (WETTREG, REMO, von 1961-1990 bis 2071-2100, A1B, UBA 2006, MPI 2007, Jacob 2006, Spekat et al. 2007) bis stark rückläufig (STAR, von 1951-2003 bis 2046-2055, A1B, Werner & Gerstengarbe 2007) simuliert. Klare, jedoch gegensätzliche Tendenzen zwischen Sommer und Winter können hier zu Fehlurteilen führen. Es ist daher sinnvoll, die Simulationen für Sommer und Winter getrennt zu betrachten.

Im Sommer wird im überwiegenden Teil Deutschlands weniger Niederschlag fallen (von 1961-1990 bis 2071-2100, im Mittel 20 Prozent weniger bei WETTREG, Spekat et al. 2007, zwischen 0 und 50 Prozent weniger bei REMO, UBA 2006, MPI 2007, Jacob 2006). Besonders betroffen ist der Nordosten, mit Rückgängen zwischen 10 und 30 Prozent (B1-Szenario, WETTREG und REMO) und 40 bis 50/60 Prozent (A1B-Szenario REMO/WETTREG, Spekat et al. 2007, UBA 2006, MP 2007, Jacob 2006), und der Südwesten, wo Rückgänge von 30 bis 50 Prozent simuliert werden (besonders bei REMO, UBA 2006, MPI 2007, Jacob 2006).

Winterliche Zunahmen sind im gesamten Bundesgebiet zu erkennen (19-30 Prozent je nach Szenario, 1961-1990 bis 2071-2100, WETTREG, Spekat et al. 2007), wobei die Zunahme in Teilen des westlichen, mittleren Bundesgebietes wesentlich höher als im Durchschnitt ausfallen kann (Eifel und Hunsrück +80 Prozent, Odenwald, Spessart, Rhön, Unterfranken +70 Prozent, WETTREG, Spekat et al. 2007). Zunahmen im Schwarzwald und Küstenstrei-



fen, jedoch auch im mittleren Deutschland sind v.a. bei REMO dokumentiert (UBA 2006, MPI 2007, Jacob 2006).

Die Regenfälle im Sommer werden zunehmend als kurze Güsse fallen, Regenfälle im Winter im Ausmaß und in der Häufigkeit als Extremereignis zunehmen. Die Häufigkeit der Extremereignisse verändert sich dabei am stärksten, deren Intensität weniger stark (IPCC 2007). Niederschlagsextreme können auch in den Regionen zunehmen, in denen die Summe der Niederschläge sinkt. Das würde im Allgemeinen zu längeren Pausen zwischen den Regenerereignissen führen (Jonas et al. 2005). Berechnungen mit WETTREG gehen jedoch von keiner wesentlichen Veränderung der Zahl der Tage mit Starkniederschlag (über 25 mm) zwischen 1981-1990 und 2091-2100 aus (Spekat et al. 2007). Die Autoren weisen jedoch darauf hin, dass eine sichere Aussage zur zukünftigen Tendenz der Extremniederschläge derzeit nicht möglich ist (Spekat et al. 2007).

2.3.3 WIND UND WINDGESCHWINDIGKEIT

Beobachtungen

Global betrachtet ist die Intensität von tropischen Zyklonen in zeitlicher Länge und Zerstörungskraft seit den 1970-er angestiegen, wobei sich dies auch in einer regionalen Veränderung der Anzahl der Stürme und der Windgeschwindigkeiten zeigt. Der Anstieg von Zyklonen in einer Region geht oft mit der Abnahme über anderen Gebieten einher. Im Zusammenhang mit Stürmen haben auch Überschwemmungen aufgrund von Sturmfluten zugenommen (IPCC 2007).

Westlicher Wind hat ungefähr seit 1960 bis mindestens Mitte der 1990er Jahre v.a. in den mittleren Breiten beider Hemisphären (Nord- und Südhalbkugel) aufgrund von Veränderungen in der atmosphärischen Zirkulation zugenommen (IPCC 2007).

In Deutschland können Veränderungen der Windgeschwindigkeiten bzw. der Intensität oder Häufigkeit von Stürmen bisher statistisch nicht eindeutig belegt werden (Zebisch et al. 2005, Jonas et al. 2005).

Projektionen

Die meisten Studien zeigen einen Rückgang in der Anzahl der tropischen Stürme, aber einen Anstieg in ihrer Intensität. Hier gibt es jedoch noch große Unsicherheiten (IPCC 2007).

In Deutschland und Europa ergeben die Simulationen zur Windgeschwindigkeit kein einheitliches Bild und sind von Modell zu Modell verschieden. Generell verlagern sich die Sturmbahnen aber in Richtung Pole, was trotz eines allgemeinen Anstiegs der Windgeschwindigkeiten in den mittleren Breiten zu einer geringfügig sinkenden Windgeschwindigkeit im Süden Europas und im Süden Deutschlands führen könnte. Für den nördlichen Teil



Europas ergeben die meisten globalen Zirkulationsmodelle einen leichten Anstieg der mittleren Windgeschwindigkeit, einige weisen jedoch auch in die entgegengesetzte Richtung (IPCC 2007).

Für Deutschland berechnet WETTREG eine Abnahme des Mittels der Windgeschwindigkeiten für das Ende dieses Jahrhunderts (2071-2100) in allen Szenarien. Nur im Winterszenario unter B1 ergibt sich eine leichte Zunahme (ausgehend vom Mittel 1961-1990, Spekat et al. 2007). Andere Berechnungen ergeben einen Anstieg, sowohl der mittleren als auch der maximalen Windgeschwindigkeiten für Deutschland und Mitteleuropa (von 1960-2000 zu 2060-2100 für A1B, Leckebusch et al. 2007, 2008). Es wird deutlich, dass noch starke Unsicherheiten in den Simulationen bestehen.

2.3.4 MEERESSPIEGELANSTIEG

Beobachtungen

Der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur im letzten Jahrhundert zeigt seine Auswirkungen auch im Meeresspiegelanstieg. Dazu trägt sowohl das Abschmelzen von Land- und Seeisismassen als auch die physisch-thermische Expansion der Meere bei, da bei höheren Wassertemperaturen deren Volumen zunimmt.

Von 1961-2003 stieg der globale Meeresspiegel mit einer Rate von $1,8 \pm 0,5$ mm/Jahr. Das bedeutet einen absoluten Anstieg von etwa 7,6 cm ($\pm 2,1$ cm) im genannten Zeitraum. Dabei hat die Rate des Anstiegs zwischen Mitte des 19. und Mitte des 20. Jahrhunderts mit hoher Sicherheit zugenommen (IPCC 2007).

Der Meeresspiegelanstieg erfolgt aber nicht überall gleich, sondern ist räumlich sehr unterschiedlich. So gibt es Regionen, in denen der Meeresspiegel sogar sinkt, z.B. im nördlichen Teil des Pazifiks, in Mela- und Mikronesien und entlang des 15. Breitengrades im Indischen Ozean. Mit einem höheren Meeresspiegel geht ein Anstieg von Sturmflutereignissen und deren Fluthöhe einher (IPCC 2007).

In Deutschland wird für die angrenzende Nord- und Ostsee eine Erhöhung des Meeresspiegels dokumentiert, die zwischen 0-3 mm/Jahr für den Zeitraum 1993-2003 liegt (IPCC 2007).

Projektionen

Ein Anstieg des Meeresspiegels bis Ende des Jahrhunderts ist vorhergesagt für alle Szenarienfamilien. Der Anstieg beträgt im Mittel 3,8 mm/Jahr und wird sich je nach Emissionsszenario zwischen 0,18 und 0,59 m bis zum Jahresdurchschnitt 2090-2099 erhöhen (relativ zum langjährigen Mittel 1980-1999, IPCC 2007). Das Ausmaß kann wiederum regional stark variieren. Die Rate des Anstiegs wird ebenfalls steigen, so dass der Meeresspiegel im Laufe



dieses Jahrhunderts immer schneller anwächst. Die thermische Ausbreitung des Wassers aufgrund der Erhöhung der Wassertemperaturen macht dabei den größten Anteil aus (70-75 Prozent, IPCC 2007).

In Deutschland wird für die Nordseeküste Deutschlands ein starker Meeresspiegelanstieg berechnet, der bis über 0,2 m (2090-2099 für das Szenario A1B) über dem globalen Durchschnitt liegen könnte. Die Szenarien unterscheiden sich in dieser Aussage nur wenig (IPCC 2007). Für die deutsche Ostseeküste geht man, ausgehend von 1995, von einem Anstieg zwischen 0,25 bis 1,05 m (fossilenergieintensives Szenario: A1F1) bzw. 0,2 bis 0,9 m (Szenario A2) bis 2100 aus (Kropp & Eisenack 2007).

Die Ursachen des Klimawandels in den Handlungsfeldern Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität werden in den Kapiteln 9 und 10, die Folgen des Klimawandels für diese Handlungsfelder in den Kapiteln 11 und 12 dargestellt.

Quellen

Böhm, U., Kücken, M., Ahrens, W., Block, A., Hauffe, D., Keuler, K., Rockel, B. & Will, A. 2006. CLM - the climate version of LM: Brief Description and long-term applications. Cosmo newsletter 6: 225-235.

BFG (Bundesanstalt für Gewässerkunde) 2002. Das Augusthochwasser 2002 im Elbegebiet. Koblenz: BFG.

Eisenreich, S.J., Bernansconi, C., Campostrini, P., De Ron, A., George, G. et al. 2005. *Climate change and the European water dimension*. European Report 21553 EN, Ispra, Italien: Joint Research Center - European Commission. [<http://ies.jrc.cec.eu.int/> [03.03.2005]].

Gerstengarbe, F.W. & Werner, P.C. 2007. Der Rezente Klimawandel, In: Endlicher W. & Gerstengarbe F.W. (Hrsg.). *Der Klimawandel - Einblicke, Rückblicke und Ausblicke*, Potsdam: Potsdam Institut für Klimafolgenforschung. 34-43.

Grieser, J. & Beck, C. 2002. Extremniederschläge in Deutschland - Zufall oder Zeichen. In: DWD - Deutscher Wetterdienst (Hrsg.). *Klimastatusbericht 2002*. Offenbach: DWD.

Grothmann, T. 2005. *Klimawandel, Wetterextreme und private Schadensprävention - Entwicklung, Überprüfung und praktische Anwendbarkeit der Theorie privater proaktiver Wetterextrem-Vorsorge*. Dissertation, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. [<http://diglib.uni-magdeburg.de/verzeich/kat2.htm>, 02.03.2008].

Hupfer, P. 1996. *Unsere Umwelt: Das Klima - Globale und lokale Aspekte*, Teubner-Reihe Umwelt. Stuttgart u.a: Teubner.



IPCC 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (Hrsg.)]. Cambridge u.a.: Cambridge University Press.

Jacob, D., Lorenz, P., Göttel, H., Möller, M. & Kotlarski, S. 2006. Klimaänderungen in Deutschland, Österreich und der Schweiz bis 2100: erste Analysen des regionalen Klimamodells REMO - Mittelwerte und Extrema, Workshop: Künftige Klimaänderungen in Deutschland, Dessau: UBA, 25.04.06. [<http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/veranstaltungen/04jacob2.pdf>; 02.03.2008].

Jendritzky, G. 2004. zitiert in "Deutschland im Fieber". *Die ZEIT (Vol. 51)*, Hamburg.

Jonas, M., Staeger, T. & Schönwiese, C.D. 2005. Berechnung der Wahrscheinlichkeit für das Eintreten von Extremereignissen durch Klimaänderungen - Schwerpunkt Deutschland, UBA-Forschungsvorhaben 201 41 254. Dessau: UBA. [<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2946.pdf>; 02.03.08].

Koppe, C. & Jendritzky, G. 2004. Die Auswirkungen der Hitzewellen 2003 auf die Mortalität in Baden-Württemberg. Stuttgart: Sozialministerium Baden-Württemberg.

Kotlarski, S., Block, A., Böhm, U., Jacob, D., Keuler, K., Knoche, R., Rechid, D. & Walter, A. 2005. Regional climate model simulations as input for hydrological applications: evaluation of uncertainties. *Advances in Geosciences* 5: 119-125.

Kropp, J. & Eisenack, K. 2007. Regional Assessment of Sea-Level Rise in the Baltic Sea Region: Costs of Adaptation vs. Non-Adaptation Small-Scale Climate Change Scenarios for the Baltics, Technical Report ASTRA-project. [www.astra-project.org, 02.03.08].

Leckebusch, G., Ulbrich, U., Fröhlich, L. & Pinto, J.G. 2007. Property loss potentials for European mid-latitude storms in a changing climate. *Geophys. Res. Lett.*, 34, L05703, doi:10.1029/2006GL027663.

Leckebusch, G., Weimer, A., Pinto, J.G., Reyers, M. & Speth, P. 2008. Extreme wind storms over Europe in present and future climate: a cluster analysis approach. *Meteorol. Z.* 17: 67-82.

Leser, H. (Hrsg.). 2001. *Diercke - Wörterbuch Allgemeine Geographie*, München, Braunschweig: dtv.

Mahrenholz, P. 2006. Vulnerable Regionen in Deutschland, Risiken und Anpassungserfordernisse. Workshop „Klimawandel in Deutschland: regionale Klimaänderungen bis 2100“, 25.04.06, Dessau: UBA. [<http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/veranstaltungen/01mahrenholz.pdf>; 02.03.08]



MPI - Max-Planck-Institut für Meteorologie, 2007. Regionale Klimasimulationen für Deutschland, Österreich und die Schweiz. [<https://www.mpimet.mpg.de/en/wissenschaft/ueberblick/atmosphaere-im-erdsystem/regionale-klimamodellierung/remo-uba/>; 02.03.2008].

Münchener Rück 2002. Topics Geo: Jahresrückblick Naturkatastrophen. München: Münchener Rück.

Münchener Rück 2004. Topics Geo: Jahresrückblick Naturkatastrophen. München: Münchener Rück.

Nakićenović, N. & Swart, R. 2000. Emission Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

O'Sullivan, P. 1994. Energy and Architectural Form. In: Samuels, R. & Prasad, D.K. (Hrsg.). Global Warming and the Built Environment. 113-124.

Orlowsky, B., Gerstengarbe, F.W. & Werner, P.C. 2007. A resampling scheme for regional climate simulations and its performance compared to a dynamical RCM. Theoretical and Applied Climatology, DOI 10.1007/s00704-007-0352-y.

Paeth, H. 2007. Klimamodellsimulationen. In: Endlicher, W. & Gerstengarbe, F.W. (Hrsg.): Der Klimawandel - Einblicke, Rückblicke und Ausblicke. Potsdam: Potsdam Institut für Klimafolgenforschung. 44-55.

Roaf, S., Crichton, D. & Fergus, N. (Hrsg.). 2005. Adapting Buildings and Cities for Climate Change - A 21st century survival guide. Oxford u.a.: Architectural Press, Elsevier.

Schönwiese, C.-D. 2007. Wird das Klima extremer? Eine statistische Perspektive, In: Endlicher, W. & Gerstengarbe, F.W. (Hrsg.): Der Klimawandel - Einblicke, Rückblicke und Ausblicke, Potsdam: Potsdam Institut für Klimafolgenforschung. 60-66.

Schönwiese, C.-D., Staeger, T., Trömel, S., Jonas, M. 2004: Statistisch-klimatologische Analyse des Hitzesommers 2003 in Deutschland. - DWD, Klimastatusbericht 2003. 123-132. [http://www.geo.uni-frankfurt.de/iau/klima/PDF_Dateien/Sw_et_al-Hitzesommer-KSB2003_pdf.pdf].

Seppänen, O., Fisk, W. & Lei, Q.H. 2006. Effect of temperature on task performance in office environment, Berkeley: Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California. [<http://eetd.lbl.gov/IEP/pdf/LBNL-60946.pdf>; 24.03.2008].

Spekat, A., Enke, W., Kreienkamp, F. 2007. Neuentwicklung von hochaufgelösten Wetterlagen in Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globa-



len Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES-Szenarios B1, A1B und A2. Dessau: UBA.

UBA (Umweltbundesamt) 2007. Neue Ergebnisse zu regionalen Klimaänderungen - Das statistische Regionalisierungsmodell WETTREG. [<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/Regionale-Klimaaenderungen.pdf>; 02.03.2008].

UBA 2006. Künftige Klimaänderungen in Deutschland - Regionale Projektionen für das 21. Jahrhundert. Hintergrundpapier zum Workshop „Klimawandel in Deutschland: regionale Klimaänderungen bis 2100“, 25.04.06, Dessau: UBA. [https://www.mpimet.mpg.de/fileadmin/staff/pfeifersusanne/REMO_UBA/Klimaaenderungsworkshop-1.pdf; 02.03.2008].

Werner, P.C. & Gerstengarbe, F.W. 2007. Welche Klimaänderungen sind in Deutschland zu erwarten?, in: Endlicher W, Gerstengarbe FW (Hrsg): Der Klimawandel - Einblicke, Rückblicke und Ausblicke, Potsdam: Potsdam Institut für Klimafolgenforschung, S.56-59.

Zebisch, M., Grothmann, T., Schröter, D., Hasse, C., Fritsch, U. & Cramer, W. 2005. Klimawandel in Deutschland - Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. UBA-Texte 08/05, Berlin: Umweltbundesamt. [<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2947.pdf>; 02.03.08].

3 KLIMASCHUTZ UND KLIMAAANPASSUNG ALS VERHALTEN

DÖRTHE KRÖMKER, TORSTEN GROTHMANN & JULIA WERNER

Überblick

Angesichts der in Kapitel 2 dargestellten Herausforderungen geht es also darum, Maßnahmen zu entwickeln, die nach Möglichkeit sowohl dem Klimaschutz als auch der Klimaanpassung dienen. In den folgenden Kapiteln werden in aller Kürze Grundlagen vorgestellt, auf denen die Ableitung der im Kyoto^{Plus}-Navigator vorgestellten Strategien und Instrumente beruht. Zunächst begründen wir, welche Handlungen in den Handlungsfeldern Bauen/Wohnen sowie Mobilität besonders effizient für Klimaschutz und -anpassung sind (Kap. 3.1). In Kapitel 3.2 wird aus psychologischer Sicht dargestellt, durch welche Faktoren diese gewünschten Zielhandlungen beeinflusst werden. Ab Kapitel 4 geht es dann um die Frage, wie diese Einflussgrößen mittels umfassender Interventionsstrategien so verändert werden können, dass es Menschen leichter fällt, die gewünschten Zielverhaltensweisen auch auszuführen.

3.1 ZIELHANDLUNGEN IM BAUEN/ WOHNEN UND IN VERKEHR/ MOBILITÄT

Es besteht breiter Konsens darüber, dass der derzeitige Klimawandel durch menschliche Handlungen und Entscheidungen verursacht wird, in deren Folge die zu hohen CO₂-Emissionen entstehen. Ebenso besteht zumindest im Katastrophenschutz und in der Versicherungswirtschaft Konsens darüber, dass ein Großteil der Schäden an Leib, Leben und Eigentum durch extreme Wetterereignisse wie Starkregen, Stürme oder Hitzewellen nicht unvermeidbar, sondern durch wenig risikobewusstes Handeln und Entscheiden bedingt ist. Handlungen und Entscheidungen sind jedoch veränderbar und damit besteht die Chance, die weitere Zunahme des Klimawandels mit Klimaschutzmaßnahmen und die negativen Folgen des unvermeidlichen Klimawandels zu vermindern.

Auf der Grundlage von Gesprächen mit ExpertInnen und Gutachten zu Ökobilanzierungen (s. Teil IV dieses Buches) konnten wir die unten dargestellten Zielhandlungen identifizieren, die, wenn sie umgesetzt würden, zu einer deutlich geringeren CO₂ Emissionen bzw. zu deutlich geringeren Schäden durch Wetterextreme führen würden. In den Gesprächen war es nicht nur das Ziel, die jeweils relevantesten Klimaschutz und -anpassungshandlungen für die Bereiche Wohnen/Bauen und Mobilität zu identifizieren, sondern auch zu analysie-



ren, mit welchen Handlungen *zugleich* Klimaschutz und Klimaanpassung erreicht werden kann. Es zeigt sich, dass diese optimale doppelte Effizienz sich vor allem im Bau/Wohnbereich herstellen lässt.

3.1.1 KLIMASCHUTZ IM BAUEN UND WOHNEN

Die nachfolgenden Klimaschutzhandlungen im Bauen und Wohnen sind in Kap. 9 ausführlicher beschrieben. Dort ist neben genauen Darstellungen der CO₂-Minderungspotenziale der einzelnen Handlungen auch eine Abschätzung der für den Privathaushalt entstehenden Kosten zu finden.

Gebäudehülle Neubau

Der Jahresheizwärmebedarf (und somit die CO₂-Emissionen) heutiger Neubauten, die nach den Standards der Energieeinsparverordnung (EnEV 2002) gebaut wurden, liegt bereits weit unter dem der Gebäude aus den 80-er oder gar 70-er Jahren. Zusätzliche Minderungspotenziale gegenüber dem gesetzlich vorgeschriebenen Standard bietet die Passivhausbauweise. Durch entsprechende Dreifachverglasungen von Fenstern und ggf. Terrassentüren, eine Lüftung mit Wärmerückgewinnung und eine „Superdämmung“ lassen sich weitere 75% des Jahresheizwärmebedarfs gegenüber den gesetzlichen Vorgaben einsparen.

Gebäudehülle Bestand

Die energetische Sanierung der Gebäudehülle im Bestand bietet erhebliche Energieeinsparpotenziale und damit Potenziale zur Minderung von CO₂-Emissionen. Häufig kann der Jahresheizwärmebedarf durch Dämmmaßnahmen um den Faktor 5 oder nahezu 10 reduziert werden. Das Energieeinsparpotenzial bzw. CO₂-Minderungspotenzial bzgl. der Gebäudehülle Bestand setzt sich dabei aus folgenden Teilmaßnahmen zusammen: Dämmung von Dach, Kellerdecke und Außenwand, Einbau neuer Fenster und Einbau einer Lüftungsanlage, wobei die Nachdämmung der Außenwand und des Daches in der Regel die größten Einsparpotenziale bieten.

Beheizungssysteme Neubau

Obwohl neue Gebäude im Durchschnitt einen deutlich besseren Standard hinsichtlich der Beheizungssysteme aufweisen als der durchschnittliche Wohnungsbestand existieren auch hier noch deutliche CO₂-Minderungspotenziale. Einsparungen können z.B. durch die Optimierung der Verteilleitungslänge, die Dämmung der Verteilleitungen, die Wahl eines optimierten Gasbrennwertkessels oder die Konfiguration des Systems durch hydraulischen Ab-



gleich⁵ erreicht werden. Erhebliche Einsparpotenziale können durch die Verwendung von Holzpelletanlagen oder von Nahwärmesystemen auf Basis regenerativer Energieträger erschlossen werden.

Beheizungssysteme Bestand

Der Ersatz alter Anlagen durch moderne Anlagen heutigen Standards gehört zu den am schnellsten und leichtesten durchführbaren Klimaschutzhandlungen im Bereich Bauen und Wohnen. Da die Beheizungsanlagen im Bestand häufig eine schlechtere Qualität aufweisen, ist das CO₂-Minderungspotenzial hier größer als durch zusätzliche, über die im Rahmen der EnEV vorgeschriebenen Standards hinausgehende Maßnahmen im Neubau. Besonders empfehlenswert ist es, Maßnahmen an der Gebäudehülle mit Maßnahmen am Beheizungssystem zu kombinieren, da nach Sanierung der Gebäudehülle die bestehende Heizungsanlage oft überdimensioniert ist.

Warmwasserbereitstellung

Auch im Bereich der Warmwasserbereitstellung bestehen nennenswerte CO₂-Minderungspotenziale. Verglichen mit den potenziellen Einsparungen durch die Sanierung der Gebäudehülle im Bestand ist ihre absolute Relevanz jedoch geringer. Eine im Sinne des Klimaschutzes zu favorisierende Maßnahme im Bereich der Warmwasserbereitstellung ist der Einsatz von Solarthermie. Neben der Auswahl der entsprechenden Technologie liegen jedoch auch große CO₂-Minderungspotenziale in der Veränderung des Nutzerverhaltens (duschen statt baden etc.). Insgesamt ist der Energieverbrauch durch Warmwasserbedarf wie in kaum einem anderen Segment neben der Auswahl der entsprechenden Technologie stark vom Nutzerverhalten abhängig.

Gebäudekühlung

Geräte und Anlagen zur Gebäudekühlung sind mit einem nicht unerheblichen Bedarf an elektrischer Energie verbunden. Sinnvoller im Sinne des Klimaschutzes ist es, einer Überhitzung der Wohngebäude mit baulichen Maßnahmen entgegenzuwirken; so können Gebäudedämmung und Sonnenschutzelemente wie flexible Blenden einen effektiven Schutz vor Hitze bieten.

⁵ Dieser Abgleich ist nach der EnEV vorgeschrieben wird jedoch nach [WI 2007] nicht überall richtig durchgeführt.

Betrieb von Haushaltgeräten

Der Betrieb von Haushaltsgeräten stellt (nach der Bereitstellung von Raumwärme) ein relevantes Segment der durch private Haushalte verursachten CO₂-Emissionen dar; zudem steigt der Energiebedarf (und somit die CO₂-Emissionen) in diesem Bereich immer noch an. Minderungen können durch den Kauf effizienter Waschmaschinen, Kühlschränke, Geschirrspüler etc. erzielt werden.

Nutzerverhalten

Auch durch den Umgang mit bereits vorhandenen Technologien oder durch geringe Investitionen können relevante Beiträge zur Reduzierung von CO₂ geleistet werden. Sinnvolle Zielverhaltensweisen sind der Einsatz von Energiesparlampen und Schnellkochtöpfen, eine höhere Geräteauslastung von Geschirrspüler, Waschmaschine und Trockner, ein sparsamer Umgang mit heißem Wasser, Stoßlüften statt Kipplüften sowie eine Absenkung der Raumtemperatur.

3.1.2 KLIMAAANPASSUNG IM BAUEN UND WOHNEN

Die nachfolgenden Handlungen zur Anpassung an den Klimawandel im Bauen und Wohnen sind in Kap. 11 ausführlicher beschrieben. Dort werden nicht nur Schadenminderungspotenziale der einzelnen Handlungen sondern auch die Anpassungskosten abgeschätzt. Die Betrachtungen zu Naturgefahren und Anpassungsmaßnahmen erfolgen im Hinblick auf Handlungsmöglichkeiten von privaten Haushalten in Wohngebäuden. Es handelt sich dabei um generelle Maßnahmenempfehlungen. Die Evaluation vor Ort am konkreten Gebäude zeigt, welche Einzelmaßnahmen und Kombinationen davon bezüglich verschiedenster Bewertungskriterien das beste Resultat erreichen.

Bei den Anpassungsmaßnahmen werden langfristige bauliche von kurzfristig verhaltenbezogenen Handlungen unterschieden. Dabei wird die Anpassung an jene Gefahren detailliert betrachtet, welche vor dem Hintergrund möglicher Folgen des Klimawandels in Deutschland in dieser Studie prioritär behandelt werden: Sturm, Hagel, Starkregen, Sturmflut, Überschwemmung, Hitzewelle, Trockenheit, Zunahme Winterniederschläge, Abnahme Sommerniederschläge, allgemeine Temperaturerhöhung und Meeresspiegelanstieg.

Langfristige bauliche Maßnahmen

Diese Art der Klimaanpassungsmaßnahmen können von Eigentümern von Gebäuden umgesetzt werden. Um Schäden zu reduzieren oder zu verhindern, müssen die Risiken der Klimaänderung frühzeitig abgeschätzt und berücksichtigt werden. Aufgrund der langen Lebensdauer von Bauten und Infrastrukturen ist es wichtig, architektonische, raumplanerische und baukonzeptionelle und gebäudetechnische Konzepte frühzeitig an stattfindende und künftige klimatische Veränderungen anzupassen.



Die Lebenserwartung von Wohnbauten beträgt rund 50 bis 100 Jahre. Deren Planung verlangt eine vorausschauende Sicht und damit die Berücksichtigung des künftigen Klimas. Dasselbe gilt für Erneuerungsarbeiten im Gebäudebestand.

Bauliche Massnahmen an Gebäuden stellen eine effiziente Lösung dar, um das Personen- und Sachwertrisiko gegenüber Naturgefahren zu reduzieren. Das Gebäude wird unempfindlich ausgebildet, so dass einwirkende Gefahren der Baute keinen oder nur geringen Schaden zufügen können. Oftmals lässt sich bei Neubauten durch kleinste Anpassungen ein Schaden zweckmässig verhindern.

Empfohlen werden beispielsweise für den sommerlichen Wärmeschutz die Gebäudeisolierung, zum Überschwemmungsschutz die Sicherung von Heizung und Elektroinstallation, zum Schutz vor Sturm eine angepasste Tragwerksbemessung.

Eine frühzeitige Anpassung an die klimatischen Veränderungen lohnt sich in mehrfacher Hinsicht: Erstens können Zusatzkosten für spätere Massnahmen vermieden werden. Zweitens reduziert eine angepasste Bauweise mögliche wetter- und klimabedingte Schäden. Drittens erhöhen sich die Sicherheit und der Komfort in der Wohn- und Arbeitswelt.

Kurzfristige Massnahmen: Nutzerverhalten

Diese Art der Klimaanpassungsmaßnahmen können von Nutzern bzw. Bewohnern von Gebäuden umgesetzt werden. Organisatorische Vorkehrungen vor und richtiges Verhalten während und nach einem extremen Naturereignis reduzieren in hohem Maße das Personen- und Sachwertrisiko.

Bei Hitze sind tagsüber Fenster und Storen geschlossen zu halten, nachts sollte für Durchlüftung gesorgt werden. Bei Sturm und Hagel sind Markisen und Rolläden einzuziehen, Fenster, Türen und Tore zu schließen und leichte Gegenstände im Freien zu sichern. Zum Schutz von Schäden durch Starkregen sollten mobile Verschlüsse angebracht (z.B. Rückstausicherungen gegen Rückfluss von Wasser aus der Kanalisation ins Gebäude) und regelmäßig Abläufe gereinigt werden.

3.1.3 SYNERGIEN UND KONFLIKTE ZWISCHEN KLIMASCHUTZ UND KLIMAAANPASSUNG IM BAUEN UND WOHNEN

Hoher Energiebedarf von Klimaanlagen gegen Hitzewelle

Durch den Klimawandel werden die Winter in Deutschland milder, und damit dürften die durch den Raumwärmebedarf verursachten CO₂-Emissionen sinken; allerdings darf nicht übersehen werden, dass die Klimaprojektionen für Deutschland für die Sommermonate häufigere und länger andauernde Hitzewellen vorhersagen. Dies bedeutet, dass die Gebäudekühlung wesentlich wichtiger wird, auch auf Grund steigender Komfortansprüche. Klima-



anlagen oder Ventilatoren bieten zwar einen effektiven Schutz vor Hitzewellen, verbrauchen jedoch ein erhebliches Maß an elektrischer Energie und verursachen somit CO₂-Emissionen. Eine Lösung dieses Konflikts sind bauliche Maßnahmen, um einer Überhitzung von Wohngebäuden entgegenzuwirken. So können gut isolierte Gebäude sowohl Heizenergie im Winter sparen als auch vor Hitzewellen im Sommer schützen. Andere Maßnahmen, die sowohl dem Klimaschutz als auch der Klimaanpassung dienen, sind Sonnenschutz-elemente wie flexible Blenden gegen übermäßige Sonneneinstrahlung (optimalerweise mit automatischen Windmessvorrichtungen zur Vorbeugung von Sturmschäden).

Beschränkter Widerstand von Solaranlagen und Beschattungsanlagen gegen Hagel und Sturm

Weitere Konflikte zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung stellen die Hagel- und Sturm-anfälligkeit von Solarkollektoren und Photovoltaikanlagen sowie von außen liegenden Beschattungsanlagen dar. Diese Anlagen sind zwar im Sinne des Klimaschutzes zu favorisieren; denn Solar- und Photovoltaikanlagen stellen eine CO₂-freie Energiequelle dar und ein hoher Glasanteil insbesondere von südexponierten Fassaden ermöglicht die Nutzung der natürlichen Wärmestrahlung im Winter, die Beschattung dieser Glasfronten vermindert den Kühlbedarf im Sommer. Allerdings Solar- und Photovoltaikanlagen sowie außen liegende Beschattungsanlagen die Wahrscheinlichkeit von Sachschäden bei zunehmenden Extremwetterereignissen wie Hagel oder Sturm. Mögliche Lösungen bestehen in einer stärkeren Befestigung bzw. in einem Einbau ins Dach von Solar- und Photovoltaikanlagen (Schutz gegen Sturm), in der Verwendung von Spezialglas bei der Herstellung der Anlagen (Schutz gegen Hagel) und im Einsatz von Scheiben mit Beschattungsfunktion zwischen den Gläsern anstelle außen liegender Beschattungsanlagen bzw. in intelligenten Steuerungssystemen, welche die Beschattungen rechtzeitig einfahren. Neue hagel- und sturmresistente, beschichtete Glaskonstruktionen können ebenfalls als Alternative dienen. Da Klimaschutz und Klimaanpassung in diesen Bereichen jedoch bisher nicht zusammen „gedacht“ wurden, liegen auch kaum erprobte und bewährten Handlungsoptionen vor; vielmehr handelt es sich um erste Ideen.

Baumentfernung im Nahbereich von Gebäuden

Bäume und hierbei insbesondere Nadelbäume können eine Gefahr für Passanten und Gebäude bei Sturm darstellen. Die Baumentfernung widerspricht der Forderung der Beschattung für Hitzeperioden und dem Ziel des Klimaschutzes, da Bäume sogenannte Kohlenstoffspeicher (d.h. Speicher des Treibhausgases CO₂) sind. Eine periodische Prüfung der Gesundheit der Bäume im Siedlungsraum erlaubt hier ein differenziertes Vorgehen.

Investitionskonflikt zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung

Ein weiterer Konflikt könnte darin liegen, dass sowohl Klimaschutz- als auch Klimaanpassungshandeln im Bauen und Wohnen größere Investitionen erfordern. Denkbar ist, dass Kli-



maschutz und Klimaanpassung daher von Seiten der Privathaushalte als zwei alternative Handlungsweisen wahrgenommen werden und dass daher z.B. jemand, der gerade in eine neue, verbrauchsarme Heizung investiert hat, nicht bereit (oder finanziell nicht in der Lage) ist, nun auch noch Schottensysteme zum Schutz vor Starkregen zu finanzieren.

3.1.4 KLIMASCHUTZ IN VERKEHR UND MOBILITÄT

Die nachfolgenden Klimaschutzhandlungen in Verkehr und Mobilität sind in Kap. 10 ausführlicher beschrieben. Dort werden neben den CO₂-Minderungspotenzialen der verschiedenen Handlungen auch deren Kosten abgeschätzt.

Private Haushalte haben mehrere Möglichkeiten zu einer Minderung der Treibhausgasemissionen im Verkehrsbereich beizutragen: durch die Nutzung des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV), die verstärkte Nutzung des Fahrrads und der Gang zu Fuß, der Beitritt zu Car-Sharing-Modellen, das Bilden von informellen oder aber auch professionell organisierten Fahrgemeinschaften, die verstärkte Nutzung der Bahn, durch den Kauf effizienter Fahrzeuge mit geringem Kraftstoffverbrauch, den Einsatz von Leichtlaufreifen und Leichtlaufölen, eine kraftstoffsparende Fahrweise sowie die Wahl alternativer Kraftstoffe und Antriebe. Allerdings ist der Handlungsspielraum von Privathaushalten, auf die im Kyoto^{Plus}-Navigator fokussiert wird, im Mobilitätsbereich weit stärker durch äußere Rahmenbedingungen (z.B. Vorhandensein und Zugänglichkeit von ÖPNV) bedingt als im Bereich Bauen/Wohnen.

ÖPNV

Über die Wahl des Verkehrsmittels können Privatpersonen einen deutlichen Beitrag zum Klimaschutz im Mobilitätsbereich leisten. So verursachen Linienbusse bzw. Straßen-, Stadt- und U-Bahn (SSU) pro Personenkilometer innerhalb von Ortschaften bei der aktuellen mittleren Auslastung der Verkehrsträger im Durchschnitt 50 bzw. 60 % weniger CO₂-Emissionen als ein Pkw.

Fahrrad und Fußwege

Eine weitere sehr wichtige Maßnahme ist die verstärkte Nutzung des Fahrrades und der Gang zu Fuß. Das Potenzial des Fahrrades wird häufig unterschätzt, da es in erster Linie ein Verkehrsmittel für kurze Wege ist. Allerdings wird auch der Pkw bei fast 45 % aller Fahrten nur für Strecken bis zu 5 km Länge eingesetzt.

Car-Sharing

In der Literatur werden vielfältige verkehrliche und ökologische Auswirkungen der Mobilitätsdienstleistung Car-Sharing diskutiert. In den letzten Jahren sind neben der in der Vergangenheit überwiegend positiven Bewertung einige Bedenken hinsichtlich der ökologi-



schen Entlastungswirkung durch Carsharing gerade bei der Erschließung neuer Kundengruppen vorgetragen worden. Die mögliche CO₂-Minderung liegt bei etwa 10 %, so dass pro neu gewonnenen Car-Sharer durchschnittlich 166 kg CO₂ pro Jahr eingespart werden.

Fahrgemeinschaften

Der durchschnittliche Auslastungsgrad bei Pkw-Fahrten in Deutschland lag 2002 bei 1,37 Personen pro Pkw. Über eine höhere Auslastung der Pkw und die dadurch wegfallenden zusätzlichen Pkw-Fahrten können CO₂-Minderungspotenziale erschlossen werden. Stichwort ist hier das Bilden von informellen oder aber auch professionell organisierten Fahrgemeinschaften. Praktikabel und vergleichsweise wenig aufwendig ist dies vor allem für Wege, die regelmäßig zurückgelegt werden. Dabei bieten sich vor allem Arbeitswege an, die 30 % aller zurückgelegten Wege ausmachen.

Bahn

Auch eine Verlagerung des Straßen- und Flugverkehrs auf die Schiene liegt im Einflussbereich der privaten Haushalte. Durch die verstärkte Nutzung der Bahn kann ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden. So verursacht der inländische Flugverkehr etwa die 2,3-fache Menge und der Straßenverkehr etwa die doppelte Menge der spezifischen CO₂-Emissionen des Schienenpersonenverkehrs.

Fahrzeugkauf

Einen bedeutenden Einfluss können private Haushalte beim Fahrzeug-Neukauf nehmen. Da die CO₂-Emissionen direkt mit dem Kraftstoffverbrauch von Fahrzeugen verknüpft sind, ist der Energiebedarf von konventionellen Fahrzeugen ausschlaggebendes Kriterium für die Klimawirkungen des Straßenverkehrs. Grundsätzlich sollten Fahrzeuge so ausgewählt werden, dass die CO₂-Emissionen im Rahmen der Anforderungen an das Fahrzeug möglichst gering sind, die Fahrzeuge also möglichst effizient ausgerichtet sind.

Leichtlauföle und -reifen

Aber auch bei weiterer Nutzung des vorhandenen Kraftfahrzeuges stehen den Privathaushalten Möglichkeiten zur Verfügung, die Treibhausgasemissionen ihrer Mobilität zu reduzieren. Die einfachste Maßnahme für Privatpersonen, den Kraftstoffverbrauch ihres Fahrzeuges zu mindern, ist der Einsatz von Leichtlaufreifen und Leichtlaufölen. Die wichtigste Funktion eines Leichtlauföls im Motor ist das Herabsetzen der inneren Reibung, und damit seine Schmierfunktion. Die Kraftstoffverbrauchsminderungen durch den Einsatz von Leichtlaufölen beträgt etwa 2-5 %. Bei Leichtlaufreifen handelt es sich um Fahrzeugreifen, die aufgrund von optimierten Rollwiderständen ebenfalls einen um etwa 2-5 % niedrigeren Kraftstoffverbrauch beim Pkw ermöglichen.

Kraftstoffsparendes Fahren

Der Kraftstoffverbrauch des Fahrzeuges kann nicht nur durch technische Maßnahmen reduziert werden, sondern ist auch von dem individuellen Nutzungsverhalten und dem Fahrstil des Fahrers abhängig. So kann mit einer kraftstoffsparenden Fahrweise, wie frühes Hochschalten und vorausschauendes Fahren, je nach Ausgangslage eine Verbrauchseinsparung von bis zu 25 % je Fahrzeug erreicht werden.

Alternative Kraftstoffe und Antriebe

Ein nennenswerter Lösungsbeitrag zum Klimaschutz wird von der Optimierung der verfügbaren Kraftstoffe, Antriebssysteme und Kraftstoffkonzepte aber vor allen Dingen von der Einführung langfristig verfügbarer, umweltverträglicher, vorzugsweise regenerativ erzeugter und wirtschaftlicher Kraftstoffe sowie der Entwicklung der dazugehörigen Antriebssysteme erhofft. So haben Privathaushalte prinzipiell die Möglichkeit über die Wahl des Antriebssystems - wie Erdgasantrieb oder Hybridantrieb - oder aber die Wahl des Kraftstoffes - derzeit hauptsächlich Biodiesel - zum Klimaschutz beizutragen.

3.1.5 KLIMAANPASSUNG IN VERKEHR UND MOBILITÄT

Die nachfolgenden Handlungen zur Anpassung an den Klimawandel in Verkehr und Mobilität sind in Kap. 12 ausführlicher beschrieben. Dort werden auch Schadenminderungspotenziale der einzelnen Handlungen abgeschätzt. Wie bereits bei den Klimaschutzhandlungen festgestellt, hängt der Handlungsspielraum von Privathaushalten im Mobilitätsbereich auch im Klimaanpassungsbereich weit stärker von äußeren Rahmenbedingungen (z.B. Vorhandensein und Zugänglichkeit von ÖPNV) ab als im Bereich Bauen/Wohnen.

Betrachtet man die Folgen des Klimawandels für Verkehr und Mobilität aus Sicht der Privathaushalte bzw. Verkehrsteilnehmer, so zeigt sich, dass ihre Anpassungsmöglichkeiten vor allem auf die Verkehrsverlagerung auf möglichst sichere Verkehrsmittel bzw. die Verkehrsvermeidung während des Auftretens einer punktuellen Naturgefahr (z.B. Sturm, Starkregen, Überschwemmung, Hitzewelle) beschränkt sind. Verkehrsbezogene Anpassungsmaßnahmen der Verkehrsteilnehmer an graduelle Naturgefahren (Zunahme der Winterniederschläge, Abnahme der Sommerniederschläge, Temperaturerhöhung, Meeresspiegelanstieg) als auch langfristig-proaktive Handlungen scheinen nur beschränkt möglich (Ausnahmen: Anschaffung eines Autos mit Klimaanlage, überdachter Autoparkplatz).

Kurzfristige Maßnahmen: Verkehrsmittelwahl und Verkehrsvermeidung

Während des Auftretens einer punktuellen Naturgefahr sollten die Verkehrsteilnehmer im Personenverkehr bestimmte Verkehrsmittel meiden und andere bevorzugen (oder den Weg vollständig vermeiden). Die Anfälligkeit von Verkehrsmitteln gegenüber Naturgefahren lässt sich über die Veränderung der Sicherheit, der Zuverlässigkeit und des Komforts ab-



schätzen. Welche Verkehrsmittel vor dem Hintergrund des sich verstärkenden Klimawandels zu empfehlen sind, unterscheidet sich in gewissem Rahmen von Naturgefahr zu Naturgefahr. Generell lässt sich jedoch sagen, dass die schienengebundenen Verkehrsmittel die besseren Alternativen bezüglich der hier betrachteten Sicherheit, Zuverlässigkeit und des Komforts darstellen. Schiffsverkehr, Flugzeug und Fußwege liegen im Mittelfeld. Pkw und Bus, und danach Fahrrad und Kraftrad belegen die Schlussplätze. Es ist bemerkenswert, wie wenig robust der Pkw in dieser Analyse erscheint. Eine anhaltend weitverbreitete Nutzung unter den Bedingungen des Klimawandels wäre nur unter der Prämisse der Gewohnheit, des Komforts und der (oft) bestehenden Direktverbindung zu erklären. Bei zusätzlicher Berücksichtigung von Sicherheit und Zuverlässigkeit sind starke Beeinträchtigungen zu erwarten.

Für die angemessene Verkehrsmittelwahl bzw. die Verkehrsvermeidung beim Auftreten von Extremwetterereignissen ist eine rechtzeitige und zuverlässige Warnung zu Zeit und Ort des Auftretens und zur Stärke der Naturgefahr unerlässlich. Diese Warnung sollte möglichst konkrete Empfehlungen für die Wahl bestimmter Verkehrsmittel bzw. - sofern die Stärke der Naturgefahr zu hoch ist, um noch einen sicheren Verkehr zu gewährleisten - Empfehlungen zur Verkehrsvermeidung enthalten.

Maßnahmen der Verkehrsvermeidung bestehen bei Arbeitswegen in der Nutzung von flexiblen Arbeitszeiten, Heimarbeitsplätzen und geteilten Arbeitsplätzen. Einkaufswege können über die Ausschöpfung der Ladenöffnungszeiten zeitlich verschoben oder über die Nutzung von Internet- und Teleshopping gänzlich vermieden werden. Betreuungswege, z.B. das Abholen der Kinder von Kindertagesstätte oder Schule, können bisher nur sehr begrenzt zeitlich verschoben oder vermieden werden. Dies weist auf ein grundsätzliches Problem der Verkehrsvermeidung hin. Sie ist in der Regel weit weniger in der Entscheidungsverfügung der Verkehrsteilnehmer und abhängig von Rahmenbedingungen (z.B. Flexibilität von Arbeitszeiten, Ladenöffnungszeiten), die zum Teil seitens des Gesetzgebers verändert werden könnten.

Bei der Festlegung von angestrebten Anpassungshandlungen der Verkehrsteilnehmer müssen Stadt- und Landbewohner differenzierter betrachtet werden. Auf dem Land ist Mobilität viel stärker an das Auto gebunden, weil Alternativen fehlen. Des Weiteren sollte man bei allen Betrachtungen zur Anpassung in der Mobilität die Prognosen der Alterstruktur im Kopf behalten. Mit einem Anstieg der älteren Bevölkerung müssen auch deren Bedürfnisse anteilig stärker berücksichtigt werden. Bei Hitzewellen und steigenden Temperaturen ist in dieser Altersgruppe die Gefahr eines Unfalls oder gesundheitlicher Einschränkung besonders hoch. Grundlegend für alle Einschätzungen der Anfälligkeit von Verkehrsmitteln ist die Einbeziehung der Wegekette. Grundsätzlich erhöht sich mit der Aneinanderreihung der Wege die Anfälligkeit für Klimaeinwirkungen. Das schwächste Glied bzw. Verkehrsmittel in der Wegekette bestimmt die Anfälligkeit der gesamten Wegekette. Dies ist besonders für weibliche Verkehrsteilnehmer von Bedeutung, die mehr Wege kombinieren und viel öfter als männliche Reisende viele verschiedene Besorgungen über Wegekette organisieren müssen.



Langfristig-proaktive Handlungen

Langfristig-proaktive Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel bestehen vor allem im Verkehrsinfrastrukturbereich:

1. Ausbau von Verkehrssystemen, die relativ wenig anfällig gegenüber Klimawandel und Naturgefahren sind. Diese Qualität scheinen vor allem schienengebundene Verkehrsträger des öffentlichen Personennahverkehrs in den urbanen Zentren aufzuweisen.
2. Konzentration von Anpassungsmaßnahmen und -investitionen auf die weniger gut angepassten Verkehrsmittel im Langstreckenbereich, wo wenig Alternativen bestehen. Hier muss besonderes Augenmerk auf die Bahn und den Bus gelegt werden, da das Flugzeug trotz relativ geringer Beeinträchtigung durch Naturgefahren im Sinne des Klimaschutzes nachteilig ist.
3. Langfristig-proaktive bauliche Maßnahmen (Neubau und Umbau), um die Anfälligkeit der Verkehrsinfrastruktur gegenüber dem Klimawandel und Naturgefahren zu mindern. Das heißt: Verkehrsinfrastrukturen sollten ‚klimasicher‘ gebaut und umgebaut werden, wobei Anpassungsmaßnahmen beim Neubau kostengünstiger und leichter umsetzbar sind, so dass dieser Zeitpunkt für Anpassungsmaßnahmen genutzt werden sollte. Die Herausforderung der Klimasicherheit betrifft insbesondere Elemente der Transportinfrastruktur wie Brücken und Tunnel, welche eine hohe Lebensdauer von 50-100 Jahren haben und daher an das Klima von 2060-2110 angepasst sein sollten.

Langfristig-proaktive Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel seitens der Verkehrsteilnehmer sind sehr begehrt. Beispielsweise kann durch die Anschaffung eines Autos mit Klimaanlage ein Schutz gegenüber Hitzewellen oder durch einen überdachten Auto- parkplatz ein Schutz gegenüber Sturm und Hagel erreicht werden.

3.1.6 SYNERGIEN UND KONFLIKTE ZWISCHEN KLIMASCHUTZ UND KLIMAAANPASSUNG IN VERKEHR UND MOBILITÄT

Hoher Energiebedarf von Klimaanlage gegen Hitzewelle

Der allgemeine Temperaturanstieg und die Hitzewellen werden zu einer höheren Ausrüstung der Fahrzeuge mit Klimaanlage führen, die den Treibstoffverbrauch und damit die CO₂-Emissionen steigern.

Baumentfernung im Nahbereich von Verkehrsanlagen

Die Baumentfernung im Nahbereich von Verkehrsanlagen schützt die Verkehrsteilnehmer vor dem Baumsturz bei Sturm und die Verkehrsanlagen selbst (z.B. Oberleitungen). Dies stellt einen Konflikt dar zum Klimaschutz, denn Bäume sind CO₂-Speicher. Auch hier - wie



bereits im Bereich Bauen und Wohnen - erlaubt eine periodische Prüfung der Gesundheit der Bäume ein differenziertes Vorgehen.

Vermehrte Autonutzung bei Sturm und Überschwemmungen

Eine Zunahme der Pkw-Fahrten ist bei Sturm und Überschwemmungen zu erwarten. Die Bahn weist in Bezug auf diese zwei Gefahrenarten eine geringere Zuverlässigkeit aus. Besonders bei Kurz- und Mittelstrecken ist der Pkw nach wie vor das beliebteste Verkehrsmittel, oft mit steigender Tendenz. Hier besteht ein Konflikt zum Ziel der Emissionsreduktion (zumindest solange Pkws mit fossilen Brennstoffen betrieben werden).

Vermehrte Flugzeugnutzung bei Hitzewellen

Die Zunahme der Benutzung des Flugzeuges ist bei Hitzewellen aus Komfortgründen zu erwarten (nur für jene Fälle, wo die Reisezeit kürzer ausfällt). Da der Flugverkehr im Langstreckenbereich zunimmt und eine Umkehr der Wachstumsraten in den nächsten Jahren nicht zu erwarten ist, ergibt sich ein erhöhtes Konfliktpotenzial zum Klimaschutzinteresse in diesem Bereich.

Vermehrte Benutzung von U-Bahn und Bahn bei Starkregen und Hagel

Eine vermehrte Benutzung der U-Bahn und der Bahn ist insbesondere bei Starkregen, Hagel, Kälte, Vereisung und Schnee zu erwarten. Dies stellt eine Synergie zwischen dem Klimaanpassungsziel und dem Klimaschutzziel dar, denn diese Verkehrsmittel haben im Vergleich zu Auto und Flugzeug einen geringeren CO₂-Ausstoß.

3.2 EINFLUSSGRÖßEN AUF VERHALTEN ZUM KLIMASCHUTZ UND ZUR KLIMAAANPASSUNG

Wenn Menschen dazu motiviert werden sollen, die in Kapitel 3.1 genannten Handlungsweisen auszuführen, dann ist es zunächst unerlässlich zu verstehen, *warum* diese Handlungen bisher nicht ausgeführt werden. Auf diesen Kenntnissen aufbauend können dann Strategien abgeleitet werden, die an den relevanten handlungssteuernden Faktoren ansetzen. Diese Strategien werden in den Kapiteln 4 und 5 näher vorgestellt.

In den letzten Dekaden ist eine Vielzahl umweltpsychologischer Studien durchgeführt worden, die darauf abzielen zu verstehen, warum nicht viel mehr Menschen umweltverträgliche Handlungen durchführen (zum Überblick: Gardner & Stern, 1996; Homburg & Matthies, 1998; Krömker, 2004). Die im Folgenden dargestellten Aspekte erwiesen sich zusammenfassend als wesentlich. Sie gelten auch für die Problematik des Klimaschutzes und der Klimaanpassung in den hier betrachteten Handlungsfeldern Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität.

Da es sich um eine ganze Reihe von Faktoren handelt, sollen sie zur besseren Übersicht nach bestimmten handlungstheoretischen Kriterien sortiert werden: Grundsätzlich muss unterschieden werden zwischen Faktoren, die Menschen motivieren, überhaupt eine Handlung anzustreben (Handlungsmotivation) und solchen, die zum Tragen kommen, wenn die Handlung dann tatsächlich umgesetzt werden soll (Handlungsführung). Des Weiteren muss unterschieden werden, ob sich die Einflussgrößen auf die Wahrnehmung des Problems selbst beziehen (problembezogen) oder ob sie sich auf den handelnden Umgang mit dem Problem beziehen (handlungsbezogen). Diese Unterscheidungen sind hilfreich, um für die Planung von Interventionsstrategien die entsprechenden Instrumente besser anpassen zu können. Beispielsweise ist der Wissens- und Informationsbedarf für Personen, die noch nie etwas über klimaschädliche CO₂-Emissionen im Zusammenhang mit ihrem Haus gehört haben (Motivationsphase), ganz anders als für Personen, die bereits entschieden haben, ihre Fassade dämmen zu wollen und sich nun fragen, ob die vom Handwerker vorgeschlagene Strategie wirklich die kostengünstigste ist (Handlungsführung).

In Abbildung 2 sind die Einflussgrößen im Überblick dargestellt (s. auch Krömker 2008 für einen ausführlicheren Überblick). Aus dem Schema wird schon deutlich, dass diverse Bedingungen gleichzeitig erfüllt sein müssen, damit eine Person handelnd tätig wird. Keinesfalls folgt, wie manchmal angenommen wird, aus dem Wissen über Missstände allein schon eine entsprechende Aktion.

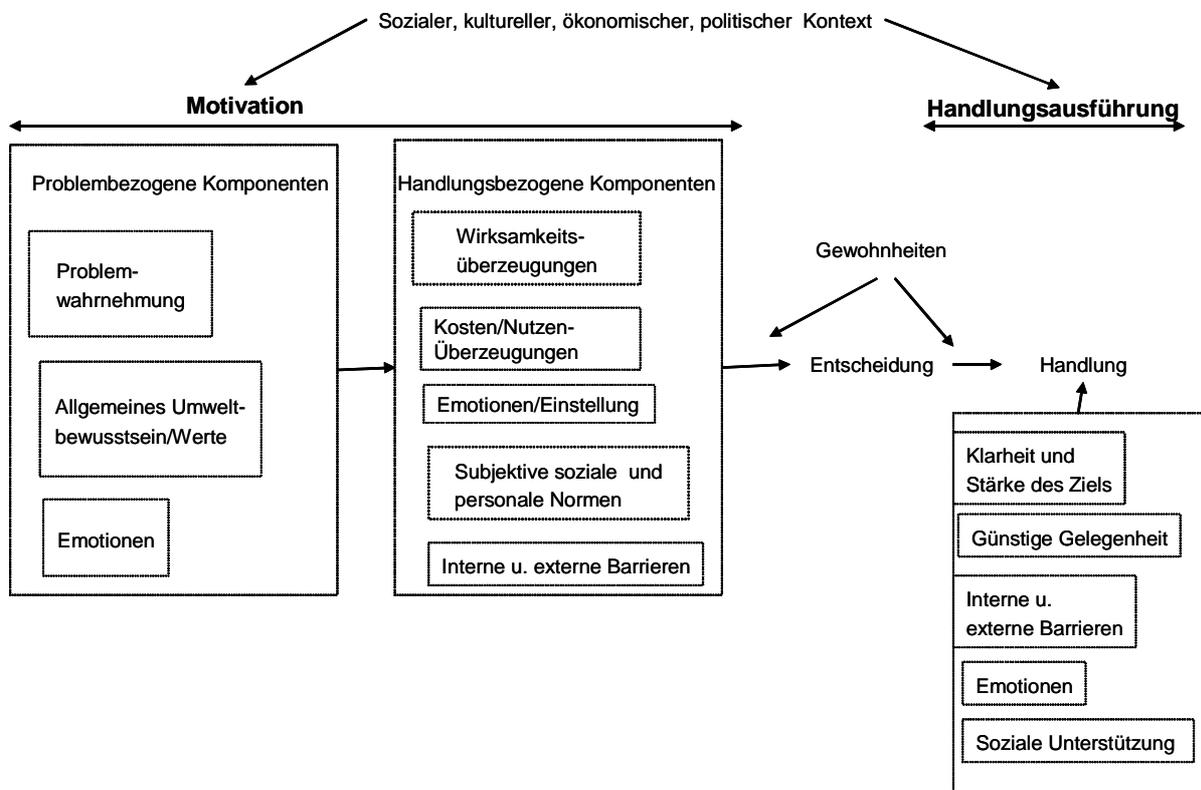


Abbildung 2: Überblick über die Faktoren, die Handlungen zum Klimaschutz und Klimaanpassung beeinflussen

3.2.1 PROBLEMBEZOGENE FAKTOREN, WELCHE DIE MOTIVATION ZU KLIMARELEVANTEN HANDLUNGEN BESTIMMEN

Diese Faktoren beeinflussen, ob jemand überhaupt vorhat, etwas für den Klimaschutz oder zur Klimaanpassung tun zu wollen. Motiviert sein eine Handlung ausführen zu wollen, heißt in diesem Kontext, dass eine Person die *Entscheidung* getroffen hat, dass sie etwas tun will. Nun hängt es sehr vom Handlungsfeld ab, ab *wann* die Person *was* genau umsetzen wollen könnte. Beispielsweise könnte die Entscheidung lauten: ab morgen fahre ich mit dem Bus zur Arbeit. In Bezug auf die energetische Sanierung könnte sie lauten: „nächsten Sommer lassen wir das Dach dämmen“ oder „morgen rufe ich die Energieberatung an“. Es ist maßgeblich, dass die gewünschte Handlung möglichst genau definiert wird. Ist die Entscheidung getroffen, kommen weitere Faktoren ins Spiel, die beeinflussen, ob die Absicht auch tatsächlich umgesetzt werden (s. unten). Zunächst aber zur Motivation, für die zunächst einmal eine Bewertung der Problemlage selbst und noch nicht der möglichen Handlungen notwendig ist.

Problem-/Risikowahrnehmung (Wie schlimm ist das Problem, wer ist betroffen?)

Je unerwünschter und problematischer der Klimawandel erlebt wird, desto höher ist die Motivation etwas dagegen zu tun. Allerdings kann einer angemessenen Problemwahrnehmung der Umstand entgegenwirken, dass die Folgen des Klimawandels häufig nicht sofort spürbar sind, sondern erst zeitverzögert wirken und u.U. verstärkter in anderen Ländern auftreten. Auch der Umstand, dass Ereignisse nicht immer eindeutig auf den Klimawandel zurückführbar sind, wie es z.B. bei aktuellem Wetterlagen der Fall ist, kann die Motivation zu klimarelevanten Handlungen schmälern. Auch wird vielleicht immer noch in Frage gestellt, ob der Klimawandel tatsächlich durch menschliche Aktivitäten verursacht ist. Eine angemessene Problemeinschätzung basiert also auf Wissen über die Ursachen und möglichen Folgen des Phänomens.

Des Weiteren gibt es Hinweise darauf, dass es besonders antreibend wirkt etwas tun zu wollen, wenn potenziell der eigene Leib und das Leben in Gefahr sind. Wenn es also darum geht, Schäden von sich selbst oder den unmittelbar Nächsten abzuwenden, sind die Meisten stärker bestrebt, etwas zu tun als wenn das Problem weit weg scheint oder vor allem Andere betrifft. Allerdings gilt das weniger für Personen, die sozial-altruistische Werte in ihrem Leben besonders wichtig finden: Für sie macht es keinen Unterschied, ob sie selbst oder andere potenziell geschädigt werden, sie sind bei einer entsprechenden Risikoeinschätzung auf jeden Fall bestrebt, eine Lösung zu finden. Aber selbst, wenn ein aus Expertensicht deutlich erhöhtes Risiko besteht, selbst zum Opfer des Klimawandels zu werden, sehen das längst nicht alle Betroffenen so. Beispielsweise ist es nicht selten, dass Anwohner etwa großer Flüsse, die deutlich häufiger von deutlich höheren Hochwasserständen betroffen sein könnten, potenzielle Schäden in eine ferne Zukunft denken oder hoffen, dass es so schlimm schon nicht sein würde (Wunschdenken).



Es kann festgehalten werden, dass eine angemessene Problemwahrnehmung eine notwendige Voraussetzung, aber keineswegs hinreichend dafür ist, dass Menschen anstreben, etwas zum Klimaschutz oder zum Schutze gegen die Effekte des Klimawandels zu tun. Um der besonderen Problematik des Klimawandels zu begegnen, müssen für eine Steigerung des Problembewusstseins die Folgen für jeden Einzelnen spezifiziert und sichtbar gemacht werden. Dabei müssen die Werteorientierungen und die Situation der angesprochenen Personen berücksichtigt werden. Für die Einen könnten z.B. wirtschaftliche Implikationen des Klimawandels problematischer sein, für die Anderen ist vielleicht der potenzielle Verlust bestimmter Tierarten weit schlimmer. Allerdings basiert die Problemeinschätzung nicht nur auf Wissensbeständen, sondern auch auf Emotionen. Sie kann also nicht nur durch die Vermittlung von Fakten hergestellt werden.

Emotionen zur Motivation (Was fühle ich angesichts des Problems?)

Gefühle haben die Funktion, Sachverhalte zu bewerten und unser Handeln auszurichten. Sie steuern auch, auf welche Aspekte aus der Umwelt wir unsere Aufmerksamkeit richten. Negative Gefühle, wie z.B. Angst oder Ärger, zeigen einen zu ändernden Zustand an, der oftmals zu einer Suche nach Lösungsschritten führt. Allerdings gilt das nicht immer: manche Menschen reagieren auch vermeidend auf negative Sachverhalte und versuchen, einem so besetzten Thema gänzlich aus dem Weg zu gehen. Bei der Thematisierung des Klimawandels muss von daher immer darauf geachtet werden, dass mit der Darstellung möglicher negativer Folgen auch zugleich auf Handlungsmöglichkeiten verwiesen wird (s.u.), was dagegen getan werden kann. Denn sonst sind Fatalismus („man kann ja doch nichts machen“) oder Wunschdenken („es wird schon nicht so schlimm werden“) wahrscheinliche Folgen. Negative Gefühle sind also unter bestimmten Umständen hilfreich bei einer entsprechenden Problemeinschätzung. Positive Gefühle dagegen, wie etwa Neugierde, Stolz oder Freude, machen Themen attraktiv und wirken ebenfalls motivierend, sich mit einem Thema auseinander zu setzen. Sie können z.B. als „Türöffner“ wirken und für die Vermittlung weiterer Informationen Offenheit herstellen oder Sympathie für ein Ziel schaffen. Leider kann nicht eindeutig empfohlen werden, ob zur Motivation sich mit einem Thema zu beschäftigen, besser positive oder negative Gefühle angesprochen werden sollten, denn für manche Personentypen sind potenzielle positive Gefühle motivierend, für andere ist die Vermeidung negativer Gefühle entscheidend, um sich einem Problem mit hohem Einsatz zu widmen. Aus theoretischer Sicht ist es optimal, wenn eine Kommunikationskampagne in gut dosiertem Maße sowohl negative als auch positive Gefühle anspricht.

Gefühle sind sowohl bei der Motivation einer Handlung relevant als auch bei der Ausführung einer Handlung, von daher werden sie unten noch mal besprochen. Festzuhalten bleibt an dieser Stelle, dass Verhaltensweisen nie alleine nur durch Gefühle, sondern auch durch Gedanken und Wissen (s. z.B. Problembewusstsein) beeinflusst werden.

Generelles Umweltbewusstsein/Werteorientierung (Wie wichtig ist mir Umweltschutz im Allgemeinen?)

Eng mit den oben bereits erwähnten sozial-altruistischen Werteorientierungen ist ein generelles Umweltbewusstsein verknüpft: Personen, denen es wichtig ist, ohne Eigennutz anderen zu helfen oder in sozialer Gerechtigkeit zu leben, sind oftmals auch besonders umweltbewusst. Je wichtiger einer Person der Schutz der Umwelt und Natur im Allgemeinen ist, desto eher wird auch der Klimawandel als problematisch angesehen und je höher ist also die Motivation, etwas gegen das Problem zu unternehmen. Diese Personen sind in der Regel einfacher für die Ausführung entsprechender Handlungen zu motivieren und können für Andere, weniger Umweltbewusste z.B. als Modell dienen. Sie können zeigen, dass etwa ein wärmeisoliertes Haus mit geringem eigenem Kapital zu verwirklichen ist oder, dass mit Mobilitätsformen ohne PKW auch ein angenehmer Lebensstandard gehalten werden kann.

Es soll hier jedoch festgehalten werden, dass ein hohes Umweltbewusstsein keine notwendige Voraussetzung für die Ausführung von Klimaschutz oder -anpassungshandlungen ist. Diese können auch aus anderen Gründen, etwa Selbstschutz oder finanziellen Interessen, durchgeführt werden.

3.2.2 HANDLUNGSBEZOGENE FAKTOREN, WELCHE DIE MOTIVATION ZU KLIMARELEVANTEN HANDLUNGEN BESTIMMEN

Nicht nur die Einschätzung des Problems „Klimawandel“ selbst ist zur Motivation einer Handlung wichtig, sondern auch die Bewertung der möglichen Handlungen. Es wird gewissermaßen im Kopf durchgespielt, was mit der einen oder anderen Handlung einhergehen würde, bevor sich jemand dazu entscheidet, etwas tun oder lassen zu wollen. Diese Faktoren werden im Folgenden vorgestellt.

Überzeugung zur Wirksamkeit der Handlung (Hilft die Handlung überhaupt das Problem zu lösen?)

Jemand wird sich nur dann bemühen, eine Handlung auszuführen, wenn er oder sie überzeugt ist, dass damit das Problem auch tatsächlich gelöst werden kann. Glaubt also z.B. eine Person, dass Vorsorgemaßnahmen sie vor den finanziellen Verlusten bei einem Hochwasser schützen können, ist sie eher motiviert diese umzusetzen, als wenn sie diese Maßnahme als wirkungslos erlebt. Wirkungslos, weil sie vielleicht denkt, dass die Macht des Wassers ohnehin nicht zu kontrollieren ist. Vorstellbar ist auch ein Hausbesitzer, der zweifelt, dass durch Energieeinsparung das Klima geschützt wird, etwa weil der Klimawandel als natürlich verursacht angesehen wird. Insbesondere für die Motivation zu klimaschützenden Handlungen, wie z.B. den Verzicht auf den PKW oder die Wärmeisolierung eines Hauses, kommt jedoch noch eine große Hürde hinzu: hier muss die Person davon überzeugt sein, dass ihr individueller Beitrag hilfreich ist, für das große Projekt des globalen Klimaschutzes, an deren Verursachung unzweifelhaft Millionen Andere beteiligt sind. Denn in der Tat würde das Klima ja nicht verändert, wenn nur eine Person Auto oder nicht



Auto fährt. Die zentrale Herausforderung für eine hohe „Wirksamkeitsüberzeugung“ ist es also, diese „soziale Falle“, bei der Tausende denken, dass ihr Beitrag nicht helfe, zu entschärfen. Des Weiteren sind starke Wirksamkeitsüberzeugungen schwer zu entwickeln, weil ja in der Regel nicht unmittelbar die Erfahrung gemacht werden kann, dass die angestrebte Handlung tatsächlich geholfen hat. Es liegt eine „zeitliche Falle“ vor. Das Klima ändert sich ja nicht sofort, sondern nur langsam und langfristig. Erschwerend kommt hinzu, dass für eine positive Erfahrung in Sachen Klima ja das Ausbleiben einer Katastrophe sichtbar werden muss. Neben dieser „zeitlichen Falle“ kommt noch eine „örtliche Falle“ hinzu: Die positiven Auswirkungen eines gut wärmeisolierten Hauses für den Klimaschutz kommen unter Umständen nicht am selben Ort zum Tragen, sondern vielleicht eher in Küstenregionen oder einer entfernten Stadt am Fluss.

Es kann festgehalten werden, dass die Überzeugungen zur Wirksamkeit der gewünschten Handlungen zentral sind und in Kommunikationsstrategien besonders berücksichtigt werden sollten. Die Vermittlung von Wissen und Informationen, die besonders auf die sozialen, zeitlichen und örtlichen Fallen Bezug nimmt, „Demonstrationen“ sowie „Rückmelde-Techniken“ sind dazu wichtige Instrumente (s. Kapitel 4.2)

Überzeugungen zu Kosten und Nutzen (Welche Vor- und Nachteile hat die Handlung?)

Bevor eine Handlung ausgeführt wird, überlegt man sich nicht nur, ob die Handlung überhaupt ihren Zweck erfüllen wird (Wirksamkeitsüberzeugung), sondern auch, welche Vorteile und die Nachteile damit einhergehen. Die Gesamtbilanz der Überzeugungen, welche Kosten und welcher Nutzen mit einer Handlung einhergehen, wirkt motivierend oder - je nach Ergebnis - demotivierend. Ist die Gesamtbilanz positiv, die Person sieht also mehr Nutzen als Kosten, wirken diese Überlegungen motivierend. Ist die Gesamtbilanz negativ, das heißt, die Person erwartet mehr Nachteile als Vorteile, wirkt dieser Faktor demotivierend. Kosten und Nutzen sind nicht spezifiziert, sondern können alle als positiv oder negativ angesehenen Aspekte umfassen, die einer Person in den Sinn kommen. Nutzen beispielsweise bei einer Wärmedämmung eines Hauses wäre die Wertsteigerung, die gesteigerte Wohnqualität oder eine schönere Fassade. Die Anpassung eines Hauses an eine durch den Klimawandel gestiegene Hochwassergefahr könnte ebenfalls in der Wertsteigerung des Hauses bestehen. Kosten können neben den tatsächlichen finanziellen Aspekten auch Faktoren wie Aufwand, Zeit, Mühe oder Unsicherheit (Kreditaufnahme) umfassen. Auch spielt an dieser Stelle eine Rolle, ob die gewünschte Handlung als zu der Person „passend“ erlebt wird. Das spielt insbesondere im Mobilitätsbereich eine Rolle. So muss davon ausgegangen werden, dass das Auto und die Nutzung desselben auch als Ausdruck des Stils und der Identität einer Person angesehen werden und damit symbolische Funktionen ausüben. Vor allem wenn die angedachte Handlung nach außen hin sichtbar ist, können die damit einhergehenden sozialen Bilder als Kosten oder Nutzen wirken. In diesem Fall ist der Ansatz am sozialen System entscheidend, der explizit das soziale Umfeld mit in die Interventionsstrategie einbezieht.



Die Kosten/Nutzen-Erwägungen sind für die Motivation zu einer Handlung entscheidend. Die Bewertung dessen, was Vor- und Nachteile sind, hängt natürlich von den Werten und Vorstellungen eines „guten Lebens“ der potenziell handelnden Person ab. Für erfolgreichen Klimaschutz müssen positive Nutzenbilanzen aber auch für diejenigen Personen leicht sichtbar sein, deren wichtigstes Ziel im Leben nicht der Schutz der Umwelt ist. Dazu müssen oft tatsächliche Gegebenheiten verändert werden, die sich für viele Zielgruppen als Barrieren darstellen. Im Sanierungsbereich stellt es z.B. oft eine Schwierigkeit dar, dass Handwerker, Architekten, Energieberater und Kreditinstitute nicht immer an einem Strang ziehen. Im Mobilitätsbereich ist nicht immer eine Infrastruktur bzw. Mobilitäts-Technik vorhanden, die die flexible Kombination verschiedener Alltagshandlungen ohne PKW ermöglicht (zur Arbeit fahren, Einkaufen, Kind zum Sport bringen).

Interne und externe Barrieren (Kann ich die Handlung überhaupt ausführen?)

Menschen unterscheiden sich darin, wie viel sie sich selbst zutrauen. Für die Motivierung zu unter Umständen nicht ganz einfachen Vorhaben, wie etwa die (energetische) Sanierung eines Hauses, Nutzung eines neuen Heizungssystems, oder der Ausübung neuer Handlungsweisen (Nutzung von Fahrgemeinschaften, des ÖPNV) spielt dieses Selbstvertrauen eine Rolle. Je stärker eine Person davon überzeugt ist, „im Griff“ zu haben, wie eine bestimmte Handlung ablaufen soll, desto eher ist sie motiviert, diese vorzunehmen. Für Alternativen, bei denen Zweifel überwiegen, vielleicht nicht über die richtigen Kenntnisse, Fähigkeiten oder Ressourcen zu verfügen ist die Motivation geringer. Diese Einschätzung, eine bestimmte Handlung überhaupt ausführen zu können, ist in manchen Fällen auch mit soziodemographischen Merkmalen systematisch verknüpft: Menschen mit geringem Einkommen haben u.U. gar keinen Zugang zu Krediten, die eine aufwändige Sanierung eines Hauses ermöglichen; die Unsicherheit des Arbeitsplatzes kann die Investition in ein Haus unmöglich machen. Personen, die mit Kindern Wege bewältigen wollen, zudem noch Gepäck und Einkäufe transportieren wollen, können einfach an ihre physische Leistungsgrenze geraten, dies zu bewältigen. Die hier angesprochenen Aspekte stellen mehr als die oben beschriebenen Nachteile dar, es sind hohe interne Barrieren, die die Ausführung eines Verhaltens sehr schwer bzw. unmöglich machen.

Auch externe Barrieren sind besonders einflussreich. In diesem Falle liegen die Hindernisse außerhalb der Kontrolle der potenziell handelnden Person: so z.B. in mangelnder Infrastruktur, etwa wenn gar keine Bus- oder Bahnverbindungen zu bestimmten Orten existieren oder z.B. keine Handwerker verfügbar sind, die die notwendigen Kenntnisse zur energetischen Sanierung aufweisen.

Die Beseitigung der „internen Barrieren“ ist zentral, aber auch sehr schwer, eben weil das Gefühl der Kontrolle nicht unbedingt nur von tatsächlichen Gegebenheiten abhängt, sondern auch von der subjektiven „Leistungsfähigkeit“. Einen Ansatzpunkt zur Veränderung bietet zum einen die Analyse der Aspekte, die systematisch mit soziodemographischen Faktoren verknüpft sind. Sie können vielleicht durch die Veränderung externer Rahmenbe-



dingungen behoben werden. Ebenso gilt auch hier, das gewünschte Verhalten durch die Beseitigung externer Barrieren (z.B. dem notwendigen finanziellen Aufwand, eine komplexe Anwendung) so einfach wie möglich zu machen. Einen anderen Ansatzpunkt zur Absenkung solcher Barrieren bietet die Organisation sozialer Unterstützung (s.u.).

Einstellung zur Handlung /Emotionen (Wie positiv oder negativ finde ich die Handlung?)

Eng mit der Kosten/Nutzen Bilanz sowie potenziellen internen Barrieren, ist eine emotionale Bewertung der Handlung verbunden. Die Vorstellung eine bestimmte Handlung ausführen zu wollen, führt zu positiven, neutralen oder negativen Gefühlen und trägt entsprechend zur Handlungsmotivation bei, die bei positiven Gefühlen am stärksten ist. Allerdings ist auch der umgekehrte Fall denkbar, dass eine Person zunächst spontan positive oder negative Gefühle zu einer Handlung empfindet und dann die entsprechenden Überlegungen, also z.B. die Kosten/Nutzen Bilanz dazu entwickelt. Häufig ist das der Fall, wenn bereits Erfahrungen mit einem ähnlich gelagerten Thema vorhanden sind. Beispielsweise könnten negative Erfahrungen mit Handwerkern in einem anderen Zusammenhang nun beim Thema „Sanierung“ vor allem Ärger hervorrufen. Oder die Nutzung eines überfüllten Busses zu einem bestimmten singulären Ereignis könnte negative Gefühle zum Thema ÖPNV wachrufen, ohne, dass durch erneute Nutzung die Chance zur Entwicklung positiver Emotionen wahrgenommen würde. Auch hier gilt, wie bereits oben beschrieben, dass Gefühle alleine in der Regel nicht verhaltenssteuernd sind, sondern immer im Zusammenhang mit gedanklichen Bewertungen stehen, die auch angesprochen werden müssen.

Normen (Was sollte ich tun?)

Die Entscheidung etwas zu tun oder zu lassen, wird nicht nur von pragmatischen Überlegungen und Emotionen geleitet, sondern auch von normativen Erwartungen, die allerdings eng mit Gefühlen verknüpft sind. Dabei sind zwei verschiedene Formen zu unterscheiden: Zum einen das Gefühl der persönlichen moralischen Verpflichtung etwas zum Klimaschutz oder zur Klimaanpassung (personale Norm) und zum anderen die Befolgung der Erwartungen wichtiger Personen (subjektive soziale Normen). Im ersten Fall sieht sich die Person dem Anspruch ausgesetzt den eigenen internen Standards zu folgen, die durch Werteorientierungen gesetzt werden. Die Person erlebt sich selbst als verantwortlich für die Ausführung der entsprechenden Handlung. Das heißt auch, sie kann die Verantwortung nicht auf andere Akteure schieben, die zuerst etwas tun müssten, sondern erwartet aufgrund ihrer moralischen Standards, dass sie selbst etwas zum Klimaschutz und zur Anpassung tun müsse. Wird den internen Standards nicht gefolgt, fühlt man sich schuldig. Die Motivierung zu der gewünschten Handlung entsteht sozusagen, weil man sich noch im Spiegel anschauen können möchte. Soziale Normen sind ebenfalls maßgeblich und hier gilt es den Erwartungen Folge zu leisten, die die Person durch wichtige Bezugspersonen an sich gestellt sieht. Wenn also beispielsweise die Partnerin oder der Partner es sehr wichtig finden auf das Auto zu verzichten und es einem gleichzeitig am Herzen liegt, diese Erwartungen nicht zu



enttäuschen, dann wirkt das motivierend, tatsächlich eher die Straßenbahn zu nutzen. Die sozialen Erwartungen sind umso stärker, je mehr wichtige Bezugspersonen entsprechend denken. Allerdings zeigt sich oft, dass die sozialen Normen nur einen geringen Einfluss auf die tatsächliche Handlungsentscheidung haben, und verinnerlichte moralische Standards wesentlich stärker wirken. Diese wiederum sind in der Regel aber nur bei wenigen Leuten in Bezug auf das Klimathema sehr stark ausgeprägt.

Es ist in Kommunikationskampagnen nicht einfach und nicht immer empfehlenswert, normativ beeinflussend auf Menschen wirken zu wollen. Denn die Gefahr ist gegeben, dass normativer Druck - noch dazu von „unbekannten Kampagnenmachern“ - abgelehnt wird. Im schlechtesten Fall kann der normative Appell sogar aus einer Art Trotzreaktion das Gegenteil dessen bewirken was gewünscht ist, da er als Einengung der „geistigen Freiheit“ verstanden werden könnte. Normative Kommunikationsansätze sind vor allem unter Mitwirkung und Mitbestimmung der Zielgruppen selbst ratsam oder wenn sie so gestaltet sind, dass sie nicht als Zwang oder Bedrängung erlebt werden können.

Gewohnheiten

Die bis hierher genannten handlungsbezogenen Faktoren zur Motivation werden in der Regel nicht relevant, wenn eine Handlung vor allem aus Gewohnheit und eingebettet in Alltagsroutinen erfolgt. Das ist offensichtlich vor allem in Bezug auf die Wahl der täglich genutzten Verkehrsmittel der Fall und nicht in Bezug auf bauliche Maßnahmen am Haus. Im Falle von Gewohnheiten werden die entsprechenden Überlegungen etwa zur Wirksamkeit oder Kosten/Nutzen Bilanz gar nicht durchgeführt. Warum auch, es wäre ja im Alltag viel zu viel Gedankenlast, Handlungen, die jeden Tag ausgeführt werden, neu zu überdenken. Dafür sind Gewohnheiten ja gerade gut, sie schaffen gedankliche Kapazität für andere Dinge. Leider sind sie im Fall „unerwünschter“ Handlungen aber ein ernstzunehmendes Problem, da der „psychologische Aufwand“ eingeschliffene Pfade zu verlassen, sehr hoch ist. Auch interne Barrieren stellen in der Regel die gewohnte Handlung nicht in Frage. Im Gegenteil zeigt sich ja jeden Tag, dass die Handlung gut „unter Kontrolle“ ist. Es müssen also Mittel und Wege gefunden werden, die das Überdenken des Alltäglichen notwendig machen. Neben Informationen, die zu einem Überdenken der Routine führen kann, könnten Emotionen dafür Ansatzpunkte bieten, z.B. falls der tägliche Berufsverkehr Ärger hervorruft, weil man im Stau steht. Wird Auto fahren aber als angenehm und positiv erlebt, ist es schwer, aus dem Nichts negative Emotionen zu produzieren. Auch veränderte normative Erwartungen des sozialen Umfeldes sind ein Ansatzpunkt für die Veränderung von Routinen. Werden also an eine Person neue Erwartungen von wichtigen Anderen herangetragen, führt das in der Regel dazu, dass Gewohnheiten überdacht werden, und die oben bereits genannten Posten wie Wirksamkeitsüberzeugungen aktiviert werden. Schließlich ist die Veränderung externer Umstände ein Ansatzpunkt zur Routinenunterbrechung. Hier ist eine Vielzahl von Einflüssen denkbar, die, wenn sie als „Barrieren“ und „Kosten“ wirken, eine Änderung der Gewohnheiten notwendig machen kann. Das können neue Gesetze, steigende Benzinpreise, neue Parkregeln etc. sein. Routinen werden klassischerweise auch unterbro-



chen, wenn sich die persönliche Situation etwa durch einen Umzug, Veränderung des Arbeitsplatzes etc. ändert. In allen Fällen gilt aber, dass, wenn die oben genannten Faktoren, die nun nach einer Routineunterbrechung „angeworfen“ werden, nach wie vor in Richtung PKW zeigen, die alte Gewohnheit weitergeführt wird. Es gilt also für die günstige Gelegenheit einer potenziellen Unterbrechung der Gewohnheiten gerüstet zu sein, mit Argumenten und Umständen, die die Übernahme einer neuen, der gewünschten Handlung, erleichtern.

3.2.3 FAKTOREN, DIE DIE AUSFÜHRUNG KLIMARELEVANTER HANDLUNGEN BEEINFLUSSEN

Je stärker die oben genannten Faktoren ausgeprägt sind, desto höher ist die Handlungsmotivation und desto wahrscheinlicher ist es, dass eine Person sich entscheidet, die gewünschte klimaschützende oder klimaanpassende Handlung auch tatsächlich ausführen zu wollen. Nicht unter allen Umständen jedoch ist eine Ausführung sofort umsetzbar. Soll etwa ein Haus energetisch saniert werden oder an Klimaveränderungen baulich angepasst werden, kann das in der Regel nicht von heute auf morgen erledigt werden, sondern es müssen noch weitere Vorbereitungen getroffen werden. Auch die Ausführung selbst dauert einige Zeit. Ob die Handlung tatsächlich begonnen und (dauerhaft) ausgeführt wird, wird wieder von einigen Faktoren gefördert oder erschwert. Diese werden im Folgenden kurz beschrieben. Teilweise handelt es sich um die gleichen, die bereits für die Motivation relevant sind.

Klarheit und Stärke des Zieles

Die Umsetzung der Handlung ist umso wahrscheinlicher, je stärker eine Person gemäß den oben vorgestellten Faktoren motiviert ist. Personen, die zwar auch beabsichtigen etwas zu tun, jedoch nicht ganz so überzeugt sind, lassen die Absicht leichter bei ersten auftretenden Schwierigkeiten wieder fallen. Von daher ist es wesentlich, dass die Zielgruppen im Rahmen von Interventionsstrategien nicht auf halbem Wege „alleine gelassen“ werden, sondern auch für die Umsetzung auf Rat und Tat zurückgreifen können. Des Weiteren gilt, dass die Umsetzung umso wahrscheinlicher ist, je klarer ist, was genau getan werden soll. „Auf das Auto verzichten“ ist z.B. weniger eindeutig, als „für den Weg zur Arbeit den Bus nehmen“. „Eine neue Heizungsanlage einbauen“ ist klarer als „das Haus energetisch sanieren“. Je klarer die Handlung spezifiziert ist, desto einfacher ist es, sie zu planen und anzugehen. Aus diesem Grunde ist es auch wichtig, dass im Rahmen von Kommunikationskampagnen recht genau spezifiziert wird, was das gewünschte Zielverhalten ist.

Gelegenheit (Wann liegt ein günstiger Zeitpunkt zur Umsetzung vor?)

Das Zielverhalten wird wahrscheinlicher umgesetzt, wenn dazu eine günstige Gelegenheit besteht. Was eine günstige Gelegenheit ausmacht, kann kaum abstrakt beschrieben werden, sondern hängt von den jeweiligen lokalen Umständen ab. Beispielsweise ist eine sol-



che Gelegenheit im Verkehrsbereich in der Regel nach einem Umzug gegeben, wenn sich jemand ohnehin neue Wege und Routinen zu Recht legen muss. Für energetische bzw. klimaanpassende Sanierungs- und Baumaßnahmen ist der Zeitpunkt günstig, wenn ohnehin Reparaturen oder Sanierungen fällig sind oder wenn z.B. das letzte Hochwasser gerade erst stattgefunden hat und folglich die dringende Notwendigkeit für Schutzmaßnahmen noch sehr präsent ist. Auch kann eine günstige Gelegenheit darin bestehen, dass entsprechend qualifizierte Handwerker einfach zu kontaktieren sind oder eine kostenlose Energieberatung die letzten Fragen klären kann. Nicht alle „günstigen Gelegenheiten“ können hergestellt werden, aber die oben genannten Beispiele geben Hinweise darauf, zu welchen Zeitpunkten Interventionsmaßnahmen besonders wirksam sein werden.

Interne und externe Barrieren (Ist die Umsetzung tatsächlich leistbar?)

Wie für die Motivation oben bereits ausführlich dargestellt, gilt auch für die Handlungsausführung, dass entsprechende Kenntnisse, Fähigkeiten und Ressourcen notwendig sind. Erweist sich beispielsweise die Umsetzung der Handlung als schwieriger als im Vorfeld angenommen und verfügt die Person nicht über entsprechende Kapazitäten dem zu begegnen, wird die Umsetzung unwahrscheinlich. Ebenso wird die Umsetzung unwahrscheinlich, wenn unvorhergesehene externe Barrieren relevant werden. Beispielsweise könnte sich herausstellen, dass die Taktung eines öffentlichen Verkehrsmittels nicht flexibel genug zu den Arbeitszeiten passt oder der Weg von der Haltestelle zum Arbeitsplatz doch als zu lang empfunden wird. Ein anderes Beispiel wäre, dass entgegen der ersten Einschätzung die Kosten für die Sanierung doch deutlich höher liegen als angenommen, die entsprechenden Fachleute sind nicht verfügbar etc..

Emotionen (Was fühle ich während der Handlung?)

Auch die Handlungsausführung wird wieder durch Gefühle begleitet, die als Anzeiger dafür fungieren, ob der richtige Weg beschritten wird. Überwiegen negative Gefühle, wie etwa Ärger und Angst, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass die Handlung abgebrochen wird.

Soziale Unterstützung (Steht mir bei der Ausführung jemand mit Rat und Tat zur Seite?)

Viele der beschriebenen potenziellen Hindernisse können vermindert oder vermieden werden, wenn die handelnde Person genügend Unterstützung erfährt. Die Formen der Unterstützung können vielfältig sein. Beispielsweise kann sie im Rahmen von Netzwerken oder internetbasierten Austauschforen durch Personen geleistet werden, die die gewünschten Handlungen bereits ausführen oder ausgeführt haben und von ihren Erfahrungen und Problemlösungsstrategien berichten können. Auch professionelle Berater, die speziell auf die Bewältigung mehr oder weniger unerwarteter Probleme bei der Handlungsausführung eingehen wären ein Beispiel.



Sollen Handlungsweisen in Richtung Klimaschutz und Klimaanpassung verändert werden, gilt es die hier dargestellten psychologischen Faktoren anzusprechen und Informationen, Ereignisse sowie Umstände zu bieten, die eine subjektive Bewertung in diese Richtung möglich und einfach machen. In Kapitel 4 werden entsprechende Strategien und Instrumente im Überblick vorgestellt, die die hier aufgeführten Faktoren ansprechen. In Kapitel 5 wird detailliert die sogenannte „7-Schritte-Strategie“ zur Förderung und Stabilisierung von Klimaschutz- und Klimaanpassungsverhalten von privaten Haushalten vorgestellt. Diese Strategie formuliert diesen Verhaltensänderungsprozess von der Planung über die Initiierung und Umsetzung bis zur Evaluation und Weiterverbreitung der Ergebnisse aus - praxisnah für die Handlungsfelder Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität.

Quellen

Gardner, G. T., & Stern, P. C. (1996). *Environmental problems and human behavior*. Boston: Allyn & Bacon.

Homburg, A., & Matthies, E. (1998). *Umweltpsychologie -Umweltkrise, Gesellschaft und Individuum*. Weinheim und München: Juventa.

Krömker, D. (2004). *Naturbilder, Klimaschutz und Kultur*. Weinheim: Beltz.

Krömker, D. (2008). Globaler Wandel, Nachhaltigkeit und Umweltpsychologie. In E. D. Lantermann & V. H. Linneweber (Eds.), *Enzyklopädie der Psychologie, Serie IX, Umweltpsychologie* (Vol. 1.). Göttingen: Hogrefe.





TEIL II:

**UMSETZUNGSORIENTIERTER
LEITFADEN**

**- VERÄNDERUNGSSTRATEGIEN
IN DER PRAXIS**

4 KLIMASCHUTZ UND KLIMAAANPASSUNG ALS VERHALTENSÄNDERUNG

JULIA WERNER, DÖRTHE KRÖMKER, TORSTEN GROTHMANN & JANA WERG

Überblick

Dieses Kapitel beinhaltet im ersten Teil (Kap. 4.1) einen Überblick über die sogenannte „7-Schritte-Strategie“ zur Förderung von Klimaschutz und Klimaanpassung in Privathaushalten, detailliert wird sie - mit konkreten Beispielen aus den Handlungsfeldern Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität - in Kap. 5 vorgestellt. Der umfangreiche zweite Teil dieses Kapitels (Kap. 4.2) beschreibt verschiedene Instrumente zur Verhaltensänderung, die sich systematisch auf die in Kap. 3.2 beschriebenen Einflussgrößen des Klimaschutz- und Klimaanpassungsverhaltens beziehen. Um die Instrumente anschaulich zu machen, werden sie durch Good-Practice-Beispiele konkreter Projekte und Aktivitäten aus den Handlungsbereichen Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität illustriert.

So werden eine praxisnahe Strategie und Instrumente dargestellt, mit denen beispielsweise die energieeffiziente Gebäudesanierung, der Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel oder - im Sinne der Klimaanpassung - die private Vorsorge gegenüber zunehmenden Wetterextremen wie Starkregen, Stürmen und Hitzewellen gefördert werden kann.

4.1 STRATEGIE ZUR FÖRDERUNG VON KLIMASCHUTZ UND KLIMAAANPASSUNG - EIN ÜBERBLICK

Der Kyoto^{Plus}-Navigator will eine praxisnahe Antwort auf die doppelte Herausforderung des Klimaschutzes und der Klimaanpassung geben. Im Rahmen unserer umfassenden Recherchen zu Klimaschutz- und Klimaanpassungsprojekten fiel uns auf, dass einige ein sehr umfassendes und engagiertes Projektmanagement beinhalten, viele Projekte aber zentrale Schritte nicht machten, beziehungsweise nicht explizieren. So fehlten zum Teil die Analysen der Ausgangssituation oder Evaluationen erfolgten nicht beziehungsweise waren nicht zugänglich. Daher beinhaltet der Kyoto^{Plus}-Navigator vor allem die sogenannte „7-Schritte-Strategie“, welche den gesamten Prozess von der Idee für ein Projekt zur Förderung von Klimaschutz bzw. Klimaanpassung in Privathaushalten über dessen Planung und Realisierung bis hin zur Projektevaluation und -dokumentation beschreibt. Diese Strategie basiert auf Homburg et al. (2004).

Die 7-Schritte-Strategie wird in diesem Kapitel 4.1 überblicksartig dargestellt (siehe Tabelle 1), detailliert wird sie - mit konkreten Beispielen aus den Handlungsfeldern Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität - in Kap. 5 vorgestellt. Aufgrund der Komplexität der Thematik können im Rahmen der 7-Schritte-Strategie jedoch nicht sämtliche wichtige Aspekte für Klimaschutz und Klimaanpassung dargestellt werden. So werden ökonomische, politische sowie juristische Themenbereiche weitestgehend ausgeklammert und stattdessen wird auf psychologisch fundierte Verhaltensänderungsinstrumente fokussiert. Ausgespart bleiben daher konkrete Finanzierungsmöglichkeiten von Klimaschutz- oder Klimaanpassungsprojekten, Finanzierungspläne, dezidierte Effizienzanalysen, Hinweise und Checklisten zur politischen Durch- bzw. Umsetzung sowie rechtliche Rahmenbedingungen für Klimaschutz- und Klimaanpassungshandeln.

Zudem muss einschränkend Folgendes betont werden: Jeder, der Klimaschutz oder Klimaanpassung fördern möchte, weiß, dass es dafür keine einfachen „Kochrezept-Lösungen“ gibt. Jedes Projekt verfolgt im Detail unterschiedliche Ziele, steht vor unterschiedlichen Ausgangsbedingungen und benötigt unterschiedliche Vorgehensweisen. Zudem sind hinsichtlich des Klimaschutzes und der Klimaanpassung viele Praxisprobleme neu und variabel, also nicht durch vorgefertigte Lösungen zu beheben. Bei Maßnahmen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung stehen wir vor sogenannten „komplexen Problemen“, also Situationen, in denen sehr viele untereinander vernetzte Faktoren für den Erfolg relevant sind, Situationen, in denen Prozesse eigendynamisch und in unvorhergesehener Weise ablaufen können. Der Anspruch dieses Navigators ist es daher vielmehr, eine allgemeine und hilfreiche Strategie sowie konkrete Beispiele für die Gestaltung von Klimaschutz und Klimaanpassung zu vermitteln und zu einem Lernprozess aus Praxiserfahrungen beizutragen.

Tabelle 1: Übersicht der 7-Schritte-Strategie zur Förderung des Klimaschutz- bzw. Klimaanpassungsverhaltens

SCHRITT 1	KERNTTEAMBILDUNG
	Ziel ist es, ein Kernteam zu bilden, das das Vorhaben von Anfang bis Ende steuert und organisiert. Hier laufen die Fäden zusammen, Entscheidungen werden gefällt und alle wichtigen Informationen liegen vor. Nach außen ist das Kernteam Ansprechpartner des Projekts, nach innen „Herz und Gehirn“. Es gilt, im Kernteam gut funktionierende Strukturen und Arbeitsweisen zu etablieren, damit das Kernteam langfristig arbeitsfähig und motiviert bleibt. Zudem sollte ein Leitbild entwickelt werden, mit dem sich alle Kernteammitglieder identifizieren.
SCHRITT 2	VOR-ORT-ANALYSE
	Ziel der Vor-Ort-Analyse ist es, möglichst viel über die aktuelle Situation vor Ort in Erfahrung zu bringen und mögliche Partnerinnen und Partner sowie Unterstützerinnen und Unterstützer (Kooperationsnetzwerk) zu ge-

	winnen. Konkrete Inhalte der Vor-Ort-Analyse sind die Potenzialanalyse (CO ₂ -Minderungs- bzw. Schadenvermeidungspotenziale best. Klimaschutz- bzw. Klimaanpassungsverhaltensweisen) und die Festlegung von Zielverhaltensweisen, die Analyse der für das Projekt zur Verfügung stehenden Ressourcen, die Erschließung von Finanzquellen sowie die Segmentierung und Auswahl möglicher Zielgruppen. Nur bei Klimaanpassungsprojekten ist in der Vor-Ort-Analyse auch eine Abschätzung der Klimarisiken (z.B. Anfälligkeit best. Gebäude ggü. Starkregen od. Hitze) notwendig,
SCHRITT 3	PARTIZIPATIVE ZIELFINDUNG
	In diesem Schritt werden gemeinsam mit allen Beteiligten Ziele definiert, die im Rahmen des anvisierten Projekts erreicht werden sollen. Diese Ziele beziehen sich auf Zielverhaltensweisen und Zielgruppen, die im vorherigen Schritt als besonders erfolgversprechend im Sinne der CO ₂ - bzw. Schadenminderung identifiziert wurden.
SCHRITT 4	PLANUNG DER STRATEGIE
	Die Planung der Strategie umfasst vor allem die Auswahl bestimmter Instrumente, um die Zielgruppe zur Übernahme des gewünschten Klimaschutz- bzw. Klimaanpassungsverhaltens zu motivieren. Danach wird ein umfassendes Arbeitsprogramm entwickelt, welches ermöglicht, die Instrumente effizient zu realisieren. Dazu gehört vor allem die Festlegung von Fristen und Verantwortlichkeiten.
SCHRITT 5	UMSETZUNG DER STRATEGIE
	Ziel ist es, durch ein strukturiertes Vorgehen in der Realisierungsphase die angestrebten Projektziele zu erreichen. Dazu gilt es, optimale Rahmenbedingungen für die Umsetzungen zu schaffen und zu sichern. Diese bestehen in der Konsolidierung und ggf. Ausweitung der Arbeits- und Kooperationsstrukturen, der internen und externen Kommunikation, dem Monitoring und der Projektdokumentation Die Umsetzungsphase sollte als ein fortlaufender Prozess aufgefasst werden, der - ausgehend von Befunden des Monitorings - immer wieder zu überarbeiten und zu aktualisieren ist (rollierende Planung).
SCHRITT 6	EVALUATION
	Ziel dieses sechsten Schrittes der Strategie ist es, für das Projekt eine ideale Form der Evaluation auszuwählen und umzusetzen. Es scheint ratsam, ein Kombination aus Monitoring und Wirkevaluation zu realisieren. Die Evaluation hilft dabei zu entscheiden, welche Maßnahmen sinnvoll sind oder gemieden werden sollten, und unterstützt die Legitimation der

	eigenen Aktivitäten.
SCHRITT 7	RÜCKMELDUNG UND PLANUNG NÄCHSTER SCHRITTE
	Ziel dieses letzten Schrittes der Strategie ist es, durch kontinuierliche Rückkopplung von Umsetzungsergebnissen auf Basis des Monitorings die Motivation zur weiteren Teilnahme im Kernteam und Kooperationsnetzwerk während des Umsetzungsprozesses aufrecht zu erhalten und möglichst zu steigern. Zudem dient die Rückmeldung als Planungsgrundlage für Nachfolgeprojekte.

4.2 INSTRUMENTE DER VERHALTENSÄNDERUNG

Im vierten Schritt der in Kapitel 4.1 vorgestellten 7-Schritte-Strategie muss entschieden werden, welche Instrumente konkret verwendet werden sollen, um die Zielgruppe zur Übernahme der gewünschten Handlungsweisen zu motivieren. Was kann zum Beispiel getan werden, damit die Bewohner eines bestimmten Stadtteils nicht mit dem Auto sondern mit öffentlichen Verkehrsmitteln zur Arbeit fahren? Oder wie können die Eigenheimbesitzerinnen und -besitzer in einer bestimmten Gemeinde überzeugt werden, bei anstehenden Sanierungsmaßnahmen auch energetische Modernisierungen vorzunehmen oder z.B. Vorkehrungen zum Schutz vor Hitzewellen zu treffen? Grundsätzlich sind verschiedene Techniken (hier als „Instrumente“ bezeichnet) denkbar, um diese Zielverhaltensweisen zu fördern. Im Folgenden wird ein Überblick gegeben, wobei sowohl Instrumente vorgestellt werden, deren Wirksamkeit in wissenschaftlichen Studien bereits belegt werden konnte, als auch andere, die bisher nicht systematisch beforscht wurden, in der Praxis jedoch Verwendung finden.

Generell können drei Hauptansatzpunkte zur Änderung von Verhalten unterschieden werden (in Anlehnung an Homburg & Matthies, 1998):

1. Zunächst kann direkt an der Person angesetzt werden, die zu Verhaltensänderungen bewegt werden soll. Hierbei gibt es die Möglichkeit, das Wissen der Person, die Normen oder die Emotionen zu adressieren (siehe Kap. 4.2.1).
2. Der zweite Ansatzpunkt ist das Verhaltensumfeld, in dem die Person sich bewegt; so kann z.B. die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel ggf. dadurch gesteigert werden, dass die Taktung derselben zu Stoßzeiten erhöht wird (siehe Kap. 4.2.2).
3. Beim dritten Ansatzpunkt wird versucht, systematisch vorhandene soziale Netzwerke und Beziehungen zwischen Personen zu nutzen, um eine neue Verhaltensweise in die Breite zu tragen (siehe Kap. 4.2.3).



Vorab ist zu sagen, dass nicht für alle Instrumente im Detail bekannt ist, wie wirksam sie im Einzelnen sind („Instrument x kann eher Verhaltensänderungen bewirken als Instrument y“). In vielen Studien wurden mehrere Instrumente gemeinsam eingesetzt, so dass nicht immer klar erkennbar ist, wodurch ein Effekt bewirkt wurde. Zudem hängt der Erfolg von Instrumenten auch von ihrer genauen Ausgestaltung ab: Eine „persönliche Wissensvermittlung“ (Erläuterung s.u. in Kap. 4.2.1) kann z.B. auf sehr unterschiedliche Art und Weise erfolgen und je nach Fachwissen, Sympathie oder gesellschaftlichem Ansehen des Wissensvermittlers mehr oder weniger effektiv sein. Darüber hinaus hängt der Erfolg eines Instruments auch von der jeweiligen Situation ab: Wenn die Zielgruppe bereits gut informiert ist, ist keine persönliche Wissensvermittlung mehr nötig, bei einer schlecht informierten Zielgruppe kann dieses Instrument durchaus zielführend sein. Bei der Auswahl der Instrumente ist auch die angestrebte zeitliche Perspektive zu berücksichtigen. So bewirken z.B. „Belohnungen“ (Erläuterung s.u. in Kap. 4.2.2) recht verlässlich und schnell Verhaltensänderungen, die jedoch meist nicht von Dauer sind. Für langfristige Änderungen sollten daher auch andere Instrumente zum Einsatz kommen, wie z.B. „Verpflichtungen“ oder „soziale Modelle“.

Aussagen darüber, welches Instrument nun generell das „Beste“ ist, sind deshalb nicht möglich, sondern ihre Wirksamkeit hängt immer von den jeweiligen Umständen ab. Dennoch können folgende allgemeine Regeln aufgestellt werden:

- Kombinationen verschiedener Instrumente sind effektiver als der Einsatz isolierter Instrumente, vermutlich da verschiedene Einflussfaktoren adressiert werden (s. auch Kap. 3.2).
- Je besser die Instrumente zu den Interessen und Vorlieben der Zielgruppe passen, desto wirksamer sind sie (siehe Zielgruppenanalyse in Kap. 4.1 und Kap. 5.2)
- Insbesondere, wenn die Zielgruppen in Phasen erreicht werden können, in denen die Menschen offen für Veränderungen sind (z.B. nach einem Umzug für neue Mobilitätsgewohnheiten, wenn ohnehin eine Sanierung fällig ist für energetische Sanierungen), können die Instrumente ihre größte Wirksamkeit entfalten.
- Eine reine Informations- oder Wissensvermittlung ist in der Regel nicht ausreichend. Es müssen immer auch konkrete handlungsunterstützende Maßnahmen ergriffen werden.
- Es sollten wenige spezifische Zielverhaltensweisen fokussiert werden, um die Kommunikation dieser Verhaltensweisen so einfach wie möglich zu gestalten.
- In der Zielentwicklung für und Planung, Umsetzung sowie Evaluation von Strategien zur Verhaltensänderung sollten Mitglieder der Zielgruppe beteiligt werden (siehe dazu auch Kap. 5).

Weitere Informationen zum genauen Vorgehen bei der Auswahl geeigneter Instrumente finden sich in Kapitel 5.4.1.



Im Folgenden werden nun verschiedene Instrumente zur Verhaltensänderung, die sich auf die beschriebenen Ansatzpunkte - Person, Verhaltensumfeld, soziale Netzwerke - beziehen, ausführlich dargestellt. Diese Kommunikations- und Partizipationsinstrumente werden systematisch mit den in Kap. 3.2 beschriebenen Einflussgrößen des Klimaschutz- und Klimaanpassungsverhaltens verknüpft. Um die Instrumente anschaulich zu machen, werden sie durch Good-Practice-Beispiele konkreter Projekte und Aktivitäten aus den Handlungsbereichen Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität illustriert. Zudem möchte der Kyoto^{Plus}-Navigator durch die Präsentation dieser Erfahrungen aus der Praxis zu deren Verbreitung beitragen.

4.2.1 ANSATZPUNKT PERSON

Instrumente zur Verhaltensänderung können an verschiedenen Eigenschaften von Personen ansetzen: an ihrem Wissen, ihren Normen oder ihren Emotionen.

Ansatzpunkt Wissen

Wissen von Personen kann beeinflusst werden über

- Nicht-persönliche Wissensvermittlung
- Persönliche Wissensvermittlung
- Rückmeldung
- Demonstration

Nicht-persönliche Wissensvermittlung

Ein nahe liegender Weg, gewünschte Verhaltensweisen zu fördern ist es, Personen zunächst über das vorliegende Problem zu informieren (z.B. den Klimawandel) und darüber, welche Verhaltensweisen geeignet sind, diesem Problem zu begegnen (z.B. energetisch sanieren). Die Wissensvermittlung kann dabei über diverse Kanäle stattfinden, wie Flyer, Zeitungen, Kino- oder Radiospots oder das Internet usw. und kann sehr unterschiedlich gestaltet werden (vgl. die nebenstehenden Beispiele). Gemeinsam ist diesen Kanälen bzw. Varianten, dass es sich *nicht* um persönliche (face-to-face-) Situationen handelt. Generell sollte darauf geachtet werden, dass das Wissen lebendig und anschaulich vermittelt wird und dass dabei die persönliche Relevanz des Themas betont wird (Mack, 2007). Auch hat sich gezeigt, dass Personen sensibler auf die Ankündigung von möglichen Verlusten reagieren als auf das in Aussicht Stellen von Gewinnen (Kahneman et al., 1982).

Die nicht-persönliche Wissensvermittlung ist ein sehr weit verbreitetes Instrument der Verhaltensänderung. Viele Projekte arbeiten z.B. ausschließlich mit der schriftlichen Vermittlung von Wissen in Form von Flyern etc. Für sich genommen hat dieses Instrument allerdings nur schwache Effekte. Über Problematiken informiert zu sein und zu wissen, was sinnvolle Verhaltensweisen für Klimaschutz oder Klimaanpassung wären, ist zwar wichtig, führt aber für sich genommen in der Regel nicht zu Verhaltensänderungen (s. z.B. Staats et al., 1996).

Beispiel _ EcoTopTen

Mit der Verbraucher-Informationskampagne EcoTopTen empfiehlt das Öko-Institut in regelmäßigen Abständen eine Auswahl an Produkten, die sowohl kostengünstig als auch umweltverträglich sind. Analysiert werden insgesamt 25 Produktgruppen aus zehn Produktfeldern (z.B. Wohnen, Mobilität, Informieren & Kommunizieren, Geld anlegen). Zum besseren Vergleich werden den EcoTopTen-Produkten in den Marktübersichten auch typische Produkte gegenüber gestellt, die die EcoTopTen-Kriterien nicht erfüllen. So soll es den Konsumentinnen und Konsumenten ermöglicht werden, ihre Entscheidungen vor dem Hintergrund einer fundierten Grundlage zu fällen.

www.ecotopten.de

Beispiel _ Persönlicher Haushaltskrisenplan

Das Land Oberösterreich hat in Kooperation mit dem Projekt AMICA einen „Persönlichen Haushaltskrisenplan“ für Hochwasserereignisse erarbeitet und auf seiner Website klimarettung.at zum Download zur Verfügung gestellt. Diese Checkliste gibt einen kompakten Überblick über präventive Handlungen und Handlungen beim tatsächlichen Eintreffen von Hochwasserereignissen. Zu den präventiven Handlungen gehören bauliche Maßnahmen (z.B. wasserdichte Türen und Fenster anbringen) und organisatorische Maßnahmen (z.B. das Bereitstellen wichtiger Gegenstände). Für den Krisenfall ist eine Prioritätenliste aufgeführt, die u.a. Maßnahmen zum Schutz von Leben, Gesundheit und Gütern enthält.

www.klimarettung.at/de/283/

Beispiel _ Stop Disasters!

Die Vereinten Nationen und die ISDR (International Strategy for Disaster Reduction) entwickelten das Onlinespiel "Stop Disasters!". Das Spiel informiert Kinder und Erwachsene auf spielerische Art über die diversen Möglichkeiten der Katastrophenprävention. Die Spielerin oder der Spieler ist für die Durchführung von Präventionsmaßnahmen in einer fiktiven Gemeinde zuständig. Als Katastrophenszenario kann zwischen Überflutung, Sturm, Feuer oder Erdbeben gewählt werden. Nachdem die Präventionsmaßnahmen getroffen wurden und die Katastrophe eingetreten ist, erhält die Spielerin oder der Spieler Auskunft über die Effektivität der durchgeführten Maßnahmen.

www.stopdisastersgame.org

Beispiel _ Klima sucht Schutz

Im Rahmen der Klima-sucht-Schutz-Kampagne von CO2-Online, unterstützt vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, wurden Großplakate verwendet, die anhand eines düsteren Unwetter-Bilds den Klimawandel als Bedrohung darstellten. Gleichzeitig wurde mit der Vorschlag, die Heizung runterzuregeln und bei der Info-Hotline von Klima-sucht-Schutz anzurufen, Handlungswissen vermittelt.

www.klima-sucht-schutz.de

Persönliche Wissensvermittlung

Hier wird Problem und/oder Handlungswissen in einer face-to-face-Situation vermittelt. Dies kann im Rahmen eines Seminars, eines formellen Gesprächs (z.B. Energieberatung) oder auch eines informellen Gesprächs (z.B. von Nachbarn zu Nachbarn) passieren.

Ein wichtiger Unterschied zur nicht-persönlichen Wissensvermittlung ist, dass in einer face-to-face-Situation ganz spezifisch auf die Situation der adressierten Person eingegangen werden kann, Fragen passgenau beantwortet werden können und Missverständnisse leichter vermieden werden können. Auch werden in solchen Gesprächen oftmals implizit Normen kommuniziert; d.h. der Informierende übermittelt auch, was die andere Person tun oder denken *sollte*. Wenn sich die angesprochene Person grundsätzlich für das Thema inte-



ressiert, die Wissensvermittlung von einer glaub- und vertrauenswürdigen Person vorgenommen und die normative Botschaft nicht überbetont wird, bestehen gute Chancen auf eine Einstellungsänderung bei der beratenden Person. Diese Form der Wissensvermittlung ist im Allgemeinen zwar aufwändiger, aber auch wirksamer als die nicht-persönliche Wissensvermittlung (s. z.B. Spacarelli et al., 1989/1990).

Beispiel _ Gut beraten starten!

Im Rahmen der Kampagne „gut beraten starten“ der Klimaschutzagentur Hannover wurden kostenlose Energieberatungen angeboten. Nach einer Vorbereitung der Aktion durch Pressemitteilungen und einen Brief vom Bürgermeister klingelten die Energieberaterinnen und Energieberater in Straßenzügen mit besonders hohem Sanierungsbedarf (und somit CO₂-Minderungspotenzial) und boten Beratungen hinsichtlich energetischer Sanierungsmaßnahmen an.

http://www.klimaschutz-hannover.de/Gut_beraten_starten.1665.0.html

Rückmeldung

Ein anderer Weg, Verhalten zu ändern oder auch bereits erzielte Verhaltensänderungen aufrechtzuerhalten ist Rückmeldung über das eigene Verhalten und seine Konsequenzen zu geben. Dieses Instrument wird häufig im Zusammenhang mit Energiesparen eingesetzt; rückgemeldet wird dabei meist das Verhaltensergebnis (z.B. Energieverbrauch in Kilowattstunden). Die Rückmeldung kann direkt oder indirekt stattfinden: Bei der direkten Rückmeldung wird z.B. der Stromverbrauch eines Geräts direkt über eine entsprechende Anzeige rückgemeldet. Die indirekte Rückmeldung wird „zusammengefasst“ über einen längeren Zeitraum gegeben (in gewisser Weise ist eine Stromrechnung also auch eine Rückmeldung). Auch ein Vergleich mit anderen Personen oder Haushalten ist hierbei möglich. So erfahren Haushalte z.B. wie ihr Stromverbrauch verglichen mit dem anderer Haushalte ähnlicher Größe ist. Neben den genannten Möglichkeiten für individuelle Rückmeldungen ist auch eine kollektive Rückmeldung an eine Gruppe von Personen denkbar: Dann werden nicht einem einzelnen Haushalt die Verhaltensergebnisse rückgemeldet, sondern einer ganzen Kommune, einer Organisation o.ä. (vgl. auch Kapitel 5 und 6, Abschnitte 7)

Die Wirksamkeit von Rückmeldung zur Verhaltensänderung ist gut belegt (für einen Überblick über Studien zu Rückmeldung s. Darby, 2006); allerdings hält der Effekt meistens nur



so lange an, wie die Rückmeldung gegeben wird. Im Bereich Energiesparen gibt es jedoch auch Hinweise, dass bei Personen, die ohnehin schon einen niedrigen Verbrauch haben, eine Rückmeldung zu mehr Verbrauch führt. Generell ist zu überlegen, wie die Rückmeldung im Detail gestaltet wird. Beispielsweise ist die Benennung eingesparter Geldbeträge oftmals plastischer und damit wirksamer als die Nennung vergleichsweise abstrakter Kilowattstunden. Besonders effektiv ist die Kombination von Rückmeldung und Zielsetzung, die es ermöglicht festzustellen, wie weit man noch von der Zielerreichung entfernt ist (McCalley & Midden, 2002).

Beispiel _ aus.wirklich aus?

Durch die Kampagne „aus.wirklich aus?“ der Energiestiftung (heute Innovationsstiftung) Schleswig-Holstein sollten Bürgerinnen und Bürger zur Reduzierung ihres Stand-by-Verbrauchs motiviert werden. Nach Abschluss der Kampagne wurde über die Medien Rückmeldung gegeben, wie viel CO₂ durch die Verhaltensänderungen der Bürgerinnen und Bürger im Kampagnenzeitraum eingespart werden konnte.

Demonstration

Hier wird Wissen über einen Sachverhalt oder ein Produkt (z.B. ein Passivhaus) anhand von Anschauungsmaterial vermittelt.

Zur Wirksamkeit von Demonstrationsobjekten (z.B. im Vergleich zu schriftlicher oder mündlicher Wissensvermittlung) liegen keine wissenschaftlichen Ergebnisse vor. In der Praxis wurden mit diesem Instrument jedoch positive Erfahrungen gemacht (z.B. in Projekten von proKlima - der enercity fonds). Das ist plausibel, denn das propagierte Zielverhalten wird so mit all seinen verschiedenen Facetten sichtbar, vorstellbar und nachvollziehbar. Die Zielpersonen können den Sachverhalt leichter auf ihre Situation übertragen und hinsichtlich seiner positiven und negativen Eigenschaften bewerten. Damit wird ein Prozess in Gang gesetzt, bei dem die Personen Einstellungen zu dem Zielverhalten bilden, was wiederum ein erster Schritt zur Verhaltensausführung sein kann. Allerdings ist es wichtig, dass dann in der Folge auch weitere Unterstützung für die Umsetzung der Zielhandlung bereitsteht.

Beispiel _ Eisblockwette

Der Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks führte in mehreren bayerische Städten eine „Eisblockwette“ durch: Ein zwei Kubikmeter großer Eisblock wurde in ein wärmegeprägtes Mini-Holzhaus gepackt. Die Bürgerinnen und Bürger konnten wetten: Wie viel Eis ist nach rund zwei Monaten noch übrig? Die öffentlichkeitswirksame Enthüllung und Preisverleihung für die Gewinnerinnen und Gewinner fand am Internationalen Tag der Umwelt statt.

<http://www.iq-check-zimmerer.de/eisblockwette/>

Ansatzpunkt Normen

Normen, von denen Menschen überzeugt sind, können beeinflusst werden über

- Zielsetzungen
- Selbstverpflichtungen (commitment)
- Soziale Modelle
- Wettbewerbe

Zielsetzungen

Um Personen zu Verhaltensänderungen zu motivieren, können auch Ziele vorgegeben werden, die in einem bestimmten Zeitraum erreicht werden sollen. Die Ziele können sich auf das eigene Verhalten beziehen, z.B. eingesparte Kilowattstunden, oder auch darauf, wie viele Personen sich mindestens an einer Aktion beteiligen sollen. Ebenso wie beim Instrument „Rückmeldung“ können die Ziele sowohl einzelnen Personen oder Haushalten, als auch größeren Gruppen gesetzt werden (z.B. der Bürgermeister setzt das Ziel, mindestens 7% Strom in der Gemeinde zu sparen). Neben den gesetzten Zielen gibt es auch die Möglichkeit, Personen selbst ihre Ziele wählen zu lassen.

Die Wirksamkeit von Zielsetzungen konnte in unterschiedlichen Studien belegt werden. Der Schwierigkeitsgrad des Ziels muss allerdings wohlüberlegt sein: Relativ schwierige, herausfordernde Ziele erwiesen sich als wirksamer als leicht zu erreichende Ziele (s. Becker, 1978); zu schwierige, nicht erreichbare Ziele können jedoch auch demotivierend wirken.

Beispiel _ 10.000 plus

Im Rahmen der Aktion 10.000 plus der katholischen Landjugendbewegung wurde den Jugendgruppen des Verbandes das Ziel gesetzt, insgesamt mindestens 10.000 Energiesparlampen innerhalb eines Jahres an Lehrer, Freunde, Verwandte etc. zu verkaufen.

Die Dokumentation des Projekts ist über die Pressestelle der katholischen Landjugendbewegung erhältlich, Kontakt:

www.kljb.org

Selbstverpflichtungen (commitment)

Im Rahmen von „Verpflichtungen“ werden Personen darum gebeten, sich mündlich oder schriftlich zur Ausführung einer bestimmten Verhaltensweise zu verpflichten. Dies geschieht häufig in Kombination mit einer konkreten Zielsetzung („Ich verpflichte mich, Strecken unter 2 Kilometern mit dem Fahrrad statt mit dem Auto zurückzulegen“). Diese Verpflichtung kann öffentlich abgegeben werden, indem sie in der Lokalpresse oder über andere Medien veröffentlicht wird. Dabei wird die sich verpflichtende Person namentlich erwähnt. Wichtig ist, dass die Veröffentlichung von dem sozialen Umfeld, in dem sich die Person bewegt, auch beachtet wird.

Eine andere Möglichkeit ist die *private* (nicht öffentliche) Selbstverpflichtung. Hier resultiert die Motivation zur Verhaltensänderung nicht aus dem Wunsch nach gesellschaftlichem Ansehen, sondern aus dem Wunsch nach Selbstachtung. Allerdings ist es bei allen Formen der Verpflichtung wichtig, dass sie nicht unter normativem Druck zustande gekommen ist, denn dann ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass sich die Personen von diesem Druck befreien möchten und die Verpflichtung innerlich für ungültig erklären.

Verpflichtungen erwiesen sich als erfolgreiche Strategie der Verhaltensänderung, wobei die schriftliche Form effektiver war als die mündliche (s. z.B. Pardini & Katzev, 1983/1984). Ein Vorteil von Verpflichtungen ist, dass diese häufig auch langfristig wirksam sind (s. z.B. Katzev & Wang, 1994). Die Befunde ob private oder öffentliche Verpflichtungen wirksamer sind, sind nicht einheitlich. Mosler und Gutscher (1998) empfehlen private Verpflichtungen, um den normativen Druck (s.o.) geringer zu halten.

Beispiel _ Stadt.Land.Flut.

Auf den Internetseiten der Kampagne Stadt.Land.Flut des Bremer Energiekonsens können Personen die Ausführung bestimmter Klimaschutzhandlungen „versprechen“, z.B. den Austausch des alten Heizkessels gegen einen neuen, den Kauf regionaler Produkte oder das Wechseln zu Ökostrom. Daraufhin wird ausgerechnet, wie viel CO2 durch diese Handlungen gespart werden kann und das Versprechen wird mit dem Namen der jeweiligen Person auf der Projekthomepage veröffentlicht.

www.stadt-land-flut.de

Beispiel _ Eile mit Weile

Forscher des psychologischen Instituts der Universität Zürich haben in Münsingen (Schweiz) die Aktion „Eile mit Weile - freiwillig Tempo 30 in Münsingen“ initiiert, durchgeführt und evaluiert. Dabei kam ein umfassender Instrumentenmix zum Einsatz (Poster, Erfolgsbarometer im Ortszentrum, Fahnen, Inserate, Geschwindigkeitsfeedback u.a.). Ein Kernelement der Aktion war eine schriftliche Selbstverpflichtung, bei der die Namen der Teilnehmenden in der Lokalpresse veröffentlicht wurden. Insgesamt verpflichteten sich über 1.000 Personen (ca. ein viertel der in Münsingen gemeldeten Autofahrerinnen und Autofahrer), fünf Monate lang Tempo 30 zu fahren.

http://www.ikaoe.unibe.ch/forschung/ip/pdf/IP-Poster_8.pdf

Soziale Modelle

Beim Einsatz von sozialen Modellen werden real oder über Medien Personen („Modelle“) gezeigt, die das gewünschte Verhalten ausführen. Durch dieses Instrument wird zwar auch Wissen darüber transportiert, welche Verhaltensweisen möglich und angemessen sind; im Vordergrund steht jedoch die *normative* Wirkung: Das Modell agiert im Sinne eines Vorbilds und vermittelt was getan werden *sollte*.

Die Wirksamkeit sozialer Modelle ist belegt (s. z.B. Winett et al., 1985). Besonders effektiv ist der Einsatz eines sozialen Modells, wenn das Modell einen gewissen Status genießt, erfolgreich ist und / oder eine gute Beziehung zum Betrachter hat. Wer als soziales Modell in

Frage kommt, hängt somit im Wesentlichen von der ausgewählten Zielgruppe ab (vgl. Mosler & Gutscher, 1998).

Beispiel _ Gut beraten starten!

Bei der Kampagne „Gut beraten starten“ der Klimaschutzagentur Hannover wurden zuerst Lokalprominente (Vereinsvorsitzende, Sportlerinnen und Sportler etc.) eingeladen, eine Energieberatung in Anspruch zu nehmen. Diese Beratung wurde medienwirksam aufbereitet und anschließend wurde „normalen“ Haushalten dieselbe Beratung angeboten.

http://www.klimaschutz-hannover.de/Gut_beraten_starten.1665.0.html

Wettbewerbe

Für das Erreichen eines vorgegebenen Ziels (z.B. eines Klimaschutzziels) kann auch ein Wettbewerb veranstaltet werden. Die Siegerin oder der Sieger bekommt einen Preis, der materieller (z.B. Geld oder ein energieeffizienter Kühlschrank) oder ideeller Art (z.B. eine Ehrung) sein kann. Dabei können einzelne Personen, Haushalte sowie größere Gruppen wie Gemeinden miteinander in Konkurrenz treten.

Neben der Motivation der Teilnehmerinnen und Teilnehmer zur Verhaltensänderung kann ein medienwirksam aufbereiteter Wettbewerb auch bisher weniger Interessierte auf ein Thema aufmerksam machen. Wettbewerbe werden z.B. im Bau- und Wohnbereich in Kampagnen und Projekten recht häufig eingesetzt. Auch aus der Forschung liegen einige positive Ergebnisse vor (s. z.B. Foxx & Schaeffer, 1981).

Beispiel _ Solarbundesliga

Bei der Solarbundesliga, einem Projekt von Solarthemen und der Deutschen Umwelthilfe, werden die erfolgreichsten deutschen Kommunen in Sachen „Solarsport“ gekürt. Die teilnehmenden Kommunen melden hierfür in regelmäßigen Abständen die aktuellen Photovoltaik- und Solarthermieleistungen. Unter anderem über das Internet wird rückgemeldet, in welcher Kommune aktuell am meisten Solarstrom und Solarwärme installiert ist und wer folglich den ersten Tabellenplatz belegt, wer auf- und wer abgestiegen ist.

www.solarbundesliga.de

Ansatzpunkt Emotionen

Emotionen von Personen können beeinflusst werden über

- Erlebnisorientierte Techniken
- Werbeartikel

Erlebnisorientierte Techniken

Mit diesen Techniken sollen, wie es beispielsweise vielfach aus der Film und Fernsehwerbung bekannt ist, positive Gefühle hervorgerufen werden. Mit dem Klimaschutzthema sind dagegen häufig zunächst einmal negative Emotionen wie Pflichtgefühl, Schuld oder Ohnmacht verbunden, während das Thema Klimaanpassung oft mit Angst, Unsicherheit oder Sorge verknüpft ist. Diese Gefühle sollen mittels erlebnisorientierter Techniken durch positive Emotionen wie Neugier oder Freude durch ein Miteinander-Gefühl ergänzt oder ersetzt werden. Dies geschieht über die Herstellung positiver Erlebnisse, etwa durch Feste oder andere Events.

Uns liegen keine wissenschaftlichen Ergebnisse dazu vor, inwieweit durch erlebnisorientierte Instrumente Verhaltensänderungen bewirkt werden können. Es steht jedoch zu erwarten, dass die Wirkung solcher Techniken eher indirekt ist, indem sie Leute dazu anregen, über bestimmte Themen nachzudenken oder offener für entsprechende Sachinformationen werden. Der Einsatz allein, kann sicher nicht komplexe Verhaltensänderungen bewirken.

Beispiel _ Solarlokal

SolarLokal ist eine bundesweite Imagekampagne für Solarstrom in Kreisen, Städten und Gemeinden, getragen von der Deutschen Umwelthilfe e.V. und der SolarWorld AG. Bei einer Luftballonaktion haben 20.000 Kinder 60.000 Luftballons mit Wünschen für eine „sonnige Zukunft“ aufsteigen lassen.

www.solarlokal.de

Beispiel _ Freistoß für Energieeffizienz

Die Roadshow "Freistoß für Energieeffizienz" fand kurz vor der Fußball-Europameisterschaft 2004 im Rahmen der Initiative Energieeffizienz der Deutschen Energieagentur statt. Fußballfans und andere schießwillige Passanten konnten dabei auf eine Torwand schießen, die aus acht Waschmaschinen bestand. Ziel war es, die Trommel zu treffen. Der erfolgreichste Schütze gewann das von einem Fußballprofi signierte Initiative EnergieEffizienz-Sporttrikot.

http://vre-archiv.bdew.de/vre/aktuell/Newsletter_IEE_2_Quart2004.pdf

Werbeartikel

Bei Werbeartikeln handelt es sich um Gegenstände, die mit dem Projekt oder der Kampagne in Verbindung gebracht werden (etwa durch Aufdruck des Kampagnenlogos) und ohne Gegenleistung verschenkt werden. Häufig handelt es sich um Kleinigkeiten, die in günstigeren Preiskategorien angesiedelt sind, wie Schlüsselanhänger, Kugelschreiber, Süßigkeiten, Plüschtiere oder Ähnliches.

Werbeartikel sollen an die Botschaft erinnern, das Projekt sympathisch machen sowie zu seiner Bekanntheit beitragen. Voraussetzung hierfür ist, dass der Artikel nicht gleich in den nächsten Mülleimer wandert. Dies ist wahrscheinlicher, wenn ein Artikel sowohl nützlich als auch originell ist. Ebenfalls wichtig ist es, bei den Werbeartikeln das „Corporate Design“⁶ des Projekts zu verwenden, damit der Artikel auch tatsächlich dazu beiträgt, dass das Projekt im Gedächtnis bleibt. Das kann z.B. durch die Farbe oder Form des Artikels noch verstärkt werden.

Zur Wirksamkeit von Werbeartikeln zur Verhaltensänderung in den Bereichen Klimaschutz oder Klimaanpassung liegen uns keine Studien vor. Auch hier gilt wie für die gefühlsorientierten Instrumente, dass die Wirkung eher indirekt sein dürfte, in dem die Empfänger dazu angeregt werden, sich mit dem Thema auseinander zu setzen oder im besten Fall mit anderen darüber zu sprechen. Je sympathischer der Werbeartikel beurteilt wird, desto positiver wird auch das Projekt selbst beurteilt. Allerdings ist das lediglich eine gute Vor-

⁶ Als Corporate Design bezeichnet man ein einheitliches Erscheinungsbild einer Organisation oder eines Projekts. Dazu kann z.B. ein Logo, eine bestimmte immer wiederkehrende Farbe oder eine bestimmte Art der Gestaltung von Kommunikationsmitteln gehören. Auf diese Weise soll bei jedem Kontakt ein Wiedererkennungseffekt erreicht werden.



aussetzung, sich für weitergehende Informationen und dem Projektanliegen zu öffnen. Für eine konkrete Verhaltensänderung müssen jedoch noch andere hier beschriebene Instrumente verwandt werden.

Beispiel _ Stromsparwettbewerb Glühwürmchen

Beim Stromsparwettbewerb Glühwürmchen der Energieinitiative Altstadt wurden Glühwürmchen-Plüschtiere verschenkt, sowie Luftballons, Aufkleber für Autos und Briefkästen, Bierdeckel, jeweils mit dem Kampagnenmaskottchen Glühwürmchen und dem Slogan der Kampagne „Mach mit - spar WATT ein“ versehen.

4.2.2 ANSATZPUNKT VERHALTENSUMFELD

Auf das Verhaltensumfeld, welches das Verhalten von Personen ermöglicht oder beschränkt, kann über verschiedene Maßnahmen Einfluss genommen werden:

- Technische/organisatorische Veränderungen
- Weiterbildung von Schlüsselakteuren
- Anreizsetzungen und Belohnungen
- Gesetzliche Rahmenbedingungen
- Prompts (Hinweisreize)

Technische/organisatorische Veränderungen

Bestimmte Veränderungen des (physischen) Umfeldes oder der Situation sollen die Ausführung des gewünschten Verhaltens erleichtern und dieses Verhalten somit wahrscheinlicher machen. Das kann beispielsweise durch den Einsatz bestimmter Technologien geschehen (z.B. die Heizung schaltet sich automatisch aus, wenn das Fenster auf Kippe steht), durch die Schaffung neuer Angebote oder auch durch eine sinnvolle Neuorganisation von Angeboten. Denkbar ist zum Beispiel eine stärkere Vernetzung zwischen den unterschiedlichen am Bau beteiligten Akteuren, damit eine Sanierung für Hauseigentümerinnen und -eigentümer weniger komplex und zeitaufwändig wird (vgl. nebenstehendes Beispiel).



Dieses Instrument kann auf sehr unterschiedliche Weisen umgesetzt werden, was eine allgemeine Bewertung erschwert. Es kann davon ausgegangen werden, dass sowohl im Klimaschutz- als auch im Klimaanpassungsbereich ein gut funktionierender, unterstützender Kontext eine Rolle spielt. Im Bauen/Wohnen sind beispielsweise Architekten und Handwerker notwendig, die sich mit baulichen Klimaschutz- bzw. Klimaanpassungsmaßnahmen auskennen. In Verkehr/Mobilität ist beispielsweise für die klimaschützende Nutzung des ÖPNV eine entsprechende Verfügbarkeit von ÖPNV unabdingbar.

Beispiel _ Solar-Paket Brucker Land Sonnenland

Der Landkreis Fürstfeldbruck, die Sparkasse Fürstfeldbruck und die Brucker Land Solidargemeinschaft entwickelte im Rahmen der Agenda 21 ein Solarpaket: Das Angebot umfasste unter anderem eine standardisierte Anlage, spezielle Solarkredite, die Installation und Qualitätssicherung. Vertrieben wurden die Anlagen über das lokale Handwerk. Da bei diesem Angebot alles „aus einer Hand“ kam wurde die Abwicklung für die Haushalte erheblich erleichtert. Innerhalb von drei Jahren konnten über 500 Anlagen verkauft werden. Das innovative Vorhaben wurde 1999 mit dem deutschen und europäischen EUROSOLAR-Preis ausgezeichnet.

Weiterbildung von Schlüsselakteuren

Hier handelt es sich ebenfalls um eine Strategie, die nicht direkt auf die eigentliche Zielgruppe (z.B. sanierungswillige Eigenheimbesitzerinnen und -besitzer) abzielt, sondern die Handlungsvoraussetzungen und Rahmenbedingungen verbessern soll. Durch Weiterbildung von Handwerk, Architektinnen und Architekten oder lokaler Kreditwirtschaft kann beispielsweise die Ausführung des Zielverhaltens „Sanierung“ erleichtert werden.

Es liegen keine systematischen Wirksamkeitsuntersuchungen vor. Von Experten werden v.a. im Baubereich Weiterbildungsmaßnahmen hinsichtlich Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen für Schlüsselakteure für wichtig erachtet.

Beispiel _ Solar - na klar!

Im Rahmen der bundesweiten Kampagne „Solar - na klar!“, koordiniert von B.A.U.M. e.V., sollen private Haushalte, Kommunen und Unternehmen für die Nutzung von Solarwärme gewonnen werden. Dabei wendet sich die Kampagne nicht nur an potenzielle Solaranlagen-

Käufer, sondern auch an das Handwerk: Dieses wurde mit umfassenden Informationspaketen und Qualifikationsangeboten versorgt.

http://www.baumev.de/doku_mente/kampagnen/2001/Solar_na_klar.html

Beispiel _ Interaktive Lerngruppen

Im Rahmen eines Projekts der Technischen Universität Hamburg-Harburg werden mit Raumplanerinnen und Raumplanern interaktive Lerngruppen durchgeführt.

Im Rahmen dieser Lerngruppen erhalten die Raumplanerinnen und Raumplaner Informationen bezüglich der verschiedenen Aspekte von Hochwasser und Hochwassermanagementstrategien; sie erstellen außerdem Hochwassermanagementpläne für ihre jeweiligen Viertel. Ein Schlüsselement der Lerngruppen ist das sog. Animationscenter, in dem Hochwassersituationen nachempfunden werden können (z.B. „Flood-Box“, die einen Teil eines Hauses im Hochwasser nachbildet).

www.kwra.or.kr/pds/download.php3?file_name=Pasche%20et%20al.pdf

Anreizsetzungen und Belohnungen⁷

Ein von außen gesetzter Anreiz soll dazu motivieren, ein bestimmtes Verhalten auszuführen. Nach der Ausführung des Verhaltens wird die Person „belohnt“. Der Anreiz bzw. die Belohnung ist häufig finanzieller Art, wobei es sich um kleine Beträge handeln kann (wie etwa der Verkauf von Energiesparlampen zu vergünstigten Preisen) sowie um umfangreichere Zuschüsse oder Steuererleichterungen. Auch immaterielle Anreize / Belohnungen sind möglich, z.B. eine Ehrung durch die Bürgermeisterin oder den Bürgermeister.

Die meisten Befunde sprechen dafür, dass Verhalten mit Hilfe von Anreizen bzw. Belohnungen geändert werden kann. Allerdings wird das „neue“ Verhalten häufig nur so lange ausgeführt, wie die Belohnung gegeben wird. Somit sind Belohnungen zur langfristigen Än-

⁷ Ein Anreiz wird hier als die Ankündigung einer Belohnung verstanden. Die Ankündigung sollte auch immer eine tatsächliche Belohnung nach sich ziehen, weshalb wir diese beiden Instrumente zusammen behandeln (vgl. auch Homburg & Matthies, 1998).

derung von Gewohnheitsverhaltensweisen wenig geeignet; sollen jedoch einmalige Handlungen erreicht werden (z.B. Dachisolierung), ist es durchaus sinnvoll, Anreize bzw. Belohnungen zur Motivation zu nutzen. Damit können als zu „teuer“ empfundene Zielverhaltensweisen für die Zielgruppen günstiger oder attraktiver werden.

Ein grundsätzliches Problem beim Einsatz von Belohnungen (das auch verantwortlich für die kurze Dauer des Effekts sein könnte) ist, dass Veränderungen der Einstellung kaum erreicht, wenn nicht sogar verhindert werden. Menschen suchen innerlich immer nach einem Grund für ihr Verhalten. Wenn eine Belohnung von außen gegeben wird, so kann das Rechtfertigung genug für eine neue Verhaltensweise sein; die Person zieht dann einen möglichen inneren Antrieb (z.B. „Ich habe mich so verhalten, weil mir die Umwelt wichtig ist“) eher weniger als Grund für ihr Verhalten in Betracht.

Beispiel _ KEBAB Klimakampagne

Im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung führte die KEBAB GmbH eine Klimakampagne für Mieterhaushalte durch. Diese umfasste unter anderem einen Sparmonat, während dem die Haushalte 15% Strom und/oder Gas gegenüber dem Vormonat einsparen sollten. Als Anreiz diente die Verlosung von energiesparenden Kühlschränken, für die sich diejenigen qualifizierten, die das Einsparziel erreichten.

Gesetzliche Rahmenbedingungen

Das Zielverhalten wird hier in Form von Gesetzen, verbindlichen Standards, Pflichten oder Begrenzungen vorgeschrieben (einen Überblick geben Kaufmann-Hayoz et al., 2001). Zum Beispiel schreibt das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz die verpflichtende Nutzung von erneuerbaren Energien bei der Wärmenutzung im Wohnbereich vor.

Zwar können durch die Änderung der gesetzlichen Rahmenbedingungen auf einen Schlag sehr viele Menschen erreicht werden; allerdings sind in der Regel auch hier flankierende Instrumente sinnvoll, damit das vorgeschriebene Zielverhalten akzeptiert wird und die Kontrollkosten nicht ins Uferlose steigen. Denn wenn eine Vorschrift oder ein Gesetz lediglich als sinnloses Verbot und Einschränkung der individuellen Freiheit wahrgenommen wird, besteht die Gefahr, dass nach Wegen gesucht wird, das ursprüngliche Verhalten beizubehalten oder dass in anderen Verhaltensbereichen nach dem Motto „jetzt erst recht“ gegen die „Ökodiktatur“ protestiert wird. Deshalb sollten gleichzeitig Wissen über die Vorteile des Zielverhaltens vermittelt und Normen adressiert werden.

Beispiel _ Solarpflicht in Vellmar

Die nordhessische Kleinstadt Vellmar hat im Jahr 2002 als erste Kommune in Deutschland eine öffentlich-rechtliche Baupflicht für Solaranlagen eingeführt. Die Solarthermispflicht galt für alle Neubauten im Neubaugebiet „Auf dem Osterberg“, das ca. 12 Hektar umfasst. Die Ergebnisse einer Akzeptanzstudie finden sich unter

http://www.energie2000ev.de/projekte/solar_vellmar/index.htm

Prompts (Hinweisreize)

Bei sog. „Prompts“ handelt es sich um schriftliche, knapp formulierte Verhaltensaufforderungen. So wird zwar auch Handlungswissen vermittelt, dies geschieht jedoch in Form einer konkreten Aufforderung genau in der Situation, in der ein Verhalten ausgeführt oder unterlassen werden soll. Zum Beispiel können Autofahrerinnen und Autofahrer durch ein Hinweisschild „Bitte Gas weg! Schule“ dazu aufgefordert werden, im Bereich der Schule langsamer zu fahren. Prompts sollten dabei immer gut sichtbar angebracht und spezifisch formuliert sein. Wenn ein Prompt z.B. zum Licht ausschalten beim Verlassen des Raumes animieren soll, sollte dieser in dem Moment sichtbar sein, in dem eine Person den Raum verlässt (z.B. neben der Türklinke) und der Prompt sollte sich speziell auf das Zielverhalten „Licht ausschalten“ beziehen (z.B. „Licht aus?“ statt „Spare Energie!“).

Generell konnten für Prompts positive Effekte gefunden werden, wobei sich viele der Studien nicht mit Klimaschutz- oder Klimaanpassungsverhalten sondern mit dem Sauberhalten von Straßen, Parks oder öffentlichen Gebäuden beschäftigen (einen Überblick geben z.B. Huffman et al., 1995). Um wirksam zu sein, sollten die Prompts höflich formuliert sein und nicht befehlend oder fordernd, da sie sonst Widerstände provozieren können.

4.2.3 ANSATZPUNKT SOZIALE NETZWERKE

Einzelne Menschen zur Verhaltensänderung zu bewegen ist ein aufwändiges Unterfangen. Zudem sind es bei vielen Klimaschutz- und Klimaanpassungshandlungen nicht einzelne Menschen sondern Gruppen, die aktiv werden müssen (etwa beim Tempolimit). Die Herangehensweise dieses Ansatzes ist es deshalb, mit einer Idee nicht auf jeden Menschen einzeln zuzugehen, sondern stattdessen die *eigenständige Verbreitung* der Idee zu fördern. Dies



geschieht über sog. „Diffusionsprozesse“⁸ in schon bestehenden sozialen Netzwerken. So können z.B. systematisch Multiplikatorinnen und Multiplikatoren wie Pfarrerinnen und Pfarrer, Lehrerinnen und Lehrer, Vereinsvorsitzende etc. eingebunden werden, die über ihre zentrale Position im sozialen Netzwerk eine Idee in die Breite tragen.

Auch Weitermachen-Weitersagen-Aufgaben setzen am sozialen System an: Hierbei werden von einigen „Personen-Startpunkten“ aus Aufgaben (z.B. Energiesparlampe kaufen) oder Botschaften an eine Person weitergereicht, mit der Bitte, sie wiederum an andere Personen (Freundinnen und Freunde, Bekannte, Nachbarn, Kolleginnen und Kollegen) weiterzugeben. So sollte sich die Botschaft im Sinne eines Schneeballeffekts schnell weiterverbreiten. Alle Multiplikatorinnen und Multiplikatoren, die sich beteiligen, fungieren als soziale Modelle (s.o.). Dadurch, dass sie bei der Aktion mitmachen, sind sie Vorbilder für andere, ebenfalls mitzumachen. Dadurch, dass sie die Zielverhaltensweisen umsetzen (z.B. Energiesparlampen kaufen oder Hochwasservorrichtungen am Haus anbringen) können sie als Modelle für Nachbarn, Freundinnen und Freunde etc. dazu beitragen, dass diese die Verhaltensweisen ebenfalls ausführen. Da die Modelle bekannt und vertrauenswürdig sind, haben sie oftmals einen größeren Einfluss, als es bei unbekanntem Personen oder einer anonymen Organisation der Fall wäre. Wenn unterschiedliche Multiplikatorinnen und Multiplikatoren eingesetzt werden, ist die Chance zudem groß, dass auch vielfältige Zielgruppen erreicht werden, was ein wesentlicher Vorteil gegenüber einer Strategie ist, bei der die Zielgruppe direkt (z.B. durch Pressearbeit oder Plakate) ohne „zwischengeschaltete“ Multiplikatorinnen und Multiplikatoren angesprochen wird.

Ein Unterschied zu den bereits aufgeführten Instrumenten ist zudem, dass die Zielgruppe hier ihre passive Rezipientenrolle verlässt und stattdessen selbst aktiv an der Verbreitung der Idee oder der Botschaft beteiligt wird. In dem Moment, wo die Botschaft von Person zu Person weitergegeben wird, werden die Personen selbst zu aktiv Beteiligten an der Strategie. Diese Strategie des sog. „partizipativen sozialen Marketings“ wurde von einer Arbeitsgruppe an der Universität Kiel entwickelt und im Rahmen der Klimaschutzaktion Nordlicht (s. nebenstehendes Beispiel) aufgegriffen.

Beispiel _ Klimaschutzaktion Nordlicht

Bei Nordlicht, der „Klimaschutzaktion zum Mitmachen“ der Universität Kiel, wurden soziale Netzwerke aktiviert, um neue Verhaltensweisen zu verbreiten. Auf einem Handzettel waren relativ leicht umsetzbare Möglichkeiten, Strom und Wasser zu sparen, beschrieben.

⁸ Diffusion bedeutet in diesem Zusammenhang die Ausbreitung einer neuen Idee oder Verhaltensweise von einer Quelle bis hin zu den Personen, die die Idee oder die Verhaltensweise übernehmen und umsetzen.

Zum Beispiel wurde vorgeschlagen, zwei Energiesparlampen zu kaufen: Eine für den eigenen Gebrauch und eine zum Verschenken. Diese Handzettel wurden über Multiplikatorinnen und Multiplikatoren in Schulen, Kirchengemeinden, Eltern- und Umweltgruppen, Betriebsräte, Vereine der unterschiedlichsten Art und Nachbarschaftsinitiativen in die Breite getragen. So wurde die Kampagne im Wesentlichen von den Bürgerinnen und Bürgern vor Ort vorangebracht. Der Druck der Handzettel und z.T. die Verbreitung fanden über lokale und regionale Sponsoren statt (z.B. Landkreise, Städte, Gemeinden, Versicherungen, Vereine, Banken). Diese konnten dafür als Anreiz ihr Logo auf die Rückseite des Handzettels drucken. Über einen Abschnitt auf der Rückseite des Handzettels konnten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer dem Projektteam mitteilen, dass sie bei der Aktion mitmachen; die Beteiligungsrate wurde fortlaufend über die Presse rückgemeldet.

www.nordlicht.uni-kiel.de

Quellen

Becker, L.J. 1978. Joint effect of feedback of feedback and goal setting on performance: A field study of residential energy conservation. *Journal of Applied Psychology*, 63 (4), 428-433

Darby, S. 2006: The effectiveness of feedback on energy consumption. A review für Defra of the literature on metering, billing and direct displays. Environmental Change Institut, University of Oxford.

Foxx, R.M., Schaeffer, M.H. 1981. A company-based lottery to reduce the personal driving of employees. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 14, 273-285

Homburg, A. & Matthies, E. 1998. *Umweltpsychologie: Umweltkrise, Gesellschaft und Individuum*. Weinheim: Juventa.

Homburg, A., Prose, F. & Bendrien, J. 2004. Klimaschutz - Wie geht das? Entwicklung einer Strategie zur Förderung des Klimaschutzhandelns auf kommunaler Ebene. *Umweltpsychologie* 8 (1), 168-184.

Huffman, K.T., Grossnickle, W.F., Cope, J.G. & Hoffman, K.P. 1995. Litter Reduction: A Review and Integration of the Literature. *Environment and Behavior*, 27

Kahnemann, D., Slovic, P. & Tversky, A. 1982. *Judgement unter uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge: Cambridge University Press.

Katzev, R., Wang, T. 1994. Can Commitment change behavior? A case study of environmental actions. *Journal of Social Behavior and Personality*, 9, 13-26



Kaufmann-Hayoz, R., Bättig, C., Bruppacher, S., Defila, R., Flury-Kleubler, P., Di Giulio, A., Garbely, M., Gutscher, H., Jegen, M., Mosler, H.-J., Müller, A. & Noth, N. (2001). A typology of tools for building sustainable strategies. In Kaufmann-Hayoz, R. & Gutscher, H. (Hrsg.), *Changing Things - Moving People. Strategies for Promoting Sustainable Development at the Local Level* (pp. 33-113). Basel: Birkhäuser.

Mack, B. 2007. *Energiesparen fördern durch psychologische Interventionen*. Münster: Waxmann.

McCalley, L.T., Midden, C.J.H. 2002. Energy conservation through product-integrated feedback: The roles of goal setting and social orientation. *Journal of Economic Psychology*, 23, 589-603

Mosler, H.J., Gutscher, H. 1998. Umweltpsychologische Interventionen für die Praxis. *Umweltpsychologie*, 2 (2), 64-79

Pardini, A.U., Katzev, R.D. 1983/1984. The effect of strength of commitment on newspaper recycling. *Journal of Environmental Systems*, 13, 245-254

Spacarelli, S., Zolik, E. & Jason, L.A. 1989/90. Effects of verbal prompting and block characteristics on participation in curbside newspaper recycling. *Journal of Environmental Systems*, 19, 45-57

Staats, H.J., Wit, A.P & Midden, C.Y.H. 1996. Communicating the greenhouse-effect to the public: Evaluation of a mass media campaign from a social dilemma perspective. *Journal of Environmental Management*, 45, 189-203.

Winett, R.A., Leckliter, I.N., Chinn, D.E., Stahl, B. & Love, S.Q. 1985. Effects of television modeling on residential energy conservation. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 18, 33-44



5 STRATEGIE ZUR FÖRDERUNG KLIMASCHÜTZENDEN BZW. KLIMAANGEPASSTEN VERHALTENS IN BAUEN/WOHNEN UND VERKEHR/MOBILITÄT

*JULIA WERNER, JANA WERG, ANDREAS HOMBURG, ANDREAS STOLBERG, TORSTEN
GROTHMANN & DÖRTHE KRÖMKER*

Überblick

Nachdem im vorangegangenen Kapitel 4 ein Überblick über die „7-Schritte-Strategie“ zur Förderung von Klimaschutz und Klimaanpassung in Privathaushalten gegeben wurde (siehe Kap. 4.1), wird sie nun in diesem Kapitel detailliert vorgestellt. Wie bereits in Kapitel 4 werden Praxisbeispiele aus den Handlungsfeldern Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität herangezogen, um die verschiedenen Strategieschritte zu verdeutlichen. Am Ende jedes Strategieschrittes werden zudem unter der Überschrift „Weitere Infos“ Angaben zu weiterführender Literatur und themenbezogenen Internetseiten gegeben. Die umfangreiche Literatur, die der hier entwickelten 7-Schritte-Strategie zu Grunde liegt, wird am Ende des Kapitels 5 aufgeführt.

Die sieben Schritte im Überblick:

- Kernteambildung (Schritt 1)
- Vor-Ort-Analyse (Schritt 2)
- Partizipative Zielfindung (Schritt 3)
- Planung der Strategie (Schritt 4)
- Umsetzung der Strategie (Schritt 5)
- Evaluation (Schritt 6)
- Rückmeldung und Planung nächster Schritte (Schritt 7)

5.1 KERNTTEAMBILDUNG (SCHRITT 1)

Dieser Schritt umfasst:

- Kontakt aufnehmen (siehe Kap. 5.1.1)
- Schaffen einer tragfähigen Organisationsstruktur (siehe Kap. 5.1.2)
- Leitbild erarbeiten (siehe Kap. 5.1.3)

5.1.1 KONTAKT AUFNEHMEN

Ziel ist es, ein Kernteam zu bilden, das das Vorhaben von Anfang bis Ende steuert und organisiert. Hier laufen die Fäden zusammen, Entscheidungen werden gefällt und alle wichtigen Informationen liegen vor. Nach außen ist das Kernteam Ansprechpartner des Projekts, nach innen „Herz und Gehirn“.

Zu Beginn gilt es, eine überschaubare Gruppe von Personen zu bilden, die an dem ange-dachten Klimaschutz- oder Klimaanpassungsprojekt mitwirken möchten. Die Aufgabe dieses „Kernteams“ ist es, den Prozess von Anfang bis Ende zu steuern und zu organisieren. Bei der Zusammensetzung des Kernteams sollte darauf geachtet werden, dass möglichst auch Expertinnen und Experten für den Klimaschutz bzw. die Klimaanpassung Mitglieder des Kernteams sind: im Bauen/Wohnen z.B. Architekten oder Bauingenieure, in Ver-kehr/Mobilität z.B. Verkehrsplaner. Sofern die Zielgruppe des Projekts bereits klar defi-niert ist, sollten auch Mitglieder der Zielgruppe in das Kernteam integriert werden. Um eine gute Arbeitsfähigkeit im Kernteam zu garantieren, sollte eine Gruppengröße von 10 Personen möglichst nicht überschritten werden.

Zunächst ist zu klären, aus wie vielen Personen das Kernteam insgesamt bestehen soll: Gibt es schon eine Gruppe, die groß genug ist, um etwas auf die Beine zu stellen? Oder müssen weitere Mitstreiterinnen und Mitstreiter gewonnen werden? Ist letzteres der Fall, sollte die Ansprache potenzieller Mitstreiterinnen und Mitstreiter wohlüberlegt sein, damit sie erfolg-reich ist. Hierfür können folgende Punkte Anregungen geben (Grobe & Kreusel, 2004):

- **Vorläufige Ziel- und Strategieentwicklung:** Vor der Kontaktaufnahme zu potenziellen Mitstreiterinnen und Mitstreitern sollte Klarheit über das grobe Ziel des zu bildenden Kernteams (z.B. Förderung der energieeffizienten Gebäudesanierung) und über erste Strategieansätze zur Zielerreichung bestehen. Schließlich müssen die potenziell Aktiven wissen, worauf sie sich einlassen. Gleichzeitig darf aber nicht der Eindruck entstehen, alles Wesentliche sei schon festgelegt und Neulinge könnten sich nicht mehr mit eigenen Ideen einbringen. Daher findet die *spezifische* Zielformulierung erst dann statt, wenn ein Kernteam gebildet ist (siehe Schritt 3 Partizipative Zielfindung)

- **Differenzierte Angebotsformen:** Den potentiellen Mitstreiterinnen und Mitstreitern muss die Möglichkeit gegeben werden, sich ihren individuellen Bedürfnissen und Interessen entsprechend inhaltlich und zeitlich einzubringen.
- **Persönliche Ansprache:** Persönliche Ansprache ist der effektivste und effizienteste Weg zur Gewinnung von Mitstreiterinnen und Mitstreitern.
- **Sinnvolle Aufgaben:** Bei der Ansprache von potentiellen Mitstreiterinnen und Mitstreitern sollte kommuniziert werden, dass deren Arbeit gebraucht wird und sinnvoll ist.
- **Berücksichtigen verschiedener Interessen:** Die potentiellen Mitstreiterinnen und Mitstreiter sollten das Gefühl vermittelt bekommen, dass sie die Arbeit innerhalb des Kernteams entsprechend eigener Interessen mitgestalten können.
- **Nutzen:** Der mögliche Nutzen, der sich aus der Mitarbeit in der Gruppe ergeben kann, sollte kommuniziert werden. Zum Beispiel kann über Öffentlichkeitsarbeit Ansehen erlangt oder am Ende eines Projekts können Kernteammitglieder für ihren Einsatz mit einem Zertifikat belohnt werden. Für Expertinnen und Experten sowie Akademikerinnen und Akademiker sind eventuell Publikationen im Rahmen des Projekts attraktiv. Die Aussicht auf Anerkennung kann zudem die Motivation zum Engagement erhöhen.

Erfahrungen haben gezeigt, dass häufig der sukzessive Aufbau des Kernteams sinnvoll ist. Es könnten dementsprechend beispielsweise zunächst zwei stark motivierte Kernteammitglieder gewonnen werden; mit diesem Klein-Kernteam kann dann bereits eine erste Ziel- und Strategieentwicklung vorgenommen werden. Auf diese Weise kann die Ansprache weiterer potentieller Mitstreiterinnen und Mitstreiter (s.o.) erleichtert werden.

Beispiel _ Kontakt aufnehmen

In Kiel arbeitete zwischen 1997 und 2000 ein Kernteam bestehend aus dem Klimaschutzkoordinator der Stadt Kiel und Forschenden der Universität Kiel zusammen. Gemeinsames Anliegen der Gruppenmitglieder war es, als „Keimzelle“ für Klimaschutzprozesse in der Region zu fungieren. 1996 fand die Kontaktaufnahme statt, darauf folgten 1997 eine vorläufige Ziel- und Strategieentwicklung und erste gemeinsame Projekte (z.B. ein Verkehrsworkshop in der Verwaltung). Später wurden weitere Partnerinnen und Partner hinzugezogen und die Gruppe widmete sich der Entwicklung und Umsetzung modellhafter Klimaschutzkampagnen.

<http://www.psychologie.uni-kiel.de/nordlicht/publik/dfgll/kap3.3.htm>

Weitere Infos

Einen guten Überblick darüber, was bei der Gewinnung von Mitstreiterinnen und Mitstreitern beachtet werden sollte, liefert das Kapitel 4 „Ressourcen mobilisieren – Ehrenamtliche gewinnen und managen“ in:

- Grobe, R. & Kreusel, I. (2004): Navigationshilfe für Umweltbewegte. Methoden für erfolgreiches Engagement. Herausgegeben vom Deutschen Naturschutzring. München: Ökom-Verlag.

Weitere Informationen zur Gewinnung von Mitstreiterinnen und Mitstreiter, bzw. Freiwilligen und Ehrenamtlichen finden sich unter dem Stichwort „Engagementförderung“ auf:

- www.buergergesellschaft.de

5.1.2 SCHAFFEN EINER TRAGFÄHIGEN ORGANISATIONSSTRUKTUR

Ziel ist die Etablierung gut funktionierender Strukturen und Arbeitsweisen, damit das Kernteam langfristig arbeitsfähig und motiviert bleibt.

Um im Kernteam tragfähige Strukturen zu schaffen, können folgende Punkte berücksichtigt werden (Grobe & Kreusel, 2004):

Regelmäßige Gruppensitzungen: Das Kernteam sollte sich von Anfang an regelmäßig treffen und sich zu Beginn einigen, wie häufig Treffen stattfinden sollen. Bei der Bearbeitung einzelner Aufgaben sollten zusätzliche Treffen vereinbart werden, an denen lediglich die jeweils Beteiligten teilnehmen (müssen).

Klarheit über anfallende Aufgaben und Zuständigkeiten: Das Kernteam sollte entscheiden, wie es sich organisieren möchte. Dazu bedarf es zunächst einer Klarheit über anfallende Aufgaben. Zentrale Fragen hierbei sind:

- Welche Aufgaben fallen dauerhaft / regelmäßig / manchmal / optional an?
- Welche Arten von Entscheidungen müssen getroffen werden?
- Wer ist für die Erledigung dieser Aufgaben bzw. für das Treffen von Entscheidungen zuständig? Werden alle Entscheidungen demokratisch in der Gruppe getroffen oder von den jeweils Zuständigen?

Die Klärung dieser Fragen ist Voraussetzung dafür, dass anfallende Aufgaben effizient bearbeitet werden und dass diese nicht immer an denselben Personen „hängen bleiben“. In regelmäßigen Abständen sollte überprüft werden, ob Klarheit über Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten herrscht. Es sollte außerdem entschieden werden, welche Personen oder Gruppen „im Zweifelsfall“ Entscheidungen treffen, damit die Gruppe auch dann arbeitsfähig bleibt, wenn die Zuständigkeiten einmal unklar sind. Diese „Entscheidungsge-



walt im Zweifelsfall“ kann innerhalb des Kernteams rotieren; so wird vermieden, dass einzelne Personen zu viel Entscheidungsgewalt innehaben bzw. zu stark belastet sind.

Wissensmanagement (s. hierzu auch die Umfeld- und Akteursanalyse in Abschnitt 5.2.1): Wissen ist als Grundlage sinnvoller Entscheidungen unabdingbar. Sowohl inhaltliches Wissen bezüglich der Klimathematik (also theoretisches Wissen über mögliche Ursachen der Klimaänderungen und das Zusammenspiel beteiligter Faktoren) als auch Prozesswissen (Erfahrungen mit Projekten im Bauen und Wohnen) sind hierbei wichtig. Die Beachtung folgender Punkte kann bei der Gestaltung des Wissensmanagements hilfreich sein (vgl. BMWi, 2008):

- **Wissenbedarf identifizieren:** Welches Wissen wird voraussichtlich für die Planung und Durchführung des Projekts benötigt? Zum Beispiel kann es für die Planung von Projekten im Bereich Bauen / Wohnen wichtig sein, zu wissen, wie viele Personen im Eigenheim leben und wie viele zur Miete wohnen (hiervon ist abhängig welche Maßnahmen Bewohnerinnen und Bewohner umsetzen können beziehungsweise wollen), welche Kosten mit welchen baulichen Maßnahmen verbunden sind, welche Förderprogramme ggf. zur Senkung der Kosten in Frage kommen etc.
- **Wissensquellen identifizieren:** Welche Quellen, Experten, Personen, Institutionen etc. verfügen über das benötigte Wissen? Klimaschutz- und klimaanpassungsrelevante Daten können z.B. beim statistischen Bundesamt, beim Umweltbundesamt oder beim Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) recherchiert werden.
- **Wissen akquirieren:** Wissen kann durch Recherchen, Dokumentenanalyse, Gesprächen mit Expertinnen und Experten etc. akquiriert werden (vgl. auch Umfeld- und Akteursanalyse weiter unten im Leitfaden)
- **Wissen aktualisieren:** Der Wissensstand wird gerade in klimabezogenen Bereichen durch neue Forschungsarbeiten ständig aktualisiert. Referate, Kurzinput durch Expertinnen und Experten oder der Bezug von Newslettern zu relevanten Themen können zur Aktualisierung des bestehenden Wissens beitragen. Im Rahmen der Projektarbeit kann es auch sinnvoll sein, informellen Kontakt zu Expertinnen und Experten aufzubauen bzw. aufrecht zu erhalten; sowohl die Akquise als auch die Aktualisierung von Wissen kann so erleichtert werden.
- **Wissen verteilen:** Das Wissen sollte allen Mitgliedern des Teams zur Verfügung gestellt werden (s. hierzu Sicherung des Informationsflusses im folgenden Abschnitt).

Sicherung des Informationsflusses: Die Sicherung des Informationsflusses ist zum einen für die Abläufe innerhalb des Kernteams von großer Bedeutung. So wird sichergestellt, dass z.B. keine Informationen verloren gehen, keine Aufgaben unter den Tisch fallen oder doppelt erledigt werden. Eine etablierte Struktur für die Sicherung des Informationsflusses, die auch schriftliche Dokumentationen umfasst, ist zum andern eine wichtige Hilfe, um weiteren Kernteammitgliedern oder Kooperationspartnern den Einstieg zu erleichtern. Es sollten sowohl formale Dinge wie Entscheidungsverfahren, Sitzungstermine, Sitzungsergeb-



nisse als auch informelle wie Umgangsweisen und Vereinbarungen zur Dokumentation etc. festgehalten werden. Hilfreiche Mittel zur Sicherung des Informationsflusses sind:

- **Schwarze Bretter oder Infofächer:** Wichtige Informationen (E-Mails, Flugblätter u.a.) werden an einem leicht zugänglichen Ort abgelegt, so dass sich alle vor Sitzungsbeginn informieren können.
- **Fortlaufende Protokolle**
- **Paten / Patinnen-System:** Kann jemand ein Treffen nicht besuchen, berichtet der Pate / die Patin dieser Person über den Verlauf des Treffens.
- **Arbeitsgruppen:** Werden verschiedene Themen oder Aufgaben parallel bearbeitet, können Arbeitsgruppen (AGs) zu den einzelnen Themen gebildet werden. Die Termine dieser AGs sind allen bekannt und über die Ergebnisse der AGs wird im Rahmen der Gruppensitzungen berichtet.

Moderation: Durch Moderation können Gesprächsprozesse ergebnisorientiert entsprechend den Bedürfnissen der einzelnen Gruppenmitglieder strukturiert werden. Idealerweise sollten zentrale Sitzungen von externen Moderatorinnen oder Moderatoren moderiert werden. Der Vorteil hierbei ist die Neutralität (externe Moderatorinnen und Moderatoren sind z.B. nicht in Gruppenprozesse „verstrickt“) und Professionalität. Wenn das Geld für externe Moderatorinnen und Moderatoren fehlt, ist aber auch eine Moderationsschulung für einzelne Teilnehmer der Gruppe möglich. Die Moderatorenrolle kann dann von Treffen zu Treffen vergeben werden.

Gruppenatmosphäre: Die Kernteammitglieder sollten sich bei der Zusammenarbeit der Tatsache bewusst sein, dass weniger produktive Phasen oder auch Konflikte im Rahmen von Gruppenarbeiten normal sind und keinesfalls ein Scheitern der Zusammenarbeit bedeuten müssen. Jede Gruppe kann aber aktiv etwas dafür tun, die Kommunikation und damit auch die Arbeit innerhalb der Gruppe zu optimieren. Hierbei kann „Metakommunikation“ hilfreich sein: Als Metakommunikation bezeichnet man eine „Kommunikation über die Kommunikation“. Das Bewusstmachen der Art und Weise, wie in der Gruppe kommuniziert wird, soll die gleichberechtigte und konstruktive Art, miteinander umzugehen, erleichtern. Fragen, die sich die Gruppe bei der Reflexion ihrer Kommunikation stellen kann, sind:

- Lassen sich die Mitglieder gegenseitig ausreden?
- Beteiligen sich alle Mitglieder des Kernteams am Gespräch?
- Gibt es einzelne Personen, die mehr sagen bzw. gehört werden? Warum ist das so?
- Werden alle rechtzeitig über wichtige Treffen, anstehende Entscheidungen, Inhalte etc. informiert?
- Werden Entscheidungen von allen bzw. wie vereinbart getroffen?

- 
- Gibt es persönliche Konflikte zwischen einzelnen Beteiligten? Wie kann man diese beilegen?

Durch die Beantwortung dieser Fragen können Kommunikationsprobleme in der Gruppe auf den Tisch gebracht und somit bearbeitet werden. Sollten schwerwiegende Probleme zu Tage treten, kann eine Unterstützung in Form einer externen Beratung hilfreich sein.

Zusätzlich können informelle Treffen der Gruppe einen positiven Beitrag zum Erhalt einer konstruktiven Gruppenatmosphäre darstellen: Gemeinsame Restaurant- oder Kneipenbesuche, bzw. generell informelle Aktivitäten stärken den Gruppenzusammenhalt. Sie fördern nicht nur die (informelle) Kommunikation zwischen den einzelnen Mitgliedern, sondern können auch einen Rahmen zur unkomplizierten Klärung von kleineren Konflikten in z.B. bilateralen Gesprächen bieten.

Weitere Infos

Gute Hinweise zur Organisation der Zusammenarbeit und zu Fragen der Gruppenatmosphäre finden sich in Kapitel 5 „Als Gruppe zusammenarbeiten“ in:

- Grobe, R. & Kreusel, I. (2004): Navigationshilfe für Umweltbewegte. Methoden für erfolgreiches Engagement. Herausgegeben vom Deutschen Naturschutzring. München: Ökom-Verlag.

Hilfreiche Tipps, wie sich Gruppen organisieren und konstruktiv zusammenarbeiten können geben zudem:

- Matthies, E., Homberger, I. & Matthäus, St. 2004. Lokale Agenda-Prozesse psychologisch steuern. Lengerich: Pabst Science Publishers

Sowohl Standardtechniken der Moderation für Einsteigerinnen und Einsteiger als auch innovative Methoden für erfahrene Moderatorinnen und Moderatoren finden sich in:

- Ulrich Lipp & Hermann Will (2002). Das große Workshop-Buch. Beltz, Auflage 6

Folgendes Buch trägt der Doppelfunktion einer Moderatorin oder eines Moderators als Spezialist für sowohl für Moderationstechnik als auch für den Kommunikationsprozess Rechnung. Es bietet sowohl einen Überblick über Moderationstechnik als auch über kommunikative Techniken zur Steuerung von Gruppen:

- Seifert, Josef W. (2003). Moderation und Kommunikation. Gruppendynamik und Konfliktmanagement in moderierten Gruppen. Gabal, 4. Auflage

Informationen zum Thema Wissensmanagement finden sich auf den Internetseiten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie:

- <http://wissenmanagen.net/Wissenmanagen/Navigation/Werkzeugkasten/Einsteiger/kerneprozesse,did=73334.html>

5.1.3 LEITBILD ERARBEITEN

Ziel ist die Entwicklung eines Leitbildes, mit dem sich alle Kernteammitglieder identifizieren.

Zu Beginn macht es Sinn, ein Leitbild für die eigene Arbeit zu entwickeln. Leitbilder beschreiben ganz allgemein einen gewünschten Zustand, den eine Gruppe von Menschen zu erreichen versucht (Straehle et al., 1999). Diese gemeinsame „Vision“ erfüllt verschiedene Funktionen: Sie gibt dem Kernteam im Verlauf des Prozesses Orientierung, trägt zu einer besseren Koordination der Beteiligten bei und gibt Kraft und Motivation zum Handeln (Matthies et al., 2004). Die Frage, wie genau die Vision oder der Zielzustand zu erreichen ist (Strategie, nächste Arbeitsschritte) wird hierbei noch außen vor gelassen. Die zentralen Fragen sind:

- Was ist unsere gemeinsame Vision? (z.B. das „Fitmachen“ der eigenen Gemeinde für den Klimawandel od. spezifischer: die Reduzierung der CO₂-Emissionen im Wohngebäudebestand um x % bis 2020)
- Wo wollen wir in x Jahren stehen?

Bei der Entwicklung eines Leitbildes sollten alle Kernteammitglieder beteiligt werden. Dies kann beispielsweise in Form eines moderierten Workshops geschehen.

Beispiel _ Leitbild erarbeiten

1996 gründeten sechs Moosburger Photovoltaikpioniere die „Solarfreunde Moosburg“ (später e.V.). Zunächst ging es darum einen Erfahrungsaustausch und eine Vergleichsauswertung unter den Anlagenbesitzern zu ermöglichen. In den darauf folgenden Jahren begannen die Solarfreunde Moosburg sich mehr und mehr für die Nutzung Erneuerbarer Energien (v.a. Solarthermie) in der Region einzusetzen, die öffentlichen Aktivitäten nahmen zu und die Gruppe verscrieb sich folgendem Leitbild:

Moosburg wird spätestens 2050 zu 100 % aus Erneuerbaren Energien versorgt (Energiewende). Dies wird auf eine ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltige Weise durch eine Zangenstrategie aus Energieeinsparung und Ausbau der Erneuerbaren Energien erreicht. Privatpersonen, Unternehmen, Vereine und öffentliche Hand arbeiten hierfür zusammen.

www.solarfreunde-moosburg.de

Weitere Infos

Eine Anleitung für einen Leitbildworkshop wurde B.A.U.M. Consult im Rahmen des Projekts 100%RENET entwickelt, freier Download unter:

- <http://www.100re.net/download/Leitbildworkshop.pdf>

5.2 VOR-ORT-ANALYSE (SCHRITT 2)

Dieser Schritt umfasst:

- Umfeld- und Akteursanalyse & Netzwerkaufbau (siehe Kap. 5.2.1)
- Klimarisikoabschätzung (bei Klimaanpassungsprojekten) (siehe Kap. 5.2.2)
- Potenzialanalyse und Festlegung der Zielverhaltensweisen (siehe Kap. 5.2.3)
- Ressourcenanalyse (siehe Kap. 5.2.4)
- Finanzquellen erschließen (siehe Kap. 5.2.5)
- Segmentierung und Auswahl möglicher Zielgruppen (siehe Kap. 5.2.6)
- Auswahl und Analyse von Zielgruppe(n) ohne empirische Segmentierung (siehe Kap. 5.2.7)

5.2.1 UMFELD- UND AKTEURSANALYSE & NETZWERKAUFBAU

Ziel ist es, möglichst viel über die aktuelle Situation vor Ort in Erfahrung zu bringen und mögliche Partnerinnen und Partner sowie Unterstützerinnen und Unterstützer zu identifizieren.

Das Gelingen von Klimaschutz- und Klimaanpassungsprojekten ist immer auch abhängig von den aktuellen Entwicklungen in der Region. Dazu gehört z.B. das politische Klima bezogen auf Klimaschutz, Klimaanpassung und innovative Ideen generell oder das Vorhandensein von anderen, konkurrierenden Themen, die die öffentliche Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen. Deshalb ist nun das Ziel, möglichst viel über aktuelle Themen und Entwicklungen herauszufinden, die für die das eigene Projekt von Bedeutung sein könnten. Wichtige Fragen sollten hier sein:

- Welche **aktuellen sozialen, ökonomischen und ökologischen Themen** beschäftigen die Gemeinde / die Region?

So kann z.B. eine hohe Arbeitslosigkeit eine Gemeinde stark beschäftigen und wenig Spiel für andere Themen lassen. Eine Implikation für die Strategieplanung könnte in die-



sem Falle eine Verknüpfung des Klimaschutz- bzw. Klimaanpassungsthemas mit der aktuellen Beschäftigungssituation sein („Bau- und Sanierungsmaßnahmen schaffen Arbeitsplätze“).

- Wie steht es um das **politische und gesellschaftliche Klima zum Thema Klimawandel, Klimaschutz bzw. Klimaanpassung?**

Neben der aktuellen Gesetzeslage (z.B. dem Klimaschutzprogramm der Bundesregierung) sollte auch das politische und gesellschaftliche Klima in der spezifischen Region / Kommune analysiert werden. Je weiter oben Klimaschutz und Klimaanpassung auf der politischen Agenda steht, desto leichter dürfte es z.B. sein, Mitstreiterinnen und Mitstreiter in Politik und Verwaltung zu finden. Im Bereich der Klimaanpassung ist das Interesse am Thema häufig wesentlich vom bisherigen Auftreten von Extremwetterereignissen (Sturm, Hitze, Starkregen, Hochwasser etc.) abhängig. Ob es derartige Ereignisse in der Vergangenheit gab und welche Schäden sie verursacht haben, sollte daher analysiert werden.

- Welche potenziellen **Kooperationspartner, Unterstützerinnen und Unterstützer** existieren?

Bevor mit der Strategieentwicklung begonnen wird, sollte festgestellt werden, wer auf kommunaler, regionaler oder bundesweiter Ebene sonst noch an diesem Thema arbeitet und ggf. ähnliche Ziele verfolgt. Möglicherweise kann die eigene Strategie bestehende Bemühungen sinnvoll ergänzen, Effekte verstärken oder die Inhalte in eine andere Zielgruppe tragen. Auch erste Überlegungen, welche Akteure zwar bisher nicht am Thema arbeiten, aber Interesse haben könnten, sollten hier angestellt werden. Wichtige Akteursgruppen für den Bereich Bauen/Wohnen sind z.B. Architektinnen und Architekten, das Handwerk, der Handel und die lokale Kreditwirtschaft, für den Bereich Verkehr/Mobilität z.B. lokale Verkehrsbetreiber (Omnibusunternehmen etc.).

Neben der Suche nach (professionellen) Kooperationspartnern sollte nun auch der Aufbau eines Unterstützer-Netzwerks angegangen werden. Eine wichtige Rolle können gute Kontakte zu Politik und Verwaltung spielen. Aber auch Personen, die entweder aufgrund ihres sozialen Status oder ihrer beruflichen Position Zugang zu ganzen Personengruppen („sozialen Netzen“) haben (z.B. Vereinsvorsitzende, Pfarrerinnen und Pfarrer, Kirchengemeindeglieder, Mieterbund, Interessenverbände von Immobilienbesitzerinnen und -besitzern) können wichtige Multiplikatorinnen und Multiplikatoren sein und sollten frühzeitig angesprochen werden. Ggf. kann auch eine Person mit besonderer gesellschaftlicher Stellung als Schirmherrin oder Schirmherr gewonnen werden und dem Projekt so den Rücken stärken. Diese Person muss nicht unbedingt selbst mit dem Thema befasst sein, sollte aber in der Öffentlichkeit ein hohes Ansehen genießen und dadurch des Projekts von Vornherein zu einem gewissen Stellenwert verhelfen können.

- Gibt es **kritische Stimmen oder Ereignisse zum Projektthema**, die die öffentliche Meinung beeinflussen? Inwiefern und von welcher Seite ist ggf. mit Widerständen zu rechnen?



Sehr wichtig für das spätere Erreichen der Zielgruppe ist ein umsichtiger Umgang mit Kritikerinnen und Kritikern. Wenn ein größerer Artikel über Schimmelpilze in energetisch sanierten Häusern in der Lokalpresse erschienen ist, gilt es zum Beispiel, zu Beginn einer Kampagne zur energetischen Sanierung zuerst den Sorgen oder Vorurteilen zu begegnen und diese argumentativ auszuräumen. Es ist also wichtig, sich auch über Gegenpositionen und kritische Ereignisse zu informieren, um im Rahmen des Projekts adäquat darauf eingehen zu können.

- Welche positiven oder negativen **Vor-Erfahrungen** liegen in der Region zum Thema vor?

Wenn bereits andere Projekte oder Aktionen in der Region durchgeführt wurden, um das Klimaschutz- oder Klimaanpassungshandeln (bzw. die Naturgefahrenvorsorge) zu fördern, sollten diese an dieser Stelle ausgewertet werden. Waren die Aktionen erfolgreich? Wenn nicht, woran sind sie gescheitert? Wie wurde in der Öffentlichkeit über die Aktionen gesprochen und welches Bild ist in den Köpfen der Bevölkerung hängen geblieben?

Methoden

Die für die Umfeld- und Akteursanalyse nötigen Informationen können auf zwei Wegen gewonnen werden: 1) Bei der „sekundären Analyse“ wird bereits bestehendes Material gesichtet. 2) Bei der „primären Analyse“ werden die benötigten Informationen durch eigene Erhebungen beschafft.

Bei der **sekundären Analyse** kann auf eine Reihe von unterschiedlichen Quellen zurückgegriffen werden:

- Internetseiten von Verbänden, Forschungseinrichtungen oder anderen Organisationen, die zum Thema arbeiten; von dort ggf. weiteren Hinweisen folgen
- Tageszeitungen, Lokalzeitungen, ggf. Vereinszeitschriften
- Datenbanken und amtliche Statistiken (z.B. statistisches Bundesamt, Bundesministerien, Umweltämter)

Der Vorteil dieses Vorgehens ist, dass es mit relativ wenig Aufwand und Kosten realisierbar ist. Ein Nachteil kann sein, dass das Material häufig für andere Zwecke erstellt wurde und daher die für das eigene Projekt zentralen Fragen eventuell nicht genau beantwortet werden.

Zu ergänzen ist die Auswertung bestehenden Materials daher durch **primäre Analysen**, d.h. durch eigene Erhebungen, meist in Form von Befragungen / Gesprächen. So können gut vernetzte Personen gefragt werden, wer in der Region am Thema arbeitet, politische Ak-



teure können zur politischen Stellung des Klimaschutz- bzw. Klimaanpassungsthemas befragt werden, Kampagnen- und Projekterfahrene in der Region können zu ihrer Arbeit befragt werden usw. Nähere Informationen zu Befragungsmethoden sind im Abschnitt „Zielgruppenanalyse“ (siehe Kap. 5.2.7) zu finden. Ein Vorteil von eigenen Erhebungen ist, dass diese genau auf den eigenen Bedarf abgestimmt sind und somit passgenaue Informationen erbringen. Nachteilig ist der höhere Zeitaufwand. Wenn es zeitlich und finanziell nicht möglich ist, eine umfassende primäre Analyse durchzuführen, gilt, dass auch das Führen weniger Gespräche mit ausgewählten Gesprächspartnern bereits seinen Zweck erfüllen kann; darauf sollte auf keinen Fall verzichtet werden.

Alle durch die primäre und die sekundäre Analyse gesammelten Informationen sollten nun sinnvoll gruppiert und zusammengefasst werden. Besonders wichtige Kernpunkte können dabei hervorgehoben und mit Schlussfolgerungen für das zu planende Projekt versehen werden.

Beispiel _ Netzwerkaufbau

Der aus dem Runden Tisch Laatzen hervorgegangene Verein „Laatzener Initiativen für Energieeinsparung LIFE e.V.“ initiierte 1998 einen stadtweiten Stromsparwettbewerb. Ziel war, dass sich 1.000 Haushalte zu „Einspar-Teams“ zusammenschließen und in sechs Monaten 10-15% Strom einsparen. Als Unterstützung konnten Stadt und Kommunalverband gewonnen werden (der Runde Tisch Laatzen war ursprünglich vom Umweltamt der Stadt Laatzen initiiert worden), die örtlichen Energieversorger, der Klimaschutzfonds und die örtliche Verbraucherzentrale, die ergänzend zum Wettbewerb kostenlose Energieberatungen anbot. Als prominenter Partner unterstützte der Bürgermeister von Laatzen den Stromsparwettbewerb: Er war einer der ersten Wettbewerbsteilnehmer und verfasste ein Vorwort für ein Anschreiben, das an Unternehmen Vereine, Kirchen, Schulen, Kindergärten und Hausverwaltungen ging. Darin wurde die Bedeutung der kommunalen Ebene für die in Rio de Janeiro beschlossenen Klimaschutzziele betont und die Adressaten wurden gebeten, selbst teilzunehmen und die Wettbewerbsidee in die Breite zu tragen.

5.2.2 KLIMARISIKOABSCHÄTZUNG (BEI KLIMAAANPASSUNGSPROJEKTEN)

Ziel ist es, bestehende Klimarisiken zu identifizieren, zu analysieren und daraus Maßnahmen (Vorbereitung, Vorbeugung) zu ihrer Verminderung abzuleiten (s. hierzu auch Mertsch, 2004 und GTZ, 2005).



Die regional spezifische Abschätzung von Klimarisiken (z.B. Zunahme von Extremwetterereignissen wie Sturm, Hitze, Starkregen in der Region) ist ein Strategieschritt, der nur bei Projekten zur Förderung der Klimaanpassung notwendig ist. Bei Klimaschutzprojekten kann auf die Risikoabschätzung verzichtet werden.; denn um Menschen einer Region für Klimaschutz zu motivieren, ist Wissen um die Auswirkungen des Klimawandels speziell für diese Region nicht notwendig.

Eine Risikoabschätzung ist Voraussetzung für ein erfolgreiches Risikomanagement, wobei in den meisten Fällen eine ungefähre Abschätzung ausreichend und keine dezidierte Analyse notwendig ist. Für eine vollständige Risikoabschätzung bedarf es in der Regel natur- und (!) sozialwissenschaftlicher Expertise. Es kann zum Teil aber auch auf vorhandene Informationen zugegriffen werden. Zum Beispiel wurden für viele hochwassergefährdete Gebiete in Deutschland bereits Hochwassergefahrenkarten erstellt, die öffentlich verfügbar sind (z.B. für das Einzugsgebiet Rhein). Allerdings basieren diese Gefahren- bzw. Bedrohungskarten auf vergangenen Hochwasserereignissen. Szenarien des zukünftigen Klimawandels und dadurch bedingte zu- bzw. abnehmende Niederschläge werden hier nicht berücksichtigt. Ebenso berücksichtigen die meisten bisher verfügbaren und öffentlich zugänglichen Daten und Karten zu Wind/Sturm, Hagel, Hitze etc. nicht den Klimawandel. Zudem handelt es sich bei den Daten und Karten zumeist nur um Gefahren- bzw. Bedrohungsinformationen. Diese enthalten keine Information darüber, ob in den gefährdeten Gebieten auch entsprechende anfällige Strukturen existieren (z.B. hochwassereschützte Bauten in hochwassergefährdeten Gebieten). Insofern ist in vielen Fällen eine für die eigene Region spezifische Risikoabschätzung notwendig.

Risikoabschätzungen sind aufgrund von unsicheren Szenarienergebnissen momentan noch sehr unsicher; trotzdem sollte mit der Planung und Durchführung von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel nicht gewartet werden. Zum einen wäre dies im Sinne des Vorsorgeprinzips eine kaum vertretbare Strategie, zum anderen würde damit einer trügerischen Hoffnung gefolgt: auch bei weiterer Verfeinerung der wissenschaftlichen Methoden werden die Ergebnisse von Klimaszenarien weiterhin in relativ großen Unsicherheitsspannen ausgedrückt werden müssen. Dies liegt vor allem begründet in der Unsicherheit zukünftiger Treibhausgasemissionen, den entscheidenden Treibern des Klimawandels.

Aufgrund der beschriebenen Unsicherheiten erscheinen „no-regret“ und „low-regret“ Strategien wesentlich viel versprechender (z.B. bei Sanierung der Kanalisation etwas höhere Auslegung als Schutz vor Starkregen). Diese Strategien bringen Vorteile mit sich und zwar unabhängig davon, welcher der vor dem Hintergrund des Klimawandels möglichen Zukunftszustände eintritt. „No-regret“ oder „Low-regret“ Handlungsoptionen stehen oft jedoch nicht zur Verfügung; hier müssen alternative Strategien zur Anwendung kommen (z.B. „low cost“-Steigerung der generellen Anpassungsfähigkeit: Prinzip des flexiblen, einfach erweiterbaren Hauses).

Vorgehen bei der Risikoabschätzung: Für eine vollständige Risikoabschätzung müssen sowohl eine Bedrohungs- als auch eine Anfälligkeitsanalyse durchgeführt werden. (Risiko ent-



steht beim Zusammentreffen von Bedrohung und Anfälligkeit.) Weil in den Bereichen Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität eine Anfälligkeit insbesondere gegenüber extremen Wetterereignissen (Sturm, Hitze, Starkregen etc.) besteht, ist eine Fokussierung auf diese Ereignisse im Rahmen der Klimarisikoanalyse sinnvoll.

Bedrohungsanalyse: Im Rahmen einer Bedrohungsanalyse werden die Eintrittswahrscheinlichkeit, das Ausmaß und die Dauer extremer extremer Wetterereignisse abgeschätzt. Bedrohungen sind z.B. Hochwasser oder Hitzewellen. Zentrale Fragen hierbei sind:

- Welche extremen Wetterereignisse sind in der Vergangenheit in der Region aufgetreten?
- Liegen bereits Informationen bei Stadt / Gemeinde bezüglich der Wahrscheinlichkeit, des Ausmaßes und der Dauer dieser Ereignisse vor? Wurden in diesen Informationen die durch den Klimawandel bedingten Veränderungen berücksichtigt? Wenn nein:
- Welche Informationen / Publikationen / Experten zu den Auswirkungen des Klimawandels für die Region sind verfügbar?

Anfälligkeitsanalyse: Die Anfälligkeitsanalyse untersucht und bewertet die potentiellen Schäden und Verluste in Folge eines extremen Naturereignisses und ihre gesellschaftlichen Ursachen wie Qualität von Infrastruktur oder fehlende soziale Absicherung. Anfälligkeiten sind z.B. Häuser einer nicht auf Hochwasser ausgerichteten Bauweise in hochwassergefährdeten Gebieten. Zentrale Fragen hierbei sind:

- Wie anfällig ist die Region für extreme Wetterereignisse?
- Welche Grundstücke / Häuser sind im Falle eines extremen Wetterereignisses besonders betroffen?
- Was sind die potentiellen Schäden, die ein extremes Wetterereignis unter gegenwärtigen Bedingungen verursachen würde?

Ergebnis der Risikoanalyse: Mögliche Ergebnisse der Risikoanalyse sind z.B. Risikokarten, Vorschläge für konkrete Maßnahmen z.B. bezüglich privater und öffentlicher Vorbeugung und Vorbereitung auf extreme Wetterereignisse, Frühwarnsysteme, Landnutzungs- und Raumplanung etc.

Entscheidungsregel: Wenn bereits in der Vergangenheit große Schäden durch Wetterextreme entstanden sind beziehungsweise diese in den letzten Jahren zugenommen haben, kann auf eine Bedrohungsanalyse verzichtet werden.

Beispiel _ Klimarisikoabschätzung

Das Land Oberösterreich hat in Kooperation mit klimarettung.at und dem Projekt AMICA für das Handlungsfeld Bauen und Wohnen auf Basis gründlicher Recherche einen „Persönli-

chen Haushaltskrisenplan“ erstellt, der die wichtigsten vorbeugenden Maßnahmen und solche für den Krisenfall in Form einer Checkliste behandelt.

www.klimarettung.at/de/283/

Weitere Infos

Ein ausführlicher Leitfaden für eine Klimarisikoabschätzung, unter besonderer Berücksichtigung der Unsicherheiten des Klimawandels, wurde vom United Kingdom Climate Impact Programme veröffentlicht (Englisch):

- Willows R.I., Connell R.K. (Eds.) (2003): Climate adaptation: Risk, uncertainty and decision-making. UKCIP Technical Report. UKCIP, Oxford.
http://www.ukcip.org.uk/images/stories/Pub_pdfs/Risk.pdf

5.2.3 POTENZIALANALYSE UND FESTLEGUNG DER ZIELVERHALTENSWEISEN

Ziel ist es herauszufinden, mit welchen Klimaschutz- bzw. Klimaanpassungsverhaltensweisen welche CO₂-Minderungspotenziale bzw. Schadenvermeidungspotenziale verbunden sind. Vor diesem Hintergrund werden Zielverhaltensweisen für das Projekt festgelegt.

Bei Potenzialanalysen handelt es sich um systematische Situations- und Szenarioanalysen. Auf der Basis von Ist-Analysen wird abgeschätzt, welche Emissionsminderungen bzw. Schadenminderungen unter bestimmten Bedingungen durch Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen möglich wären und deren Kosten werden ermittelt. Dies kann auf einer bundesweiten Ebene geschehen (z.B. Abschätzung des CO₂-Minderungspotenzials durch Anhebung der bundesweiten Sanierungsrate um 2%) oder mit spezifischen räumlichen Bezügen (z.B. Regionen) oder mit Bezug auf verwaltungstechnische Einheiten (z.B. einzelne Kommunen). Zumeist werden Potenzialanalysen mit der Formulierung von Minderungskonzepten bzw. Schadenvermeidungskonzepten verbunden (s. nebenstehendes Beispiel). Zur Abschätzung der Potenziale bedarf es in der Regel technischer Expertise. Einen Überblick über die theoretisch vorhandenen CO₂-Minderungspotenziale von Klimaschutzmaßnahmen bzw. Schadenreduktionspotenziale von Klimaanpassungsmaßnahmen in Bauen/Wohnen und Verkehr/Mobilität geben die Kapitel 9-12 des Kyoto^{Plus}-Navigators.

Vor dem Hintergrund der Potenzialanalysen werden nun die Verhaltensweisen festgelegt, die im Rahmen des Projekts gefördert werden sollen. In der Moosburger Potenzialstudie (s. nebenstehendes Beispiel) wären das sowohl die Förderung erneuerbarer Energien (v.a. Solarthermie) als auch verschiedene Verhaltensweisen zur Energieeinsparung. Die Hauptkrite-



rien bei der Auswahl der Zielverhaltensweisen können die CO₂-Minderungspotenziale bzw. Schadenvermeidungspotenziale bestimmter Handlungen sein; darüber hinaus sollten aber auch andere (ökologische, ökonomische und soziale) Nachhaltigkeitskriterien und mögliche Nebeneffekte von Zielhandlungen berücksichtigt werden, sowie mögliche Synergien und Konflikte zwischen dem Klimaschutz- und dem Klimaanpassungsziel (vgl. Kapitel 3.1).

Klimaschutz: Aus Kap. 9 wird ersichtlich, dass die bedeutendsten CO₂-Minderungspotenziale in der energetischen Sanierung des Gebäudebestandes liegen. Das tatsächlich erschließbare Potenzial weicht jedoch immer von diesem theoretischen Potenzial ab, da hier auch die Gegebenheiten vor Ort (Beschaffenheit des Gebäudebestandes, Bewohnerstruktur, Sonneneinstrahlung etc.) eine Rolle spielen. Deshalb sind für Potenzialabschätzungen im Bereich energetische Sanierung Daten über den Gebäudebestand vor Ort nötig. Für die Berechnung von CO₂-Minderungspotenzialen sind insbesondere Informationen über das Alter des Bestands und den Sanierungsgrad von Interesse. Manchmal sind entsprechende Daten über statistische Landesämter, Kommunalverwaltungen oder in der Region angesiedelte Forschungseinrichtungen erhältlich. Informationen zu Anlagen der Stromerzeugung sind aufgrund der Anschlussverpflichtung ggf. auch bei Energieversorgungsunternehmen erhältlich. Häufig liegen jedoch keine ausreichenden Informationen über den Gebäudebestand vor und die nötigen Daten müssen im Zuge einer Begehung selbst erhoben werden.

Informationen über den Verbrauch von elektrischer Energie, Fernwärme und Erdgas können häufig von den lokalen Energieversorgungsunternehmen bezogen werden. Diese verfügen in der Regel über Informationen zum aktuellen Verbrauch und zur Verbrauchsentwicklung, differenziert nach Sektoren. Zum Vergleich können bundesdeutsche Werte herangezogen werden (erhältlich über das statistische Bundesamt). Informationen über den aktuellen Verbrauch können nicht nur zur Identifizierung von Einsparpotenzialen herangezogen werden, sondern bei größeren Projekten auch als Basis-Niveau für die Evaluation verwendet werden (ist der Verbrauch nach dem Projekt geringer als vorher?). Zwar sind nicht alle Energieversorgungsunternehmen bereit, entsprechende Informationen bereit zu stellen; aufgrund der Relevanz des allgemeinen Klimaschutzdiskurses und der damit verbundenen Verantwortung für die Energiebranche dürfte die Kooperationsbereitschaft jedoch steigen.

Klimaanpassung: Einen Überblick über die theoretisch vorhandenen Möglichkeiten und Potenziale zur Minderung von Schäden an Eigentum, Leib und Leben durch Klimaanpassungsmaßnahmen im Bereich privates Bauen / Wohnen gibt Kap. 11. Die frühzeitige Realisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen lohnt sich auf mehreren Ebenen: Es können Schäden für Zusatzkosten für spätere Maßnahmen und mögliche wetter- und klimabedingte Schäden am Bau vermieden und gleichzeitig die Sicherheit und der Wohnkomfort erhöht werden.

Für den Bereich Klimaanpassung liegen in der Regel keine Gebäudestrukturdaten vor, hier sind also in jedem Falle Begehungen nötig, um etwa außen vorspringende statisch nicht genügend abgesicherte (Teil-)Dächer zu identifizieren. Da bei Starkregen- oder Hochwas-

serereignissen zudem die Inneneinrichtung stark betroffen sein kann, macht es Sinn, im Rahmen der Begehung auch Hausbesichtigungen durchzuführen, sofern bei den Bewohnern dazu eine Bereitschaft besteht. Das Potenzial von Maßnahmen, die sich z.B. auf die Anpassung eines Hauses gegenüber Hitze- und Kältewellen beziehen (z.B. Dämmung), kann jedoch z.T. auch über die Information von verwendetem Material und Beschaffenheit des Daches allein abgeschätzt werden.

Beispiel _ Potenzialanalyse

Studierende des Fachbereichs Landschaftsarchitektur an der Fachhochschule Weihenstephan haben unter der Leitung ihres Professors eine Potenzialstudie zu Erneuerbaren Energien in Moosburg erstellt. Darin wurden die Potenziale der verschiedenen erneuerbaren Energiequellen untersucht und ihre möglichen Beiträge für den Moosburger Gesamtenergiebedarf ermittelt. Der Potenzialstudie zufolge könnten Wärme und Strom auf eigener Fläche jeweils zu mehr als 40 % aus Erneuerbaren Energien abgedeckt werden. Der Rest könnte in einer gezielten Energie-Effizienz-Strategie ohne Einbuße an Lebensqualität eingespart werden. Angeregt wurde die Studie von der Initiative „Solarfreunde Moosburg“.

<http://www.solarfreunde-moosburg.de/moosbu3.pdf>

Weitere Infos Klimaschutz

In Kapitel 9 und 10 sind die CO₂-Minderungspotenziale verschiedener Handlungen im Bauen und Wohnen genau dargestellt.

Detaillierte Informationen zu Energieverbrauch und CO₂-Emissionen von Haushalten in Deutschland gibt eine Studie des statistischen Bundesamts:

- http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2006/UGR/Tabellenanhang__UGR-Studie.property=file.pdf

Informationen zur Durchführung einer Ist-Analyse im Bereich Erneuerbare Energien wurde von B.A.U.M. Consult im Rahmen des Projekts 100%RENET entwickelt:

- <http://www.100re.net/download/IST-Analyse.pdf>

Aktuelle Daten zu verschiedenen Klimaschutzrelevanten Themenfeldern und zu Klimaveränderungen finden sich auf den Internetseiten des Umweltbundesamts:

- www.umweltbundesamt.de

Weitere Infos Klimaanpassung

In Kapitel 11 und 12 sind die geschätzten Schadenminderungspotenziale einzelner Klimaanpassungsmaßnahmen für verschiedene Naturgefahren, die im durch den Klimawandel voraussichtlich zunehmen werden, dargestellt.

Eine detaillierte Darstellung von Maßnahmen im Hochwasserschutz findet sich in der Hochwasserschutzfibel des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung:

- www.bmvbs.de/Anlage/original_953503/Hochwasserschutzfibel.pdf

5.2.4 RESSOURCENANALYSE

Ziel ist es, einen Überblick über die für das Vorhaben zur Verfügung stehenden Ressourcen zu gewinnen.

Um ein Projekt zu planen, umzusetzen und zu evaluieren sind (je nach Größe und Beschaffenheit des Projekts) finanzielle und personelle Ressourcen nötig. Da die genaue Ausgestaltung des Projekts ganz wesentlich von den vorhandenen Ressourcen abhängt, lohnt sich vorab eine genauere Analyse.

Zentrale Fragen bei der Ressourcenanalyse sind:

- Welches finanzielle Gesamtbudget steht für das Projekt zur Verfügung bzw. muss gewonnen werden?
- Wie viel Zeit pro Woche oder pro Monat können die einzelnen Kernteammitglieder investieren?
- Können alle anstehenden Aufgaben mit den Kompetenzen der Kernteammitglieder bewältigt werden?
- Wenn nein, stehen Mittel zur Verfügung, um Aufträge an Externe zu vergeben (z.B. um die Erstellung von Materialien von einer Werbeagentur durchführen zu lassen)?
- Steht die nötige Ausrüstung zur Verfügung (Arbeitsraum, Computer, Faxgerät und Telefon, Drucker usw.)?

5.2.5 FINANZQUELLEN ERSCHLIEßEN

Ziel ist es, ggf. fehlende für das Projekt nötige (finanzielle) Mittel über geeignete Wege zu erschließen.



Zunächst gilt es abzuschätzen, welchen Umfang die benötigten finanziellen Mittel zur Durchführung des geplanten Vorhabens voraussichtlich haben werden. Es sollte ein Plan erarbeitet werden, wann welche Mittel zu welchem Zweck ausgegeben werden. Ein solcher Plan gibt einen guten Überblick über den Projektverlauf und liefert Zielmarken für die Mittelbeschaffung. Außerdem sind potentielle Spenderinnen und Spender in der Regel bereitwilliger tatsächlich zu spenden, wenn konkret dargestellt werden kann, wofür ihre Spenden verwendet werden (z.B. für eine Informationskampagne in einem Stadtteil zum Thema Hochwasserschutz) (Grobe & Kreusel, 2004; Fischer, 2007).

Grundsätzlich ist die Mittelbeschaffung eine kontinuierliche Aufgabe, für die die Verantwortlichkeiten innerhalb des Teams geklärt werden müssen.

Im Folgenden wird eine Übersicht über die verschiedenen Möglichkeiten zur Erschließung von Finanzquellen gegeben (vgl. Grobe & Kreusel, 2004). Weiterführende Quellen zu den verschiedenen Wegen finden sich unter „weitere Infos“ am Ende des Abschnitts.

- **Spendenbriefe:** Es werden Briefe an potenzielle Spenderinnen und Spender geschickt, mit der Bitte um finanzielle Unterstützung für ein bestimmtes Projekt. Dieser Brief sollte möglichst persönlich gestaltet sein, das Vorhaben, für das gespendet werden soll möglichst genau beschreiben und ein Response-Element wie einen Überweisungsträger enthalten (vgl. Grobe und Kreusel, 2004).
- **Spendensammlungen** im öffentlichen Raum (auf der Straße, auf Straßenfesten, Stände bei Veranstaltungen etc.). Lokale Straßenfeste und Veranstaltungen bieten die Möglichkeit, mit potentiellen Spenderinnen und Spendern in direkten persönlichen Kontakt zu treten. Eine anschauliche Erläuterung des geplanten Projekts erleichtert in der Regel die Sammlung von Spenden: Die Spenderinnen und Spender wollen schnell erkennen können wofür sie genau spenden.
- **Flohmärkte, Solidaritätsveranstaltungen, Tombolas:** Neben Spendensammlungen sind auf lokaler Ebene diverse weitere Möglichkeiten der Finanzmittelbeschaffung denkbar. So bieten z.B. Flohmärkte, Solidaritätsveranstaltungen, Tombolas u.ä. vor allem gute Möglichkeiten der Mittelbeschaffung, wenn nur relativ geringe finanzielle Mittel eingeworben werden müssen.
- **Sponsoring:** Unter Sponsoring wird die Zuwendung von Mitteln (Sach- oder Finanzmittel sowie Dienstleistungen) durch Sponsoren (z.B. Unternehmen) an Gesponsorte (z.B. einzelne Personen, Gruppen oder Organisationen) verstanden. Ökosponsoring erfreut sich aufgrund der öffentlichen Klimadebatte bei vielen Unternehmen immer größerer Beliebtheit. Daraus ergibt sich eine gute Chance, Mittelunterstützung für ein Projekt einzuwerben. Bei lokalen Projekten kann auch gerade die Ansprache kleinerer Unternehmen aus der Region mit Bezug zum Projektthema Erfolg versprechend sein (z.B. Hersteller von Dämmmaterial oder Installateure für Solaranlagen).

- **Online-Fundraising:** Sowohl Spenden als auch Mitglieder können über eine Projekt- bzw. Vereinswebsite oder über Emails angeworben werden. Dieser Weg ist bisher zwar lediglich in den USA erfolgreich begangen; die immer stärkere Nutzung des Internets lässt ähnliche Erfolge zukünftig jedoch auch in Deutschland als realistisch erscheinen (vgl. Grobe & Kreusel, 2004).
- **Projektanträge (Stiftungen, öffentliche Mittel):** Über Projektanträge können finanzielle Mittel bei Stiftungen, bzw. öffentlichen Fördermittelgebern eingeworben werden. Projektanträge enthalten stets ein Anschreiben, den eigentlichen Projektantrag und einen Kosten- und Finanzierungsplan. Die Stiftungen und öffentlichen Fördermittelgeber erstellen in der Regel Richtlinien für die an sie gestellten Förderanträge, die als Grundlage für den Projektantrag genutzt werden können. Vor der Beantragung eines Projekts sollte ausführliche Recherche zu relevanten Stiftungen und deren Förderkriterien unternommen werden.
- **Fördermittel für die Zielverhaltensweisen:** Neben der Mittelbeschaffung für das Projekt sollten auch Fördermöglichkeiten recherchiert werden, die die Zielgruppe bei der Umsetzung des Zielverhaltens finanziell entlasten. Es bestehen unterschiedliche Fördermöglichkeiten für energetische Sanierungsmaßnahmen und ökologisches Bauen, zum Beispiel von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), weitere Infos s.u..

Grundsätzlich müssen bei der Mittelbeschaffung auch rechtliche Aspekte berücksichtigt werden. So ist es beispielsweise bei der Werbung um Spenden sehr günstig, als gemeinnütziger Verein anerkannt zu sein, so dass den Spenderinnen und Spendern Spendenbescheinigungen ausgestellt werden können und die Zuwendungen somit steuerlich absetzbar sind; ein weiteres Beispiel ist die Notwendigkeit einer Spendensammelerlaubnis wenn Spenden im öffentlichen Raum (z.B. auf Veranstaltungen) gesammelt werden. Bei der Klärung der rechtlichen Fragen bezüglich der Mittelbeschaffung sollten im Zweifelsfall Experten zu Rate gezogen werden. Die aufgeführten Quellen sind bei einer ersten Klärung solcher Fragen ebenfalls hilfreich.

Weitere Infos

Genauere Information zu den verschiedenen Möglichkeiten der Mittelbeschaffung finden sich in Kap. 4 des folgenden Buches:

- Grobe, R. & Kreusel, I. (2004): Navigationshilfe für Umweltbewegte. Methoden für erfolgreiches Engagement. München: Ökom.

Einen Überblick über die verschiedenen Möglichkeiten für das Fundraising (gerade auch für kleinere Organisationen im Umweltbereich) inklusive einer Vorstellung von fast 100 Umwelt-Stiftungen und Tipps zur Antragsstellung findet sich in:

- Radloff, J, Rettenbacher, G.R., Wirsing, A. (2001). Fundraising. Das Finanzierungshandbuch für Umweltinitiativen und Agenda 21-Projekte. München.



Praxisnahe Informationen zu den Bereichen Fundraising und Stiftungen finden sich unter:

- www.wegweiser-buergergesellschaft.de

Auf folgender Website finden sich unter anderem Information zum Fundraising unter Berücksichtigung rechtlicher und steuerlicher Aspekte, Tipps zur inhaltlichen und gestalterischen Aufmachung von Spendenbriefen, Hintergrundinformation, Arbeitshilfen und Checklisten (z.B. Checkliste "So beantragen Sie öffentliche Fördermittel"):

- <http://www.nonprofit.de>

Folgende Website gibt einen Überblick über Fördermöglichkeiten für Vorhaben im Bereich Bauen, Sanieren und Energie sparen. (Aktuelle Förderungen der Städte, Landkreise, Gemeinden, Energieversorger, Bundesländer und des Bundes)

- <http://www.foerderdata.de/>

5.2.6 SEGMENTIERUNG UND AUSWAHL MÖGLICHER ZIELGRUPPEN

Ziel ist es, im Zuge einer Segmentierung voneinander abgrenzbare Gruppen zu identifizieren, deren Mitglieder sich im Hinblick auf ein bestimmtes Merkmal ähneln und daher (wahrscheinlich) auch ähnlich auf eine Ansprache reagieren. Anschließend werden eine oder mehrere Gruppen als Zielgruppe/n für das geplante Projekt ausgewählt.

In der Regel macht es keinen Sinn, mit einer Strategie alle Menschen anzusprechen, die prinzipiell in der Lage wären, das Zielverhalten auszuführen. Sich auf einzelne Gruppe(n) beschränken zu müssen, mag zwar zunächst desillusionierend sein, führt aber letztlich eher zum Erfolg als das Verteilen begrenzter Ressourcen nach dem Gießkannenprinzip auf alle Bevölkerungsteile. Denn unterschiedliche Teile der Bevölkerung müssen auch auf unterschiedliche Art und Weisen angesprochen werden, was im Rahmen einer einzigen Strategie in der Regel nicht geleistet werden kann. Eine klar abgrenzbare Zielgruppe ermöglicht es hingegen, die individuellen Bedürfnisse, Wünsche und Präferenzen der Gruppe bei der Konzeption der Strategie bzw. des Projekts zu berücksichtigen. Vorab ist zu sagen, dass eine Segmentierung, also die Identifizierung von abgrenzbaren Untergruppen methodisch recht komplex ist und in der Regel nur von Expertinnen und Experten (z.B. aus der Marktforschung) durchgeführt werden kann. Darum wird weiter unten über alternative Möglichkeiten der Zielgruppendefinition gesprochen.

Die Segmentierung, also die Identifizierung von abgrenzbaren Untergruppen, kann nach verschiedenen Merkmalen erfolgen, die sinnvoll mit den Projektzielen in Verbindung stehen sollten.

- 
- **Demographische Merkmale:** Zunächst kann die Segmentierung nach Merkmalen wie Geschlecht, Alter, sozialer Status, Familienstand etc. erfolgen. Zum Beispiel kann zwischen einkommensschwachen und besser situierten Haushalten unterschieden werden oder zwischen kinderlosen Familien und Familien mit Kindern.
 - **Geographische Merkmale:** Des Weiteren kann die Segmentierung nach geographischer Lage vorgenommen werden, indem z.B. die Bewohner eines Dorfs, einer Stadt oder eines Landkreises ein Segment bilden. Dies kann sinnvoll sein, da sich manche Instrumente (z.B. soziale Diffusion, s. Kapitel 4.2) besser umsetzen lassen, wenn eine größere räumliche Nähe zwischen den Zielpersonen besteht.
 - **Psychographische Merkmale:** Darunter sind Einstellungen, Werte, Interessen oder Lebensstile zu verstehen. Psychographische Merkmale haben zwar einen großen Einfluss darauf, wie man Personen am besten anspricht und wie sie voraussichtlich auf die Ansprache oder das Projekt reagieren werden; die Erhebung entsprechender Daten ist jedoch oftmals aufgrund von finanziellen und zeitlichen Begrenzungen nur eingeschränkt möglich. Das gleiche gilt für die nun folgenden verhaltensbezogenen Merkmale.
 - **Verhalten:** Werden bestimmte Verhaltensweisen schon ausgeführt oder noch nicht? Z.B. könnte sich eine Kampagne zur energetischen Sanierung an Haushalte richten, die bereits eine Solaranlage installiert haben oder ein Stromsparprojekt könnte sich insbesondere an Personen richten, die bisher überhaupt keine Energiesparverhaltensweisen ausgeführt haben.
 - **Stadium im Prozess der Verhaltensänderung:** Außerdem kann eine Segmentierung danach vorgenommen werden, wie „weit weg“ sich die Personen vom Zielverhalten befinden. Dem zugrunde liegt die Vorstellung, dass es sich bei der Änderung von Verhaltensweisen um einen Prozess handelt und dass Personen, die sich am Anfang dieses Prozesses befinden, anders angesprochen werden müssen als Personen, die schon weiter sind. Insgesamt wird von vier Phasen ausgegangen (Prochaska & DiClemente, 1983): (1) Zu Beginn ist den Personen noch gar nicht bewusst, dass es überhaupt ein Problem oder einen Anlass zur Verhaltensänderung geben könnte. (2) Im zweiten Stadium existiert dieses Bewusstsein bereits und es werden erste Überlegungen angestellt, ob eine Verhaltensänderung sinnvoll ist. (3) Im Stadium der Vorbereitung münden diese Überlegungen in konkrete Pläne, das für problematisch befundene Verhalten zu ändern, die im darauf folgenden Stadium (4) umgesetzt werden. Die letzte Phase (5) bildet das Stadium der Aufrechterhaltung. Wenn Personen eines Segments sich nun größtenteils in einem bestimmten Stadium der Verhaltensänderung befinden, können passgenaue Strategien entwickelt werden, um diese Personen zunächst in das darauf folgende Stadium zu „befördern“.

Nun sollten die Segmentierungsmerkmale danach sortiert werden, wie wichtig sie für die Projektziele sind. Generell ist es sinnvoll, verschiedene Merkmale für die Segmentierung zu kombinieren. Über welche geographischen, psychographischen und verhaltensbezogenen Merkmale lassen sich Gruppen definieren, die unterschiedlich auf die Strategie reagieren



würden? Wovon hängt es im Wesentlichen ab, ob Personen das Zielverhalten ausführen oder nicht? (siehe dazu auch Kap. 3.2)

Wenn die Segmentierung nach diesen Faktor(en) durchgeführt wird, wie viele Personen befinden sich dann ungefähr in jedem Segment? Es sollte darauf geachtet werden, dass die Segmente nicht so fein gegliedert sind, dass sie nur auf sehr wenige Personen zutreffen (und sich damit der Aufwand der Ansprache nicht „lohnen“ würde). Gleichzeitig dürfen die Segmente aber auch nicht so groß sein, dass sie zwar auf sehr viele Personen zutreffen, aber auch kaum noch Informationen enthalten.

Nun steht die **Auswahl der Segmente** an, die die Zielgruppe für das Projekt darstellen sollen. In der Regel können mit einem mittleren Budget eine bis drei Segmente bearbeitet werden. Mit einem kleinen Budget sollte man sich auf ein Segment beschränken. Die Auswahl des Segments oder der Segmente kann sich an folgenden Kriterien orientieren (nach Andreason, 1995, zit. nach Kline Weinreich, 1999):

- **Größe des Segments:** Befinden sich in den Segmenten genügend Personen, so dass sich die Durchführung des Projekts lohnt?
- **Auftreten des Problems:** Tritt das Problem (z.B. geringer Klimaschutz bzw. geringe Klimaanpassung) in bestimmten Segmenten besonders häufig oder ausgeprägt auf? Welche Segmente verursachen durch ihr Verhalten besonders viel CO₂ bzw. sehr große Schäden bei Wetterextremen?
- **Schweregrad der Konsequenzen:** Sind die Konsequenzen des Problems für bestimmte Segmente besonders gravierend?
- **Hilfsbedürftigkeit:** Welche Segmente wären in der Lage sich selbst zu helfen, welche wären auf externe Hilfe (Finanzen, Beratung, Überzeugungsarbeit) angewiesen?
- **Erreichbarkeit:** Sind bestimmte Segmente leichter und kostengünstiger zu erreichen als andere?
- **Generelle Ansprechbarkeit:** Ist bei bestimmten Segmenten ein positives Ansprechen auf das Projekt wahrscheinlicher als bei anderen?
- **Inkrementelle Kosten:** Wie viel an personellen und finanziellen Ressourcen würde es kosten, zusätzliche Segmente zu bearbeiten? Lohnt sich der Aufwand?
- **Spezifische Reaktion auf das Projekt:** Inwieweit erfordern unterschiedliche Segmente unterschiedliche Strategien und den Einsatz unterschiedlicher (Kommunikations-)Instrumente?
- **Ressourcen:** Reichen die vorhandenen Ressourcen aus, um ggf. nötige unterschiedliche Strategien zu konzipieren und umzusetzen?

- **Vorbildfunktion:** Welche Segmente können als Vorbilder für andere fungieren, und sollten als potenzielle Vermittler von Klimaschutz und Klimaanpassung zuerst angesprochen werden?

Die im Zuge der Segmentierung gewonnenen Informationen über die Zielgruppe(n) reichen in der Regel aus, um maßgeschneiderte Strategien der Ansprache zu entwickeln. Ist dies nicht der Fall, können weitere spezifischere Analysen durchgeführt werden, um mehr über die Zielgruppe zu erfahren (s. folgender Abschnitt 5.2.7).

Beispiel _ Segmentierung und Auswahl möglicher Zielgruppen

Die Stadtwerke Kiel verfolgten im Rahmen ihrer Aktion „Für unsere Umwelt: Strom sparen mit Energie“ Anfang der 90-er Jahre das Ziel, bei ihren Kunden Energiesparverhalten fördern. Für eine Steigerung der Effizienz der Aktion wurde einer Forschergruppe an der Universität Kiel mit einer Segmentierung der Kieler Haushalte beauftragt. Das Ziel war die Ermittlung von Haushaltstypen, die in sich nach ihren Werten, Lebensstilen und Konsumverhaltensweisen möglichst homogen sind. Die Gruppen sollen sich untereinander jedoch inhaltlich und statistisch in Variablen unterscheiden. Die Ergebnisse legten das Fundament für eine Optimierung der Marketing-Strategie der Stadtwerke.

Die Segmentierung wurde neben demographischen Variablen wie Alter, Geschlecht und Einkommen auch anhand von psychographischen Variablen wie Werten und Lebensstile, sowie verhaltensbezogenen Variablen wie Konsumgewohnheiten vorgenommen. Diese Variablen wurden in einem Fragebogen mit ca. 100 Fragen erhoben. Daraufhin wurde in mehreren Analyseschritten die Haushaltstypologie „WELSKO“ entwickelt, die sieben Kieler Haushaltstypen definiert:

Gruppe 1: Die Sparsam-Bescheidenen

Gruppe 2: Die Wertpluralisten

Gruppe 3: Die Lustbetonten

Gruppe 4: Die Konservativ-Umweltbewussten

Gruppe 5: Die Alternativ-Umweltbewussten

Gruppe 6: Die Uninteressierten Materialisten

Gruppe 7: Die Umwelt-Aktivierbaren

Die Forschergruppe der Universität Kiel empfahl den Stadtwerken, sich im Rahmen ihrer Marketing-Strategie zunächst auf die Haushaltsgruppen 2 (Wertpluralisten), 4 (Konservativ-Umweltbewusste), 5 (Alternativ-Umweltbewusste) und 6 (Uninteressierte Materialisten)

ten) zu konzentrieren. Dafür sprach der Umfang der Segmente, ihr Energiesparpotenzial und zum Teil ihre potenzielle Multiplikatorwirkung.

<http://www.psychologie.uni-kiel.de/nordlicht/welsko.htm>

5.2.7 AUSWAHL UND ANALYSE VON ZIELGRUPPE(N) OHNE EMPIRISCHE SEGMENTIERUNG

Ziel ist es, auf Basis sinnvoller Kriterien eine oder mehrere Zielgruppe(n) auszuwählen, ohne eine umfassende Segmentierung vorzunehmen. Über diese Zielgruppe(n) gilt es möglichst viele Informationen zu gewinnen, die später als Grundlage für die Entwicklung einer maßgeschneiderten Strategie dienen können.

Wie bereits erwähnt ist die Durchführung einer ausführlicheren Segmentierung sehr komplex. Daher müssen in der Regel Expertinnen und Experten aus der Marktforschung hinzugezogen werden, was für viele Projekte aus ressourcentechnischen Gründen nicht möglich ist. Manchmal ist eine Segmentierung auch nicht nötig, da offensichtlich ist, bei welchen Personen die größten CO₂-Minderungspotenziale bzw. Schadensvermeidungspotenziale liegen. Eine Alternative ist es daher, die Zielgruppe nach solchen offensichtlichen Merkmalen auszuwählen, für die keine ausführliche Erhebung nötig ist. Zum Beispiel bieten sich für ein Projekt zur Erschließung von Einsparpotenzialen im Gebäudebestand Eigenheimbesitzer in einem geographisch begrenzten Gebiet mit hohem Sanierungsbedarf als Zielgruppe an; Zielgruppen für Klimaanpassungsprojekte sind zumindest teilweise ebenfalls geographisch festzulegen, z.B. in hochwassergefährdeten Gebieten, das gleiche gilt für Energieeffizienz im Neubau (Fokus auf bestimmte Neubaugebiete). Sofern Informationen über die im vorherigen Abschnitt genannten Kriterien zur Auswahl von Zielgruppen vorliegen, können diese durchaus herangezogen werden. Dann ist allerdings noch nichts über psychographische und verhaltensbezogene Merkmale dieser Zielgruppen bekannt. Da solche Informationen für die Entwicklung einer maßgeschneiderten Strategie von großer Bedeutung sind, sollten diese im Zuge einer weiteren Analyse erhoben werden. Diese Analyse dient nicht der Segmentierung sondern durch sie soll etwas über die bereits ausgewählte Zielgruppe in Erfahrung gebracht werden. Ziel ist es, möglichst viel über die Interessen, Bedürfnisse, Einstellungen und Lebensumstände der Zielgruppe herauszufinden. Es muss geklärt werden, welche Merkmale diese Personen gemeinsam haben und in welcher Verbindung sie zum Thema stehen. Dabei können folgende Bereiche berücksichtigt werden (nach Kline Weinreich, 1999) (siehe auch Kap. 3.2):

Wissen:

- Wissen die Mitglieder der Zielgruppe über das Problem des Klimawandels Bescheid?

- 
- Haben sie ggf. irrtümliche Vorstellungen über den Klimawandel?
 - Wissen sie, welche Möglichkeiten sie haben, das Klima zu schützen und sich vor den Folgen des Klimawandels zu schützen?

Meinungen und Einstellungen:

- Für wie relevant halten die Mitglieder der Zielgruppe die Themen Klimaschutz und Klimaanpassung verglichen mit anderen Themen?
- Glauben sie, dass sie durch ihr Verhalten etwas zum Klimaschutz beitragen können bzw. sich vor Extremwetterereignissen schützen können?
- Was halten sie von dem Zielverhalten, das im Rahmen des Projekts propagiert werden soll?
- Welche Vorteile und Nachteile sehen sie, wenn die das Zielverhalten ausführen würden?
- Glauben sie, dass sie in der Lage sind, das Zielverhalten auszuführen?
- Was, glauben sie, werden die Familie, Nachbarn und Freunde denken, wenn sie das Zielverhalten ausführen?
- Wie wichtig sind andere Themen, die mit dem Klimaschutz-/Klimaanpassungsthema in Verbindung gebracht werden und somit als „Übermittler“ genutzt werden können, wie z.B. Sparen, Versorgungssicherheit oder Wohnkomfort?
- Durch wen oder was sind die Meinungen und Einstellungen der Zielgruppe wesentlich beeinflusst?

Äußere Handlungsbarrieren:

- Gibt es bestimmte Hindernisse und Barrieren, die das gewünschte Zielverhalten für diese Zielgruppe schwierig machen (z.B. eingeschränkter Zugang zu Krediten, besonders hohe Kostenaufwendungen, Lieferschwierigkeiten benötigter Materialien etc.)

Verhalten:

- Wie sieht das aktuelle Verhalten der Mitglieder der Zielgruppe in Sachen Klimaschutz und Klimaanpassung aus?
- Auf welcher Stufe der Verhaltensänderung befinden sich die Mitglieder der Zielgruppe? (s.o.)
- Wurde das Zielverhalten schon mal ausprobiert? Wenn ja, warum wurde es nicht übernommen?
- Was würde die Ausführung des Verhaltens aus Sicht der Zielgruppe erleichtern?

Kommunikationskanäle:

- Welchen Medien widmen die Mitglieder der Zielgruppe am meisten Aufmerksamkeit (z.B. Lokalzeitungen, Radio)?
- Wann und wo sind die Mitglieder der Zielgruppe besonders aufgeschlossen?
- Welche Wörter und Ausdrücke benutzen sie, wenn sie über das Thema Klimaschutz im Bauen und Wohnen sprechen?
- Wer ist ihrer Meinung nach ein glaubwürdiger Vertreter dieses Themas?

Methoden

Auch für die Analyse der Zielgruppe(n) kann im Rahmen einer sekundären Analyse zunächst auf Informationen zurückgegriffen werden, die bereits existieren (s. Schritt 2, Umfeld- und Akteursanalyse in Kap. 5.2.1). So können Publikationen von Verbänden oder Forschern, die bereits mit ähnlichen Zielgruppen gearbeitet haben, gesichtet werden oder Zeitungen und Zeitschriften, die sich an die Zielgruppe richten, können analysiert werden. An dieser Stelle ist es jedoch unerlässlich, die Mitglieder der Zielgruppe im Zuge einer primären Analyse auch direkt zu befragen. Das kann über unterschiedliche Wege geschehen, die im Folgenden kurz aufgeführt werden. Jedoch muss erwähnt werden, dass die Durchführung der einzelnen Verfahren in der Regel ein hohes Maß an Erfahrung und Kenntnissen erfordert und in Zusammenarbeit mit entsprechenden Expertinnen und Experten vorgenommen werden sollte:

Zum einen können Methoden aus der qualitativen Forschung genutzt werden. Qualitative Verfahren werden in der Wissenschaft oft eingesetzt, wenn über einen Forschungsgegenstand noch nicht viel bekannt ist. Ziel ist dann, dieses neue Gebiet zu explorieren und Hypothesen zu entwickeln. Dabei wird versucht, die Sicht der Betroffenen (und gelegentlich auch der Forschenden) in ihrer Tiefe zu verstehen. Meistens werden keine vorher angefertigten Annahmen („Hypothesen“) über die Betroffenen geprüft, sondern die Annäherung an die Betroffenen (die Zielgruppe) geschieht zunächst möglichst offen. Dadurch können auch Aspekte und Sichtweisen erfasst werden, die vorher nicht absehbar waren. Folgende Methoden können dabei zum Einsatz kommen:

- Interviews / Experteninterviews
- Fokusgruppen
- Fallstudien
- Standardisierte Fragebögen

- Nutzung vorhandener Datenbanken

Interviews

Mit Mitgliedern der Zielgruppe können Interviews durchgeführt werden. Dies ist eine geeignete Methode um möglichst viele Facetten eines Themas zu erfassen und etwas über tiefer liegende Beweggründe und Motive zu erfahren. Die individuelle Herangehensweise in einem Vertrauen schaffenden Gespräch soll dazu beitragen, zu den zugrunde liegenden Werten, Hemmnissen oder Bedürfnissen von Personen vorzudringen. Vorteile gegenüber einer Fragebogenerhebung sind, dass in der Regel tiefer in eine Materie eingestiegen werden kann, sofort festgestellt werden kann, ob Fragen verstanden wurden und die direkten Reaktionen des Interviewten auf die Fragen beobachtet werden können. Hierbei bieten sich unterschiedliche Typen und Verfahren von Interviews an, auf die an dieser Stelle nicht im Einzelnen eingegangen werden kann. In der Regel muss zunächst ein Interviewleitfaden entwickelt werden, der die wichtigen Themenbereiche abdeckt und je nach Verfahren mehr oder weniger flexibel gehandhabt wird. Während einige Verfahren relativ wenig steuern, sondern dem Interviewten lediglich einen Erzählimpuls geben oder den Charakter eines Alltagsgesprächs haben ist bei anderen die genaue Reihenfolge und der Wortlaut der Fragen festgelegt. Um die Fülle der Information zu bewahren sollten Interviews stets über Audio oder Video aufgezeichnet werden. Die Auswertung der Interviews findet sowohl einzeln als auch aggregiert (welche Motive tauchen z.B. in verschiedenen Interviews immer wieder auf?) statt. Da die Interviewdurchführung und -auswertung recht zeitintensiv sind, werden in der Regel weniger Personen befragt als bei einer Fragebogenerhebung.

Weitere Infos

Im Forum Qualitative Sozialforschung (www.qualitative-research.net) sind Fachartikel zur Durchführung verschiedener qualitativer Interviews erhältlich. Einen Leitfaden zur Durchführung des „problemzentrierten Interviews“, mit dessen Hilfe Handlungen und Wahrnehmungen möglichst unvoreingenommen erfasst werden sollen, gibt Andreas Witzel, verfügbar unter:

- <http://www.qualitative-research.net/fqs-texte/1-00/1-00witzel-d.htm>

Experteninterview

Ein Sonderfall des Interviews ist das Experteninterview. Die Befragten sind hierbei nicht die Betroffenen (also Mitglieder der Zielgruppe) sondern Expertinnen und Experten, die besonders gut über das interessierende Thema (z.B. die Werte der Zielgruppe) Bescheid wissen. Bei Experteninterviews werden also nicht die Einstellungen, Werte und Gepflogenheiten der Expertinnen und Experten erfasst, sondern ihr Wissen über andere Personen, Gruppen oder Sachverhalte.

Weitere Infos

Eine umfassende Anleitung zur Konzeption und Durchführung von Experteninterviews gibt ein Leitfaden von Harald A. Mieg und Beat Brunner:

- http://www.mub.umnw.ethz.ch/mub_publications/experteninterview.pdf

Fokusgruppen

Mitglieder der Zielgruppe können auch in sog. Fokusgruppen eingeladen werden. Hierbei handelt es sich um eine Form der Gruppendiskussion, die häufig in der Marktforschung eingesetzt wird. Ziel ist es dabei meist, herauszufinden, 1) wie Menschen über bestimmte Produkte, Programme oder Punkte denken oder fühlen, 2) etwas über Motive für bestimmte Verhaltensweisen zu erfahren und 3) manchmal auch wie diese Gedanken, Gefühle und Motive zustande gekommen sind. Zur Vorbereitung einer Fokusgruppendiskussion gilt es zunächst, genaue Fragen in Form eines Leitfadens zu formulieren und ggf. einen entsprechenden Input zu konzipieren: Was müssen die Diskutantinnen und Diskutanten über das Thema oder das Projekt wissen, um die Fragen sinnvoll beantworten zu können? An der Gruppendiskussion nehmen ca. 6-10 Personen teil, die die Fragen, angeleitet von einer erfahrenen Moderatorin oder einem Moderator, diskutieren. Zur Konzeption des Leitfadens können die oben genannten Fragen herangezogen werden. Die Leitfragen können etwa sein: Wie stehen die Mitglieder der Zielgruppe zum Zielverhalten „energetische Sanierung?“ Was würde die Ausführung dieses Verhaltens erleichtern? Die gesamte Diskussion wird mittels Protokoll, Ton- oder Videoaufnahmen dokumentiert und anschließend ausgewertet. Durch Fokusgruppen können vielschichtige Motive, Verhaltensursachen oder Einstellungen aufgedeckt werden und der Gruppenprozess kann sich positiv auf die Entwicklung von kreativen Ideen auswirken. Zudem ist die Durchführung in der Regel kostengünstiger und weniger zeitaufwändig als die Durchführung vieler Einzelinterviews. Ein Nachteil gegenüber dem Interview ist allerdings, dass über persönliche Dinge (z.B. die eigene finanzielle Situation als Hinderungsgrund für energetische Sanierungsmaßnahmen) unter Umständen in der Gruppensituation nicht gerne gesprochen wird. Ein weiterer Nachteil kann eine Dominierung einzelner Personen sein, die dazu führt, dass andere sich in ihrer Meinung anpassen oder dass abweichende Meinungen nicht geäußert werden. So können wichtige Informationen verloren gehen.

Weitere Infos

Ausführlichere Informationen zur Planung, Durchführung und Auswertung von Fokusgruppen gibt ein vom Umweltbundesamt herausgegebener Leitfaden:

- <http://www.umweltbundesamt.de/umweltbewusstsein/publikationen/Leitfaden-Fokusgruppen.pdf>

Fokusgruppen

Bei Fallstudien wird eine „Einheit“, z.B. eine Organisation, ein Haushalt oder eine Person genauer betrachtet. Bei einer Kampagne zur Förderung der energetischen Sanierung wäre es z.B. denkbar, zuvor einen Haushalt oder eine private Bauherrin bzw. Bauherren, der Interesse an energetischer Modernisierung hat, über den gesamten Prozess von der Entscheidung, Planung bis hin zur Durchführung von Maßnahmen und der abschließenden Qualitätskontrolle zu begleiten und dabei möglichst viele Informationen über sein Erleben und ggf. auftretende Schwierigkeiten und positive Erfahrungen zu gewinnen. Von einer solchen Fallstudie kann nur bedingt auf die gesamte Zielgruppe verallgemeinert werden. Es kann jedoch detailliertes und praxisnahes Erfahrungswissen gewonnen werden, das z.B. wichtige Informationen über Handlungsbarrieren, unvorhergesehen Umsetzungsschwierigkeiten und entsprechende Lösungsmöglichkeiten enthalten kann.

Standardisierte Fragebögen

Zum anderen können Methoden aus der quantitativen Forschung, insbesondere standardisierte Fragebögen, genutzt werden. Quantitative Methoden werden oft eingesetzt, um Hypothesen zu prüfen oder Gruppen zu beschreiben (z.B. hinsichtlich ihrer Einstellung zu einem bestimmten Thema oder der Häufigkeit bestimmter Verhaltensweisen) und seltener auch um neue Hypothesen zu entwickeln. Dabei werden bestimmte psychologische oder demographische Merkmale z.B. per Fragebogen „gemessen“ und anschließend statistisch ausgewertet. Durch strenge Regeln und Vorgaben soll die Objektivität und Zuverlässigkeit der Daten und somit auch der getroffenen Aussagen gewährleistet werden. In den Fragebögen kann z.B. das Wissen, die Einstellungen und Meinungen, das Verhalten, die bevorzugten Kommunikationskanäle und soziodemographische Daten erfragt werden. Die Ergebnisse können auch später für die Evaluation des Projekts (siehe Kap. 5.6) von Bedeutung sein, indem sie als Vergleichswerte verwendet werden (was hat sich durch das Projekt bei der Zielgruppe geändert?).

Weitere Infos

Für Leserinnen und Leser mit Vorerfahrungen in der empirischen Arbeit sind folgenden Quellen hilfreich:

- Bühner, M (2006). Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion (2. aktualisierte Auflage). München: Pearson.
- Fisseni, H.F. Lehrbuch der psychologischen Diagnostik (2. Überarbeitete Auflage). Göttingen: Hogrefe.
- Mummendey, H.D. & Grau, I. (2007). Die Fragebogen-Methode (5. überarbeitete und erweiterte Auflage). Göttingen: Hogrefe.



Eine praktische Hilfe für Leserinnen und Leser ohne Vorkenntnisse gibt folgendes Buch, in dem am Beispiel eines Einzelfalls die einzelnen Stationen einer Befragung verständlich und kurz skizziert werden:

- Kirchhoff, S., Kuhnt, S. & Lipp, P. (2006): Der Fragebogen. Datenbasis, Konstruktion und Auswertung. Wiesbaden: Vs Verlag.

Datenbanken

Von einigen Marktforschungsinstituten werden Datenbanken angeboten, die Informationen über Interessen, Gewohnheiten und Verhaltensweisen diverser Bevölkerungsteile enthalten. Diese Informationen sind jedoch in der Regel recht kostspielig. Zudem sollte sehr genau überprüft werden, ob die angebotenen Informationen tatsächlich für die eigene spezifische Zielgruppe aussagekräftig sind. Ist dies nicht der Fall, ist es meistens sinnvoller, selbst die nötigen Informationen bei der Zielgruppe zu erfragen.

Kostengünstige Möglichkeiten zur Zielgruppenanalyse

Wenn keine Mittel für umfangreichere eigene Zielgruppenanalysen zur Verfügung stehen, gibt es trotzdem Wege und Möglichkeiten, etwas über die Zielgruppe in Erfahrung zu bringen:

- Auch **informelle Gespräche** mit Mitgliedern der Zielgruppe können hilfreich sein und sind auch bei einem „Minimalprogramm“ ein absolutes Muss. Wichtig ist dabei, dass es sich wirklich um Mitglieder der Zielgruppe handelt, und nicht etwa um Freunde oder Verwandte, die leicht für ein Gespräch zu gewinnen sind.
- Eventuell kann die Aufgabe der Zielgruppenanalyse als **Studienarbeit** (Diplomarbeit, Hausarbeit) an Studierende einer nahe gelegenen Hochschule vergeben werden.
- Ebenso ist die **Nutzung einer anderen aktuellen Befragung** möglich. Wenn eine andere Organisation aktuell z.B. eine Umfrage plant, können im Rahmen dieser Umfrage ggf. ein paar für die Zielgruppenanalyse besonders wichtige Informationen mit erfragt werden; oder die bei der Umfrage anvisierte Zielgruppe kann um die eigene Zielgruppe erweitert werden.

Beispiel _ Auswahl von Zielgruppe(n) ohne empirische Segmentierung

Das Phönix-Projekt vom Bund der Energieverbraucher, durch das die Verbreitung von Solaranlagen gefördert werden sollte, orientierte seine Zielgruppenauswahl an der Stufe der Personen im Verhaltensänderungsprozess: Hier wurden Personen, die bereits an Solaranla-



gen interessiert sind, als Zielgruppe gewählt. Personen, die sich nicht für Solaranlagen interessieren oder diesen eher negativ gegenüberstanden, wurden nicht angesprochen.

www.energieverbraucher.de

5.3 PARTIZIPATIVE ZIELFINDUNG (SCHRITT 3)

In diesem Schritt werden gemeinsam mit allen Beteiligten Ziele definiert, die im Rahmen des anvisierten Projekts erreicht werden sollen. Diese Ziele beziehen sich auf Zielverhaltensweisen in bestimmten Zielgruppen, die im vorherigen Schritt (siehe Kap. 5.2) als besonders erfolversprechend im Sinne der CO₂- bzw. Schadenminderung identifiziert wurden.

Die Formulierung von Zielen ist aus verschiedenen Gründen wichtig: Zum einen geben Ziele dem Kernteam Orientierung und vermindern so die Gefahr des Sich-Verzetteln. Zum anderen kann die Zerlegung der Ziele in Teilziele die Grundlage für einen Arbeitsplan darstellen (s. auch Schritt 4-5, Planung und Umsetzung in Kap. 5.4). Und schließlich ist das Setzen von Zielen für die Erfolgskontrolle unerlässlich (zur Erfolgskontrolle bzw. Evaluation siehe auch Kap. 5.6): Nur so kann überprüft werden, ob etwas erreicht wurde. Damit die formulierten Ziele hilfreich sind, sollten sie „SMART“ sein und den folgenden Merkmalen entsprechen:

Spezifisch: Ziele sollten konkret, eindeutig und präzise formuliert sein. So sollte z.B. das Zielverhalten nicht „Energie sparen“ lauten, sondern die entsprechenden Verhaltensweisen sollten genau benannt sein.

Messbar: Ziele sollten messbar sein, denn nur so ist später eine Erfolgskontrolle möglich. Die Zielformulierung sollte also Indikatoren beinhalten wie z.B. die Anzahl der Personen, die aufgrund des Projekts das Zielverhalten ausführen, oder das Ausmaß an CO₂-Minderung.

Angemessen: Ziele müssen mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen erreichbar sein. Um Enttäuschung und Demotivierung vorzubeugen, darf das Ziel nicht zu hoch gehängt werden.

Relevant: Trotzdem muss ein Ziel von Bedeutung und mit einem gewissen Mehrwert verbunden sein, damit es motivieren kann

Terminiert: Die Zieldefinition sollte mit einem genauen Zeitplan verknüpft sein, der Angaben über die Gesamtdauer des Projekts und Termine für die Erreichung von Zwischenzielen beinhaltet. Das ermöglicht eine bessere Strukturierung der Arbeit und Erfolgskontrolle.

Partizipatives Vorgehen

Ziele sollten zudem gemeinsam mit allen beteiligten Akteuren formuliert werden; denn wenn Menschen an Entscheidungsprozessen aktiv mitgewirkt haben und ihre eigene Position darin ausreichend vertreten sehen, ist auch die Motivation größer, sich für die Zielerreichung einzusetzen (Matthies et al., 2004). Dadurch können Konflikte vermieden werden, die sonst bei der Umsetzung einer Entscheidung ggf. auftreten würden. Zur partizipativen Zielfindung können z.B. Workshops durchgeführt werden. Auch Mitglieder der Zielgruppe können hierbei einbezogen werden. Eine sehr weit reichende Methode ist in diesem Zusammenhang das Bürgergutachten (vgl. Daniel, 1999). Dabei werden Bürgerinnen und Bürger in die Rolle von sachkundigen Expertinnen und Experten versetzt und äußern ihre Einschätzung zu spezifischen Problemstellungen (z.B. Entscheidungen über den Einsatz Erneuerbarer Energien zur Deckung des Energiebedarfs in der Gemeinde). Die Bürgerinnen und Bürger werden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, für ihre „Gutachtertätigkeit“ von ihrer üblichen Arbeit freigestellt und erhalten eine Vergütung. Die Arbeit in solchen Bürger-Beteiligungsgruppen besteht aus einem Wechsel von fachlichen Informationen (Vorträge, Ortsbegehungen), Gruppendiskussionen und Bewertungsphasen. Am Ende spricht die Gruppe Empfehlungen aus, die in einem Bürgergutachten dokumentiert werden.

Weitere Infos

Einen guten Überblick über partizipative Modelle und Methoden findet sich in:

- Matthies, E., Homberger, I. & Matthäus, St. 2004. Lokale Agenda-Prozesse psychologisch steuern. Lengerich: Pabst Science Publishers

5.4 PLANUNG DER STRATEGIE (SCHRITT 4)

Dieser Schritt umfasst:

- Instrumentenauswahl (siehe Kap. 5.4.1)
- Planungsphase (siehe Kap. 5.4.2)

5.4.1 INSTRUMENTENAUSWAHL

Ziel der Instrumentenauswahl ist es, solche Instrumente zu bestimmen, mit denen die im vorherigen Schritt festgelegten Verhaltensziele (z.B. 10% der angesprochenen Eigenheimbesitzer von Gebäuden mit dem Baujahr 1950-1970 nehmen eine Gebäudedämmung vor) am ehesten erreicht werden können.

Ausgehend von allen bisherigen Überlegungen und Analysen wird ein konkretes Interventionsprogramm erstellt, das an die jeweilige Zielgruppe und die lokalen Besonderheiten angepasst ist. Es wird entschieden, welche Instrumente zum Einsatz kommen und welche Aktionen konkret durchgeführt werden sollen, damit die Zielgruppe das Zielverhalten ausführt (für eine Übersicht über mögliche Instrumente s. Kapitel 4.2). Dabei kann nach folgender Systematik vorgegangen werden (nach Mosler & Tobias, 2007).

Zunächst stellt sich die Frage, ob das auf Grundlage der Potenzialanalyse gewählte Zielverhalten unter aktuellen Bedingungen und mit „zumutbarem“ Aufwand überhaupt ausführbar ist. Wenn z.B. private Bauherrinnen und Bauherren zu baulichen Hochwasserschutzvorkehrungen motiviert werden sollen, wäre zunächst die Frage, ob in der Region überhaupt Handwerker vorhanden sind, die solche Maßnahmen qualifiziert durchführen können.

Muss diese Frage verneint werden, macht es wenig Sinn, an der Motivation der Bauherrinnen und Bauherren anzusetzen; stattdessen sollten **Änderungen der strukturellen Rahmenbedingungen** angestrebt werden (genauere Darstellung in Kapitel 4.2.2), z.B. indem das lokale Handwerk über die neuen baulichen Anforderungen durch zunehmende Wetterextreme informiert und bestenfalls in der Durchführung entsprechender Maßnahmen geschult wird. Wenn eine Ausführung des Zielverhaltens aus finanziellen Gründen nur schwer möglich ist, wäre z.B. an Kooperationen mit der lokalen Kreditwirtschaft oder an die

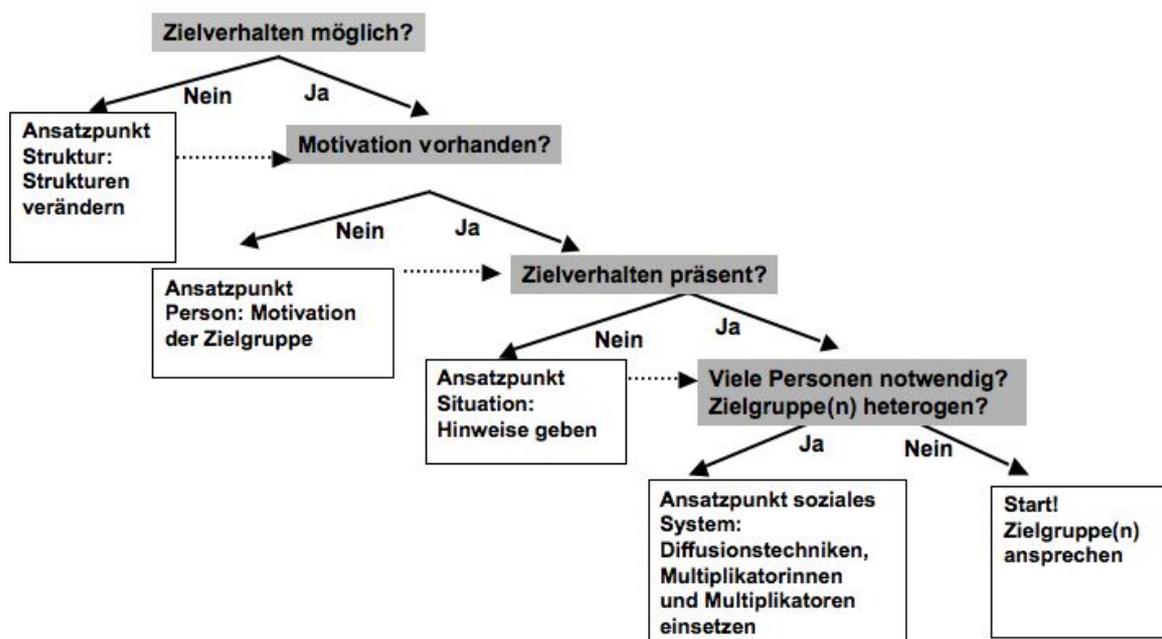


Abbildung 1: Vorgehen zur Auswahl von Instrumenten zur Verhaltensänderung



Schaffung günstigerer Angebote zu denken.

Wird die Frage mit „ja“ beantwortet (das Zielverhalten ist ausführbar), muss stattdessen das Augenmerk auf die Zielgruppe gelenkt werden: Ist die Zielgruppe bereits motiviert, das Zielverhalten auszuführen?

Wenn nein, müssen nun **personenzentrierte Instrumente** zum Einsatz kommen (genauere Darstellung in Kapitel 4.2.1). Instrumente, die am Wissen der Zielgruppe ansetzen, sind geeignet, um ein Problembewusstsein bezüglich des Klimawandels zu erzeugen und über Handlungsweisen, die zur Lösung der Probleme beitragen, zu informieren. Persönliche Wissensvermittlung ist dabei schriftlichen Informationsmaterialien vorzuziehen. Weitere Möglichkeiten, Wissen zu vermitteln sind Demonstrationen, die das Zielverhalten und seine Facetten veranschaulichen und Rückmeldungen, die es ermöglichen, die Konsequenzen des Zielverhaltens zu verdeutlichen. Generell sollte bei der Wissensvermittlung als Interventionsmethode nicht darauf verzichtet werden, im Vorfeld eine aussagekräftige Botschaft zu entwickeln (s.u.). Instrumente, die an Normen ansetzen - wie Zielsetzungen, Selbstverpflichtungen, Wettbewerbe und soziale Modelle - sind besonders geeignet, um bei der Zielgruppe ein inneres Gefühl der Verpflichtung („Ich sollte das Zielverhalten ausführen“) zu erzeugen. Emotionszentrierte Instrumente ermöglichen es, die mit dem Klimaschutz- und Klimaanpassungsthema verbundenen Gefühle zu verändern und darüber die Verhaltenspräferenzen zu beeinflussen.

Legen die Ergebnisse der Zielgruppenanalyse nahe, dass grundsätzlich eine Motivation zur Ausführung des Zielverhaltens besteht, ist die nächste Frage, ob der Zielgruppe das Zielverhalten in relevanten Situationen auch wirklich präsent ist. Ist dies nicht der Fall, eignen sich **Prompts** (Hinweisreize, siehe Kap. 4.2.2), um in den richtigen Momenten darauf hinzuweisen. So können Aufforderungen, beim Verlassen des Raumes die Heizung runterzudrehen, so angebracht werden, dass sie in diesen Momenten auch wirklich gesehen werden oder in Medien, mit denen sich Bauherrinnen und Bauherren beschäftigen, die gerade eine Sanierung planen, können Hinweise wie „keine Sanierung ohne energetische Sanierung“ an das Zielverhalten erinnern.

Weitere Fragen sind, ob viele Personen notwendig sind, die das Zielverhalten ausführen, ob die Gruppe sehr heterogen ist und ob die Verhaltensentscheidungen von einzelnen Personen wesentlich davon abhängen, wie sich andere Personen verhalten. Wenn dies der Fall ist, ist ein Ansetzen am sozialen System angemessen.

In der Regel handelt es bei der Auswahl der Instrumente nicht um eine Entweder-oder-Entscheidung sondern vielmehr um die Frage nach geeigneten Instrumentenkombinationen und einer sinnvollen Reihenfolge von Instrumenten. Sinnvoll kann z.B. sein, mit personenzentrierten Instrumenten zuerst dafür zu sorgen, dass das Zielverhalten als richtig und wichtig angesehen wird und anschließend mit Erinnerungshilfen in Form von Prompts zu arbeiten. Dabei sollten auch die eigenen Ressourcen nicht vergessen werden, denn manche Instrumente sind finanziell und personell aufwändiger als andere. Weitere Hinweise zu Kriterien der Instrumentenauswahl finden sich zu Beginn des Kapitels 4.1.

Weitere Infos

Eine ausführliche Darstellung der hier skizzierten Systematik zur Auswahl von Instrumenten findet sich in

- Mosler, Hans-Joachim & Tobias, Robert (2007). Umweltpsychologische Interventionsformen neu gedacht. *Umweltpsychologie*, 11(1), S. 35-54.

5.4.2 PLANUNGSPHASE

Ziel der Planungsphase ist es, die im vorigen Schritt ausgewählten Instrumente in ein umfassendes Arbeitsprogramm einzubetten, welches ermöglicht, die Instrumente effizient zu realisieren. Dazu gehört vor allem die Festlegung von Fristen und Verantwortlichkeiten.

Nachdem eine Auswahl von Instrumenten getroffen wurde, gilt es nun, die genaue Ausgestaltung und Durchführung derselben zu planen.

Dabei kann nach den folgenden Schritten vorgegangen werden:

1. Zielcheck
2. Ausgestaltung der Instrumente
3. ggf. Vortest der Instrumente
4. Feinplanung
 - a) Aufgaben und Arbeitspakete
 - b) Meilensteinplanung
 - c) Kosten- und Ressourcenplan

1. Zielcheck

Zunächst sollten vor dem Hintergrund der ausgewählten Instrumente nochmals die Ziele überprüft werden. Ist die Zielsetzung nach wie vor realistisch? Müssen das Oberziel oder einzelne Zwischenziele ggf. angepasst werden? Müssen die Indikatoren angepasst werden, die Aufschluss darüber geben, ob die Ziele erreicht wurden? Des Weiteren ist zu prüfen, ob alle für die Planung nötigen Informationen vorliegen; ggf. müssen vorliegende Informationen stellenweise vertieft werden.

2. Ausgestaltung der Instrumente

Nun geht es an die genauere Ausgestaltung der Instrumente. In einem kreativen Prozess werden Ideen entwickelt, wie z.B. ein Wettbewerb genau aussehen könnte, wer als soziales Modell in Frage kommt, was neu zu schaffende Beratungsdienstleistungen genau umfassen sollen etc. Je nach Instrumentenauswahl sind es sehr unterschiedliche Aufgaben, die nun anfallen, und unterschiedliche Aspekte, die dabei berücksichtigt werden müssen. Deren Beschreibung würde an dieser Stelle den Rahmen sprengen. Da die meisten Strategien schriftlich oder mündlich Botschaften kommunizieren, zum Beispiel im Rahmen von schriftlicher oder persönlicher Wissensvermittlung, wird am Ende dieses Abschnitts die Ausgestaltung von Botschaften als Beispiel für die Ausgestaltung von Instrumenten ausführlich dargestellt.

3. ggf. Vortest der Instrumente

Nun gilt es zu entscheiden, ob ein „Vortest“ durchgeführt werden sollte. Eine Vorabprüfung von einzelnen Instrumenten und Materialien macht es möglich, Probleme zu erkunden und diesen rechtzeitig zu begegnen. Vielleicht wird die Botschaft von der Zielgruppe anders interpretiert als intendiert oder in ihrer jetzigen Form als zu fordernd oder schlichtweg uninteressant bewertet. Vielleicht erweist sich das ausgewählte soziale Modell als nicht genügend angesehen bei der Zielgruppe. Oder die Zielgruppe kann nicht erkennen, welches Verhalten das Modell auf dem Plakat eigentlich gerade ausführt. Um das verwendete Material zu prüfen, können Fokusgruppendifkussionen durchgeführt werden (s. Kap. 5.2.7). Einzelne Instrumente können auch direkt bei Mitgliedern der Zielgruppe ausprobiert werden. Wenn mit Materialien gearbeitet wird, müssen für einen Vortest Prototypen erstellt werden, die erst später nach „bestandenem Test“ in größerem Umfang hergestellt werden. Für die Erstellung der Materialien (Flyer, Poster o.ä.) sollte ein professioneller Graphiker hinzugezogen werden. Da dies einiges an Abstimmungsaufwand erfordert, muss dafür genügend Zeit eingeplant werden.

4. Feinplanung

Bei der Feinplanung sollten schließlich a) die anstehenden Aufgaben und Arbeitspakete festgehalten werden, b) ggf. Meilensteine definiert werden und c) ein Kosten- und Ressourcenplan erstellt werden. Dabei sollte ggf. ein Projektmanagement-Handbuch hinzugezogen werden (Empfehlungen s.u.).

4.a Aufgaben und Arbeitspakete

Nun wird genauer ausdifferenziert, welche Aufgaben anfallen. Um Organisations- und Kooperationsabläufe klar und transparent planen und in der Umsetzungsphase gestalten zu können, sollten für jede anstehende Aufgabe folgende Leitfragen beantwortet werden:

- 
- WER macht es?
 - BIS WANN ist es erledigt?
 - WER ist BETEILIGT?
 - Auf WELCHE WEISE soll das getan werden?
 - An WEN geht eine RÜCKMELDUNG?
 - Ggf.: WER KOORDINIERT oder KONTROLLIERT?

Einzelne Aufgaben können dabei zu Arbeitspaketen zusammengefasst werden (z.B. „Arbeitspaket Öffentlichkeitsarbeit“). Für jedes Arbeitspaket sollte eine Verantwortliche oder ein Verantwortlicher festgelegt werden, auch wenn mehrere Personen an einem Arbeitspaket mitarbeiten.

Bei komplexen Projekten (z.B. wenn sowohl Klimaschutz als auch Klimaanpassung gefördert werden soll) erreicht das Aufgabenspektrum sehr schnell einen Umfang, der mit ehrenamtlicher Arbeit der Kernteammitglieder (siehe Kap. 5.1) oder aus einem Unterstützungsnetzwerk (siehe Kap. 5.2.1) nicht mehr zu leisten ist. Schon bei der Planung sollte daher über die Einrichtung einer Koordinationsstelle nachgedacht werden. Unter Umständen ist es empfehlenswert, die Projektleitung oder die Leitung von definierten Teilprojekten an „externe Profis“ zu vergeben.

Zentrale Aufgabenbereiche, die in der Feinplanung festgelegt werden sollten, sind:

- Klare und abgestimmte Organisations- und Kooperationsstruktur
- Interne Kommunikation
- Externe Kommunikation / Öffentlichkeitsarbeit
- Monitoring
- Dokumentation

Diese Aufgabenbereiche werden ausführlich im Rahmen des folgenden Kapitels 5.5 dargestellt.

4.b Meilensteinplanung

Bei komplexen Projekten macht es Sinn, die Projektrealisierung im Rahmen einer sog. „Meilensteinplanung“ in einzelne Phasen zu gliedern. Das erleichtert die Terminplanung des Projekts. Bei Meilensteinen handelt es sich um wichtige Zeitpunkte im Projekt, an denen Zwischenziele erreicht oder Teilprojekte mit bestimmten Ergebnissen abgeschlossen sind. Erst wenn dies der Fall ist, kann der Meilenstein übersprungen werden. Der Meilen-



steinplan fasst dabei auch die logische Struktur eines Projekts zusammen und legt eine zeitliche Reihenfolge fest; denn oftmals können Aufgaben erst angegangen werden, wenn andere erfolgreich abgeschlossen sind. Zudem wird es möglich, die Einhaltung der Zeitplanung während des Projektverlaufs zu überprüfen. Die Meilensteinplanung lässt sich gut in Form eines Balkendiagramms darstellen.

4.c Kosten- und Ressourcenplan

Ein weiterer wichtiger Teil der Feinplanung ist die Kosten- und Ressourcenplanung. Auf Basis der anstehenden Aufgaben und Arbeitspakete erfolgt eine Aufstellung der notwendigen Sach- und Personalkosten. Ggf. muss dafür zunächst der Arbeitsaufwand pro Arbeitspaket in Tagen oder Wochen abgeschätzt werden. Wenn bereits im Zuge von Schritt 2 (siehe Kap. 5.2.4) ein Kosten- und Ressourcenplan aufgestellt wurde, ist dieser nun vor dem Hintergrund der genauer definierten Arbeitspakete ausdifferenzieren.

Beispielhafte Darstellung zur Ausgestaltung der Instrumente (Schritt 2 in der Planungsphase): Entwicklung von Botschaften

Teil einer Strategie ist häufig eine aussagekräftige Botschaft. Bevor das Augenmerk darauf gerichtet wird, wie diese Botschaft letztlich kommuniziert wird (über welche Kanäle etc.), sollte feststehen, was genau kommuniziert wird. Zur Entwicklung zielgruppenangepasster, effektiver Botschaften können folgende Fragen herangezogen werden (abgewandelt nach Kline Weinreich, 1999):

a. **Wer ist die Zielgruppe und wie sind diese Personen?** Hierbei kommen die über die Zielgruppe gesammelten Informationen zum Einsatz: Ziel ist ein möglichst umfassendes, greifbares Bild der Zielgruppe. Eine hilfreiche Technik an dieser Stelle ist, sich ein idealtypisches Zielgruppenmitglied vorzustellen. Dieses „Portrait“ kann z.B. einen Namen, Alter, Familienstand, Vorlieben, Einstellungen zum Zielverhalten etc. umfassen. So wird es leichter, sich in die Zielgruppe hineinzusetzen und die Botschaft entsprechend zuzuschneiden.

b. **Welchen Mehrwert soll die Botschaft der Zielperson versprechen?** Wenn die Zielperson das Zielverhalten ausführen soll, muss sie das Gefühl haben, etwas davon zu haben. Die Person muss den Eindruck haben, dass das Zielverhalten mehr Vorteile als Nachteile aufweist oder dass die Vorteile gewichtiger sind als die Nachteile. Die Kommunikation des Mehrwerts eines Verhaltens kann prinzipiell über zwei Wege geschehen: Zum einen können die positiven Konsequenzen des Zielverhaltens hervorgehoben werden, wie etwa die finanziellen Ersparnisse durch niedrigere Heizkosten oder das angenehme Raumklima in einem Passivhaus. Zum anderen gibt es die Möglichkeit, auf die negativen Konsequenzen zu fokussieren, die entstehen, wenn das Zielverhalten nicht ausgeführt wird, wie z.B. die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern und die Machtlosigkeit gegenüber steigenden Energie-



preisen. Allerdings muss bei dem Appellieren an Ängste sehr behutsam vorgegangen werden, um die Zielpersonen nicht zu paralysieren, da dies das Zielverhalten wiederum unwahrscheinlicher machen würde. Dies gilt insbesondere im Zusammenhang mit der Klimaanpassung. Hier ist bei der Kommunikation von durch den Klimawandel in Zukunft voraussichtlich ausgelöster Wetterkatastrophen eher eine Handlungshemmung als eine Handlungsförderung zu erwarten.

c. **Wie kann das Versprechen glaubwürdig gestaltet werden?** Die Botschaft muss nicht nur einen gewissen Mehrwert versprechen, sondern die Zielperson muss auch an diesen Mehrwert glauben können. Die Glaubwürdigkeit einer Botschaft kann durch die Untermauerung mit wissenschaftlichen Fakten oder die Schirmherrschaft glaubwürdiger Personen oder Organisationen erhöht werden. Auch die Auswahl der Übermittlerin oder des Übermittlers der Botschaft spielt hierbei eine Rolle (s. auch Kapitel 4.2). Neben Fachwissen kann hier auch die Beliebtheit von Personen / Institutionen bei der Zielperson ein Auswahlkriterium für geeignete Übermittlerinnen und Übermittler sein.

d. **Welches Bild soll durch die Botschaft bei der Zielperson entstehen?** Die Gestaltung der Botschaft hat einen großen Einfluss darauf, welches Bild die Zielperson von dem Zielverhalten hat und folglich darauf, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass das Zielverhalten ausgeführt wird. Häufig existiert bereits ein Bild des Zielverhaltens. Dann gilt es, dieses Bild zu verändern und ggf. positiver zu gestalten. Zum Beispiel haftet dem Zielverhalten „Gebäudedämmung“ tendenziell ein eher verstaubtes, altbackenes Bild an, wohingegen Solaranlagen eher als smarte, intelligente und moderne Technologie gesehen werden. Allerdings ist das CO₂-Minderungspotenzial von Gebäudedämmung in der Regel deutlich höher als das von Solaranlagen. Wenn im Rahmen einer Strategie nun also z.B. junge Familien zu Gebäudedämmung motiviert werden sollen, wäre zunächst zu überlegen, wie das tendenziell negative Bild dieses Zielverhaltens verändert werden kann. Dabei spielt zum einen die inhaltliche Botschaft eine Rolle, aber auch die Ausgestaltung der Materialien (Design, benutztes Papier, Form, Wortwahl etc.).

Beispiel _ Botschaften entwickeln

Bei der Zielgruppenanalyse im Vorfeld der Kampagne „aus.wirklich aus?“ der Energiestiftung (heute: Innovationsstiftung) Schleswig-Holstein zeigte sich, dass die anvisierte Zielgruppe für das Thema Klimaschutz wenig begeisterungsfähig war. Es bestand jedoch durchaus Interesse bezüglich der Themen Individualität und Werbung, sowie ein starker Wunsch nach Selbstbestimmung. Daher wurde das Zielverhalten „Standby-Verbrauch reduzieren“ nicht als Klimaschutzverhalten kommuniziert, sondern als eine Möglichkeit der Selbstbestimmung verbunden mit materiellem Gewinn. Diese „Verpackung“ des Zielverhaltens in die Botschaft „Lass dir nicht ohne es zu merken Strom klauen!“ machte das Zielverhalten mit den Interessen, Vorstellungen und Wünschen der Zielgruppe kompatibel (s. auch Kapitel 6.2, Good-Practice-Beispiele).

5.5 UMSETZUNG DER STRATEGIE (SCHRITT 5)

Ziel ist es, durch ein strukturiertes Vorgehen in der Realisierungsphase die angestrebten Projektziele zu erreichen. Dazu gilt es, optimale Rahmenbedingungen für die Umsetzungen zu schaffen und zu sichern.

In der Durchführungsphase wird das zuvor detailliert geplante Projekt realisiert. Im Zentrum stehen nunmehr die konkreten Maßnahmen und die Koordination der verschiedenen Tätigkeiten sowie der optimale Einsatz der Projektressourcen. Mit der Umsetzungsphase verschieben sich daher die Aufgabenstellungen des Kernteams in Richtung Projektorganisation und -steuerung. Abhängig von den zuvor geplanten Strategien und Instrumenten, dem (Marketing-)Konzept (z.B. Public-Awareness-Kampagnen, individualisiertes Marketing, direkt Marketing) und vor allem abhängig von der Komplexität des avisierten Projekts (z.B. Änderung des Fahrstils oder kommunales Mobilitätsmanagement) ergeben sich in dieser Phase im Detail sehr unterschiedliche Aufgabenschwerpunkte, die u.a. auch im Bereich des Marketings, der Finanzierung und der Qualifizierung (etwa von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren) liegen können. Im Detail kann an dieser Stelle nicht auf alle diese Aspekte eingegangen werden kann. Vielmehr werden grundlegende Hinweise für eine erfolgreiche Umsetzung gegeben.

In jedem Fall ist wichtig, dass die Umsetzung durch ein strukturiertes Vorgehen erfolgt. Ein strukturiertes Vorgehen sollte sich auf alle Themen und Aufgaben der Umsetzung beziehen.

Wichtig ist ferner, dass die Umsetzungsphase insgesamt als ein fortlaufender Prozess aufgefasst wird. Parallel hierzu ist ggf. notwendig die Planung - ausgehend von Befunden der Evaluation - immer wieder zu überarbeiten und zu aktualisieren (rollierende Planung).

Unabhängig von der Komplexität des Projekts sind in der Realisierungsphase folgende Kernaufgaben kontinuierlich durchzuführen:

1. Konsolidierung und ggf. Ausweitung der Arbeits- und Kooperationsstrukturen (siehe Kap. 5.5.1)
2. Interne Kommunikation (siehe Kap. 5.5.2)
3. Externe Kommunikation (siehe Kap. 5.5.3)
4. Monitoring (siehe Kap. 5.5.4)
5. Dokumentation (siehe Kap. 5.5.5)

5.5.1 KONSOLIDIERUNG UND GGF. AUSWEITUNG DER ARBEITS- UND KOOPERATIONSSTRUKTUREN

In der Realisierungsphase des Projekts zeigt sich, ob die in der Grob- und Feinplanung festgelegten Organisations- und Projektstrukturen für den Projektfortschritt förderlich sind. Es wird auch deutlich, ob (a) die Zeitplanung angemessen ist, (b) die Kooperationen tragfähig sind und die verschiedenen Personen/Gruppen ihren jeweiligen Rollen gerecht werden und ihre zugewiesenen Aufgaben zufriedenstellend erfüllen können.

a. Klar definierter Zeitraum

Für die Durchführung von Projekten und Strategien ist es empfehlenswert, einen klar definierten Zeitrahmen, mit festgelegten Start und Endpunkten, zu definieren und zu kommunizieren. Sollte das Projekt in spezifische Teilprojekte gegliedert sein, sollten auch für diese jeweils Zeiträume für die Umsetzung bestimmt werden. Durch die definierte zeitliche Struktur kann die Verbindlichkeit der Aktion für alle beteiligten Akteure erhöht werden. Eine wohl definierte und kommunizierte Zeitplanung erleichtert gerade in der Umsetzungsphase, die vorhandenen Ressourcen zu konzentrieren und gezielt einzusetzen. Dadurch lässt sich die Motivation der Vor-Ort Akteure fördern und mithin kann Gefühlen der Überforderung und Frustration vorgebeugt werden. Gleichwohl haben Erfahrungen in verschiedenen Projekten (z.B. Ausbau des ÖPNV in Warclawa) gezeigt, dass zu detaillierte zeitliche Vorgaben ein Projekt in seiner Entwicklung behindern können. Gerade wenn es um komplexe Projekte geht - wie etwa die Umsetzung eines kommunalen Mobilitätsmanagements -, die ein Umdenken bei den Betroffenen, die Einführung neuer Organisationsstrukturen oder auch Veränderungen der Rahmenbedingungen erfordern, ist zeitlicher Raum für flexibles Arbeiten notwendig, um auf Erkenntnisse und Befunde einer begleitenden Evaluation oder auf ungeplante Veränderungen der Rahmenbedingungen reagieren zu können.

Während der Durchführungsphase sollte kontinuierlich geprüft werden, ob der gesetzte Zeitrahmen den tatsächlichen Projektfortschritten angemessen ist. Falls Veränderungen notwendig werden, sollten diese frühzeitig an alle Projektbeteiligten kommuniziert werden und die Projektplanung entsprechend aktualisiert werden. Dafür bieten sich Meilensteinsitzungen an.

b. Klare und abgestimmte Organisations- und Kooperationsstruktur

Durch abgestimmte Organisations- und Kooperationsstrukturen mit eindeutig abgrenzbaren Kompetenz-, Aufgaben- oder Zuständigkeitsprofilen der beteiligten Akteure kann die Effektivität des Projektes erhöht werden. Ebenso ist in der Umsetzungsphase von Anfang an auf die Sicherung von Personal- und Sachressourcen zu achten.

Das Kernteam (siehe Kap. 5.1) ist das Fundament in der Projektstruktur und sollte daher aktiv entwickelt und dauerhaft „gepflegt“ werden. Bei jeder Erweiterung der Kooperatio-



nen in der Umsetzungsphase kann sich die Zusammensetzung des Teams und damit seine Dynamik ändern. Daher sollte darauf geachtet werden, dass sich alle Beteiligten ihrer Rolle im Team bewusst sind und die Kooperationsarbeit periodisch gemeinsam reflektiert wird.

Gerade bei innovativen und komplexen Projekten ist der Aufbau, die Konsolidierung und, falls notwendig, ggf. der Ausbau einer funktionierenden Organisations- und Kooperationsstruktur mit zentralen lokalen Akteuren wichtig. Beispielsweise ist es bei der Umsetzung eines modernen kommunalen Mobilitätsmanagements notwendig, vorhandene Dienstleistungsangebote (z.B. ÖPNV) und neue Dienstleistungsangebote (z.B. Carsharing, Call a Bike, Mieterticket) konzeptuell zusammenzuführen und ggf. durch infrastrukturelle Maßnahmen zu ergänzen. In der Umsetzungsphase müssen entsprechende Dienstleistungen aufeinander abgestimmt werden (Fahrtakte, Umsteigstationen etc.) und für ein größer angelegtes Projekt unter einem Dach gebündelt werden. Dafür bedarf es einer funktionierenden Kooperation verschiedenster Akteure (städtische Verwaltung, Politik, Wirtschaft, öffentliche und private Mobilitätsanbieter, Interessens- und Unterstützungsgruppen, Kernteam). In der Durchführungsphase des Projekts stellt sich heraus, ob die geplante Zusammenarbeit mit den Kooperationspartnern tatsächlich zustande kommt und effektiv ist. Die Zusammenarbeit sollte periodisch und mit Blick auf ihren Nutzen und die Zielerreichung überprüft und ggf. angepasst werden. Denn es ist wenig hilfreich, Zeit und Energie in Kooperationen zu investieren, wenn es nicht klar ist, was sie zum Projekterfolg beitragen können.

Prüffragen:

- Ist die Zusammenarbeit mit den Kooperationspartner/-innen etabliert und fruchtbar?
- Verstehen sich die Mitarbeiter/-innen als Team, sind sie sich über ihre Rollen und Funktionen im Klaren und erfüllen sie ihre Aufgaben kompetent?
- Sind die Rollen der Kooperationspartner und Begleitgremien und anderer am Projekt Beteiligten klar und werden ihre Aufgaben erfüllt?
- Werden die Ziele der Kooperation periodisch überprüft?
- Werden die Ziele der Kooperation erreicht?

5.5.2 INTERNE KOMMUNIKATION

Eine gute Kommunikation innerhalb des Kernteams und Kooperationsnetzwerks ist zentral für den Erfolg eines Projekts. Alle Beteiligten haben während der Projektdauer unterschiedliche Aufgaben und machen individuelle Lernerfahrungen. Die Kommunikation in einem Projekt muss aktiv gestaltet werden, wenn sie optimal funktionieren soll. Klare Kommunikationsstrukturen und kurze Kommunikationswege sind besonders in der Umsetzungsphase unterstützend und hilfreich für eine erfolgreiche Durchführung. Sie gewährleisten einen fortlaufenden Erfahrungsaustausch und tragen im Bedarfsfall zur schnellen Entschei-



dungsfindung bei. Etwa wenn unerwartet veränderte Rahmenbedingungen oder Befunde einer begleitenden Evaluation strategische oder strukturelle Anpassungen in der Durchführung indizieren. Gute Kommunikation nach innen ermöglicht ferner, dass bei niemandem der Eindruck entsteht, von Informationen ausgeschlossen worden zu sein und bei allen Klarheit über Absicht und Ziele des Projekts besteht. Es muss also gewährleistet sein, dass alle Projektbeteiligten in ausreichendem Maße über den Projektfortschritt informiert werden.

Daher sollte möglichst bereits in der Planungsphase (siehe Kap. 5.4.2) in Form eines Kommunikationsplans klar festgelegt werden,

- WER (Projektleitung, Evaluatoren-Team, etc.),
- WANN (also: zu welchen Zeitpunkten, entweder regelmäßige Kontakte oder bei Bedarf)
- WEN (alle Projektbeteiligten, einzelne Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter etc.)
- mit WELCHEN KOMMUNIKATIONSMITTELN informiert und den Informationsfluss aufrechterhält.

Kommunikationsmittel können Fortschrittsberichte und Memos auf postalischem, telefonischen (Telefonkonferenz) oder internetbasierten Weg (Email, Newsletter, Internetkonferenz, etc.) sein. Ebenso können Projektsitzungen, Workshops, Präsentationen und persönliche Gespräche als Kommunikationsmittel eingesetzt werden.

Prüffragen:

- Ist die projektbezogene Kommunikation aktiv und zielgerichtet?
- Werden alle Akteure zum richtigen Zeitpunkt und adäquat informiert?
- Ist die Kommunikation effizient und für alle Akteure zufriedenstellend?

5.5.3 EXTERNE KOMMUNIKATION / ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

In Rahmen der externen Kommunikation geht es um die Präsentation und werbende Darstellung des Projekts nach außen. In Rahmen der externen Kommunikation geht es um die Präsentation und werbende Darstellung des Projekts nach außen. Das Hauptziel der externen Kommunikation ist es, das Projekt in der Öffentlichkeit bekannt zu machen, auch um den Ansprüchen der Kooperationspartner nach öffentlicher Sichtbarkeit ihres Engagements gerecht zu werden. Insofern erfüllt die externe Kommunikation neben einer Informationsfunktion auch eine Imagefunktion. Die externe Kommunikation sollte sinnvoll mit den im Projekt eingesetzten (Kommunikations-)Instrumenten (siehe Kap. 5.4.1) abgestimmt sein.



Für die externe Kommunikation stehen eine Reihe von Kommunikationsinstrumenten zur Verfügung:

- **Pressearbeit:** Schreiben und Verbreiten von Pressemitteilungen, Themenbeiträgen für verschiedene Medien, Pressekonferenzen, Pressegespräche, Presseeinladungen, Internetbetreuung, Beantworten von Presseanfragen, Interviews, Fotomaterial bereitstellen.
- **Mediengestaltung:** Erstellen von Broschüren, Flyern, Anzeigen, Newslettern, Verbraucherzeitschriften, Internet-Seiten etc.
- **Veranstaltungsorganisation:** Planung und Durchführung von Konferenzen, Seminaren, Festen, Verbraucherveranstaltungen, Messen und sonstigen Events

Training: Medientraining, Fortbildungen, Schreibtraining etc. von Projektmitarbeitern

Mit folgenden Mitteln kann die Effektivität der externen Kommunikation überprüft werden:

- **Medienbeobachtung:** Beobachtung der Medienpräsenz und Auswertung und Analyse der Berichterstattung, zum Beispiel durch das Erstellen von Pressespiegeln sowie quantitativen und qualitativen Medienresonanzanalysen.
- **Kommunikations-Controlling:** Über die Medienbeobachtung hinausgehende Messbarmachung und Auswertung der Aktivitäten der Öffentlichkeitsarbeit.

Prüffragen:

- Ist die externe Kommunikation aktiv und zielgerichtet?
- Ist die externe Kommunikation effektiv, d.h. wird die Öffentlichkeit erreicht?
- Ist die Kommunikation effizient, d.h. stehen Aufwand und Nutzen in einem angemessenen Verhältnis zueinander?

5.5.4 MONITORING

Monitoring bzw. Prozessevaluation eines Projekts bestehen im Wesentlichen darin, mögliche Abweichungen von der Projektplanung frühzeitig vorherzusehen, eingetretene Abweichungen zu erkennen und schnell darauf zu reagieren. Der fortlaufende Austausch von Erfahrungen und Know-how hierzu (etwa zu konkreten Aktionen) ist wichtig. Vor allem bei der ersten Umsetzung von Maßnahmen oder Projekten ist ein den Umsetzungsprozess begleitendes Monitoring empfehlenswert. So kann die Qualität der Umsetzung erfasst und sichergestellt werden. Ferner können erste im Rahmen des Monitorings erhobene Daten hinsichtlich der Wirksamkeit einzelner Maßnahmen dazu verwendet werden, die Umsetzungsbedingungen zu optimieren (Durchführungsoptimierung). Nähere Informationen zum



Vorgehen und zur Methodik aber auch zu Grenzen des Monitorings bzw. der Prozessevaluation sind in Kap. 5.6 zu finden.

Prüffrage:

- Werden die Maßnahmen tatsächlich wie geplant durchgeführt?

5.5.5 DOKUMENTATION

Gut dokumentierte Projekte sind im Sinne eines aktiven Wissensmanagements (siehe Kap. 5.1.2) von Bedeutung, zum einen für alle Projektbeteiligten, aber auch für Nachfolgeprojekte oder einen Transfer auf andere Anwendungsbereiche. Projektverläufe sollten daher so transparent und nachvollziehbar wie möglich dargestellt und dokumentiert werden. Die Projektdokumentation kann enthalten: dokumentierte Planungsschritte (z.B. Strukturplan, Terminplan, Kostenplan); Aktennotizen; Präsentationen, Unterlagen, Dokumente (z.B. Fortschrittsbericht); Ergebnisprotokolle

Prüffrage:

- Wird die Dokumentation so wie geplant durchgeführt?

Neben den genannten Kernaufgaben ist es empfehlenswert, bei der Umsetzung auf folgende Aspekte zu achten:

- **Orientierung an Good-Practice-Beispielen:** Auch im Hinblick auf die Gestaltung der Umsetzungsprozesse ist es hilfreich, sich an „guten Beispielen“ zu orientieren. Good-Practice-Beispiele (siehe auch Kap. 6-8) können bewährte Lösungsansätze nachvollziehbar illustrieren, indem sie Nutzen und Vorteile oder auch den Mehrwert einer erfolgreichen Kooperation der an der Umsetzung Beteiligten aufzeigen. Good-Practice-Beispiele können ferner pragmatische Hinweise für eine bedarfsgerechte sowie personal- und finanzwirtschaftlich tragfähige Umsetzung liefern.
- **Kompetenzen und Weiterbildung:** Insbesondere die Umsetzungsphase stellt an zentrale Personen hohe fachliche und soziale Anforderungen (vgl. Lindloff & Schneider, 2001). Gefragt sind Kompetenzen im Bereich der Moderation, des Konfliktmanagements und der Rhetorik ebenso wie Kompetenzen im Hinblick auf Projektplanung und -durchführung oder Öffentlichkeitsarbeit. Diese Organisations- und Kommunikationskompetenz sollten eine gleichrangige Stellung neben fachlich-technischer Kompetenz einnehmen. Unter Umständen ist eine Qualifizierung der Projektmitarbeiterinnen und -mitarbeiter sinnvoll, die allerdings vor der Umsetzungsphase durchgeführt werden sollte.

Abschließend soll auf einen weiteren Aspekt im Bereich der Arbeits- und Organisationsstruktur hingewiesen werden. An vielen Projekten sind auch Personen beteiligt, die für ihre Mitarbeit nicht bezahlt werden (z.B. Vertreter/-innen der Ziel- und Anspruchsgruppen),



Mitglieder in Begleitgremien oder freiwillig Mitarbeitende. Die wechselseitige Klärung der Rollen und Aufgaben und das Festhalten der Aufgaben in einer schriftlichen Vereinbarung schafft Verbindlichkeit. Die Zusammenarbeit kann zielgerichtet und effizient erfolgen, was für alle Beteiligten motivierend ist.

Weitere Infos:

Allgemeine Informationen zum Projektmanagement finden sich in

- Litke, H. D. / Kunow, I. (2004): Projektmanagement, 4. Aufl., Freiburg.

Arbeitsbehelfe des Projektmanagements finden sich unter:

- <http://www.pm-handbuch.com>

5.6 EVALUATION (SCHRITT 6)

Ziel dieses sechsten Schrittes der Strategie ist es, für das Projekt eine ideale Form der Evaluation auszuwählen und umzusetzen. Es scheint ratsam, ein Kombination aus Monitoring und Wirkevaluation zu realisieren. Die Evaluation hilft dabei zu entscheiden, welche Maßnahmen sinnvoll sind oder gemieden werden sollten, und unterstützt die Legitimation der eigenen Aktivitäten.

5.6.1 ZWECK

Unserer Grundthese ist, dass Evaluation, also die Untersuchung des Nutzens oder Wertes eines Gegenstandes, ganz wesentlich dabei hilft, Klimaschutz- und Klimaanpassungskampagnen (kurz- und langfristig) effektiv und effizient zu gestalten. Sie hilft zudem dabei, zu entscheiden, welche Maßnahmen sinnvoll sind oder gemieden werden sollten, und unterstützt die Legitimation der eigenen Aktivitäten. In der Praxis wird die Evaluation häufig aufgrund des Mehraufwandes, die sie in der Planungsphase erfordert, vernachlässigt. Dieser Mehraufwand macht sich allerdings im Projektverlauf bezahlt.

„Gewinner“ einer professionellen Evaluation sind einerseits die aktuellen Akteure vor Ort, aber andererseits auch die Personen, die in ihrer zukünftigen Arbeit auf vorliegende Evaluationsergebnisse zurückgreifen können.

Vor diesem Hintergrund ist es sinnvoll, dass das Kernteam für die Evaluation Kompetenz und Ressourcen sichert (s.a. „Finanzquellen erschließen“ in Kap. 5.2.5).

5.6.2 BETEILIGTE UND BETROFFENE

Es gilt, ähnlich wie unter „Umfeld- und Akteursanalyse“ (s. Kap. 5.2.1) angesprochen, die wesentlichen Beteiligten und Betroffenen („Stakeholder“) zu identifizieren und bei der weiteren Planung aktiv einzubeziehen. Die Akzeptanz und - zumindest in Teilen - die aktive Unterstützung der Evaluation, wird so wahrscheinlicher. Idealerweise sollten alle Stakeholder vom Nutzen der Evaluation überzeugt sein. Wichtig ist, dafür zu werben, dass Evaluation nur dann besonders nützlich sein kann, wenn sie vom Kernteam ergebnisoffen vorbereitet, vergeben, geplant, durchgeführt und begleitet wird.

5.6.3 GEGENSTAND UND ZIELE

Ein erster Vorbereitungsschritt besteht in der (vorläufigen) Klärung der Frage, *was evaluiert werden soll*. Idealerweise sollte das gesamte Projekt Gegenstand der Evaluation sein. Es können aber auch besonders „kritische“ oder innovative Teilbereiche fokussiert werden.

In dieser Phase kann auch eine erste Klärung der *Evaluationsziele* erfolgen (siehe „Partizipative Zielfindung“ in Kap. 5.3). Bei der Festlegung, was genau das Ziel bzw. die Fragestellung der Evaluation ist, sollten folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- **Angemessenheit:** Z.B. sollte die Evaluation nur einen kleinen Teil der Gesamtkosten verursachen;
- **Nützlichkeit:** Z.B. könnten Bereiche fokussiert werden, die für Nachfolgeprojekte besonders relevant sind;
- **Beantwortbarkeit:** Einige Fragen, wie die nach der langfristigen oder der vergleichenden Wirkung, sind nur mit sehr großem Aufwand zu beantworten.

Fragestellungen können ganz unterschiedlichen „Phasen“ eines Projektes fokussieren (und erfordern auch eine jeweils andere Form der Evaluation). Hier einige Beispiele:

- Fragen bezüglich des **Bedarfs des Projektes:** Ist ein Projekt zur Förderung von Klimaschutz bzw. Klimaanpassung notwendig? Besteht Bedarf?
- Fragen bezüglich der **Konzeptionalisierung oder des Designs des Projekts:** Berücksichtigt das Projekt schon vorliegendes Wissen im Bereich Klimaschutz/Klimaanpassung?
- Fragen bezüglich des **Ablaufs des Projektes:** Werden die vorgesehenen Teilschritte umgesetzt? Wird die Zielgruppe erreicht? Ist die Zielgruppe mit dem Projekt zufrieden? Werden verwaltungsmäßige, organisatorische und Personalaufgaben gut bewältigt?
- Fragen bezüglich des **Erfolgs des Projekts:** Werden angestrebte Zielsetzungen erreicht? Wird der Klimaschutz bzw. die Klimaanpassung verbessert?

- 
- Fragen bezüglich **Kosten und Effizienz des Projektes**: Werden Ressourcen effizient genutzt? Sind die Kosten in Relation zum Ausmaß des Gewinns angemessen?

5.6.4 EVALUATIONSFORMEN

Im vorangegangenen Abschnitt wurde deutlich, dass Evaluation ganz unterschiedliche Fragen beantworten kann. Für Projektverantwortliche sollten zwei Fragen von besonderer Bedeutung sein. Beide Fragen verlangen ein unterschiedliches Evaluationsvorgehen:

- **Was kann bei der Umsetzung aktueller oder zukünftiger Projekte besser gemacht werden?** Um diese Frage beantworten zu können, wird im Rahmen der Evaluationsarbeit die Implementation und Durchführung eines Projektes beobachtet. Stärken, Schwächen oder etwa Abweichungen von der geplanten Umsetzung werden identifiziert und an die Verantwortlichen rückgemeldet. Mittel/Methoden, um Verbesserungsmöglichkeiten identifizieren zu können, sind etwa Befragungen ausgewählter Stakeholder oder die Verhaltensbeobachtung (z.B. von Teilnehmerzahlen, Umsetzungsproblemen etc.). Diese Form der Evaluation ist gerade bei neuen/innovativen Projekten besonders fruchtbar, da Probleme frühzeitig erkannt werden können und eine optimale, an die jeweiligen Bedingungen angepasste Umsetzung wahrscheinlicher wird. In der Fachliteratur wird dieser Evaluationsansatz als „**Monitoring**“, „formative Evaluation“ oder „Prozessevaluation“ bezeichnet.
- **Welche konkreten Ergebnisse hat ein Projekt?** Die Frage nach den Ergebnissen eines Projektes zielt im Kern darauf ab, begründet behaupten zu können, dass eine Maßnahme die (alleinige) Ursache für einen (gewünschten oder unerwünschten) Effekt ist („**Wirkevaluation**“). Die Wirkevaluation zielt darauf ab, (End-)Ergebnisse zu bewerten und trägt so dazu bei, dass besonders wirksame Maßnahmen zukünftig eingesetzt werden. Mittel/Methoden zur Identifikation der Wirkung einer Maßnahme sind verschiedene sogenannte „experimentelle Designs“ (s.u.). Idealerweise werden hier Veränderungen von „Maßnahmenbetroffenen“ mit Veränderungen bei „Nicht-Maßnahmenbetroffenen“ verglichen. Für Klimaschutz und Klimaanpassung ist diese Form der Evaluation besonders wichtig, weil sie - im Falle der nachgewiesenen Wirksamkeit - gute Argumente für die breitere Umsetzung von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen liefert. Weitergehend kann im Rahmen der Wirkevaluation nicht nur geprüft werden, *ob* eine Wirkung eintritt, sondern auch *wie* diese Wirkung zustande kommt. Dieses Wissen ist von großer Bedeutung für die professionelle Weiterentwicklung im Handlungsfeld Klimaschutz/Klimaanpassung.

Beide Evaluationsformen schließen sich nicht aus, sondern ergänzen sich. So ist die optimale Umsetzung (basierend auf einem Monitoring) von etwas, das „nicht wirkt“ (festgestellt mittels einer Wirkevaluation), sinnfrei. Ebenfalls heikel ist es, eine Wirkung bei einer Maßnahme zu zeigen, die unkontrolliert umgesetzt wurde: Aussagen darüber, warum die Wirkung eingetreten ist, sind nicht möglich und Folgeprojekte können kaum etwas lernen.



Insofern scheint es ratsam, eine Kombination aus Monitoring und Wirkevaluation zu realisieren.

Gemeinsam ist den unterschiedlichen Formen der Evaluation auch, dass es zwei Fragen zu klären gilt:

- **Indikatoren:** Woran kann man erkennen, dass in einem zu evaluierenden Bereich (z.B. Klimaschutz oder Klimaanpassung) etwas Bestimmtes gegeben oder nicht gegeben ist (z.B. dass bestimmte Ziele erreicht/nicht erreicht wurden)?
- **Erfassung:** Wie kann man die Ausprägung der Indikatoren erfassen? (Diese Entwicklung von Mess- bzw. Erfassungsinstrumenten ist Aufgabe des Evaluationsteams, s. folgendes Kap. 5.6.5)

5.6.5 EVALUATOREN

Auf die Frage, *wer* die Evaluation durchführen sollte, sind grundsätzlich drei Antworten möglich.

- Ein Evaluationsteam außerhalb der für die Maßnahme verantwortlichen „Organisation“ wird aktiv (**Externe Evaluation**).
- Ein Evaluationsteam innerhalb der für die Maßnahme verantwortlichen Organisation, das aber nicht mit der Durchführung der Maßnahme befasst ist, wird aktiv (**Interne Evaluation**).
- Das Kernteam bzw. die Umsetzungsverantwortlichen selbst werden aktiv (**Selbstevaluation**).

Jede der drei Optionen hat ihre Vor- und Nachteile. So haben Evaluationsteams eine größere Methodenkompetenz, wohingegen das Kernteam die Prozesse vor Ort besser kennt. Wir empfehlen (zur Qualitätssicherung und zur Entlastung der Akteure vor Ort) eine externe Evaluation anzustreben, wobei das Evaluationsteam und das Kernteam eine enge und vertrauensvolle Zusammenarbeit aufbauen sollten, damit beide Seiten ihre jeweilige Kompetenz in den Evaluationsprozess einbringen können (s.a. „Schaffen einer tragfähigen Organisationsstruktur“ in Kap. 5.1.2). Bei der Vergabe des Evaluationsauftrags sollte auf folgende Kompetenzen des Evaluationsteams geachtet werden (DeGEwal, 2007, S. 10):

- **Feldkenntnisse, Methodenkompetenz sowie Sozial- und Selbstkompetenzen** (Veröffentlichungen);
- **Evaluationskompetenzen** aufgrund von Aus- und Weiterbildung;
- **Erfahrungen mit Evaluationen von vergleichbaren Gegenständen** (Referenzen, öffentlich zugängliche Berichte zu abgeschlossenen Evaluationen).

5.6.6 RAHMENBEDINGUNGEN

Die Berücksichtigung der Rahmenbedingungen - ggf. schon vor dem Abschluss des Evaluationsvertrages für eine interne oder externe Evaluation - ist wichtig, weil sie den weiteren Evaluationsprozess maßgeblich begrenzen oder erleichtern können. Zentrale Rahmenbedingungen sind:

- **Ethische und rechtliche Rahmenbedingungen:** Würde und Wert der von der Evaluation Betroffenen sicherstellen, Freiwilligkeit der Teilnahme an Befragungen etc., Sicherung des Datenschutzes und der Privatsphäre, ggf. Interessenkonflikte transparent machen, Vertragsform mit dem Evaluationsteam;
- **Ressourcen:** Finanzen, Arbeitskraft und -zeit des Projektteams für die Unterstützung der Evaluation (ggf. bei der Datenerhebung);
- **Eigenschaften des Untersuchungsfeldes:** Beteiligte informieren bzw. einbeziehen, Datenverfügbarkeit sichern (z.B. klären, wann zu Befragende erreichbar sind), ggf. sprachliche Barrieren beachten.

5.6.7 UMSETZUNGSPHASE

In der Umsetzungsphase steht die Erhebung der Daten zu den Evaluationsfragestellungen im Zentrum. Das Kernteam sollte in dieser Phase folgende Aspekte berücksichtigen:

- **Festlegen eines Kernteam-Verantwortlichen für den Kontakt zum Evaluationsteam,** sonst könnte etwa die Umsetzung der Evaluation unkoordiniert mit den Aktivitäten vor Ort erfolgen;
- **Relevante Informationen an das Evaluationsteam weiter geben:** Projektberichte, Begutachtungen, schon vorliegende Evaluationsberichte etc.;
- **Einforderungen von Rückmeldungen vom Evaluationsteam:** Zwischenergebnisse, um ggf. eine laufende Aktivität verbessern zu können, Datenverfügbarkeit, Störungen, Akzeptanzprobleme (Weitere Anregungen zum Thema „Rückmeldungen“ siehe auch Schritt 7 „Rückmeldung und Planung nächster Schritte“ in Kap. 5.7);
- **Vorlegen einer Vorversion des Endberichts durch das Evaluationsteam vor Abschluss der Evaluation,** um so frühzeitig Korrekturen oder Anregungen zu ermöglichen;
- **Umsetzung eines formalen und inhaltlichen Abschlusses der Evaluation und Nutzung der Ergebnisse,** so sollte etwa eine verständliche Abschlusspräsentation der Evaluationsergebnisse durch das Evaluationsteam erfolgen (weitere Anregungen zum Thema „Rückmeldungen“ siehe Schritt 7 „Rückmeldung und Planung nächster Schritte“ in Kap. 5.7)

5.6.8 BEWERTUNG

Das Kernteam sollte abschließend reflektieren, wie die umgesetzte Evaluation zu bewerten ist. Folgende Bewertungskriterien sind denkbar:

- Handwerkliche Umsetzung
- Beantwortung der Evaluationsfragen
- Nützlichkeit der Ergebnisse
- Nutzen im Vergleich zum Evaluationsaufwand

Weitere Infos zur Evaluation

Viele Informationen zur Evaluation, wie etwa Tipps für Auftraggeber oder Standards der Evaluation sind auf den Webseiten der Deutschen Gesellschaft für Evaluation zu finden:

- <http://www.degeval.de/>

In folgendem Buch wird ein systematischer 11 Schritte umfassender Evaluationsprozess vorgestellt:

- Balzer, L. (2005). *Wie werden Evaluationsprojekte erfolgreich? Ein integrierter theoretischer Ansatz und eine empirische Studie zum Evaluationsprozess*. Landau: Verlag Empirische Pädagogik.

Ein aktuelles einführendes Lehrbuch zur Evaluation ist

- Gollwitzer, M. & Jäger, R. (2007). *Evaluation*. Workbook. Weinheim: BeltzPVU

Ein Standardwerk der Evaluationsforschung ist

- Rossi, P. H., Lipsey, M.W. Freemann, H. E. &. (2004). *Evaluation. A systematic approach (sevens edition)*. Thousand Oaks: Sage.

5.7 RÜCKMELDUNG UND PLANUNG NÄCHSTER SCHRITTE (SCHRITT 7)

Ziel dieses siebten und letzten Schrittes der Strategie ist es, durch kontinuierliche Rückkopplung von Umsetzungsergebnissen auf Basis des Monitorings (siehe Kap. 5.6.4) die Motivation zur weiteren Teilnahme im Kernteam und Kooperationsnetzwerk während des Umsetzungsprozesses aufrecht zu erhalten und möglichst zu steigern. Zudem dient die Rückmeldung als Planungsgrundlage für Nachfolgeprojekte.

Ausgehend von den kontinuierlichen Umsetzungsergebnissen sind ggf. Modifikationen im Umsetzungsprozess selbst zu planen. Auf der Basis der in der Evaluation erarbeiteten Gesamtergebnisse und Empfehlungen können Nachfolgeprojekte geplant werden.

Rückmeldungen oder Feedbacks lassen sich auf einer formalen Dimension (Form der Rückmeldung) und auf strukturellen Dimensionen (Sender; Adressaten; Zeitpunkte) unterscheiden. Über diese Dimensionen ergeben sich im Wesentlichen die Funktionen von Rückmeldungen bzw. Feedbacks im Projektablauf:

1. als **Instrument der Kommunikationsstrategie/des Projekts** in der Umsetzungsphase (s. Kap. 5.7.1),
2. als **Motivationshilfe für die Projektmitarbeiterinnen und -mitarbeiter** in der Umsetzungsphase (s. Kap. 5.7.2),
3. als **Entscheidungs- und Steuerungsgrundlage** in der Umsetzungsphase (s. Kap. 5.7.3) und
4. als **Planungsgrundlage für Nachfolgeprojekte** im Anschluss an die Umsetzungsphase (s. Kap. 5.7.4).

5.7.1 RÜCKMELDUNGEN ALS INSTRUMENT DES PROJEKTS

Rückmeldungen oder Feedbacks können als Instrument der Kommunikationsstrategie/des Projekts schon innerhalb der Umsetzungsphase für die angestrebten Verhaltensänderung in der Zielgruppe eine wichtige Rolle spielen. Dabei können Rückmeldungen im Rahmen einer breit angelegten Öffentlichkeitsarbeit erfolgen oder auf individualisierter Ebene in Form von produktintegrierten Rückmeldungen gegeben werden.

Rückmeldungen im Rahmen der begleitenden Öffentlichkeitsarbeit

Über gezielte Rückmeldung zum Projektverlauf kann insgesamt eine positive Dynamik erzielt werden. Sie fördert die Handlungsbereitschaft bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern und "verpflichtet" zum Weiterarbeiten. Ferner tragen positive Rückmeldungen über den Projektverlauf (etwa zu eingesparten Emissionen, stetig wachsenden Teilnehmerzahlen



oder neu hinzugekommene Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus dem öffentlichen Leben (gute Modelle)) dazu bei, dass die angestrebten Verhaltensänderungen auch für andere Personen attraktiv werden, die bis dato nicht angesprochen werden konnten. Neben dieser motivationalen Funktion kann mit Rückmeldungen die Schaffung von Identität mit dem Thema oder auch die Vertiefung einzelner Inhalte des Projekts verbunden werden. Empfehlenswert ist, entsprechende „Erfolgsmeldungen“ kontinuierlich (z.B. einmal wöchentlich) im Rahmen der begleitenden Öffentlichkeitsarbeit über zur Verfügung stehende Kommunikationskanäle (Projekthomepage, Zeitungen, Radio, etc.) zu verbreiten. Um Rückmeldungen im Rahmen einer breit angelegten Öffentlichkeitsarbeit geben zu können, sollte schon in der Planungsphase (s. Kap. 5.4.2) die Zusammenarbeit mit den lokalen Medien systematisch aufgebaut und gepflegt werden.

5.7.2 RÜCKMELDUNGEN ALS MOTIVATIONSHILFE FÜR DIE PROJEKTMITARBEITERINNEN UND -MITARBEITER

Erfolgsmessungen und regelmäßige Rückmeldungen über den Stand des Prozesses werden von Projektakteuren meist als sehr hilfreich und motivierend betrachtet. Wie auch in der Zielgruppe können insbesondere Rückmeldungen von Erfolgen in der Gruppe der Projektakteure (Kernteam, Kooperationspartner) eine positive Projektdynamik entfalten und diese in ihrem Handeln bestärken. Insbesondere in Projekten, die überwiegend von ehrenamtlicher Projektarbeit getragen werden, können Erfolgsmeldungen als Motivationshilfe wirken und die Teams festigen.

5.7.3 RÜCKMELDUNGEN DER EVALUATION ALS STEUERUNGSHILFE

Gerade bei innovativen, neuen oder komplexen Projekten ist der Rückmeldung auf Basis prozessbegleitender Evaluationsbefunde und Erfahrungsauswertungen ein hoher Stellenwert beizumessen. Sie sind für den Ablauf und die Dynamik des Prozesses wichtig, da Ineffizienzen oder neue Chancen aufgedeckt und genutzt werden können. Rückmeldungen und Erfahrungsauswertungen über den Stand des Gesamt-Prozesses und - falls vorhanden - über einzelne Teil-Projekte ermöglichen Korrekturen und Weiterentwicklungen des Vorhabens. Sie bieten Möglichkeiten einer verbesserten Zielerreichung und ermöglichen ggf. auch die Neudefinition von Zielen. Notwendig dafür ist allerdings die Formulierung messbarer Ziele und Zwischenziele als Grundlage eines effizienten Monitorings bereits zu Beginn des Projekts. Die Projektkonzeption sollte dabei - wie zuvor angesprochen - (zeitlich) so flexibel sein, dass entsprechende Anpassungen möglich sind.

5.7.4 ERFOLGSMESSUNGEN UND RÜCKMELDUNGEN DER EVALUATION ALS PLANUNGSGRUNDLAGE FÜR NACHFOLGEPROJEKTE

Die Rückkoppelung der Ergebnisse an alle beteiligten Akteure und die Diskussion der Schlussfolgerungen ist für die Legitimation des abgeschlossenen Projekts, besonders aber

für die Planung und Finanzierung von Nachfolgeprojekten entscheidend. Dabei sollten die Ergebnisse der Evaluation (s. Kap. 5.6) Grundlage sein.

Quellen

Andreasen, A. 1995. Marketing Social Change: Changing behavior to promote health, social development, and the environment. San Francisco: Jossey-Bass.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. (<http://wissenmanagen.net/Wissenmanagen/Navigation/Werkzeugkasten/Einsteiger/kernprozesse,did=73334.html>), Zugriff am 03.03.2008

Fischer, 2007. Wann online Spenden fließen... Aus: Newsletter Online-Fundraising 01/07. <http://www.fundraising.de/> Zugriff am 03.03.2008

Grobe, R., Kreusel, I. 2004. Navigationshilfe für Umweltbewegte. Methoden für erfolgreiches Engagement. Herausgegeben vom Deutschen Naturschutzring. München: Ökom-Verlag.

GTZ (Bollin, C.; Schaef, T.; Heindrichs, T.) 2005. Katastrophenmanagementinstrumente im ländlichen Raum, Instrument Risikoanalyse.

Homburg, A., Prose, F. & Bendrien, J. 2004. Klimaschutz - Wie geht das? Entwicklung einer Strategie zur Förderung des Klimaschutzhandelns auf kommunaler Ebene. Umweltpsychologie 8 (1), 168-184

Kline Weinreich, N. 1999. Hands-on Social Marketing. A Step-By-Step Guide. Thousand Oaks, California: Sage Publications.

Matthies, E., Homberger, I. & Matthäus, St. 2004. Lokale Agenda-Prozesse psychologisch steuern. Lengerich: Pabst Science Publishers

Mertsch, Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge (DKKV) (2004) Risikomanagement als Konzept zur Risikominderung am Beispiel der überflutungsgefährdeten Räume Schleswig-Holstein.

Mosler, H.-J., Tobias, R. 2007. Umweltpsychologische Interventionsformen neu gedacht. Umweltpsychologie, 11(1), 35-54

Prochaska, J., DiClemente, C.C. 1983. Stages and Process of Self-Change of Smoking: Toward an Integrative Model of Change. Journal of Consulting and Clinical Psychology, 51, 390-395



Thielen, A.H., Müller, M., Kreibich, H. & Merz, B. 2005. Flood damage and influencing factors: New insights from the August 2002 flood in Germany. *Water Resources Research*, 41 (12), 1-16



TEIL III:

GOOD-PRACTICE-PROJEKTE



Überblick

Nachdem praktische Fallbeispiele in den vorangegangenen Kapiteln 4 und 5 nur ausschnitthaft präsentiert wurden, werden nun im TEIL III des Kyoto^{Plus}-Navigators (Kapitel 6 bis 8) „Good-Practice-Projekte“ vollständig präsentiert, um einen Einblick in sinnvolle Kombinationen verschiedener Instrumente zur Verhaltensänderung zu vermitteln. Die Kapitel 6 und 7 widmen sich dem Handlungsfeld Bauen/Wohnen, wobei das Kapitel 6 Projekte zur Förderung des Klimaschutzes, Kapitel 7 Projekte zur Förderung der Klimaanpassung darstellen. In Kapitel 8 werden Projekte zur Förderung des Klimaschutzes in Verkehr und Mobilität beschrieben. Projekte zur Förderung der Klimaanpassung des Mobilitätsverhaltens existieren bisher nicht.

6 KLIMASCHUTZPROJEKTE IM BAUEN UND WOHNEN

JULIA WERNER & DÖRTHE KRÖMKER

6.1 „GUT BERATEN STARTEN!“ DER KLIMASCHUTZAGENTUR HANNOVER

Region	Hannover
Projektname / Aktion	Gut beraten starten!
	
Hauptakteur	Klimaschutzagentur Region Hannover GmbH in Kooperation mit proKlima - der enercity-Fonds
Dauer	Erster Durchlauf: 2004-2007; Neuauflage: 2008 - 2011
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhung der Nachfrage von energetischen Sanierungen in der Region Hannover, dadurch Erschließung von CO₂-Minderungspotenzialen und Auslösung von Investitionsimpulsen - Fokus: Ein- und Zweifamilienhäuser, die vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung 1978 gebaut wurden
Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> - Persönliche Wissensvermittlung - Nicht-persönliche Wissensvermittlung - Soziale Modelle - Organisatorische Veränderungen
Begründung der Auswahl	<ul style="list-style-type: none"> - Gelungene Kooperation mit dem lokalen Handwerk und anderen Partnern vor Ort - sehr umfassenden Ansatz, bei dem nicht nur personenzentriert vorgegangen sondern auch an Situation und Struktur angesetzt wird
Situation / Ausgangslage	
<p>In Hannover ist der Bestand an älteren Ein- und Zweifamilienhäusern, die vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1978 errichtet wurden, sehr hoch. Beim Bau dieser Häuser wurden keine besonderen Anforderungen an den Wärmeschutz und den Energieverbrauch gestellt. Nach einem Gutachten des Wuppertal Instituts (2004) bestehen in der Region Han-</p>	

nover hohe wärmeseitige Energieeinsparpotenziale in der Sanierung des Gebäudebestandes. Diese Potenziale gelte es sowohl in der Breite (Nutzung möglichst vieler Gelegenheiten ohnehin anstehender Maßnahmen am Gebäude für energetische Modernisierungen) als auch in der Tiefe der Maßnahmen (möglichst tiefe Ausschöpfung der Potenziale im Einzelfall nach der Devise: „Wenn schon, denn schon!“) zu erschließen. Da bei vielen Gebäuden ohnehin der nächste Sanierungszyklus ansteht, gibt es dringenden Handlungsbedarf, um das Generieren von „Altlasten der Zukunft“ zu vermeiden; denn wenn ein Gebäude bereits saniert wurde, ist eine nachträgliche energetische Modernisierung meist nicht unter wirtschaftlichen Bedingungen zu realisieren.

Zudem war 2004 ein Investitionsstau hinsichtlich energetischer Sanierungsmaßnahmen zu verzeichnen.

Deshalb hat sich die Klimaschutzagentur entschieden, in Kooperation mit proKlima eine Kampagne zur Förderung der energetischen Sanierung bei Ein- und Zweifamilienhausbesitzerinnen und -besitzern zu initiieren. Die Thematik war dabei für die Klimaschutzregion Hannover nicht ganz neu: Bereits vor der Gründung der Klimaschutzagentur hat die Stadt Hannover die „H)eissbär-Kampagne“ durchgeführt, um Besitzerinnen und Besitzer von Ein- und Zweifamilienhäusern zur Durchführung energetischer Sanierungsmaßnahmen zu motivieren. Konzeptionell unterscheiden sich die beiden Kampagnen jedoch deutlich voneinander.

Projekt

Im Rahmen der Kampagne „Gut beraten starten!“ werden Energieberatungen in ausgewählten Gebieten in 21 Kommunen der Region Hannover durchgeführt. Dabei arbeitet die Klimaschutzagentur eng mit den Kommunen zusammen, in denen die Kampagne durchgeführt wird: Bürgermeister, Wirtschaftsförderer sowie der Energie- bzw. Umweltbeauftragte werden eingebunden, zudem gibt es eine enge Kooperation mit dem lokalen Handwerk und dem übrigen Baugewerbe. Fachlich und finanziell unterstützt wird die Kampagne von proKlima, weitere Finanzmittel kommen von der Region Hannover, die die Kampagne auch durch die zusätzliche Bereitstellung von Fördermitteln unterstützt. Darüber hinaus engagieren sich verschiedene Wirtschaftsunternehmen finanziell (z.B. Dämmstoffhersteller, Bausparkasse).

Die Kommunen weisen nach Gebäudebestand und soziodemographischen Merkmalen bestimmte Gebiete aus (ca. 300 Haushalte pro Kommune), in denen Energieberater an der Haustür Beratungen anbieten.

Ablauf der Kampagne in den einzelnen Kommunen:

Eine Rathausveranstaltung ist der Auftakt der jeweiligen Beratungswochen. Sie soll der lokalen Wirtschaft, insbesondere dem lokalen Handwerk, zur Vorabinformation dienen und die Chancen aufzeigen, wie sie die durch die Kampagne sensibilisierten Hauseigentümerinnen und -eigentümer als Kunden gewinnen können. Im Idealfall ist hier der Bürgermeister einer Kommune, ein Vertreter der Handwerkskammer, ein Referent zum Themenbereich

Fördermittel sowie die Geschäftsführung der Klimaschutzagentur vertreten.

Nun erhalten die Haushalte in dem von der Kommune ausgewiesenen Gebiet einen Brief vom Bürgermeister, in dem die Kampagne angekündigt wird. Darüber hinaus wird an Infoständen und in Pressemitteilungen auf die Kampagne hingewiesen. Dieser Vorlauf hat sich bewährt, da unangekündigte Hausbesuche einen negativen Ruf haben und von vielen Personen als unangenehm empfunden werden. Im Zuge der Vorankündigung der Beratungsaktion wird auch die sog. „Promiberatung“ durchgeführt: Mit lokalen Prominenten z.B. aus Sport- oder anderen Vereinen werden Energieberatungen durchgeführt und medienwirksam aufbereitet.

Nun findet das eigentliche Kernelement der Kampagne statt: Energieberater gehen von Haus zu Haus und bieten Erstinformationen und Intensivberatungen von max. 60 Minuten Dauer an. Alle Beratungsdienstleistungen sind dabei hersteller- und produktneutral. Bei kurzen Beratungskontakten erhalten die Hausbesitzerinnen und -besitzer Erstinformationen zum Thema sowie eine Informationsmappe. Bei Intensivberatungen werden die je nach Beschaffenheit des Gebäudes und Interesse der Hausbesitzerin oder des Hausbesitzers zentralen Themen der energetischen Sanierung angesprochen (Baulicher Wärmeschutz, Anlagentechnik, Förderprogramme, Nutzerverhalten). Außerdem werden Anregungen zum weiteren Vorgehen gegeben, zum Beispiel zur Energieausweis-Erstellung, Informationsquellen und Veranstaltungen zum Thema. Intensivberatungen können sich spontan beim Besuch des Energieberaters an der Haustür ergeben. Alle Hausbesitzerinnen und -besitzer können zudem (auch wenn sie nicht in dem speziell ausgewiesenen Gebiet wohnen) telefonisch über eine Hotline einen Termin für eine Intensivberatung vereinbaren.

Darüber hinaus werden in den besuchten Kommunen Modellhaushalte gesucht, die bereit sind, ganzheitliche energetische Modernisierungen an ihrem Haus vorzunehmen (Energieeinsparung ca. 30% - 50%) Diese Modernisierungen werden durch den Klimaschutzfonds proKlima und die Region Hannover bezuschusst. Diese Modellhaushalte sollen in der direkten Nachbarschaft und über die Lokalpresse auf kommunaler Ebene zur Nachahmung anregen.

Einige Wochen nach Beendigung des 2-wöchigen Beratungszeitraumes wird eine etablierte lokale Gewerbe- oder Wirtschaftsmesse zur Präsentation des Themas genutzt. Dort haben die Wirtschaftspartner der Kampagne Gelegenheit, ihr Unternehmen und ihre Produkte über ihre Vertriebspartner, d.h. das lokale Handwerk, zu bewerben. Unternehmen und Betriebe, die noch weiterführende Veranstaltungen durchführen wollen, werden von der Klimaschutzagentur unterstützt und beispielsweise mit Informations- Materialien oder Vorlagen für die weitere Pressearbeit beliefert.

Ergebnisse / Impact

Insgesamt hatten bis Ende 2007 66% (5.100 Haushalte) der angeschriebenen Haushalte eine Beratung in Anspruch genommen und darunter 29% (2.240 Haushalte) eine Intensivbera-

tung. Es wurden 23 Modellhaushalte registriert, die umfangreich sanieren.

Eine genauere Evaluation wurde im Jahr 2006 von einer Diplomandin der Fachhochschule Hannover durchgeführt. Die Evaluation fand somit vor Beendigung der Kampagne als eine Art Zwischenresümee statt. Es wurde eine Fragebogenuntersuchung mit einem Messzeitpunkt mit Hausbesitzerinnen und -besitzern durchgeführt, die im ersten Kampagnenjahr Intensivberatungen in Anspruch genommen hatten. Hinsichtlich der Kommunikationswege zeigte sich, dass vor allem die Ansprache über den Bürgermeisterbrief und die Lokalpresse erfolgreich war. Ungefähr ein Drittel hatte zum Evaluationszeitpunkt mindestens eine Maßnahme umgesetzt, ein weiteres Drittel hat noch keine Maßnahme umgesetzt, plant dies jedoch (Außenwanddämmung, neue Heizung, neue Fenster etc.). Nach Auskunft der Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer wurden in den Jahren 2004/2005 dadurch 500.000€ in energetische Modernisierungen investiert, weitere Investitionen in Höhe von 700.000€ wurden geplant. Die Geldströme entlang der Wertschöpfungskette lagen deutlich über dem, was die Klimaschutzagentur (bzw. deren Partner) in die Kampagne investiert hat.

6.2 „AUS.WIRKLICH AUS?“ DER INNOVATIONSTIFTUNG SCHLESWIG-HOLSTEIN

Projektname / Aktion	aus.wirklich aus?
Region	Schleswig-Holstein
Hauptakteur	Energiestiftung Schleswig-Holstein (heute Innovationsstiftung Schleswig-Holstein)
Dauer	2000-2002
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisierung und Aktivierung der Haushalte in Schleswig-Holstein für eine sparsame Stromnutzung durch die Vermeidung von Leerlaufverlusten in den Bereichen Unterhaltungs-, Kommunikations- und Informationselektronik - Erhöhung der Nachfrage von Geräten mit geringem Stand-by-Verbrauch
Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> - Nicht-persönliche Wissensvermittlung: Umfassende Medienkampagne (Anzeigen in Tageszeitungen, Kino- und Radiospots, Informationsbroschüre „auszeit“) - Weiterbildung von Schlüsselakteuren: Information des Handels zum Thema stand-by, Bereitstellung von Informationsmaterialien für Verkaufsgespräche - Rückmeldung: Rückmeldung zur CO2-Einsparung, die durch die Verhaltensänderungen der Bürgerinnen und Bürger in Schleswig-Holstein im Kampagnenzeitraum erzielt werden konnten (über Medien)
Begründung der Auswahl	<ul style="list-style-type: none"> - Beispiel für eine gelungene Medienkampagne (inkl. zielgruppenspezifischer Botschaft), die auch auf der Verhaltensebene Effekte erzielen konnte - Erfolgreiche Doppelstrategie: Ansatzpunkt Person und Ansatzpunkt Situation

Situation / Ausgangslage

Bei vielen elektrischen Geräten entstehen hohe Stromverluste, wenn diese nicht „richtig“ (am Aus-Knopf am Gerät selber oder über eine abschaltbare Steckerleiste) ausgeschaltet sondern (z.B. per Fernbedienung) in den Stand-by-Zustand versetzt werden. Zwar gibt es die Möglichkeit, Geräte herzustellen, die im Bereitschaftszustand einen geringeren Stromverbrauch haben; die Herstellung ist jedoch etwas teurer und wegen befürchteter Nachteile auf dem Weltmarkt wehren sich Hersteller und Händler gegen verbindliche Auflagen. Würden allerdings Verbraucher verstärkt Geräte mit geringem Stand-by-Verbrauch nach-

fragen, müssten Hersteller und Händler auf die Kundenwünsche reagieren.

Projekt

Die Energiestiftung Schleswig-Holstein führte die Kampagne in enger Kooperation mit einer Kieler Werbeagentur durch. Als Zielgruppe wurden jüngere, dem Energiesparthema eher fern stehende Menschen gewählt (16-40 Jahre), wobei auch traditionell Energiebewusste nicht abgeschreckt werden sollten.

Das Kernelement der Kampagne war eine hohe massenmediale Präsenz mit einer zielgruppenspezifisch konzipierten Botschaft (s.u. und s. Kapitel 5, Schritt 4-5). Unter anderem wurden Anzeigen in Tageszeitungen geschaltet und Kino- und Radiospots ausgestrahlt. Darüber hinaus wurde die Informationsbroschüre „auszeit“ entwickelt, die vor allem über den Handel verbreitet wurde, und eine Internetseite zur Kampagne eingerichtet. Ein weiteres wichtiges Element der Kampagne war die Kooperation mit dem Elektrofachhandel: Dieser wurde im Rahmen einer Auftaktveranstaltung über die Kampagne informiert und bekam kostenlos Materialien zum Thema zur Verfügung gestellt, die u.a. als Verkaufsunterstützung für höherwertige Geräte mit geringem Stand-by-Verbrauch verwendet werden konnten.

Die Zielgruppe hatte ein eher geringes Interesse am Thema Klimaschutz, legte jedoch großen Wert auf Individualität und Selbstbestimmung. Bei der Botschaft der Kampagne wurde deshalb die Reduzierung des Stand-by-Verbrauchs nicht als Klimaschutzverhalten kommuniziert, sondern als Möglichkeit der Selbstbestimmung verbunden mit ökonomischen Vorteilen. Sinngemäß war die Botschaft „Lass dir nicht ohne es zu merken Strom klauen!“. Diese Botschaft „aus.wirklich aus?“ wurde humorvoll auf andere Lebensbereiche und Situationen übertragen, von zwischenmenschlichen Beziehungen bis Toilettenpapier.

Ablauf der Kampagne:

Zu Beginn der Kampagne fand die Auftaktveranstaltung für Elektrofachhändler in Schleswig-Holstein statt (s.o.). Eine starke mediale Präsenz erfolgte kurz danach und dauerte ungefähr ein halbes Jahr an. Drei Monate nach der Hauptphase und weitere sechs Monate danach wurden Erinnerungskampagnen durchgeführt, die die Effekte verstetigen sollten. Im Zuge der Erinnerungskampagnen wurde zudem (ebenfalls über Massenmedien) Rückmeldung gegeben, wie viel CO₂ durch die Verhaltensänderungen der Bürgerinnen und Bürger in Schleswig-Holstein im



Quelle: Innovationsstiftung Schleswig-Holstein

Kampagnenzeitraum eingespart werden konnte.

Ergebnisse / Impact

Durch eine Kooperation mit der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, die an den Kampagnenergebnissen für die Planung eines eigenen, bundesweiten Vorhabens interessiert war, konnte die Evaluation sehr umfassend gestaltet werden. Durchgeführt wurde die sie vom Meinungsforschungsinstitut TSN-emnid. Dieses führte vor, während und nach der Kampagne repräsentative Bevölkerungsumfragen und Erhebungen beim Elektrofachhandel durch. Dadurch konnte festgestellt werden, wie sich Variablen wie Einstellungen und Verhalten im Kampagnenverlauf veränderten. Um zu prüfen, inwieweit die Veränderungen tatsächlich auf die Kampagne zurückgeführt werden können, wurden zudem repräsentative Umfragen im Vergleichsland Niedersachsen durchgeführt.

Es zeigte sich, dass sowohl bei den Händlern als auch bei der Bevölkerung Einstellungsänderungen erzielt werden konnten. Die gewünschte Assoziation „Stand-by ist mögliche Energieverschwendung“ konnte bei vielen Personen hergestellt werden: Während zu Beginn der Kampagne nur 3% diese Assoziation hatten, waren es nach der Kampagne 24%. Auch bei den Händlern stieg die Anzahl derer, die diese Assoziation hatten, von 2% auf 25%. Die Kaufbereitschaft von Geräten mit geringem Stand-by-Verbrauch konnte zunächst auch gesteigert werden, fiel jedoch ein Jahr nach der Kampagne unter den Ausgangswert zurück. Auf der Verhaltensebene konnte nachgewiesen werden, dass ein signifikant höherer Anteil an Personen nach der Kampagne den Fernseher „richtig“ ausschaltete, statt das Gerät per Fernbedienung in den Stand-by-Modus zu versetzen. Zudem gab es in Schleswig-Holstein eine größere Anzahl an Beratungen und Kundennachfragen zum Stand-by-Verbrauch als im Vergleichsland Niedersachsen.

Informationen zum Projekt

Quellen:

- Wortmann, K. 2005. Die Kampagne „aus.wirklich aus?“ als Pilotprojekt. In: G. Michelsen, J. Godemann, 2005. Handbuch Nachhaltigkeitskommunikation. Berlin: oekom.
 - Wortmann, K, & Möhring-Hüser, W. (2003). Long term effects of an energy efficiency advertising campaign. In: European Council for an Energy Efficient Economy and the authors (eds.): Time to turn down energy demand. Eceee 2003 Summer Study Proceedings. Vol. 3, 1159-1169.
 - Schötz, D., Wortmann, K. & Krieg, O. (Hrsg.) (2003). Werbung für Energieeffizienz. Evaluierung einer Energieeffizienz-Kampagne am Beispiel der Stand-by-Kampagne „Aus. Wirklich aus?“. Berlin: Erich Schmidt Verlag
-
-

6.3 „10.000 PLUS“ DER KATHOLISCHEN LANDJUGENDBEWEGUNG DEUTSCHLAND

Projektname / Aktion	10.000 plus
Region	deutschlandweit
Hauptakteur	Katholische Landjugendbewegung Deutschland
Dauer	2001-2002
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> - Verkauf von 10.000 Energiesparlampen - Förderung jugendlichen Engagements für den Klimaschutz - Sensibilisierung für das Thema in Politik, Wirtschaft und Kirche auf lokaler Ebene
Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> - Zielsetzung: Ziel, insgesamt mindestens 10.000 Energiesparlampen zu verkaufen, weitere Zielsetzungen innerhalb der Gruppen - Nicht persönliche Wissensvermittlung: Information der Endverbraucher über Beipackzettel - Persönliche Wissensvermittlung: Information der Endverbraucher durch die Jugendlichen im Rahmen von informellen Gesprächen und an Verkaufsständen - Soziale Diffusion: Distribution der Energiesparlampen über persönliche Kontakte der Jugendlichen - Wettbewerb: Welche Gruppe verkauft die meisten Energiesparlampen?
Begründung der Auswahl	<ul style="list-style-type: none"> - Erfolgreiche Aktivierung sozialer Netzwerke - Innovativer Ansatz

Situation / Ausgangslage

Jugendstudien (z.B. Shell-Studie) zufolge ändert sich die Jugendgeneration: Die Jugend wird pragmatischer, Umweltschutz spielt eine eher untergeordnete Rolle. Die katholische Landjugendbewegung vermutet jedoch, dass dies u.a. am mangelnden Vorhandensein geeigneter Angebote für Jugendliche liegt: „Jugendliche wollen keine großen Worte sondern handeln und Erfolge sehen“. Vor diesem Hintergrund möchte die katholische Landjugendbewegung (KLJB) Jugendlichen die Möglichkeit geben, sich auf einer konkreten Ebene für ein komplexes Thema zu engagieren und gleichzeitig messbare Beiträge für den Klimaschutz erreichen.

Projekt

Das von der katholischen Landjugendbewegung initiierte Projekt 10.000 plus wurde finan-

ziell vom Bundesumweltministerium, Umweltbundesamt, der Energieagentur NRW, des Bundes für Energieverbraucher und von diversen Unternehmen (z.B. Phönix Sonnenstrom AG) unterstützt.

Im Rahmen des Projekts wurden Jugendliche (z.B. KLJB-Ortsgruppen) eingeladen, sich an einem bundesweiten Wettbewerb zu beteiligen: Welche Gruppe verkauft innerhalb eines Jahres die meisten Energiesparlampen? Die Gruppen konnten sich dabei eigene Ziele setzen (Anzahl verkaufter Lampen und eingesparte CO₂-Emissionen), zudem wurde als Zielmarke gesetzt, dass alle Gruppen zusammen über 10.000 Energiesparlampen verkaufen sollten. Verkauft wurden die Lampen an Verwandte, Freunde, Bekannte, aber auch an Bürgerinnen und Bürger auf der Straße oder Ladeninhaberinnen. Neben Endverbraucherinnen und -verbrauchern wendeten sich die Jugendlichen auch an Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger in Kirche und Politik, forderten ein stärkeres Engagement für den Klimaschutz und stellten konkrete Handlungsmöglichkeiten dar.

Durch eine Kooperation mit dem Lampenhersteller Phillips konnten die Lampen zu vergünstigten Preisen angeboten werden. Abgewickelt wurde das Angebot über den KLJB-eigenen Verlag. Den Lampen beigefügt wurde eine „Packungsbeilage“, die über Energiesparlampen und weitere Handlungsmöglichkeiten informierte und die Teilnahme an einer Verlosung anbot (Preise u.a. 1 Jahr Ökostrom).

Ablauf:

Das Projekt startete mit einer Auftaktveranstaltung auf dem Münsterplatz in Bonn. Vertreten waren neben der KLJB auch diverse Kooperationspartner, wie die Energieagentur NRW und der Bund der Energieverbraucher. Nun begann der Lampenverkauf durch die Jugendgruppen. Während dieser Phase war die Kampagne auch auf diversen öffentlichen Veranstaltungen (Grüne Woche in Berlin, Windparkeröffnung Marsberg) vertreten.

Über die Internetseite der Kampagne wurde regelmäßig informiert, welche Gruppe aktuell welche Verkaufszahlen zu verzeichnen hatte.

Die Siegerehrung fand ca. ein Jahr später während des KLJB-Bundestreffens in Teisendorf statt. Die Siegergruppe bekam vom Staatssekretär im Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft den ersten Preis überreicht: Eine Einladung für eine Reise nach Berlin.

Ergebnisse / Impact

Insgesamt wurden im Rahmen des Projekts ca. 7.000 Energiesparlampen verkauft, über 1.000 davon von der Siegergruppe. So wurde die Zielmarke von 10.000 zwar nicht ganz erreicht, das Projekt hatte dafür jedoch einige unerwartete erfreuliche „Nebeneffekte“ zu verzeichnen. Es gab eine große öffentliche Resonanz und innerverbandlich gab das Projekt Impulse für eine verstärkte Beschäftigung mit dem Thema Klimaschutz und Energie. Darüber hinaus konnten auch Jugendgruppen außerhalb der KLJB zu einer Teilnahme und so-



mit einem Engagement für den Klimaschutz gewonnen werden.

**Informationen zum Pro-
jekt**

Quellen:

- Bundesvorstand der Katholischen Landjugendbewegung Deutschlands e.V.(2002): 10.000 plus. Energie für die Zukunft. Dokumentation der KLJB-Energiekampagne. (als pdf erhältlich über die KLJB-Zentrale: www.kljb.org)
-
-

7 ANPASSUNGSPROJEKTE IM BAUEN UND WOHNEN

JANA WERG & TORSTEN GROTHMANN

7.1 „AKTION PEGELLATTE“ DER BÜRGERINITIATIVE HOCHWASSER E.V.

Region	Köln bzw. Rhein
Projektname / Aktion	Aktion Pegellatte
	
Hauptakteur	Bürgerinitiative Hochwasser e.V.
Dauer	Bürgerinitiative seit 1993; Projekt: 2001-2005 (?)
Ziele	<ul style="list-style-type: none">- Bewusstmachen der Hochwassergefahren bei privaten Bürgern und Institutionen- Erhaltung und Öffnung von Rückhalteräumen- Zusammenhalt aller Hochwasserschützer am Rhein- Stärkung der Solidarität aller, die an und mit dem Fluss leben
Begründung der Auswahl	<p>Dieses und andere Projekte der Bürgerinitiative Hochwasser e.V. zeigen, dass durch konsequentes Engagement von (zunächst einigen wenigen) privaten Bürgern durchaus Projekte mit Breitenwirkung ins Leben gerufen werden können.</p> <p>Die Aktion Pegellatte wird hier näher beschrieben, da dieses Projekt ein Beispiel dafür ist, wie Information zu Naturgefahren auf emotionale und unkonventionelle Art vermittelt werden kann. Folgende Punkte sind bezüglich der Aktion Pegellatte hervorzuheben:</p> <ul style="list-style-type: none">• Die Reise auf dem Motorboot sorgte für Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit; über ein solches öffentliches

Interesse können Privatbürger Anstöße oder Anknüpfungspunkte für die Thematisierung der Problematik Hochwasser finden.

- Eine Reise auf dem Motorboot im Namen des Hochwasserschutzes stellt einen unkonventionellen Ansatz dar und kann bei Bürgern positive Emotionen hervorrufen: die Aktion Pegellatte macht neugierig und regt durch die Veranstaltungen und Workshops außerdem zum sozialen Miteinander von potentiell Betroffenen an. So können eventuelle negative Emotionen (z.B. Sorge, Angst), die mit dem Thema Hochwasser verbunden sind, aufgefangen werden.
- Die engagierten Bürger traten die Reise mit dem Motorboot selbst an; so konnten neben Wissen auch Normen transportiert und damit die Wahrscheinlichkeit erhöht werden, dass die Adressaten der Aktion das neue Wissen auch in Handlung umsetzen.

(Die durch die Reise erzielte Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit ist gleichzeitig Öffentlichkeitsarbeit für die Bürgerinitiative selbst.)

Situation / Ausgangslage

Immer wieder ist der Raum Köln von schweren Hochwassern betroffen. So wurde auch 1993 das Gebiet Köln-Rodenkirchen stark überschwemmt. Als Reaktion auf dieses Hochwasser bildete sich die Bürgerinitiative Hochwasser e.V., die inzwischen ca. 500 Mitglieder zählt. Die Initiative vertritt die Interessen von vielen tausend Hochwassergefährdeten im Süden von Köln.

Projekt

Die Bürgerinitiative Köln Hochwasser e.V. hat erkannt, dass Hochwasser nur dann nachhaltig gemildert werden kann, wenn alle Anrainer des Flusses gemeinsam handeln. Aus diesem Grund wurde die „Aktion Pegellatte“ ins Leben gerufen. Dazu organisierte die Bürgerinitiative ein Motorboot, das auf den Namen „Pegellatte“ getauft und auf eine Reise auf dem Rhein geschickt wurde.

2001 führte diese Reise von Köln nach Basel, 2002 bis zur Rheinmündung. Insgesamt wurden - oft gemeinsam mit Mitgliedsstädten und der HWNG Rhein - 30 Veranstaltungen in Deutschland, der Schweiz und den Niederlanden durchgeführt. Außerdem war die „Pegellatte“ präsent zu Workshops der IKS in Koblenz, Speyer und Nijmegen und zur deutsch-niederländischen Hochwasserkonferenz in Arnheim.

Verwendete Verhaltensänderungsinstrumente

Ansatzpunkt Person, persönliche Wissensvermittlung: Organisation von themenbezogenen

Veranstaltungen, Workshops, Teilnahme an Konferenzen

Ansatzpunkt Emotion: Erlebnisorientierte Techniken: Reise auf einem Boot ist ein unkonventioneller Ansatz zur Verbreitung von Information, der auffällt. Die diversen Veranstaltung regen außerdem zum sozialen Miteinander an.

Ergebnisse / Impact

Die öffentliche Resonanz war sehr groß. Dies drückt sich auch in der Tatsache aus, dass ein WDR-Team die Bootsfahrt begleitete und eine Dokumentation für die Sendung „die story“ drehte, der im Jahr 2005 eine Fortsetzung folgte.

Weiterführende Info-

Das beschriebene Projekt ist eine von vielen Aktivitäten der Bürgerinitiative Hochwasser e.V. Andere Aktivitäten sind:

- Kritische Begleitung der Planung und Umsetzung des Hochwasserschutzes in ganz Köln
 - Mitbegründung der HWNG Rhein: Gründung 1996; Partnerschaft von 60 Kommunen inklusive einiger weniger Bürgerinitiativen
 - Mitarbeit im Bevölkerungsschutz (AKNZ und DKKV)
 - Entwicklung eines Pegel-Informationsdienstes per SMS (www.pegel-sms.de): Registrierte User werden über den aktuellen Wasserstand informiert. Dieser Dienst wurde gemeinsam mit Unternehmen und dem DKKV entwickelt.
-
-

Links

Allgemeine Information zum Thema Hochwasser, Hochwasser-Gefahrenkarten für die Stadt Köln, Informationen zur Bürgerinitiative und weiterführende Links

<http://www.hochwasser.de>

Hochwasser Notgemeinschaft Rhein e.V. (HWNG)

<http://www.hochwassernotgemeinschaft-rhein.de/>

Aus- und Weiterbildung an der Akademie für Krisenmanagement, Notfallplanung und Zivilschutz (AKNZ)

http://www.bbk.bund.de/cIn_007/nn_401934/DE/02_Themen/13_Aus_undWeiterbildung/Aus_undWeiterbildung_node.html

Deutsches Komitee Katastrophenvorsorge e.V. (DKKV)

<http://www.dkkv.org/>

www.pegel-sms.de

7.2 „HITZEWELLENSTRATEGIE“ DER STADT PHILADELPHIA

Region	Philadelphia (Pennsylvania, USA)
Projektname / Aktion	Hitzwellenstrategie Philadelphia
Hauptakteur	Akteur: U.S. Environmental Protection Agency; Stadt Philadelphia (Pennsylvania, USA)
Dauer	Entwicklung der Strategie 1991
Ziele	Minderung von hitzebedingten Krankheits- und Todesfällen

Die Hitzewellenstrategie der Stadt Philadelphia kombiniert eine bemerkenswerte Anzahl von Verhaltensänderungsinstrumenten. Dadurch wird die Umsetzung von hitzebezogenen Klimaanpassungsmaßnahmen den Bürgern erleichtert. Die Strategie setzt dabei an verschiedenen Ebenen an und richtet sich an die Person selbst, das soziale Netzwerk und Institutionen.

- Den Bürgern wird über verschiedene Kanäle Wissen vermittelt, so dass sie über hitzebezogenen Anpassungsmaßnahmen informiert sind, was die Grundvoraussetzung für die Umsetzung der Maßnahmen darstellt.
- Über die Aktivierung des sozialen Systems („Buddy System“ und „Block Captains“) können gefährdete Personen nicht nur identifiziert und auf ihre Gefahrensituation aufmerksam gemacht werden; sie können gleichzeitig direkte soziale Unterstützung erhalten oder das soziale Netzwerk informiert professionelle Unterstützungsteams.
- Gleichzeitig wird den Bürgern die Umsetzung der relevanten Anpassungsmaßnahmen, bzw. die Ausführung adäquater Verhaltensweisen (z.B. Aufhalten in gekühlten Räumen: längere Öffnungszeiten von klimatisierten öffentlichen Räumlichkeiten) erleichtert.

Situation / Ausgangslage

Die Stadt Philadelphia, USA ist regelmäßig Hitzewellen ausgesetzt. Aufgrund des Klimawandels muss zukünftig mit häufigeren, längeren und extremeren Hitzewellen gerechnet werden; während dieser Hitzewellen werden regelmäßig hitzebedingte Krankheits- und Todesfälle registriert. Philadelphia wird auch die „Hitzetoten-Hauptstadt der Welt“ genannt. Philadelphia gehört zu den ersten Städten, die eine systematische Hitzewellen-Strategie entwickeln und umsetzen.

Projekt

Diverse Elemente kommen im Rahmen der Hitzewellenstrategie zum Tragen. Konzertiert tragen diese dazu bei, die hitzebedingten Krankheits- und Todesfälle zu mindern. Dazu gehören unter anderen:

Heat Task Force: Diese Arbeitsgruppe ist für die kontinuierliche strategische Planung, Umsetzung und Weiterentwicklung der Hitzewellenstrategie zuständig.

Hotline: Es wurde eine Hotline eingerichtet, die die Anrufe von Bürgern mit hitzeverwandten Fragen und Sorgen bearbeitet. Unter den Hotline-Mitarbeitern findet sich auch medizinisches Personal, das insbesondere für die Beantwortung von medizinischen Fragen verantwortlich ist. Ein weiteres Team unterstützt Bürger, die über Anrufe (von den Bürgern selbst, „Buddys“ oder „Block Captains“) als besonders gefährdet eingestuft wurden, vor Ort.

Buddy System: Freunde, Verwandte, Nachbarn und „Block Captains“ werden explizit dazu aufgefordert, auf verstärkt gefährdete Mitmenschen (z.B. Senioren, Obdachlose) in ihrer Umgebung acht zu geben.

Block Captain System: Einwohner wählen „Block Captains“, die ehrenamtlich als Ansprechpartner für das Gesundheitsministerium während Hitzewellen fungieren. Die „Block Captains“ identifizieren Bewohner, die besonders gefährdet sind und beobachten diese. Außerdem sind sie dafür verantwortlich, Informationen des Gesundheitsministeriums in ihrer Umgebung zu verbreiten. In Philadelphia gibt es 5000 Block Captains (bei 1,5 Mio Einwohnern).

Medieneinbindung: Die Medien werden frühzeitig über eine kommende Hitzewelle informiert; außerdem erhalten sie Anleitungen zu Anpassungsmaßnahmen für die Bürger und Anweisungen, diese zu verbreiten.

Öffentliche Räume: Obdachlosenunterkünfte bleiben während Hitzewellen auch tagsüber geöffnet; klimatisierte Seniorenzentren verlängern ihre Öffnungszeiten.

Verwendete Verhaltensänderungsinstrumente

- Persönliche Wissensvermittlung: Verbreitung von hitzebezogenen Anpassungsmaßnahmen Information durch die „Block Captains“; telefonische Beratung (Hotline)
 - Nicht-persönliche Wissensvermittlung: Verbreitung von hitzebezogenen Anpassungsmaßnahmen über die Medien
 - Organisatorische Veränderungen: Einrichtung der Hotline, Vor-Ort-Teams, längere Öffnungszeiten von klimatisierten Einrichtungen
 - Soziales System: „Buddy System“ und „Block Captains“
 - Verpflichtung: Die „Block Captains“ verpflichten sich freiwillig dazu, ihre Umgebung zu monitoren und Informationen der U.S. Environmental Protection Agency zu verbreiten.
-
-

Ergebnisse / Impact

Es wird geschätzt, dass die hitzbedingte Mortalität durch die Implementierung der Strategie um 8% gesenkt werden konnte.

Weiterführende Info-

Links

Link zur Projektinfo Info- (Text in Englisch):
http://maindb.unfccc.int/public/adaptation/adaptation_casestudy.pl?id_project=172

Excessive Heat Events Guidebook downloadbar unter:

www.epa.gov/hiri/about/pdf/EHEguide_final.pdf

7.3 „STOP DISASTERS GAME“ DER UN / ISDR

Region	Internetbasiert (Sprachen: Englisch, Spanisch, Französisch, Russisch, Chinesisch); in erster Linie Entwicklungs- bzw. Schwellenländer
Projektname / Aktion	Stop Disasters Game
Hauptakteur	United Nations Organisation: International Strategy for Disaster Reduction (ISDR)
Dauer	Veröffentlicht März 2007
Ziele	Wissen erhöhen bzgl. Katastrophen und Möglichkeiten der Katastrophenprävention, Sensibilisierung und Anregung von Diskussion zur Katastrophenprävention, Bereitstellung von Lehrmaterial. Hauptzielgruppe sind 9-16jährige, wobei das Spiel auch für Erwachsene interessant ist.
Begründung der Auswahl	Das Onlinespiel „Stop Disasters“ stellt eine Möglichkeit dar, wie lebenswichtige Information erlebnisorientiert, spielerisch und dadurch ansprechend vermittelt werden kann. Dies ist besonders wichtig bezüglich der Informationsvermittlung an die Hauptzielgruppe (9-16jährige). Die Kinder bzw. Jugendlichen können einerseits beim Spielen selbst lernen und andererseits bietet das Spiel einen guten Ansatz zur erzieherischen Kommunikation; Lehrmaterialien unterstützen die Einbindung des Spiels in den z.B. den Schulunterricht.

Situation / Ausgangslage

Die ISDR zielt darauf ab, Gemeinden weniger anfällig gegenüber Naturkatastrophen zu machen.

Dazu gehört unter anderem, die Öffentlichkeit bezüglich der Risiken und Möglichkeiten der Reduzierung von Naturkatastrophen zu sensibilisieren.

In Entwicklungs- und Schwellenländern gehören Kinder zu den am stärksten gefährdeten Gruppen bei Naturkatastrophen und bilden daher eine wichtige Zielgruppe von entsprechenden Maßnahmen. Sie müssen schon möglichst früh über die Gefahren durch Naturkatastrophen aufgeklärt werden und außerdem lernen, welche langfristigen Maßnahmen und welche Verhaltensweisen im Katastrophenschutz angemessen sind und Leben retten können. Es sollte ein Spiel entwickelt werden, mit dem Kinder (und auch Erwachsene) lernen

können, welche Rolle die Lage und Materialien eines Hauses beim Eintreffen einer Katastrophe spielen und gleichzeitig wie Frühwarnsysteme, Evakuierungspläne und Aufklärung Leben retten können.

Projekt

Im Onlinespiel „Stop Disasters“ sind Spieler in verschiedenen Katastrophenszenarios (Überflutung, Sturm, Feuer, Erdbeben, Tsunami) für die Durchführung von Präventionsmaßnahmen in einer fiktiven Gemeinde verantwortlich. Während des Spiels erhält der Spieler kontinuierlich Information zu Effektivität, Wirkweise und Kosten der verschiedenen möglichen Präventionsmaßnahmen. Das

Durchspielen eines Szenarios beträgt je nach Szenario und Schwierigkeitsgrad 10-20 Minuten. Am Ende eines Durchgangs tritt die Katastrophe vor den Augen des Spielers in der fiktiven Gemeinde ein, die Auswirkungen werden simuliert und Auskunft über Opfer, effektive Präventionsmaßnahmen etc. gegeben. Ziel des Spieles ist die Reduzierung von Schäden sowohl an Leib und Leben als auch an der Infrastruktur der Gemeinde. Die High-Scores sämtlicher Spieler werden festgehalten so dass diese weltweit mit anderen Spielern in Wettbewerb treten können.

„Stop Disasters“ ist so aufgebaut, dass es von einem Einzelspieler gespielt werden kann. Es ist aber auch durchaus sinnvoll, das Spiel beispielsweise kollaborativ von mehreren Schülern im Unterricht spielen zu lassen und im Anschluss die besten Möglichkeiten zur Katastrophenprävention zu diskutieren. Lernmaterial für Schüler und Lehrer steht zusätzlich zu dem Spiel auf der Website zum Download bereit.

Verwendete Verhaltensänderungsinstrumente

- *Nicht-persönliche Wissensvermittlung:* Während des Spiels werden dem Spieler Informationen über die Wirkweisen verschiedener möglicher Klimaanpassungsmaßnahmen (bzw. Maßnahmen zur Verringerung des Schadens durch Katastrophen gegeben)
 - *Ansatzpunkt Emotion: Erlebnisorientierte Techniken:* Spieler spielen und lernen gleichzeitig; im Unterschied zu üblichen Lernprozessen bei (Computer-)Spielen ist die Erfüllung der didaktische Aufgabe das eigentliche Anliegen des Spiels. Solche Spiele werden als „Serious Games“ bzw. „Digitale Lernspiele“ bezeichnet.
-
-



Quelle: <http://www.stopdisastersgame.org/en/press.html>

Ergebnisse / Impact

Es bestehen keine genauen Zahlen über die Effekte des Spiels. Diese müssten über langfristig angelegte Evaluationsstudien erfasst werden.

Weiterführende Info-

Da viele Kinder und Jugendliche keinen Zugang zum Internet haben, entwickelt die ISDR auch ein DVD-Format des Spiels; auf diesem Weg soll die Zielgruppe auch in abgelegeneren Gegenden von Afrika, Asien und Lateinamerika erreicht werden.

Außerdem sollen weitere Szenarios (z.B. Dürre) hinzugefügt werden.

Die UN hat vor „Stop Disaster“ bereits andere Lernspiele für Kinder entwickelt. Das Brettspiel „Riskland“ beispielsweise ist Teil des Toolkits „Let’s learn to prevent disasters!“

Diese und andere Spiele findet man unter

http://www.unisdr.org/eng/public_aware/world_camp/2004/pa-camp04-online-resources-eng.htm

Links

Link zum Onlinespiel „Stop Disasters“

<http://www.stopdisastersgame.org/en/>

Artikel zur Veröffentlichung des Spiels

<http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=21718&Cr=disasters&Cr1>

Website der International Strategy for Disaster Reduction

<http://www.unisdr.org/isdrindex.htm>

7.4 „DISASTER RISK MANAGEMENT ALONG THE RIO BÚZI“ DER GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT

Region	Búzi-Distrikt
Projektname / Aktion	Disaster Risk Management along the Rio Búzi (Katastrophenvorsorge am Fluss Búzi)
Hauptakteur	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GTZ
Dauer	Juni 2004 - Dezember 2006
Ziele	Verringerung der Vulnerabilität der Bevölkerung gegenüber Überschwemmungen und tropischen Stürmen
Begründung der Auswahl	Das Projekt verfolgt auf vorbildliche Weise eine partizipative Vorgehensweise und sichert die Einbindung verschiedenster Ebenen (Bevölkerung, lokale / politische Akteure verschiedener Ebenen). Die Bevölkerung wird dabei in allen Phasen des Projekt mit einbezogen. Ein weiterer Grund für die Auswahl dieses Projekts ist die Tatsache, dass hier der inzwischen als notwendig geltenden <i>integrativen</i> Betrachtungsweise von Katastrophenvorsorge, Armutsbekämpfung und nachhaltiger Entwicklung Rechnung getragen wird.

Situation / Ausgangslage

Mosambik gehört zu den am häufigsten und stärksten von Naturkatastrophen wie Überschwemmungen, Zyklonen und Dürren betroffenen Ländern Afrikas. Das Land ist gleichzeitig eines der ärmsten der Welt. Der inzwischen anerkannte Zusammenhang von Armut, Anfälligkeit für Katastrophen (vulnerability) und Katastrophenrisiko macht deutlich, dass die simultane Verringerung von Vulnerabilität und Armut zu langfristigen Erfolgen führen kann.

Der ärmste Teil der Bevölkerung ist in der Regel aufgrund von Mangel an Information und Alternativen den Effekten von Naturkatastrophen besonders schutzlos ausgesetzt. Außerdem besteht die Gefahr eines nicht unterbrechbaren Teufelskreises: Naturkatastrophen können innerhalb kürzester Zeit die Ergebnisse jahrlanger Entwicklungsarbeit zerstören; gleichzeitig verfügt die arme Bevölkerung über die am wenigsten elaborierten Bewältigungsstrategien. Katastrophenvorsorge ist daher vor allem in solchen Regionen nicht nur ein entscheidender Faktor zur Vermeidung von Schaden an Leib, Leben und Eigentum sondern auch ein integraler Bestandteil bei der Bekämpfung von Armut.

Projekt

Im Búzi-Distrikt (145,638 Personen) wurde zunächst eine Risikoanalyse durchgeführt, die circa ein Drittel der Bewohner des Distrikts als durch die verschiedenen Naturkatastrophen gefährdet identifizierte.

Im Anschluss an diese Risikoanalyse wurden verschiedene Maßnahmen umgesetzt, die zur Verringerung der Vulnerabilität der Bevölkerung führen sollten. Dazu gehörten sowohl Präventions- als auch Preparedness-Maßnahmen (Verhaltensweisen für den Ernstfall). Im Idealfall verringerten diese Maßnahmen zusätzlich das eigentliche Katastrophenrisiko bezüglich Überschwemmungen und Zyklonen. Zu den durchgeführten Maßnahmen zählen die Errichtung von neuen, höher gelegenen Siedlungen in größerer Entfernung zum Fluss, die Realisierung zyklongerechter Baumaßnahmen bei der Wiedererrichtung von geschädigter Infrastruktur, Verhaltensübungen bei Gefahrensimulation und die Implementierung von Frühwarnsystemen.

In allen Projektphasen wurden sowohl Akteure der verschiedenen institutionellen beziehungsweise politischen Ebenen als auch die private Bevölkerung eingebunden. Die Beteiligung fand statt über Workshops, Seminare und Arbeitstreffen. Zusätzlich durchgeführt wurden Trainings für Verhalten im Katastrophenfall für die Bevölkerung auf der einen und Trainings auf politischer Ebene bezüglich der Integration von DRM Maßnahmen in regionale Entwicklungspläne auf der anderen Seite.

Der partizipative Charakter des Projekts wird von der GTZ als entscheidender eingeschätzt.

Verwendete Verhaltensänderungsinstrumente

- *Soziales System: Partizipation, Kooperation und Vernetzung:* Partizipation der Bevölkerung und der lokalen politischen Akteure; Durchführung von Workshops, Seminaren und Arbeitstreffen
 - *Situation: Weiterbildung von Schlüsselakteuren:* Durchführung von Trainings sowohl für die Bevölkerung als auch für die lokalen politischen Akteure
 - *Situation: Technische / organisatorische Veränderungen:* Konzept zur Einbindung von DRM Maßnahmen in die lokalen Entwicklungspläne in Zusammenarbeit mit dem "district administrator" von Búzi
-
-

Ergebnisse / Impact

Die Vulnerabilität der Bevölkerung der Búzi-Distrikt gegenüber Gefahren durch Überschwemmung und Zyklone konnte durch das Projekt verringert und die Sensibilität für Katastrophenrisiko und -vorsorge erhöht werden. Diese Erfolge wurden durch einem unabhängigen Evaluationsbericht im Jahr 2005 bestätigt. Für diesen Bericht wurden drei Gemeinden des Búzi-Distrikts, in denen bereits DRM-Maßnahmen durchgeführt wurden, mit einer vergleichbaren Gemeinde eines angrenzenden Distrikts, verglichen. (Genauere Zahlen liegen

den Autoren nicht vor.)

Das Training der Gemeindemitglieder hat dazu geführt, dass diese nicht mehr lediglich als Empfänger von Hilfsmaßnahmen sondern als aktive Partner wahrgenommen werden, die zum Fortschritt der DRM beitragen. Die Maßnahmen zur Sensibilisierung der verschiedenen Akteure wurden erfolgreich implementiert; der Verwalter des Búzi-Distrikts wurde im Rahmend es Projekts davon überzeugt, dass DRM-Maßnahmen unverzichtbar sind und integrierte diese in den Entwicklungsplan des Distrikts. Außerdem wurden Richtlinien für den Bau zyklonresistenter Gebäude adaptiert. Die durchgeführten Umsiedlungen haben zusätzlich zu der Verringerung des Risikos für besonders gefährdete Familien beigetragen.

Die Verminderung des Risikos durch Dürre konnte trotz der hohen Relevanz des Themas im Rahmen dieses Projekts jedoch nicht angegangen werden und verlangt nach Berücksichtigung in zukünftigen Projekten.

Weiterführende Info-

Links

Bericht mit Information zu Hintergrund, Konzept und Umsetzung von Katastrophenvorsorge in Mosambik (Afrika) im GTZ-Programm zur Ländlichen Entwicklung (PRODER).
www.gtz.de/de/dokumente/en-mz-disaster-risk-management-rio-buzi.pdf

8 KLIMASCHUTZPROJEKTE IN VERKEHR UND MOBILITÄT

ANDREAS STOLBERG & CHRISTIAN HOFFMANN

8.1 „EILE MIT WEILE“ DER STADT MÜNSINGEN

Projektname / Aktion	Eile mit Weile - Freiwillig Tempo 30 in Münsingen
Region	Bern (Schweiz)
Hauptakteur	Hauptinitiator und Träger war die Verkehrskommission der Gemeinde Münsingen in Kooperation mit einem Förderclub und einer Kommunikationsberaterin. Wissenschaftlichen Begleitung erfolgte durch das Psychologische Institut der Universität Zürich, Abteilung Sozialpsychologie I.
Dauer	1998 - 1999
Ziele	<ul style="list-style-type: none">- Veränderung des innerörtlichen Fahrverhaltens (Tempo 30) dadurch Verkehrssicherheit und Umweltschutz- Fokus: Verkehrsteilnehmer im MiV und Güterverkehr
Instrumente	<ul style="list-style-type: none">- Persönliche Wissens- und Informationsvermittlung- Nicht-persönliche Wissens- und Informationsvermittlung- Selbstverpflichtung- Soziale Modelle- Rückmeldung- Prompts und Werbeartikel
Begründung der Auswahl	<ul style="list-style-type: none">- Gelungene Kooperation zwischen verschiedenen lokalen Akteuren und zwischen lokalen Akteuren und Wissenschaft- Erfolgreiche Aktivierung sozialer Netzwerke durch abgestimmte Instrumente des Social Marketing- Die Wirkung der eingesetzten Instrumente wurde evaluiert.

Situation / Ausgangslage

Schweizer Gemeinde Münsingen bei Bern hatte zum Zeitpunkt der Aktion „Eile mit Weile - Freiwillig Tempo 30 in Münsingen“ etwas mehr als 10.000 Einwohner, davon besaßen 4000 Personen ein eigenes Fahrzeug. Weil bauliche Maßnahmen zur Geschwindigkeitsreduktion in einem Quartier politisch nicht durchsetzbar waren sollte eine Verkehrsaktion für eine freiwillige Geschwindigkeitsreduktion in diesem Quartier sorgen.

Projekt

Hauptinitiator und Träger der Aktion „Eile mit Weile - Freiwillig Tempo 30 in Münsingen“ war mit der Verkehrskommission der Gemeinde Münsingen, ein überparteiliches Gremium von an Verkehrsfragen interessierten Personen, unterstützt wurde die Aktion durch einen dafür gebildeten Förderclub. Begleitet wurde die Aktion von einer Kommunikationsberaterin. Die wissenschaftliche Begleitung leistete das Psychologische Institut der Universität Zürich, Abteilung Sozialpsychologie I. Die Umsetzung der Aktion „Eile mit Weile - Freiwillig Tempo 30 in Münsingen“ erfolgte in zwei Phasen.

Ablauf des Projekts

Diffusionsphase

In dieser ersten Projekt Phase sollte auf die Aktion aufmerksam gemacht und möglichst viele Personen zur Teilnahme an der Aktion gewonnen werden. Teilnehmer und Teilnehmerinnen verpflichteten sich per ausgefülltem und zurückgeschickten Teilnahmezettel (Selbstverpflichtungsformular mit Argumenten für Tempo 30) in einem bestimmten Zeitraum in einem ausgewiesenen Quartier in Münsingen Tempo 30 zu fahren. Die Aktion richtete sich aber auch Personen, die keine Selbstverpflichtung unterzeichnen wollten, auch Nicht-Teilnehmer sollten ebenfalls zu mitmachen bewogen werden.

Teilnahmezettel (Selbstverpflichtungsformular mit Argumenten für Tempo 30) und weitere *Vorab-Informationen* zur Aktion wurden der Bevölkerung postalisch zu gesendet, ferner lagen Teilnahmezettel an verschiedenen Orten in der Gemeinde aus. Im Vorfeld der eigentlichen Tempo-30 Aktion sorgten mehrerer *Standaktionen* unterwiesene Personen (Aktivatoren) bis zum Aktionsstart für öffentliche Präsenz des Projektes. Ferner bewarb eine *Werbekampagne* vorab und zu dem fortlaufend für die Aktion. Über relevante *Medien* (Zeitung, Lokalradio) wurden beständig Informationen zu Aktivitäten dem Verlauf der Aktion verbreitet. Dabei wurden auch die jeweils aktuelle Zahl der TeilnehmerInnen öffentlichkeitswirksam mitgeteilt.

Mit dem Ziel die eigenständige Verbreitung der Aktions-Idee zu fördern wurden systematisch *Multiplikatorinnen und Multiplikatoren* eingebunden, die über ihre zentrale Position im sozialen Netzwerk eine Idee in die Breite tragen konnten. Zum einen fungierten die Mitglieder der Verkehrskommission als „Botschafter“, um Vereine, Organisationen und Firmen zur Mitgliedschaft in einem *Förderclub* der Aktion zu gewinnen. Zum anderen sorgten dem Förderclub beigetretene und an der interessierte Personen in ortsansässigen Vereinen, Organisationen und Firmen selbst für eine Verbreitung der Ideen der Aktion. Und drittens wurden jeweils dazu gewonnene Teilnehmer und Teilnehmerinnen selbst zu Multiplikatoren, indem sie im Rahmen einer „*Weitermachen - Weitergeben-Aufgabe*“ Informationen und Teilnahmezettel an Bekannte weitergaben.

Interventionsphase

In der zweiten Phase sollte die Verhaltensänderung (fünf Monate Tempo 30 in einem bestimmten Quartier fahren) von den Teilnehmern und Teilnehmerinnen umgesetzt werden.

Über verschiedene Hinweisreize wurde dauerhaft an die Aktion erinnert, dazu wurden 120 Fahnen an den Straßenbeleuchtungen in den Quartieren befestigt und Schlüsselanhänger wie Aufkleber für die Teilnehmer und Teilnehmerinnen ausgegeben (*Prompts und Werbeartikel*).

Alle TeilnehmerInnen und Mitmachende fungierten in der Umsetzungsphase gleichermaßen als Multiplikatorinnen und Multiplikatoren und als *soziale Modelle*. Vor allem dann, wenn sie das Zielverhalten umsetzten, durch ihre langsame Fahrweise auffielen und wenn sie einen Teilnahmeaufkleber an den Fahrzeugen angebracht hatten. Sie waren Vorbilder für andere, sich ebenfalls an der Aktion zu beteiligen.

Alle Autofahrer erhielten direkte *Rückmeldung zum eigenen Verhalten* über ein Gerät, das die aktuell gefahrene Geschwindigkeit auf einer Anzeigetafel mitteilte.

Rückmeldung zur Verbreitung der Projektidee und zur Anzahl der Teilnehmer wurden permanent über ein Erfolgsbarometer, in Form eines acht Meter hohen Turms auf einer zentralen Verkehrsinsel gegeben. Unterstützt wurde die Rückmeldung durch namentliche Veröffentlichung der Teilnehmer - Listen und über entsprechende Zeitungsannoncen.

Ergebnisse / Impact

Eine erste Befragung diente zur Ermittlung der Wirkung der Aktionsinstrumente der Diffusionsphase. Mit 1015 Personen unterschrieben rund ein Viertel aller in Münsingen registrierten AutofahrerInnen bis zum Aktionsstart eine öffentliche Selbstverpflichtung, fünf Monate lang Tempo 30 zu fahren.

In der eigentlichen Aktionsphase wurden Fahrtgeschwindigkeiten an verschiedenen Messstationen gemessen. Insgesamt wurde eine Geschwindigkeitsreduktion erreicht, die andernorts (z.B. in Graz) nur mit Vorschriften und Polizei-Kontrollen und mit punktuellen baulichen Maßnahmen erzielt werden konnten. Die gemessene Verringerung der durchschnittlich gefahrenen Geschwindigkeit (d.h. die von 85% der Fahrzeuge eingehaltene Geschwindigkeit) betrug je nach Messstelle 0.5 bis 3.9 km/h. Deutlicher werden die Effekte, wenn man die Tempo-35 und Tempo-50 Überschreitungen vor und während der Aktion vergleicht: Die Zahl der Autofahrer, die während der Aktion Tempo 35 einhielten, nahm (je nach Messstelle) um 2% bis 15% zu, bei Tempo 50 betrug die Steigerung der Einhaltungsquote zwischen 1% bis 16%.

8.2 BETRIEBLICHES MOBILITÄTSMANAGEMENT DER FIRMA INFINEON/QIMODA

Projektname / Aktion	Betriebliches Mobilitätsmanagement am Standort Infineon/Qimoda - Dresden
Region	Dresden
Hauptakteur	Mobilitätsteam im Unternehmen (bestehend aus Beschäftigten und Geschäftsführung) in Kooperation mit Landeshauptstadt Dresden, Verkehrsverbund Oberelbe (VVO), Dresdener Verkehrsbetriebe AG (DVB AG), Planungsgruppe Nord (Beratung und wissenschaftliche Begleitung), TU Dresden und benachbarte Betriebe.
Dauer	Seit 1996
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> - Bewusstsein schaffen und Veränderung der Verkehrsmittelwahl zum Umweltverbund bei Erhaltung und Verbesserung der Mobilität der Mitarbeiter - Systematische Vermeidung des MiV - Möglichst geringe Belastung des städtebaulichen Umfelds am Standort „Klotzsche“
Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> - Technisch/organisatorische Veränderungen - Anreizsetzung - Nicht-persönliche Wissens- und Informationsvermittlung - Persönliche Wissens- und Informationsvermittlung - Erlebnisorientierte Techniken - Rückmeldung
Begründung der Auswahl	<ul style="list-style-type: none"> - Gelungene Kooperation über alle Ebenen des Unternehmens: Geschäftsleitung, mittleres Management, Betriebsrat und engagierte Beschäftigte aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen (Entwicklung, Verwaltung, Produktion). - Gelungene Kooperation mit außerbetrieblichen Partnern aus Wirtschaft/Industrie, Politik, Mobilitäts- und Wohndienstleistern - Umfassender BMM Ansatz der gleichermaßen auf situative/strukturelle wie auf individuelles Verhalten der Beschäftigten zielt - Einbettung des BMM in kommunale Gesamtstrategie der Mobilitätsentwicklung (Siedlungsstruktur, Verkehrsinfrastruktur, Verkehrsmanagement, Mobilitätsmanagement) seit 2002 - Externe Evaluation Wirkungsanalysen

Situation / Ausgangslage

Infineon Technologies AG unterhält in Dresden im Stadtteil Klotzsche einen Fertigungs- und Entwicklungsstandort mit rund 6.200 Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen (Stand Ende 2005). Die periphere Lage des Betriebsstandorts und die damit verbundenen großen Entfernungen zu wichtigen Wohngebieten wie der regionale Einzugsbereich der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen stellten erhebliche Probleme für die Erreichbarkeit mit Straßenbahn und Bus und Umwelt dar. Die schlechte Erreichbarkeit mit ÖV in Verbindung mit einem schnellen Wachstum des Unternehmens sorgte für einen gewissen Problemdruck durch wachsenden Parkplatzbedarf. Im Hinblick auf die Verkehrsmittelnutzung betrug in 1996 der Anteil des MiV (PKW-Selbstfahrer) auf dem Weg zur Arbeit am Standort Infineon im Jahresdurchschnitt 68%. Der Umweltverbund und Mitfahrgelegenheiten hielten einen Anteil von insgesamt 32%, davon entfielen jeweils 13% auf den ÖPNV und das Fahrrad, 5% Mitfahrgelegenheiten und 1% auf Fußgänger.

Projekt

Anfänge des Projekts liegen in 1996, mit Unterstützung der Industrie und Handelskammer (IHK) ging von der Stadt die Initiative zur Entwicklung innovativer Lösungsansätze für die zukünftige Mobilitätsgestaltung in Dresden aus, mit einer Informationsveranstaltung im technischen Rathaus wurde der öffentliche Diskurs zum Thema Mobilitätsentwicklung eröffnet. Am Standort Infineon/Qimonda wurde ausgehend von einer ersten Mobilitätsanalyse von einem externen Beratungsbüro ein erstes Betriebsmobilitätskonzept erarbeitet. Im selben Jahr wurde ein Mobilitäts-Team im Unternehmen etabliert, dem Mobilitätsteam gehören Beschäftigte und Vertreter der Geschäftsführung an.

Gute Rahmenbedingungen

In den Folgejahren konnte das Projekt Mobilitätsmanagement am Standort Infineon/Qimonda umfassend ausgebaut und fortgeführt werden. Ein Grund dafür waren unter anderem die guten Rahmenbedingungen, die in Dresden im Mobilitätsbereich insgesamt geschaffen wurden. BMM hat sich dabei bis heute als Bestandteil in der städtischen Verkehrsplanung etabliert und bildet nunmehr eine Säule in der Strategie zur Mobilitätsentwicklung. Ferner konnte eine funktionierende Kooperation zwischen Wirtschaft (IHK, Verbände, Betriebe) der städtischen Verwaltung und Verkehrsunternehmen etabliert werden. Zudem wurden weitere beispielgebende Projekte in Dresden realisiert, so etwa BMM bei AMD Saxony oder wohnungsnaher Mobilitätsdienstleistungen und -beratung der WOBA Dresden (gewerblicher Wohnungsvermieter) und der Wissenstransfer zwischen den Projekten befördert. Die Einbeziehung externer Experten und die Beteiligung der Stadt Dresden an F&E Projekten hat weitere wichtige Impulse geliefert, zum Beispiel die Beteiligung am EU-Projekt Urbike. Die Entwicklung des BMM am Standort Infineon/Qimonda selbst hat vor allem von der Teilnahme an den F&E-Projekten „interrmobil-Dresden“ und „ExWoSt“ (Quartiersmanagement) profitiert. Nicht zuletzt hat das Mobilitätsteam im Unternehmen zur

beispielhaften Umsetzung des BMM beigetragen.

Maßnahmen und Kernelemente des BMM

Zur Etablierung des BMM und zur Erreichung der Zielsetzungen (Verkehrsvermeidung und -verlagerung) wurde ein umfassendes und abgestimmtes Maßnahmen- und Instrumentenbündel eingesetzt. Schwerpunkte bilden zahlreiche infrastrukturelle, technische und organisatorische Veränderungen zur Förderung des Radverkehrs und des ÖPNV, die Etablierung eines Mobilitätsteams im Unternehmen sowie eine intensive Kommunikation (Information, Beratung, Event, Öffentlichkeitsarbeit).

Infrastrukturelle, technische und organisatorische Veränderungen

Von Anfang an wurden durch die Stadt Dresden, die Verkehrsbetriebe und durch das Unternehmen eine Reihe spezifischer Maßnahmen zur Förderung des Umweltverbundes (Rad- und Fußverkehr, ÖPNV) umgesetzt (Auswahl):

- Schaffung sicherer und verbesserter Zugangswege zum Betriebsgelände und zu den Haltestellen;
- Bereitstellung von Fahrradwegeplänen, auch im Unternehmens-Intranet;
- Errichtung moderne Fahrradabstellanlagen an Schnittstellen zum ÖPNV und am Betriebsstandort;
- Errichtung von Dusch- und Umkleidemöglichkeiten, Trockenschränken für nasse Kleidung und Schließfächer für Helme und Zubehör im Unternehmen;
- Einrichtung einer Fahrrad -Codierung;
- Durchführung regelmäßiger Fahrradzählungen und Nutzerbefragungen im Intranet des Unternehmens, die laufenden Aufschluss über Nutzungsänderungen geben;
- Verbesserung der Fahrpläne und Fahrplaninformationen der öffentlichen Verkehrsträger;
- Modernisierung der Fahrplanauskünfte, im Unternehmen wurden Online-Info-Säulen (DORIS) installiert, Fahrpläne können in Echtzeit am Arbeitsplatz aufgerufen werden, stadtweit wird an den Haltestellen über Fahrtzeiten in Echtzeit informiert;
- Beschleunigung einzelner Straßenbahnlinien
- Neueinrichtung von Straßenbahnlinien (S-Bahnlinie zum Flughafen);
- Einführung von Job- bzw. Firmentickets (in 2000 das „Infineon-Ticket“, in 2005 Einführung der „InfineonCard“ in der Tarifzone Dresden, in 2006 Ausweitung der InfineonCard auf der gesamte VVO-Gebiet);
- Stellplatzkontingentierung und Verzicht auf die Errichtung geplanten PKW-Stellplätze;
- Einrichtung und Ausbau eines Car-Pools für betriebliche und private Zwecke
- Unterstützung von Fahrgemeinschaften durch Einrichtung einer Mitfahrbörse und spezifischer Stellplatzreservierung.

Mobilitätsteam im Unternehmen

Besondere Bedeutung für die erfolgreiche Umsetzung des BMM kommt der Etablierung des Mobilitätsteams im Unternehmen zu. Das Mobilitätsteam unterhält im Intranet des Unternehmens eine eigene Seite und betreibt auf diesem Weg sowie oder auf Betriebsversammlungen und verschiedenen Events (z.B. Mobilitätstage) eine intensive betriebsinterne- und externe Öffentlichkeitsarbeit. Neben der persönlichen Ansprache werden relevante Informationen auch über Flyer und Informationsblätter im Unternehmen verbreitet. Für die Beschäftigten sorgt das Mobilitätsteam mit externer Unterstützung ferner für eine persön-

liche Mobilitäts- und Wohnstandortberatung. Auch ist das Mobilitätsteam zentraler Ansprechpartner für Verbesserungsvorschläge und Rückmeldungen der Beschäftigten (Partizipation der Beschäftigten).

Mobilitätsberatung

Für alle Beschäftigten wird mit externer Unterstützung eine persönliche Mobilitäts- und Wohnstandortberatung angeboten. Seit 2000 erhalten insbesondere Neubeschäftigte eine entsprechende Beratung.

Events und Öffentlichkeitsarbeit

Auf verschiedenen Events wird auf die gesamte Thematik Mobilität und Verkehr aufmerksam gemacht. So werden regelmäßig *Mobilitätstage* (in 2000, 2004, 2006) mit zuletzt rund 900 Besuchern veranstaltet oder thematische *Ausstellungen* präsentiert. Darüber hinaus werden *Fahrrad-Wokshops* angeboten.

Ferner ist das BMM mit den wichtigsten Informationen zur Umsetzung neuer Maßnahmen und zum Projekterfolg in relevanten regionalen *Medien* (Zeitungen, Lokalradio) vertreten. Die Einführung der Job- und Firmentickets wurden durch eine *Werbekampagne* begleitet.

Mobilitätsbefragungen und Rückmeldungen

Rückmeldungen erfolgen in zwei Richtungen. Zum einen werden im Rahmen von regelmäßigen Mobilitätsbefragungen (1996, 1999, 2003, 2005) Daten über Einstellungen und Informiertheit zum BMM, ÖPNV sowie zum Verkehrsverhalten erfasst. Zusammen mit Verkehrs- und Fahrgastzählungen dienen die Daten der Evaluation der Effektivität und Effizienz des BMM. Entsprechende Entwicklungen werden im Unternehmen und in der Öffentlichkeit präsentiert.

Zum anderen werden die Mobilitätsbefragungen und das Intranet des Mobilitätsteams genutzt um Rückmeldungen und Verbesserungsvorschläge der Beschäftigten zu einzelnen Maßnahmen zu erfassen. Damit werden die Beschäftigten kontinuierlich in die Entwicklung des BMM eingebunden (Partizipation).

Ergebnisse / Impact

BMM konnte am Standort Infineon/Qimonda erfolgreich und Beispiel gebend etabliert werden. Die Erreichbarkeit von Betriebsstandorten in Städten kann mit Hilfe von Mobilitätsmanagement nachhaltig verbessert werden, wenn wie bei Infineon in Dresden ÖPNV-Angebote, Jobtickets, Fahrgemeinschaften, Parkraumbewirtschaftung und Radverkehr koordiniert werden. Durch diesen Ansatz können Parkplätze eingespart, der Umweltverbund gestärkt und Staus in der Rush-Hour eingedämmt werden. Klimaschutz, Verkehrssicherheit, Arbeitgeber, Beschäftigte, Verkehrsunternehmen und Städte profitieren gemeinsam.

Insgesamt stößt das Mobilitätsmanagement bei den Beschäftigten auf eine hohe Akzeptanz, die realisierten Maßnahmen wurden von jeweils 61% bis 92% der Beschäftigten mit gut oder sehr gut bewertet.

Mit Umsetzung des umfassenden Mobilitätskonzeptes (u.a. mit Wohnstandortberatung) in 2000 konnten dynamische Effekte der Veränderung der Verkehrsmittelauswahl zugunsten des Umweltverbundes erzielt werden. Das Ausmaß der ÖPNV-Informiertheit der Beschäftigten hat deutlich zugenommen. Bis 2003 hatten ferner 26% der Mitarbeiter, die ab 2000 eingestellt wurden, das regelmäßig genutzte Verkehrsmittel entsprechend gewechselt.

Im Vergleich zum Basisjahr 1996 hat sich das Mobilitätsverhalten der Beschäftigten insgesamt deutlich verändert. Bis 2005 sank die Nutzung des PKW (Selbstfahrer) als Hauptverkehrsmittel auf dem Weg zur Arbeit im Jahresdurchschnitt aller Beschäftigten um 19%. Der Anteil des ÖPNV als Hauptverkehrsmittel stieg im Jahresdurchschnitt auf 19%, der des Fahrrad auf 16% und der Anteil des Fuß auf 3%. Der Anteil an Fahrgemeinschaften stieg auf 7 - 9 %. Im Hinblick auf die relative Veränderung der Wegeanteile nach Hauptverkehrsmittel im Jahresdurchschnitt war eine Verschiebung von +25% für das Fahrrad und von +49% für ÖPNV sowie von +35% für Fahrgemeinschaften zu verzeichnen. Die Wegeanteile des PKW (Selbstfahrer) gingen im selben Zeitraum um 19% zurück. Mithin konnte das Unternehmen auf die Einrichtung von ca. 400 zusätzlichen PKW-Stellplätzen verzichten.

Insgesamt konnten durch das veränderte Verkehrsmittelwahlverhalten im Vergleich zum Bezugsjahr 1996 jährlich ca. 12 Mio. Kilometer PKW Verkehr eingespart werden. Daraus resultiert eine jährliche CO₂-Minderung von 2.500t (unter Berücksichtigung zusätzlicher ÖPNV Fahrten). Ferner sanken die direkten Wegekosten für die Arbeitswege je Beschäftigtem um rund 325 Euro jährlich.

Informationen zum Projekt

Internetseiten: www.pgn-kassel.de; www.dresden.de

Weitere Quellen:

- PNG Kassel (2003). Neue Wege in der Mobilität für Unternehmen
 - PNG Kassel (2005). MobilitätsManagement - Projekte in Dresden
 - PNG Kassel (2006). MobilitätsManagement - Projekte in Dresden II
 - PNG Kassel (2007). Aktuelle Entwicklungen und Ergebnisse des Betrieblichen Mobilitätsmanagements in der Landeshauptstadt Dresden
 - Kemming, H.; Müller, G.; Stiewe, M.; Holz-Rau, Ch.; Steinberg, G.; Happel, T.; Nickel, W. (2007). Weiterentwicklung von Produkten, Prozessen und Rahmenbedingungen des betrieblichen Mobilitätsmanagements. FOPS-Projekt FE 70.748/04. Abschlussbericht.
-
-



-
- Mobilitätsmanagement-Handbuch. Ziele, Konzepte und Umsetzungsstrategien. Internet-Ressource:
http://www.fachportal.nahverkehr.nrw.de/fahrgast_mobil/mobilman/MMHandbuch.pdf
-

8.3 „MIT DEM RAD ZUR ARBEIT“ VON AOK UND ADFC

Projektname / Aktion	Mit dem Rad zur Arbeit
Region	Bundesweite Kampagne / Wettbewerb
Hauptakteur	AOK - Die Gesundheitskasse; Allgemeinen Deutschen Fahrradclub (ADFC); Schirmherrschaft in 2008: Wolfgang Tiefensee; zahlreiche Sponsoren aus der Wirtschaft
Dauer	seit 2002 jährlich
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> - soll die Bevölkerung dazu animieren, mit dem Fahrrad den Weg zum Arbeitsplatz zurückzulegen. - Bewusstseins
Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> - Kommunikationskampagne mit Internetauftritt - Wettbewerb „Mit dem Rad zur Arbeit“ - Wettbewerb/Auszeichnung "fahrradaktiver Betrieb" - Selbstverpflichtung und Aktionskalender - Rückmeldung
Begründung der Auswahl	<ul style="list-style-type: none"> - Beispiel für eine gelungene Wettbewerbs-/Medienkampagne (inkl. zielgruppenspezifischer Botschaft) die eine breite Teilnahme erzielt und Ansatzpunkte am Individuum und der Situation aufweist - Das Projekt verbindet Gesundheits- und Klimaschutz

Situation / Ausgangslage

Bewegungsmangel ist einer der großen Risikofaktoren für eine Vielzahl von Zivilisationserkrankungen. Die Initiative "Mit dem Rad zur Arbeit" - jährlich durchgeführt - strebt an diesen Bewegungsmangel zu minimieren, indem bewusst die alltäglichen Lebensgewohnheiten berücksichtigt werden.

Projekt

Die Aktion "Mit dem Rad zur Arbeit" wurde ursprünglich in 2001 von der AOK Bayern, dem ADFC Bayern, Deutscher Gewerkschaftsbund (DGB), der Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft (vbw) und Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz als Wettbewerb angelegt und sollte die bayerische Bevölkerung dazu animieren, mit dem Fahrrad den Weg zum Arbeitsplatz zurückzulegen. Der Wettbewerb

Mittlerweile ist diese Kampagne zu einem bundesweiten Wettbewerb gewachsen. Im einem *bundeseinheitlichen Aktionszeitraum* - in 2008 1. Juni bis 31. August - fahren alle TeilnehmerInnen mindestens 20 Tage mit dem Rad zur Arbeit (Selbstverpflichtung). Entweder von zu Hause aus oder kombiniert mit öffentlichen Verkehrsmitteln. An dem Wettbewerb

können Einzelpersonen und Teams teilnehmen. Die Teams werden in der Regel aus Kolleginnen und Kollegen gebildet.

Ein wesentliches Kernelement der Kampagne ist eine hohe massenmediale Präsenz mit einer knappen und zielgruppenspezifisch konzipierten Botschaft und einer hochrangigen *Auftaktveranstaltung*. In 2008 nahmen Vertreter des UN-Klimasekretariat und der Sporthochschule Köln sowie der Parlamentarische Staatssekretär im BMVBS (*angefragt*), der Verkehrsminister Nordrhein-Westfalen, die stv. ADFC-Bundesvorsitzende, der Geschäftsführer Markt AOK-Bundesverband und Journalisten daran teil.

Ein weiteres zentrales Kampagnenelement ist die *Selbstverpflichtung* in einen abgesteckten Zeitraum das Rad, ggf. auch in Kombination mit anderen Verkehrsträgern des Umweltverbundes zu nutzen.

Das breite *Sponsoring* ermöglicht *lukrative Gewinne* für die Teilnehmer und Teilnehmerinnen auszuloben. Die teilnehmenden Unternehmen haben zudem die Chance, sich um die *Auszeichnung* "fahrradaktiver Betrieb" zu bewerben. Voraussetzung ist, dass sie den Beschäftigten den Umstieg vom Auto aufs Fahrrad erleichtern, beispielsweise durch Errichtung sichere Rad-Abstellplätze oder das Einrichten von Umkleiden und Duschen.

Ferner werden im Verlauf der Kampagne und Abschluss *Rückmeldungen* zur Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen und der teilnehmenden Betriebe gegeben. Die Rückmeldung erfolgt in den *Medien* sowohl in der überregionalen und bundesweiten Presse, wie auf der Kampagnen-Hompage.

Ergebnisse / Impact

Eine Evaluation der eingesparten Personenkilometer oder der CO₂ Minderung erfolgt nicht. Auch liegen keine Daten vor, die Auskunft über anhaltende Verhaltensänderungen geben. In 2007 wurden allerdings rund 130.000 Teilnehmer und Teilnehmerinnen gezählt, damit erzielt das Projekt eine große Reichweite.

Informationen zum Projekt Internetseiten: www.mit-dem-rad-zur-arbeit.de





TEIL IV:

HINTERGRUNDINFORMATIONEN







9 KLIMASCHUTZMAßNAHMEN IM BAUEN UND WOHNEN

Matthias Buchert

9.1 ZUSAMMENFASSUNG

Der Bereich Bauen und Wohnen zählt zu den größten Verursacherbereichen von CO₂-Emissionen in Deutschland. Berücksichtigt man sowohl die direkten als auch indirekten Emissionen, so macht dieser Bereich mit rund 216 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen circa 24% der deutschen Gesamtemissionen aus.

Die energetische Sanierung des Gebäudebestandes (Maßnahmen an der Gebäudehülle und der Beheizungssysteme) birgt die größten Minderungspotenziale im wichtigsten Teilsegment „*Befriedigung der Raumwärmenachfrage*“. Maßnahmen in diesem Bereich zählen auch zu den wirtschaftlich interessantesten.

Eigenheimbesitzer von Bestandsgebäuden können vor allem durch Austausch alter Fenster, Erneuerung der alten Heizungsanlage sowie Dach-, Kellerdecken- und Außenwanddämmung erhebliche Einsparpotenziale erzielen, die sich mittel- und langfristig wirtschaftlich rechnen.

Mieter in Mehrfamilienhäusern müssen zwar nach umfangreichen Modernisierungsmaßnahmen in der Regel mit Steigerungen der Kaltmiete rechnen. Jedoch werden durch gut durchgeführte Wärmedämmmaßnahmen die zuletzt stark gestiegenen Nebenkosten („2. Miete“) reduziert, so dass sich die Maßnahmen für den Mieter durchaus kostenneutral gestalten können – bei gleichzeitiger erheblicher Verbesserung der Wohnqualität (Verringerung von Zugluft, Vermeidung kalter Innenwände, Verringerung der Schimmelbildungsgefahr etc.). Maßnahmen zur Wärmedämmung lassen sich darüber hinaus bei Mehrfamilienhäusern in der Regel mit geringeren spezifischen Investitions-

kosten realisieren, da Mehrfamilienhäuser ein wesentlich günstigeres Oberfläche-Volumen-Verhältnis haben als Einfamilienhäuser.

Im Bereich der Haushaltsgeräte (*Stromverbrauch*) sind zurzeit noch erhebliche Zuwächse des Energiebedarfs von privaten Haushalten zu verzeichnen. Politische Maßnahmen (Effizienzstandards z.B. für IUK-Geräte) und Maßnahmen zur positiven Beeinflussung des Nutzerverhaltens müssen daher in den nächsten Jahren stärker in den Mittelpunkt rücken.

Zu den folgenden wichtigen Punkten bestand zwischen den Fachleuten im Rahmen der ErKlim-Expertengespräche völliges Einvernehmen:

- Die Minderung des Energieverbrauchs im Bereich Raumwärme bietet das größte Potenzial im Bereich Bauen und Wohnen,
- Das mit Abstand größte Minderungspotenzial bietet dabei die Sanierung des Wohngebäudebestandes,
- Langfristig, das heißt bis 2050, ist im Bereich Bauen und Wohnen (Raumwärme) eine Minderung der CO₂-Emissionen von bis zu 80% (im Vgl. zu 1990) tatsächlich erreichbar,
- Notwendig bis 2050: der gesamte Wohngebäudebestand in Deutschland muss im Schnitt einen Jahresheizwärmebedarf von höchstens 40 kWh/m² erreichen; dazu kommen Kraftwärme-Kopplung, Regenerative Energien etc. auf der Versorgungsseite im Bereich Bauen und Wohnen.

Zur Realisierbarkeit dieses ambitionierten, vor dem Hintergrund der Langzeitperspektive (bis 2050) jedoch angemessenen Ziels, sind folgende Punkte hervorzuheben:

- Wohngebäude des heutigen Neubaus erreichen bereits heute z. T. den Standard 40 kWh/m² für den Jahresheizwärmebedarf oder unterschreiten ihn (Passivhäuser),
- Die Energieeinsparverordnung (EnEV) minus 30% (entspricht dem Zielwert 40 kWh/m²) ist neuer ambitionierter Förderstandard der KfW, d.h. bereits die heute praktizierte Förderpolitik für Gebäudesanierungen zielt schon auf den langfristigen Zielwert von 40 kWh/m² Jahresheizwärmebedarf,
- Bis 2050 ist für viele Gewerke noch mindestens ein Sanierungszyklus anhängig: das heißt es gibt die Möglichkeit einer 2. Dämmungsgeneration, z.B. besteht für Gebäude der 90er Jahre bis 2050 die reale Option durch Sanierungen bereits original gedämmter Dächer, Außenwände etc. durch nun verstärkte Dämmungen (höhere Dämmstoffstärken, leistungsfähigere Dämmstoffe) und Austausch von Fenstern den Jahresheizwärmebedarf weiter zu senken,
- Ein Teil der Wohngebäude mit schlechten Standards wird durch Abriß bis 2050 wegfallen und die Bilanz entlasten,
- Zur Erreichung des Ziels reichen die aktuellen Kapazitäten der Bauwirtschaft, des Handwerks etc. in Deutschland nicht aus: die Kapazitäten müssen für mehr als vier Jahrzehnte erheblich ausgebaut werden - mit entsprechend positiven Arbeitsplatzeffekten.

Im Jahr 2007 ist der Bereich Bauen und Wohnen - nicht zuletzt aufgrund der intensivierten Debatte um den Klimawandel - verstärkt in den Fokus der Bundespolitik gerückt. Die Minderung des Raumwärmebedarfs der Gebäude nimmt dabei berechtigterweise einen wichtigen Platz in

den Debatten um ein Minderungsprogramm ein.

9.2 CO₂-EMISSIONEN DES BEREICHS BAUEN UND WOHNEN

Der Beitrag des Bereichs Bauen und Wohnen hat unzweifelhaft eine erhebliche Relevanz für die CO₂-Emissionen in Deutschland. In diesem Kurzgutachten werden unter dem Bereich Bauen und Wohnen die CO₂-Emissionen der Teilbereiche

- Beheizung Neubau,
- Beheizung Bestand,
- Warmwasserbereitstellung,
- Gebäudekühlung sowie
- Betrieb Haushaltsgeräte

subsumiert.

Von den obigen Teilsegmenten wird auf Beheizung Neubau, Beheizung Bestand und Warmwasseraufbereitung im Bereich Wohngebäude ausführlicher eingegangen. Dieser Fokus ist einerseits durch die hohe absolute Relevanz der CO₂-Emissionen sowie durch die sehr großen unerschlossenen Minderungspotenziale gerechtfertigt. Die CO₂-Emissionen durch den Betrieb der Haushaltsgeräte sind zwar keineswegs vernachlässigbar - für den besonderen Ansatz von ErKlim (Synergien und Konflikte vor der parallelen Herausforderung Klimaschutz und Klimaanpassung) jedoch weniger interessant.

Der Gebäudekühlung im Bereich privater Haushalte wiederum kommt aufgrund der zunehmenden Hitzespitzen und Hitzewellen in Deutschland (vgl. vor allem Rekordsummer im Jahr 2003) nicht zuletzt vor dem Hintergrund der einsetzenden globalen Erwärmung eine zukünftig steigende Bedeutung zu. Nichtsdestotrotz kann im

Vergleich zu den Bereichen Beheizung und Warmwasserbereitstellung heute noch von einer marginalen Bedeutung ausgegangen werden. Bei der Erarbeitung dieses Gutachtens zeigte sich, dass notwendige spezifische Daten bezüglich CO₂-Emissionen für den Bereich Gebäudekühlung noch weitgehend fehlen.

Weiterhin werden in diesem Kurzgutachten die CO₂-Emissionen, welche durch die Errichtung der Wohngebäude, Sanierungsaktivitäten und Rückbau verursacht werden, nicht berücksichtigt. In einem Gutachten des Öko-Instituts (Öko-Institut, 2004) finden sich Berechnungen für diesen Teilbereich.¹

Kennzeichnend für den hier diskutierten Bereich Bauen und Wohnen ist, dass die mit ihm verbundenen CO₂-Emissionen in den unterschiedlichen Datenquellen häufig anderen Bereichen zugeordnet (z.B. werden die CO₂-Emissionen, die durch die Stromnachfrage des Bereichs Bauen und Wohnen verursacht werden, häufig dem Kraftwerksbereich zugeordnet) und dadurch die Beiträge des Bereichs Bauen und Wohnen unterschätzt werden. Im Folgenden werden Daten wichtiger Quellen genannt und ihre genaue Zuordnung transparent gemacht, um das aktuelle Emissionsniveau des Bereichs Bauen und Wohnen in Deutschland abschätzen zu können.

¹ Das Öko-Institut hat mit dem Stoffstrommodell BASIS-2 für das Jahr 2000 47 Mio. t CO₂-Emissionen für die Errichtung und Sanierung von Wohngebäuden in Deutschland ermittelt, vor allem induziert durch die zuordenbare Produktion von Massenbaustoffen wie Stahl, Zement etc. [Öko-Institut, 2004]

Im Nationalen Klimaschutzprogramm 2005 der Bundesregierung werden für den gesamten Sektor der privaten Haushalte (ohne privaten Verkehr) CO₂-Emissionen (nicht temperaturbereinigt) in Höhe von 122,4 Mio. Tonnen für das Jahr 2003 angegeben [NKP 2005]. Diese umfassen jedoch weder die CO₂-Emissionen durch die Bereitstellung des nachgefragten Stroms für Haushaltgeräte, Kühlung, Beheizung und Warmwasser noch die für die Bereitstellung von Fernwärme; die Zahl bildet damit die Emissionen des Bereichs Bauen und Wohnen nicht vollständig ab.

In dem Ende 2006 vom Statistischen Bundesamt herausgegeben Bericht „Die Nutzung von Umweltressourcen durch die Konsumaktivitäten der privaten Haushalte“ finden sich Zeitreihen für die Entwicklung zwischen 1995 bis 2004.

Tabelle 1 CO₂-Emissionen (in 1000 t) der privaten Haushalte für Wohnen (gerundet), UGR, 2006

Ursprungswerte	1995	2000	2004
CO ₂ -Emissionen: Wohnen gesamt	129.200	116.800	115.600
<i>Davon: Raumwärme</i>	<i>114.800</i>	<i>103.200</i>	<i>101.800</i>
Temperaturbereinigt	1995	2000	2004
CO ₂ -Emissionen: Wohnen gesamt	132.700	141.300	121.000
<i>Davon: Raumwärme</i>	<i>118.300</i>	<i>127.600</i>	<i>107.100</i>

Der Tabelle ist zu entnehmen, dass zwischen 1995 und 2004 die CO₂-Emissionen der privaten Haushalte für Wohnen deutlich zurückgegangen sind, weitgehend zurückzuführen auf das größte Teilseg-

ment Raumwärme (d.h. Gebäudebeheizung). Aussagekräftig sind in erster Linie die Daten für die temperaturbereinigten Emissionen, die jährliche Witterungsschwankungen durch Ansatz der langjährigen Durchschnittswerte korrigiert. Danach sind die CO₂-Emissionen von 1995 bis 2000 um rund 6,5% angestiegen und danach bis 2004 um rund 14,4% gefallen.

Zum Verständnis der Zahlen aus dem Bericht des Statistischen Bundesamts ist zu beachten, dass nur direkte CO₂-Emissionen erfasst sind, das heißt sämtliche CO₂-Emissionen, die durch die Nachfrage nach Fernwärme sowie elektrischer Energie für die Zwecke Gebäudebeheizung, Gebäudekühlung, Warmwasserbereitstellung sowie Haushaltsgeräte hervorgerufen werden, sind in der obigen Tabelle nicht berücksichtigt (UGR, 2006).

Der Rückgang der direkten CO₂-Emissionen wird vor allem auf den Wechsel auf Erdgas (+ 21%) und elektrische Energie (+ 11%) und den Rückgang von Mineralöl (- 22%) zwischen 1995 und 2004 zurückgeführt. Demgegenüber weist der Bericht eine Veränderung des temperaturbereinigten direkten Energieverbrauchs (ohne Umwandlungsverluste der Stromerzeugung) der privaten Haushalte für Wohnen im Teilsegment Raumwärme von +2,8% bzw. im Teilsegment Warmwasser von -1,4% aus. Der moderate Anstieg des wesentlichen Teilsegments Raumwärme resultiert durch eine Überlagerung von zwei Hauptentwicklungen: dem Anstieg der Wohnfläche um 13,1% zwischen 1995 und 2004 und der um 9,1% gesunkenen Energieintensität (Energiebedarf pro m²) im gleichen Zeitraum (UGR, 2006). Das heißt ohne Effizienzgewinne im Teilsegment Raumwärme hätte es ei-

nen erheblich stärkeren Anstieg des direkten Energieverbrauchs gegeben.

Das Teilsegment Stromverbrauch in privaten Haushalten wird aktuell durch das laufende Projekt des ifeu-Instituts „Effiziente Beratungsbausteine zur Verminderung des Stromverbrauchs in privaten Haushalten“ ausführlich untersucht. Wichtige Zwischenergebnisse hieraus wurden bereits publiziert (ifeu 2006).

Diesen Zwischenergebnissen zufolge ist der Stromverbrauch (Endenergie) der privaten Haushalte zwischen 1990 und 2003 um knapp 17% auf 136 TWh angestiegen. Die Anteile auf die einzelnen Verbrauchssegmente sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 2 Anteile der Nachfragesegmente am Stromverbrauch private Haushalte (ifeu 2006)

Nachfragesegment	Anteil am Stromverbrauch private Haushalte
Kühl- und Gefriergeräte inkl. weitere Geräte	30%
Bügeln, Kochen, Wäschetrocknen	18%
Information und Kommunikation	10%
Beleuchtung	8%
Warmwasserbereitstellung	17%
Heizung (inkl. Heizungspumpen) + Klimaanlage	17%
Summe	100%

Wichtig für die Interpretation der Zahlen der obigen Tabelle ist, dass jeweils 17% auf die Bereiche Gebäudebeheizung² und Warmwasserbereitstellung entfallen, das heißt 2003 entfielen rund 90 TWh auf Haushaltsgeräte im eigentlichen Sinn. Der Stromverbrauch im Bereich private Haushalte verursachte im Jahr 2003 CO₂-Emissionen von insgesamt rund 83 Mio. Tonnen.³ Davon entfielen:

- 14 Mio. t auf Gebäudebeheizung (inkl. Gebäudekühlung),
- 14 Mio. t auf Warmwasserbereitung und
- 55 Mio. t auf Betrieb Haushaltsgeräte.

Aus den verschiedenen Quellen ergibt sich folgende Übersicht (gerundete Werte) bezüglich der gesamten CO₂-Emissionen (s. Tabelle 3).⁴

² Inkl. geringer Anteile für Gebäudekühlung.

³ Eigene Berechnungen Öko-Institut (GEMIS) mit Emissionsfaktor 613 kg CO₂/MWh (Netzstrom Deutschland für Haushalte und Kleinverbraucher).

⁴ Der Wert von 132 Mio. t für das Segment Gebäudeheizung (inkl. Gebäudekühlung) setzt sich zu 107 Mio. t aus direkten Emissionen, zu 14 Mio. t aus der Strombereitstellung (inkl. Emissionen Vorketten) sowie zu 11 Mio. t aus Emissionen der Vorketten der anderen Energieträger wie Erdgas sowie Fernwärmebereitstellung zusammen. Der Wert von 29 Mio. t für das Segment Warmwasser setzt sich zu 14 Mio. t aus direkten Emissionen, 14 Mio. t aus der Strombereitstellung sowie zu rund 1 Mio. t aus Emissionen der Vorketten der anderen Energieträger wie Erdgas und Fernwärmebereitstellung zusammen.

Tabelle 3 CO₂-Emissionen (gesamt) des Bereichs Bauen und Wohnen 2004

Teilsegment des Bereichs private Haushalte	CO ₂ -Emissionen private Haushalte 2004 in Mio. t
Gebäudebeheizung (inkl. Gebäudekühlung)	132
Warmwasserbereitung	29
Betrieb Haushaltsgeräte	55
Summe	216

Fazit: Trotz merklicher Verminderungen der CO₂-Emissionen in dem Teilsegment Gebäudebeheizung seit 2000, verursacht die Nachfrage nach Raumwärme nach wie vor den größten Anteil an CO₂-Emissionen aus dem Bereich Bauen und Wohnen (private Haushalte ohne Verkehr).⁵ In Abschnitt 1.3 wird ausgeführt, dass hier im Bereich Gebäudebestand (Gebäudehülle und Beheizungsstruktur) die mit Abstand höchsten Minderungspotenziale bestehen.

9.3 MAßNAHMEN ZUR MINDERUNG DER CO₂-EMISSIONEN DES BEREICHS BAUEN UND WOHNEN

Bevor in den folgenden Unterabschnitten auf einzelne Maßnahmenbereiche näher

⁵ Rund drei Viertel des Endenergiebedarfs der privaten Haushalte und damit mehr als ein Fünftel des gesamten Endenergiebedarfs in Deutschland entfällt auf den Raumwärmebereich (Wuppertal Institut, 2005).



eingegangen wird, soll anhand von ausgewählten Szenarienrechnungen ein Überblick über die möglichen Minderungspotenziale für das wichtigste Teilssegment Raumwärmenachfrage (Beheizung) gegeben werden. Die nachfolgenden Ergebnisse wurden vom Öko-Institut mit Hilfe des Modells BASiS-2 im Rahmen des UBA-Projekts „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ berechnet und bereits publiziert (Öko-Institut, 2004).

In der nachfolgenden Tabelle sind zum Verständnis wesentliche Szenarioannahmen („Stellschrauben“) mit Auswirkungen auf die Entwicklung des Nutzwärmebedarfs aufgeführt.⁶ Die Szenarioannahmen stützen sich auf Informationen der einschlägigen Fachliteratur und wurden abschließend mit dem Begleitkreis des Projekts, das heißt Akteuren des Bereichs Bauen und Wohnen endgültig abgestimmt. Ausgehend von rund 37,2 Mio. Wohneinheiten (WE) in Gesamtdeutschland erstrecken sich die Szenarien ausgehend vom Startjahr 2000 auf den Zeitraum 2001 bis 2025. Es wurden zwei Hauptszenarien errechnet, die die zu erwartende Bandbreite der möglichen Entwicklungen abdecken sollten. Dieser Zielstellung gemäß wird im Referenzszenario eine **weitgehend eingriffslose Fortschreibung bisheriger Trends** im Bereich Bauen und Wohnen unterstellt. Für das Nachhaltigkeits-szenario wurde die gleiche demographische und gesamtwirtschaftliche Entwick-

lung angenommen wie für das Referenzszenario. Der entscheidende Unterschied liegt in der Annahme, dass **nachhaltiges Bauen und Wohnen einen hohen Stellenwert in der Gesellschaft erreicht, die Rahmenbedingungen in diesem Sinne verändert werden** und daraus unter anderem auch ein deutlich besserer wärmetechnischer Standard der Wohngebäude resultiert.

Basierend auf Pionierarbeiten des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) (1996) wird im Referenzszenario unter der Annahme eines mittleren Energiepreises von rund 3 Euro-Cent/kWh im Szenariozeitraum eine jährliche Nachdämmrate von 1 %/a des Wohnungsbestandes 2000 angenommen. Die entsprechenden Einzelmaßnahmen (Steildachdämmung, Außendämmung etc.) sind in ihrer Ausprägung an einer Wirtschaftlichkeit unter dem genannten Energiepreis orientiert.⁷

Für das Nachhaltigkeitsszenario wird in den Arbeiten des IWU (1996) von einem mittleren Energiepreis von rund 6,5 Euro-Cent im Szenariozeitraum ausgegangen. Unterstellt wird eine Nachdämmrate von 2,5 %/a des Wohnungsbestandes 2000⁸ mit einer technischen Ausprägung (höhere Dämmstoffstärken im Vergleich zum Referenzszenario etc.), welche sich an diesem erheblich höheren Energiepreisniveau orientiert. An dieser Stelle ist hervorzuheben, dass sich im Jahr 2006 das Preisni-

⁶ Eine Vielzahl von weiteren Szenarioannahmen, ihre Begründungen und dahinter liegende Daten und Quellen finden sich im Endbericht bzw. dem Anhangband zum Bericht des Öko-Instituts (2004).

⁷ Vgl. Details hierzu in [ÖI 1999]: Anhangband, Kapitel 3.3: Nachdämmung im Bestand.

⁸ Eine Nachdämmrate von 2,5 %/a bedeutet, dass bis zum Jahr 2025 62,5 % des relevanten Wohnungsbestandes umfassend wärmetechnisch saniert sind.

Tabelle 4 Überblick Szenarioannahmen mit Relevanz für Entwicklung des Nutzwärmebedarfs, Öko-Institut, 2004

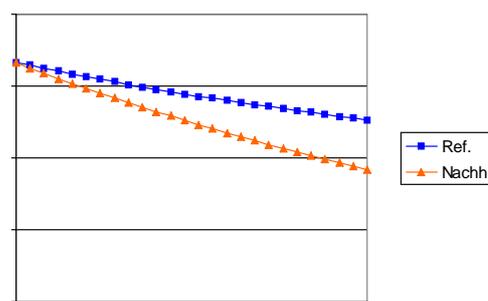
„Stellschraube“	Referenzszenario	Nachhaltigkeitsszenario
Umfang des Neubaus von WE ABL	Summe Neubau 2001-2025: 7,4 Mio. WE	Summe Neubau 2001-2025: 6 Mio. WE
Umfang des Neubaus von WE NBL	Summe Neubau 2001-2025: 1,45 Mio. WE	Summe Neubau 2001-2025: 0,85 Mio. WE
Abriss alter WE ABL	Summe Abriss 2001-2025: 1,15 Mio. WE	Summe Abriss 2001-2025: 0,475 Mio. WE
Abriss alter WE NBL	Summe Abriss 2001-2025: 1,35 Mio. WE	Summe Abriss 2001-2025: 0,475 Mio. WE
Anteil an Passivhäusern beim Neubau	bis 2025: Anstieg auf 5 % Passivhäuser/a	bis 2025: Anstieg auf 35 % Passivhäuser/a
Nachdämmungsrate im Bestand	Nachdämmrate 1 %/a des Bestandes 2000	Nachdämmrate 2,5 %/a des Bestandes 2000

veau bei den Energieträgern klar im Bereich der hier vorgestellten Annahme des Nachhaltigkeitsszenarios bewegt hat, das heißt im Vergleich zu den 90er Jahren ist das Energiepreinsniveau inzwischen erheblich angestiegen.

Die unterstellte Nachdämmrate für das Nachhaltigkeitsszenario ist als sehr ambitioniert einzuschätzen. Eine Nachdämmrate von jährlich 2,5 % bedeutet, dass rund 800.000 WE jährlich umfassend wärmetechnisch saniert werden. Diese Zahl ist größer als die Zahl der Neubaeinheiten in den Spitzenjahren des Wohnungsbaus. Angesichts der damit verbundenen enormen materiellen und personellen Ressourcen ist diese Rate als realistische Obergrenze einzuschätzen. Im Winter 2006/2007 zeigte sich, dass es nach Jahren des Rückgangs im Baugewerbe bereits durch einen moderaten Aufschwung des Bausektors (Abarbeitung der „Torschlusspanik“ durch Wegfall der Eigenheimzulage, Anstieg Mehrwertsteuer von 16% auf 19% ab 1. Januar 2007) zu Kapazitätsengpässen bei den ausführenden Branchen (Handwerk etc.) und im Baustoffhandel kommen kann. In diesem Zusammenhang muss betont werden, dass die Realisierung der Szenarioannahmen

des Nachhaltigkeitsszenarios in der Praxis einen erheblichen wirtschaftlichen Impuls für die Bauwirtschaft und hier vor allem für das involvierte Handwerk und den Baustofffachhandel (Dämmstoffe etc.) bedeuten würde, mit entsprechenden positiven Effekten bei den Arbeitsplätzen (vgl. hierzu Wuppertal Institut, 2005). In der nachfolgenden Abbildung ist die unterschiedliche Entwicklung des spezifischen Nutzwärmebedarfs (in kWh/m² und Jahr) für Wohngebäude in Deutschland für das Referenz- und das Nachhaltigkeitsszenario zwischen 2000 und 2025 gegenübergestellt.

Abbildung 1: Entwicklung spezifischer Nutzwärmebedarf der Wohngebäude in Deutschland (Referenz- und Nachhaltigkeitsszenario, Öko-Institut, 2004)



Im Referenzszenario sinkt dieser Wert von circa 167 kWh/m² (im Jahr 2000)⁹ auf rund 127 kWh/m² im Jahr 2025, das heißt um rund 24%. Im Nachhaltigkeitsszenario wird bis zum Jahr 2025 ein durchschnittlicher Wert von ca. 92 kWh/m² erreicht, dies entspricht einer Minderung um rund 45%. Diese Ergebnisse gründen sich auf die unterschiedlich intensive wärmetechnische Sanierung der Wohngebäude und die verschiedenen wärmetechnischen Standards des Wohnungsneubaus (höherer Anteil Passivhäuser im Nachhaltigkeitsszenario). Im Szenariozeitraum 2001 - 2025 steigt die Anzahl der Wohneinheiten in Deutschland (Bestand) und die insgesamt zu beheizende Wohnfläche in beiden Szenarien weiter an. In den Abbildungen zwei und drei ist daher die Entwicklung des Nutzwärmebedarfs insgesamt dargestellt; die Entwicklung des Bestandes des Jahres 2000 sowie der kumulierte Beitrag der nach 2000 neu errichteten Wohngebäude sind separat dargestellt.

Abbildung 2: Entwicklung des Nutzwärmebedarfs für Raumwärme im Referenzszenario, Öko-Institut, 2004

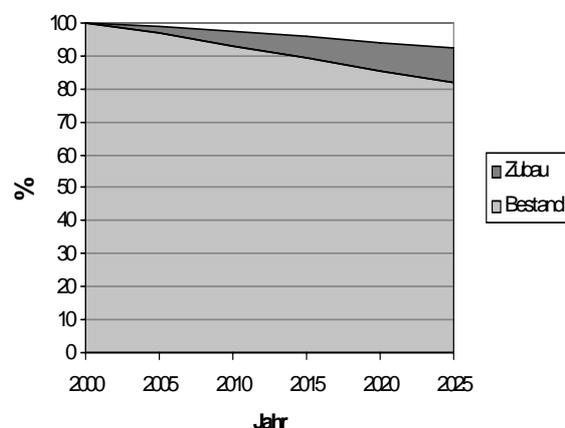
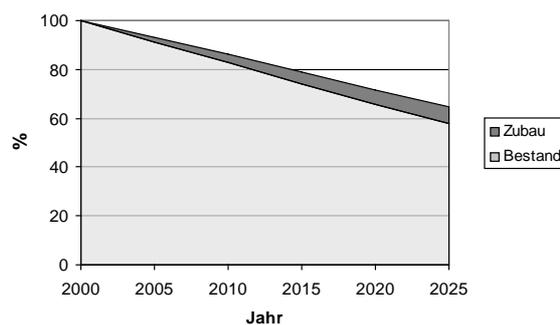


Abbildung 3: Entwicklung des Nutzwärmebedarfs für Raumwärme im Nachhaltigkeitsszenario, Öko-Institut, 2004



Aus beiden Szenarioergebnissen ist zunächst der überragende Beitrag des Wohngebäudebestandes 2000 hinsichtlich von Minderungspotenzialen bezüglich des Nutzwärmebedarfs und damit letztlich bezüglich CO₂-Emissionen abzulesen. Es zeigt sich für das Referenzszenario, dass vor allem durch wärmetechnische Sanierungsmaßnahmen bis zum Jahr 2025 der Nutzwärmebedarf des Wohnungsbestandes um 18 % reduziert wird¹⁰. Da der

⁹ Eine aktuelle Quelle gibt für den Wohngebäudebestand einen aktuellen Durchschnittswert von jährlich 150 kWh/m² an (Wuppertal Institut, 2006). Dies steht in guter Übereinstimmung mit dem vom Öko-Institut mit dem Modell BASIS-2 für das Jahr 2000 berechneten Wert von 167 kWh/m². Durch Zubau von wärmetechnisch erheblich besseren Wohngebäuden und Sanierungsaktivitäten am Gebäudebestand sinkt der Durchschnittswert beständig - wenn auch noch nicht in dem erforderlichen und technisch möglichen Tempo.

¹⁰ Ein kleiner Anteil der Reduzierung des Nutzwärmebedarfs des Wohnungsbestandes

Nutzwärmebedarf des kumulierten Zubaus bis 2025 10 %, bezogen auf den Startwert im Jahr 2000, ausmacht, resultiert insgesamt lediglich eine moderate Reduzierung von 8 % bis zum Jahr 2025. Demgegenüber zeigen die deutlich stärker ambitionierten energietechnischen Sanierungsmaßnahmen im Nachhaltigkeitsszenario eine entsprechende Wirkung. Der Nutzwärmebedarf des Wohngebäudebestandes sinkt in diesem Szenario bis 2025 um 42 % gegenüber dem Ausgangsjahr 2000. Trotz des Nutzwärmebedarfs des kumulierten Zubaus bis 2025 (+ 7 %) sinkt bis 2025 der Nutzwärmebedarf insgesamt um 35 % gegenüber dem Ausgangsjahr 2000.

Interessanterweise zeigen neueste Daten (UGR, 2006), dass zwischen 2000 und 2004 der temperaturbereinigte direkte Energieverbrauch (ohne Umwandlungsverluste der Stromerzeugung) der privaten Haushalte für Wohnen im Teilsegment Raumwärme um fast 10% gesunken ist.¹¹

ist im Referenzszenario auf den kumulierten Abgang durch Umwidmung und Abriss zurückzuführen: rund 4 Prozentpunkte von den 18 Prozentpunkten. Im Nachhaltigkeitsszenario ist der kumulierte Abgang durch Umwidmung und Abriss deutlich geringer. Der entsprechende Effekt auf die Reduzierung des Nutzwärmebedarfs des Wohnungsbestandes ist entsprechend ebenfalls geringer (nur ca. 2 Prozentpunkte).

¹¹ Der bereits zuvor genannte Anstieg des temperaturbereinigten direkten Energieverbrauchs (ohne Umwandlungsverluste der Stromerzeugung) der privaten Haushalte für Wohnen im Teilsegment Raumwärme um 2,8% ist genau betrachtet eine Resultierende aus einem Anstieg zwischen 1995 und 2000 um 14,1 Prozentpunkte und dem nachfolgenden Rückgang bis 2004 um 11,3 Prozentpunkte.

Der Zeitraum ist zwar deutlich zu kurz, um stabile Trendaussagen machen zu können; jedoch ist dieser Rückgang eher mit der Kurve des Nachhaltigkeitsszenarios vereinbar. Die erheblich gestiegenen Energiepreise, die EnEV 2002, zahlreiche Förderaktivitäten zur Sanierung im Bestand, Erneuerung von Heizungsanlagen sowie gestiegene Abrisszahlen vollständig- bzw. teilweise leerstehender Bestände dürften hierzu beigetragen haben.

An dieser Stelle sei hervorgehoben, dass bis 2025 auch im Nachhaltigkeitsszenario nicht alle denkbaren Minderungspotenziale erschlossen sind. Einerseits wurden nur knapp zwei Drittel des Wohngebäudebestandes des Jahres 2000 mit wärmetechnischen Sanierungsmaßnahmen „angefasst“. Andererseits wurden relativ neue, besonders ambitionierte Sanierungsstrategien (Sanierung auf EnEV minus 30%-Standard) bis hin zu Passivhäusern im Bestand (Steinmüller, 2005), im Nachhaltigkeitsszenario noch nicht unterstellt; das heißt die gezeigten deutlichen Minderungspotenziale sind keinesfalls als Ende der Fahnenstange einzustufen.

Bezüglich der Minderung der CO₂-Emissionen, die mit der Abdeckung des Nutzwärmebedarfs verbunden sind, ergaben die Szenarien des Öko-Instituts (Öko-Institut, 2004) folgende Ergebnisse: Ausgehend von insgesamt 180 Mio. Tonnen CO₂ für das Jahr 2000 (inkl. aller Vorketten im In- und Ausland) wurde nach den Annahmen des Referenzszenarios bis 2025 eine Reduzierung der CO₂-Emissionen von 21% erzielt. Das Nachhaltigkeitsszenario wies hingegen einen Rückgang von 58% bis 2025 aus - ausschließlich durch Maßnahmen, die heute bereits am Markt gängig sind und ohne die Annahme von Maßnahmen wie zum Beispiel Bestandssanie-



rungen bis zum Niveau unter der EnEV oder gar bis Passivhausstandard. Neben der forcierten Dämmung der Gebäudehüllen im Wohnungsbestand spielten Effizienzsteigerungen der Beheizungssysteme inklusive Energieträgerwechsel (weniger CO₂-intensive Strom- und Ölheizungen, mehr Biomasse) entscheidenden Rollen.

Im Rahmen der ErKlim-Expertengespräche wurde der Bereich Bauen und Wohnen aus längerfristigerer Perspektive betrachtet als in den beschriebenen Szenarien. Alle anwesenden Fachleute stimmten überein, dass es notwendig und auch realisierbar ist, dass bis zum Jahr 2050 der gesamte Wohngebäudebestand in Deutschland im Durchschnitt einen Jahresheizwärmebedarf von 40 kWh/m² erreicht. Dies würde gegenüber 1990 eine Minderung um rund 80% bedeuten. Der gegenläufige Zuwachs des Energieverbrauchs für Raumwärme durch die gestiegene Wohnfläche (seit 1990) kann durch weitere Maßnahmen im Bereich der Heizungssysteme (Effizienzsteigerung der Heizungsanlagen, verstärkter Einsatz von Kraftwärme-Kopplung und regenerativer Energien) ausgeglichen werden und damit eine absolute Minderung der CO₂-Emissionen um 80% zwischen 1990 und 2050 als machbar eingeschätzt. Die Fachleute stimmten weiterhin überein, dass zur Erzielung dieses langfristigen und ambitionierten Ziels die logistischen und personellen Kapazitäten der betroffenen Branchen (Bauhandwerk etc.) auf lange Sicht und nachhaltig ausgebaut werden müssen.

In den folgenden Unterkapiteln wird aus systematischen Gründen auf die CO₂-Minderungspotenziale der Maßnahmenbereiche

- Gebäudehülle Neubau,
- Gebäudehülle Bestand,
- Beheizungssysteme Neubau,
- Beheizungssysteme Bestand und
- Warmwasserbereitstellung

näher eingegangen. Weiterhin werden in drei einzelnen Exkursen die Maßnahmenbereiche

- Gebäudekühlung,
- Betrieb von Haushaltgeräten und
- Nutzerverhalten

kurz gestreift.

Gebäudekühlung wird mangels Daten als Exkurs behandelt; im Sinne von ErKlim ist die Gebäudekühlung jedoch interessant, da sowohl aus Sicht des Klimaschutzes (zukünftig höherer Energiebedarf für Gebäudekühlung) als auch der Klimaanpassung (bauliche Maßnahmen zum Umgang mit steigenden Hitzespitzen und längeren Hitzeperioden) mittel- und langfristig von einer höheren Relevanz auszugehen ist.

Der Betrieb von Haushaltsgeräten steht nicht im Fokus von ErKlim, dennoch wird aufgrund der Bedeutung auf die Relevanz der CO₂-Emissionen der privaten Haushalte in einem Exkurs kurz auf die Entwicklungen und Minderungspotenziale in diesem Maßnahmenbereich eingegangen.

Der Maßnahmenbereich des Nutzerverhaltens wird ebenfalls in einem Exkurs behandelt. Er liegt quer zu allen Verursachersegmenten (Nachfrage nach Raumwärme, Warmwasser sowie Energie für).

9.3.1 GEBÄUDEHÜLLE NEUBAU

CO₂-Minderungspotenzial

Aufgrund diverser Verschärfungen der gesetzlichen Standards (zuletzt Wärme-



schutzverordnung 1995 und EnEV 2002) einhergehend mit wärmetechnisch gesehen immer besseren Bauteilen und zunehmenden Erfahrungen mit energiesparenden Bauweisen in den letzten Jahren weisen Neubauten heutzutage bei ordnungsgemäßer Bauausführung einen Jahresheizwärmebedarf von 50 - 70 kWh/m² Wohnfläche auf. Damit liegt der Standard-Energieverbrauch dieser Neubauten weit unter dem der Gebäude der 80er oder gar 70er und 60er Jahre (bis 70% niedriger). Allerdings werden sich die Effekte der sparsamen Standards der Neubauten (ab 90er Jahre) als kumulierter Effekt in der nationalen Energie- und CO₂-Bilanz erst langfristig deutlich niederschlagen, da der überwältigende Anteil des momentanen deutschen Wohngebäudebestandes lange vor 1995 errichtet wurde (vgl. Abb. 1.3.2 und 1.3.3).

Das CO₂-Minderungspotenzial für heutige Neubauten im Wohngebäudebereich kann nur gegenüber dem Standard der EnEV definiert werden. Ausgehend von ersten Modellgebäuden Anfang der 90er Jahre sind Passivhäuser heute im Wohnungsneubau weit verbreitet (mehrere tausend Objekte wurden bereits realisiert) und erfahren zunehmende Akzeptanz. Der Jahresheizwärmebedarf für ein Passivhaus beläuft sich auf maximal 15 kWh/m² Wohnfläche und liegt damit rund 75% unter dem gesetzlich vorgegebenen Standard der EnEV 2002. Dies entspricht einer Reduzierung der CO₂-Emissionen um rund 14 kg je Quadratmeter Wohnfläche. Im Falle eines Einfamilienhauses mit 150 m² Wohnfläche bedeutet dies eine jährliche CO₂-Einsparung von rund zwei Tonnen.

Passivhäuser zeichnen sich grob vor allem durch folgende Eigenschaften aus:

- Dreifachverglasungen von Fenstern und Terrassentüren sorgen für passive solare Gewinne, die sogar in den Wintermonaten die Wärmeverluste übersteigen, der Baukörper eines Passivhauses muss daher bezüglich der Himmelsrichtung optimal ausgerichtet sein.
- Rund 90% der Wärme aus der verbrauchten Luft wird durch eine Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung zurück gewonnen. Sie sorgt zugleich für gleich bleibend gute Luft im gesamten Gebäude.
- Passivhäuser sind „supergedämmt“ in allen Außenbauteilen (Wände, Dach, Kellerdecke bzw. Bodenplatte). Die Dämmstoffdichten liegen zwischen 25 und 40 cm und die Konstruktionen sind wärmebrückenfrei und luftdicht.
- Sonstige Details wie zum Beispiel Eingangstür mit Windfang etc.

Kosten

Mehrkosten für die Neuerrichtung von Passivhäusern sind gegenüber den Kosten für die Errichtung von Neubauten nach dem gesetzlich vorgeschriebenen EnEV-Standard (als „Nulllinie“) zu kalkulieren. Demgegenüber stehen die jährlichen Einsparungen des Passivhauses durch den verminderten Jahresheizwärmebedarf gegenüber.

Da es nicht nur einen Typ des Passivhauses gibt, sondern zahlreiche Varianten und Möglichkeiten den Passivhausstandard zu erreichen, können keine allgemein gültigen Angaben zu Mehrkosten gemacht werden. In der Fachliteratur finden sich Beispiele mit Angaben von 107 bis 125 aber auch 180 Euro Mehrkosten je m² Wohnfläche (PI, 2003). Je nach Gesamtkosten der verschiedenen Objekte muss

von Mehrkosten bzgl. der Investitionssumme zwischen 9 bis 13% ausgegangen werden. Dem stehen Einsparungen bezüglich des Jahresheizwärmebedarfs im Vergleich mit einem neuen Wohngebäude nach EnEV-Standard von rund 45 kWh/m² gegenüber. Im Falle eines Einfamilienhauses mit 150 m² Wohnfläche bedeutet dies bei einem Erdgaspreis von 6 Cent/kWh eine jährliche Einsparung von rund 405 Euro im Jahr. Passivhäuser sind als Objekte einer Langfriststrategie einzuschätzen, die auf lange Sicht Rendite erzielen werden und vor allem langfristig vor durchaus möglichen weiteren Energiepreissteigerungen schützen.

Fazit

Die inzwischen am Markt etablierte Passivhausbauweise birgt verglichen mit dem gesetzlich vorgeschriebenen Standard für neue Wohngebäude zusätzliche Minderungspotenziale bezüglich des Jahresheizwärmebedarfs und der CO₂-Emissionen. Mehrere tausend realisierte Wohngebäude, zunehmende Erfahrungen von Architekten, Fachingenieuren und Handwerk sowie eingeführte Zertifizierungssysteme bieten inzwischen einen hohen Standard für den Investor. Passivhäuser sind wirtschaftlich gesehen eine langfristige Investition, die aufgrund ihres sehr niedrigen Energieverbrauchs auch gegenüber zukünftig denkbaren weitergehenden Preissprüngen bei den Energieträgern gut gewappnet sind.

Würden alle Neubauwohnungen in Deutschland nach dem Passivhausstandard errichtet, könnten allein für einen „Neubaujahrgang“ jährliche CO₂-Emissionen in Höhe von rund 340.000 Tonnen CO₂ vermieden werden im Ver-

gleich zu den gesetzlich vorgeschriebenen Standards der EnEV.¹²

9.3.2 GEBÄUDEHÜLLE BESTAND

CO₂-Minderungspotenzial

Durch energetische Sanierungsmaßnahmen an den Gebäudehüllen im Wohnungsbestand sind erhebliche Energieeinsparpotenziale und damit Minderungspotenziale bezüglich CO₂-Emissionen gegeben. Im Unterschied zum Neubaubereich stellen jedoch Wohngebäude im Bestand in vielerlei Hinsicht „Unikate“ dar, deren jeweiligen Besonderheiten unbedingt berücksichtigt werden müssen. Für Wohngebäude im Bestand variieren die Einsparpotenziale für den Jahresheizwärmebedarf (in kWh/m²) aus den folgenden Gründen deutlich:

- Unterschiedliche Haustypen (z.B. Reihenhäuser, kleine Mehrfamilienhäuser, große Mehrfamilienhäuser etc.) mit unterschiedlichem Oberfläche/Volumen Verhältnis,
- Unterschiedliche Baualterklassen der Wohngebäude mit sehr unterschiedlichen Waddicken, Baustoffen etc.,
- Architektonische Unterschiede wie Steildächer oder Flachdächer, Gauen, Balkone, Loggien, Anbauten etc.,
- Unterschiedlich starke Relevanz von Wärmebrücken (Anzahl Kamine etc.),
- Unterschiedlich stark ausgeprägte Teilsanierungen des Gebäudes bis da-

¹² Übersichtsrechnung unter der Annahme einer Errichtung von 250.000 Wohneinheiten im Jahr und einer durchschnittlichen Wohnfläche von 100 m² je Wohneinheit.

to, d.h. individuell unterschiedliche Abweichung vom „historischen“ Jahresheizwärmebedarf,

- Unterschiedliche Anforderungen in Bezug auf den Denkmalschutz.

Dennoch hat sich in den letzten 15 Jahren das Erfahrungswissen bezüglich des aus den genannten Gründen komplexen Gebietes „Gebäudehülle Wohnungsbestand“ ständig verbessert. Nicht zuletzt durch die Etablierung von systematischen Gebäudetypologien konnten wichtige Erfahrungswerte systematisiert und an die Akteure der praktischen Umsetzung von wärmetechnischen Sanierungen weiter vermittelt werden (vgl. Institut für Wohnung und Umwelt, 1994). Als aktuelle und lesenswerte Quelle sei in diesem Zusammenhang auf die vom Ingenieurbüro ebök erstellte „Gebäudetypologie für die Stadt Düsseldorf“ verwiesen (ebök, 2005). Das Energieeinsparpotenzial bzw. CO₂-Minderungspotenzial bezüglich der Gebäudehülle Bestand setzt sich aus fünf wesentlichen Teilmaßnahmen zusammen:

- Dämmung Dach,
- Dämmung Kellerdecke,
- Dämmung Außenwand,
- Neue Fenster und
- Lüftungsanlage.

In der Gebäudetypologie von ebök (2005) wurden für die Stadt Düsseldorf 28 Haustypen im Bereich des Wohnungsbaus gebildet und die jeweiligen Einsparpotenziale analysiert. Im Folgenden sei anhand von fünf (von 28) verschiedenen Haustypen das Einsparpotenzial beispielhaft wiedergegeben:

- Haustyp B-MFH (Mehrfamilienhaus bis 1918),
- Haustyp C-EFH (Einfamilienhaus 1919-48),
- Haustyp D-EFH (Einfamilienhaus 1949-57),
- Haustyp D-MFH (Mehrfamilienhaus 1949-57),
- Haustyp E-MFH (Mehrfamilienhaus 1958-68).

Tabelle 5 *Haustyp B-MFH (bis 1918): Reduzierung des Jahresheizwärmebedarfs (ebök 2005)*

Haustyp B-MFH (bis 1918)	Jahresheizwärmebedarf in kWh/m ²
Ausgangswert (ohne Maßnahmen)	176
Abzüglich Dachdämmung	161
Abzüglich Kellerdeckendämmung	152
Abzüglich Außenwanddämmung	90
Abzüglich Fenstererneuerung	74
Abzüglich Einbau Lüftungsanlage	61
Einsparpotenzial in %	bis 65%
Einsparpotenzial CO ₂ (pro Jahr)	bis 35 kg/m ²

Tabelle 6 *Haustyp C-EFH (1918-48): Reduzierung des Jahresheizwärmebedarfs (ebök, 2005)*

Haustyp C-EFH (1918-48)	Jahresheizwärmebedarf in kWh/m ²
Ausgangswert (ohne Maßnahmen)	332
Abzüglich Dachdämmung	217
Abzüglich Kellerdeckendämmung	201
Abzüglich Außenwanddämmung	95
Abzüglich Fenstererneuerung	57
Abzüglich Einbau Lüftungsanlage	51
Einsparpotenzial in %	bis 85%
Einsparpotenzial CO ₂ (pro Jahr)	bis 84 kg/m ²

Tabelle 7 *Haustyp D-EFH (1949-57): Reduzierung des Jahresheizwärmebedarfs (ebök, 2005)*

Haustyp D-EFH (1949-57)	Jahresheizwärmebedarf in kWh/m ²
Ausgangswert (ohne Maßnahmen)	339
Abzüglich Dachdämmung	201
Abzüglich Kellerdeckendämmung	174
Abzüglich Außenwanddämmung	98
Abzüglich Fenstererneuerung	57
Abzüglich Einbau Lüftungsanlage	52
Einsparpotenzial in %	bis 85%
Einsparpotenzial CO ₂ (pro Jahr)	bis 86 kg/m ²

Tabelle 8 *Haustyp D-MFH (1949-57): Reduzierung des Jahresheizwärmebedarfs (ebök 2005)*

Haustyp D-MFH (1949-57)	Jahresheizwärmebedarf in kWh/m ²
Ausgangswert (ohne Maßnahmen)	286
Abzüglich Dachdämmung	190
Abzüglich Kellerdeckendämmung	174
Abzüglich Außenwanddämmung	100
Abzüglich Fenstererneuerung	58
Abzüglich Einbau Lüftungsanlage	47
Einsparpotenzial in %	bis 84%
Einsparpotenzial CO ₂ (pro Jahr)	bis 72 kg/m ²

Tabelle 9 *Haustyp E-MFH (1958-68): Reduzierung des Jahresheizwärmebedarfs (ebök, 2005)*

Haustyp E-MFH (1958-68)	Jahresheizwärmebedarf in kWh/m ²
Ausgangswert (ohne Maßnahmen)	174
Abzüglich Dachdämmung	159
Abzüglich Kellerdeckendämmung	151
Abzüglich Außenwanddämmung	104
Abzüglich Fenstererneuerung	57
Abzüglich Einbau Lüftungsanlage	45
Einsparpotenzial in %	bis 74%
Einsparpotenzial CO ₂ (pro Jahr)	bis 39 kg/m ²

Tabelle 10 *Haustyp B-MFH (bis 1918): Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen (ebök, 2005)*

Haustyp B-MFH (bis 1918)	U-Wert vorher W/(m ² *K)	U-Wert nachher W/(m ² *K)	Mehrkosten in EUR/m ²	Wirtschaftlichkeit Cent/kWh
Außenwand	1,15 - 2,00	0,39 - 0,41	24,-	2,3
Kellerdecke	1,01	0,30	19,50	5,5
Oberste Ge- schossdecke	0,76	0,27	37,-	6,8
Fenster	2,8	1,3	keine	0,0
Lüftungsanlage			2.500 EUR + 14,00 EUR/m ²	7,8

Tabelle 11 *Haustyp C-EFH (1918-48): Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen (ebök 2005)*

Haustyp C-EFH (1918-48)	U-Wert vorher W/(m ² *K)	U-Wert nachher W/(m ² *K)	Mehrkosten in EUR/m ²	Wirtschaftlichkeit Cent/kWh
Außenwand	1,40 - 1,58	0,24	35,-	2,8
Kellerdecke	1,01	0,31	18,50	5,0
Dachschräge	2,19	0,21	20,-	1,3
Fenster	5,20	1,3	keine	0,0
Lüftungsanlage			2.500 EUR + 14,00 EUR/m ²	15,8

Tabelle 12 *Haustyp D-EFH (1949-57): Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen (ebök, 2005)*

Haustyp D-EFH (1949-57)	U-Wert vorher W/(m ² *K)	U-Wert nachher W/(m ² *K)	Mehrkosten in EUR/m ²	Wirtschaftlichkeit Cent/kWh
Außenwand	1,44	0,25	35,-	3,1
Kellerdecke	1,48	0,34	18,50	3,4
Dachschräge	2,06 - 2,19	0,26	20,-	1,1
Fenster	5,2	1,3	keine	0,0
Lüftungsanlage			2.500 EUR + 14,00 EUR/m ²	29,3

Tabelle 13 *Haustyp D-MFH (1949-57): Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen (ebök 2005)*

Haustyp D-MFH (1949-57)	U-Wert vorher W/(m ² *K)	U-Wert nachher W/(m ² *K)	Mehrkosten in EUR/m ²	Wirtschaftlichkeit Cent/kWh
Außenwand	0,96 - 1,63	0,24	30,-	2,2
Kellerdecke	1,48 - 2,03	0,34 - 0,38	19,50	3,3
Oberste Ge- schossdecke	0,47 - 3,87	0,17 - 0,23	37,-	1,0
Fenster	5,2	1,3	keine	0,0
Lüftungsanlage			2.500 EUR + 14,00 EUR/m ²	6,8

Tabelle 14 *Haustyp E-MFH (1958-68): Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen (ebök, 2005)*

Haustyp E-MFH (1958-68)	U-Wert vorher W/(m ² *K)	U-Wert nachher W/(m ² *K)	Mehrkosten in EUR/m ²	Wirtschaftlichkeit Cent/kWh
Außenwand	1,07 - 1,43	0,37 - 0,39	24,-	2,0
Kellerdecke	1,01	0,31	19,50	5,6
Dachschräge	0,85	0,26	21,-	3,5
Fenster	5,2	1,3	keine	0,0
Lüftungsanlage			2.500 EUR + 14,00 EUR/m ²	6,7

Kosten

Das ebök hat für die 28 Haustypen in der Arbeit „Gebäudetypologie für die Stadt Düsseldorf“ auch Angaben zu den spezifischen Mehrkosten sowie zur Wirtschaftlichkeit dokumentiert (ebök, 2005). Anhand der fünf beispielhaften Haustypen aus Abschnitt 1.3.2.1 sind die Ergebnisse hierzu in den folgenden Tabellen aufgeführt. Neben Angaben zu den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) vor und nach der Maßnahme sind die spezifischen Mehrkosten (z.B. Mehrkosten bzgl. der Dämmung der Außenwand je m² Außenwandfläche) sowie der Preis für die eingesparte Kilowattstunde Energie aufgeführt.¹³ Die Maßnahme ist dann wirtschaftlich, wenn der Preis für die eingesparte Kilowattstunde Energie unter dem Preis des mittleren zukünftigen Energiepreises liegt.

Für die Beispiele der fünf Haustypen aus dem Wohngebäudebestand bedeuten die an der Gebäudehülle durchgeführten Minderungsmaßnahmen entsprechende prozentuale Reduzierungen der CO₂-Emissionen; die Reduzierungen bewegen sich für die beispielhaften Wohngebäude im Bereich zwischen 35 und 86 kg CO₂ je m² Wohnfläche und Jahr. Für das Mehrfamilienhaus B-MFH (bis 1918), welches in der bei ebök (2005) mit 285 m² Wohnfläche dokumentiert ist, bedeutet dies eine Minderung der CO₂-Emissionen um fast 10 Tonnen pro Jahr für die Deckung des Raumwärmebedarfs. Im Falle des Einfamilienhauses D-EFH (1949-57) mit einer

¹³ Zu den Detailangaben bzgl. der Sanierungsmaßnahmen (Dämmstoffstärken etc.) siehe ebök, 2005.

Wohnfläche von 121 m² ist eine Minderung der CO₂-Emissionen bis 10,5 Tonnen pro Jahr erreichbar.¹⁴

Die Beispiele zeigen eindrucksvoll, dass Sanierungen an der Gebäudehülle (inkl. Lüftung) im Bestand erhebliche Einsparpotenziale für CO₂-Emissionen versprechen. Von den 28 Haustypen des Bestandes (Jahrgänge bis 1978) liegt das Einsparpotenzial bei mindestens 55%. Der Standard von Niedrigenergie-Neubauten, das heißt Werte zwischen circa 50 kWh/m² und 70 kWh/m² pro Jahr, werden von der Mehrzahl der Gebäude erreicht (ebök, 2005).

Es sei an dieser Stelle betont, dass weitergehende Sanierungskonzepte wie zum Beispiel EnEV minus 30% (dena, 2006) oder gar Passivhausstandards im Bestand (Steinmüller, 2005) noch stärkere Minderungen des Heizwärmebedarfs und damit der CO₂-Emissionen nach sich ziehen würden - allerdings mit größerem technischen und finanziellem Aufwand als in der Arbeit von ebök dokumentiert.

Fazit

Die energetische Sanierung der Gebäudehülle im Bestand bietet erhebliche Energieeinsparpotenziale und damit Potenziale zur Minderung von CO₂-Emissionen; dies gilt sowohl für das einzelne Wohngebäude als auch für den in gesamten Wohnungsbestand in Deutschland. Von den Einzelmaßnahmen bergen in der Regel die Nachdämmung der Außenwand und des

¹⁴ Die konkreten CO₂-Einsparungen beim individuellen Gebäude sind selbstverständlich auch vom eingesetzten Energieträger (Erdgas, Heizöl etc.) und der Effizienz der Heizungsanlage abhängig.



Daches (Dachschräge oder oberste Geschossdecke) das größte Einsparpotenzial. Die Mehrkosten bei der Dämmung der Außenwände, des Daches, der Kellerdecke sowie Mehrkosten durch Austausch von Fenstern sind bei den heute erreichten Preisniveaus für Energieträger (ca. 5 - 6 Cent/kWh) zusätzlich wirtschaftlich vorteilhaft. Der Einbau von Lüftungsanlagen ist für Mehrfamilienhäuser ebenfalls bereits wirtschaftlich interessant. Wie bereits kurz angeschnitten, müssen, ungeachtet der reichen Erfahrungen mit der Sanierung der Gebäudehüllen von Bestandshäusern, die individuellen Besonderheiten und Problembereiche des einzelnen Wohngebäudes (z.B. Wärmebrücken wie Loggien, niedrige lichte Höhen in Kellerräumen etc.) in der Praxis unbedingt berücksichtigt werden, um zu möglichst optimalen Ergebnissen zu kommen. Es konnten inzwischen jedoch auch für diese Detailherausforderungen viele Erfahrungen und Lösungsmöglichkeiten gesammelt werden (z.B. Abbruch von Balkonen und Aufstellung von der Gebäudehülle getrennter vorgestellter Balkone, gezielter Rückbau nicht mehr benötigter Kamine bei Umstieg von Einzelöfen oder Etagenheizungen auf Zentralheizungen etc.).

9.3.3 BEHEIZUNGSSYSTEME NEUBAU

CO₂-Minderungspotenzial

Die Beheizungssysteme von Neubauten weisen im Durchschnitt einen deutlich besseren Standard auf als der durchschnittliche Wohnungsbestand mit seinen oft wesentlich älteren Anlagen mit ungünstigeren Wirkungsgraden und häufig deutlich schlechteren Standards im Bereich des hausinternen Verteilnetzes.

Dennoch bestehen auch für die Beheizungssysteme des Neubaus noch Minderungspotenziale bezüglich Endenergie- bzw. Primärenergiebedarf und damit CO₂-Emissionen.

Der Aufwand für den Betrieb der Anlage ist nicht nur abhängig von der Wahl des Energieträgers und des Heizsystems - die Anlage ist auch so effizient wie möglich zu konfigurieren. Das Nachweisverfahren der EnEV geht zunächst von der Nutzenergie aus. Das ist die vom Endnutzer benötigte Wärme, die in einen Raum gespeist werden muss, um die Soll-Innentemperatur zu erreichen und entspricht dem Jahresheizwärmebedarf. Die Betrachtungsebene der Endenergie enthält außerdem die Verluste für Umwandlung, Verteilung und Übergabe innerhalb des Gebäudes. Durch Multiplikation des Jahresheizwärmebedarfs mit der Anlagenaufwandszahl wird der Jahresheizenergiebedarf errechnet, welcher der nachgefragten Endenergie entspricht.

Die EnEV bezieht sich auf die Primärenergie, welche sich aus der Endenergie durch Multiplikation mit dem Primärenergiefaktor ergibt. Der Jahres-Primärenergiebedarf ergibt sich durch die Multiplikation von Jahresheizwärme- und Nutzwärmebedarf für Trinkwasser mit der primärenergetisch bewerteten Anlagenaufwandszahl.¹⁵

Der Jahresprimärenergiebedarf ist demnach von der Qualität des gebäudeinternen Verteilnetzes, von der Anlagentechnik (z.B. Gas-Brennwertkessel) sowie dem gewählten Energieträger abhängig. CO₂-

¹⁵ Das Rechenverfahren der EnEV bezieht die Warmwasserversorgung mit ein.

Minderungspotenziale im Neubau sind demnach gegenüber dem Standard für Beheizungssysteme im Neubau zu berechnen. Die dena setzt für Beispielrechnungen den konventionellen Gasbrennwertkessel als Standard an für solche Gebäude, die einen Jahresheizwärmebedarf von 45 kWh/m² Wohnfläche aufweisen und damit die Vorgaben der EnEV für Neubauten erfüllen (dena, 2006). Am Beispiel eines Mehrfamilienhauses mit 850 m² Wohnfläche mit konventionellem Gasbrennwertkessel errechnet die dena, dass allein durch einfache technische Maßnahmen (Optimierung der Verteilleitungslänge, Dämmung der Verteilleitungen mit doppeltem EnEV-Standard etc.) und die Wahl eines optimierten Gasbrennwertkessels eine Einsparung von rund 14% gegenüber der Standardvariante (für den nach dem Berechnungsverfahren erhaltenen Jahresprimärenergiebedarf und damit den CO₂-Emissionen) (dena, 2006).

Das Wuppertal-Institut verweist darauf, dass bei der Konfiguration des Heizungssystems allein durch hydraulischen Abgleich 10-15% Einsparung erzielt werden können. Dieser Abgleich ist zwar nach der EnEV vorgeschrieben, wird jedoch nach Angaben des Wuppertal-Instituts nicht überall richtig durchgeführt (Wuppertal-Institut, 2007).

Im Falle einer Holzpelletanlage beträgt die Minderung rund 66% und im Falle eines Nahwärmesystems auf Basis eines regenerativen Energieträgers (wie Holzhackschnitzel) beträgt die Minderung mehr als 95% gegenüber der Standardanlage für Neubauten. Für das Beispiel des Mehrfamilienhauses lassen sich daraus überschlägig Minderungen der CO₂-Emissionen gegenüber dem Standardfall

von 1,6 Tonnen, 7,5 Tonnen bzw. 11,5 Tonnen je Jahr berechnen.

Kosten

Allgemeine Aussagen zu Mehrkosten lassen sich aufgrund der Mannigfaltigkeit der Möglichkeiten nicht treffen. Da die EnEV für neue Wohngebäude bereits im Standardfall beispielsweise ausreichende Dämmung von Verteilleitungen fordert, sind die Mehrkosten für Maßnahmen in diesem Bereich oder für optimierte Gasbrennwertkessel eher marginal. Holzpelletanlagen sind in der Anschaffung in der Regel mit Mehrkosten gegenüber Gas- oder Ölheizungen verbunden; dafür sind Holzpellets als Brennstoff preislich im Vorteil.¹⁶ Die Mehrkosten von Nahwärmenetzen (z.B. auf Hackschnitzelbasis, ggf. unterstützt durch Solarthermie) sind stark objektabhängig; sie bewirken allerdings auch die größten Minderungspotenziale für CO₂ gegenüber dem Standardfall für neue Wohngebäude.

Fazit

Auch gegenüber dem Standard der EnEV lassen sich für neue Gebäude auf der Seite der Beheizungssysteme noch nennenswerte CO₂-Minderungspotenziale erzielen. Allerdings muss zum Vergleich an dieser Stelle betont werden, dass zum Beispiel eine gute Dämmung der Gebäudehülle eines Bestandshauses wie beispielsweise des Einfamilienhauses D-EFH (1949-57) mit einer Wohnfläche von 121 m² (wie von ebök dokumentiert; vgl. ebök, 2005

¹⁶ Allerdings sind die Holzpelletpreise im Laufe der Jahres 2006 aufgrund der stark erhöhten Nachfrage deutlich gestiegen und haben fast das Preisniveau von Heizöl erreicht.

und Abschnitt 1.3.2.1), mit rund 10,5 Tonnen eine CO₂-Minderung in ähnlicher Größenordnung erzielt wie der Fall eines Neubaus eines Mehrfamilienhauses mit 850 m² Wohnfläche welches an ein mit regenerativen Energieträgern ausgestattetes Nahwärmenetz angeschlossen wird.

9.3.4 BEHEIZUNGSSYSTEME BESTAND

CO₂-Minderungspotenzial

Das Energieeinspar- und das damit einhergehende CO₂-Minderungspotenzial durch Maßnahmen bezüglich der Beheizungssysteme im Bestand ist in der Regel aufgrund der häufig schlechten Qualität der Beheizungsanlagen größer als durch zusätzliche Maßnahmen (gegenüber den Standards der EnEV) im Neubau, obgleich durch die Erneuerungszyklen der letzten 15 Jahre sich in vielen Bestandsgebäuden inzwischen schon Gasbrennwertanlagen oder Holzpelletanlagen¹⁷ befinden und Maßnahmen zur Reduzierung der Verteilverluste durchgeführt worden sind. Im Gebäudebestand empfiehlt es sich besonders Maßnahmen an der Gebäudehülle und am Beheizungssystem zu kombinieren, da nach Sanierung der Gebäudehülle die bestehende Heizungsanlage oft überdimensioniert ist (Schultz 2001).

Werden im Wohnungsbestand alte Öl- oder Gas-Niedertemperaturkessel mit schlechten Wirkungsgraden gegen neue

optimierte Gasbrennwertkessel ersetzt und die Verteilleitungsverluste durch Optimierung und Nachdämmung des Verteilungsnetzes minimiert, können Einsparungen von bis zu 30% des Endenergiebedarfs beziehungsweise des Primärenergieaufwandes erzielt werden.¹⁸ Im Fall eines Einfamilienhauses (150 m²) mit mittlerem Standard bezüglich der Gebäudehülle (Jahresheizwärmebedarf 100 kWh/m²) würde sich durch eine entsprechende Maßnahme am Beheizungssystem (Einsparung 30%) eine jährliche CO₂-Minderung von rund 1,4 Tonnen ergeben. Im Falle von Maßnahmen wie beispielsweise der Einsatz einer Holzpelletanlage oder der Anschluss an ein Nahwärmesystem mit regenerativen Energieträgern ergeben sich noch deutlich größere CO₂-Minderungspotenziale.

Kosten

Generelle Angaben zu den Mehrkosten im Falle der Optimierung der Beheizungssysteme im Wohngebäudebestand sind aufgrund der unterschiedlichen Ausgangssituation im Gebäudebestand und der Vielzahl an Optionen nicht möglich. Beim einfachen Austausch alter Heizungsanlagen durch gute Geräte, die heutigen Standards entsprechen (z.B. Gasbrennwertkessel) gehen die Mehrkosten gegen Null oder bewegen sich in sehr niedrigem Bereich, da die Maßnahme aufgrund der begrenzten Lebensdauer der alten Anlage ohnehin angestanden hätte. Wie der Aus-

¹⁷ Holzpelletanlagen werden gerade für den Ersatz alter Ölzentralheizungen vorgeschlagen. Der bisherige Raum für die Heizöltanks kann dann als Pelletlager genutzt werden. Diese Variante ist besonders in Wohngebieten ohne direkten Erdgasanschluss interessant (Öko-Institut, 2003).

¹⁸ Das Wuppertal-Institut betont in diesem Zusammenhang die Notwendigkeit des hydraulischen Abgleichs. Danach können bei der Erneuerung des Heizungssystems allein 10-15% Einsparungen erzielt werden (Wuppertal-Institut, 2007).

tausch alter Fenster gegen Fenster heute üblichen Standards (keine Besonderheiten wie Passivhausfenster) stellt auch der Ersatz alter Heizungsanlagen durch Anlagen heute üblichen Standards eine der kostengünstigsten CO₂-Minderungsmaßnahme dar, da es sich im weitesten Sinn um positive „Mitnahmeeffekte“ handelt.

Weitergehende Maßnahmen wie die Installation von Holzpelletanlagen oder Anschlüsse an Nahwärmesysteme sind in der Regel mit höheren Zusatzaufwendungen verbunden (allerdings auch mit stärkeren CO₂-Minderungen), die in ihrer Ausprägung stark Einzelfall¹⁹ abhängig sind und daher vor Investitionsentscheidung sorgfältig kalkuliert und gegebenenfalls gegenüber anderen Maßnahmen (z.B. stärkere Dämmstoffstärken für die Gebäudehülle) gegen gerechnet werden müssen.

Fazit

Sanierung der Beheizungssysteme im Bestand durch den Ersatz alter Anlagen durch gute aber konventionelle Anlagen heutigen Standards kann zu den am schnellsten und einfach durchzuführenden Maßnahmen zur CO₂-Minderung im Wohngebäudebereich gezählt werden. Nichtsdestotrotz ist es unbedingt ratsam zu prüfen, ob einer Einzelmaßnahme eine integrierte energetische Sanierung bei gleichzeitiger Minimierung des Jahresheizwärmebedarfs (Dämmung der Gebäu-

dehülle) vorzuziehen wäre, um Synergieeffekte zu erschließen und Dimensionierungen neuer Beheizungsanlagen optimal zuzuschneiden.

9.3.5 WARMWASSERBEREITSTELLUNG

CO₂-Minderungspotenzial

Allgemeine Angaben zum CO₂-Minderungspotenzial im Wohngebäudebereich können nicht gemacht werden, da vor allem im Bestand sehr unterschiedliche Systeme zur Warmwasserbereitstellung (Fernwärme, Gas- oder Ölzentralheizung, elektrische Durchlauferhitzer etc.) im Einsatz sind. Viele Maßnahmen stehen auch in direktem Zusammenhang mit Maßnahmen am Beheizungssystem, da häufig zentrale Anlagen der kombinierten Versorgung des Gebäudes mit Raumwärme und Warmwasser vorzufinden sind. Außerdem ist der Warmwasserverbrauch stark vom individuellen Nutzerverhalten abhängig (vgl. Abschnitt 1.3.8).

Nach dena (2006) beträgt der Wärmebedarf für die Warmwasseraufbereitung in Bestandsgebäuden rund 10-20% des Heizwärmebedarfs. Je niedriger der Jahresheizwärmebedarf eines Wohngebäudes durch Maßnahmen gesenkt wird, desto höher liegt der Warmwasseranteil. Nach EnEV wird der Bedarf für die Warmwasserbereitung pauschal mit 12,5 kWh/m² im Jahr angesetzt.²⁰

Eine der interessantesten und im Sinne der Nachhaltigkeit zu favorisierenden

¹⁹ Im Wohngebäudebestand können im Einzelfall diese Maßnahmen u. U. nicht oder nur schwierig durchführbar sein: z.B. fehlende Lagerkapazität für Pelletts, keinen Raum für Nahwärmezentrale etc.

²⁰ Der Wert entspricht einem Warmwasserbedarf von 23 Litern pro Tag und Person mit einer Wassertemperatur von 50°C. In der Praxis schwanken die Verbrauchswerte sehr (dena 2006).



Maßnahmen im Bereich der Warmwasserbereitstellung ist im Einsatz der Solarthermie (Erwärmung von Brauchwasser mit Hilfe von Sonnenkollektoren) zu sehen. Die Technologie der Solarthermie wurde in den letzten 20 Jahren ständig verbessert und hat, nicht zuletzt mit Hilfe umfangreicher Förderprogramme, den Einstieg in den Massenmarkt längst gefunden. Boten in den 80er Jahren nur einige Pioniere entsprechende Anlagen an, so ist Solarthermie heute Teil des Standardangebots nahezu jedes Heizung-Lüftung-Sanitär-Unternehmens. Das konkrete Minderungspotenzial bezüglich des Wärmebedarfs für Warmwasser hängt vom Ausgangsbedarf, der Anlagenauslegung (z.B. m² der Kollektorfläche, Speichervolumen), den baulichen Voraussetzungen (Dachausrichtung, Dachneigung) und der geographischen Lage des Wohngebäudes in Deutschland (Sonnenscheinstunden vor Ort) ab. Dennoch kann über das Jahr von einer Größenordnung von 50% Beitrag zur Versorgung des Nutzwärmebedarfs für Warmwasser ausgegangen werden. Daraus kann in einer Überschlagrechnung für ein Einfamilienhaus guten Standards (d.h. keine übermäßigen Verluste bei Verteilungsleitungen) mit 150 m² Wohnfläche im Vergleich zu einer reinem Warmwasserversorgung über einen Gasbrennwertkessel ein CO₂-Minderungspotenzial von rund 700 kg im Jahr abgeschätzt werden.

Kosten

Die Kosten sind naturgemäß stark objektabhängig. Dennoch soll anhand eines Rechenbeispiels ein Eindruck vermittelt werden: Im Falle eines Einfamilienhauses mit vier Bewohnern ist eine Kollektorfläche von 6 m² sinnvoll. Durchschnittlich muss, inklusive Zubehör und Montage, mit

Investitionskosten von 1.000 Euro je m² gerechnet werden.²¹ Damit beträgt die Investitionssumme rund 6.000 Euro. Bei einer Energiebereitstellung von jährlich 2.400 kWh ergibt sich bei einem angenommenen Gaspreis von 6 Cent/kWh eine Einsparung von rund 144,-- Euro pro Jahr. Solarthermie ist damit zwar eine ökologisch äußerst sinnvolle Lösung, die jedoch - orientiert man sich an den heute geltenden Energiepreisen - ökonomisch in jedem Fall aus langfristiger Perspektive bewertet werden muss. Allerdings bestehen für die Solarthermie zahlreiche interessante Förderprogramme.

Fazit

Auch im Bereich der Warmwasserbereitstellung besteht ein nennenswertes CO₂-Minderungspotenzial. Verglichen mit den möglichen Minderungspotenzialen der Sanierung der Gebäudehülle im Bestand ist ihre absolute Relevanz bezüglich der nationalen CO₂-Emissionen jedoch gering. Ohnehin anstehende Maßnahmen an den Beheizungssystemen im Gebäudebestand bedingen häufig gleichzeitig eine Reduzierung des Endenergie- und Primärenergiebedarfs zur Deckung des Warmwasserbedarfs.

Der Warmwasserbedarf ist extrem abhängig vom Nutzerverhalten; Maßnahmen, die direkt am Nutzerverhalten ansetzen sind daher hier besonders sinnvoll.

²¹ Quellen: www.solarcontact.de; www.solarfoerderung.de; die Preise beziehen sich auf Flachkollektoren für reine Brauchwassererwärmung, d.h. ohne Heizungsunterstützung.

9.3.6 EXKURS I: KÜHLUNG VON WOHNGEBÄUDEN

In Deutschland spielte die aktive Kühlung von Wohngebäuden (d.h. über mit CO₂-Emissionen verbundenem Energieeinsatz) zur Sicherstellung einer angenehmen Innenraumtemperatur in Hitzeperioden der Sommermonate bislang eine untergeordnete Rolle. Das moderate Klima in Mitteleuropa ließ Investitionen von Privatleuten oder Wohnungsunternehmen in Gerätebeziehungweise Anlagen zur Raumkühlung als kaum lohnenswert erscheinen.²² Abhilfe gegen Erhitzung von Räumen wurde (und wird immer noch) meist durch Öffnen oder Kippen der Fenster in der Nacht und durch Einsatz von Rollläden und anderen Möglichkeiten zum Schutz vor Sonneneinstrahlung am Tag geschaffen.

Die in den letzten 10-15 Jahren fast immer über dem langjährigen Durchschnittswert liegenden Temperaturen und vor allem länger andauernde Hitzespitzen in den Sommermonaten haben in Deutschland das Thema Raumkühlung stärker in den Fokus gerückt. Vor allem der Rekordsummer 2003 hat hierzu beigetragen.

Es ist davon auszugehen, dass die - ob der bisher nicht vorhandenen Relevanz - ungeeigneten bauphysikalischen und architektonischen Standards des Wohngebäudebestands (schlechte Isolierung, fehlen-

de Verschattungsmöglichkeiten etc.) in Deutschland auf der einen und die demografische Entwicklung auf der anderen Seite zur Belebung der Diskussion beigetragen haben. Ältere Personen empfinden Hitze erheblich stärker als Belastung; Gesundheitsgefährdungen durch Hitze (Belastung Herz-Kreislaufsystem, Austrocknung etc.) sind nicht auszuschließen.

Richter führt zu den erkennbaren beziehungsweise absehbaren Entwicklungen aus:

„Sowohl auf Grund der ansteigenden sommerlichen Außentemperaturen als auch der höheren Komfortbedürfnisse der Menschen ist auch im Wohnungsbau mit einem stärkeren Einsatz von Raumkühlgeräten bzw. -anlagen zu rechnen. [...] In vielen Fällen entsprechen diese jedoch nicht den heutigen Ansprüchen an die Kühleffektivität und damit den Energiebedarf. Wir stehen damit vor der Herausforderung, dass mit weiter zunehmenden Installationszahlen die Anstrengungen zur Energieverbrauchssenkung bzw. CO₂-Emissionsminderung zumindest teilweise konterkariert werden könnten.“ (Richter, 2007)

9.3.7 EXKURS II: BETRIEB VON HAUSHALTSGERÄTEN

Wie bereits in Abschnitt 1.2 aufgeführt, stellt der Betrieb von elektrischen Haushaltsgeräten (ohne Strom für Warmwasser und Gebäudeheizung) mit 55 Mio. Tonnen (im Jahr 2003) nach der Bereitstellung von Raumwärme ein relevantes Segment der CO₂-Emissionen der privaten Haushalte dar. Darüber hinaus steigen der Verbrauch in diesem Verursacherbereich und damit auch die damit verbundenen CO₂-Emissionen immer noch deutlich

²² Diese Aussage gilt keineswegs für Nichtwohngebäude wie Bürogebäude; hier sind auch in Deutschland Klimaanlage schon lange weit verbreitet (u.a. bedingt durch Arbeitsstättenverordnung). In anderen Ländern (z.B. USA) sind hingegen auch Klimaanlage zur Raumkühlung in Wohngebäuden schon lange sehr weit verbreitet.

(ifeu, 2006). Nach dem Bericht des Statistischen Bundesamtes ist zwischen 1995 und 2004 der temperaturbereinigte direkte Energieverbrauch der privaten Haushalte für „sonstige Prozesswärme“ (vor allem Kochen) um 18,4%, für „mechanische Energie“ (Elektrogeräte) um 20,6% und für Beleuchtung um 1,4% gestiegen (UGR, 2006).²³ Der erhebliche Mehrverbrauch im Bereich der Elektrogeräte (inkl. PC etc.) wird auf erheblich gestiegene Ausstattungen der Haushalte zurückgeführt. So stieg zwischen 1993 und 2003 die Ausstattung der privaten Haushalte mit Personalcomputern um 213,2%, mit Wäschetrocknern um 105,6%, mit Geschirrspülmaschinen um 102,7%, mit Mikrowellengeräten um 93,2% und mit Videorekordern um 60,5%. Der deutliche Anstieg des Stromeinsatzes im Bereich Kochen wird auf veränderte Kochgewohnheiten und die Tendenz zu kleineren Haushalten zurückgeführt (UGR, 2006).

Sehr hohe technische Minderungspotenziale bestehen im Bereich Beleuchtung: hier könnten durch den flächendeckenden Einsatz von Energiesparlampen rund 75% der benötigten Energie und der damit verbundenen CO₂-Emissionen eingespart werden. Bislang liegt ihr Anteil in den privaten Haushalten erst bei rund 17% (ifeu, 2006). Weiterhin wird beim Kauf

²³ Anmerkung Öko-Institut: ohne die zumindest teilweise Durchdringung der privaten Haushalte mit Energiesparlampen wäre der Anstieg im Teilsegment Beleuchtung mit hoher Wahrscheinlichkeit deutlich höher ausgefallen, da im gleichen Zeitraum die Anzahl der Haushalte um 5,7% und die Wohnfläche um 13,1% angestiegen ist.

neuer Haushaltsgeräte (Waschmaschinen, Geschirrspüler, Gefriergeräte etc.) ein Einsparpotenzial in der Größenordnung von 50% gegenüber Geräten aus den 70er Jahren diagnostiziert. Die EU-weite Kennzeichnungspflicht hat zu dem Rückgang des durchschnittlichen Stromverbrauchs von Neugeräten beigetragen. Als besonders problematisch schätzt ifeu (2006) die Entwicklung des Stromverbrauchs im Bereich Kommunikation/Information (IuK-Geräte) ein, da nur bei wenigen Gerätegruppen von einem Rückgang der Leistungsaufnahme bis 2010 ausgegangen wird. Von politischer Seite wurden jedoch bislang keine nennenswerten Maßnahmen zur Reduktion des Energiebedarfs im Normalbetrieb unternommen (ifeu 2006).

9.3.8 EXKURS III: NUTZERVERHALTEN

Dieser Exkurs skizziert grob das Thema Nutzerverhalten im Bereich private Haushalte und die damit verbundenen erkennbaren Minderungspotenziale und Maßnahmen zur Erschließung der Minderungspotenziale.

Dieses Thema wurde umfassend in der Arbeit „Klimaschutz durch Minderung von Treibhausgasemissionen im Bereich Haushalte und Kleinverbrauch durch klimagerechtes Verhalten“ des Öko-Instituts für das Umweltbundesamt untersucht (Öko-Institut, 2000). Ziel dieser Arbeit war es, diejenigen Bereiche zu identifizieren und quantifizieren, in denen mit Verhaltensänderungen relevante Beiträge zur Reduktion von Klimagasen geleistet werden können. „Verhalten“ meint hier den aktuellen Umgang von Nutzern mit vorhandener Technologie, *nicht* die Entschei-

derung über Investitionen.²⁴ Die Untersuchung zeigte, dass die folgenden Bereiche aus Sicht der Erschließung von Verhaltenspotenzialen im Sinne von Programmgestaltungen relevant sind:

- Kochen (Schnellkochtöpfe),
- Geschirrspüler, Wäschetrockner (Geräteauslastung),
- Warmwasserbereitung,
- Raumwärme: richtig Heizen und Lüften.

Im Bereich der Haushaltsgeräte wurden auch die Bereiche Stand-by-Verbrauch (Abschalten bei Nichtgebrauch) sowie Kühlgeräte (regelmäßiges Abtauen) untersucht, jedoch als weniger geeignet für Verhaltensprogramme eingestuft. Die Potenziale in diesen Bereichen sind effizienter zu erschließen durch Instrumente, welche zu einer schnelleren Marktdurchdringung des Gerätebestandes mit effizienten Geräten führen.²⁵

Durch umfangreiche bundesweite Umfragen bei Privathaushalten wurden im Laufe

²⁴ Im Rahmen der hier zitierten Arbeit wurden sogenannte „geringinvestive Maßnahmen“ wie z. B. die Anschaffung von Energiesparlampen und Schnellkochtöpfen als ein verhaltensrelevanter Bereich mit einbezogen, da davon ausgegangen wird, daß im Gegensatz zu größeren Investitionen, hier Information und bewußte Kaufentscheidungen eine entscheidende Rolle spielen und nicht die Investitionshöhe.

²⁵ Bzgl. des Bereichs Beleuchtung muss jedoch auf die durch Australien angestoßene hochaktuelle Debatte, welche auf ein zukünftiges Verbot von herkömmlichen Glühbirnen zu Gunsten von Energiesparlampen zielt, hingewiesen werden. Diese neue Debatte impliziert, dass Verhaltensänderungen im Bereich Beleuchtung als nicht ausreichend bzw. zu langwierig angesehen werden.

der Arbeit folgende interessante Erkenntnisse gewonnen: Es zeigten sich deutliche Unterschiede in der Wahrnehmung und Einschätzung des Einsparpotenzials zwischen den Bereichen Raumwärme (richtiges Heizen und Lüften) und den strombetriebenen Haushaltsgeräten (optimale Geräteauslastung etc.). Die von den Haushalten noch nicht genutzten Möglichkeiten im Heizungsbereich (hiermit sind keine technische Maßnahmen gemeint) wurden von den Befragten systematisch unterschätzt.

Das theoretisch erschließbare verhaltensbedingte Einsparpotenzial wird in der Arbeit für den Bereich Raumwärme mit rund 27 % angegeben (Reduktion der Luftwechselrate um 33 % durch verstärktes Stoßlüften sowie Absenkung der durchschnittlichen Raumtemperatur um 2°C) (Öko-Institut, 2000). In der zitierten Arbeit wird davon ausgegangen, daß von den 27% ein Fünftel durch entsprechende gezielte Programme zwischen 1995 und 2020 erschließbar sind (Öko-Institut, 2000). Es darf nicht unterschätzt werden, daß es sich bei Fragen des Lüftungsverhaltens und der durchschnittlichen Raumtemperatur um z. T. jahrzehntelang eingeschliffene Verhaltensmuster bei den Bewohnern handelt, die nicht einfach per „Knopfdruck“ geändert werden können.

Für die verschiedenen Bereiche wurden in der Arbeit folgende Einsparpotenziale ermittelt: 14% im Bereich der Warmwasserbereitung durch verändertes Nutzerverhalten (z.B. kürzer duschen); 30% im Bereich Geräteauslastung, 12% im Bereich Kochen und 40% im Bereich Beleuchtung (Licht gezielt ausmachen, Einsatz von Sparlampen). Bei konsequenter Erschließung der Verhaltenspotenziale könnten bis 2020 insgesamt fast 53 Mio. Tonnen

CO₂ eingespart werden, davon gut 6 Mio. Tonnen aus Stromanwendungen und fast 47 Mio. Tonnen aus dem Wärmebereich (Raumwärme- und Warmwasserbedarf). Das Gesamtreduktionspotenzial von CO₂ beträgt rund 31% (Öko-Institut, 2000). Wird die sehr weitgehende unterstellte Verhaltensänderung der Absenkung der durchschnittlichen Raumtemperatur um 2 Grad Celsius außer acht gelassen, verbleibt beim Wärmebereich immer noch ein Einsparpotenzial von rund 22 Mio. Tonnen. durch Reduzierung des Warmwasserverbrauchs und vor allem Verbesserung des Lüftungsverhaltens.

9.4 MÖGLICHE WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN DEN MAßNAHMEN UND GESAMTMINDERUNGS- POTENZIALE

Wie bereits an verschiedenen Stellen erwähnt, bestehen Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Maßnahmen und damit Auswirkungen auf die Gesamtmin- derungspotenziale. Maßnahmen zu Effi- zienzsteigerungen an Beheizungssystemen wirken oft nicht allein auf die mit der Deckung von Raumwärme verbundenen CO₂-Emissionen, sondern beeinflussen auch die mit der Deckung der Warmwas- sernachfrage verbundenen CO₂- Emissionen. Die konsequente Dämmung der Gebäudehülle kann indirekt dazu bei- tragen, Verteilleitungsverluste im Brauchwasserbereich (gerade im älteren Wohnungsbestand) zu senken.

Umgekehrt sinken die inneren Wärmege- winne, wenn ältere Elektrogeräte wie Kühlschränke durch effiziente Geräte ersetzt oder Glühbirnen gegen Energie- sparlampen ausgetauscht werden. Gerade

in gut gedämmten Gebäuden spielen die inneren Wärmegewinne in der Gesamtbi- lanzierung für den Heizwärmebedarf eine Rolle.

Die beiden besonders wichtigen Maßnah- menbereiche „Dämmung der Gebäudehül- le“ und „Optimierung des Beheizungssys- tems“ können sich gegenseitig verstär- ken, ihre Minderungspotenziale können jedoch nicht einfach addiert werden.²⁶ Dennoch sind integrierte Maßnahmen, vor allem auch aus Kostengründen, der Schlüssel zu nachhaltigen Lösungen im Klimaschutz. So ist es beispielsweise nicht sinnvoll, eine moderne Holzpelletanlage in einem Wohngebäude mit sehr hohem Jahresheizwärmebedarf zu installieren; durch spätere Nachdämmmaßnahmen ist die Anlage mit hoher Wahrscheinlichkeit überdimensioniert und mit unnötigen Kos- ten verbunden.

Insgesamt sind in den Bereichen der Raum- und Warmwassernachfrage für die nächsten Dekaden nahezu unbegrenzte CO₂-Minderungspotenziale vorhanden. Ausgehend von vielen Bestandsgebäuden kann der Jahresheizwärmebedarf durch Dämmmaßnahmen oftmals um den Faktor 5 oder nahezu 10 reduziert werden. Wei- tere Minderungspotenziale bestehen durch effiziente moderne Beheizungsan- lagen, besonders wenn der verbliebene Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasser überwiegend durch regene- rativen Energieträgern (Solarthermie,

²⁶ So bedeutet nach einem fiktiven Beispiel eine Reduzierung des Jahresheizwärmebe- darfs um 50% durch Dämmung der Gebäude- hülle und eine Halbierung der primärenergetisch bewerteten Anlagenaufwandszahl nicht, das die CO₂-Minderung 100% beträgt!

Nahwärmenetz mit Pellet/Hackschnitzelanlage etc.) gedeckt wird.

9.5 SYNERGIEN UND KONFLIKTE ZU KLIMAAANPASSUNG

Wie bereits in Abschnitt 1.2 gezeigt, sind aufgrund der überwiegend milden Winter in den letzten Jahren die direkten CO₂-Emissionen der privaten Haushalte für Raumwärme niedriger als die temperaturbereinigten offiziellen CO₂-Emissionen. Konkret lagen die realen Emissionen in den Jahren 1995 bis 2004 im Durchschnitt rund 8,7 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr (rund 7,2%) unter den temperaturbereinigten Daten, die sich auf langjährige Mittelwerte stützen. Nur in einem der zehn Jahre der Zeitreihen, 1996, weisen die Daten der UGR höhere reale direkte CO₂-Emissionen für Raumwärme gegenüber dem temperaturbereinigten Wert aus (UGR 1996).

Zyniker könnten nun argumentieren, dass die erheblichen CO₂-Emissionen für den Raumwärmebedarf durch den Klimawandel und die damit verbundene zunehmende Erwärmung von alleine stark reduziert werden. Allerdings darf nicht übersehen werden, dass die Klimaprognosen für Deutschland nicht zuletzt für die Sommermonate deutlich häufigere und länger andauernde Hitzewellen vorhersagen (UBA, 2007). Dies bedeutet, dass das Thema Gebäudekühlung je nach Ausmaß des zukünftigen Temperaturanstiegs und durch einschneidende Ereignisse wie starke Hitzewellen eine erheblich höhere Relevanz erfahren wird. In aller Regel sind die eingesetzten Geräte und Anlagen (vom Tischventilator bis zur Raumkühlanlage) mit einem nicht unerheblichen Be-

darf an elektrischer Energie verbunden. Daher muss dem Aspekt baulicher Maßnahmen, die einer übermäßigen Überhitzung der Wohngebäude entgegenwirken, zukünftig stärker Rechnung getragen werden. Synergien entstehen durch gute Isolierung von Gebäuden, die sowohl Schutz vor Wärmeverlusten im Winter als auch vor Hitzewellen im Sommer bietet. Sonnenschutzelemente wie flexible Blenden gegen übermäßige Sonneneinstrahlung (optimalerweise mit automatischen Windmessvorrichtungen zur Vorbeugung von Sturmschäden) sind hier als vergleichsweise einfache weitere Maßnahme zu nennen.

Konflikte von Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung können beispielsweise im Risiko der Zerstörung von Solarkollektoren oder PV-Anlagen durch häufiger auftretende Hagelereignisse gesehen werden. Diesbezüglich fehlen jedoch noch gesicherte Erkenntnisse, so dass eine nicht spekulative Einschätzung der Relevanz solcher möglichen Konflikte an dieser Stelle noch nicht möglich ist.

9.6 QUELLEN

dena 2006 Schulze Darup, B.: Besser als ein Neubau: „EnEV minus 30%“, Deutsche Energie-Agentur (dena) - Energieeffizienz im Gebäudebereich, Berlin, Dezember 2006.

ebök 2005 Görtz, W.: Gebäudetypologie für die Stadt Düsseldorf (Endbericht), Ingenieurbüro ebök GbR, Landeshauptstadt Düsseldorf, Der Oberbürgermeister, Umweltamt 2005.

ifeu 2006 Duscha, M. et al.: Effiziente Beratungsbausteine zur Verminderung des Stromverbrauchs in privaten Haushalten, ifeu-Institut, Zwischenbericht, gefördert durch

- das Programm BW PLUS Baden-Württemberg, Heidelberg März 2006.
- IWU 1994 Eicke-Hennig, W. et al.: Empirische Überprüfung der Möglichkeiten und Kosten. Im Gebäudebestand und bei Neubauten Energie einzusparen und die Energieeffizienz zu steigern (ABL und NBL), Endbericht, Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt 1994.
- IWU 1996 Der zukünftige Heizwärmebedarf der Haushalte, Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt 1996.
- NKP 2005 Nationales Klimaschutzprogramm 2005, Beschluss der Bundesregierung vom 13. Juli 2005, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin 2005.
- Öko-Institut 1999 Buchert, M.; Fritsche, U.; Gensch, C.-O.; Griebhammer, R.; Jenseit, W.; Rausch, L.; Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der Nachhaltigen Entwicklung - Öko-Institut, Endbericht und Anhangband (Forschungsbericht 295 92 148, UBA-FB 99-059) erschienen in der Reihe „Texte“, 47/99, im Auftrag des Umweltbundesamts.
- Öko-Institut 2000 Brohmann, B.; Cames, M.; Herold, A.; Klimaschutz durch Minderung von Treibhausgasemissionen im Bereich Haushalte und Kleinverbrauch durch klimagerechtes Verhalten - Band 1: Private Haushalte, i.A. des Umweltbundesamts, Forschungsbericht 204 01 120, Freiburg/Darmstadt/Berlin.
- Öko-Institut 2003 Buchert, M.; Rheinberger, U., Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Schleswig-Holstein - Maßnahmen und Instrumente, Prozessdokumentation, Öko-Institut i. A. des Ministeriums für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein, Kiel 2003.
- Öko-Institut 2004 Buchert, M., Fritsche, U., Jenseit, W.; Rausch, L.: Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland, Öko-Institut in Kooperation mit IÖR Dresden und TU Dresden, UBA-Texte 01/2004.
- PI 2003 7. Internationale Passivhaustagung, diverse Beiträge, Hamburg 21. - 22.02.2003.
- Richter 2007 Richter, W.: Lüftung, Kühlung und Behaglichkeit - moderne Strategien, Prof. Dr. Wolfgang Richter, TU Dresden, Institut für Thermodynamik und Technische Gebäudeausrüstung, Vortrag im Rahmen des Kongresses des Bundesministeriums für Verkehr, Bauen und Stadtentwicklung „Energieeffizienz bauen!“, München 15./16. Januar 2007.
- Schultz 2001 Buchert, M.; Götz, K.; Jenseit, W.; Stieß, I.; Schultz, I. et al., Nachhaltiges Sanieren im Bestand - integrierte Dienstleistungen für zukunftsfähige Wohnstile, Endbericht, Forschungsverbund: Institut für sozial-ökologische Forschung (Hrsg.), Öko-Institut, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung GmbH (IÖW) sowie Nassauische Heimstätte Wohnungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Frankf. a.M. November 2001.
- Steinmüller 2005 Steinmüller, B.: Passivhaustechnologie im Bestand - von der Vision in die breite Umsetzung, BSMC Sustainability Management Consulting. Proc. 9 Inter. Passivhaustagung Ludwigshafen, p. 81ff, April 2005.
- UBA 2007 Umweltbundesamt, Neue Ergebnisse zu regionalen Klimaänderungen - Das statistische Regionalisierungsmodell WETTREG, Umweltbundesamt, Dessau, Januar 2007.



UGR 2006 Buyny, S.; Flachmann, C.; Mayer, H., Schoer, K.: Die Nutzung von Umweltressourcen durch die Konsumaktivitäten der privaten Haushalte - Ergebnisse der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 1995 - 2004, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden Nov. 2006.

Wuppertal-Institut 2005 Irrek, W.; Thomas, S.; Hohmeyer, O. et al.: Altbausanierung - Beschreibung eines möglichen Förderprogramms eines Energieeffizienz-Fonds: Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH Im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung, Oktober 2005.

Wuppertal-Institut 2006 Wallbaum, H.; Kummer, N.: Entwicklung einer Hot Spot-Analyse zur Identifizierung der Ressourcenintensitäten in Produktketten und ihre exemplarische Anwendung, im Rahmen des BMBF-Projektes „Steigerung der Ressourcenproduktivität als mögliche Kernstrategie einer nachhaltigen Entwicklung“, Wuppertal-Institut, triple innova GmbH, Förderung durch BMBF, Dezember 2006.

Wuppertal-Institut 2007 Irrek, W. (Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH), persönliche Mitteilung, März 2007.

Inhaltsverzeichnis

9 KLIMASCHUTZMAßNAHMEN IM BAUEN UND WOHNEN	169
9.1 Zusammenfassung	170
9.2 CO ₂ -Emissionen des Bereichs Bauen und Wohnen	171
9.3 Maßnahmen zur Minderung der CO ₂ -Emissionen des Bereichs Bauen und Wohnen	174
9.3.1 Gebäudehülle Neubau	179
9.3.2 Gebäudehülle Bestand	181
9.3.3 Beheizungssysteme Neubau	189
9.3.4 Beheizungssysteme Bestand	191
9.3.5 Warmwasserbereitstellung	192
9.3.6 Exkurs I: Kühlung von Wohngebäuden	194
9.3.7 Exkurs II: Betrieb von Haushaltsgeräten	194
9.3.8 Exkurs III: Nutzerverhalten	195
9.4 Mögliche Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmen und Gesamtminderungs-potenziale	197
9.5 Synergien und Konflikte zu Klimaanpassung	198
9.6 Quellen	198

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: ENTWICKLUNG SPEZIFISCHER NUTZWÄRMEBEDARF DER WOHNGEBÄUDE IN DEUTSCHLAND (REFERENZ- UND NACHHALTIGKEITSSZENARIO, ÖKO-INSTITUT, 2004	176
ABBILDUNG 2: ENTWICKLUNG DES NUTZWÄRMEBEDARFS FÜR RAUMWÄRME IM REFERENZSZENARIO, ÖKO-INSTITUT, 2004.....	177
ABBILDUNG 3: ENTWICKLUNG DES NUTZWÄRMEBEDARFS FÜR RAUMWÄRME IM NACHHALTIGKEITSSZENARIO, ÖKO-INSTITUT, 2004	177

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1 CO ₂ -EMISSIONEN (IN 1000 T) DER PRIVATEN HAUSHALTE FÜR WOHNEN (GERUNDET), UGR, 2006	172
TABELLE 2 ANTEILE DER NACHFRAGESEGMENTE AM STROMVERBRAUCH PRIVATE HAUSHALTE (IFEU 2006)	173
TABELLE 3 CO ₂ -EMISSIONEN (GESAMT) DES BEREICHS BAUEN UND WOHNEN 2004	174
TABELLE 4 ÜBERBLICK SZENARIOANNAHMEN MIT RELEVANZ FÜR ENTWICKLUNG DES NUTZWÄRMEBEDARFS, ÖKO-INSTITUT, 2004	176
TABELLE 5 HAUSTYP B-MFH (BIS 1918): REDUZIERUNG DES JAHRESHEIZWÄRMEBEDARFS (EBÖK 2005)	183
TABELLE 6 HAUSTYP C-EFH (1918-48): REDUZIERUNG DES	

	JAHRESHEIZWÄRMEBEDARFS (EBÖK, 2005)	183
TABELLE 7	HAUSTYP D-EFH (1949-57): REDUZIERUNG DES JAHRESHEIZWÄRMEBEDARFS (EBÖK, 2005)	184
TABELLE 8	HAUSTYP D-MFH (1949-57): REDUZIERUNG DES JAHRESHEIZWÄRMEBEDARFS (EBÖK 2005)	184
TABELLE 9	HAUSTYP E-MFH (1958-68): REDUZIERUNG DES JAHRESHEIZWÄRMEBEDARFS (EBÖK, 2005)	185
TABELLE 10	HAUSTYP B-MFH (BIS 1918): WIRTSCHAFTLICHKEIT VON SANIERUNGSMABNAHMEN (EBÖK, 2005)	185
TABELLE 11	HAUSTYP C-EFH (1918-48): WIRTSCHAFTLICHKEIT VON SANIERUNGSMABNAHMEN (EBÖK 2005)	186
TABELLE 12	HAUSTYP D-EFH (1949-57): WIRTSCHAFTLICHKEIT VON SANIERUNGSMABNAHMEN (EBÖK, 2005)	186
TABELLE 13	HAUSTYP D-MFH (1949-57): WIRTSCHAFTLICHKEIT VON SANIERUNGSMABNAHMEN (EBÖK 2005)	187
TABELLE 14	HAUSTYP E-MFH (1958-68): WIRTSCHAFTLICHKEIT VON SANIERUNGSMABNAHMEN (EBÖK, 2005)	187



10 KLIMASCHUTZMAßNAHMEN IN MOBILITÄT UND VERKEHR

Wiebke Zimmer

10.1 ZUSAMMENFASSUNG

Damit der Verkehrsbereich einen signifikanten Beitrag zum Klimaschutz leisten kann, müssen zusätzlich zu einer deutlichen Effizienzsteigerung bei den Fahrzeugen und der konsequenten Einführung regenerativer Energieträger die Verkehrsleistungen massiv gedämpft werden. Ohne eine gleichzeitige Verkehrsverlagerung und -vermeidung sind die für eine nachhaltige Entwicklung notwendigen Reduktionen im Sektor Verkehr nicht zu erreichen. Die privaten Haushalte können hier einen deutlichen Beitrag leisten, da deren Anteil an den verkehrsbedingten CO₂-Emissionen fast 60 % ausmacht. Es stehen verschiedenen Maßnahmen zur Verfügung, die unter den Oberbegriffen Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung und Energieeffizienz zusammengefasst werden können. Verkehrsvermeidung wird vor allem durch Maßnahmen unterstützt, die mit veränderten Siedlungsstrukturen einhergehen, welche auch in gewissem Maße eine Voraussetzung für eine stärkere Verlagerung auf den Fuß- und Radverkehr darstellen. Die Gestaltung von verkehrsvermeidenden Raumstrukturen ist damit eine Notwendigkeit für eine nachhaltigere Mobilität, auch wenn diese, wie auch die Strategie der Verkehrsvermeidung durch eine Änderung von Raumstrukturen, im Rahmen dieses Gutachtens nicht detailliert betrachtet werden können. Genauer betrachtet wird die Bildung von Fahrgemeinschaften, die entsprechend der eingesparten Pkw-Fahrten zu einer Vermeidung führt. Zur Verkehrsverlagerung zählen die Stärkung des ÖPNV, des Fuß- und Fahrradverkehrs und eine Verlagerung bei längeren Fahrtstre-

cken vom Pkw und dem Flugzeug hin zur Bahn. Wird im Rahmen eines Verkehrsträgerwechsels auf Rad, ÖPNV oder Bahn der Pkw gänzlich abgeschafft, so sind die umweltfreundlicheren Alternativen meist auch die kostengünstigeren.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt, wie private Haushalte durch eine Änderung ihres Nachfrageverhaltens zum Klimaschutz beitragen können, ist die Steigerung der Energieeffizienz von Fahrzeugen. Relevant sind hier vor allem der Kauf von besonders effizienten Pkw, die Ausstattung der Fahrzeuge mit Leichtlaufölen und -reifen und das verbrauchsoptimierte Fahrverhalten. Hierbei fällt die Kostenbilanz in der Regel positiv für den privaten Haushalt aus, da durch diese Maßnahmen direkt Kraftstoff und damit auch Kosten eingespart werden.

Wichtig anzumerken ist, dass es sich bei den meisten dieser Maßnahmen um Verhaltensänderungen handelt. Diese sind generell nur schwer mit einem verlässlich quantifizierbaren Umsetzungspotenzial zu versehen. Hinzu kommt, dass gerade im Bereich Mobilität ökonomische Aspekte bei einer Verhaltensänderung nicht zwingend im Vordergrund steht. Am Beispiel verbrauchsarmer Pkw wird dies besonders deutlich: Ohne zusätzliche Investitionskosten ist es möglich, besonders verbrauchsarme Pkw zu kaufen. Dennoch wird meist ein Pkw-Modell gewählt, das mehr „Fahrspaß“ verspricht oder aber einfach vorzeigbarer ist. Bei der Wahrnehmungsweise und Kaufentscheidung des Automobils spielen soziokulturelle Leitbilder und Statussymbole weiterhin eine große Rolle. Das heißt, dass durch Kostenanalysen allein nicht auf besonders „einfach bzw. erfolgversprechend“ umzu-

setzende Maßnahmen geschlossen werden kann.

In diesem Gutachten wird ein Portfolio klimaschützender Verhaltensweisen im Handlungsfeld Mobilität und Verkehr für die privaten Haushalte aufgezeigt, durch die eine möglichst große CO₂-Minderung erreicht werden kann. Die CO₂-Minderungspotenziale können allerdings nur vage geschätzt werden, da sie maßgeblich von Verhaltensänderungen abhängig sind. Auch ist nach Meinung der TeilnehmerInnen des ErKlim-Expertenworkshops I (siehe Kap. 1) die Diskussion einzelner Maßnahmen und Potenziale für sich gesehen nicht zielführend. Bei Projekten im Mobilitätsbereich müssen daher immer auch die Rahmenbedingungen (z.B. Stadtgestaltung, Kostenstrukturen, politischen Maßnahmen) in die Betrachtung mit einbezogen werden. Potenziale zur Minderung von Treibhausgasemissionen im Verhaltensbereich sind damit schwer zu quantifizieren, aber grundsätzlich wird im Rahmen dieses Kurzgutachtens deutlich, dass es sich um eine nicht zu vernachlässigende Größe handelt. Strategien zur Förderung der diskutierten Verhaltensweisen sind nicht Gegenstand des Gutachtens; aber wichtig ist in jedem Falle der Komplexität von Mobilitätsverhalten gerecht zu werden und die Veränderung der Rahmenbedingungen und die Entwicklung von Kommunikationsstrategien im Sinne des Klimaschutzes ergebnisorientiert zu verbinden.

10.2 FAHRLEISTUNGEN UND CO₂-EMISSIONEN IM BEREICH VERKEHR

Der Verkehrsbereich in Deutschland hatte im Jahr 2000 einen Anteil von 30 % am Endenergieverbrauch und trug mit etwa 22 % zu den energiebedingten CO₂-Emissionen bei [Enquete 2002]. Entgegen dem Trend in anderen Sektoren sind die vom Verkehr ausgehenden Kohlendioxid (CO₂)-Emissionen zwischen 1990 und 2000 um über 13 % gestiegen. Die Ursache dafür lag in erster Linie in der gestiegenen Verkehrsleistung. Auch für das nächste Jahrzehnt wird prognostiziert, dass die CO₂-Emissionen nicht abnehmen werden [UBA 2003]. Dies verdeutlicht, welche Bedeutung den Bemühungen um eine nachhaltigere Mobilität zukommt.

Der Anteil des Personenverkehrs - und damit des Verkehrs, der direkt von den privaten Haushalten beeinflussbar ist - an den CO₂-Emissionen des Verkehrssektors liegt im Jahr 2005 bei knapp 60 % [TREMODO6]. In der Abbildung 1 ist die Entwicklung der Verkehrsleistungen des Personenverkehrs inklusive einer Prognose bis zum Jahr 2030 nach TREMOD dargestellt. Dieses Modell ist im Auftrag des Umweltbundesamtes vom Institut für Energie und Umwelt entwickelt worden und enthält ein Basisszenario bis 2030 für den Verkehrssektor [IFEU 2005]. Es wird einerseits als Basis für die nationale Berichterstattung für den Verkehrssektor verwendet, andererseits werden häufig und von sehr unterschiedlichen Akteuren (sowohl von Seiten der Industrie als auch von Seiten der NGOs) die dort prognostizierte Entwicklung der Fahrleistungen und der CO₂-Emissionen des Verkehrs zitiert.

Deutlich wird, dass der Pkw-Verkehr mit Abstand den größten Anteil an den Personenverkehrsleistungen hat und weiter steigend prognostiziert wird. Der Flugverkehr fällt vor allem dadurch auf, dass hier die größten Steigerungsraten vorausge-

sagt werden. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass in TREMOD die Personenverkehrsleistung aller Flüge berücksichtigt wird, die in Deutschland ihren Ausgangspunkt haben.

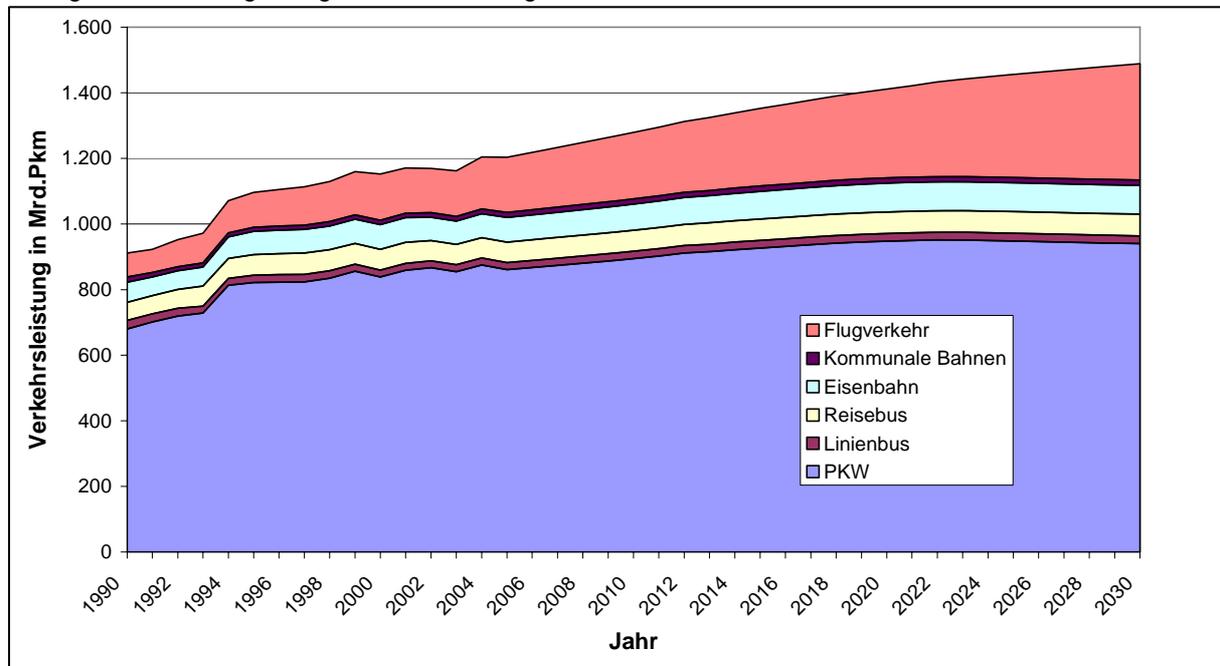


Abbildung 1: Verkehrsleistung im Personenverkehr in Deutschland - Entwicklung und Prognose [TREMOD 06, eigene Darstellung]

Der hier abgebildete Personenverkehr enthält auch die Wirtschaftsverkehre, das heißt all die Verkehre, die bei der Berufsausübung anfallen. Nach [PV2050 2006] entfallen auf die Personenwirtschaftsverkehre etwa 40 Mrd. Personenkilometer (Pkm) im motorisierten Individualverkehr (MiV). Damit liegen die Fahrleistungen der privaten Haushalte im MiV etwa 40 Mrd. Pkm unter denen von TREMOD ausgewiesenen Personenbeförderungsleistungen. Das entspricht etwa 5 % der gesamten Verkehrsleistungen des Personenverkehrs.

In der folgenden Abbildung 2 sind die CO₂-Emissionen der Personenverkehre in Deutschland dargestellt. In TREMOD werden die CO₂-Emissionen entsprechend der

Berichtspflichten der Bundesregierung berechnet. Das heißt, sie werden über den in Deutschland abgesetzten Kraftstoff bilanziert. Zusätzlich werden hier die Emissionen der Vorketten mit berücksichtigt, also alle Emissionen, die durch Förderung, Produktion und den Transport der Kraftstoffe bzw. Energieträger erzeugt werden. Wichtig ist diese Betrachtung um die Bahn adäquat zu berücksichtigen. Ein großer Anteil der Bahn läuft über die Elektrotraktion und hat damit für diesen Anteil keine direkten CO₂-Emissionen, die indirekten werden über die Stromerzeugung - also die Miteinbeziehung der Vorkette - so mit berücksichtigt. Die prognostizierten Gesamt-CO₂-Emissionen des Straßenpersonenverkehrs nehmen bis 2030 ab, was vor allem daran liegt, dass

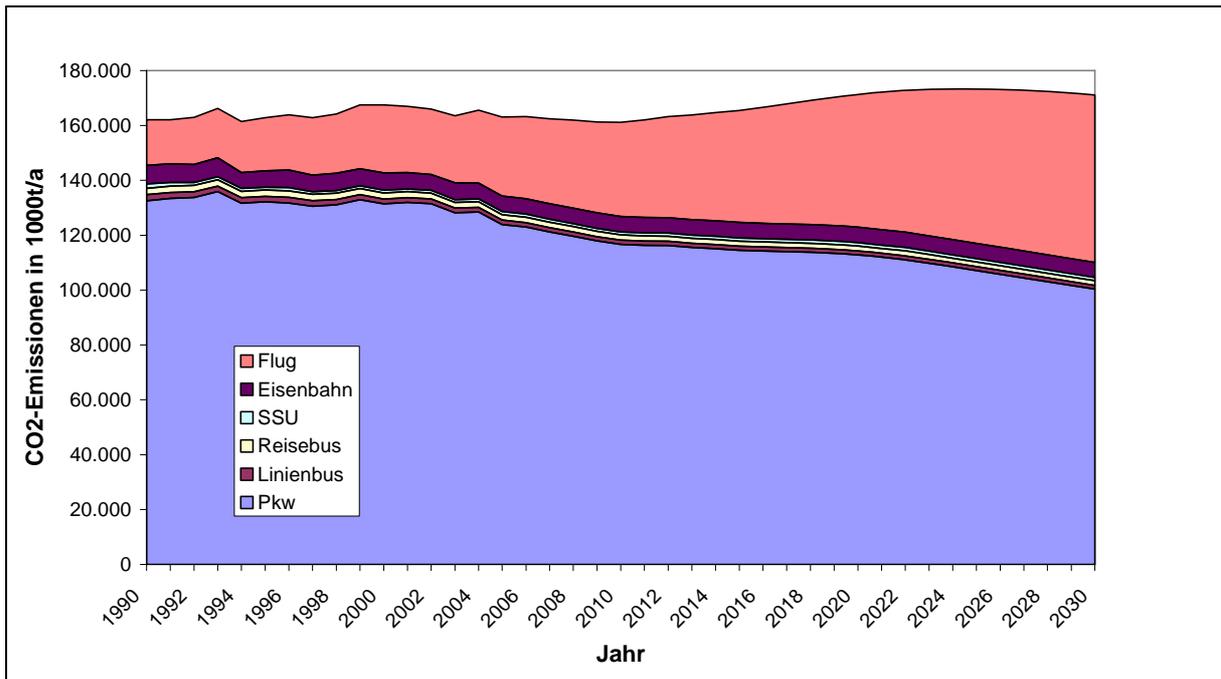


Abbildung 2: CO₂-Emissionen des Personenverkehrs in Deutschland - Entwicklung und Prognose

eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz von Pkw unterstellt wird. Entsprechend den zunehmenden Verkehrsleistungen im Flugverkehr steigen die CO₂-Emissionen dieser Fahrzeugkategorie bis 2030 deutlich an, so dass insgesamt die CO₂-Emissionen der Personenverkehre bis 2030 gegenüber 1990 sogar leicht zunehmen.

Diese Entwicklung macht deutlich, dass einschneidende Maßnahmen im Verkehrssektor zur Emissionsminderung notwendig sind, um Beiträge insbesondere zu den mittel- und langfristigeren Erfordernissen des globalen Klimaschutzes zu liefern. Hier muss in verschiedene Richtungen agiert werden. Zum einen muss über Verkehrsvermeidung und Verlagerung und eine deutliche Effizienzverbesserung der Fahrzeuge der Gesamtenergiebedarf des Verkehrssektors gesenkt werden. Zum anderen sollte über den Einsatz alternativer Kraftstoffe und Antriebe der Anteil fossiler Kraftstoffe gesenkt werden. Aus öko-

logischer Sicht besteht Konsens darin, dass zur Erfüllung der Klimaschutzziele, zur Schonung der knapper werdenden Ressourcen sowie zur Sicherung einer nachhaltigen Mobilität diese verschiedenen Handlungsstränge gleichzeitig intensiv verfolgt werden müssen.

Private Haushalte haben mehrere Möglichkeiten zu einer Minderung der Treibhausgasemissionen im Verkehrsbereich beizutragen. Übergreifend können die möglichen Maßnahmen in folgende Bereiche unterteilt werden:

1. Verkehrsmittelwahl
2. Verkehrsvermeidung
3. Minderung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs

Über die Wahl des Verkehrsmittels können Privatpersonen einen deutlichen Beitrag zum Klimaschutz im Mobilitätsbereich leisten. So verursacht der ÖPNV pro Personenkilometer deutlich weniger CO₂-Emissionen als ein Pkw. Ein weiterer



Schritt ist die verstärkte Nutzung des Fahrrades oder das zu Fuß Gehen. Die Entlastungswirkung durch die Verlagerung von Pkw-Fahrten auf den Fuß- und Radverkehr ist besonders groß, da der nicht motorisierte Verkehr (NMV) keine CO₂-Emissionen verursacht. Auch eine Verlagerung des Straßen- und Flugverkehrs auf die Schiene liegt im Einflussbereich der privaten Haushalte. Durch die verstärkte Nutzung der Bahn kann ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden.

In der Verkehrsstatistik der alten Bundesländer zeigt sich, dass die durchschnittlich zurückgelegte Entfernung pro Weg je nach Verkehrszweck zwischen 1976 und 1994 um 10 bis 20 % zugenommen hat [UBA 2003]. Privatpersonen können auch hier in gewissem Maße Einfluss nehmen: nämlich indem sie Fahrten vermeiden. Zum Beispiel können Privatpersonen durch die Wahl des Wohnortes nahe am Arbeitsplatz zur Verkehrsvermeidung beitragen. Durch die entsprechende Nachfrage können Siedlungsstrukturen mit kürzeren Arbeitswegen und entsprechend vermindertem Treibstoffverbrauch unterstützt werden. Oft werden auch die Freizeit- und Einkaufswege als die Wege diskutiert, bei denen alternative, nähere, gleichwertige Ziele verfügbar sind und eine Verkürzung von Distanzen potenziell möglich sein könnte.

Aber auch bei weiterer Nutzung des Kraftfahrzeuges stehen den Privathaushalten Möglichkeiten zur Verfügung, die Treibhausgasemissionen ihrer Mobilität zu reduzieren. Die einfachste Maßnahme für Privatpersonen den Kraftstoffverbrauch ihres Fahrzeuges zu mindern, ist der Einsatz von Leichtlaufreifen und Leichtlauf-

ölen. Auch die Reduktionspotenziale durch kraftstoffsparendes Fahren sind beträchtlich. Weiteren Einfluss auf den Verbrauch ihres Fahrzeuges können Privathaushalte beim Neukauf nehmen, da die spezifischen CO₂-Emissionen von Pkw erheblich variieren. Wird hier den Nutzungsanforderungen an das gewünschte Fahrzeug entsprechend ein besonders effizientes gewählt, so trägt diese Kaufentscheidung zum Klimaschutz bei.

Einen weiteren nennenswerten Lösungsbeitrag zum Klimaschutz erhofft man sich zusätzlich von der Einführung langfristiger verfügbarer, regenerativ erzeugter und wirtschaftlicher Kraftstoffe sowie der Entwicklung der dazugehörigen Antriebs- und Fahrzeugsysteme. Hierauf wird in einem Exkurs (Kapitel 10.3.9) genauer eingegangen.

Als Grundlage zur Diskussion über Interventionen im privaten Mobilitätsbereich werden daher im folgenden Maßnahmen, das heißt Verhaltensweisen von Privatpersonen, aufgezeigt, die einen Beitrag zum Klimaschutz leisten können. In diesem Rahmen wird die Klimawirkung kurz erläutert, auf die Kosten eingegangen und Hemmnisse identifiziert, die einem klimaverträglicheren Mobilitätsverhalten entgegenstehen.

10.3 MAßNAHMEN FÜR PRIVATE HAUSHALTE ZUR MINDERUNG DER CO₂-EMISSIONEN IM BEREICH VERKEHR

10.3.1 ÖPNV

Über die Wahl des Verkehrsmittels können Privatpersonen einen deutlichen Beitrag zum Klimaschutz im Mobilitätsbereich leisten. So verursachen Linienbusse bzw. Straßen-, Stadt- und U-Bahn (SSU) pro Personenkilometer innerhalb von Ortschaften bei der aktuellen mittleren Auslastung der Verkehrsträger im Durchschnitt 50 bzw. 60 % weniger CO₂-Emissionen als ein Pkw. Wird der ÖPNV stärker genutzt und dadurch der Auslastungsgrad von Bussen und Bahnen gesteigert, so könnten die pro Person emittierten CO₂-Emissionen pro Kilometer noch weiter gesenkt werden [TREM0D 06]. Durch eine Verlagerung von Pkw-Fahrten auf den ÖPNV könnten also deutliche CO₂-Emissionsminderungen erzielt werden.

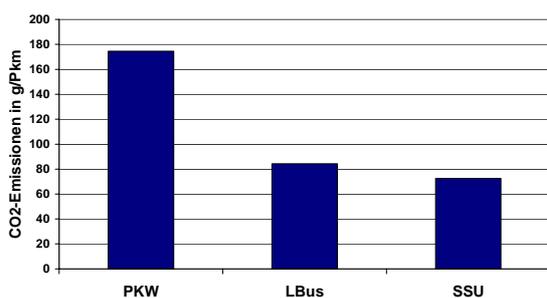


Abbildung 3: CO₂-Emissionen pro Person und Kilometer im Innerortsverkehr [TREM0D 06]

Den Anteil, den die einzelnen Verkehrsträger an den innerorts erzeugten motorisierten Verkehrsleistungen haben, zeigt die Abbildung 4. 89 % werden von Pkw-

Fahrten erzeugt. Entsprechend werden nur 11 % durch den ÖPNV abgedeckt.

In [MiD 2002] werden als Verlagerungspotenzial 5 Mio. Pkw-Wege pro Tag überschlagen. Dies entspricht einem Anteil von 25 % des gegenwärtigen ÖPNV-Aufkommens. Würde die Verkehrsleistung im innerörtlichen ÖPNV im Jahr 2007 um die genannten 25 % - also ca. 7 Mrd. Pkm - erhöht, so nähme die Verkehrsleistung der Pkw um knapp 3 % ab. Dies entspräche dann einer Minderung der CO₂-Emissionen durch Verkehrsverlagerung um 640.000 t/a. Mit in Betracht gezogen werden muss in diesem Zusammenhang aber, dass eine 3 %-ige Verlagerung der Pkw-Verkehrsleistung bereits einen gleichzeitigen Anstieg der Verkehrsleistung bei Bahn und SSU in einer Größenordnung zur Folge hätte, der ein bereits deutlich ausgebautes ÖPNV-Netz erfordern würde.

Die Berechnung von CO₂-Minderungspotenzialen durch eine veränderte Verkehrsmittelwahl ist jedoch eher als problematisch zu betrachten, da Verlagerungsoptionen von Pkw auf den ÖPNV in Peripherie und Stadt sehr unterschiedlich sind. Eine Abschätzung der Verhal-

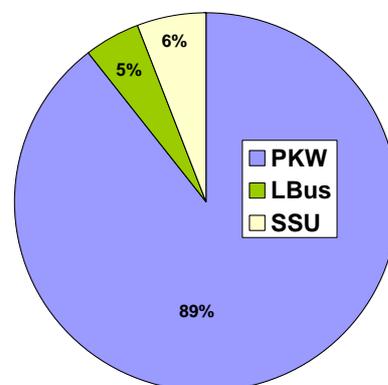


Abbildung 4: Anteile der Verkehrsträger an der innerorts erzeugten Verkehrsleistung [TREM0D 06]

tensänderung hin zu mehr ÖPNV-Nutzung und damit eine Quantifizierung der dadurch eingesparten CO₂-Emissionen bedarf grundsätzlich einer detaillierten Analyse differenziert nach Raumordnungstypen und Lebensstilen, wie sie derzeit nicht vorliegt.

Kosten

Die Kosten für die privaten Haushalte bei einer verstärkten Nutzung des ÖPNV sind nur schwer abzuschätzen. Zwei Möglichkeiten müssen berücksichtigt werden. Zum einen der Fall, dass der Pkw zu Gunsten des ÖPNV abgeschafft wird. Hierbei entfallen die Kosten für den Pkw, im Gegenzuge müssen die Kosten für den ÖPNV berücksichtigt werden. Wenn nur wenige Fahrten durch den ÖPNV ersetzt werden und der Pkw nicht abgeschafft wird, so bleiben die Investitions- und Unterhaltskosten für den Pkw bestehen und es wird nur der Kraftstoffverbrauch für die jeweilige Fahrt eingespart. Hinzu kommen die Kosten der ÖPNV-Fahrt. Um die Kosten einer Pkw-Fahrt vollständig abzubilden, müssen neben den Kraftstoffkosten der kalkulatorischer Zins, die Versicherungen, Kfz-Steuern und allgemeine Kosten wie Überführung, Kennzeichen, Waschen & Pflegen, Abgasuntersuchung, Werkstattstundensatz mit berücksichtigt werden. Umfassende Kostenberechnungen sind von [EcoTopTen 2007] und [ADAC 2007] veröffentlicht worden. Die Bilanzierungen beziehen sich auf eine Jahresfahrleistung von 12.000 km pro Jahr und eine Haltedauer von 4 Jahren. Je nachdem, zu welchem Segment der Pkw gehört, liegen die jährlichen Kosten unter diesen Bedingungen zwischen 3.981 € und 8.463 € pro Jahr.

Tabelle 1: Gesamtkosten für Pkw nach [EcoTopTen 2007]

	Günstigster Pkw pro Segment [€/a]	Referenz-Pkw je Segment [€/a]
Kleinwagen	3.981	5.489
Kompaktklasse	5.932	6.243
Familienautos	5.476	6.159
Mini-Vans	6.499	8.463

Im Vergleich dazu kostet am Beispiel verschiedener großer ÖPNV-Verbünde die Monatskarte pro Person durchschnittlich etwa 47 €, so dass im Jahr etwa 560 € für die ÖPNV-Nutzung gezahlt werden muss (Tabelle 1). Wird durch die Verlagerung der PKW eingespart und stattdessen ein Monatsticket für den ÖPNV gekauft, spart eine Einzelperson zwischen 3.177 € und 8061 € pro Jahr, je nach zugrunde gelegtem Pkw-Segment (siehe Tabelle 1) und Verkehrsverbund (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Kosten für den ÖPNV am Beispiel großer Verkehrsverbünde

	Preis pro Monat [€/m]	Preis pro Jahr [€/a]
Rhein-Main	33,50	402,00
München	38,50	462,00
Hamburg	41,00	492,00
Hannover	46,50	558,00
Stuttgart	48,90	586,80
Köln/Bonn	51,40	616,80
Berlin	67,00	804,00
Durchschnitt	46,70	560,20

Wird nur der Kraftstoffverbrauch eingespart und die Kosten für den Pkw bleiben bestehen, so kann über die Differenzkosten keine grundsätzliche Aussage getro-



fen werden. Ein Online-Kostenvergleich für den Hamburger Verkehrsverbund zeigt, dass gerade bei Fahrten vom Vorort in die Innenstadt der ÖPNV kostengünstiger ist. Grundsätzlich variiert der Kostenvorteil aber stark in Abhängigkeit von der Entfernung (je länger die zurückgelegte Strecke desto eher ist der ÖPNV günstiger) und den ÖPNV-Kosten. Dieses Bild ändert sich entsprechend, wenn statt einer Person mehrere transportiert werden, somit die Pkw-Auslastung günstiger ist, aber höhere Kosten für den ÖPNV anfallen.

Fazit

Der ÖPNV kann, wenn er gut ausgebaut ist, eine vom Pkw unabhängige Mobilität für alle Bevölkerungsgruppen gewährleisten. Trotzdem konnte dieser in den letzten beiden Jahrzehnten keine bedeutenden Marktanteile hinzugewinnen. Das absolute Verkehrsaufkommen nahm zwar nicht ab, prozentual haben Bus und Bahn jedoch Anteile verloren. Neben der Qualität des ÖPNV spielen hier sicherlich Komfort-, Image- und Sicherheitsprobleme eine Rolle. Zum Schutz des Klimas muss diesem Trend entgegengewirkt werden. Weitere Hinderungsgründe für die ÖPNV-Nutzung sind sicherlich auch das Bedürfnis nach Selbstbestimmung und eigenständige und unabhängige Planung des persönlichen Mobilitätsverhaltens. Der Pkw ermöglicht durch die Isolierung in der Fahrerkabine zusätzlich eine Abgrenzung gegenüber anderen Personen, die im ÖPNV nicht besteht. Damit wird in gewisser Weise eine Art von Privatsphäre während der Verkehrsteilnahme gewährleistet [SRU 2005]. Voraussetzung für eine Steigerung der Attraktivität des ÖPNV und

damit für eine höhere Nachfrage sind ein gut ausgebautes Streckennetz, moderne und effiziente Fahrzeuge, Tariftransparenz sowie ein kundenorientiertes Angebot der Verkehrsdienstleistung, was unter anderem kurze Entfernungen zur nächsten Haltestelle und eine hohe Taktfrequenz umfasst. Von politischer Seite kann dies - unabhängig von entsprechend ausgerichteter ÖPNV-Förderung seitens Bund, Ländern und Gemeinden - durch Restriktionen für den MiV, wie beispielsweise City-Maut, Parkraummanagement und Verknappung der Parkraumflächen, gefördert werden.

Dass eine mit dem Schwerpunkt Multimodalität ausgerichtete Mobilitätsstrategie seitens der Städte erfolgreich sein kann, zeigt das Beispiel Zürich. Zusätzlich zu einer deutlichen Verbesserung der Kundenfreundlichkeit des ÖPNV und einer intensiven Bewerbung desselben, wird dort die Dominanz des Pkw im Straßenbild durch Umgestaltung in Richtung einer optimierten Fahrrad-, Fußgänger und ÖPNV-Infrastruktur in einem Miteinander (Koexistenz) geschaffen. So konnte der Anteil der Pkw-Fahrten am innerstädtischen Verkehr in Zürich auf nur 35 % reduziert werden [Fellmann 2006]. Nach [Schley 2001] lag der Anteil des ÖPNV in Zürich 1992 durch dessen intensive Förderung bei 37 %.

10.3.2 FAHRRAD UND FUßWEGE

Eine weitere sehr wichtige Maßnahme ist die verstärkte Nutzung des Fahrrades und der Gang zu Fuß. Das Potenzial des Fahrrades wird häufig unterschätzt, da es in erster Linie ein Verkehrsmittel für kurze Wege ist. Allerdings wird auch der Pkw



bei fast 45 % aller Fahrten nur für Strecken bis zu 5 km Länge eingesetzt [MiD 2002]. Bei solchen Entfernungen weist die Nutzung eines Pkws gegenüber dem Fahrrad in der Regel noch keine Zeitvorteile auf. Hinzu kommt, dass gerade im Kurzstreckenbetrieb die Emissionen von Kraftfahrzeugen besonders hoch sind, da wegen des kalten Motors der Kraftstoffverbrauch überproportional hoch ist. Aus diesem Grund ist die Entlastungswirkung durch die Verlagerung von Pkw-Fahrten auf den Radverkehr besonders groß.

Ein Ansatz, die möglichen Minderungspotenziale durch eine Verlagerung des MiV auf den Fuß- und Fahrradverkehr abzuschätzen, wäre der Ansatz über die Anzahl der Wege, die kürzer als 5 km sind. Pro Tag werden nach [MiD 2002] 272 Mio. Wege zurückgelegt. Über das Jahr gesehen summieren sich diese auf 99,28 Mrd. Wege. Das heißt, dass etwa 45 Mrd. Wege pro Jahr kürzer als 5 km sind. Die durchschnittliche Wegelänge unter 5 km liegt bei 3 km. Wenn man von einer Minderung der Fahrten unter 5 km von 10 % ausgeht (nicht jeder Wegezweck erlaubt Nutzung des Fahrrades), dann können rund 13 Mrd. Pkm zusätzlich auf das Fahrrad verlagert werden. Das entspräche einer Minderung der CO₂-Emissionen um 2,1 Mio. t. Entsprechend betrüge die Minderung bei der Verlagerung von 30 % aller innerörtlichen Strecken, die kürzer als 5 km sind, 6,3 Mio. t CO₂. Insgesamt muss allerdings die Ableitung des Reduktionspotenzials auch hier als sehr grob eingeschätzt werden, da relativ große Unsicherheiten bei den Umsetzungsgraden bestehen, die von schwer zu quantifizierenden Verhaltensänderungen beeinflusst werden. Die Verlagerung vom MiV auf den nicht motori-

sierten Verkehr ist zusätzlich zu der zur Verfügung stehenden Fahrradinfrastruktur stark von subjektiven Empfindungen, dem potenziellen Transportbedarf, der Topographie und den Wetterverhältnissen abhängig [MiD 2002].

Kosten

In diesem Fall entfallen Kostenbetrachtungen, da davon auszugehen ist, dass der Pkw nicht zu Gunsten des Fahrrades abgeschafft wird, um die Möglichkeit zum Transport und die Flexibilität auch bezüglich der verschiedenen Wetterverhältnisse aufrecht erhalten zu können. Die zusätzlichen Kosten, die durch den Kauf eines Fahrrades entstehen, sind grundsätzlich als gering einzuschätzen.

Fazit

Um die Potenziale des Rad- und Fußverkehrs im Alltagsverkehr zu nutzen, müssen diese Alternativen auch im Vergleich zum Pkw als bequem und sicher wahrgenommen werden. Die Mindestvoraussetzung hierfür sind Investitionen in eine ausgeprägte Infrastruktur, die nicht nur Fahrrad- und Fußwege einschließt, sondern zum Beispiel auch für ein sicheres Aufbewahren der Fahrräder und ein bequemes Umsteigen in den ÖPNV sorgt. Ergänzt werden die Infrastrukturanforderungen durch diverse Dienstleistungen rund um das Fahrrad, die von einer schnellen Reparatur der Fahrräder bis zur Fahrradwaschanlage reichen. Dieser Bereich entfällt bei Fußgängern weitestgehend. Ausgehend von der Infrastruktur und weiteren Dienstleistungen muss die Kommunikation mit den privaten Haushalten erfolgen, um auf längere Sicht Ver-



haltensänderungen herbeizuführen. Die Öffentlichkeitsarbeit nimmt hier eine strategische Rolle ein, da vor allem das Image des Fahrrad- und Fußverkehrs aufgewertet werden muss [NatRad 2002].

Ein gutes Beispiel für eine fahrradfreundliche Stadt und die Möglichkeit, dadurch den Anteil der Verkehrsleistung des nichtmotorisierten Verkehrs erfolgreich zu steigern, ist Münster mit einem Anteil der mit dem Fahrrad zurückgelegten Wege von 32 % [Schley 2001]. Ausschlaggebend sind hier ein gut ausgebautes Radwegenetz von 254 km Länge, eine hohe Anzahl von Fahrradstellplätzen, ein Park&Ride-System, Sonderregelungen für Fahrradfahrer (wie die sogenannte Fahrradschleuse), eine für Pkw gesperrte Innenstadt und die knappe Anzahl von Pkw-Parkplätzen. Nach Umfragen haben in Münster nur 7 % der Bevölkerung kein Fahrrad.

10.3.3 CAR-SHARING

In der Literatur werden vielfältige verkehrliche und ökologische Auswirkungen der Mobilitätsdienstleistung Car-Sharing diskutiert [Behrend 2000; Koss 2002; Harms 2003]. In den letzten Jahren sind neben der in der Vergangenheit überwiegend positiven Bewertung einige Bedenken hinsichtlich der ökologischen Entlastungswirkung durch Carsharing gerade bei der Erschließung neuer Kundengruppen vorgetragen worden [z. B. Wilke 2002].

Nach [Öko 2004] gab es 2004 in Deutschland 37.900 aktive Car-Sharing-Kunden. Im Rahmen dieser Studie wurde auf Basis von MiD-Daten eine Auswertung vorgenommen, die ein Car-Sharing-Kunden-Potenzial von 2,3 Mio. Personen ergeben

hat. Eine ökologische Auswertung am Beispiel der DB-Car-Sharing-Fahrzeuge hat ergeben, dass diese Fahrzeuge im Durchschnitt geringere Treibhausgasemissionen aufweisen als ein durchschnittlicher Pkw im Bestand. Der Verkehrsaufwand der aktiven Car-Sharing-Gruppe liegt entsprechend der Auswertung bei ca. 320 Pkm pro Person und Woche und in der gleichen Größenordnung wie der der Referenzgruppe. Dagegen liegt der Verkehrsaufwand des Car-Sharing-Kunden-Potenzials bei 275 Pkm pro Person und Woche. Durch einen hohen ÖPNV-Anteil liegen die Treibhausgasemissionen der aktiven Car-Sharing-Gruppe um 33 % niedriger als die der Referenz-Gruppe. Da aber potenzielle Car-Sharer bereits stark den ÖPNV nutzen, liegen deren THG-Emissionen nur etwa 10 % über denen der aktiven Car-Sharing-Gruppe. In Treibhausgasemissionen ausgedrückt, emittieren Car-Sharer 29 kg CO₂ pro Woche und potenzielle Car-Sharer 32 kg. Über das Jahr gesehen werden pro Person 1.508 kg von Car-Sharern und 1.664 kg von potenziellen Car-Sharing-Kunden emittiert. Die mögliche Minderung liegt bei etwa 10 %, so dass pro neu gewonnenen Car-Sharer durchschnittlich 166 kg CO₂ pro Jahr eingespart werden.

Kosten

Die Kosten des Car-Sharings sind durch die ausdifferenzierte Preisstruktur der Car-Sharing-Organisationen sehr unterschiedlich. Hinzu kommen die unterschiedlichen ÖPNV-Tarife in den Städten, die zum Teil bei der Teilnahme an Car-Sharing günstiger oder sogar mit im Car-Sharing-Preis eingeschlossen sind. Grundsätzlich hängt der "Break even point" von

zahlreichen Rahmenbedingungen ab. Je nach den Voraussetzungen, Fahrtwünschen und sonstigen Rahmenbedingungen können nach [BCS 2007] mit Car-Sharing einige 100 bis zu 2.500 € im Jahr gegenüber einem eigenen Pkw gespart werden.

Eine Beispielrechnung im Rahmen von EcoTopTen kommt zu dem folgenden Ergebnis:

Tabelle 3: Jahreskosten Car-Sharing-Nutzung [EcoTopTen 2007]

Fixkosten Car-Sharing:	151,50 €
Nutzungskosten Car-Sharing:	1.810,00 €
Kosten ÖPNV-Nutzung und Bahnfahrten:	1.699,20 €
Gesamtkosten Car-Sharing plus ÖV:	3.660,70 €

Tabelle 4: Jahreskosten Private Autonutzung [EcoTopTen 2007]

Wertverlust des Fahrzeugs:	2.583,00 €
jährliche Fixkosten (Steuer, Versicherung, TÜV-Untersuchung):	1.721,00 €
Betriebskosten (Kraftstoff, Öl, Wagenpflege):	854,00 €
Werkstattkosten plus Reifen:	535,00 €
Gesamtkosten private Autonutzung:	5.693,00 €

Fazit

Die Car-Sharing-Forschung zeigt, dass häufig Kunden bei Veränderungen der Lebensumstände (z.B. Umzug, neuer Job) gewonnen werden können, ebenso aber auch verloren gehen. Grundsätzliche Hemmnisse, sich am Car-Sharing zu beteiligen, liegen vor allem darin, dass viele Pkw-Besitzer nicht auf die Flexibilität, die ein eigener Pkw mit sich bringt, verzichten wollen. Auch ist der Besitz eines Pkw eng mit dem Bedürfnis nach sozialer

Geltung verknüpft; der Pkw signalisiert soziale Zugehörigkeit und ist nicht nur Transportmittel, sondern ein repräsentatives Symbol [SRU 2005]. Ob der Car-Sharing-Weg zu einer Minderung der Emissionen führt oder nicht, ist aufgrund der geringen Bedeutung des Car-Sharings am gesamten täglichen Verkehrsaufwand von eher untergeordneter Bedeutung. Ausschlaggebend ist, wie sich die Car-Sharing-Kunden real bei Ihrer täglichen Mobilität verhalten. Auf Basis des derzeitigen Untersuchungsstandes des Verkehrsverhaltens kann zumindest die Vermutung als höchst wahrscheinlich angesehen werden, dass Car-Sharing einen wesentlichen Beitrag zur Stabilisierung des Verkehrsverhaltens auf niedrigerem MiV-Niveau beiträgt. Dass der Beitritt zu Car-Sharing allerdings zu einer starken Emissionsentlastung führt, kann eher ausgeschlossen werden [Öko 2004].

10.3.4 FAHRGEMEINSCHAFTEN

Der durchschnittliche Auslastungsgrad bei Pkw-Fahrten in Deutschland lag 2002 bei 1,37 Personen pro Pkw [MiD 2002]. Über eine höhere Auslastung der Pkw und die dadurch wegfallenden zusätzlichen Pkw-Fahrten können CO₂-Minderungspotenziale erschlossen werden. Stichwort ist hier das Bilden von informellen oder aber auch professionell organisierten Fahrgemeinschaften. Praktikabel und vergleichsweise wenig aufwendig ist dies vor allem für Wege, die regelmäßig zurückgelegt werden. Dabei bieten sich vor allem Arbeitswege an, die 30 % aller zurückgelegten Wege ausmachen. Hinzu kommt, dass die Auslastung der Pkw bei den Arbeitswegen mit durchschnittlich nur 1,07 vergleichsweise niedrig ist [MiD 2002].

Kosten

Das Bilden von Fahrgemeinschaften führt zu einer Einsparung von Kosten, da entsprechend den eingesparten Pkw-Wegen Kraftstoffkosten entfallen.

Fazit

In großen Unternehmen wird die Bildung von Fahrgemeinschaften häufig schon gefördert. Zum Teil unterstützen die Länder und Städte Unternehmen bei der Einrichtung betrieblicher Mobilitätskonzepte mit Beratungen und entsprechenden Materialien. Ausschlaggebend für die erfolgreiche Einführung von Fahrgemeinschaften zur Arbeit sind Parkplatzprivilegien im Betrieb und die Einrichtung eines einfachen Vermittlungsservices über das firmeneigene Kommunikationsnetz. Viele größere Unternehmen sind diesbezüglich bereits aktiv.

Erschwert wird das Bilden von Fahrgemeinschaften für den Arbeitsweg unter anderem dadurch, dass die Unternehmensstrukturen in Deutschland von einer geringen durchschnittlichen Arbeitnehmerzahl geprägt sind, so dass die Bildung von Fahrgemeinschaften schwer zu realisieren ist. Durch die immer flexibler werdenden Arbeitszeiten wird das Bilden von Fahrgemeinschaften zusätzlich erschwert.

10.3.5 BAHN

Auch eine Verlagerung des Straßen- und Flugverkehrs auf die Schiene liegt im Einflussbereich der privaten Haushalte. Durch die verstärkte Nutzung der Bahn kann ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden. So verursacht

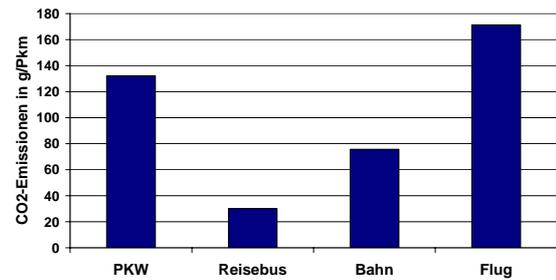


Abbildung 3: CO₂-Emissionen pro Personenkilometer verschiedener Verkehrsträger im Außerortsverkehr [TREMODO6]

der inländische Flugverkehr etwa die 2,3-fache Menge und der Straßenverkehr etwa die doppelte Menge der spezifischen CO₂-Emissionen des Schienenpersonenverkehrs [TREMODO6]. Bezogen auf die CO₂-Emissionen pro Person stellt der Reisebus das günstigste Verkehrsmittel dar. Jedoch benötigt der Reisebus in der Regel deutlich mehr Zeit als die übrigen Verkehrsmittel, um eine bestimmte Strecke zurückzulegen. Er ist damit nicht auf dem breiten Markt konkurrenzfähig und wird entsprechend im Folgenden nicht für eine signifikante Verkehrsverlagerung mit in Betracht gezogen. Die CO₂-Emissionen des Flugverkehrs scheinen auf den ersten Blick recht gering. Tatsächlich liegt die Klimawirkung des Flugverkehrs jedoch deutlich höher. Mit in Betracht gezogen werden müssen hier die Höhe, in der die verschiedenen Schadstoffe wie Stickoxide und Schwefeldioxid emittiert werden, und die Bildung von Aerosolen wie Kondensstreifen, die eine zusätzliche Treibhausgaswirkung aufweisen. Um die tatsächliche Klimawirkung des Flugverkehrs zu beurteilen, muss daher der Wert der CO₂-Emissionen je nach Flughöhe mit dem Faktor 2-5 multipliziert werden [IPCC 1999]. Dieser ist in der Abbildung 5 zu den CO₂-Emissionen verschiedener Verkehrsträger und in den anschließenden Potenzialberechnungen nicht mit betrachtet worden, da er stark von der

Flughöhe, der Länge der Flugentfernung und der atmosphärischen Zusammensetzung abhängt. Im Rahmen dieses Gutachtens werden nur Flüge innerhalb Deutschlands betrachtet. Damit liegen die Entfernungen nicht in einem Bereich, bei dem die maximale Klimawirkung zum Tragen kommt.

Für den Vergleich der Verkehrsleistungen für längere Strecken wird für Pkw die Verkehrsleistung auf Landstraßen und Autobahnen zugrunde gelegt [TREM06]. Die Verkehrsleistung des Flugverkehrs ist „Verkehr in Zahlen“ entnommen, da hier alle innerdeutschen Flüge ausgewiesen werden (9 Mrd. Pkm) und dies den besten direkten Vergleich mit Bahn- und Pkw-Fahrten innerhalb Deutschlands zulässt [ViZ 2006]. Entsprechend beträgt die Verkehrsleistung der Pkw 82 %, die der Bahn 10 %, die des innerdeutschen Personenflugverkehrs 1 % und auf den Reisebusverkehr entfallen 7 % (Abbildung 6).

Im Integrationsszenario des BVWP, das zusätzliche Maßnahmen zur Förderung des Schienenverkehrs unterstellt, könnten bis zum Jahr 2015 11 Mrd. Pkm auf die Bahn verlagert werden [BMVBW 2002]. Würden

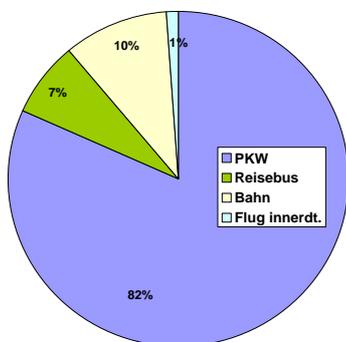


Abbildung 4: Vergleich der Verkehrsleistungen verschiedener Verkehrsträger bei Langstrecken nach [TREM06 und ViZ 2006]

diese 11 Mrd. Pkm, also 1,7 % der derzeitigen Pkw-Verkehrsleistungen von Landstraßen und Bundesautobahnen, auf die Schiene verlagert, so könnten entsprechend dem BVWP-Szenario 599.000 t CO₂ reduziert werden. Aber auch hier gilt wieder, dass Potenzialberechnungen zur Minderung der Treibhausgasemissionen durch eine Verlagerung auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel nur sehr vage vorgenommen werden können, da auch diese von schwer quantifizierbaren Verhaltensänderungen abhängen.

Kosten

Selbst wenn nur die Kraftstoffkosten der mit dem Pkw zurückgelegten Strecken mit berücksichtigt werden, also Wertverlust und Unterhaltskosten vernachlässigt werden, sind die Standardangebote der Bahn häufig teurer, als wenn die Strecke mit dem eigenen Pkw zurückgelegt wird. Und auch für innerdeutsche Flüge sind häufig Angebote von Low-Cost-Carriern verfügbar, die selbst „Frühbucherangebote“ der Bahn deutlich unterbieten. Zusammenfassend muss daher konstatiert werden, dass die Bahn häufig das teuerste Verkehrsmittel darstellt. Die Tabelle 5 zeigt hierfür exemplarisch die Kosten für die zwei Strecken Hamburg-München und Berlin-Bonn. Bilanziert wurde jeweils der Weg von Bahnhof zu Bahnhof, also inklusive der Kosten, die durch den Weg zum Flughafen verursacht werden.

Tabelle 5: Beispiel-Kosten für eine Verlagerung des Pkw- und Flugverkehrs auf die Bahn

	Strecke München-Hamburg Kosten [€]	Strecke Berlin-Bonn Kosten [€]
Bahn	119	110
Pkw	56 - 73	43 - 56
Flug	100 - 348	63 - 338

Die Kosten für den Pkw wurden für die durchschnittlichen Verbräuche der Neuzulassungen 2005 mit 7,5 l/100km (Benzin) und 6,5 l/100km (Diesel) und den durchschnittlichen Kraftstoffpreisen 2006 von 126 Cent/l bzw. 110,9 Cent/l ermittelt [ADAC 2006, KBA 2006]. Die Flugpreise verstehen sich inklusive aller Steuern und einem ÖPNV-Ticket zum Bahnhof. Es wurden drei verschiedene Fluggesellschaften mit einer möglichst großen Preisspanne betrachtet. Es zeigt sich an diesen zwei Beispielstrecken, dass der Umstieg vom Pkw auf die Bahn (bei dem Standardtarif) für eine Einzelperson nahezu eine Verdoppelung der Kosten zur Folge hat. Günstiger wird erst dann, wenn der Kunde häufig die Bahn nutzt und sich so die Bahn-Card rentiert. In diesem Fall gleichen sich die Kosten für Bahn und Pkw an. Beim Umstieg vom Flugzeug auf die Bahn kommt es darauf an, ob ein sogenannter „Billigflieger“ oder ein Normaltarif gewählt wird.

Fazit

Die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Bahn ist eine wesentliche Voraussetzung für einen höheren Anteil des Schienenverkehrs an der Personenverkehrsleistung. Maßnahmen im Schienenverkehr zur

Verbesserung der Leistungsfähigkeit sind ein Ausbau der Infrastruktur, der Abbau der Netzzugangsbeschränkungen, eine Verbesserung des Angebots durch stärkere Orientierung an den Bedürfnissen der Kunden, wie ein einheitliches Fahrplaninformationssystem, hohe Flexibilität, ein attraktives Preissystem, die Schaffung dichter Netze mit hohen Bedienfrequenzen und kürzere Reisezeiten durch verbesserte Fahrzeugtechnik. Unterstützt werden kann eine Verlagerung hin zur Bahn durch Restriktionen und finanzielle Mehrbelastungen des motorisierten Individualverkehrs - wie höhere Kraftstoffsteuern oder Straßenbenutzungsgebühren - und des Flugverkehrs durch die Einführung einer Kerosinsteuer.

10.3.6 FAHRZEUGKAUF

Einen bedeutenden Einfluss können private Haushalte beim Fahrzeug-Neukauf nehmen. Da die CO₂-Emissionen direkt mit dem Kraftstoffverbrauch von Fahrzeugen verknüpft sind, ist der Energiebedarf von konventionellen Fahrzeugen ausschlaggebendes Kriterium für die Klimawirkungen des Straßenverkehrs. Grundsätzlich sollten Fahrzeuge so ausgewählt werden, dass die CO₂-Emissionen im Rahmen der Anforderungen an das Fahrzeug möglichst gering sind, die Fahrzeuge also möglichst effizient ausgerichtet sind. Zum einen steigt der Kraftstoffverbrauch deutlich mit der Größe eines Fahrzeuges an, zum anderen kann er selbst zwischen den Varianten eines Fahrzeugmodells sehr unterschiedlich sein. So können die CO₂-Emissionen eines gängigen Mittelklasse-Pkws bei den verschiedenen Modellvarianten aufgrund unterschiedlicher Leistung und Ausstattung um mehr als 50 % variiere-

ren. Wesentliche Einflussgrößen auf den Verbrauch eines Fahrzeuges sind Größe, Leistung und Ausstattungen, wie Klimaanlage, Stand- oder Sitzheizung, die den Kraftstoffverbrauch eines Fahrzeuges deutlich erhöhen können.

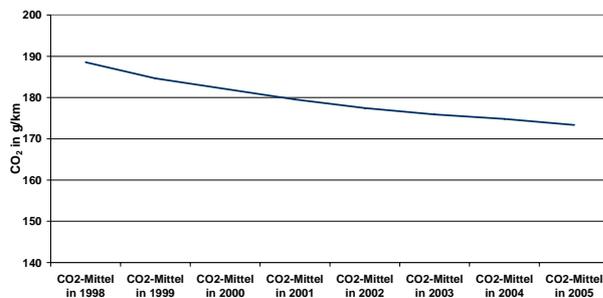


Abbildung 5: Entwicklung der spezifischen mittleren CO₂-Emissionen neu zugelassener Pkw in Deutschland [KBA 2006]

In der Abbildung 7 ist die Entwicklung der CO₂-Emissionen bei den in Deutschland neu zugelassenen Pkw seit 1998 dargestellt.

Jeder Käufer könnte in seinem gewünschten Pkw-Segment ein besonders effizientes Fahrzeug mit vergleichsweise niedrigen CO₂-Emissionen wählen. Das wären auf Basis einer Auswertung der neu zugelassenen Fahrzeugtypen pro Segment nach [KBA 2006] und den entsprechenden spezifischen CO₂-Emissionen nach [DAT 2006a] in den verschiedenen Fahrzeugsegmenten Pkw mit den folgenden CO₂-Emissionen :

- > Mini: 120 g/km
- > Kleinwagen: 120 g/km
- > Kompaktwagen: 140 g/km
- > Mittelklasse: 160 g/km
- > Obere Mittelklasse: 200 g/km
- > Oberklasse: 270 g/km
- > Geländewagen: 210 g/km
- > Vans: 150 g/km

Berechnet man auf dieser Basis über die Anzahl der neu zugelassenen Pkw je Segment einen geminderten durchschnittlichen CO₂-Flottenverbrauch so ergeben sich 151 g/km CO₂.

Alternativ könnte jeder Pkw-Käufer auch einen kleineren Pkw wählen. So verbrauchen beispielsweise SUVs (Sport Utility Vehicle wie beispielsweise der VW Touareg) und Geländewagen deutlich mehr Kraftstoff als der Durchschnitt. Wird gleichzeitig zu der Wahl von besonders effizienten Pkw ein etwas kleineres Fahrzeug gewählt, kommt es also zu einem Shift bei den Fahrzeugsegmenten, dann ist bei der heutigen Angebotspalette durchaus ein durchschnittlicher Emissionswert von 140 g/km denkbar.

Es gibt somit zwei verschiedene Möglichkeiten für den Kauf besonders effizienter Pkw: Eine durchschnittliche CO₂-Emission von 151 g/km, bei der pro Segment ein besonders effizientes Fahrzeug gewählt wird, und ein Wert von 140 g/km, der durch einen zusätzlichen Shift bei den Fahrzeugsegmenten hervorgerufen würde. Vergleicht man diese Emissionen mit dem derzeitigen vom KBA veröffentlichte durchschnittlichen CO₂-Emission von 173 g/km aus dem Jahr 2005 heißt das: Wenn die durchschnittlichen CO₂-Emissionen eines Pkw in einem Jahr statt bei 173 g/km bei 151 g/km lägen, dann würden pro gefahrenem Kilometer 22 g CO₂ eingespart, lägen sie dagegen bei durchaus realistischen 140 g/km würden die Emissionen pro Kilometer um 33 g CO₂ gemindert. Durchschnittlich fährt ein Pkw in Deutschland etwa 15.000 km pro Jahr; pro effizienterem Pkw könnten damit 330 kg bzw. 495 kg in einem Jahr vermieden werden.

Kosten

Prinzipiell sind verbrauchsarme Fahrzeuge günstiger (durch geringere Motorisierung, weniger Sonderausstattungen), so dass keine zusätzlichen Investitionskosten entstehen. Eine Ausnahme bilden bestimmte neue Technologien wie der Hybrid-Antrieb, die derzeit noch teurer sind als herkömmliche Technologien. Durch die Anschaffung sparsamer Fahrzeuge können über die Nutzungsphase des Fahrzeuges zusätzlich deutlich Kraftstoffkosten eingespart werden. Die Tabelle 6 gibt die Kraftstoffkosten wieder, die im Durchschnitt bei einer Fahrleistung pro Jahr von 11.500 km bei Benzinern und 18.500 km bei Diesel-Pkw entstehen. Betragen die durchschnittlichen CO₂-Emissionen 151 g/km so liegt die jährliche Kosteneinsparung bei rund 150 €, bei 140 g/km können gegenüber dem derzeitigen Durchschnitt je nach Antriebsart 205 € bis 210 € pro Jahr eingespart werden.

Tabelle 6: Kraftstoffkosten bei durchschnittlicher Fahrleistung für verschiedene CO₂-Emissionen

Durchschnittliche CO ₂ -Emissionen [g/km]	Kraftstoffkosten [€] Diesel	Kraftstoffkosten [€] Benzin
173	1.334	1.087
151	1.164	949
140	1.079	879

Fazit

Trotz gestiegener Kraftstoffkosten ist tendenziell ein Trend hin zu großen und schweren Pkw, wie SUVs und Geländewagen, mit sehr hohen Kraftstoffverbräuchen zu beobachten. Der Verbraucher entscheidet gerade was das Automobil

betrifft nicht unbedingt ökonomisch rational, da dieses oftmals auch als Statussymbol und Spaßobjekt dient. Um den Kraftstoffverbrauch von Neufahrzeugen im Durchschnitt zu senken und damit einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, stehen verschiedene politische Instrumente zur Verfügung. Derzeit ist das wichtigste politische Instrument zur Unterstützung der Einführung CO₂-armer Pkw die freiwillige Selbstverpflichtung der europäischen Automobilindustrie, in deren Rahmen die Automobilhersteller eine Minderung der CO₂-Emissionen der neu zugelassenen Pkw bis 2008 auf durchschnittlich 140 g/km zugesagt hat. Allerdings gilt es als eher unsicher, ob dieser Wert bis 2008 tatsächlich erreicht wird. Entsprechend hat die Kommission einen Vorschlag vorgelegt, in dem von einem verbindlichen Grenzwert in Höhe von 130 g/km (bzw. 120 g/km unter Einbeziehung von Biokraftstoffen und weiteren Maßnahmen) gesprochen wird. Aber nicht nur Maßnahmen auf der Angebots-, also Herstellerseite, sind von Bedeutung, sondern auch solche, die eine Lenkungswirkung beim Kaufverhalten hin zu effizienteren Pkw erzielen können, also die Nachfrageseite adressieren. Eine Maßnahme auf europäischer Ebene, die in diese Richtung zielt, ist die sogenannte Labelling-Richtlinie 1999/94/EG, die die Hersteller verpflichtet, Verbraucherinformationen zu Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen bereitzustellen. Diese beschränkt sich in Deutschland jedoch nur auf die entsprechenden Angaben. Wirksamer ist eine vergleichende Darstellung mit beispielsweise Energieeffizienzklassen, wie sie auch bei der „Weißen Ware“ angewandt wird. Damit werden dem Verbraucher ein direkter Vergleich und

damit eine Einordnung der Kraftstoffverbräuche von Neufahrzeugen optisch aufbereitet an die Hand gegeben. Auf EU-Ebene wird eine Weiterentwicklung der Labelling-Richtlinie in diese Richtung derzeit diskutiert. Ein weiteres wichtiges Lenkungsinstrument stellt die Kraftfahrzeugsteuer dar, die statt wie bisher auf den Hubraum eines Pkw auf die CO₂-Emissionen bezogen werden und progressiv gestaltet werden sollte. Das heißt, je geringer die CO₂-Emissionen eines Fahrzeuges sind, desto geringer ist der zu entrichtende Steuersatz. Weiterhin unterstützen natürlich auch entsprechend hohe Kraftstoffkosten den Kauf von effizienten Fahrzeugen.

10.3.7 LEICHTLAUFÖLE UND -REIFEN

Aber auch bei weiterer Nutzung des vorhandenen Kraftfahrzeuges stehen den Privathaushalten Möglichkeiten zur Verfügung, die Treibhausgasemissionen ihrer Mobilität zu reduzieren. Die einfachste Maßnahme für Privatpersonen den Kraftstoffverbrauch ihres Fahrzeuges zu mindern, ist der Einsatz von Leichtlaufreifen und Leichtlaufölen.

Die wichtigste Funktion eines Leichtlauföls im Motor ist das Herabsetzen der inneren Reibung, und damit seine Schmierfunktion. Nach dem SAE-System (Society of Automotives Engineers) werden Motoröle entsprechend ihrer Viskosität bei Froststart und bei hoher Motortemperatur eingeteilt. Öle der SAE-Viskositätsklassen 0W30 und 5W30 gewährleisten aufgrund ihrer Viskositätseigenschaften die beste Schmierfunktion, sie werden deshalb als Leichtlauföle bezeichnet. Konventionelle Motoröle (15W40, 10W40) können wegen

der Mischeigenschaften ihrer mineralischen Grundöle keine derartigen Viskositäten erreichen. Die Kraftstoffverbrauchsreduzierungen durch den Einsatz von Leichtlaufölen beträgt etwa 2-5 %.

Bei Leichtlaufreifen handelt es sich um Fahrzeugreifen, die aufgrund von optimierten Rollwiderständen ebenfalls einen um etwa 2-5 % niedrigeren Kraftstoffverbrauch beim Pkw ermöglichen. Es gibt bereits ein breites Angebot an so genannten Leichtlaufreifen, jedoch unter eher verwirrenden Begrifflichkeiten angeboten. Das deutsche Umweltzeichen (Blauer Engel) bietet verlässliche Kriterien bezüglich des Rollwiderstandes, wird von den Herstellern jedoch nicht genutzt.

Die Minderungsraten beim Kraftstoffverbrauch sind innerorts, außerorts und auf der Autobahn unterschiedlich. Nach [UBA 2003] können der Kraftstoffverbrauch bzw. die CO₂-Emissionen von Pkw durch den Einsatz von Leichtlaufölen und Leichtlaufreifen folgendermaßen gemindert werden:

Tabelle 7: Minderungspotenziale von Leichtlaufölen und Leichtlaufreifen [UBA 2003]

Straßen-kategorie	Minderung durch LL-Reifen [%]	Minderung durch LL-Öl [%]
AB	2,0	1,8
AO	4,0	3,3
IO	5,0	5,2

Kosten

Leichtlauföle sind etwas teurer als konventionelle Motorenöle, führen jedoch zu einer Senkung des Kraftstoffverbrauchs

um etwa 2-5 %, so dass sich die Investition nach einiger Zeit auch finanziell lohnt. Zusätzlich sind längere Ölwechselintervalle prinzipiell möglich.

Preisvergleiche von Leichtlaufreifen mit konventionellen Reifen zeigen, dass keine oder nur geringe Preisunterschiede bestehen [UBA 2003]. Aber selbst bei einem Aufpreis rechnen sich Leichtlaufreifen nach einiger Zeit durch den geminderten Kraftstoffverbrauch.

In der folgenden Tabelle sind die Kraftstoffkosten dargestellt, die jeweils mit und ohne Leichtlaufreifen und -öl für einen durchschnittlichen Pkw und eine durchschnittliche Jahresfahrleistung anfallen.

Tabelle 8: Kraftstoffkosten und Einsparungen durch die Nutzung von Leichtlaufreifen und Leichtlauföle

	Diesel-Pkw	Benzin-Pkw
Kraftstoffkosten [€/a] ohne Leichtlauföle und -reifen	1.334	1.087
Kraftstoffkosten [€/a] mit Leichtlaufreifen	1.285	1.047
Kosteneinsparung [€/a] durch Leichtlaufreifen	49	40
Kraftstoffkosten [€/a] mit Leichtlaufölen	1.288	1.049
Kosteneinsparung [€/a] durch Leichtlauföle	46	37

Fazit

Grundsätzlich steht jedem Verbraucher die Möglichkeit frei, sein Fahrzeug mit kraftstoffsparenden Reifen und Motorenölen auszustatten. Bezüglich der Öle sind

Pkw-Halter vor allem deshalb zögerlich, weil zum Teil in den Fahrzeugherstellerempfehlungen gerade von älteren Pkw entsprechend der Erstausrüstung und der damaligen Verfügbarkeit von Leichtlaufölen Standardöle angegeben werden. Hemmnis bei den Leichtlaufreifen ist vor allem die fehlende Kennzeichnung, die es dem Verbraucher nicht ermöglicht, Leichtlaufreifen auch als solche zu erkennen. Durch die Definition von Qualitätsstandards kann die breite Verwendung von Leichtlaufölen und -reifen erleichtert werden. Über entsprechende Qualitätsstandards kann dann auch die Nutzung auf Ebene der Europäischen Union gesetzlich geregelt werden. Bei den Leichtlaufreifen bietet sich hier ein Grenzwert für den Rollwiderstand an, der maßgeblich den Kraftstoffverbrauch durch Fahrzeugreifen beeinflusst.

10.3.8 KRAFTSTOFFSPARENDES FAHREN

Der Kraftstoffverbrauch des Fahrzeuges kann nicht nur durch technische Maßnahmen reduziert werden, sondern ist auch von dem individuellen Nutzungsverhalten und dem Fahrstil des Fahrers abhängig. So kann mit einer kraftstoffsparenden Fahrweise, wie frühes Hochschalten und vorausschauendes Fahren, je nach Ausgangslage eine Verbrauchseinsparung von bis zu 25 % je Fahrzeug erreicht werden. Nebeneffekt der Energieeinsparung wären sinkende Unfallzahlen und eine Lärminderung. Eine entsprechende Fahrweise kann im Rahmen von Fahrerschulungen erlernt werden.

Die Potenziale der Verbrauchsminderung durch kraftstoffsparendes Fahren betra-

gen im Innerortsverkehr langfristig gesehen im Mittel etwa 12 %. Außerorts liegt das Einsparpotenzial pro Pkw bei etwa 6 %, auf Autobahnen bei 2 % [UBA 2003].

Kosten

Fahrerschulungen für Privatpersonen nehmen in etwa eine Stunde in Anspruch. Die Kosten liegen in einer Größenordnung von 60 €. In dieser Zeit lernt der Fahrer von einem Trainer durch sparsame Fahrtechniken wie frühzeitiges Hochschalten, Fahren bei niedriger Motor-Drehzahl, Ausrollen lassen und ausreichendem Sicherheitsabstand Kraftstoff einzusparen. Für einen durchschnittlichen Pkw lassen sich die Jahreskosten für den Kraftstoff auf Basis der beschriebenen Einsparpotenziale berechnen. Wird von einer durchschnittlichen Kraftstoffeinsparung von rund 6,7 % ausgegangen, ergeben sich jährliche Kosteneinsparungen von 89 € für einen Pkw mit Diesel-Antrieb und 73 € für einen Benziner (siehe Tabelle 9), so dass sich die Investitionskosten für ein Fahrtraining bereits nach einem Jahr amortisiert haben.

Tabelle 9: Durchschnittliche Kosteneinsparung pro Jahr durch kraftstoffsparendes Fahren

	Diesel-Pkw	Benzin-Pkw
Kraftstoffkosten [€/a] ohne Fahrerschulung	1.334	1.087
Kraftstoffkosten [€/a] mit Fahrerschulung	1.245	1.014
Kosteneinsparung [€/a]	89	73

Fazit

Grundsätzlich hat jeder Autofahrer die Möglichkeit durch seinen Fahrstil die CO₂-Emissionen seiner Fahrten zu reduzieren. Grundlegendes Hemmnis den entsprechenden verbrauchsarmen Fahrstil konsequent anzuwenden ist zum einen der verbreitete Eindruck, dass man länger für eine bestimmte Strecke braucht, und zum anderen dieser Fahrstil überwiegend als unattraktiv angesehen wird. Eine Kampagne, die federführend vom BMVBS geleitet wird, bewirbt bereits das kraftstoffsparende Fahren (www.neuesfahren.de). Auch ist es Bestandteil im Rahmen der Fahrstunden zur Erlangung der Fahrerlaubnis. Einige Unternehmen bieten für ihre Fahrer Schulungen an, um so den Verbrauch und damit die Kosten für das Unternehmen zu reduzieren. Auch wird Wissen über kraftstoffsparendes Fahrverhalten in die privaten Haushalte hineingetragen. Der Erfolg der Fahrerschulung hängt wesentlich davon ab, ob der Kraftstoffverbrauch im Fahrzeug mit Hilfe einer Verbrauchsanzeige kontrolliert werden kann. Aus diesem Grund sollten alle Fahrzeuge mit einer so genannten "intelligenten" Verbrauchsanzeige ausgestattet sein, die Angaben zum Durchschnitts-, Maximal- und Momentanverbrauch liefert. Dadurch kann auch ein nachhaltiger Effekt von Fahrerschulungen gewährleistet werden. Verschiedene Fahrzeugtypen sind bereits serienmäßig mit solchen Verbrauchsanzeigen erhältlich. Denkbar wäre auch eine Förderung des kraftstoffsparenden Fahrens von Seiten der Automobilhersteller, indem beispielsweise beim Kauf eines Neufahrzeuges ein Gutschein für eine Fahrerschulung gratis beigelegt würde.

10.3.9 EXKURS: ALTERNATIVE KRAFTSTOFFE UND ANTRIEBE

Ein nennenswerter Lösungsbeitrag zum Klimaschutz wird von der Optimierung der verfügbaren Kraftstoffe, Antriebssysteme und Kraftstoffkonzepte aber vor allen Dingen von der Einführung langfristig verfügbarer, umweltverträglicher, vorzugsweise regenerativ erzeugter und wirtschaftlicher Kraftstoffe, sowie der Entwicklung der dazugehörigen Antriebssysteme erhofft. So haben Privathaushalte prinzipiell die Möglichkeit über die Wahl des Antriebssystems - wie Erdgasantrieb oder Hybridantrieb - oder aber die Wahl des Kraftstoffes - derzeit hauptsächlich Biodiesel - zum Klimaschutz beizutragen.

Erdgasfahrzeuge

Vor allem bezogen auf den Immissionschutz haben Erdgas-Fahrzeuge wegen ihrer geringen NO_x-Emissionen und keiner Partikelemissionen einen Umweltvorteil gegenüber Diesel-Fahrzeugen. Unter dem Aspekt des Klimaschutzes ist der Gewinn dagegen gering: maximal 10 % Kohlendioxidemissionen gegenüber entsprechenden Diesel-Fahrzeugen werden eingespart. Betrachtet man die gesamte Herstellungs- und Transportkette von Erdgas und die entstehenden Klimagasemissionen, zu welchen auch Methan mit der 21-fachen Klimawirkung von CO₂ gehört, dann ist der Klimavorteil von Erdgas gegenüber Dieselpower minimal.

Hybridfahrzeuge

In den letzten Jahren ist der Hybrid-Antrieb in den Fokus der Diskussion über Kraftstoffeinsparungen gerückt. Bei dieser Technologie wird ein Teil der Brems-

energie in eine Batterie zurückeinge-speist. Diese Energie wird dann über einen Elektromotor zusätzlich zum konventionellen Verbrennungsmotor zum Antrieb des Fahrzeuges genutzt. Mit dieser Technik können deutliche Einsparpotenziale vor allem im Stadtverkehr realisiert werden, die durchaus 30 % betragen können. Noch ist die Modellpalette mit zwei verfügbaren Pkw mit Hybrid-Antrieb sehr gering, so dass dies als direkte Maßnahme nicht mitberücksichtigt wird. Sie ist aber implizit in der Effizienzsteigerung von Pkw enthalten.

Biodiesel und Bioethanol

Zu den derzeit eingesetzten Biokraftstoffen, der so genannten ersten Generation, zählen Biodiesel und Bioethanol, die in Deutschland überwiegend auf der Basis von Raps, Weizen und Zuckerrüben hergestellt werden. Betrachtet man deren Treibhausgasbilanzen, das heißt alle Emissionen, die dem Klima schaden, so erhält man eine Minderung der Treibhausgasemissionen gegenüber fossilen Kraftstoffen von etwa 40 %. Diese verhältnismäßig geringe Minderung liegt in der Tatsache begründet, dass für diese Art der Biokraftstoffe entsprechend Energiepflanzen wie Raps angebaut werden müssen. Gerade beim Einsatz von Düngemitteln entsteht Lachgas, das eine hohe Treibhausgaswirkung hat. Je nachdem, wie die Pflanzen angebaut werden, wie stark sie gedüngt werden und ob beispielsweise bei der Produktion des Biodiesels mögliche Nebenprodukte weiter genutzt werden, kann der Klimavorteil der derzeitigen Biokraftstoffe sehr unterschiedlich ausfallen. Bei Biodiesel ergeben sich beispielsweise Bandbreiten in der Klimawirkung gegenüber fossilem Die-



selkraftstoff von 20 bis 80 %. Grundsätzlich ist anzumerken, dass aufgrund der Klimateffizienz und der spezifischen Anbaubiomasse diese Biokraftstoffe nur als eine Übergangslösung betrachtet werden.

Die EU hat sich zum Ziel gesetzt bis zum Jahr 2010 einen Anteil von 5,75 % Biokraftstoffe abzusetzen. Die Bundesregierung plant entsprechend ein Biokraftstoffquotengesetz, das die Beimischung von Biokraftstoffen zu den konventionellen, fossilen Kraftstoffen gesetzlich vorschreibt. Damit werden von jedem Pkw-Fahrer bereits Anteile an Biokraftstoffen „mitgetankt“. Minderungspotenziale für das Tanken von reinen Biokraftstoffen werden hier nicht mit betrachtet, da für Biodiesel keine Herstellerfreigaben für Neufahrzeuge bestehen und Bioethanol nur in speziellen Fahrzeugen getankt werden kann, von denen nur sehr wenige Modelle auf dem deutschen Markt vertreten sind. Außerdem stellen sie trotz günstigerer Klimabilanz aus Umweltsicht auf Grund ökologisch nachteiliger Effekte (wie Monokulturen, Düngung, Bodenversauerung, hohe Kosten) nur begrenzt eine Alternative dar.

Wenn der Einsatz von Biokraftstoffen bewertet wird, muss auch der Verbrauch an Fläche durch den Anbau der für die Kraftstoffe notwendigen Energiepflanzen mit in eine (ökologische) Betrachtung einbezogen werden. Dieses Problem wird unter dem Schlagwort Nutzungskonkurrenz thematisiert, denn auf der - begrenzt - zur Verfügung stehenden Fläche kann Biomasse nicht nur als Ausgangsbasis für Kraftstoffe angebaut werden, sondern auch als Ausgangsmaterial zur Bereitstellung von Energie in Form von Strom und

Wärme oder als Rohstoff für Chemieprodukte.

Biogas

Biogas - auch Biomethan genannt - stellt eine interessante Biokraftstoffvariante dar, da dessen Treibhausgasbilanz deutlich positiver ausfällt als die von Biodiesel und Bioethanol. Je nach Ausgangsbasis - Feuchtgut, Mais oder Bioabfall - können Minderungen der Treibhausgasemissionen von 65 bis 90 % erzielt werden. Die deutsche Erdgaswirtschaft hat durch eine freiwillige Selbstverpflichtungserklärung angeboten, die Nutzung von Biogas im Kraftstoffsektor aktiv zu fördern. Demnach soll dem Erdgas, das als Kraftstoff verwendet wird, bis zum Jahr 2010 bis zu 10 % Biogas beigemischt werden, sofern dieses auf Erdgasqualität aufbereitet ist. Bis 2020 soll der Anteil auf bis zu 20% steigen.

Biokraftstoffe der zweiten Generation

Perspektivisch interessant sind vor allem Biokraftstoffe der zweiten Generation, das heißt Bioethanol aus Hemi- und Lignozellulose und synthetische Kraftstoffe aus der Biomassevergasung wie dem so genannten BtL (Biomasse to Liquid). Grundsätzlich ist auf Basis der vorhandenen Konzeptstudien und Demonstrationsvorhaben zu erwarten, dass sowohl der Energieverbrauch als auch die Treibhausgasemissionen deutlich unter die der konventionellen Biokraftstoffe gesenkt werden können. In den nächsten 10 bis 15 Jahren ist jedoch noch nicht damit zu rechnen, dass es zu einer nennenswerten Durchdringung des Kraftstoffmarktes mit diesen synthetischen Kraftstoffen kommt. Sie bieten aber aufgrund des im Vergleich zu konventionellen Biokraftstoffen unspe-

zifischen Ausgangsmaterials erhebliche Potenziale für die Zukunft.

Wasserstoff

Als weiterer, für die Zukunft interessanter Kraftstoff, ist Wasserstoff im Gespräch. Dieser kann in konventionellen Verbrennungsmotoren oder aber in Brennstoffzellen, die einen höheren Wirkungsgrad ermöglichen, eingesetzt werden. Verschiedene Automobilhersteller haben bereits Prototypen für Pkw und Busse im Testbetrieb auf der Straße; Serienfahrzeuge werden aber voraussichtlich noch Jahre auf sich warten lassen. Auch ist die optimale Speicherung des Wasserstoffs im Fahrzeug noch Forschungsgegenstand. Die Umweltfreundlichkeit von Wasserstofffahrzeugen wird maßgeblich durch die Herstellung des eingesetzten Kraftstoffs bestimmt. Einen wirklichen Umweltvorteil bezüglich des Klimaschutzes weisen Wasserstofffahrzeuge nur dann auf, wenn der Wasserstoff regenerativ entweder elektrolytisch aus Erneuerbaren-Energien-Strom oder aber aus Biomasse hergestellt wird. Eine direkte Verwendung des erneuerbaren Stroms wird in den nächsten Jahrzehnten ökologisch und ökonomisch jedoch effizienter sein.

Fazit

Der Klimaschutzvorteil von Erdgasfahrzeugen ist bei der Betrachtung der gesamten Kraftstoffkette gegenüber Dieselfahrzeugen nur gering. Deutliche Effizienzpotenziale haben im Bereich alternativer Antriebe Hybrid-Fahrzeuge, die jedoch zum einen mit in der Maßnahme „Kauf von effizienten Pkw“ enthalten sind. Zum anderen werden derzeit noch sehr wenige Modelle angeboten. Biodiesel und Bioethanol werden dem konventio-

nellen Kraftstoff über das Kraftstoffquotengesetz beigemischt. Grundsätzlich sollten aufgrund der Klimateffizienz und der spezifischen Anbaubiomasse diese Biokraftstoffe nur als eine Übergangslösung betrachtet werden. Perspektivisch interessant sind vor allem Biokraftstoffe der zweiten Generation, das heißt Bioethanol aus Hemi- und Lignozellulose und synthetische Kraftstoffe aus der Biomassevergasung wie dem so genannten BtL.

10.4 QUELLEN

[ADAC 2007]: www.adac.de

[BCS 2007]: www.carsharing.de

[Beharend 2000]: Behrendt, Siegfried: Car-Sharing - Nachhaltige Mobilität durch eigentumslose Pkw-Nutzung? / Unter Mitarbeit von Farzaneh Sakhdari. Werkstattbericht Nr. 43 des Instituts für Zukunftsstudien und Technologiebewertung. Berlin: 2000.

[BMVBW 2001]: Mann H.-U., R. Ratzenberger, M. Schubert, B. Kollberg, K. Gresser, W. Konanz, W. Schneider, H. Platz, S. Kotzagiorgis, P. Tabor: Verkehrsprognose 2015 für die Bundesverkehrswegeplanung. ITP, ifo, BVU, Planco im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. Schlussbericht München/Freiburg/Essen April 2001.

[DAT 2006a]: Leitfaden zu Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen der Deutschen Automobilindustrie, www.dat.de; 2007.

[DAT 2006b]: DAT Report 2006; Deutsche Automobil Treuhand GmbH, www.dat.de; Ostfildern 2006.

[DIW 2004]: Kloas, J.; Kuhfeld, H.; Kunert, U.; Straßenverkehr: Eher Ausweichreaktionen auf hohe Kraft-

- stoffpreise als Verringerung der Fahrleistung. In: DIW-Wochenbericht Nr. 41/2004 vom 7. Oktober 2004, S. 602-612.
- [EcoTopTen 2007]: www.ecotopten.de
- [Enquete 2002]: "Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung", Bericht der Enquete-Kommission, Drucksache 14/2687, Berlin
- [Fellmann 2006]: Fellmann, A.: Zürich: Eine Stadt auf dem Weg zur Multimodalität; Vortrag im Rahmen der Toblacher Gespräche; Toblach 2006.
- [Harms 2003]: Harms, Sylvia: Besitzen oder Teilen - Sozialwissenschaftliche Analyse des Car Sharings. Zürich/Chur: Verlag Rüegger, 2003
- [IFEU 2005]: Knörr, W., F. Dünnebeil, H. Helms, U. Höpfner, U. Lambrecht, A. Patyk, C. Reuter: Fortschreibung „Daten- und Rechenmodell“: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030. Institut für Energie- und Umweltforschung im Auftrag des Umweltbundesamtes. Heidelberg November 2005
- [IPCC 1999]: Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC Special Report Aviation and the Global Atmosphere, 1999.
- [KBA 2006]: Kraftfahrt-Bundesamt. Statistische Mitteilungen, Reihe 1: Fahrzeugzulassungen, Neuzulassungen, Besitzumschreibungen, Löschungen, Bestand. Oktober 2006.
- [Koss 2002]: Koss, Reinhard: Car-Sharing als Beitrag zur Lösung der verkehrs- und umweltpolitischen Krise. Berlin: VWF - Verl. für Wiss. und Forschung, 2002.
- [MiD 2002]: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung; infas Institut für angewandtes Sozialwissenschaft GmbH: Mobilität in Deutschland 2002 (MID 2002) - Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten. Endbericht im Forschungsprogramm Stadtverkehr des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Projektnummer 70.0681/2001). Berlin/Bonn: 2003.
- [NatRad 2002]: Nationalen Radverkehrsplan 2002-2012 FahrRad!; www.nationaler-radverkehrsplan.de
- [Öko 2004]: Schmied, M., Hochfeld C.: Eine ökologische Bewertung der neuen intermodalen Verkehrsangebote DB-Carsharing und Call-a-Bike; Gutachten des Öko-Instituts im Auftrag des Wissenschaftszentrums Berlin für Sozialforschung (WZB). Berlin: 2004.
- [PV2050 2006]: Oeltze, S., Wauer, S., Schwarzlose, I., Bracher, T., Eichmann, V., Ludwig, U., Dreger, C., Lohse, D., Zimmermann, F., Heller, J.: Szenarien der Mobilitätsentwicklung unter Berücksichtigung von Siedlungsstrukturen bis 2050, TRAMP, DIFU, IWH, TU Dresden, omniphon im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Schlussbericht Magdeburg Juni 2006.
- [TREM06]: Gohlisch, G. (Umweltbundesamt, Fachgebiet I 3.1): TREMOD-Emissionsdaten für den Personenverkehr. Persönliche Mitteilung vom 29.01.2007.
- [Schley 2001]: Schley, F.: Urban Transport Strategy Review, Experiences from Germany and Zurich. Studie im Auftrag der GTZ; Eschborn 2001.
- [SRU 2005]: Umwelt und Straßenverkehr, Hohe Mobilität - Umweltgerechter Verkehr, Sondergutachten des Sachverständigenrats für Umweltfragen, Berlin 2005.



[UBA 2003]: CO₂-Minderung im Verkehr, ein Sachstandsbericht des Umweltbundesamtes - Beschreibung von Maßnahmen und Aktualisierung von Potenzialen, Berlin 2003

[ViZ 2006]: Verkehr in Zahlen 2005/2006. Herausgegeben durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. Deutscher Verkehrs-Verlag GmbH, Hamburg 2006.

[Wilke 2002]: Wilke, G.: Professionalisiertes Car-Sharing im Dilemma Ökologie/Ökonomie? Überlegungen zur Zukunft des Autoteilens in Deutschland. In: Internationales Verkehrswesen (54), Nr. 12, S. 608-613.

Inhaltsverzeichnis

10 KLIMASCHUTZMAßNAHMEN IN MOBILITÄT UND VERKEHR	203
10.1 Zusammenfassung	204
10.2 Fahrleistungen und CO₂-Emissionen im Bereich Verkehr	205
10.3 Maßnahmen für private Haushalte zur Minderung der CO₂-Emissionen im Bereich Verkehr	209
10.3.1 ÖPNV	209
10.3.2 Fahrrad und Fußwege	211
10.3.3 Car-Sharing	213
10.3.4 Fahrgemeinschaften	214
10.3.5 Bahn	215
10.3.6 Fahrzeugkauf	217
10.3.7 Leichtlauföle und -reifen	220
10.3.8 Kraftstoffsparendes Fahren	221
10.3.9 Exkurs: Alternative Kraftstoffe und Antriebe	223
10.4 Quellen	225

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: VERKEHRSLEISTUNG IM PERSONENVERKEHR IN DEUTSCHLAND – ENTWICKLUNG UND PROGNOSE [TREMODO6, EIGENE DARSTELLUNG]	4
ABBILDUNG 2: CO ₂ -EMISSIONEN DES PERSONENVERKEHRS IN DEUTSCHLAND – ENTWICKLUNG UND PROGNOSE	5
ABBILDUNG 3: CO ₂ -EMISSIONEN PRO PERSON UND KILOMETER IM INNERORTSVERKEHR [TREMODO6]	7
ABBILDUNG 4: ANTEILE DER VERKEHRSTRÄGER AN DER INNERORTS ERZEUGTEN VERKEHRSLEISTUNG [TREMODO6]	7
ABBILDUNG 5: CO ₂ -EMISSIONEN PRO PERSONENKILOMETER VERSCHIEDENER VERKEHRSTRÄGER IM AUßERORTSVERKEHR [TREMODO6]	13
ABBILDUNG 6: VERGLEICH DER VERKEHRSLEISTUNGEN VERSCHIEDENER VERKEHRSTRÄGER BEI LANGSTRECKEN NACH [TREMODO6 UND VIZ 2006]	1206
ABBILDUNG 7: ENTWICKLUNG DER SPEZIFISCHEN MITTLEREN CO ₂ -EMISSIONEN NEU ZUGELASSENER PKW IN DEUTSCHLAND [KBA 2006]	16

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: GESAMTKOSTEN FÜR PKW NACH [ECOTOPTEN 2007]	210
TABELLE 2: KOSTEN FÜR DEN ÖPNV AM BEISPIEL GROßER VERKEHRSVERBÜNDE	210
TABELLE 3: JAHRESKOSTEN CAR- SHARING-NUTZUNG [ECOTOPTEN 2007]	214
TABELLE 4: JAHRESKOSTEN PRIVATE AUTONUTZUNG [ECOTOPTEN 2007]	214
TABELLE 5: BEISPIEL-KOSTEN FÜR EINE VERLAGERUNG DES PKW- UND FLUGVERKEHRS AUF DIE BAHN	217
TABELLE 6: KRAFTSTOFFKOSTEN BEI DURCHSCHNITTLICHER FAHRLEISTUNG FÜR VERSCHIEDENE CO ₂ -EMISSIONEN	219
TABELLE 7: MINDERUNGSPOTENZIALE VON LEICHTLAUFÖLEN UND LEICHTLAUFREIFEN [UBA 2003]	220
TABELLE 8: KRAFTSTOFFKOSTEN UND EINSPARUNGEN DURCH DIE NUTZUNG VON LEICHTLAUFREIFEN UND LEICHTLAUFÖLE	221
TABELLE 9: DURCHSCHNITTLICHE KOSTENEINSPARUNG PRO JAHR DURCH KRAFTSTOFFSPARENDES FAHREN	222





11 KLIMAFOLGEN UND ANPASSUNGSMABNAHMEN IM BAUEN UND WOHNEN

Thomas Egli, Diana Reckien & Torsten Grothmann

11.1 ZUSAMMENFASSUNG

Um Schäden zu reduzieren oder zu verhindern, müssen die Risiken der Klimaänderung frühzeitig abgeschätzt und berücksichtigt werden. Für den Bereich Bauen und Wohnen sind die prognostizierbaren Größen Temperatur, Niederschlag, Wind/Stürme und die Meeresspiegelhöhe am bedeutendsten. Aufgrund der langen Lebensdauer von Bauten und Infrastrukturen ist es wichtig, architektonische, raumplanerische und baukonzeptionelle und gebäudetechnische Konzepte frühzeitig an stattfindende und künftige klimatische Veränderungen anzupassen.

Die Lebenserwartung von Wohnbauten beträgt rund 50 bis 100 Jahre. Deren Planung verlangt eine vorausschauende Sicht und damit die Berücksichtigung des künftigen Klimas. Dasselbe gilt für Erneuerungsarbeiten im Gebäudebestand. Wir bauen und erneuern heute für das Klima von morgen, das wir entsprechend berücksichtigen müssen.

Bisher stützen sich die Anforderungen an die Sicherheit von Bauelementen am Äußeren von Bauten auf Mittelwerte vergangener Beobachtungsperioden des Klimas, die in Baunormen festgeschrieben sind. Nicht nur technische Bauten (z.B. Masten und Türme, weitgespannte Brücken, Treibhäuser etc.) und Bauten an extremen Lagen (Hochgebirge, Flussnähe, etc.), sondern auch normale Bauten sind von stärkeren Witterungseinflüssen betroffen. Die Befestigungen von Leichtfasaden und Dachbelägen, die Bruchsicherheit von Lichtkuppeln und Lichtbändern, die Witterungsbeständigkeit von Beschattungs- und Solaranlagen etc. muss bei be-

stehenden Bauten überprüft und bei Neubauten auf das zukünftige Klima ausgerichtet werden.

Eine frühzeitige Anpassung an die klimatischen Veränderungen lohnt sich in mehrfacher Hinsicht: Erstens können Zusatzkosten für spätere Maßnahmen vermieden werden. Zweitens reduziert eine angepasste Bauweise mögliche wetter- und klimabedingte Schäden. Drittens erhöhen sich die Sicherheit und der Komfort in der Wohn- und Arbeitswelt.

Heute werden primär die Investitions- anstelle der Lebenszykluskosten minimiert, was die Realisierung sorgfältig aufeinander abgestimmter Systeme verhindert. Dringender Informationsbedarf zum klimaangepassten Bauen besteht daher bei den betroffenen Branchen, den Bauherren und Gebäudebesitzern, sowie bei den Bewohnern in Bezug auf das richtige Verhalten im Ereignis.

11.2 EINLEITUNG UND ÜBERBLICK

Ziel der vorliegenden Studie ist es, die Anfälligkeit des Bereiches Bauen und Wohnen gegenüber dem Klimawandel abzuschätzen und mögliche Anpassungsmaßnahmen aufzuzeigen. Der Fokus der Studie liegt auf Wohngebäuden in Deutschland. Die Betrachtungen zu Naturgefahren und Anpassungsmaßnahmen erfolgen im Hinblick auf Handlungsmöglichkeiten von privaten Haushalten. Es handelt sich dabei um generelle Maßnahmenempfehlungen. Die Evaluation vor Ort am konkreten Objekt zeigt, welche Einzelmaßnahmen und Kombinationen davon bezüglich verschiedenster Bewertungskri-

terien das beste Resultat erreichen (Bsp. Kostenwirksamkeit, Nachhaltigkeit, Synergien mit anderen Zielen).

11.2.1 BEHANDELTE NATURGEFAHREN

Verschiedene Naturgefahren können im Zusammenhang mit dem Klimawandel zunehmen. Aufgrund ihrer Wirkung, ihres Ursprungs und ihrer Dauer können sie, wie in Tabelle 1 dargestellt, klassifiziert werden. In der Tabelle sind jene Gefahren unterstrichen, die in dieser Studie vor dem Hintergrund möglicher Folgen des Klimawandels in Deutschland prioritär behandelt werden.

11.2.2 ANPASSUNGSMABNAHMEN

Langfristige Maßnahmen

Bauliche Maßnahmen an Gebäuden stellen eine effiziente Lösung dar, um das Personen- und Sachwertrisiko gegenüber Naturgefahren zu reduzieren. Das Gebäude

wird unempfindlich ausgebildet, so dass einwirkende Gefahren der Baute keinen oder nur geringen Schaden zufügen können. Oftmals lässt sich bei Neubauten durch kleinste Anpassungen ein Schaden zweckmäßig verhindern. Diese Art der Klimaanpassungsmaßnahmen wendet sich an die Eigentümer von Gebäuden.

Kurzfristige Maßnahmen

Organisatorische Vorkehrungen vor und richtiges Verhalten während und nach einem Naturereignis reduzieren wiederum in hohem Masse das Personen- und Sachwertrisiko. Bei Hagel sind die Storen und Rolläden beispielsweise einzuziehen, um Beschädigungen an diesen Beschattungsanlagen zu vermeiden. Die Informationen hierüber richten sich an die Bewohner.

11.2.3 ÜBERBLICK

Im Folgenden werden zuerst mögliche Folgen des Klimawandels im Bauen und Wohnen abgeschätzt (siehe Kapitel 11.3).

Naturgefahrenarten	
Meteorologische Naturgefahren	<u>Sturm</u> , <u>Hagel</u> , <u>Starkregen</u> , Schnee, Blitz
Gravitative Naturgefahren	<u>Überschwemmung</u> , <u>Sturmflut</u> , Rutschung, Stein- schlag, Murgang, Lawine
Klimatische Naturgefahren	<u>Hitzewelle</u> , Waldbrand, <u>Trockenheit</u> , Kältewel- le
Tektonische Naturgefahren	Erdbeben
Graduelle Gefahren der Klimaänderung	<u>Zunahme Winterniederschläge</u> , <u>Abnahme Som- merniederschläge</u> , <u>Temperaturerhöhung</u> , <u>Mee- resspiegelanstieg</u>

Tabelle 1: Naturgefahrenarten und Schwerpunktthemen dieser Studie



Danach werden in Abschnitt 11.4 für alle in Tabelle 1 aufgeführten Naturgefahrenarten die aussichtsreichsten Anpassungsmaßnahmen übersichtsartig aufgelistet. Um diese verschiedenen Anpassungsmaßnahmen anschaulich zu gestalten, enthält Kapitel 11.5 Fallbeispiel der Klimaanpassung eines bestehenden Wohnhauses.

In dem Kapitel 11.6 werden die Anpassungsmaßnahmen für jene Gefahren detailliert betrachtet, welche vor dem Hintergrund möglicher Folgen des Klimawandels in Deutschland in dieser Studie prioritär behandelt werden: Sturm, Hagel, Starkregen, Sturmflut, Überschwemmung, Hitzewelle, Trockenheit, Zunahme Winterniederschläge, Abnahme Sommerniederschläge, allgemeine Temperaturerhöhung und Meeresspiegelanstieg.

In Kapitel 11.7 wird versucht – trotz der bestehenden Unsicherheiten in den Klimaveränderungen – die aussichtsreichsten Klimaanpassungsmaßnahmen anhand verschiedener Kriterien zu identifizieren. Das Kapitel schließt mit einer Diskussion der möglichen Synergien und Konflikte der Klimaanpassungsmaßnahmen mit Klimaschutzinteressen (siehe Kap. 11.8).

11.3 KLIMAFOLGEN IM BAUEN UND WOHNEN

Für den Bereich Bauen und Wohnen sind die prognostizierbaren Größen Temperatur, Niederschlag, Wind/ Stürme und die Meeresspiegelhöhe am bedeutendsten. Auf diese Variablen wird im nachfolgenden detailliert eingegangen. Den Auswirkungen von Extremwetterereignissen wird aufgrund ihrer hohen Schadenpotenziale

innerhalb der folgenden Abschnitte besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

11.3.1 AUSWIRKUNGEN DER TEMPERATURÄNDERUNG

Die projizierten Veränderungen zur Lufttemperatur in Deutschland werden mit großen Folgen für menschliche Siedlungen einhergehen. Der Bereich Bauen und Wohnen muss sich auf diese Auswirkungen einstellen.

Gebäude sind unsere dritte Haut (Roaf et al. 2005), sie sollten uns vor der Außentemperatur schützen können. Die Temperaturbreite, in der sich Menschen komfortabel fühlen, liegt zwischen 20-30 °C (Innentemperatur der Gebäude), mit tendenziell höherem Komfortniveau in Regionen, die sich durch höhere Durchschnittstemperaturen auszeichnen (z.B. 19-23 °C in England [O’Sullivan 1994] und etwa 26 °C in Pakistan [Roaf et al. 2005]). In kommenden Jahrzehnten wird der Schutz vor mitunter sehr heißen Außentemperaturen eine große Herausforderung für den Bereich Bauen und Wohnen darstellen.

Ein Anstieg der Durchschnittstemperatur bedeutet eine Erhöhung und damit auch eine relative Verschiebung im Tagesverlauf der Temperaturen im Vergleich zum heutigen Klima. Es wird abends länger warm bleiben. In einer Großstadt wie London werden die sommerlichen Temperaturen, die heute um 19 Uhr gemessen werden, am Ende des Jahrhunderts um 23 Uhr auftreten (hohes Emissionsszenario) (Roaf et al. 2005).

In Wohngebäuden muss durch die zudem stärkere nächtliche Erwärmung besonde-



res Augenmerk auf die Gestaltung von Schlafräumen gelegt werden. Dies ist wiederum besonders in Städten zu beachten, in denen der Wärmeinseleffekt durch die miteinander in Beziehung stehenden Größen Dichte der Bebauung, Art der Baumaterialien, Rückstrahlung der Oberflächen, Windschneisen, Bewölkungsgrad und/oder Anzahl der Bevölkerung beeinflusst wird. In großen stark verdichteten Städten wie Athen ist die Durchschnittstemperatur in der Stadt ungefähr 8-13 °C höher als im Umland (Roaf et al. 2005). Extreme Hitze, wie im Sommer 2003, hat in Baden-Württemberg eine Mortalität von 900 bis 1.300 zusätzlichen Todesfällen allein im August 2003 verursacht (Koppe & Jendritzky 2004). Das entspricht einer Zunahme um ca. 16 - 24 Prozent. Für Gesamtdeutschland liegen keine genauen Zahlen vor. Nach Hochrechnungen wird aber von einer Anzahl von mindestens 7.000 zusätzlichen Todesfällen im Sommer 2003 ausgegangen (Jendritzky 2004). Es wurde nachgewiesen, dass vor allem die hohen nächtlichen Temperaturen für die gesteigerte Mortalität von Bedeutung waren.

In Bürogebäuden wiederum muss besonderes Augenmerk auf die hohen Tagestemperaturen gelegt werden. Diese wirken sich neben dem individuellen Komfort v.a. auf die Arbeitsproduktivität aus. Da Bürogebäude seit einigen Dekaden vermehrt mit Glasfassaden ausgestattet werden, machen sich höhere Temperaturen in ihnen besonders unangenehm bemerkbar. Ein Vergleich der Arbeitsproduktivität bei Bürotätigkeiten in verschiedenen Ländern ergab ein Optimum bei etwa 22 °C, bei Temperaturen von über 24 °C nimmt die Arbeitsproduktivität stetig ab (Seppänen et al. 2006).

Somit kann ein klimatisch unangepasstes Design hohe volkswirtschaftliche Schäden nach sich ziehen. In Bürogebäuden können auch gesundheitliche Folgen nicht ausgeschlossen werden. Besonders durch direkte Sonnenbestrahlung tagsüber im Büro können Gesundheitsrisiken (z.B. für die Haut) auftreten.

Während Hitzewellen steigt außerdem die Luftverschmutzung, die zusätzlich zur Hitze vor allem auf Asthmatiker und Ältere wirkt. Arten von Insektenbefall werden stärker und häufiger (z.B. Wespen, Bienen), in Kombination mit Feuchte kann auch der Schimmelpilz- und Pilzbefall in Gemäuern ansteigen.

Schon derzeit ist die Zahl der großen wetterbezogenen Naturkatastrophen (Sturm, Überschwemmung, Hitzewelle/Dürre, Waldbrand, Winterschaden/Frost, ohne Erdbeben) seit den 1960-er Jahren bis zum Jahrzehnt 1995-2004 von weltweit 13 Ereignissen auf 49, d.h. um mehr als das 3,5-fache gestiegen (Münchener Rück 2004). Noch stärker sind die volkswirtschaftlichen Schäden angewachsen. Sie haben sich - inflationsbereinigt - etwa auf das Sechsfache erhöht (Schaden zwischen 1995-2004 über 550 Milliarden US\$ weltweit; Münchener Rück 2004). In Deutschland hat die Hitzewelle im Sommer 2003 insgesamt (nicht nur im Bereich Bauen und Wohnen) einen volkswirtschaftlichen Schaden von mehr als 1,2 Milliarden EUR verursacht (Eisenreich et al. 2005, Grothmann 2005).

11.3.2 AUSWIRKUNGEN DER VERÄNDERUNG DES NIEDERSCHLAGS

Besonders beim Niederschlag sind für den Bereich Bauen und Wohnen die Extremere-



eignisse von Bedeutung. Es wird zunehmend sehr viel oder sehr wenig Regen in Deutschland geben. Einer Niederschlagszunahme müssen Gebäude aus der Luft aber auch und besonders am Boden standhalten können. Trockenheit wirkt sich vorwiegend über den Boden aus, z.B. durch Trockenrisse an Gebäuden.

In manchen Regionen, in denen sich Trockenheit und Niederschlagszunahme überlagern, erhöht sich dadurch die Überschwemmungsgefahr (z.B. in Teilen Süddeutschlands). Besonders nachteilig erweist sich dies auf stark verdichteten Böden wie Lehm. Diese sind bei Wasserüberschuss nur wenig durchlässig und erhöhen dadurch den Oberflächenabfluss und die Überschwemmungsgefahr. Hohe Schadenssummen durch Überschwemmungen (oft eine Kombination von steigenden Niederschlägen, Stürmen oder dem Meeresspiegelanstieg) sind dokumentiert worden. In Deutschland allein verursachten die Überschwemmungen im August 2002 volkswirtschaftliche Schäden in Höhe von rund neun Mrd. Euro (BFG 2002). Auch im Vergleich zu anderen extremen Naturereignissen war diese sogenannte Elbeflut ohne Beispiel und die teuerste Naturkatastrophe in der Geschichte Deutschlands (Grothmann 2005, Münchener Rück 2002).

Im Gegensatz dazu kann zu wenig Wasser für den Bereich Bauen und Wohnen ebenfalls folgenschwer sein. Besonders Lehm schrumpft bei Hitze und Trockenheit stark ein. Dadurch kommt es vermehrt zu Bodenrissen und Instabilitäten (mit Folgen für Gebäude, aber besonders für z.B. Dämme) (Roaf et al. 2005). Der Untergrund ist daher für den Bereich Bauen und Wohnen von entscheidender Bedeutung.

In zukünftig heißen Sommern mit wenig Niederschlag kann dies auch zum Absinken von Erdmassen führen, besonders in Regionen mit stark beanspruchtem Grundwasserspeicher.

Aufgrund des erhöhten Niederschlags in einigen Regionen werden auch Auswirkungen auf Baumaterialien erwartet. Dies betrifft v.a. Materialien, die pilz- und schimmelpilzanfällig sind.

11.3.3 AUSWIRKUNGEN DER VERÄNDERUNG DER WINDSYSTEME

Für den Bereich Bauen und Wohnen in Deutschland sind Windgeschwindigkeiten vor allem bedeutsam, wenn sie auf exponierte oder aufgrund des Alters oder der Bauweise windanfällige Gebäude treffen und mit Sekundäreffekten wie extremen Niederschlägen und Hagel einhergehen. Bei diesen Ereignissen erhöht sich die Verletzungsgefahr für Anwohner, z.B. durch ungesicherte, herab fallende Ziegel und Gebäudeteile, und es können sich weitergehende Folgen an Leib und Eigentum durch örtliche Überschwemmungen oder Hagelschäden ergeben.

Versicherungsdaten aus England zeigen, dass die neueren Gebäude (in England, die nach 1971 gebaut wurden), nicht so sehr die älteren, am windanfälligsten sind (Roaf et al. 2005). Vor der Einführung von Gebäuderichtlinien wurde nach lokalem Wissen und eher „übersichert“ gebaut. Seit der Einführung von Richtlinien wird somit nur der enthaltene, reguläre zehn Prozent-Puffer zur Berücksichtigung von Extremwetterereignissen miteinbezogen. Zusätzlich zu den baulichen Problemen ergeben sich in diesen Gebäuden auch logistische. Durch ihre Leichtbauweise, mit



Klimaanlage, ohne öffnende Fenster und ohne Fluchtwege ausgestattet, lassen sie z.B. bei gleichzeitig auftretenden Überschwemmungen keinen Ausweg. Diesen neueren Gebäuden ist bei der Anpassung an den Klimawandel besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

11.3.4 AUSWIRKUNGEN DES MEERESSPIEGELANSTIEGS

Global leben 23 Prozent aller Menschen in Küstenregionen (Roaf et al. 2005), welche die Auswirkungen der globalen Erwärmung besonders spüren werden. Deutschland hat Meereszugang an der Nord- und über die Ostsee und dort mit den Auswirkungen des Meeresspiegelanstiegs zu rechnen. Schutz vor herankommenden Sturmfluten, Überschwemmungen der Tiefländer und dem Anstieg des Grundwasserspiegels muss v.a. an der Nordseeküste geboten werden.

11.4 MASSNAHMENSPEKTRUM FÜR SÄMTLICHE NATURGEFAHREN

11.4.1 ÜBERSICHT

Die folgende tabellarische Übersicht erwähnt die lang- und kurzfristigen Klimaanpassungsmaßnahmen stichwortartig. In der Tabelle sind jene Gefahren unterstrichen, die in dieser Studie prioritär behandelt werden.

Naturgefahren	Langfristige Anpassungsmaßnahmen		Kurzfristige Anpassungsmaßnahmen
Meteorologische Naturgefahren	Maßnahmen beim Neubau	Maßnahmen an bestehenden Gebäuden	Maßnahmen des Verhaltens
<u>Sturm</u>	Berücksichtigung der Windlasten bei der Tragwerksbemessung	Unterhalt und Erneuerung von Dach und Fassade (Vermeidung von Schwachstellen), Verstärkungen der Dach- und Fassadenkonstruktion	Markisen und Raffstoren hochziehen, Fenster, Türen und Tore schließen, Sichern von leichten Gegenständen im Freien
<u>Hagel</u>	Verwendung von hagelresistenten Materialien der Gebäudehülle	Ersatz von hagelempfindlichen Materialien der Gebäudehülle, Anbringen von Schutznetzen und Schutzgittern	Markisen, Rolladen und Raffstoren hochziehen, Auto in Garage parkieren
<u>Starkregen</u>	Berücksichtigung der Regenspenden bei der Entwässerung von Dach und Liegenschaft	Maßnahmen zur Abführung von Oberflächenwasser	Abläufe reinigen, mobile Verschlüsse anbringen (Dammbalken, Rückstausicherungen, etc.)
Schnee	Berücksichtigung der Schneelasten bei der Tragwerksbemessung	Verstärkungen der Dachkonstruktion	Dachschnee entfernen, Absperrungen und Evakuationen
<u>Sturmflut</u>	Erhöhte Bauweise, verschließbare Öffnungen, Fluchtwege	verschließbare Öffnungen, Fluchtwege	Mobile Schutzvorkehrungen anbringen, Verlassen der gefährdeten Gebiete
Blitz	Blitzschutzmaßnahmen	Ausrüsten mit Blitzschutzanlage	Aufenthalt im Gebäude oder im Auto

Gravitative Naturgefahren	Maßnahmen beim Neubau	Maßnahmen an bestehenden Gebäuden	Maßnahmen des Verhaltens
<u>Überschwemmung</u>	Erhöhte Bauweise, verschließbare Öffnungen, dichte Gebäude, Abschirmungen	Mobile Sperren, Gebäudeabdichtung, verschließbare Öffnungen	Mobile Sperren anbringen, Mobiliar in obere Etagen räumen, Verlassen der gefährdeten Räume
Rutschung	Spezialfundation, kubische Bauweise, Entwässerungen	Bodenstabilisierung, Entwässerung	Rechtzeitiges Verlassen des Gebäudes
Steinschlag	Verstärkte und geschützte Außenwände, Dammbauwerke, Schutznetze	Schutznetz, Dammbauwerke	Rechtzeitiges Verlassen des Gebäudes
Murgang	Dammbauwerke, Spaltkeil, verstärkte Außenwände	Dammbauwerke, Spaltkeil	Rechtzeitiges Verlassen des Gebäudes
Lawine	Dammbauwerke, Spaltkeil, verstärkte Außenwände	Dammbauwerke, Spaltkeil	Rechtzeitiges Verlassen des Gebäudes
Klimatische Naturgefahren	Maßnahmen beim Neubau	Maßnahmen an bestehenden Gebäuden	Maßnahmen des Verhaltens
<u>Hitzewelle</u>	Gebäudeisolation, Lüftungssysteme, Beschattung	Gebäudeisolation, Beschattung,	tagsüber Fenster und Storen geschlossen halten, nachts für Durchlüftung sorgen, viel Trinken
Waldbrand	Einhaltung genügend großer Waldabstände	Waldschneisen zur Brandabschnittsbildung	Rechtzeitiges Verlassen des Gebäudes
<u>Trockenheit</u>	Brauchwassernetz mit Brauchwassertank	Brauchwassertank	Bereitstellung von Trinkwasservorräten
Kältewelle	Gebäudeisolation, kleine Fensteröffnungen	Gebäudeisolation	Vermeidung des längeren Aufenthaltes im Freien

Tektonische Naturgefahren	Maßnahmen beim Neubau	Maßnahmen an bestehenden Gebäuden	Maßnahmen des Verhaltens
Erdbeben	Berücksichtigung der Erdbebenlasten bei der Tragwerksbemessung	Verstärkung des Tragwerkes, Befestigung von Mobilien	Aufenthalt im Bereich von Türrahmen oder unter Tischen und Betten
Graduelle Gefahren der Klimaänderung	Maßnahmen beim Neubau	Maßnahmen an bestehenden Gebäuden	Maßnahmen des Verhaltens
<u>Zunahme Winterniederschläge</u>	Berücksichtigung der höheren Regenspenden bei der Entwässerung von Dach und Liegenschaft	Maßnahmen zur Abführung von Oberflächenwasser	Abläufe reinigen, mobile Verschlüsse anbringen (Dammbalken, Rückstausicherungen, etc.)
<u>Abnahme Sommerniederschläge</u>	Vgl. Trockenheit	Vgl. Trockenheit	Vgl. Trockenheit
<u>Temperaturerhöhung</u>	Gebäudeisolation, Lüftungssysteme	Zusätzliche Beschattungsmaßnahmen	-
<u>Meeresspiegelanstieg</u>	Berücksichtigung bei der Lage und Höhe von Gebäude und Öffnungen	Gebäudeabdichtung, Gebäudeanhebung, Abschirmung	-

Tabelle 2: Lang- und kurzfristige Klimaanpassungsmaßnahmen

11.4.2 POTENZIALE ZUR MINDERUNG VON SCHÄDEN AN EIGENTUM, LEIB UND LEBEN

Minderungspotenzial bei Eigentum

Die folgende Tabelle veranschaulicht den mittleren zu erwartenden Schaden pro betroffenes Gebäude und das Schadenminderungspotenzial durch Anpassungsmaßnahmen. Mit Ausnahme von einzelnen Daten zu Durchschnittsschäden aus der

Schweiz handelt es sich hierbei um Schätzungen.

Naturgefahren	Eigentum	
	Durchschnittliche Schäden pro betroffenes Gebäude in Euro	Schadenminderungspotenzial [%] - Schätzungen
Meteorologische Naturgefahren		
Sturm	1000 (Galuba 1997)	30 - 80 %
Hagel	4000 (Münchener Rück 1984)	30 - 80 %
Starkregen	10'000 (Müller 2003)	50 - 100 %
Sturmflut	20'000 (Schätzung)	30 - 100 %
Gravitative Naturgefahren		
Überschwemmung	25'000 (Thieken et al. 2005)	25 % - 100 %
Klimatische Naturgefahren		
Hitzewelle	500 (Schätzung)	0 - 30 %
Trockenheit	500 (Schätzung)	0 - 30 %
Kältewelle	500 (Schätzung)	0 - 30 %
Graduelle Gefahren der Klimaänderung		
Zunahme Winterniederschläge	Schadenzunahme bei Starkregen	50 - 100 %
Abnahme Sommer-niederschläge	Schadenminderung bei Starkregen	
Temperaturerhöhung	schadenneutral	
Meeresspiegelanstieg	Schadenzunahme bei Überschwemmung	30 - 100 %

Tabelle 3: Zu erwartender Schaden und Schadenminderungspotenzial

Minderungspotenzial bei Leib und Leben

Sowohl die durchschnittliche Anzahl Todesopfer wie auch das Schadenminderungspotenzial stellen Schätzungen dar. Die Opferzahlen wurden aufgrund der historischen Ereignisse in Deutschland abgeschätzt (vgl. Merz 2006).

Die Opferzahlen wurden aufgrund der historischen Ereignisse in Deutschland abgeschätzt (vgl. Merz 2006).

Naturgefahren	Leib und Leben	
	Durchschnittliche Anzahl Todesopfer pro Ereignis in Deutschland - Schätzungen	Schadenminderungspotenzial [%] - Schätzungen
Meteorologische Naturgefahren		
Sturm	20 - 50	0 - 20 %
Hagel	0	
Starkregen	5 - 10	0 - 20 %
Sturmflut	20 - 500	0 - 40 %
Gravitative Naturgefahren		
Überschwemmung	0 - 20	0 - 50 %
Klimatische Naturgefahren		
Hitzewelle	2'000 - 5'000	20 - 60 %
Trockenheit	0	
Kältewelle	20 - 100	0 - 20 %
Graduelle Gefahren der Klimaänderung		
Zunahme Winterniederschläge	Nicht bestimmbar	
Abnahme Sommerniederschläge	Nicht bestimmbar	
Temperaturerhöhung	Nicht bestimmbar	
Meeresspiegelanstieg	Nicht bestimmbar	

Tabelle 4: Minderungspotential bei Leib und Leben

11.5 FALLBEISPIEL DER KLIMAAANPASSUNG EINES BESTEHENDEN WOHNHAUSES

11.5.1 AUSGANGSLAGE

Für die Anpassung eines Wohnhauses an die Klimaveränderung sollen die Kosten abgeschätzt werden. Die Berechnungen werden an einem Fallbeispiel durchgeführt: Das 2-geschossige Einfamilienhaus (Bauhaus-Stil) weist ein Flachdach auf und befindet sich in Bern unmittelbar neben der Aare.



Abbildung 1: Fallbeispiel für die Kostenabschätzung (Quelle: Egliengineering)

11.5.2 AUFGABENSTELLUNG

Für das Fallbeispiel wird von folgenden klimatischen Veränderungen ausgegangen (Referenz ist das Klima im 20. Jahrhundert):

- Ausgeprägte saisonale Temperaturextreme (Hitze/Kälte)
- Häufigere und stärkere Hochwasser

- Häufigere und stärkere Hagelereignisse
- Häufigere und stärkere Sturmereignisse

11.5.3 MASSNAHMEN

Als Anpassung an das veränderte Klima werden folgende Maßnahmen ergriffen:

Temperaturextreme

Als Schutz vor grosser Hitze und Kälte wird die Fassade verstärkt isoliert, die Fenster werden durch moderne Fenster ersetzt und eine Bodenisolierung zu den Kellerräumen und zum Speicher eingebaut.

Fassadenfläche	288 m ²	49'000.- Euro
Fensterersatz	35 m ²	15'000.- Euro
Bodenisolierung	240 m ²	7'500.- Euro
Total		71'500.- Euro

Tabelle 5: Kostenabschätzung Temperaturextreme

Hochwasser

Die unmittelbare Lage neben der Aare verlangt einen umfassenden Objektschutz. Das freistehende Gebäude soll mit einer Mauer umfasst werden und die Öffnungen zur Garage und zum Haus können im Ernstfall mit Dammbalken geschlossen werden. Die Vorwarnzeit von mehreren Stunden erlaubt solche temporäre Maß-

nahmen. Die Rohrleitungen zum Gebäude werden mit Rückstauklappen versehen, um einen Rückstau aus der Kanalisation zu verhindern.

Schutzmauer aus Beton armiert, 1 m hoch	30 m	18'000.- Euro
Dammbalken, 1 m hoch	4 m	2'500.- Euro
Rückstauklappen	3 Stück	3'500.- Euro
Total		24'000.- Euro

Tabelle 6: Kostenabschätzung Hochwasser

Hagel und Sturm

Das bestehende Flachdach soll bei einer Sanierung mit neuen Dichtungsbahnen, einer Kiesschicht und Steinplatten gegenüber Sturm gesichert werden. Die zusätzliche Isolation schützt vor Temperaturextremen.

Rückbau altes Dach	120 m ²	4'000.- Euro
Flachdach (Dampfsperre, Wärmedämmung, Dichtungsbahn) und Dachabschluss	120 m ²	17'500.- Euro
Kies und Platten	120 m ²	5'000.- Euro
Total		26'500.- Euro

Tabelle 7: Kostenabschätzung Hagel und Sturm

Schlussfolgerung

Die baulichen Anpassungen des Beispielhauses mit Isolation, Objektschutz und Schutz vor Hagel und Sturm kommen auf stattliche 122'000.- Euro. Dabei werden einzelne Maßnahmen nicht berücksichtigt: Die auf Hageleinwirkung empfindlichen Rollläden werden nicht ersetzt, da momentan keine hagelresistenten Produkte auf dem Markt vorhanden sind. Bauliche Veränderungen wie Wetterschutz kommen aus architektonischer Sicht kaum in Frage. Mit der Klimaveränderung kann auch die Häufigkeit der Starkregenereignisse zunehmen. Die baulichen Maßnahmen (Ablussvergrößerung der Abwasserleitungen im Boden, Schachtdeckel, Dachwasserableitung) sind sehr variabel und kostenintensiv und werden im Fallbeispiel nicht berücksichtigt.

Die Kostenabschätzung dieses Fallbeispiels lässt sich nur schwer auf weitere Häuser übertragen; die Variabilität an Gebäuden ist gross und die klimatischen Einwirkungen sind teilweise standortsabhängig.

11.6 VERTIEFTE MAßNAHMENDARSTELLUNG FÜR AUSGEWÄHLTE NATURGEFAHREN¹

11.6.1 STURM

Einwirkung

Schäden an Gebäuden werden durch die kurzzeitigen (wenige Sekunden dauern) Böenspitzen verursacht. Die Einwirkung ist umso stärker, je größer die Geschwindigkeit dieser Böenspitzen ausfällt und je besser die Eigenfrequenz des Gebäudes mit dem energiereichen Frequenzinhalt des Windes übereinstimmt. Es sind vor allem die Sogkräfte, welche die Ursache von Schäden an Gebäuden darstellen. Der Anprall von fliegenden Trümmerteilen stellt eine weitere Einwirkungsart bei Sturm dar.

Langfristige Anpassungsmaßnahmen

Neubau

Die Windlasten sind bei der Tragwerksbemessung gemäß Eurocode 1 zu berücksichtigen. Zur Bemessung bedarf es Angaben zum Referenzstaudruck, zur Hauptwindrichtung und zu den lokalen Windverhältnissen. Es steht dem Bauherrn frei, sein Gebäude auf höhere Windlasten als es die Norm vorsieht bemessen zu lassen. Angesichts einer möglichen Zunahme von Sturmereignissen und Sturmstärke ist diese Vorsorge insbesondere bei kriti-

schen Standorten zu prüfen (Küste, Seeufer, offene Ebene, Kuppe). Die Bemessung auf höhere Windlasten verursacht bei einem Neubau nur geringe Mehrkosten im Vergleich zu einer Verstärkung eines bestehenden Gebäudes.

Die ermittelten Kräfte außen und innen des Gebäudes sind über die gesamte Konstruktion und deren Komponenten von Dach bis Fundament abzuleiten. Schadenfälle treten auf, wenn dieser Kraftfluss eine Lücke aufweist. Zum Beispiel zwischen Dachbedeckung und Gebäudedecke, zwischen Pfosten und Fundament sowie bei den Elementen der Gebäudehülle (Fassade, Storen, Solaranlage, usw.).

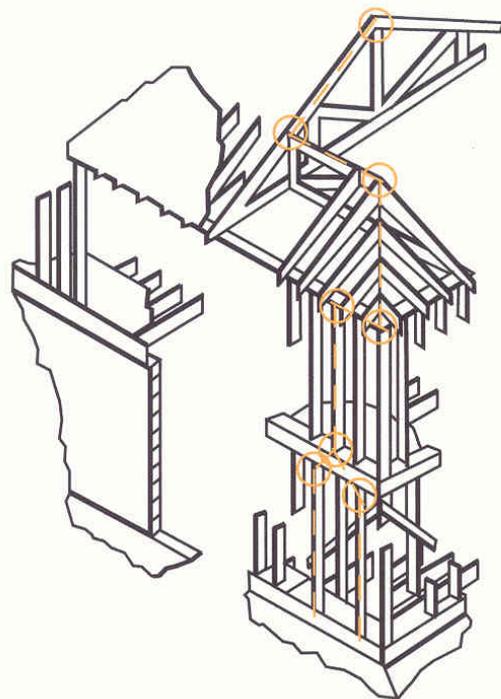


Abbildung 2: Vertikaler Kraftfluss (Sogmessung) Quelle: Egli 2007

¹ nach Egli (2008)

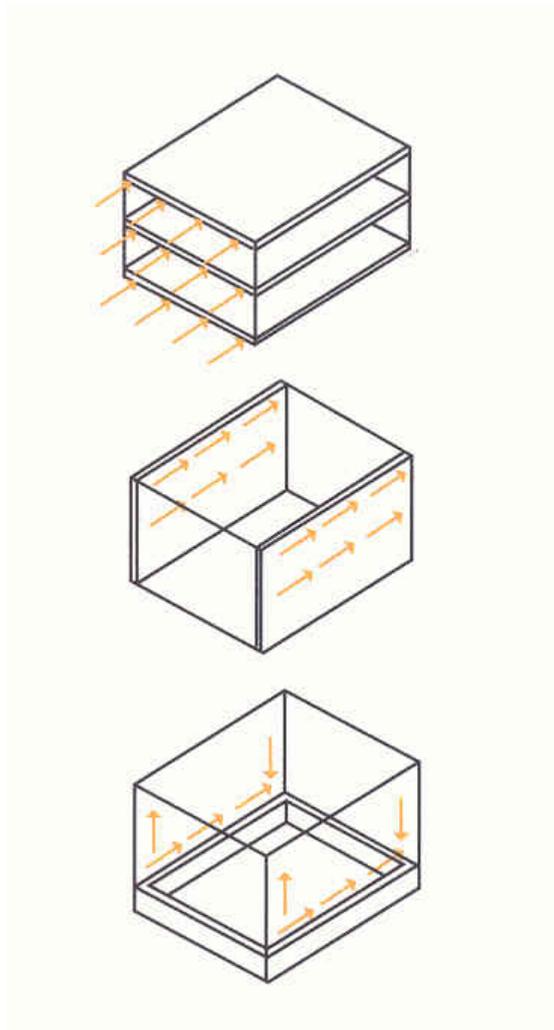


Abbildung 3: Horizontaler Kraftfluss (Steifigkeit) Quelle: Egli 2007



Abbildung 4 (Quelle: Gebäudeversicherung des Kantons St Gallen)

Kanten und Eckbereiche sind in Bezug auf die Sogkräfte am meisten gefährdet.

Bestehender Bau

Ein regelmäßiger Unterhalt von Dach und Fassade gewährleistet die Widerstandsfähigkeit eines Gebäudes gegen Sturm. Verstärkungen an der Dach- und Fassadenkonstruktion können im Rahmen einer Gebäudeerneuerung vorgenommen werden.

Bei einer Flachdacherneuerung sind die Anforderungen hinsichtlich Sturm, Starkregen, Hagel und Schnee zu überprüfen.



Abbildung 5 (Quelle: Egli Engineering)

Raffstoren

Bei der Wahl der Raffstoren ist die maximal zulässige Windlast beim Hersteller in Erfahrung bringen zu lassen. Windsensoren schützen automatisch betriebene Storen bei höheren Windgeschwindigkeiten.



Abbildung 6: Testversuch an Raffflamelenstoren zur Ermittlung der maximalen Windlast (Quelle: Egli Engineering)

Kamine, Schornsteine, Antennen



Abbildung 7: Abgerissener Kaminhut (Quelle: Gebäudeversicherung Kanton Zürich)

Hohe Masten und Schornsteine sind wegen ihrer schlanken Form in der Regel schwingungsanfällig und müssen deshalb sicher verankert werden, zum Beispiel durch Abspannung. Diese Aufbauten sind überdies verantwortlich für erhöhten Sog im näheren Umfeld.

Den Abspannungen kommt hinsichtlich der Standsicherheit eine besondere Bedeutung zu. Erforderlich ist deshalb die:

- Sicherstellung eines dauernd wirksamen Korrosionsschutzes.
- Regelmäßige Überprüfung der Abspannung samt ihrer Verankerung.



Abbildung 8 Abgerissene Satellitenantenne (Quelle von Abb. 7 und 8: Gebäudeversicherung Kanton Zürich)

Vordächer / Unterstände

Unterstände und Vordächer erleiden oft einen Totalschaden infolge einer Überlagerung der Sogkraft von oben und der Druckkraft von unten.



Solarzellen

Die Belastung von Solarzellen ist entsprechend ihrer Anordnung auf dem Dach oder an der Fassade gesondert zu überprüfen.

Abbildung 9 (Quelle: Gebäudeversicherung Kanton Aargau)



Abbildung 10 (Quelle: Gebäudeversicherung Kanton St. Gallen)

Garagen

Garagen und deren Tore sind wie ein Gebäude auf die Windbeanspruchung zu bemessen. Leichtbauweisen sind insbesondere gegen Abheben bei geöffnetem Tor zu sichern.

Dachverstärkungen

Verstärkungen der Bedachung sind in den Rand-, Giebel- und Eckbereichen notwendig. Hersteller und Berufsverbände weisen auf die notwendigen Befestigungen hin (Ziegelklammerung, Auflast oder Verklebung der Dachfolien, Klammern des Blechdaches).



Abbildung 11: Sturmklammerung (Quelle: D. Aller)



Abbildung 12: Firstziegelvermörtelung (Quelle: D. Aller)

Wirtschaftlichkeit

Die geschätzten Mehrkosten für Neubauten bei einer Bemessung auf höhere Windlasten dürften im Bereich von einem Promille der gesamten Investitionskosten liegen. Windsensoren für Storen sind für weniger als 100 Euro erhältlich.

Kurzfristige Anpassungsmaßnahmen

Vor dem Sturm

- Fenster schließen
- Fensterläden und Rolläden schließen
- Markisen und Raffstoren einziehen
- Gartenmöbel anbinden oder ins Haus nehmen
- Blumentöpfe ins Haus stellen
- Weitere lose Gegenstände (Bsp. Fahrräder, Gartenutensilien, Abfallsäcke) ins Haus oder in die Garage stellen
- Tiere in Sicherheit bringen

Während dem Sturm

- Im Haus bleiben
- Keine Reparaturen während des Sturms vornehmen
- Bäume und Wälder auch nach dem Sturm meiden

11.6.2 HAGEL

Einwirkung

Die Einwirkung durch den Hagelschlag ist umso heftiger, je größer der Durchmesser und je kantiger die Form der Hagelkörner sind. Ist der Hagel von Sturm begleitet, so sind neben dem Dach auch die Fassaden von der Einwirkung betroffen. Ist der Hagel durch Starkregen begleitet, so kommt es zu Überschwemmungen infolge der Verstopfung der Entwässerungseinrichtungen.

Zwischen 1983 und 2003 hat sich die Anzahl großer Hagelzüge in der Schweiz (Zugbahnlänge > 100 km) verdoppelt. Die großen Hagelzüge verursachen Hagelkörner mit großem Durchmesser. Diese schä-



digen empfindliche Dach- und Fassadenmaterialien wie zum Beispiel Kunststoffe, Bleche und Außendämmungen. Die Beschattungselemente sind allgemein sehr empfindlich gegenüber der Einwirkung durch Hagel.

Langfristige Anpassungsmaßnahmen

Maßnahmen am Neubau

Am Neubau sollten lediglich hagelresistente Materialien der Gebäudehülle verwendet werden. Der minimale Hagelwiderstand soll 3.5 Joule betragen, bezogen auf den Beschuss mit Eiskugeln. Dies entspricht der Energie eines frei fallenden Hagelkorns mit 30 mm Durchmesser.

Problematische Bauteile und Produkte sind:

- Raffstoren, Rolladen (Beulen, Verbiegung)
- Platten, Lichtkuppeln und Lichtbänder aus Kunststoffen (Weißbruch, Risse und Perforation)
- Bleche (Beulen)
- Holzfassaden (Beulen)

Bei Kunststoffprodukten ist zudem zu berücksichtigen, dass der Hagelwiderstand der gealterten Materialien sehr schnell abnimmt (Weichmacherverlust infolge UV Bestrahlung).

Abdichtungsbahnen

Freiliegende Abdichtungsfolien erleiden durch Hagelschlag Strukturschäden. Mit steigender Hagelkorngröße können fol-

gende Schäden beobachtet werden: Mikrorisse, Makrorisse, Perforation. Bei bekiesten Flachdächern trifft man oft auf An- und Abschlüsse, bei denen sich die aufgeklebte Dachhaut aus Kunststoff abgelöst hat und sich mehr oder weniger weit vom Anschluss zur Dachfläche hin abgespannt oder gar unter dem Deckstreifen hervorgerissen ist.

Diese Abspannungen sind eine Folge des Weichmacherverlustes und führen zu einer vorzeitigen Alterung der Dichtungsbahnen in Form von Versprödung und Beeinträchtigung der mechanischen Eigenschaften. Die Reißdehnung, Reißfestigkeit und Faltbiegung in der Kälte nehmen ab und der Widerstand gegen mechanische Einwirkungen insbesondere durch Hagelschlag wird kleiner. Der Zeitpunkt für eine Erneuerung der Abdichtung ist nun gekommen. Jährliche Kontrollen des Flachdaches geben Auskunft über diesen Termin.

Lichtdurchlässige Kunststoffprodukte

Lichtdurchlässige Kunststoffprodukte erleiden durch Hagelschlag Strukturschäden. Mit steigender Hagelkorngröße können folgende Schäden beobachtet werden: Mikrorisse (Sternbildung), Makrorisse, Perforation.

Die folgenden Bilder zeigen Perforationen an unterschiedlichen Materialien und Anwendungen.



Abbildung 13: Perforation von Wellplatten



Abbildung 14: Perforation von Lichtbändern aus Kunststoff (Quelle beider Bilder: Gebäudeversicherung Kanton Zürich)

Glas

Die Erfahrungen aus den letzten Jahrzehnten in Europa bei Hagelschlag zeigen, dass bei der Verwendung der äußeren Scheibe in Einscheibensicherheitsglas (ESG) eine hohe Sicherheit gegen Glasbruch infolge Hagelschlag gegeben ist.

ESG ist ein Glas mit Vorspannung in der Oberfläche.

Grundsätzlich sollte bei der Planung darauf geachtet werden, dass Möglichkeiten geschaffen werden, Scheiben relativ einfach und kostengünstig nach Bruch zu ersetzen. Überdimensionierte Scheiben, die nachträglich nicht mehr durch die Gebäude, bzw. auch von außen nur mit hohem Aufwand eingebaut werden, sollten vermieden werden. Planerische Maßnahmen sollen den einfachen Ersatz ermöglichen.

Vordächer aus Glas sind bei Rahmenlagerung aus Verbundsicherheitsglas (VSG) und bei punktueller Lagerung aus Teilvorgespanntem Glas (TVG) zu wählen.

Holz

Fassaden aus unbehandeltem Holz weisen den besten Hagelwiderstand aus. Nach einem starken Hagelschlag kann durch Bürsten der Oberfläche ein einheitliches Farbbild (eine einheitliche Vergrauung) wiederhergestellt werden. Vertikal gerichtete Verkleidungen sind unempfindlicher gegenüber Kantenschäden als horizontal gerichtete Verkleidungen. Bei horizontal gerichteter Verkleidung ist insbesondere die Stülpschalung unempfindlich gegenüber Kantenschäden. Im Weiteren sind Vordächer zu empfehlen, welche die Fassade vor direktem Hagelschlag schützt.

Bleche

Bleche erleiden durch Hagelschlag Farb- und Formschäden. Mit steigender Hagelkorngröße können folgende Schäden beobachtet werden: Farbveränderung, Beulen.



Abbildung 15: Das Beulen der Bleche ist abhängig von der Materialart und -stärke (Quelle: Egli Engineering)

Vertikal gerichtete Verkleidungen sind unempfindlicher gegenüber Kantenschäden als horizontal gerichtete Verkleidungen. Blechfassaden sind allenfalls zusätzlich durch ausreichende Vordächer zu schützen.

Verputz

Verputze erleiden durch Hagelschlag Farb- und Strukturschäden. Mit steigender Hagelkorngröße können folgende Schäden beobachtet werden: Farbabschlagen, Verputzabschlagen, Delle (bei außen liegender Isolation).

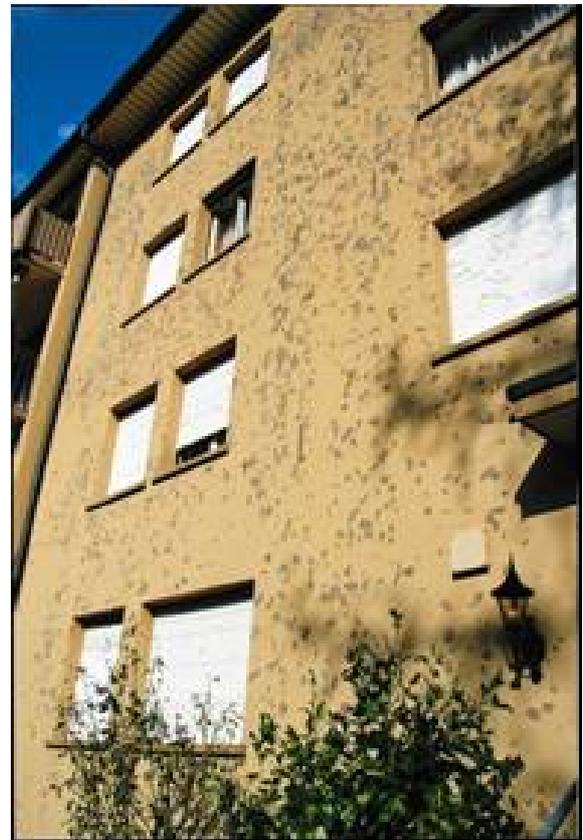


Abbildung 16a/b: Erscheinungsbild von schweren Fasadenschäden nach Hagelschlag (Quelle: STO)

Bei großflächigen Schäden mit Undichtheit ist ein Ersatz des Verputzes notwendig. Bei kleinflächigen Schäden mit Undichtheit und bei Farbschäden steht die Reparatur des bestehenden Verputzes im Vordergrund. Der Hagelwiderstand des Verputzes ist insbesondere bei Verwendung einer Außenisolation vom Hersteller nachzuweisen.

Lichtundurchlässige Kunststoffplatten

Lichtundurchlässige Kunststoffplatten erleiden durch Hagelschlag Strukturschäden. Mit steigender Hagelkorngröße können folgende Schäden beobachtet werden: Risse, Perforation.



Abbildung 17: Perforation von Fassadenplatten aus Kunststoff (Quelle: Gebäudeversicherung Kanton Zürich)

Der Hagelwiderstand der Produkte steigt mit zunehmender Materialstärke (Dicke). Der Hagelwiderstand und das Langzeitverhalten sind von den Herstellern nach-



Abbildung 18: Perforation von Fassadenplatten aus Kunststoff (Quelle: Egli Engineering)

zuweisen. Vertikal gerichtete Verkleidungen sind unempfindlicher gegenüber Kantenschäden als horizontal gerichtete Verkleidungen.

Abschlüsse (Storen, Rolläden)

Abschlüsse erleiden durch Hagelschlag Formschäden. Mit steigender Hagelkorngröße können folgende Schäden beobachtet werden: Beulen, Verbiegung, Perforation (nur bei Kunststoffprodukten).



Abbildung 19: Beulen an Rafflamellenstoren (Quelle: Egli Engineering)

Beulen an Rafflamellenstoren beeinträchtigen die Ästhetik dieses Fassadenelementes. Die Funktionstüchtigkeit muss hierdurch nicht beeinflusst sein.

Bei Verbiegungen von Rafflamellenstoren ist die Funktionstüchtigkeit nicht mehr gegeben.



Abbildung 20: (Quelle: Gebäudeversicherung Kanton Zürich)

Der Hagelwiderstand steigt mit zunehmender Materialstärke (Dicke). Das Hochziehen von Storen und Rollläden vor dem Hagelschlag stellt den besten Objektschutz dar. Zurzeit sind auf dem Markt noch keine Sensoren zur Detektion von Hagel erhältlich (nur Regen-, Wind- und Temperatursensoren für die Automation von Abschlüssen). Eine Koppelung der Steuerungssysteme mit dem Meteoalarm wäre zu prüfen.

Maßnahmen am bestehenden Bau

Der Ersatz von hagelempfindlichen Materialien der Gebäudehülle kann im Rahmen einer Erneuerung der Gebäudehülle vollzogen werden. Als Alternative hierzu können Schutznetze und Schutzgitter über empfindlichen Partien angebracht werden.

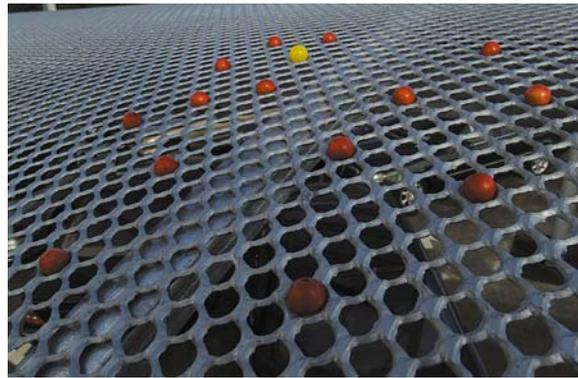


Abbildung 21: Hagelschutzgitter für Autoabstellplätze (Quelle: Nachbarschulte)

Wirtschaftlichkeit

Durch die Wahl von hagelresistenten Materialien beim Neubau und Umbau von Gebäuden entstehen keine Mehrkosten.

Kurzfristige Anpassungsmaßnahmen

Vor dem Hagel

- Markisen, Rollladen und Raffstoren einziehen.
- Fensterläden schließen
- Auto in Garage parkieren
- Gartenmöbel geschützt lagern oder mit Hagelschutznetz schützen
- Blumentöpfe ins Haus stellen
-

Während dem Hagel

- Im Haus bleiben
- Minderung von Folgeschäden bei Glasbruch von Dachfenstern

Nach dem Hagel

- Kontrolle von Dach und Fassade hinsichtlich von Beschädigungen
- Reparaturarbeiten an Dach und Fassade in Auftrag geben
- Abflussvorrichtungen reinigen

11.6.3 STARKREGEN

Einwirkung

Starkregen ist ein Niederschlag von außerordentlicher Heftigkeit. Auf Flachdächern und Balkonen kann es zum kurzzeitigen Einstau mit stehendem Wasser kommen. Plätze werden kurzzeitig eingestaut von oberflächlich zufließendem Wasser der angrenzenden Terrainflächen und durch überschießendes Wasser von Steildächern. Ist der Starkregen von Sturm begleitet, so führen abgebrochene Äste und Blätter zu einer Verstopfung der Einlassbauwerke der Entwässerung.

Langfristige Anpassungsmaßnahmen

Neubau

Die erwartete Zunahme intensiver Starkniederschläge ist bei der Bemessung der Liegenschaftsentwässerung zu berücksichtigen. Betroffen hiervon sind Erd- und Untergeschosse von Gebäuden angrenzend an Hanglagen und in Muldenlagen. Auch in Stadtzentren kann diese Gefährdung vermehrt auftreten, da die Entwässerungen oft auf wenig intensive Niederschläge bemessen sind (Bemessungsgröße ist in der Regel ein Niederschlag der Wiederkehrperiode von 5 - 10 Jahren).

Das Erdgeschoss von Neubauten ist nach Möglichkeit über der Rückstauenebene anzuordnen. So kann das Eindringen von Wasser über Türen und Fenstertüren vermieden werden. Fensteröffnungen von Untergeschossen sind speziell zu schützen mit erhöhten Lichtschachteinfassungen. Kritische Stellen des Wassereintrittes sind

zudem: Leitungsdurchführungen, Rückstau in der Kanalisation, undichte Fugen in Böden und Wänden.



Abbildung 22 (Quelle: Gebäudeversicherung Kanton Bern)

Dieser Erddamm mit Schachtüberlauf verhindert das Zufließen von Oberflächenwasser aus dem angrenzenden Grünland in die Neubausiedlung

Bestehender Bau



Abbildung 23: Erhöhte Anordnung des Lichtschachtes (Quelle: Egli Engineering)

Die Erhöhung von Lichtschachteinfassungen kann bei bestehenden Bauten das Risiko von Untergeschossen reduzieren.



Abbildung 24: Diese Rampe verhindert den Zufluss von Straßenwasser über den Treppenzugang (Quelle: Egli Engineering)



Abbildung 25: Einbau einer Sickerleitung mit Schachtöffnung angrenzend an eine ansteigende Wieslandfläche (Quelle: Gebäudeversicherung Kanton Zürich)

Rückstauschutz der Kanalisation:

Bei Kanalisationsleitungen ist der Schutz vor einem Rückstau resp. Rückfluss die wichtigste Maßnahme. Mittels verschiedener Typen von Rückstauklappen und -schiebern kann eine Überschwemmung im Gebäudeinnern durch Rückströmungen im Kanalisationsnetz vermieden werden. Es wird unterschieden zwischen:

- Automatischen Rückstauklappen
- Manuellen Rückstauschiebern

Der Vorteil der automatischen Rückstauklappe liegt in ihrer Unabhängigkeit bezüglich eines menschlichen Eingriffes. Dies ist wichtig, da der Eintritt eines Rückstaus nicht direkt wahrnehmbar ist. Die Anordnung solcher Rückflusssperren kann bei Gebäuden außerhalb des potentiellen Überschwemmungsgebietes ebenfalls von Bedeutung sein. Insbesondere wenn die oberirdische Ausdehnung durch Hindernisse beschränkt wird, kann es zur Flutung von Gebäuden in an sich unbeeinträchtigten Gebieten kommen.

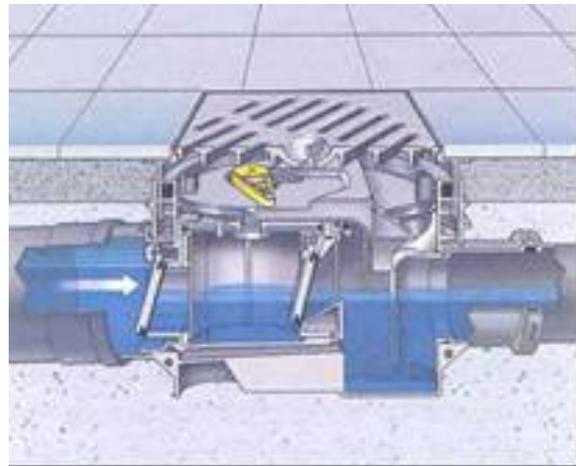


Abbildung 26: Kombination von Bodenablauf mit Rückstauklappe für fäkalienfreies Wasser (Quelle: Kessel GmbH)

Wirtschaftlichkeit

Beim Neubau lässt sich allein durch konstruktive Lösungen das Risiko durch Starkniederschläge ohne wesentliche Mehrkosten beschränken (Schätzung: 1 Promille der gesamten Investitionskosten).

Die Maßnahmen zum Schutz vor Oberflächenwasser bei bestehenden Gebäuden variieren sehr stark je nach Objekt. Im günstigen Fall sind Investitionen von einigen hundert Euro ausreichend und in aufwändigeren Fällen sind mehrere tausend

bis zehntausend Euros notwendig. Eine Entscheidungsgrundlage bietet hier die Kosten - Nutzenanalyse (vgl. Anhang).

Kurzfristige Anpassungsmaßnahmen

Vor dem Starkregen

- Abläufe reinigen
- Fenster schließen
- Rückstauvorrichtungen kontrollieren und periodisch warten
- Mobile Absperrvorrichtungen anbringen

Während dem Starkregen

- Verstopfte Abläufe freimachen

Nach dem Starkregen

- Verstopfte Abläufe freimachen
- Kontrolle des Entwässerungssystems

Langfristige Anpassungsmaßnahmen

Neubau

Der beste Schutz vor der Sturmflut bietet die erhöhte Anordnung des Neubaus. Die Maßnahmenpalette ist gleich wie diejenige bei einer Überschwemmungsgefährdung (vgl. folgendes Kapitel). Von besonderer Bedeutung sind bei Sturmflutgefährdung die Fluchtwege.



Abbildung 27: Erhöhte Anordnung dieses Neubaus (Quelle: Egli Engineering)

11.6.4 STURMFLUT

Einwirkung

Eine Sturmflut ist ein durch Sturm mit auflandigen Winden erhöhter Tidenstrom. Von einer Sturmflut wird gesprochen, wenn der Tidenhöchststand das mittlere Tidenhochwasser um 1,5 Meter oder mehr übersteigt. Sie tritt im Frühjahr und im Herbst z.B. in Gebieten der Nordsee auf.

Die Einwirkung auf Gebäude entspricht weitgehend derjenigen von Überschwemmungen. Als besondere Belastung ist die Wellenhöhe und die Dynamik der Wellenkraft zu berücksichtigen.

Bestehender Bau

Wie bei Überschwemmungsgefährdung stehen bei bestehenden Gebäuden die Abdichtung oder wo möglich die Abschirmung im Vordergrund.



Abbildung 28: Dieses Schiebetor schützt die Garage vor dem Wasserdruck bei Sturmflut (Quelle: Egli Engineering)

Kurzfristige Anpassungsmaßnahmen

Vgl. Kapitel Überschwemmung

11.6.5 ÜBERSCHWEMMUNG²

Einwirkung

Die Überschwemmung spielt sich unterschiedlich ab, je nach Topographie des betroffenen Geländes und der Art des Ausbruchs aus dem Gerinne. In flacheren, plateauähnlichen Gebieten und entlang von Seen sind die Fließgeschwindigkeit und der Anstieg der Wassertiefe des austretenden Wassers meist relativ langsam. Der maßgebende Schadenparameter ist die maximal erreichte Überschwemmungstiefe. Bei trogähnlicher oder steiler

Topographie, sowie im Bereich von Engstellen von Siedlungen sind höhere Fließgeschwindigkeiten zu erwarten. Dies ist auch im Nahbereich von Dammbrechen der Fall. Die maßgebenden Schadenparameter sind hier sowohl die Überschwemmungstiefe, wie auch die Fließgeschwindigkeit. Lokal können innerhalb überschwemmter Bereiche auch Schäden durch Erosion und Feststoffablagerung entstehen. Schäden an Objekten entstehen durch dynamische Einwirkungen und durch die Nässe und den eingelagerten Schmutz.

Langfristige Anpassungsmaßnahmen

Zum Schutz vor Hochwasser stehen folgende 4 Schutzkonzepte zur Wahl:

- Nasse Vorsorge: Die Überschwemmung des Gebäudes wird bewusst zugelassen. Der Schaden wird gering gehalten durch die Verwendung wasserunempfindlicher Materialien des Innenausbau und durch angepasste Gebäudenutzungen.
- Abdichtung: Das Gebäude wird wasserdicht als weiße oder schwarze Wanne ausgebildet. Schäden entstehen lediglich durch Verschmutzungen der Gebäudehülle.
- Abschirmung: Das Wasser wird mittels Barrieren oder durch Höherlegung des Gebäudes ferngehalten
- Erhöhte Anordnung: Das Gebäude wird erhöht angeordnet auf einer Anschüttung, auf Stützen oder Mauern.

² nach Egli (2005)



Die nasse Vorsorge wird vornehmlich bei bestehenden Gebäuden mit Auftriebsproblemen angewandt oder bei Gebäuden, welche sich nicht mit vernünftigem Aufwand abdichten lassen.

Abschirmungsmaßnahmen und die erhöhte Anordnung können einen maßgebenden Einfluss auf die Ausbreitung der Gefährdung ausüben (verlorenes Retentionsvolumen)

Neubau

Bei Neubauten stehen die erhöhte Anordnung und die Abschirmung im Vordergrund.

Erhöhte Anordnung

Die Anordnung auf Stützen stellt eine effiziente Schutzmaßnahme dar, welche zudem viel gestalterischen Freiraum belässt. Der gewonnene Raum unter dem Gebäude kann als Park- oder Freizeitfläche benutzt werden. Werden Mauern anstelle von Stützen verwendet, so wird die Nutzungsmöglichkeit unter dem Gebäude nochmals erweitert.

Die Anschüttung des Terrains stellt in vielen Fällen bei Neubauten die kostengünstigste und wirksamste Maßnahme dar. Das gefährdete Objekt kann so gänzlich vor der Überschwemmung geschützt werden (Ausnahme: vertieft angeordnete Gebäudezugänge) . Bei Stellen mit hohen Fließgeschwindigkeiten muss die Anschüttung gegen äußere Erosion geschützt werden.

Bei diesen Maßnahmen ist auf eine gute landschaftsplanerische Einfügung ins Terrain zu achten.

Abschirmung mit Schutzdamm oder -mauer

Die Erstellung eines Dammes oder einer Mauer mit Rampenzufahrt stellt eine permanente Vorkehrung dar. Weist die Zufahrt anstelle einer Rampe ein wasserdichtes Tor auf, so handelt es sich um eine temporäre Vorkehrung. Bei dieser Lösung ist nicht gewährleistet, dass sich das Tor im Ereignisfall in der geschlossenen Position befindet.

Bei Dämmen und Mauern sind die üblichen Nachweise bezüglich Standfestigkeit, Kippen, Gleiten, Setzungen, äußerer und innerer Erosion, hydraulischem Grundbruch und Dichtigkeit zu erbringen. Leckwasser und unterströmtes Sickerwasser muss in Pumpensümpfen aufgefangen werden. Dies ist insbesondere in Gebieten mit langen Überschwemmungsdauern von Bedeutung.

Bestehender Bau

Beim bestehenden Bau stehen Abdichtungen im Vordergrund, sofern die Gebäudewände dicht sind und der Auftrieb kein Problem darstellt. Bei ausreichender Vorwarnzeit kommen mobile Verschlüsse als Lösungsmöglichkeit in Frage. Als temporäre Vorkehrung können hochziehbare oder hochklappbare Konstruktionen vorgesehen werden. Bei langer Vorwarnzeit sind zudem mobile Dammbalkensysteme, Sandsackdämme und Kombinationen davon als Notfallmaßnahme einsetzbar.



Abbildung 29: Dammbalkenverschlüsse vor der Tiefgaragenzufahrt (Quelle: RS Stepanek)

Dammbalkenverschlüsse vor der Tiefgaragenzufahrt (Bild: RS Stepanek)

Verankerung von Öltanks

Werden Öltankanlagen in gefährdeten Räumen oberhalb der Überschwemmungskote angeordnet, so ist ihr Betrieb (bei nicht unterbrochener Stromversorgung) während und nach einer Überschwemmung gewährleistet und Sekundärschäden durch freigesetztes Öl können vermieden werden.

Ist eine erhöhte Anordnung nicht möglich, so beschränken sich die Schutzmaßnahmen auf eine wasserdichte Lagerung des Öls. Der Tank muss gegen Aufschwimmen gesichert werden und dem äußeren Wasserdruck (Beulen) standhalten. Zu- und Abflussleitungen sind ebenfalls zu fixieren. Das Ende des Tankentlüftungsrohres muss über die Überschwemmungskote reichen. Die Zuflussleitung zum Ölbrenner ist mit einem Ventil zu versehen, welches bei Wasseransammlung auf dem Boden des Heizungsraumes automatisch schließt.

Kurzfristige Anpassungsmaßnahmen

Personenschutz



Abbildung 30: Sicherung gegen Aufschwimmen bei einem Öltank aus Stahl (Quelle: P. Corbat)

Vor dem Ereignis

- Verlassen von Unter- und Erdgeschossen
- Evakuierung von behinderten Personen aus Erdgeschossen
- Warnung von Personen im Freien (Schaulustige auf Brücken, Campierer entlang von Bächen u. a.)
- Folgende wichtigen Hilfsmittel an einem sicheren Ort bereitstellen:
 - Nahrungsmittel, Trinkwasser
 - Erste-Hilfe-Material, Medikamente
 - Schaufel, Pickel, Brecheisen, Werkzeug, Reinigungsmaterial
 - Notbeleuchtung
 - Sandsäcke
 - Bretter, Nägel
 -

Während dem Ereignis

- Mitteilung über Ereignis an Polizei
- Rettung von Personen in Notsituationen oder Veranlassung der entsprechenden Fremdrettung (kant. Notrufzentrale)
- Verbleiben in Obergeschossen
- Abhören von Mitteilungen des Lokalradios

- Kein Aufenthalt in Autos oder Wohnmobilen

Nach dem Ereignis

- Kein Betreten von überschwemmten Gebäudeteilen, bevor nicht die Gefahr von elektrischen Kurzschlüssen behoben ist.
- Kein offenes Feuer und Licht, sondern Taschenlampen zur Untersuchung von Gebäudeteilen mit Gas- und Brennstoffleitungen.
- Keine Nahrungsmittel verwenden, welche in Kontakt mit Überschwemmungswasser gekommen sind.
- Trinkwasser abkochen, Brunnen auspumpen und das Wasser auf Reinheit prüfen lassen.

Sachgüterschutz

Vor dem Ereignis für Wohngebäude:

- Anbringen der vorgesehenen temporären Schutzvorkehrungen (Schutzschilde, Fenster, Türen und Tore schließen, Installation von Notpumpen, ...)
- Evakuierung von wasserempfindlichen Gütern und Dokumenten aus Unter- und Erdgeschoss
- Gas bzw. Strom abstellen
- Elektrische Geräte ausstecken
- Gefährliche Stoffe an sichere Orte bringen (Brand-, Explosions-, Vergiftungsgefahr)
- Fahrzeuge auf überschwemmungsfreies Gelände fahren

Vor dem Ereignis für Gewerbe- und Industriebetriebe:

- Laufende Prozesse abschalten, entflammbare oder brennbare Flüssigkeiten aus offenen Tanks entfernen.
- Strom am Hauptschalter abstellen, wenn Kurzschlüsse möglich sind.
- Alle Leitungen für brennbare Flüssigkeiten und Gase entleeren, um den Austritt größerer Flüssigkeits- und

Gasmengen aus beschädigten Leitungen zu verhindern.

- Ober- und unterirdische Tanks gegen Auf- und Wegschwimmen sichern, leere Tanks mit Wasser füllen, Lüftungsleitungen über Überschwemmungskote verlängern.
- Wichtige Maschinen, Vorräte und Dokumente an höher gelegene Orte bringen.
- Bremsen an fahrbaren Kränen und Brücken überprüfen und gemäß Herstelleranweisung für Ruhezeiten arretieren.
- Sandsäcke an gefährdeten Gebäudeöffnungen platzieren.
- Folgende Geräte und Materialien an einem zentralen, sicheren Ort bereitstellen:
 - tragbare Pumpen und Schläuche
 - Notbeleuchtung
 - elektrische und manuelle Werkzeuge
 - Schaufeln, Pickel, Brecheisen und Äxte
 - Reinigungsgeräte
 - Sandsäcke
 - Abdeckungen, Bretter und Nägel
- Für die auf dem Gelände bleibende Notmannschaft folgende Geräte und Materialien bereithalten:
 - Funkgeräte
 - Erste-Hilfe-Ausrüstung
 - Beleuchtung, Batterien
 - unverderbliche Nahrungsmittel
 - Trinkwasser

Während dem Ereignis (nur wenn keine Personengefährdung besteht!)

- Abdichten von undichten Öffnungen
- Überprüfen der Funktionstüchtigkeit vorhandener Notpumpen

Nach dem Ereignis

- Überprüfung von Art und Grad der Schäden
- Unterbrochene Ver- oder Entsorgungsleitungen der zuständigen Institution melden.

- Schadenmeldung an die zuständige Versicherungsinstitution
- Veranlassung der notwendigen Fremdleistungen hinsichtlich Reinigung und Reparatur
- Durchführung der möglichen Eigenleistungen hinsichtlich Reinigung und Reparatur

11.6.6 HITZEWELLE

Einwirkung

Hitzewelle ist eine längere Periode starker Erwärmung durch intensive Sonneneinstrahlung und Luftzufuhr aus südlichen Breiten. Hitzewellen stellen insbesondere ein hohes Risiko dar für ältere und für pflegebedürftige Menschen. Die Einwirkung ist umso größer je höher die Tagesspitztemperatur und desto geringer die Nachtabkühlung ausfällt.

Langfristige Anpassungsmaßnahmen

Neubau

Das Klima im Gebäude wird im Wesentlichen beeinflusst durch (vgl. Givoni 1986)

- die geometrische Konfiguration des Gebäudes
- die Orientierung des Gebäudes
- die Größe und der Ort der Fenster
- die Eigenschaften der verwendeten Baumaterialien (Wärmetransport, Speichervermögen)
- die Farbe der äußeren Oberfläche

Mit der Klimaerwärmung nimmt die Länge der Kühlperiode zu und ebenso die Wahrscheinlichkeit von Hitzewellen. Vorausschauende Maßnahmen wie die Verwendung energieeffizienter Geräte und

geregelter Beleuchtungen und Sonnenschutzanlagen, eine gute (Fenster-) Lüftung sowie alternative Gebäudekühlsysteme können einen wirksamen Beitrag zu einem besseren Raumklima leisten.

Bei Gebäuden mit großen Glasfronten dringt viel Licht und Wärme in das Gebäude. Im Raum und in der Verglasung wird das Licht teilweise in Wärme umgewandelt. Bei gutem Wärmeschutz, der im Hinblick auf einen geringen Heizwärmebedarf und aus Komfortgründen selbst bei wärmerem Klima unabdingbar ist, kann diese Wärme jedoch durch die Fenster und die übrige Gebäudehülle kaum entweichen. Dies führt an sonnenreichen und warmen Tagen zu hohen Raumtemperaturen. Hier muss durch Klappen oder mit Hilfe einer Komfortlüftung die Kühlung in der Nachtperiode ausgenutzt werden.

Bei Neubauten kann eine entsprechende Bauweise den Einbau von Klimageräten überflüssig machen. Sogenannte Free-Cooling-Systeme oder hocheffiziente Kühlanlagen verbrauchen im Vergleich zum heutigen Standard von Kühlgeräten und -anlagen einen Bruchteil an Energie. Solche Systeme nutzen für die Kühlung so weit als möglich die freie Kälte (z.B. niedrige Außentemperaturen in der Nachtzeit, Verdunstung, Wärmepumpen-Erdsonden) zur Kühlung der Decken, Böden und Wände, welche am folgenden Tag wieder Wärme aus der Raumluft aufnehmen können. Einen wesentlichen Beitrag können architektonische Maßnahmen leisten wie zum Beispiel Sonnenschutz, Raumtiefe, Fenstergröße und -ausrichtung sowie landschafts-architektonische Elemente wie Bäume, Grünflächen und Wasseranlagen.

Solares Kühlen

Energie- und Marktsituation (nach Eicker 2004/2006)

Im Hinblick auf eine steigende Nachfrage nach Kühlgeräten in Europa und der daraus resultierenden temporären Stromknappheit sollten unterschiedliche Kühlsysteme im Bezug auf Effizienz, Wirkungsgrad, Ökonomie und Ökologie gegeneinander abgewogen werden.

Es besteht ein hoher Zuwachs sommerlicher elektrischer Spitzenleistungen, die z.B. in Italien oder den USA bereits verschiedene Blackouts zur Folge hatten.

In Griechenland wurde ein Zusammenhang des Stromverbrauches mit dem Verkauf von elektrischen „Mini-split“-Kältemaschinen festgestellt und der Stromverbrauch in Europa ist zwischen 1990 und 1996 durch die Gebäudeklimatisierung von 1.500 GWh auf 11.000 GWh gestiegen.

Der Kühlungs- und Solarmarkt im Deutschland ist auf Grund von höheren Komfortansprüchen, politischen Vorgaben, aber auch durch ein gestärktes Umweltbewusstsein im Wachstum. Die EU hat sich für das Jahr 2010 eine Gesamtfläche der Sonnenkollektoren über 100 Mio m² als Ziel gesetzt.

Da sich im Sommer die Nachfrage nach Kollektorenwärme bisher fast ausschließlich auf die Trinkwarmwasseraufbereitung beschränkt hat, war der Nutzen in dieser Jahreszeit eher gering und das Potenzial konnte nicht ausgeschöpft werden. Die Verwendung der Solartechnologie als Teil der sorptionsgestützten Klimatisierung wäre deshalb ökologisch sinnvoll.

Verschiedene Methoden für die Kühlung von Gebäuden während den sommerlichen Hitzeperioden:

- Passive Nachtlüftung durch Querlüftung und Thermik
- Passive Nachtlüftung mit Abluftanlage
- Erdreichwärmetauscher zur Frischluftvorkühlung am Tag über mechanische Lüftungsanlage (hocheffizient, aber nur begrenzte Lastabfuhr)
- Erdsonden mit Betonkernaktivierung
- **Thermische Absorptions-, Adsorptions- oder Sorptionskälte solargestützt**
- Elektrische Kompressionskälte

Passive Nachtlüftung (nach Eicker 2004)

Zur Wirksamkeit der passiven Nachtlüftung durch Querlüftung und Thermik wurden in einem Bürogebäude im Sommer 2003 Temperaturmessungen durchgeführt. Durchschnittlich kann mit dieser Methode Wärme im Bereich von 150 Wh/m²d abgeführt werden. Solange die Nachttemperaturen relativ tief lagen (15°C und tiefer), stiegen die Raumtemperaturen durch effizienten Luftwechsel und Strömungsoptimierung auch während des Tages nicht über 26°C. Über die ganze Messperiode wurde jedoch ein kontinuierlicher Anstieg der Raumtemperaturen verzeichnet. Der Grenzwert von 26°C Bürotemperatur während maximal 10% der jährlichen Arbeitszeit wurde mit 9.4% knapp eingehalten. Wird die Wirkung dieser Kühlmethode unzureichend, so muss auf aktive Kühlungssysteme zurückgegriffen werden.



Solargestützte thermische Sorptionskühlung (nach Eicker 2004)

Die sorptionsgestützte Kühlung basiert auf der Verdichtung einer temperaturbeeinflussten Lösung des Kältemittels. Dieses wird bei geringer Temperatur in einem zweiten Stoff absorbiert und bei höherer Temperatur desorbiert. Die thermische Verdichtung ist ineffizienter als die mechanische Kompressionskälte.

Die solar erzeugte Wärme wird für die Regenerationslufthertzung der Absorptionskälteanlagen (z.B. mit LiBr als Sorptionsmittel, Wasser als Kältemittel) eingesetzt. Sie ersetzt dabei die Energieträger Erdgas, Heizöl oder elektrischer Strom zur Erzeugung des nötigen Heizwassers oder Wasserdampfes.

Bei größerem Kühlungsbedarf sind zweistufige Absorptionskältemaschinen zu bevorzugen, da auf diese Weise die Antriebswärme deutlich effizienter genutzt werden kann und eine höhere Leistungszahl (bis zu 1.3, einstufige erreichen nur ca. 0.7) erreicht wird.

Die größten Wirkungsgrade bei den Sonnenkollektoren erreichen Vakuumröhren und Parabolrinnen, welche auch für die zweistufige Absorptionskälteanwendung verwendet werden können.

Momentan sind die Kosten vor allem für kleine (unter 10kW) solargestützte Absorptionskälteanlagen noch höher als diejenigen für elektrische Kompressionskältemaschinen. Beispielsweise ergab die Projektierung einer thermischen Kühlung mit 105 kW Leistung und 1300 Volllaststunden Kosten von 150-160 Euro pro MWh, während sich eine elektrische Kühlung bei einer Abschreibungsdauer von 14

Jahren nur auf 100-130 Euro pro MWh belaufen hätte.

Für eine bessere Wirtschaftlichkeit sind längere Maschinenlaufzeiten und geringere Wärmekosten anzustreben. Eine bessere Effizienz ergibt sich, wenn die Sonnenkollektoren das ganze Jahr über für die Warmwasseraufbereitung und Heizungsunterstützung genutzt werden. Wichtig ist aber auch ein hoher Deckungsgrad der Solarenergie.

Als Richtwert für die Gesamtkosten einer solarthermischen Kühlungsanlage kann mit 200 Euro pro MWh Kälteenergie gerechnet werden. Die Kosten für die solarthermische Anlage machen zirka 40-50 % davon aus.

Fazit: Zuverlässige, vor allem mehrstufige solargestützte Sorptionskälteanlagen können einen wirtschaftlich gleichwertigen und ökologisch überlegenen Standard gegenüber Kompressionskälte-Vollklimaanlagen erreichen.

Bestehender Bau

Neuere Gebäude verfügen in der Regel über einen guten Wärmeschutz, welcher während der kalten Jahreszeit den Heizbedarf vermindert. Im Sommer dringt die Wärme während Hitzeperioden zwar etwas langsamer ein, kann aber auch schlechter nach außen abgegeben werden. Die Sonnenstrahlung sowie die zusätzlich durch Geräte, Beleuchtung und Personen produzierte Wärme kann eine Kühlung erforderlich machen. Bei bestehenden Bauten kann die Problematik der

Wärmebelastung mit einem guten Sonnenschutz, energieeffizienten und geregelten (z.B. tageszeit- und präsenzorientiert) Geräten und Beleuchtungen, der Möglichkeit der Fensteröffnung sowie dem Einbau von Kühlanlagen gelöst werden. Durch eine Optimierung der Technik und durch Synergieeffekte mit der Raumwärmebereitstellung lassen sich sowohl die Investitions- wie die laufenden Kosten minimieren.

Kurzfristige Anpassungsmaßnahmen

Personenschutz

Vor der Hitzewelle:

- Bereitstellen von Trinkwasservorräten
- Während der Hitzewelle:
- Anstrengungen vermeiden: Nach Möglichkeit während der heißesten Tageszeit im Haus bleiben, wenig körperliche Aktivitäten
- Haus und Räume möglichst kühl halten: Tagsüber Fenster und Fensterläden / Rolläden / Storen und Vorhänge schließen, nachts Fenster öffnen und für Luftzirkulation sorgen.
- Körpertemperatur bei älteren und pflegebedürftigen Menschen überwachen.
- Körper frisch halten mit kühlen Duschen, kaltes Tuch auf Stirn und Nacken, kalte Arm- und Wadenwickel, kalte Fuß- und Handbäder.
- Lose helle und dünne Kleider aus Baumwolle tragen.
- Genügend Flüssigkeitszufuhr (1.5 - 2 Liter pro Tag), regelmäßige Flüssigkeitsaufnahme auch ohne Durstgefühl.
- Kalte, erfrischende Speisen mit möglichst hohem Wassergehalt:

Früchte, Salate, Gemüse, Milchprodukte.

- Verderbliche Nahrungsmittel im Kühlschrank aufbewahren.

11.6.7 TROCKENHEIT

Einwirkung

Meteorologische Dürre entsteht, wenn der Niederschlag über eine längere Periode unterdurchschnittlich ausfällt. *Hydrologische Dürre* ist zu verzeichnen, wenn die Wasserreserven in den Seen, Wasserreservoirs oder Wasserspeichern unter den statistischen Durchschnitt fallen.

In Bezug auf privates Wohnen und Bauen sind die Einwirkungen der Trockenheit auf die Wasserversorgung und auf setzungsempfindlichen Untergrund von Bedeutung.

Langfristige Anpassungsmaßnahmen

Neubau

Beim Neubau lässt sich ein Brauchwassernetz mit geringerem Aufwand realisieren als bei einem bestehenden Bau. Das auf Dachflächen gesammelte Wasser wird gefiltert und einem Brauchwassertank zugeführt. Von diesem Reservoir wird über eine Pumpe das Brauchwassernetz gespeist. So können Toiletten, Waschmaschinen und die Gartenbewässerung mit Brauchwasser versorgt werden. Der Bedarf an Trinkwasser reduziert sich somit und die Knappheit während einer Trockenheit fällt weniger gravierend aus.

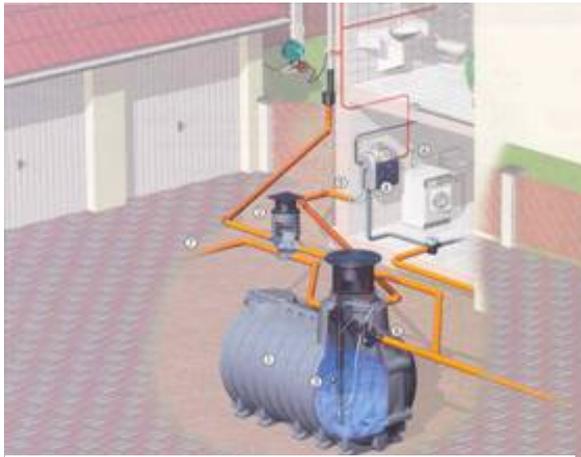


Abbildung 31: Beispiel einer Brauchwasseranlage (Quelle: Kessel)

Bestehender Bau

Beim bestehenden Bau fallen die Aufwendungen für das Einrichten einer Brauchwasseranlage bedeutend höher aus, aufgrund der Trennung des Leitungsnetzes.

Während einer Trockenheit fällt der Grundwasserspiegel. Dies kann zu Setzungen von Gebäuden über empfindlichem Untergrund führen. Solche Setzungen können mittels Untergrundhochdruckinjektionen saniert werden.

Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten für eine Brauchwasseranlage betragen für ein neues Einfamilienhaus ca. 7'000 Euro. Vom gesamten Wasserverbrauch lässt sich ca. 40 % mit Brauchwasser decken.

Kurzfristige Anpassungsmaßnahmen

Vor der Trockenheit

- Bereitstellen von Trink- und Brauchwasservorräten.

Während der Trockenheit

- Viel Flüssigkeit zu sich nehmen
- Wasserverbrauch auf die lebensnotwendigen Bereiche beschränken.
- Verzicht auf Auto waschen
- Duschen anstelle Baden
- Verzicht auf Rasenbewässerung
- Gartenbewässerung in den Nachtstunden

11.6.8 ZUNAHME WINTERNIEDERSCHLÄGE

Einwirkung

Bei einer Zunahme des Winterniederschlages in Form von Regen sind die Entwässerungen hinsichtlich allfälliger Probleme bei Vereisung zu überprüfen. Die erwartete Zunahme bei den Winterniederschlägen kann in Höhenlagen, wo dieser Niederschlag als Schnee fällt, statische Probleme bei Dächern zur Folge haben. Bei zu hoher Schneelast drohen massive Beschädigungen und im schlimmsten Fall sogar der Einsturz des Daches. Besonders gefährdet sind Hallen mit größeren Spannweiten aus leichteren Baumaterialien wie beispielsweise Holz oder Stahl. In solchen Fällen ist die Schneelast im Verhältnis zum Eigengewicht groß. Gefährdet sind auch Flachdächer, insbesondere wenn infolge schlechter Wärmedämmung der früher gefallene Schnee auf dem Dach zu Eis geworden ist und neue Schneefälle die Belastung noch erhöhen.

Langfristige Anpassungsmaßnahmen

Neubau

Dort wo der vermehrte Winterniederschlag in Form von Regen fällt, sind die Entwässerungen zu bemessen insbesondere auf den Sonderfall „Regen auf gefrorenen Boden“. Fällt der vermehrte Niederschlag in Form von Schnee, muss bei der Planung von Gebäuden die zukünftig möglicherweise erhöhte Schneelast berücksichtigt werden.

Bestehender Bau

Dort wo der vermehrte Winterniederschlag in Form von Regen fällt, sind die Entwässerungen zu prüfen insbesondere auf den Sonderfall „Regen auf gefrorenen Boden“. Bei vermehrtem Niederschlag in Form von Schnee ist die Notwendigkeit einer Verstärkung der Dachkonstruktion zu prüfen.

Kurzfristige Anpassungsmaßnahmen

Bei Niederschlag in Form von Regen: Vgl. Starkregen

Bei Niederschlag in Form von Schnee:

Vor dem Ereignis

- Erkundung der Bemessungsschneelast

Während dem Ereignis

- Kontrolle der Dachschneelast in Bezug auf die Bemessungsschneelast
- Bei Erreichen der Bemessungsschneelast die Dachschneeräumung veranlassen

Nach dem Ereignis

- Dach und Dachentwässerung kontrollieren lassen

11.6.9 ABNAHME

SOMMERNIEDERSCHLÄGE

Vgl. Trockenheit

11.6.10 TEMPERATURERHÖHUNG

Langfristige Anpassungsmaßnahmen

Neubau

Die Temperaturzunahme sowie das vermehrte Auftreten von Hitzewellen oder Hitzeperioden werden in städtischen Siedlungen die Wärmebelastung besonders erhöhen. Die Neubauten sollten sich nach dieser Entwicklung orientieren. Neben einer sehr guten Gebäudeisolation ist die Lüftung von Bedeutung.

Bestehender Bau

Bei Wohnbauten kann bei angepasster Bauweise in der Regel auf Kühlgeräte verzichtet werden, insbesondere wegen der Nachtauskühlung durch Fensteröffnung. Ein guter und eventuell geregelter Sonnenschutz reduziert die externe Wärmelast. Eine geeignete Lüftung, z.B. über Erdregister, sowie eine Fenster- und Nachtlüftung durch entsprechende Klappen und Schlitze führen die Wärme ab. Beide Maßnahmen - Reduktion der Wärmelast sowie Abführung vorhandener Wärme - tragen zu einem komfortablen Innenraumklima bei. Die Wirkung der Nachtauskühlung kann durch die Nutzung des Speichervermögens im Innern, beispielsweise durch sichtbare Betondecken, Bodenbeläge ohne Teppiche und die Verstärkung der Dachräume durch Gipsplatten erhöht werden. Zu nennen ist auch die Nutzung von Erdsonden als relativ energieeffiziente Kühlquelle.

11.6.11 MEERESSPIEGELANSTIEG

Einwirkung

Der Meeresspiegelanstieg betrifft die Gebäude in Küstennähe, welche in ihrer Höhenlage nur wenig über oder deichgeschützt unter dem Normalwasserstand angeordnet sind.

Langfristige Anpassungsmaßnahmen

Neubau

Die Höhenlage von Neubauten soll den zu erwartenden Meeresspiegelanstieg für einen Betrachtungshorizont von 50 - 100 Jahren berücksichtigen. Die Bauordnungen müssen entsprechend angepasst werden.

Bestehender Bau

Bei bestehenden Bauten kann das betroffene Stockwerk abgedichtet werden. Im

ungünstigsten Fall müssen die Fensteröffnungen permanent verschlossen werden. Als Alternative hierzu kann die Gebäudeanhebung überprüft werden.

11.7 AUSSICHTSREICHSTE KLIMAANPASSUNGSMAßNAHMEN

11.7.1 HOHE KOSTENWIRKSAMKEIT

Maßnahmen des Bauens

Schutz von Leib und Leben

Schutzmaßnahmen gegen Hitzewelle und Sturmflut verhindern viele Todesfälle und ergeben eine entsprechend hohe Kostenwirksamkeit.

Schutz von Eigentum

Schutzmaßnahmen gegen Starkregen, Überschwemmung, Sturm, Sturmflut und Hagel weisen eine günstige Kostenwirk-



Abbildung 32: Neubauten sind in ihrer Höhenlage nach dem zu erwartenden Meeresspiegelanstieg zu planen (Quelle: Egli Engineering)

samkeit auf in Bezug auf den Sachwert-
schutz.

11.7.2 MASSNAHMEN DES VERHALTENS

Schutz von Leib und Leben

Gemessen am geschätzten Schadenminde-
rungspotenzial sind Informationen zum
richtigen Verhalten bei Hitzewellen von
höchster Priorität.

Schutz von Eigentum

Richtiges Verhalten bei Hagel, Sturm und
Starkregen verhindert größere Schäden an
Eigentum. Die Vorwarnung ist hierbei von
zentraler Bedeutung.

11.7.3 HOHE AKZEPTANZ BEI DEN BETROFFENEN

Bei Betroffenen werden kostengünstige
Maßnahmen mit großer Wirkung auf hohe
Akzeptanz stoßen. Von zentraler Bedeu-
tung ist hierbei die Vorwarnung kombi-
niert mit der Information zum richtigen
Verhalten. Bei Neubauten können Scha-
denfolgen durch eine fachliche Beratung
in der Planungsphase vermieden oder zu-
mindest gering gehalten werden. Wird
diese Fachberatung kostenfrei angeboten,
so steigt deren Akzeptanz. Teurere Maß-
nahmen werden nur dann ergriffen, wenn
es sich um den Schutz vor einer häufig
eintretenden Gefahr handelt und hohe
Synergien mit anderen Zielbereichen be-
stehen (Bsp. Gebäudeisolation für Wohn-
raumklimaverbesserung und Einsparung
von Heizkosten).

11.7.4 GÜNSTIGE ÄUSSERE RAHMENBEDINGUNGEN

Günstige äußere Rahmenbedingungen er-
geben sich durch die finanzielle Unter-
stützung von Klimaanpassungsmaßnahmen
durch den Staat, die Versicherungen oder
andere Institutionen. Einzelne Gebäude-
versicherungen in der Schweiz unterstüt-
zen Schutzmaßnahmen gegen Naturgefahr-
en mit bis zu 30 % der Investitionskosten.

11.7.5 SCHNELLE SICHTBARE ZWISCHENERFOLGE (MOTIVATIONSFAKTOR)

Klimaanpassungsmaßnahmen gegen jähr-
lich auftretende Gefahren werden den
höchsten Motivationsfaktor aufweisen, da
die Wirkung der Maßnahmen ersichtlich
und überprüfbar wird. Im Vordergrund
stehen daher: Schutzmaßnahmen gegen
Starkregen, Gebäudeisolation gegen Käl-
te/Hitze und Beschattungs- und Lüf-
tungsmaßnahmen.

11.7.6 LEICHTE UMSETZUNG / KOMMUNIKATION

Die Umsetzung der kurzfristigen Anpas-
sungsmaßnahmen fällt am einfachsten
aus, insbesondere wenn diese Bezug
nehmen zu häufig auftretenden Gefahren.

11.7.7 ROBUSTHEIT BEI VERÄNDERTEN RAHMENBEDINGUNGEN (PREISE, GESETZE)

Alle kurzfristigen Anpassungsmaßnahmen
(richtiges Verhalten vor, während und
nach dem Ereignis) sind robust gegenüber
veränderten äußeren Rahmenbedingun-
gen.

11.8 KONFLIKTE UND SYNERGIEN ZU MAßNAHMEN DES KLIMASCHUTZES

Im Folgenden werden in kurzer Form mögliche Konfliktfelder von Maßnahmen der Klimaanpassung und Maßnahmen des Klimaschutzes aufgeführt. Die Auflistung ist nicht abschließend.

Hoher Energiebedarf von Klimaanlage gegen Hitzewelle

Mit der Klimaerwärmung wird die jährliche Kühlperiode länger und bei Hitzeperioden kann die Raumtemperatur zur Belastung werden. Als Folge davon, aber auch aufgrund steigender Komfortansprüche, wird die Bedeutung der Raumkühlung zunehmen. Erfolgt die Raumkühlung durch energieintensive Klimaanlage, so widerspricht diese Maßnahme dem Ziel des Klimaschutzes. Ein Ausweg besteht durch den Einsatz alternativer Kühlmethoden.

Beschränkter Widerstand von Solaranlagen gegen Hagel und Sturm

Solarkollektoren und Solarzellen werden oft beschädigt bei Hagelschlag mittlerer Intensität und bei unzureichender Befestigung gegen Sturm. Produktverbesserungen sind möglich, so dass selbst bei hoher Hagelintensität keine Schäden auftreten (Spezialglas). Die korrekte Bemessung gegen Sturm soll von den Herstellern für die verschiedenen Befestigungsarten und für die verschiedenen Montageorte bei einem Gebäude vorgelegt werden.

Baumentfernung im Nahbereich von Gebäuden

Bäume und hierbei insbesondere Nadelbäume können eine Gefahr für Passanten und Gebäude bei Sturm darstellen. Die Baumentfernung widerspricht der Forderung der Beschattung für Hitzeperioden. Eine periodische Prüfung der Gesundheit der Bäume im Siedlungsraum erlaubt ein differenziertes Vorgehen.

Hoher Glasanteil von Fassaden

Ein hoher Glasanteil insbesondere von südexponierten Fassaden ermöglicht die Nutzung der natürlichen Wärmestrahlung im Winter. Als Nachteil ist zu werten, dass solche Glasfronten eine Beschattung notwendig machen. Außen liegende Beschattungsanlagen sind oftmals empfindlich gegenüber Hagel und Sturm. Solche Schäden können durch intelligente Steuerungssysteme verhindert werden, welche die Beschattungen rechtzeitig einfahren. Als Alternative hierzu sind Beschattungen zwischen den Gläsern oder im Innenbereich anzubringen. Neue hagel- und sturmresistente, beschichtete Glaskonstruktionen können ebenfalls als Alternative dienen.

11.9 QUELLEN

Allgemein

Egli Th. (2005): Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren. Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen, Bern, 112 S., ISBN 3-033-00469-5

Egli Th. (2008): Wegleitung Objektschutz gegen meteorologische Naturgefahren. Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen, Bern, 137 S. ISBN 978-3-9523300-2-9

Sturm

Ambrose, J., Vergun, D. (1995): Simplified building design for wind and earthquake forces. John Wiley & Sons, Third Edition, New York

Dotzek et al. (2000): Die Bedeutung von Johannes P. Letzmanns "Richtlinien zur Erforschung von Tromben, Tornados, Wasserhosen und Kleintromben" für die heutige Tornadoforschung. Meteorologische Zeitschrift, 9, 165 - 174

Dyrbye, C., Hansen, S.O. (1997): Wind loads on structures. John Wiley and Sons, Chichester

FEMA (1999): Midwest Tornado of May 3, 1999 - Observations, Recommendations, and technical Guidance, Federal Emergency Management Agency, Washington

FEMA (2000): Design and Construction Guidance for Community Shelters. Federal Emergency Management Agency, No. 361, Washington

Galuba, M. (1997): Verhütung und Minimierung von Sturmschäden. Schadenprisma, Zeitschrift für Schadenverhütung und Schadenforschung

der öffentlichen Versicherer, Heft 1/ 1997

Gerhardt, H.J. (2005): Windschäden. Schadenfreies Bauen, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart

GDV (2000): Sturm - Eine Gefahr für bauliche Anlagen. Planungs- und Ausführungshinweise zur Schadenverhütung. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft, VdS Schadenverhütung, VdS 2389, Köln

GDV (2000): Sturm - Eine Gefahr für das Dach. Merkblatt zur Schadenverhütung. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft, VdS Schadenverhütung, VdS 2089, Köln

Holmes, J.D. (2001): Wind loading of structures. Spon Press, London

Janser, F. (1995): Windbeanspruchung belüfteter Aussenwände. Dissertation an der Technischen Universität, Berlin

Lawson, T. (2001): Building Aerodynamics. Imperial College Press, London

Lee, B.E., Wills, J. (2002): Vulnerability of Fully Glazed High-Rise Buildings in Tropical Cyclones. Journal of Architectural Engineering, Vol. 8, No.2, American Society of Civil Engineers, Reston

Massong, F. (1998): Statik am Dach: Grundlagen, praktische Anwendung und Berechnungshilfen. Verlag Rudolf Müller, Köln

Melaragno, M. (1996): Severe Storm Engineering for Structural Design. Gordon and Breach Science Publishers, United States

Minor, J.E. (2002): Formal Engineering of Residential Buildings. Journal of Architectural Engineering, Vol. 8, No.2, American Society of Civil Engineers, Reston

Ruscheweyh H. (1982): Dynamische Windwirkung an Bauwerken. Band 1: Grundlagen, Band 2: Praktische Anwendungen, Bauverlag GmbH, Wiesbaden / Berlin

Schunck, E., Oster, H.J., Barthel, R., Kiessl, K. (2002): Dach Atlas - Geneigte Dächer. Birkhäuser Verlag, 4. Auflage, Basel

Simiu, E., Scanlan, R.H. (1996): Wind effects on structures - fundamentals and applications to design. Third Edition, John Wiley & Sons, Third Edition, New York

Socket, H. (1984): Aerodynamik der Bauwerke. Vieweg & Sohn, Braunschweig

Wills, J.A.B., Lee, B.E., Wyatt, T.A. (2002): A model of wind-borne debris damage. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 90, S. 555 - 565, Elsevier Science Ltd., Amsterdam

Zimmerli, B., Hertig, J.A. (2006): Wind - Kommentar zum Kapitel 6 der Normen SIA 261 und 261/1 (2003) Einwirkungen auf Tragwerke. Dokumentation D 0188, SIA, Zürich

Zuranski, J.A. (1978): Windeinflüsse auf Baukonstruktionen. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, 2. Auflage, Köln

Hagel

Andrews, K.E., Blong, R.J. (1997): March 1990 Hailstorm Damage in Sydney, Australia. Natural Hazards, 16: 113 - 125, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht

Changnon, S.A (1977): The Scales of Hail. Journal of Applied Meteorology, Vol. 16, 626 - 648,

Charlton, R.B., Kachman, B.M., Wojtiw, L. (1995): Urban Hailstorms: a View

from Alberta. Natural Hazards, 12: 29 - 75, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht

Egli, Th. Stucki, M. (2007): Elementarschutzregister Hagel. Synthesebericht, Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherungen, Bern

Flüeler, P.; Rupp, F. (1988): Hagelschlagversuche an Baumaterialien an der Empa - Prüfgerät, Prüfrichtlinien und Pressekommentare. Forschungs- und Arbeitsberichte, Bericht Nr. 114/4, Abteilung Kunststoffe, Empa Dübendorf

Haag E. (1997): Hail-Fall, Roofing and Impact Testing. Haag Engineering Co., Document No. 972-247-6444, Carrollton, Texas

Kim, H.; Keith T.K. (2000): Modeling Hail Ice Impact and Predicting Impact Damage Initiation in Composite Structures. American Institute of Aeronautics and Astronautics Journal, Vol. 38, No. 7

Hohl, R.; Schiesser, H-H.; Aller, D. (2002): Hailfall: the relationship between radar-derived hail kinetic energy and hail damage to buildings. Atmospheric Research, Vol. 63, P. 177 - 207, Elsevier

IBHS (2002): Is Your Home Protected From Hail Damage? A Homeowners Guide to Hail Retrofit. Institute for Business & Home Safety, Tampa

Leigh, R.; Kuhnel, I. (2001): Hailstorm Loss Modelling and Risk Assessment in the Sydney Region. Natural Hazards, Vol. 24, Issue 2, P. 171 - 185, Dordrecht

McMaster, H. (2001): Hailstorm Risk Assessment in Rural New South Wales. Natural Hazards, Vol. 24 Issue 2, P. 187 - 196, Dordrecht

Münchener Rück (1984): Hagel. Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, München

Paterson D.A., Sankaran, R. (1994): Hail impact on building envelopes. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, No. 53, S. 229 - 246.

SIGaB 2002: Sicherheit mit Glas. Dokumentation, Schweizerisches Institut für Glas am Bau, Schlieren (www.sigab.ch)

Schiesser, H.H (1988): Fernerkundung von Hagelschäden mittels Wetterradar. Remote Sensing Series, Geographisches Institut, Universität, Zürich

Schiesser, H.H. (2006): Hagelstürme in der Schweiz: Wiederkehrperioden von schadenbringenden Hagelkorngrößen - eine Abschätzung. Studie erstellt im Auftrag der Präventionsstiftung der kantonalen Gebäudeversicherungen, Bern

Summers, P.W., Wojtiw, L. (1971): The economic impact of hail damage in Alberta, Canada and its dependence on various hailfall parameters. 7th Conf. Severe Local Storms, 158 - 163, Kansas City

Yeo, S., Leigh, R., Kuhne, I. (1999): The April 1999 Sydney hailstorm. *Natural Hazards Quarterly*, Vol. 5 issue 2, Natural Hazards Research Centre, Macquarie University, Sydney

Starkregen

Heinrichs et al. (1995): Gebäude- und Grundstücksentwässerung. Kommentar zu DIN 1986, Beuth Verlag GmbH

Müller, M. (2003): Überschwemmungen in Deutschland - Ereignistypen und Schadenbilder. Sturzflut in Ahlen (Westfalen) im Mai 2001. Schaden-

prisma, Zeitschrift für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer, Heft 2/2003

Rickli, Ch., Forster, F. (1997): Einfluss verschiedener Standorteigenschaften auf die Schätzung von Hochwasserabflüssen in kleinen Einzugsgebieten. *Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen*, Nr. 148, Zürich

Robinson, G., Baker, M.C. (1975): Wind-driven rain and buildings. National Research Council Canada No. 14792, Ottawa

Scherrer, S. (1997): Abflussbildung bei Starkniederschlägen - Identifikation von Abflussprozessen mittels künstlicher Niederschläge. Mitteilung Nr. 147, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH, Zürich

van Mook, F.J.R. (2002): Driving rain on building envelopes. Fakultät für Architektur, Planung und Gebäude, Bausteine 69, Technische Universität, Eindhoven

Hochwasser / Sturmflut / Meeresspiegelanstieg

BWW (1997): Empfehlungen Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Bundesamt für Wasserwirtschaft / Bundesamt für Raumplanung / Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, EDMZ, Bern

Egli, Th. (1996): Hochwasserschutz und Raumplanung. ORL-Bericht Nr. 100, vdf Hochschulverlag an der ETH, Zürich

FEMA (1986a): Floodproofing Non-Residential Structures. Publication No. 102, Federal Emergency Management Agency, Washington D.C.

- FEMA (1986b): Retrofitting Flood-prone Residential Structures. Publication No. 114, Federal Emergency Management Agency, Washington D.C.
- IKSR (2002): Hochwasservorsorge - Maßnahmen und ihre Wirksamkeit. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins, Koblenz
- Kohli, A. (1998): Kolk an Gebäuden in Überschwemmungsebenen. Mitteilung Nr. 157, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH, Zürich
- Thieken et al. (2005): Flood damage and influencing factors: New insights from the August 2002 flood in Germany. Water resources research, Volume 41, GeoForschungsZentrum, Potsdam
- USACE (1992): Flood Proofing Regulations. US Army Corps of Engineers, Publication No. 1165-2-314, US Government Printing Office, Washington
- VDI (2004): Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung - Hochwasser. Verein Deutscher Ingenieure, VDI Richtlinie 6004, Düsseldorf
- VKF/BWG (2004): Entscheidungshilfe Mobiler Hochwasserschutz. Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, Bern, Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel.
- Eicker, U. (2006): Entwicklungstendenzen und Wirtschaftlichkeit solarthermischer Kühlung. Tagungsband 4. Symposium „Solares Kühlen in der Praxis“, Veröffentlichungen der HfT Stuttgart, Band 74, S. 7-20
- Givoni, B. (1981): Man, climate and architecture. Applied Science, London
- Givoni, B. (1986): Design for climate in hot, dry cities. In: Urban Climatology and its Applications with Special Regard to Tropical Areas. Proceedings of the Technical Conference, Mexico, WMO No. 652
- Givoni, B. (1994): Passive and low energy cooling of buildings, Van Nostrand Reinhold, New York
- Hacker, J., Belcher, S., Connell, R. (2005): Beating the Heat: keeping UK buildings cool in a warming climate. UKCIP Briefing Report, UKCIP, Oxford.
- Jakob M., Jochem E., Honegger A., Baumgartner A., Menti U., Plüss I. (2006): Grenzkosten bei forcierten Energie-Effizienz-Maßnahmen und optimierter Gebäudetechnik bei Wirtschaftsbauten. Bundesamt für Energie, Bern.
- WHO (2004): Heat-waves: risks and responses. Health and Global Environmental Change Series, No. 2, World Health Organization Europe

Hitzewelle / Kältewelle

- Bundesamt für Gesundheit (2005): Schutz bei Hitzewelle. Faltprospekt: Heisse Tage - kühle Köpfe, Bundesamt für Gesundheit, Bern
- Eicker, U. (2004): Perspektiven und Entwicklungstendenzen für Solares Kühlen. Drittes Symposium „Solares Kühlen in der Praxis“, Veröffentlichungen der HfT Stuttgart, Band 65

Erdbeben

- Bachmann, H. (2002): Erdbebengerechter Entwurf von Hochbauten. Grundsätze für Ingenieure, Architekten, Bauherren und Behörden, Bundesamt für Wasser und Geologie, Bern, 82 S.
- Bundesamt für Wasser und Geologie (2005): Kostenauswirkungen bei normgemässer, erdbebengerechter



Realisierung von Neubauten in der Schweiz - Untersuchungen an Fallbeispielen von Verwaltungsgebäuden des Bundes.

Bundesamt für Umwelt 2006: Erdbebensicheres Bauen in der Schweiz. Eine Kurzinformation für Architekten, Bauherren, Behörden und interessierte Laien.

11.10 ANHANG

11.10.1 KOSTEN - NUTZEN - ANALYSE VON KLIMAANPASSUNGSMABNAHMEN

(Aus: Egli 2005)

Nutzen resp. Risikoverminderung

Der Nutzen der ergriffenen Objektschutzmaßnahmen bemisst sich an der damit erreichbaren Risikoverminderung. Hierzu ist es notwendig den durch die Maßnahme verhinderten Personen- und Sachschaden abzuschätzen. Im Folgenden wird eine Methode zur Berechnung des Kosten-Nutzenverhältnisses in Bezug auf Sachwerte dargestellt.

Objektschutzmaßnahmen haben eine begrenzte Lebensdauer, weshalb zur Berechnung der Eintretenswahrscheinlichkeit nicht direkt die Wiederkehrperiode, welche für eine unbegrenzte Zeitreihe einen durchschnittlichen Wert angibt, verwendet werden kann. Das Eintreten innerhalb einer begrenzten Periode errechnet sich nach der Formel $P = 1 - (1 - 1/T)^n$. P ist die Überschreitungswahrscheinlichkeit des Hochwassers der Wiederkehrperiode T innerhalb der Lebensdauer n der Objektschutzmaßnahme (siehe Abb. unten).

Beispiel

Ein Gewerbebetrieb ist durch wasserbauliche Maßnahmen bis zu einem Hochwasser mit einer Wiederkehrperiode von 30 Jahren (HQ 30) geschützt. Bei einem geringfügigen Überschreiten durch ein HQ 50 entsteht ein Sachschaden von CHF 30'000 der sich bei einem HQ 100 auf 150'000 CHF erhöht und bei noch selteneren Ereignissen gemäß folgender Tabelle langsam ansteigt.

Betrachtet wird die Wirtschaftlichkeit einer Objektschutzmaßnahme mit einer Lebensdauer von 20 Jahren. Demnach besteht eine Wahrscheinlichkeit von 49 %, dass ein Schadenereignis eintritt (HQ > HQ 30 in 20 Jahren), eine Wahrscheinlichkeit von 33 %, dass der Schaden größer als 30'000 CHF (HQ 50) und eine Wahrscheinlichkeit von 18 %, dass der Schaden größer als 150'000 CHF (HQ 100) ist. Ein Schutz vor einem HQ 50 würde daher Schäden zwischen 0 und 30'000 CHF (Mittel = 15'000 CHF) bei einer Wahrscheinlichkeit von 16 % verhüten. Dies weil mit 51 % kein Schadenereignis eintritt und mit 33 % Wahrscheinlichkeit das Schadenereignis größer als HQ 50 ist, also die Maßnahme unwirksam wird. Diese Werte gelten für die gesamte Periode. Da der Zeitpunkt des Eintretens unbekannt ist, werden die Werte gleichmäßig auf den Zeitraum von 20 Jahren verteilt.

Wiederkehrperiode T	Schadenhöhe S (CHF)	Wahrscheinlichkeit P	Delta P	Mittlerer Schaden MS	Nutzen N = Delta P * MS	Nutzen N pro Jahr	Summe der Nutzen pro Jahr
30	0	0.49					0
50	30'000	0.33	0.16	15'000	2'400	120	120
100	150'000	0.18	0.15	90'000	13'500	675	795
300	180'000	0.06	0.12	165'000	19'800	990	1785
1000	200'000	0.02	0.04	190'000	7'600	380	2165

Tabelle 8: Beispielhafte Berechnung der jährlichen Schadenerwartungswerte

Ein Schutz gegen ein HQ100 soll daher keine höheren Kosten als 795 CHF/Jahr verursachen und kann für höhere Schutzziele entsprechend der Tabelle ansteigen.

Kosten

Aufwendungen bei bestehenden Bauten

Bei bestehenden Bauten bedarf es einer eigentlichen Evaluation der kostenwirksamen Objektschutzmaßnahmen. Je nach Gebäudetyp, verwendeten Baumaterialien, Alter und Zustand der Baute gilt es die geeigneten Maßnahmen zu evaluieren. Die oben beschriebene Methode erlaubt es dem Nutzen pro Jahr die entsprechenden Kosten pro Jahr gegenüberzustellen. Die Betrachtung für verschiedene Wiederkehrperioden zeigt, wo sich das Kosten-Nutzen-Optimum befindet.

Umrechnung der Investitionskosten in jährliche Kosten

Die Investitionskosten I für Objektschutzmaßnahmen sind in jährliche Kosten umzurechnen, damit sie dem Nutzen (resp. der Risikoverminderung) gegenübergestellt werden können. Je nach Lebensdauer der Maßnahme und Zinssatz ergeben sich folgende Kapitalwiedergewinnungsfaktoren:

Umrechnung der Investitionskosten in jährliche Kosten

Die Investitionskosten I für Objektschutzmaßnahmen sind in jährliche Kosten umzurechnen, damit sie dem Nutzen (resp. der Risikoverminderung) gegenübergestellt werden können. Je nach Lebensdauer der Maßnahme und Zinssatz ergeben sich folgende Kapitalwiedergewinnungsfaktoren:

Zinssatz %	Lebensdauer			
	10 Jahre	20 Jahre	50 Jahre	100 Jahre
2	0.11133	0.06116	0.03182	0.02320
3	0.11723	0.06722	0.03887	0.03165
5	0.12950	0.08024	0.05478	0.05038
6	0.13578	0.08718	0.06344	0.06018
8	0.14903	0.10185	0.08174	0.08004

Tabelle 9: Kapitalwiedergewinnungsfaktoren k

Beispiel:

Investition I = Fr. 10'000.-, Lebensdauer 20 Jahre, Zinssatz 3 %

Die jährlichen Kosten betragen:

Kosten = $(I * k) = 10'000.- * 0.06722 = \text{Fr. } 672.-$

Werden zudem Betriebsausfallkosten und schwer quantifizierbare Argumente (allgemeine Umtriebe u.a.) in die Abwägung miteinbezogen, so wird der Nutzen dieser Investition noch größer ausfallen.

Kosten-Nutzen-Verhältnis

Als Kosten-Nutzen-Verhältnis werden nun die jährlichen Kosten dem jährlichen Nutzen gegenübergestellt. Ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis kleiner als 1, so gilt die Investition als wirtschaftlich.

Für das obige Beispiel erhält man: Kosten / Nutzen = $672.- / 795.- = 0.85$

Dies bedeutet, dass sich die Objektschutzmaßnahme aus rein wirtschaftlicher Sicht vollumfänglich rechtfertigt.

11.10.2 STURMSCHADEN-SKALA ZUR ABSCHÄTZUNG DER SCHADENPOTENZIALE

Auf Mitteleuropa angepasste detaillierte Beschreibung der Fujita- und Torro-Skalen (Dotzek et al. 2000).

Km/h	m/s	Skala	Merkmale
76 ± 14	17 - 25	T0	<p>Schadensatz: $S_{\text{leicht}} = 0.05 \%$, $S_{\text{massiv}} = 0.01 \%$</p> <p>Leichte Gegenstände werden vom Boden abgehoben. Äste beginnen abzubrechen, in Getreidefeldern ist der Zugweg erkennbar. Baugerüste können umstürzen, leichte Schäden an Markisen und Zelten. Dachziegel an exponierten Stellen können sich lockern. Keine Schäden an Gebäude-tragwerken</p>
104 ± 14	25 - 33	T1	<p>Schadensatz: $S_{\text{leicht}} = 0.10 \%$, $S_{\text{massiv}} = 0.05 \%$</p> <p>Gartenmöbel und leichtere Gegenstände werden umgeworfen und können durch die Luft gewirbelt werden. Holzzäune werden umgeworfen. Windbruch an Bäumen. Leichte Schäden an Dachziegeln und Verblechungen. Geringe Schäden an Leichtbauten; keine strukturellen Schäden.</p>
135 ± 16	33 - 42	T2	<p>Schadensatz: $S_{\text{leicht}} = 0.25 \%$, $S_{\text{massiv}} = 0.10 \%$</p> <p>Auch schwerere Gegenstände werden vom Boden aufgehoben und können zu gefährlichen Geschossen werden. Fahrzeuge und Anhänger können umgeworfen werden. Ziegel- und ungesicherte Flachdächer werden teilweise abgedeckt. Geringe bis mittelschwere Schäden an Leichtbauten; erste Schäden an strukturellen Elementen von Massivbauten möglich. An Bäumen werden einzelne starke Äste abgebrochen oder geknickt, kleine Bäume entwurzelt.</p>
167 ± 16	42 - 51	T3	<p>Schadensatz: $S_{\text{leicht}} = 0.80 \%$, $S_{\text{massiv}} = 0.25 \%$</p> <p>Einzelne grössere Bäume werden entwurzelt. Zahlreiche Fahrzeuge und Anhänger werden umgeworfen. Ziegel- und ungesicherte Flachdächer erleiden grössere Schäden. Mittelschwere Schäden an Leichtbauten; einzelne Schäden an strukturellen Elementen von Massivbauten. Fahrende Autos werden von der Strasse gedrückt.</p>
202 ± 18	51 - 61	T4	<p>Schadensatz: $S_{\text{leicht}} = 3 \%$, $S_{\text{massiv}} = 0.80 \%$</p> <p>Schwerer Windbruch an freistehenden Bäumen und in Wäldern. Grosse Schäden an Fahrzeugen und Anhängern. Hohe Gefährdung und Schäden</p>

			durch herumfliegende Teile. Ganze Dächer werden abgedeckt. Schwere Schäden an Leichtbauten; zunehmend Schäden an strukturellen Elementen von Massivbauten, Einsturz von Giebelwänden möglich.
238 ± 18	61 - 71	T5	Schadensatz: $S_{\text{leicht}} = 10 \%$, $S_{\text{massiv}} = 3 \%$ Schwere Schäden an Dächern und Anbauten. Schwere Schäden an Leichtbauten; weiter zunehmende Schäden an strukturellen Elementen von Massivbauten. Vollständiger Einsturz einzelner Gebäude, vor allem landwirtschaftlich genutzter Konstruktionen und Lagerhallen. Kraftfahrzeuge werden hochgehoben.
275 ± 20	71 - 82	T6	Schadensatz: $S_{\text{leicht}} = 30 \%$, $S_{\text{massiv}} = 10 \%$ Leichtbauten werden in grösserem Umfang zerstört. Schwere Schäden an strukturellen Elementen von Massivbauten. Einsturz einzelner Gebäude. Schwere Kraftfahrzeuge werden hochgehoben.
315 ± 20	82 - 93	T7	Schadensatz: $S_{\text{leicht}} = 90 \%$, $S_{\text{massiv}} = 30 \%$ Verbreitet völlige Zerstörung von Leichtbauten und schwere Schäden an Massivbauten. Einsturz zahlreicher Gebäude. Deutliche Entrindung stehen bleibender Bäume durch umherfliegende Trümmer.
356 ± 22	93 - 105	T8	Schadensatz: $S_{\text{leicht}} = 100 \%$, $S_{\text{massiv}} = 60 \%$ Schwere Schäden an Massivbauten. Verbreiteter Einsturz von Gebäuden, deren Einrichtung weit verstreut wird. Kraftfahrzeuge werden über grosse Strecken geschleudert.
400 ± 22	105 - 117	T9	Schadensatz: $S_{\text{leicht}} = 100 \%$, $S_{\text{massiv}} = 80 \%$ Überwiegend Totalschäden an Massivbauten. Züge werden von den Schienen gerissen. Totale Entrindung stehengebliebener Baumstämme.
445 ± 23	117 - 130	T10	Schadensatz: $S_{\text{leicht}} = 100 \%$, $S_{\text{massiv}} = 90 \%$ Überwiegend Totalschäden an Massivbauten.
491 ± 23	130 - 143	T11	Schadensatz: $S_{\text{leicht}} = 100 \%$, $S_{\text{massiv}} = 95 \%$ Überwiegend Totalschäden an Massivbauten. Unvorstellbare Schäden entstehen.

Tabelle 10: Sturmschaden-Skala zur Abschätzung der Schadenpotenziale

Inhaltsverzeichnis

11 KLIMAFOLGEN UND ANPASSUNGSMABNAHMEN IM BAUEN UND WOHNEN 231

11.1 Zusammenfassung 232

11.2 Einleitung und Überblick 232

11.2.1 Behandelte Naturgefahren 233

11.2.2 Anpassungsmaßnahmen 233

11.2.3 Überblick 233

11.3 Klimafolgen im Bauen und Wohnen 234

11.3.1 Auswirkungen der Temperaturänderung 234

11.3.2 Auswirkungen der Veränderung des Niederschlags 235

11.3.3 Auswirkungen der Veränderung der Windsysteme 236

11.3.4 Auswirkungen des Meeresspiegelanstiegs 237

11.4 Maßnahmenspektrum für sämtliche Naturgefahren 237

11.4.1 Übersicht 237

11.4.2 Potenziale zur Minderung von Schäden an Eigentum, Leib und Leben 240

11.5 Fallbeispiel der Klimaanpassung eines bestehenden Wohnhauses 243

11.5.1 Ausgangslage 243

11.5.2 Aufgabenstellung 243

11.5.3 Maßnahmen 243

11.6 Vertiefte Maßnahmendarstellung für ausgewählte Naturgefahren 245

11.6.1 Sturm 245

11.6.2 Hagel 249

11.6.3 Starkregen 255

11.6.4 Sturmflut 257

11.6.5 Überschwemmung 258

11.6.6 Hitzewelle 262

11.6.7 Trockenheit 265

11.6.8 Zunahme Winterniederschläge 266

11.6.9 Abnahme Sommerniederschläge 267

11.6.10 Temperaturerhöhung 267

11.6.11 Meeresspiegelanstieg 268

11.7 Aussichtsreichste Klimaanpassungsmaßnahmen 268

11.7.1 Hohe Kostenwirksamkeit 268

11.7.2 Maßnahmen des Verhaltens 269

11.7.3 Hohe Akzeptanz bei den Betroffenen 269

11.7.4 Günstige äussere Rahmenbedingungen 269

11.7.5 Schnelle sichtbare Zwischenerfolge (Motivationsfaktor) 269

11.7.6 Leichte Umsetzung / Kommunikation 269

11.7.7 Robustheit bei veränderten Rahmenbedingungen (Preise, Gesetze) 269

11.8 Konflikte und Synergien zu Maßnahmen des Klimaschutzes 270

11.9 Quellen 271

11.10 Anhang 276

11.10.1 Kosten – Nutzen – Analyse von Klimaanpassungsmaßnahmen 276

11.10.2 Sturmschaden-Skala zur Abschätzung der Schadenpotenziale 279

Abbildungsverzeichnis

...

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: NATURGEFAHRENARTEN UND SCHWERPUNKTTHEMEN DIESER STUDIE	233
TABELLE 2: LANG- UND KURZFRISTIGE KLIMAANPASSUNGSMABNAHMEN	240
TABELLE 3: ZU ERWARTENDER SCHADEN UND SCHADENMINDERUNGSPOTENZIAL	241
TABELLE 4: MINDERUNGSPOTENTIAL BEI LEIB UND LEBEN	242
TABELLE 5: KOSTENABSCHÄTZUNG TEMPERATUREXTREME	243
TABELLE 6: KOSTENABSCHÄTZUNG HOCHWASSER	244
TABELLE 7: KOSTENABSCHÄTZUNG HAGEL UND STURM	244
TABELLE 8: BEISPIELHAFTE BERECHNUNG DER JÄHRLICHEN SCHADENERWARTUNGSWERTE	277
TABELLE 9: KAPITALWIEDERGEWINNUNGSFAK TOREN K	278
TABELLE 10: STURMSCHADEN-SKALA ZUR ABSCHÄTZUNG DER SCHADENPOTENZIALE	280



12 KLIMAFOLGEN UND ANPASSUNGSMABNAHMEN IN VERKEHR UND MOBILITÄT

Diana Reckien, Torsten Grothmann & Thomas Egli

12.1 ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der vorliegenden Studie ist es, die Anfälligkeit des Verkehrsbereichs gegenüber dem Klimawandel abzuschätzen und mögliche Anpassungsmaßnahmen zur Verringerung der Anfälligkeit aufzuzeigen. Dazu werden verschiedene Verkehrssysteme in ihrer Anfälligkeit gegenüber Naturgefahren untersucht und die Auswirkungen auf Verkehrsteilnehmer und Verkehrsinfrastrukturbetreiber beleuchtet. Daraus können Handlungsoptionen für Nutzer, Betreiber sowie für die Planung und die Politik als rahmensetzende Institution abgeleitet werden. Die Studie fokussiert Deutschland, betrachtet graduelle und punktuelle Naturgefahren und legt ein besonderes Augenmerk auf sich potenziell verstärkende Extremereignisse (z.B. Starkregen), da sie ein besonderes Schadenpotenzial besitzen. In dieser Studie werden keine konkreten empirischen Untersuchungen zur Sensitivität des Mobilitäts-/Verkehrsbereichs vorgestellt, sondern qualitative Abschätzungen gemacht.

Die Analyse fokussiert vornehmlich kurzfristige Handlungsmöglichkeiten im Personenverkehr, z.B. die Anpassungsmöglichkeiten durch Verkehrsmittelwahl und Verkehrsvermeidung nach einer Extremwetterwarnung. Langfristige Anpassungsmaßnahmen werden überblicksartig für den Infrastrukturbereich sowie die Planung und Politik dargestellt.

Die Anfälligkeit von Verkehrsmitteln gegenüber Naturgefahren wird über die Veränderung der Sicherheit, der Zuverlässigkeit und des Komforts abgeschätzt. Für die *Verkehrsteilnehmer* lassen sich folgende Gesichtspunkte herausstellen: Die

Bahn weist Vorzüge bezüglich der Zuverlässigkeit und des geringen Unfallrisikos insbesondere bei Starkregen und Hagel auf, wobei intraurbane, gleisgestützte Verkehrssysteme oftmals noch sicherer und zuverlässiger sind, z.B. bei Stürmen, als jene für interurbane Wege. Pkw und Bus agieren bei den hier betrachteten Naturgefahren im Mittelfeld. Sie weisen jedoch Vorteile hinsichtlich der Zuverlässigkeit auf, da das Straßennetz in Mitteleuropa sehr dicht ist und Umwege zulässt, wenn bestimmte Straßenabschnitte nicht befahrbar sind.

Infrastrukturbetreiber sollten bei der Bemessung von Verkehrsinfrastrukturanlagen die Einwirkungen von Naturgefahren konsequent mit berücksichtigen. Die Anpassung von bestehenden Verkehrsinfrastrukturanlagen ist kostenintensiver als entsprechende Vorkehrungen beim Neubau. Spätestens nach dem ersten Schadenfall ist offensichtlich, gegen welches Gefährdungsbild ein Gleisabschnitt, eine Straße, ein Schiffs- oder Flughafen verstärkt zu schützen ist. Beim Neubau ist der Gestaltungsspielraum am größten. Dieser Zeitpunkt sollte für die Anpassung an Klimawirkungen genutzt werden. Bei einem Hafenumbau sind beispielsweise die Überlegungen zum Meeresspiegelanstieg mit einzubeziehen. Besonders die schienengebundenen Verkehrsmittel sind weniger anfällig gegenüber dem Klimawandel und ansteigenden Wetterextremen und sollten deshalb ausgebaut werden.

Eine Anpassung der Verkehrsinfrastruktur erfordert entsprechende Gefahrenkarten und Angaben zu Intensitäten bei unterschiedlichen Wiederkehrperioden - Angaben, die allerdings aufgrund der gewissen

Unsicherheit der zukünftigen Klimaentwicklung in der Regel nur ungefähr abgeschätzt werden können. Sehr wichtig sind in diesem Zusammenhang zudem die überwachenden, organisatorischen Maßnahmen, welche die Basis bilden für allfällige Streckensperrungen oder Schließungen von Flughäfen und Schiffshäfen.

Die *Politik* kann bei der Informationsverbreitung, bei der vorbereitenden Planung (Planungsphase von Infrastrukturinvestitionen), der Regulation von eingetretenen Schadensfällen und bei der Ermöglichung von Verkehrsvermeidung als rahmengesetzgebendes Organ maßgeblich steuernd einwirken. Ihr kommt damit bei der Anpassung an den Klimawandel im Verkehrsbereich ebenfalls eine herausragende Bedeutung zu.

12.2 EINLEITUNG UND ÜBERBLICK

Über den Beitrag von Emissionen aus dem Verkehrsbereich zum Klimawandel und den möglichen Optionen zur Minderung dieser Treibhausgasemissionen ist viel geschrieben worden, jedoch ist der Verkehrsbereich nicht nur Mitverursacher sondern auch Mitbetroffener des Klimawandels. Im Besonderen zunehmende Extremwetterereignisse (z.B. Starkregen, Sturm, Hitzewelle) betreffen sowohl die Verkehrsteilnehmer in ihrer Sicherheit als auch Verkehrsmittel und -infrastrukturen in ihrer Funktionstüchtigkeit.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, die Anfälligkeit des Verkehrsbereichs gegenüber dem Klimawandel abzuschätzen und mögliche Anpassungsmaßnahmen aufzuzeigen. Der regionale Fokus der Studie

liegt auf Deutschland, der Fokus innerhalb des Verkehrssektors liegt auf dem Personenverkehr, wobei sich Einschätzungen und Empfehlungen zum Teil auch auf den Güterverkehr übertragen lassen.



Abbildung 1 a/b: Zerstörte Fahrbahntrassen nach dem Hochwasser der Elbe und ihren Nebenflüssen im Jahre 2002 (Quelle: Egli Engineering)

Verschiedene Naturgefahren können im Zusammenhang mit dem Klimawandel zunehmen. Aufgrund ihrer Wirkung, ihres Ursprungs und ihrer Dauer können sie, wie in Tabelle 1 dargestellt, klassifiziert werden. In der Tabelle sind jene Gefahren unterstrichen, die in dieser Studie vor dem Hintergrund möglicher Folgen des Klimawandels in Deutschland prioritär behandelt werden.

Naturgefahrenarten		
<i>Räumlich und zeitlich punktuelle Gefahren der Klimaänderung, zunehmend als Extremwetterereignis</i>	Meteorologische Naturgefahren	<u>Stürme</u> , <u>Hagel</u> , <u>Starkregen</u> , <u>Sturmfluten</u> , <u>Schnee</u> , <u>Blitze</u>
	Gravitative Naturgefahren	<u>Überschwemmungen</u> , <u>Rutschungen</u> , <u>Steinschläge</u> , <u>Murgänge</u> , <u>Lawinen</u>
	Klimatische Naturgefahren	<u>Hitzewellen</u> , <u>Trockenheit</u> , <u>Waldbrände</u> , <u>Kältewellen</u>
<i>Graduelle Gefahren der Klimaänderung</i>		in Deutschland/ Mitteleuropa: <u>Zunahme der Winterniederschläge</u> , <u>Abnahme der Sommerniederschläge</u> , <u>Temperaturerhöhung</u> , <u>Meeresspiegelanstieg</u>

Tabelle 1: Naturgefahrenarten und Schwerpunktthemen dieser Studie

Bei dieser Unterteilung muss beachtet werden, dass die graduelle Veränderung von Klimaparametern auf die Häufigkeit von punktuellen Naturgefahren wirkt. Zunehmend geringere Sommerniederschläge erhöhen zum Beispiel die Phasen von Trockenheit. Zudem gibt es Ursachenbeziehungen zwischen den punktuellen Naturgefahren. Beispielsweise treten Überschwemmungen nach Starkregen auf; Waldbrände werden durch eine längere Trockenheit mitverursacht. Die verschiedenen graduellen und punktuellen Naturgefahren sind demzufolge teilweise voneinander abhängig. Nichtsdestotrotz stellen sie unterschiedliche Gefährdungen für den Mobilitäts- und Verkehrsbereich dar und können getrennt voneinander betrachtet werden. Da die punktuellen Naturgefahren eine besondere Herausforderung für die Anpassung bedeuten, stehen sie in dieser Studie im Vordergrund.

Unter Mobilität versteht man die grundlegende Notwendigkeit und Möglichkeit, dass Personen und Güter am Verkehr teilnehmen (Ahrens et al. 2005a). Verkehr ist dagegen die konkrete Ortsveränderung von Personen, Gütern, Energie und Informationen in unterschiedlichen Netzen im Raum (Ahrens et al. 2005a). Der Verkehr besitzt eine dienende Funktion, der die Teilnahme an den Aktionsmöglichkeiten zur Mobilität sicherstellt. Eine Betrachtung der Auswirkung des Klimawandels auf Mobilität umfasst alle Ortsveränderungen und die Möglichkeiten dies zu gewährleisten.

Insgesamt stellt der Verkehrsbereich ein stark vernetztes System dar, in dem verschiedene Akteure beteiligt sind und zur Anpassung an den Klimawandel beitragen können. Es lassen sich hier drei Hauptakteure der Anpassung unterscheiden:

- Verkehrsteilnehmer,

- Verkehrsbetreiber (v.a. Verkehrsunternehmen)
- Politik und Planung.

Entsprechend dieser Gliederung werden in dieser Studie nach einer Darstellung möglicher Veränderungen von Naturgefahren durch Klimawandel und die Folgen für Verkehr und Mobilität (siehe Kapitel 12.3) die Anfälligkeit von Verkehrsmitteln für Naturgefahren und Anpassungsmaßnahmen der Verkehrsteilnehmer dargestellt (Kap. 12.4), danach die Anfälligkeit von Verkehrsinfrastrukturen und Anpassungsmaßnahmen der Verkehrsbetreiber (Kap. 12.5) sowie der Politik und Planung (Kap. 12.6) skizziert, um mit einer kurzen Diskussion der möglichen Synergien und Konflikte der Klimaanpassungsmaßnahmen mit Klimaschutzinteressen zu schließen (Kap. 12.7).

Bei den Anpassungsmaßnahmen werden kurzfristig-reaktive (z.B. Verkehrsvermeidung insb. nach Extremwetterwarnungen) von langfristig-proaktiven Maßnahmen (z.B. bauliche Anpassungen von Verkehrsinfrastruktur) unterschieden.

Die nachfolgenden Abschätzungen der Anfälligkeiten des Verkehrsbereichs für die Folgen des Klimawandels sind als erster Aufschlag zu diesem Thema zu verstehen. Dabei handelt es sich um eine kompakte und überblicksartige Darstellung. Es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit der Darstellung erhoben. Die Autorin und Autoren freuen sich über konkrete Ergänzungs- und Verbesserungsvorschläge.

12.3 KLIMAFOLGEN IN VERKEHR UND MOBILITÄT

Der Klimawandel betrifft Verkehr und Mobilität besonders durch die Veränderungen der Temperatur, des Niederschlags und des Windes. Insbesondere Extremwetterereignisse - oder weiter gefasst: punktuelle Naturgefahren - wie Stürme, Hagel, Starkregen, Sturmfluten, Überschwemmungen, und Hitzewellen stellen für das Verkehrssystem eine große Herausforderung dar. Diese Extremwetterereignisse werden innerhalb der folgenden Unterkapitel, nach Temperatur-, Niederschlag- und Windveränderungen gegliedert, besonders angesprochen.

12.3.1 AUSWIRKUNGEN DER TEMPERATURÄNDERUNG

Die projizierten Veränderungen zur Lufttemperatur in Deutschland werden einen entscheidenden Einfluss auf die Mobilität des 21. Jahrhunderts haben. Die graduelle Erwärmung wird sich vor allem in großen Städten und Agglomerationen negativ auswirken und dort durch den Wärmeinseleffekt einen zusätzlichen Anstieg der Temperaturen hervorrufen. In stark verdichteten Städten kann der Unterschied zwischen Innenstadt und Umland enorm sein. In London ist die Lufttemperatur im Zentrum beispielsweise schon derzeit bis zu 8 °C höher als im Umland (Roaf et al. 2005). Deutschland hat keine Großstadt dieses Ausmaßes, die Maximaltemperatur im Sommer kann sich jedoch auch bei kleineren Städten mit wenig Frischluftschneisen, hoher Dichte, schwach reflektierenden Baumaterialien, ungünstiger Witterungslage (hoher Bewölkungsgrad) und bei langen extrem warmen Perioden



zuspitzen. Dadurch werden geschlossene Verkehrsmittel zunehmend unkomfortabel, offene Verkehrsmittel dagegen zunehmend geschätzt. Die Temperatur beeinflusst zuerst den Komfort der verschiedenen Verkehrsmittel.

Dies ist jedoch nicht die einzige Auswirkung. Hohe Temperaturen können auch zu gesundheitlichen Folgen führen, da die Konzentration beim Fahren nachlässt. Es muss dadurch vermehrt mit Unfällen gerechnet werden.

Insbesondere während der Mittagsstunden im Sommer kann die Teilnahme am Verkehr eine Belastung und eine potenzielle Gefahr für den menschlichen Körper darstellen. Aber auch abends können noch sehr hohe Temperaturen auftreten. Für eine Großstadt wie London bedeutet dies, dass sommerliche Temperaturen, die heute um 19 Uhr gemessen werden, am Ende des Jahrhunderts um 23 Uhr auftreten (hohes Emissionsszenario) können (Roaf et al. 2005).

Eine ansteigende Häufigkeit von extremen Sommertemperaturen, zum Beispiel wie im Jahre 2003, macht es zusätzlich zur graduellen Erhöhung der Temperaturen durch den Klimawandel lohnenswert, sich dauerhaft anzupassen. Die Hitzewelle im Sommer 2003 in Deutschland hat eine ungewöhnlich hohe Mortalität von 900 bis 1.300 zusätzlichen Todesfällen (Zunahme um ca. 16-24 Prozent) allein im August 2003 in Baden-Württemberg (Koppe & Jendritzky 2004) und einen volkswirtschaftlichen Schaden von mehr als 1,2 Milliarden EUR (Eisenreich et al. 2005) verursacht. Für Gesamtdeutschland und spezifisch für Todesfälle im Verkehr liegen keine genauen Zahlen vor. Nach

Hochrechnungen wird aber von einer Anzahl von mindestens 7.000 zusätzlichen Todesfällen im Sommer 2003 ausgegangen (Jendritzky 2004).

Für die Verkehrsinfrastruktur werden hohe Temperaturen ebenfalls eine Belastungsprobe, da sich Materialien unter Hitze verformen und zu Schäden an der Infrastruktur führen. In diesen Fällen ergibt sich eine höhere Unfallgefahr bei deren Benutzung. Aufgrund von Sicherheitsvorschriften (die sich u.a. auf Geschwindigkeitsbegrenzungen konzentrieren) kann dies zu Verspätungen oder zum Ausfall des Verkehrsnetzes mit Folgen für andere Verkehrsmittel führen.

Der Anstieg der Durchschnittstemperaturen, der zudem im Winter stärker ausfällt als im Sommer, wird sich auch in der Abnahme der Frosttage auswirken. Dies vermindert die Glatteisbildung und damit die Unfallgefahr aller straßengebundenen Verkehrsmittel.

12.3.2 AUSWIRKUNGEN DER VERÄNDERUNG DES NIEDERSCHLAGS

Die Veränderung der Niederschlagsregime und der Zunahme von entweder sehr niederschlagsreichen oder sehr niederschlagsarmen Perioden wird mit großen Auswirkungen auf Verkehr und Mobilität in Deutschland einhergehen. Sehr regenreiche Phasen werden den Sektor stärker treffen als regenarme Perioden. Dies ist vor allem im Winter zu erwarten und für einzelne Regionen in Deutschland besonders zu beachten (zum Beispiel im mittleren Westdeutschland und in großen Teilen Süddeutschlands). Aber auch im Sommer können Komplikationen auftreten, wenn der Niederschlag (auch unter einer durch-

schnittlichen Verminderung) zunehmend als Starkregen fällt.

Die Auswirkungen auf Verkehr und Mobilität treffen sowohl die Verkehrsteilnehmer als auch die Infrastrukturbetreiber. Die Benutzung von offenen Verkehrsmitteln wird unkomfortabel, derweil geschlossene straßengebundene Verkehrsmittel durch Sichtbehinderungen an Sicherheit einbüßen. Infrastrukturbetreiber spüren die Auswirkungen durch Schäden aufgrund von Überschwemmung und Unterspülung. In manchen Regionen, in denen sich Trockenheit und Niederschlagszunahme überlagern, werden Überschwemmungen häufig auftreten (z.B. in Teilen Süddeutschlands). Besonders nachteilig erweist sich dies auf stark verdichteten Böden wie Lehm. Diese sind nur wenig durchlässig und erhöhen dadurch den Oberflächenabfluss und die Überschwemmungsgefahr.

Hohe Schadenssummen durch Überschwemmungen (oft eine Kombination von Niederschlägen, Stürmen und/oder dem Meeresspiegelanstieg) sind dokumentiert worden. In Deutschland forderten die Überschwemmungen im August 2002 20 Menschenleben und verursachten volkswirtschaftliche Schäden in Höhe von rund neun Milliarden EUR (BFG 2002). Auch im Vergleich zu anderen extremen Naturereignissen war diese sogenannte Elbeflut ohne Beispiel und die teuerste Naturkatastrophe in der Geschichte Deutschlands (Münchener Rück 2002, 2004).

Aber nicht nur Wasserüberschuss sondern auch dessen Mangel kann zu Schäden führen. Resultierende Trockenheit wird im Besonderen die Infrastrukturbetreiber treffen. Verkehrsteilnehmer können

durch den Ausfall des Service oder steigendem Unfallrisiko betroffen sein. Große Schäden werden auf Lehmboden erwartet, der bei Trockenheit stark schrumpft.

12.3.3 AUSWIRKUNGEN DER VERÄNDERUNG DER WINDSYSTEME

Eine potenzielle Abnahme des Mittels und der Spitzenwerte der Windgeschwindigkeiten über Deutschland würde die Benutzung vieler Verkehrsmittel sicherer machen. Eine Verstärkung würde sich dementsprechend negativ auswirken. Jedoch berechnen die Modelle in den Simulationen zu Wind und Windgeschwindigkeiten bisher keine einheitlichen Ergebnisse.

Wie schon bei anderen Klimavariablen betont, bedeutet ein möglicher Rückgang des Mittelwertes nicht gleichzeitig einen Rückgang der Extreme. Eine Zunahme an Stürmen und eine Erhöhung der Spitzengeschwindigkeiten der Winde würde sich für den Transportsektor negativ auswirken. Die Nutzer wären vor allem über den Gebrauch von Zweirädern betroffen. Die Verkehrsinfrastruktur ist einerseits durch Schäden an Oberleitungen gefährdet, andererseits durch das Lahmlegen von Strecken aufgrund von Baumfall oder anderen herunterfallenden Materialien (Ziegel etc.).

Stürme gehen oftmals mit starken Regengüssen oder Hagel einher, welche die Verkehrsteilnehmer und Infrastrukturbetreiber negativ treffen können. Hagel hat das Potenzial, großen Schaden an privater und öffentlicher Verkehrsinfrastruktur zu verursachen.



Die genannten Aspekte verdeutlichen, dass eine Anpassung des Verkehrs- und Mobilitätsbereichs an den Klimawandel notwendig ist, um Schäden an Leib und Eigentum zu vermindern.

12.4 ANFÄLLIGKEIT VON VERKEHRSMITTELN UND ANPASSUNGSVERHALTEN DER VERKEHRSTEILNEHMER

12.4.1 EINLEITUNG UND ÜBERBLICK

Betrachtet man die Folgen des Klimawandels für Verkehr und Mobilität aus Sicht der Verkehrsteilnehmer, so zeigt sich, dass ihre Anpassungsmöglichkeiten vor allem auf die Verkehrsverlagerung auf möglichst sichere Verkehrsmittel bzw. die Verkehrsvermeidung während des Auftretens einer punktuellen Naturgefahr (z.B. Sturm, Starkregen, Überschwemmung, Hitzewelle) beschränkt sind. Verkehrsbezogene Anpassungsmaßnahmen der Verkehrsteilnehmer an graduelle Naturgefahren (Zunahme der Winterniederschläge, Abnahme der Sommerniederschläge, Temperaturerhöhung, Meeresspiegelanstieg) als auch langfristig-proaktive Handlungen scheinen nur beschränkt möglich (Ausnahmen: Anschaffung eines Autos mit Klimaanlage, überdachter Autoparkplatz).

Die Wahl eines möglichst sicheren Verkehrsmittels bzw. das Umsteigen auf ein solches Verkehrsmittel (Verkehrsverlagerung) ist für die Verkehrsteilnehmer in ihrer alleinigen Entscheidungsverfügung. Im Gegensatz zu der Verkehrsverlagerung ist die Verkehrsvermeidung, z.B. die Vermeidung von Arbeitswegen, stärker von gesellschaftlichen und anderen Rah-

menbedingungen, z.B. der Erlaubnis des Arbeitgebers, abhängig. Insofern ist für die Verkehrsteilnehmer die Verlagerung auf ein anderes Verkehrsmittel weniger aufwändig als die Verkehrsvermeidung.

Jedoch erscheint ein dauerhaftes Umsteigen von Verkehrsteilnehmern auf andere, eventuell besser an den Klimawandel angepasste Verkehrsmittel unwahrscheinlich. Zwar nehmen die punktuellen, temporären Naturgefahren in Anzahl und Ausmaß wahrscheinlich zu, jedoch treten sie zu selten auf, um die Gewohnheiten bei der Verkehrsmittelwahl, die hier eine große Rolle spielen (Megel 2001), zu verändern.

Die angemessene Verkehrsmittelwahl bzw. die Verkehrsvermeidung der Verkehrsteilnehmer beim Auftreten von Extremwetterereignissen ist abhängig von einer rechtzeitigen und zuverlässigen Warnung, welche möglichst konkrete Angaben zu Zeit und Ort des Auftretens und zur Stärke des Extremwetterereignisses enthalten sollte. Zudem sollte die Warnung möglichst konkrete Empfehlungen für die Wahl bestimmter, voraussichtlich funktionstüchtiger und sicherer Verkehrsmittel enthalten. Sobald Personen oder Verkehrsmittel durch die Stärke eines Wetterextrems in zu große Gefahr geraten, sollten selbstverständlich Empfehlungen zur Verkehrsvermeidung ausgesprochen werden. Da aber bestimmte Wege, z.B. Arbeitswege oder Betreuungswege, während eines Wetterextrems (insbesondere bei langdauernden Extremen, wie Hitzewellen) nicht gänzlich zu vermeiden bzw. zeitlich zu verschieben sind, sollten Warnmeldungen zu Extremwetterereignissen nicht nur - wie bisher - Empfehlungen zur Verkehrsvermeidung



(z.B.: „Bleiben Sie, wenn möglich, zuhause!“), sondern auch zur Verkehrsmittelwahl enthalten.

Um die Frage zu beantworten, welche Verkehrsmittlempfehlungen für bestimmte Extremwetterereignisse von den Warndiensten ausgesprochen werden sollten, wird im folgenden Abschnitt 12.4.2 die Anfälligkeit verschiedener Verkehrsmittel für die in dieser Studie behandelten punktuellen Naturgefahren Stürme, Hagel, Starkregen, Sturmfluten, Überschwemmungen, Hitzewellen und Trockenheit abgeschätzt. Zukünftige Forschung sollte analysieren, wie sich diese Anfälligkeiten beim gleichzeitigen Auftreten verschiedener Naturgefahren (z.B. Sturm + Hagel + Überschwemmung) gegebenenfalls verändern.

Kapitel 12.4.3 behandelt überblicksartig einige Optionen in der Verkehrsvermeidung, wozu hier auch das zeitliche Verschieben von Verkehr auf einen früheren oder späteren Zeitpunkt relativ zum Extremereignis mit eingerechnet wird.

12.4.2 ANFÄLLIGKEIT VON VERKEHRSMITTELN UND OPTIONEN DER VERKEHRSVERLAGERUNG

Um Empfehlungen für die Wahl bestimmter Verkehrsmittel bzw. die Verlagerung des Verkehrs auf bestimmte Verkehrsmittel bei verschiedenen Naturgefahren zu entwickeln, ist es notwendig, die Anfälligkeit der Verkehrsmittel für Naturgefahren abzuschätzen.

Um die Anfälligkeit der Verkehrsmittel für den Klimawandel bzw. die sich durch den Klimawandel wahrscheinlich häufenden

Extremwetterereignisse abzuschätzen, ziehen wir drei Kriterien heran:

- Sicherheit,
- Zuverlässigkeit und
- Komfort.

Die **Sicherheit** bezieht sich auf die Sicherheit einer Person, auf der Fahrt mit einem bestimmten Verkehrsmittel aufgrund der äußeren Einwirkungen der Naturgefahr keinen Unfall zu erleiden.

Die **Zuverlässigkeit** beschreibt die Möglichkeit, das angestrebte Ziel mit einem spezifischen Verkehrsmittel in der regulären Zeit zu erreichen. Das heißt, hier geht es insbesondere um die Pünktlichkeit des Ankommens.

Der **Komfort** bezieht sich auf die wahrscheinlichen, subjektiven Komfortgefühle der Verkehrsteilnehmer bei Nutzung eines Verkehrsmittels während einer Naturgefahr relativ zum subjektiven Erlebnis bei durchschnittlichem Wetter. Dabei werden verschiedene Komforteinschränkungen berücksichtigt, wie zu hohe Temperatur bei Hitzewellen, Nasswerden oder schlechte Sicht bei Starkregen.

Inwieweit die drei Kriterien Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort für verschiedene Verkehrsmittel bei unterschiedlichen Naturgefahren erfüllt werden, wird auf einer qualitativen Skala bewertet: Gering (Rot, 0 Punkte), Mittel (Orange, 1 Punkt), Hoch (Grün, 2 Punkte). Das heißt, je höher die Bewertung für ein Verkehrsmittel ausfällt, desto besser geeignet wird dessen Nutzung während einer Naturgefahr eingeschätzt. So macht beispielsweise eine Gering-Bewertung der



Sicherheit deutlich, dass das Unfall- und Verletzungsrisiko in diesem Verkehrsmittel während der Naturgefahr relativ hoch ist und das Verkehrsmittel möglichst nicht genutzt werden sollte.

Weiterhin wird eine Gewichtung der verschiedenen Kriterien eingeführt, um eine Hierarchie der Wichtigkeit der Kriterien abzubilden. Die Verkehrssicherheitsbewertungen werden mit dem Faktor 3 multipliziert. Die Bewertungen der Kriterien Zuverlässigkeit und Komfort werden mit 2 bzw. 1 gewichtet. Diese Gewichtung wird vor dem Hintergrund der Überlegung vorgenommen, dass den meisten Verkehrsteilnehmern die eigene Sicherheit am wichtigsten ist, danach die Zuverlässigkeit rangiert, also die Möglichkeit der Zielerreichung in annehmbarer Zeit gewährleistet bleibt, und nach diesen Größen auch der Komfort als Bewertungskriterium eine Rolle spielt. Durch die Gewichtung werden damit der Sicherheit Bewertungen zwischen 0 und 6 zugeordnet, der Zuverlässigkeit Werte von 0 bis 4 und dem Komfort Werte zwischen 0 und 2.

Wir wollen an dieser Stelle ausdrücklich darauf hinweisen, dass es sich bei den hier vorgenommenen Bewertungen um rein qualitative Einschätzungen handelt. Die Bewertungen sollen nur als ordinale Rangfolge gelesen werden. Das heißt, „gering“ (0 Punkte) ist weniger als „mittel“ (1 Punkt), was wiederum weniger ist als „hoch“ (Grün, 2 Punkte), aber „hoch“ (2 Punkte) ist nicht doppelt so viel wie „mittel“ (1 Punkt). Alle quantitativen Einschätzungen in dieser Analyse können nur als Richtlinie dienen, um die Anfälligkeit von Verkehrsmitteln für Naturgefahren besser einschätzen zu können.

Zudem machen singuläre Betrachtungen einzelner Verkehrsmittel nur eingeschränkt Sinn. Bei allen Wegen - außer mit dem eigenen Pkw - kann man davon ausgehen, dass Verkehrsmittel kombiniert werden müssen und längere oder kürzere Fußwege unter freiem Himmel Bestandteil des Weges sind. So muss beispielsweise zur Nutzung der U-Bahn zuerst die U-Bahn-Haltestelle zu Fuß, mit dem Fahrrad, dem Pkw oder auch mit dem Bus erreicht werden. Da beim Auftreten von Naturgefahren insbesondere Fußwege und offene Verkehrsmittel (Fahrrad und Kraftfahrzeug) vermieden werden sollten, gewinnt aufgrund des höheren Haltestellennetzes der Bus als Alternative zur Bahn und nach dem Pkw an Bedeutung. Der Pkw sticht diesbezüglich immer heraus, da er in der Regel ohne längere Wege unter freiem Himmel erreicht werden kann. In dieser Studie verzichten wir aus Gründen einer kompakten Darstellung auf eine umfassende Analyse von Wegeketten, sondern verdeutlichen den hier vertretenen Ansatz nur an Beispielen typischer Wegeketten. Grundsätzlich gilt: Das „schwächste Glied“ in einer Wegekette entscheidet über die Bewertung der gesamten Wegekette. Beispielsweise ist bei Sturm und in der Wegekette Fußweg-Bus-Fußweg der Fußweg das schwächste Glied hinsichtlich Sicherheit (gering) und Komfort (gering), so dass die gesamte Wegekette als wenig sicher und wenig komfortabel bewertet werden muss, auch wenn der Bus hier mittlere Werte aufweist.

In der Bewertung der Folgen von Naturgefahren für Verkehrsmittel und Verkehrsteilnehmer ist es weiterhin notwendig, dass eine differenzierte Betrachtung von verkehrssoziologischen Personengruppen eingeschlossen wird. Dazu gehö-



ren die Berücksichtigung personenbezogener Merkmale wie Alter, Geschlecht, Pkw-Besitz und -Verfügbarkeit sowie Berufstätigkeit. Eine diesbezügliche Differenzierung kann sich stark auf die Teilnahmemöglichkeiten und die Präferenzen der Verkehrsmittelwahl als auch auf das Unfallrisiko auswirken. Bei der Auswahl zwischen Bahn und Bus hat sich gezeigt, dass ältere Leute den Bus der Bahn als öffentliches Verkehrsmittel vorziehen und dies mit Sicherheitsaspekten begründen, aber auch mit Gewohnheit (Megel 2001). Außerdem besitzt der Bus ein dichteres Haltenetz als z.B. Bahn oder U-Bahn. Jüngere Leute bevorzugen dagegen die Bahn. Diese Unterschiede beziehen sich auf den Regionalverkehr, unterschiedliche Wegelängen können diese Einschätzung differenzieren. Das Unfallrisiko könnte sich durch den Klimawandel allgemein, jedoch besonders in bestimmten soziologischen Gruppen, erhöhen, weshalb dieser Aspekt dezidiert beleuchtet wird. Insbesondere die wachsende Gruppe älterer Menschen, welche oft unter gesundheitlichen Problemen leiden, muss gesondert betrachtet werden. In der folgenden Analyse verschiedener Naturgefahren wird an den Punkten, wo eine besondere Gefährdung für bestimmte Bevölkerungsgruppen vorliegt, auf diese gruppenspezifischen Anfälligkeiten und Anpassungsmaßnahmen hingewiesen.

Als Anpassungsmaßnahme an die Naturgefahren wird immer die Verkehrsverlagerung auf bestimmte sichere, zuverlässige und komfortable Verkehrsmittel empfohlen. Selbstverständlich ist die Verkehrsverlagerung nur begrenzt möglich. Erstens sind bestimmte empfehlenswerte Verkehrsmittel in vielen Gegenden nicht verfügbar. In kleineren Städten, suburbanen

Gebieten oder ländlichen Räumen ist beispielsweise nicht die oft empfehlenswerte U-Bahn vorhanden. Zweitens lässt sich selbstverständlich nicht der Verkehr von Nahverkehrsmitteln auf Fernverkehrsmittel verlegen, weswegen diese beiden Kategorien auch getrennt voneinander bewertet werden. Drittens ist die Transportkapazität von Verkehrsmitteln begrenzt. So können beispielsweise bei Sturm nicht sämtliche Verkehrsteilnehmer, die ansonsten mit Pkw oder Bus fahren, auf die unfallsichereren schienengebundenen Verkehrsmittel umsteigen. Insofern muss beim Auftreten von Naturgefahren wahrscheinlich immer eine Kombination aus Verkehrsverlagerung und Verkehrsvermeidung gefunden werden. Hier ist es auch Aufgabe der Verkehrsplanung, Abschätzungen zur Änderung des Modalsplitts bei Extremwetterereignissen, also zur Art und zum Anteil unterschiedlicher Transportmittel an allen Wegen (Ahrens et al. 2005a), zu entwickeln.

Im Folgenden wird nun für die in dieser Studie behandelten punktuellen Naturgefahren Stürme, Hagel, Starkregen, Sturmfluten, Überschwemmungen, Hitzewellen und Trockenheit die Anfälligkeit verschiedener Verkehrsmittel abgeschätzt und auf dieser Basis Empfehlungen für bestimmte Verkehrsmittel bei bestimmten Naturgefahren entwickelt.

Stürme

Der Begriff Sturm wird in der Meteorologie sowohl auf Ereignisse starker Winde als auch auf Tiefdruckgebiete angewendet, die mit hohen Windgeschwindigkeiten und häufig intensiven Niederschlägen

verbunden sind (Binder & Steinreiber 2005).

Versicherungen, z.B. in Österreich, definieren Stürme als wetterbedingte Luft

bewegung, deren Geschwindigkeit mindestens 60km/h beträgt (Hlatky et al. 2005).

	Verkehrsmittel	Sicherheit	Zuverlässigkeit	Komfort	Gesamt
Lange Distanzen, interurbane Wege	Bahn	3	0	2	5
	Flugzeug	3	0	1	4
	Schiff	3	0	0	3
	Pkw	3	2	1	6
	Bus	3	2	1	6
Gesamt/Max, entsprechend %		15/30 50,0 %	4/20 20,0 %	5/10 50,0 %	24/60 40,0 %
Kürzere Distanzen, intraurbane Wege	U - Bahn	6	4	2	12
	S - Bahn	6	2	2	10
	Straßenbahn	6	2	2	10
	Pkw	3	2	1	6
	Bus	3	2	1	6
	Fahrrad	0	2	0	2
	Kraftrad	0	2	0	2
	Fußwege	0	2	0	2
Gesamt/Max, entsprechend %		24/48 50,0 %	18/32 56,3 %	8/16 50,0 %	50/96 52,1 %

Tabelle 2: Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort bei Sturm (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)

Bei einem Sturmereignis wird die private Mobilität wahrscheinlich am meisten durch eine sinkende Zuverlässigkeit auf langen Strecken betroffen sein, die sich vor allem auf die Bahn, das Flugzeug und den Schiffsverkehr auswirkt. Auf intraurbanen Wegen ist die Zuverlässigkeit höher und bleibt sogar relativ unbeeinflusst, wenn man mit der U - Bahn fährt. Die Sicherheit ist ebenfalls hoch bei U-Bahn, S- und Straßenbahn. Der Komfort ist am höchsten bei Bahn, U-, S- und Straßenbahn. Aufgrund dieser qualitativen Einschätzung erweist sich die U-Bahn als das beste Verkehrsmittel bei Sturm. Die S-Bahn und Straßenbahn rangieren an zweiter Stelle. Es ist zu empfehlen, dass Verkehrsteilnehmer auf innerstädtischen Wegen, besonders Fahr- und Kraftradbenutzer, auf U-Bahn, S- und Straßenbahn

wechseln, wenn die Haltestellen in direkter Nähe sind. Grundsätzlich sollte versucht werden, während Stürmen Wege unter freiem Himmel nicht nur aus Komfortgründen zu vermeiden; denn herumfliegende Gegenstände stellen ein erhebliches Verletzungsrisiko dar (Sicherheit und Komfort bei Fußwegen, Fahr- und Kraftrad sind stark beeinträchtigt). Sofern sich die Mobilität während eines Sturmereignisses nicht grundsätzlich vermeiden lässt, sollte daher auch auf den privaten PKW, Taxi oder den Bus - das Haltestellennetz ist oft viel dichter - umgestiegen werden. Wählt man eine verkehrsmittelübergreifende Betrachtung, so sieht man, dass Langstrecken stärker betroffen sein werden als Kurzstrecken. Für beide Distanzkategorien wird jedoch aus den Gesamteinschätzungen in Höhe von 40 bzw. 52,1 Prozent der maximal möglichen

Punktzahlen deutlich, dass Stürme eine sehr große Auswirkung auf die Mobilität

haben.

Hagel

Unter Hagel versteht man gefrorene Eisklumpen von etwa 5 bis 50mm Durchmesser, in seltenen Fällen können diese aber

auch bis über 10cm Durchmesser erreichen (Binder & Steinreiber 2005).

	Verkehrsmittel	Sicherheit	Zuverlässigkeit	Komfort	Gesamt
Lange Distanzen, interurbane Wege	Bahn	6	4	2	12
	Flugzeug	6	2	2	10
	Schiff	6	4	2	12
	Pkw	3	2	2	7
	Bus	3	2	2	7
Gesamt/Max, entsprechend %		24/30 80,0 %	14/20 70,0 %	10/10 100,0 %	48/60 80,0 %
Kürzere Distanzen, intraurbane Wege	U - Bahn	6	4	2	12
	S - Bahn	6	4	2	12
	Straßenbahn	6	4	2	12
	Pkw	3	2	2	7
	Bus	3	2	2	7
	Fahrrad	3	2	1	6
	Kraftrad	3	2	1	6
	Fußwege	3	4	1	8
Gesamt/Max, entsprechend %		33/48 68,8 %	24/32 75,0 %	13/16 81,3 %	70/96 73,0 %

Tabelle 3: Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort bei Hagel (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)

Beim Auftreten von Hagel verringert sich besonders die Sicherheit auf kürzeren Wegen und die Zuverlässigkeit bei längeren Strecken, der Komfort ist weniger betroffen. Die Sicherheit sinkt durch Sichtbehinderungen und rutschige Fahrbahnen. Die Zuverlässigkeit ist neben Sichtbehinderungen und rutschigen Fahrbahnen durch mögliche Überschwemmungen beeinträchtigt (z.B. hervorgerufen durch verstopfte Abflusskanäle). Die Bahn, das Schiff, die U-Bahn, S- und Straßenbahn sind die besten Verkehrsmittel bei Hagelereignissen. Grundsätzlich sollte wie bei Stürmen versucht werden, Wege unter freiem Himmel nicht nur aus Komfortgründen zu vermeiden; denn Hagelkörner können ab einer bestimmten Grö-

ße und/oder Form ein Verletzungsrisiko darstellen. Es ist zu empfehlen, dass besonders die Benutzer von Kraft- und Fahrrad als auch Fußgänger zu schienengeführten Verkehrsmitteln wechseln, soweit dies möglich ist.

Bei Hagelereignissen ist weiterhin zu beachten, dass es sowohl zu Beeinträchtigungen des Verkehrs als auch zu Schäden an Fahrzeugen (insb. Lackschäden) kommen kann. Das Benutzen/Errichten von Garagen und Unterstellplätzen kann diesen Einwirkungen vorbeugen.



Abbildung 2: Hagel verstopft Entwässerungseinrichtungen und führt so zum Einstau auf Strassen (Quelle: Egli Engineering)

Starkregen

Starkniederschläge können v.a. in zwei Kategorien unterteilt werden, konvektive und zyklonale Niederschläge. Erstere werden auch als Wärmegewitter umschrieben, treten zumeist kleinräumig und mit hoher Intensität auf und beschränken sich vorwiegend auf das Sommerhalbjahr. Zyklonale Niederschläge

sind die Folgen von Tiefdruckgebieten, können großräumiger sein und mehrere Tage andauern, beschränken sich jedoch zumeist auf das Winterhalbjahr (Binder & Steinreiber 2005).

Starkniederschläge können andere Naturgefahren nach sich ziehen, z.B. Hochwasser, Lawinen oder Muren mit auslösen.

	Verkehrsmittel	Sicherheit	Zuverlässigkeit	Komfort	Gesamt
Lange Distanzen, interurbane Wege	Bahn	6	2	2	10
	Flugzeug	6	2	2	10
	Schiff	6	4	2	12
	Pkw	3	2	2	7
	Bus	3	2	2	7
Gesamt/Max, entsprechend %		24/30 60,0 %	12/20 80,0 %	10/10 100,0 %	46/60 76,7 %
Kürzere Distanzen, intraurbane Wege	U - Bahn	6	4	2	12
	S - Bahn	6	4	2	12
	Straßenbahn	6	4	2	12
	Pkw	3	2	2	7
	Bus	3	2	2	7
	Fahrrad	0	2	0	2
	Kraftrad	0	2	0	2
Fußwege	3	4	0	7	
Gesamt/Max, entsprechend %		27/48 56,3 %	24/32 75,0 %	10/16 62,5 %	61/98 62,2 %

Tabelle 4: Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort bei Starkregen (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)



Bei der Betrachtung von Starkniederschlägen werden nur die Niederschläge beim Durchqueren der Atmosphäre und das Aufkommen auf der Erdoberfläche betrachtet. Folgeerscheinungen, wie Hochwässer oder Überschwemmungen werden nachfolgend behandelt. Starkregen zählt zu den Naturgefahren, die sich am stärksten auf die Sicherheit auswirken könnten, sowohl im Langstrecken als auch im Kurzstreckenbereich. Aber auch der Komfortverlust kann vor allem bei offenen, ungeschützten Verkehrsmitteln beträchtlich sein. Beeinträchtigungen bei der Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit von Verkehrsmitteln ergeben sich vor allem bei der Bahn, dem Flugzeug, beim Pkw, Bus, Fahr- und Kraftrad vorwiegend aufgrund von Sichtbehinderungen, die ein zügiges Fahren unmöglich machen. Die Zuverlässigkeit beim Flugzeug kann aufgrund von Wasser auf der Rollbahn und daraus resultierenden Verspätungen sinken. Bei der Bahn können Unterspülungen das Streckennetz schädigen. Ein höheres Unfallrisiko bei Pkw, Bus, und vor allem bei Fahr- und Krafträdern ergibt sich aufgrund von schlechter Sicht und Wasser auf der Fahrbahn (Aquaplaning). Eine vermehrte Benutzung von schienengebundenen Verkehrsmitteln ist zu empfehlen,

auch das Schiff erweist sich als relativ gute Wahl bei Starkregen. Grundsätzlich scheinen Verkehrsmittel für kürzere Distanzen stärker betroffen als Verkehrsmittel längerer Distanzen.

In suburbanen oder ländlichen Regionen, wo keine schienengebundenen Verkehrsmittel zur Verfügung stehen, kann es durch Starkregen zu großen Beeinträchtigungen kommen. Hier steht meist nur der Pkw als Alternative zur Verfügung, die Fahrweise sollte der Gefahr durch mangelnde Sicht und Aquaplaning angepasst und die Fahrt zu Spitzenzeiten des Starkniederschlags unterbrochen werden.

Der Komfortverlust ist besonders groß in allen Regionen, wo Personen Wege durch eine Aneinanderreihung von Verkehrsmitteln mit vielen verbindenden Fußwegen unter freiem Himmel zurücklegen müssen. Außerdem werden Starkregenereignisse im Besonderen Fußgänger, Kraft- und Fahrradfahrer in ihrem Komfort einschränken. Da überdurchschnittlich oft Frauen kurze Strecken zurücklegen und diese zu Fuß erledigen, werden sie überdurchschnittlich von Starkregen beeinträchtigt sein.

Sturmfluten

Als Sturmfluten werden große Wellen auf offenen Gewässern bezeichnet, die durch Stürme oder Unterwasserbeben entstehen können. Sie können eine Gefahr für die

Schifffahrt als auch für den Verkehr in Häfen bedeuten, wenn die Wellen auf Ufer treffen.

	Verkehrsmittel	Sicherheit	Zuverlässigkeit	Komfort	Gesamt
Lange Distanzen, interurbane Wege	Bahn	6	4	2	12
	Flugzeug	6	4	2	12
	Schiff	3	0	0	3
	Pkw	6	4	2	12
	Bus	6	4	2	12
Gesamt/Max, entsprechend %		27/30 90,0 %	16/20 80,0 %	8/10 80,0 %	51/60 85,0 %
Kürzere Distanzen, intraurbane Wege	U - Bahn	6	4	2	12
	S - Bahn	6	4	2	12
	Straßenbahn	6	4	2	12
	Pkw	6	4	2	12
	Bus	6	4	2	12
	Fahrrad	6	4	2	12
	Kraftrad	6	4	2	12
	Fußwege	6	4	2	12
Gesamt/Max, entsprechend %		48/48 100,0 %	32/32 100,0 %	16/16 100,0 %	98/98 100,0 %

Tabelle 5: Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort bei Sturmfluten (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)

Von der Sturmflut betroffen sind v.a. Schiffsbenutzer. Aus diesem Grund ist die gesamte Beeinträchtigung auf alle Verkehrsmodi relativ gering. Bei Sturmfluten leiden die Zuverlässigkeit und der Komfort am stärksten. Die Sicherheit wird als mittelmäßig hoch angesehen, weil sich durch existierende Frühwarnsysteme größere Gefahren oft im Vorfeld umgehen lassen. Schiffsbenutzer müssen oder soll-

ten, sofern vorhanden, zu anderen Verkehrsmitteln wechseln. In Küstengebieten sind damit oft weitreichende Einschränkungen verbunden, da nur in Notfällen z.B. Hubschrauber oder Flugzeuge zur Verfügung stehen. Es muss damit gerechnet werden, dass der Verkehr temporär zum Erliegen kommt. Eine Anpassung könnte eventuell über zeitliche Verlagerung erreicht werden.

Überschwemmungen

Überschwemmungen können Folgen von Starkniederschlägen und/oder Hochwässern sein. Üblicherweise versteht man darunter die zeitweilige Wasserbede-

ckung von Landflächen aufgrund der Ausuferung von oberirdischen Gewässern (Binder & Steinreiber 2005). Städte an großen Flussläufen sind empfindlich ge-

genüber Flusshochwässern, Küstenstädte zusätzlich gegenüber einem steigenden Meeresspiegel und alle Räume gegenüber

Überschwemmungen durch übermäßige Regenfälle.

	Verkehrsmittel	Sicherheit	Zuverlässigkeit	Komfort	Gesamt
Lange Distanzen, interurbane Wege	Bahn	3	2	2	7
	Flugzeug	3	2	2	7
	Schiff	6	2	2	10
	Pkw	3	2	1	6
	Bus	3	2	1	6
Gesamt/Max, entsprechend %		18/30 60,0 %	10/20 50,0 %	8/10 90,0 %	36/60 60,0 %
Kürzere Distanzen, intraurbane Wege	U - Bahn	3	2	2	7
	S - Bahn	6	2	2	12
	Straßenbahn	6	2	2	10
	Pkw	3	2	1	6
	Bus	3	2	1	6
	Fahrrad	0	2	0	2
	Kraftrad	0	2	0	2
	Fußwege	3	2	0	5
Gesamt/Max, entsprechend %		24/48 50,0 %	16/32 50,0 %	8/16 50,0 %	48/96 50,0 %

Tabelle 6: Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort bei Überschwemmungen (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)

Naturgefahren, die Überschwemmungen nach sich ziehen, beeinträchtigen in der Regel die Zuverlässigkeit und die Sicherheit, bei intraurbanen Wegen aber auch zusätzlich den Komfort, v.a. bei Benutzern von offenen Verkehrsmitteln. Die Sicherheit bleibt relativ hoch bei S- und Straßenbahn sowie dem Schiff; Fahr- und Krafträder sind besonders negativ betroffen. Eine Behinderung aller Verkehrsmittel mit Hinblick auf die Zuverlässigkeit muss erwartet werden. Schon jetzt kommt es bei Starkregen immer wieder zu Einschränkungen im U-Bahn-, Straßen- aber auch im Flug-Verkehr (The Mayor of London 2002). Straßengebundene Verkehrsmittel büßen bei der Zuverlässigkeit (entweder durch große Tiefen des Überschwemmungswassers oder durch Fahrbahnschädigungen) ein. Allerdings können die Einschränkungen im Straßenverkehr

gemildert werden, da das dichte Netz viele Fahrvarianten zulässt. In der Gesamtbetrachtung (letzte Spalte) ist, wo vorhanden, für die längeren Wege bei Überschwemmungen v.a. der Schiffsverkehr zu empfehlen. Allerdings muss der Schiffsverkehr bei Hochwasser oft aufgrund veränderter und unbekannter Strömungsverhältnisse, Treibgut oder zu hoher Schiffsaufbauten, um noch Brücken passieren zu können, eingestellt werden. Im urbanen Kontext sind die Straßen- und S-Bahn zu empfehlen. Andere schienengebundene Verkehrsmittel könnten beeinträchtigt sein. Hier wird deutlich, dass bei Überschwemmungen mit großen Einbußen in der Mobilität gerechnet werden muss. Die Möglichkeit, auf andere Verkehrsmittel umzusteigen, scheint sehr limitiert.

Bei Überschwemmungen sollten im Besonderen auch die Wegeketten in die Betrachtung miteinbezogen werden. Aufgrund der niedrigen Sicherheit und Zuverlässigkeit vieler Verkehrsmittel und den



Abbildung 3: Überflutete Fahrbahn beim Elbehochwasser 2002 (Quelle: Egli Engineering)

Komfortverlusten einiger könnte die Einschätzung der besten Verkehrsmodi bei Überschwemmungen sehr von den beschriebenen Empfehlungen abweichen.



Abbildung 4: Unterspültes Geleise beim Elbehochwasser 2002 (Quelle: Egli Engineering)

Hitzewellen

Als Hitzewellen bezeichnet man außergewöhnlich warme Zeitabschnitte, die sehr plötzlich eintreten und/oder lange anhalten. Hitzewellen wirken sich in dicht bebauten Gebieten besonders brisant aus, weil aufgrund des urbanen Wärmeinsel-

Effektes bis zu mehreren Grad höhere Temperaturen auftreten können als im Umland (Bsp. London's Innenstadt ist an warmen Sommertagen ungefähr 6°C wärmer als die Umlandregionen; Arkell & Darch 2006).

	Verkehrsmittel	Sicherheit	Zuverlässigkeit	Komfort	Gesamt
Lange Distanzen, interurbane Wege	Bahn	3	2	1	6
	Flugzeug	6	4	2	12
	Schiff	6	2	2	10
	Pkw	3	2	1	6
	Bus	3	2	1	6
Gesamt/Max, entsprechend %		21/30 70,0 %	12/20 60,0 %	7/10 70,0 %	40/60 66,7 %
Kürzere Distanzen, intraurbane Wege	U - Bahn	3	4	0	7
	S - Bahn	6	4	1	11
	Straßenbahn	6	4	1	11
	Pkw	3	2	1	6
	Bus	3	2	1	6
	Fahrrad	6	4	2	12
	Kraftrad	6	4	2	12
	Fußwege	6	4	2	12
Gesamt/Max, entsprechend %		39/48 81,3 %	28/32 87,5 %	10/16 62,5 %	77/98 78,6 %

Tabelle 7: Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort bei Hitzewellen (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)

Interurbane, lange Verkehrswege sind bei Hitzewellen vor allem durch eine sinkende Zuverlässigkeit beeinträchtigt. Dies kann durch Geschwindigkeitsreduzierungen bei Gleisverkehr, Niedrigwasser bei Schiffsverkehr (und eventuellem Ausfall des Transports) als auch durch Gesundheitsbeeinträchtigungen der Fahrer beim Straßenverkehr hervorgerufen werden. Für Schnellzüge wird bei hohen Temperaturen eine Geschwindigkeitsbegrenzung erforderlich, die sich nachteilig auf die Reisedauer auswirken kann. Dies ist eine Sicherheitsmaßnahme, um bei Gleisverwerfungen der höheren Unfallgefahr entgegen zu wirken. Im Hitzesommer 2003 verminderte sich die Pünktlichkeit franzö-

sischer Züge von 87% auf 77% im Durchschnitt der 12 Monate davor (Létard et al. 2004; IPCC 2007). Das Unfallrisiko steigt beim Auto und auch beim Bus durch Konzentrationsschwierigkeiten, sofern diese nicht klimatisiert sind. Auf intraurbanen Wegen ist bei Hitzewellen im besonderen Maße der Komfort vieler geschlossener Verkehrsmittel beeinträchtigt. U-Bahnschächte können sich erheblich aufheizen (Bsp. London: Stationen der Innenstadt, wie King's Cross und Waterloo, weisen zuweilen 11°C höhere Temperaturen auf als an der Erdoberfläche). Hierunter leiden im besonderen Maße ältere Personen und kleine Kinder, die diesbezüglich empfindlicher sind. Aber auch in



Pkws, Bussen und Bahnen kann es unerträglich heiß werden, sofern diese nicht klimatisiert sind. Obwohl viele Langstreckenzüge mittlerweile klimatisiert fahren, ist dies nicht der Fall für alle Regionalzüge, S- oder Straßenbahnen sowie Busse. Im Vergleich der Entfernungskategorien scheint die Benutzung von Verkehrsmitteln auf Langstrecken stärker betroffen als jene auf Kurzstrecken.

Es wird empfohlen, bei Hitzewellen auf das Fahrrad, Motorrad oder auf Fußwege auszuweichen, sofern dies die Entfernungen und die körperliche Konstitution zulassen. Allerdings muss auch dabei mit

gewissen Komfortverlusten gerechnet werden. Transportmittel mit einer Klimaanlage sind ebenfalls zu empfehlen. Aber auch die Beförderung per Schiff und für längere Strecken per Flugzeug ist eine empfehlenswerte Alternative. Die Lufttemperatur um Flussläufe und Gewässer kann bis zu mehreren Zehntel °C unterhalb der Durchschnittstemperatur der übrigen Stadt liegen (z.B. 0,6°C weniger Lufttemperatur entlang der Themse in London; The Mayor of London 2002), weshalb Wege entlang von Gewässern bevorzugt werden sollten.

Trockenheit und graduelle Gefahren der Klimaänderung

Sowohl bei Auftreten der punktuellen Naturgefahr Trockenheit als auch der graduellen Gefahren der Klimaänderung (Zunahme der Winterniederschläge, Abnahme der Sommerniederschläge, Temperaturerhöhung, Meeresspiegelanstieg) sind seitens der Verkehrsteilnehmer kaum Anpassungsmaßnahmen notwendig und möglich.

Zu Perioden großer Trockenheit sind außer dem brandpräventiven Verhalten (kein Abstellen des Autos mit heißem Motorblock in direkter Nähe zu ausgetrockneter Vegetation, kein Entsorgen von Zigarettenkippen in der Vegetation) derzeit keine weiteren Maßnahmen der Verkehrsteilnehmer zu benennen.

Bei einer langfristigen Änderung der Winterniederschläge könnten - im Gegensatz zu den kurzfristigen punktuellen Naturgefahren - auch dauerhaftere Anpassungsmaßnahmen gewählt werden. Gegebenenfalls ist bei zunehmenden Niederschlägen

im Winterhalbjahr ein Wechsel von Pkw-, Bus-, Fahrrad- und Kraftradbenutzern auf U - Bahn und Bahn zu erwarten und zu empfehlen. Ein Mitführen von entsprechender Kleidung (Schirm, Regenmäntel etc.) wird obligatorisch, um den Komfortverlust offener Verkehrsmittel zu minimieren oder bei Wegekettten/ Wegen zu öffentlichen Verkehrsmitteln geschützt zu sein.

In ähnlicher Weise zahlt sich eine Anpassung an kontinuierlich steigende Durchschnittstemperaturen aus. Klimaanlage in geschlossenen Verkehrsmitteln reduzieren die steigende Gefährdung im Sommer, sind jedoch aufgrund ihres hohen Energieverbrauchs unter dem Gesichtspunkt des Klimaschutzes problematisch. Der Einsatz energieeffizienterer Kühltechnologien wäre daher wünschenswert. Auf der anderen Seite werden weniger Kälte-tage im Winter die Einschränkungen im Straßenverkehr durch Glatteis reduzieren.

Wegekettten

In der nachfolgenden Tabelle sind die Gesamtpunktwerte der einzelnen Verkehrsmittel pro Naturgefahr aufgeführt (siehe Spalte Gesamt in den vorangegangenen Tabellen). Ein Vergleich der aufsummierten Punkte ergibt das schwächste Glied in der Wegekette. Rot markiert sind auffällig geringe Werte, die eine sehr hohe Einschränkung der Sicherheit, der Zuverlässigkeit und des Komforts eines Verkehrsmittels bei einer bestimmten Naturgefahr signalisieren. Demnach sind bei Sturm, Starkregen und Überschwemmung alle Wegekettten, die mit Fahr- oder Krafträdern zurückgelegte Strecken enthalten, besonders betroffen.

Der hier vertretene Ansatz zur Bewertung der Anfälligkeit von Wegekettten für Na-

turgedfahren sei an zwei typischen Wegekettten beispielhaft verdeutlicht:

Interurbaner Verkehr, vom Land in die Stadt: Fuß + Bus + Bahn + U-Bahn + Fuß

Im Falle eines Sturms würde der Fußweg das anfälligste Glied in der Wegekette sein und die gesamte Wegekette müsste als sehr anfällig eingeschätzt werden, da der Wert des schwächsten Gliedes die Anfälligkeit der gesamten Wegekette bestimmt. Bei einer Hitzewelle hingegen wäre das anfälligste Glied dieser Wegekette der Bus.

Intraurbaner Verkehr: Fuß + Auto + Fuß

Für diese Wegekette wäre bei Hagel das Auto das anfälligste Glied, bei Starkregen würden sich Fußweg und Auto hinsichtlich ihrer Anfälligkeit nicht unterscheiden.

	Verkehrsmittel	Sturm	Hagel	Starkregen	Sturmflut	Überschwemmung	Hitzewelle	Gesamt
Lange Distanzen, interurbane Wege	Bahn	5	12	10	12	7	6	52
	Flugzeug	4	10	10	12	7	12	45
	Schiff	3	12	12	3	10	10	50
	Pkw	6	7	7	12	6	6	44
	Bus	6	7	7	12	6	6	44
Kürzere Distanzen, intraurbane Wege	U - Bahn	12	12	12	12	7	7	62
	S - Bahn	10	12	12	12	12	11	69
	Straßenbahn	10	12	12	12	10	11	67
	Pkw	6	7	7	12	6	6	44
	Bus	6	7	7	12	6	6	44
	Fahrrad	2	6	2	12	2	12	38
	Kraftrad	2	6	2	12	2	12	38
	Fußwege	2	8	7	12	5	12	46

Tabelle 8: Vergleich der Anfälligkeit von Verkehrsmitteln als Summe von Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort je Naturgefahr (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung, rot: auffällig geringe Werte - 1 bis 4 Pkt. von max. 12)

12.4.3 OPTIONEN DER VERKEHRSVERMEIDUNG

Die in 12.4.2 diskutierte Verkehrsverlagerung ist in ihrem Anwendungsbereich begrenzt. Sofern die Stärke eines Wetterextrems eine zu große Gefahr für Personen oder Verkehrsmittel darstellt, sollten selbstverständlich Empfehlungen zur Verkehrsvermeidung ausgesprochen und von den Verkehrsteilnehmern beachtet werden. Es sollte besonders bei Extremwetterereignissen mit hohem Unfallrisiko überlegt werden, ob ein Weg unbedingt notwendig ist. Die modernen Medien helfen, einige der Wegezwecke auch anderweitig zu ermöglichen (z.B. Telearbeit, Internetshopping).

Der folgende Abschnitt behandelt überblicksartig einige Optionen in der Verkehrsvermeidung, wozu hier neben der gänzlichen Vermeidung eines Weges auch das zeitliche Verschieben von Verkehr gerechnet wird, um den Weg während eines Extremwetterereignisses zu verhindern.

Arbeitswege

Die Fahrt zur Arbeit ist für den größten Teil unserer Gesellschaft der häufigste Grund, am Verkehr teilzunehmen, und aus diesem Grund der wichtigste. Die Entfernung zwischen Arbeits- und Wohnort ist demzufolge von entscheidender Bedeutung (Reckien et al. 2007, Hesse & Trostorff 2000).

Bei steigenden Durchschnittstemperaturen können vor allem die Mittagsstunden des Sommerhalbjahres für den Menschen belastend werden. Das kann auch mit einer Verringerung der Arbeitsproduktivität

und höheren Unfallrate (siehe voriges Kapitel) einhergehen. Um die Beteiligung am Verkehr in diesen Stunden zu vermeiden, bieten sich z.B. **flexible Arbeitszeiten**, und **längere Mittagspausen** an. Der Hin- und Rückweg zur Arbeit könnte dann zeitlich früher oder später erfolgen, oder aber bei Extremwetterereignissen flexibel gestaltet werden. Arbeitnehmer, die diese Option jetzt schon vorfinden, sollten sie auch nutzen.

Um Arbeitswege nicht nur zeitlich zu verschieben, sondern gänzlich zu vermeiden, bieten sich Heim-Arbeitsplätze oder geteilte Arbeitsplätze („shared offices“; zwei Personen arbeiten in demselben Büro an unterschiedlichen Tagen in der Woche oder zu unterschiedlichen Zeiten am Tag) an. Diese Optionen sind schon seit langem im Gespräch, bisher jedoch von den Arbeitgebern nur selten unterstützt worden. Das liegt zum einen an der fehlenden Kontrolle des Arbeitsablaufes von Seiten der Arbeitgeber, aber auch an der Notwendigkeit, dem Arbeitnehmer einen (zusätzlichen) Arbeitsplatz mit aller verfügbaren Technik zu Hause einzurichten. Hieraus ergeben sich für den Arbeitgeber oft Mehrkosten. Unter den Bedingungen des Klimawandels und dem höheren Unfallrisiko bei Extremwetterereignissen und bei bestimmten Transportwegen sollte die Möglichkeit von Heim- und geteilten Arbeitsplätzen neu überdacht werden. Arbeitnehmer sollten diese Möglichkeiten, wo vorhanden, nutzen.

Einkaufswege

Bei gefahrenvollen Wetterverhältnissen sollten ebenfalls diese Wege minimiert oder verlegt werden. Dabei helfen die sich etablierenden **längeren Öffnungszeiten** von Supermärkten und Einkaufszentren, aber auch das Internetshopping. Personen sollten ihre Besorgungen auf andere Tageszeiten verlegen, wenn Naturgefahren drohen, und während Hitzeperioden die Mittagsstunden für diese Fahrten meiden (zumindest in unklimatisierten geschlossenen Verkehrsmitteln).

Einkaufsmöglichkeiten über Internet und Telefon erlauben es, Einkaufswege gänzlich zu vermeiden. Damit verringert sich zwar die Gefährdung des Einzelnen, jedoch überträgt sich die Gefährdung auf den/die Auszuliefernde/n. Jene/r trägt die Nachteile in der Sicherheit, Zuverlässigkeit und im Komfort, kann jedoch eventuell auch effizienter für die Anpassung an diese Nachteile Sorge tragen.

Betreuungswege

Gänzlich vermeiden lassen sich Betreuungswege, z.B. das Abholen der Kinder von Kindertagesstätte oder Schule, in der Regel nicht, und sie lassen sich auch zeitlich nur schwer verschieben; denn Kindertagesstätten und Schulen müssen sich an relativ feste Zeitrahmen anpassen. Auch hier scheint eine stärkere **Flexibilisie-**

rung eine geeignete Anpassungsmaßnahme an zunehmende Naturgefahren darzustellen. Zusätzlich zu den derzeit flexibler werdenden Arbeitszeiten der Erwachsenen ist dies nicht unrealistisch. Unter diesen Umständen könnten die Betreuungswege auf andere Tageszeiten als zum Beispiel die Mittagsstunden, die während Hitzewellen eine große gesundheitliche Belastung für Kinder und ältere Menschen darstellt, oder die Stunden der extremen Wettereinwirkung verlegt werden.

Urlaubs- und Freizeitwege

Urlaubswege werden oft sehr langfristig geplant und sind deshalb relativ unflexibel. Eine Flexibilisierung kann auch hier zu besserer Anpassung an Klimaereignisse führen (z.B. das Kaufen von „offenen Tickets“). Das Benutzen des Autos, als eines der sehr flexiblen Verkehrsmittel, wird mit einer höheren Unfallgefahr beim Zurücklegen oft langer Strecken verbunden sein, d.h. v.a. in der Haupturlaubszeit (Sommer) sollte das Fahren während Zeiten großer Hitze (Mittagsstunden) vermieden werden. Gegebenenfalls sollte der Urlaub in wärmeren Regionen in den Frühling oder Herbst verlegt werden. Bei zu großen Belastungen sollte die Verkürzung von Fahrten zu näher gelegenen Urlaubs- und Erholungsgebieten während Extremwetterereignissen erwogen werden.

12.4.4 ZUSAMMENFASSUNG: KLIMAAANPASSUNGSMÖGLICHKEITEN DER VERKEHRSTEILNEHMER

Die Anpassungsmöglichkeiten der Verkehrsteilnehmer im Personenverkehr beschränken sich vor allem auf die Verkehrsverlagerung auf möglichst sichere

Verkehrsmittel bzw. die Verkehrsvermeidung während des Auftretens einer punktuellen Naturgefahr.



Für die angemessene Verkehrsmittelwahl bzw. die Verkehrsvermeidung beim Auftreten von Extremwetterereignissen ist eine rechtzeitige und zuverlässige Warnung zu Zeit und Ort des Auftretens und zur Stärke des Extremwetterereignisses unerlässlich. Diese Warnung sollte möglichst konkrete Empfehlungen für die Wahl bestimmter Verkehrsmittel bzw. - sofern die Stärke eines Wetterextrems eine zu große Gefahr für Personen oder Verkehrsmittel darstellt - Empfehlungen zur Verkehrsvermeidung enthalten.

Welche Verkehrsmittel vor dem Hintergrund des sich verstärkenden Klimawandels zu empfehlen sind, unterscheidet sich in gewissem Rahmen von Naturgefahr zu Naturgefahr. Generell lässt sich jedoch sagen, dass die schienengebundenen Verkehrsmittel die besseren Alternativen bezüglich der hier betrachteten Sicherheit, Zuverlässigkeit und des Komforts darstellen. Schiffsverkehr, Flugzeug und Fußwege liegen im Mittelfeld. Pkw und Bus, und danach Fahrrad und Kraftrad belegen die Schlussplätze. Es ist bemerkenswert, wie wenig robust der Pkw in dieser Analyse erscheint. Eine anhaltend weitverbreitete Nutzung unter den Bedingungen des Klimawandels wäre nur unter der Prämisse der Gewohnheit, des Komforts und der (oft) bestehenden Direktverbindung zu erklären. Bei zusätzlicher Berücksichtigung von Sicherheit und Zuverlässigkeit sind starke Beeinträchtigungen zu erwarten.

Als kurzfristige Anpassungsmaßnahme der Verkehrsteilnehmer bei Naturgefahren kann demzufolge der Wechsel auf S-Bahn (außer bei Sturm), Straßenbahn (Ausnahme: bei Überschwemmungen und Sturm) aber auch U-Bahn (Ausnahme: bei Hitze-

wellen und Überschwemmungen) im innerurbanen Umfeld empfohlen werden, die Bahn (Ausnahme: bei Sturm und ev. bei Hitze) und das Schiff (außer bei Sturm) im überregionalen Verkehr. Die Benutzung von Fahrrad und Kraftrad sollte auf nicht-extreme Wetterlagen beschränkt bleiben, da das Unfallrisiko für diese Verkehrsmittel bei Naturgefahren sehr hoch ist.

Maßnahmen der Verkehrsvermeidung bestehen bei Arbeitswegen in der Nutzung von flexiblen Arbeitszeiten, Heimarbeitsplätzen und geteilten Arbeitsplätzen. Einkaufswege können über die Ausschöpfung der Ladenöffnungszeiten zeitlich verschoben oder über die Nutzung von Internet- und Teleshopping gänzlich vermieden werden. Betreuungswege, z.B. das Abholen der Kinder von Kindertagesstätte oder Schule, können bisher nur sehr begrenzt zeitlich verschoben oder vermieden werden. Dies weist auf ein grundsätzliches Problem der Verkehrsvermeidung hin. Sie ist in der Regel weit weniger in der Entscheidungsverfügung der Verkehrsteilnehmer und abhängig von Rahmenbedingungen (z.B. Flexibilität von Arbeitszeiten, Ladenöffnungszeiten), die zum Teil seitens des Gesetzgebers verändert werden könnten (siehe dazu auch Abschnitt 12.6.3).

Vor allem die bereits angesprochene Unterscheidung zwischen **Stadt- und Landbewohnern** verlangt nach einer differenzierteren Betrachtung. Aber auch die unterschiedlichen Verkehrsteilnehmer innerhalb dieser groben **Raumunterteilung** mögen sich vollkommen unterschiedlichen Gegebenheiten ausgesetzt sehen. Auf dem Land ist Mobilität viel stärker an das Auto gebunden, weil Alternativen fehlen.



Oftmals gibt es nur noch wenige Busverbindungen zu ausgewählten Orten und Zeiten. Doch obwohl das Auto durch die Straßengebundenheit bestimmten Naturgefahren stärker ausgeliefert ist, muss sich dies nicht maßgeblich in der Zuverlässigkeit widerspiegeln, denn das Straßennetz ermöglicht auch bessere Auswegsmöglichkeiten auf fremde Routen. Daraus folgend ergibt sich eventuell eine Beeinträchtigung durch zeitlich oder streckenmäßig längere Wege, aber die Ortsveränderung kann oftmals trotzdem erfolgen.

Des Weiteren sollte man bei allen Betrachtungen zur Anpassung in der Mobilität die Prognosen der **Alterstruktur** im Kopf behalten. Mit einem Anstieg der älteren Bevölkerung müssen auch deren Bedürfnisse anteilig stärker berücksichtigt werden. Ältere Leute nehmen häufiger den Bus als jüngere, z.B. weil sie sich in ihnen sicherer und vom Busfahrer beschützter fühlen als in Bahnen (Megel 2001). Busse werden unter Klimawandel ähnlich betroffen sein wie Autos, die beide auf die Straßeninfrastruktur angewiesen sind. Allerdings entfällt bei Bussen die Freiheit der Routenwahl im dem Fall, dass eine Fahrbahn durch die Auswirkungen einer Naturgefahr nicht mehr benutzbar ist. Der Vorteil von Bussen liegt dahingehend in der schon jetzt umfangreichen Ausstattung mit Klimaanlage. Dies wird sich vor allem bei steigenden Sommertemperaturen und Hitzewellen als positiv erweisen. Im Besonderen sollten ältere Leute über den Wechsel vom Pkw auf öffentliche Verkehrsmittel informiert werden. Bei Hitzewellen und steigenden Temperaturen ist in dieser Altersgruppe

die Gefahr eines Unfalls oder gesundheitlicher Einschränkung besonders hoch. Das bedeutet auch, dass aufgrund der prognostizierten Bevölkerungsentwicklung ein Rückbau der öffentlichen Infrastruktur (z.B. aufgrund von Kostenminimierung für öffentliche Haushalte) mehrmals zu überdenken ist.

Wie schon erwähnt, grundlegend für alle Einschätzungen der Anfälligkeit von Verkehrsmitteln ist die Einbeziehung der Wegekette. Grundsätzlich erhöht sich mit der Aneinanderreihung der Wege die Anfälligkeit für Klimaeinwirkungen. Das schwächste Glied in der Wegekette bestimmt die Anfälligkeit der gesamten Wegekette. Dies ist besonders für weibliche Verkehrsteilnehmer von Bedeutung, die mehr Wege kombinieren und viel öfter als männliche Reisende viele verschiedene Besorgungen über Wegekette organisieren müssen.

Die nachfolgenden Tabellen fassen die Empfehlungen für bestimmte Verkehrsmittel bei bestimmten Naturgefahren und die Optionen in der Verkehrsvermeidung zusammen.

Naturgefahren	Empfehlungen zur Verkehrsmittelwahl und weiteren Verhaltensweisen
Sturm	<ul style="list-style-type: none"> - Wechseln zu U-Bahn, S-Bahn und Straßenbahn empfohlen - Wege unter freiem Himmel vermeiden bzw. kurz halten (Gefahr durch herumfliegende Gegenstände) - Möglichst Nichtbenutzung und Unterstellen des Pkw in Garagen (Gefahr durch herumfliegende Gegenstände)
Hagel	<ul style="list-style-type: none"> - Wechseln zu Bahn, U-, S-, und Straßenbahn sowie Schiff empfohlen - Wege unter freiem Himmel vermeiden bzw. kurz halten - Möglichst Nichtbenutzung und Unterstellen des Pkw in Garagen (Gefahr von Lackschäden)
Starkregen	<ul style="list-style-type: none"> - Wechseln zu innerörtlich schienengebundenen Verkehrsmitteln und, wenn möglich, dem Schiff für überregionalen Verkehr - Bei notwendiger Nutzung des Pkw vorsichtige und der Gefahr durch mangelnde Sicht und Aquaplaning entsprechende Fahrweise
Sturmflut	<ul style="list-style-type: none"> - v.a. Schiffsverkehr betroffen, möglichst alle anderen Verkehrsmittel benutzen
Überschwemmung	<ul style="list-style-type: none"> - Schiffsverkehr, S- und Straßenbahn zu empfehlen
Hitzewelle	<ul style="list-style-type: none"> - Fahrrad, Motorrad oder Fußwege sowie das Flugzeug empfohlen - Wege entlang von Gewässern wählen - Bei geschlossenen Transportmitteln solche mit Klimaanlage wählen, auch Schiff vorteilhaft
Zunahme Winterniederschläge	<ul style="list-style-type: none"> - Umsteigen auf Bahn und U-Bahn empfohlen, besonders im Winterhalbjahr - Geschlossene Verkehrsmittel vorteilhaft
Temperaturanstieg	<ul style="list-style-type: none"> - Umsteigen auf klimatisierte Verkehrsmittel, besonders im Sommerhalbjahr - Fahrrad, Motorrad oder Fußwege empfohlen - Wege entlang von Gewässern wählen
Allgemeine Hinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Schienengebundene Verkehrsmittel oft im Vorteil - Vorsicht auf dem Weg unter freiem Himmel - Flugzeug und Schiff meist mittelmäßig geeignet, Pkw und Bus oft stark beeinträchtigt - Pkw bietet im Gegensatz zu schienengebundenen Verkehrsmitteln und dem Bus den Vorteil der freien Routenplanung und Flexibilität durch das dicht ausgebaute Straßennetz - Fahrrad- und Kraftradbenutzer am stärksten betroffen - Eventuell mit entsprechender Kleidung u.ä. (z.B. Regenmantel oder Schirm) schützen - Wegekettens kombinieren verschiedene Verkehrsmittel, Eignung für den Transport abhängig von dem empfindlichsten Verkehrsmittel in der Kette, Frauen häufiger betroffen - Differenzierung zwischen Land und Stadt: auf dem Land Pkw viel entscheidender - Altersprognosen mitbeachten: Ältere Mitmenschen werden anteilig steigen, diese bevorzugen den Bus

Tabelle 9: Empfehlungen zur Verkehrsmittelwahl und weiteren Verhaltensweisen bei verschiedenen Naturgefahren

Art der Wege	Maßnahmen der Verkehrsvermeidung zum Zeitpunkt der Naturgefahr / zeitliche Verkehrsverlagerung	Maßnahmen der vollständigen Verkehrsvermeidung
Arbeitswege	<ul style="list-style-type: none"> - Flexible Arbeitszeiten einrichten und nutzen - Längere Mittagspausen zulassen und nutzen, insbesondere im Sommer während Hitzewellen 	<ul style="list-style-type: none"> - Heimarbeitsplätze nutzen - Teilarbeit zu Hause einrichten (Shared offices)
Einkaufswege	<ul style="list-style-type: none"> - Längere Öffnungszeiten nutzen 	<ul style="list-style-type: none"> - Internetshopping und Telefonshopping nutzen
Betreuungswege	<ul style="list-style-type: none"> - Wenig Spielraum für Verkehrsteilnehmer - Flexibilisierung der Anfangs- und Schlusszeiten von Schulen und Kindertagesstätten ausbauen und nutzen 	<ul style="list-style-type: none"> - Wenig Spielraum für Verkehrsteilnehmer

Tabelle 10: Übersicht der Maßnahmenoptionen zur Verkehrsvermeidung

12.5 ANFÄLLIGKEIT DER VERKEHRSMITTEL UND ANPASSUNGSMABNAHMEN SEITENS DER INFRASTRUKTURBETREIBER

12.5.1 EINLEITUNG UND ÜBERBLICK

Nachdem im vorangegangenen Kapitel die Anpassungsmaßnahmen der Verkehrsteilnehmerinnen und -teilnehmer an wahrscheinlich zunehmende Naturgefahren diskutiert wurden, soll in diesem Kapitel umrissen werden, welche Anpassungsmaßnahmen der Verkehrsinfrastrukturbetreiber sinnvoll erscheinen. Dafür werden zunächst naturgefahrenübergreifend die Anfälligkeiten verschiedener Verkehrsmittel analysiert, um einen Eindruck davon zu gewinnen, welche Verkehrsmittel zukünftig in der Verkehrsplanung verstärkt berücksichtigt bzw. ausgebaut werden sollten. Danach werden langfristig-proaktive bauliche Maßnahmen an der Verkehrsinfrastruktur (Straßen, Schienenwege etc.) und kurzfristig-reaktive organisatorische Maßnahmen bei Extremwetterereignissen (Betriebsschließungen, Streckensperrungen etc.) dargestellt.

12.5.2 ANFÄLLIGKEIT VON VERKEHRSMITTELN UND VERKEHRSPANUNG

Betrachtet man die Anfälligkeit der Verkehrsmittel des Personenverkehrs naturgefahrenübergreifend, so gewinnt man

einen Eindruck davon, welche Verkehrsmittel von verschiedenen, mit dem Klimawandel wahrscheinlich zunehmenden Naturgefahren wenig betroffen und daher besonders geeignet sind. Diese Verkehrsmittel bzw. Verkehrssysteme können als Vorbereitung auf den fortschreitenden Klimawandel verstärkt ausgebaut werden. Die nachfolgenden Tabellen fassen die qualitativen Einschätzungen der vorangegangenen naturgefahrenspezifischen Anfälligkeitsanalysen zusammen. Zusätzlich zu den Auswertungen bezüglich Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort je Extremwetterereignis werden die Einschätzungen hier nach der voraussichtlichen Häufigkeit des Eintretens der betrachteten Naturgefahren gewichtet. Diese Gewichtung beruht auf der Literatur zu den Klimafolgen in Deutschland (z.B. Spekat et al. 2007, Werner & Gerstengarbe 2007, Schönwiese 2007, Jonas et al. 2005). Das Gewichtungsmaß kann die Größen 1, 2 oder 3 annehmen, mit einer höheren Naturgefahrenhäufigkeit für größere Zahlen. Dabei sollen die Zahlen nur als ordinale Rangfolge gelesen werden (3 wird am häufigsten auftreten, 2 wird weniger häufig und 1 am wenigsten häufig auftreten). Es soll nicht bedeuten, dass eine Naturgefahr, die mit der Häufigkeit 3 belegt ist, drei mal häufiger auftreten muss als jene mit der Nummer 1. Da dies bei einer Aufsummierung allerdings geschieht, können die nachfolgenden Einschätzungen auch nur als erste semi-quantitative Annäherung an das Thema dienen.

Auswertung in Bezug auf Sicherheit

		Naturgefahren						Summe mit Gewichtung (Rang)
		Sturm	Hagel	Stark-Regen	Sturm-Flut	Über-Schwemmung	Hitze-welle	
		Häufigkeit der Gefahr: Gewichtung						
Verkehrsmittel		2	2	3	1	2	3	
Lange Dis-tanzen, interurbane Wege	Bahn	3	6	6	6	3	3	57 (5)
	Flugzeug	3	6	6	6	3	6	66 (3)
	Schiff	3	6	6	3	6	6	69 (2)
	Pkw	3	3	3	6	3	3	42 (7)
	Bus	3	3	3	6	3	3	42 (7)
Kürzere Distanzen, intraurbane Wege	U - Bahn	6	6	6	6	3	3	63 (4)
	S - Bahn	6	6	6	6	6	6	78 (1)
	Straßenbahn	6	6	6	6	6	6	78 (1)
	Pkw	3	3	3	6	3	3	42 (7)
	Bus	3	3	3	6	3	3	42 (7)
	Fahrrad	0	3	0	6	0	6	30 (8)
	Kraftrad	0	3	0	6	0	6	30 (8)
	Fußwege	0	3	3	6	3	6	45 (6)

Tabelle 11: Anfälligkeit der Sicherheit verschiedener Transportmittel bei häufigerem Auftreten von ausgewählten Naturgefahren (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)

Die schienengebundenen Verkehrsmittel S- und U-Bahn sind die Spitzenreiter in Bezug auf die Sicherheit bei Extremwetterereignissen. Das Schiff erweist sich als zweitsicherstes und das Flugzeug als

drittsicherstes Medium für den Personenverkehr. Das Fahrrad und das Kraftrad sind die Verkehrsmittel mit dem höchsten Unfallrisiko bei den hier betrachteten Naturgefahren.

Auswertung in Bezug auf Zuverlässigkeit

		Naturgefahren						Summe mit Gewichtung (Rang)
		Sturm	Hagel	Stark-Regen	Sturm-Flut	Über-Schwemmung	Hitze-welle	
		Häufigkeit der Gefahr: Gewichtung						
Verkehrsmittel		2	2	3	1	2	3	
Lange Dis-tanzen, interurbane Wege	Bahn	0	4	2	4	2	2	28 (5)
	Flugzeug	0	2	2	4	2	4	30 (4)
	Schiff	0	4	4	0	2	2	30 (4)
	Pkw	2	2	2	4	2	2	28 (5)
	Bus	2	2	2	4	2	2	28 (5)
Kürzere Distanzen, intraurbane Wege	U - Bahn	4	4	4	4	2	4	48 (1)
	S - Bahn	2	4	4	4	2	4	44 (2)
	Straßenbahn	2	4	4	4	2	4	44 (2)
	Pkw	2	2	2	4	2	2	28 (5)
	Bus	2	2	2	4	2	2	28 (5)
	Fahrrad	2	2	2	4	2	4	34 (3)
	Kraftrad	2	2	2	4	2	4	34 (3)
	Fußwege	2	4	4	4	2	4	44 (2)

Tabelle 12: Anfälligkeit der Zuverlässigkeit verschiedener Transportmittel bei häufigerem Auftreten von ausgewählten Naturgefahren (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)

Über alle betrachteten Naturgefahren ist die U-Bahn das Verkehrsmittel mit der höchsten Zuverlässigkeit vor der S- und Straßenbahn. Fahr- und Krafträder bilden

den dritten Platz. Der Pkw, der Bus und die Bahn schneiden in dieser Analyse und im Hinblick auf Zuverlässigkeit am schlechtesten ab.

Auswertung in Bezug auf Komfort

		Naturgefahren						Summe mit Gewichtung (Rang)
		Sturm	Hagel	Stark-Regen	Sturm-Flut	Über-Schwemmung	Hitze-Welle	
		Häufigkeit der Gefahr: Gewichtung						
Verkehrsmittel		2	2	3	1	2	3	
Lange Dis-tanzen, interurbane Wege	Bahn	2	2	2	2	2	1	23 (2)
	Flugzeug	1	2	2	2	2	2	24 (1)
	Schiff	0	2	2	0	2	2	20 (3)
	Pkw	1	2	2	2	1	1	19 (4)
	Bus	1	2	2	2	1	1	19 (4)
Kürzere Distanzen, intraurbane Wege	U - Bahn	2	2	2	2	2	0	20 (3)
	S - Bahn	2	2	2	2	2	1	23 (2)
	Straßenbahn	2	2	2	2	2	1	23 (2)
	Pkw	1	2	2	2	1	1	19 (4)
	Bus	1	2	2	2	1	1	19 (4)
	Fahrrad	0	1	0	2	0	2	10 (5)
	Kraftrad	0	1	0	2	0	2	10 (5)
	Fußwege	0	1	0	2	0	2	10 (5)

Tabelle 13: Auswertung in Bezug auf Komfort (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)

Betrachtet man den möglichen Komfortverlust durch Extremereignisse im Personenverkehr, stehen die Kraft- und Fahrräder sowie die Fußwege als besonders benachteiligt heraus. Das Flugzeug weist den höchsten Reisekomfort auf. Die

schienengebundenen Verkehrsmittel (außer der U-Bahn) rangieren auf Platz 2. Der Komfortverlust beim Benutzen der U-Bahn ergibt sich vor allem durch das Aufheizen der Bahnhofsschächte bei sehr hohen Sommertemperaturen.

Gesamtauswertung in Bezug auf Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort

Verkehrsmittel		Sicherheit: Summe mit Gewichtung	Zuverlässigkeit: Summe mit Gewichtung	Komfort: Summe mit Gewichtung	Gesamtsumme (Rang)
Lange Distanzen, interurbane Wege	Bahn	57	28	23	108 (5)
	Flugzeug	66	30	24	120 (3)
	Schiff	69	30	20	119 (4)
	Pkw	42	28	19	89 (7)
	Bus	42	28	19	89 (7)
Gesamt/Max entsprechend %					525/780 = 67,3%
Kürzere Distanzen, intraurbane Wege	U - Bahn	63	48	20	131 (2)
	S - Bahn	78	44	23	145 (1)
	Straßenbahn	78	44	23	145 (1)
	Pkw	42	28	19	89 (7)
	Bus	42	28	19	89 (7)
	Fahrrad	30	40	10	80 (8)
	Kraftrad	30	40	10	80 (8)
Fußwege	45	44	10	99 (6)	
Gesamt/Max entsprechend %					858/1248 = 68,6%

Tabelle 14: Gesamtauswertung in Bezug auf Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)

Anhand dieser Gegenüberstellung lassen sich für die Verkehrsinfrastrukturanbieter generell zwei Strategien ableiten: der Ausbau von relativ gut angepassten Systemen (Verkehrsmittel mit der höchsten Gesamteinschätzung) und/oder die verstärkte Konzentration auf eine bessere Anpassung der besonders beeinträchtigten Systeme. S- und Straßenbahnen sind gegenüber dem Klimawandel am robustesten. Der Ausbau dieser Verkehrsmittel sollte bei fortschreitendem Klimawandel verfolgt werden. U-Bahnen belegen den zweiten Platz. Bei entsprechend intelligenten Lösungen, die das Problem der

Überhitzung in sehr warmen Sommern angehen, stellt auch dieses Verkehrsmittel eine gute Alternative dar. Damit ist der intraurbane Verkehr besser aufgestellt als der interurbane. Für den Langstreckenverkehr empfiehlt sich die Nutzung des Flugzeugs, welches in dieser Analyse die geringste Beeinträchtigung erfährt. Der weitreichende Ausbau des Flugverkehrs kann aber, vor dem Hintergrund des großen Einflusses auf erhöhte CO₂-Emissionen, nicht empfohlen werden. Das Schiff, als ebenfalls relativ robustes Verkehrsmittel, deckt nur wenige Wege ab. Für die Infrastrukturbetreiber lautet hier das eindeutige Signal, in die Anpassung



sung der weniger gut angepassten Verkehrsmittel, wie Bahn und Bus, zu investieren. Diese sind vom Klimawandel am stärksten betroffen (nimmt man die Verkehrsmittel Fahrrad, Kraftrad, Fußwege aus der Betrachtung, da diese nur sehr bedingt unter die Einflussnahme von Verkehrsinfrastrukturbetreibern fällt und für Langstrecken nicht dienlich sind). Zudem können das Bahn- und Bussystem - insbesondere im Gegensatz zum Flugverkehr - relativ gut auf eine Versorgung aus klimaschützenden regenerativen Energiequellen umgestellt werden.

12.5.3 BAULICHE UND ORGANISATORISCHE MAßNAHMEN DER VERKEHRSBETREIBER

Neben dem gezielten Ausbau von bestimmten Verkehrsmitteln, die gegenüber dem Klimawandel nur wenig anfällig sind, können die Verkehrsbetreiber langfristige proaktive bauliche Maßnahmen an der Verkehrsinfrastruktur (Straßen, Schienenwege etc.) und kurzfristig-reaktive organisatorische Maßnahmen bei Extremwetterereignissen (Betriebsschließungen, Streckensperrungen etc.) vornehmen, um die Anfälligkeit gegenüber dem Klimawandel zu mindern.

Langfristige bauliche Maßnahmen im Neubau

Das Europäische Grünbuch zur Anpassung an den Klimawandel in Europa (KOM 2007) betont, dass die Berücksichtigung des Klimawandels beim Neubau von Infrastrukturen unerlässlich ist, neue Infrastrukturen sollen ‚klimasicher‘ gebaut werden. Die bedeutendsten Elemente der Transportinfrastruktur haben eine Le-

bensdauer von 50-100 Jahren (z.B. Tunnel, Brücken), weshalb der Klimawandel beim Neubau von Anlagen im besonderen Maße ins Auge gefasst werden muss; denn die klimatischen Bedingungen in 50-100 Jahren werden sich von den heutigen maßgeblich unterscheiden.

Beim Neubau von Anlagen ist der Gestaltungsspielraum am größten. Dieser Zeitpunkt muss für die Anpassung an Klimawirkungen genutzt werden, denn nachträgliche Umbaumaßnahmen gestalten sich meist sehr viel aufwändiger und kostenintensiver. Bei einem Hafenumbau sind beispielsweise die Überlegungen zum Meeresspiegelanstieg mit einzubeziehen.

Welche Schadenminderungspotenziale bauliche Vorsorgemaßnahmen an Infrastrukturen aufweisen, ist allerdings schwierig abzuschätzen. Die Überschwemmungen der Elbe im Jahre 2002 verursachten Schäden von rund 9 Mia. Euro (DKKV 2003). Rund 20 % dieser Schäden entstand an Infrastrukturanlagen. Zu der Frage, welcher Anteil dieser Schäden durch bauliche Maßnahmen hätte verhindert werden können, liegen den Autoren keine Unterlagen vor. Aus ähnlichen Erfahrungen von Hochwasserereignissen in der Schweiz kann aber gesagt werden, dass insbesondere bei Brücken und Dämmen ein Schadenminderungspotenzial in Bezug auf Hochwassergefahren besteht. Bei der Bemessung solcher Bauwerke sollte daher vermehrt der Überlastfall in die Betrachtung miteinbezogen werden.

Wie bei der Bemessung von Gebäuden sollen auch bei der Bemessung von Verkehrsinfrastrukturanlagen die Einwirkungen der Naturgefahren konsequent berücksichtigt werden. Dies erfordert ent-

sprechende Gefahrenkarten und Angaben zu Intensitäten bei unterschiedlichen Wiederkehrperioden – Angaben, die allerdings aufgrund der gewissen Unsicherheit der zukünftigen Klimaentwicklung in der Regel nur ungefähr abgeschätzt werden können. In den Eurocodes ist beispielsweise die Einwirkung durch Hagel bis heute nicht definiert (entsprechende Arbeiten sind in der Schweiz für die Swisscodes in Vorbereitung).

Langfristige bauliche Maßnahmen an bestehenden Anlagen

Neben der Berücksichtigung des Klimawandels im Neubau sollten auch schon vorhandene Infrastrukturen an wahrscheinlich zunehmende Naturgefahren angepasst werden, um Schäden an Leib, Leben und Eigentum zu verhindern oder zu vermindern. Allerdings ist die Anpassung von bestehenden Verkehrsinfrastrukturanlagen kostenintensiver als entsprechende Vorkehrungen beim Neubau. Spätestens nach dem ersten Schadenfall ist offensichtlich, gegen welches Gefährdungsbild das Bauwerk verstärkt zu schützen ist.



Abbildung 5: Einsturz einer Bahnbrücke bei der Elbeüberschwemmung 2002. Die Brücke wurde vermutlich nicht gegen dieses Gefährdungsbild bemessen, da sie sich bei

Normalwasserverhältnissen nicht im unmittelbaren Fließbereich der Elbe befindet. (Quelle: Egli Engineering)

Kurzfristige Maßnahmen der Infrastrukturbetreiber

Neben diesen langfristig-proaktiven baulichen Maßnahmen in Neubau und Umbau sind auch kurzfristig-reaktive Maßnahmen (z.B. bei einer Extremwetterwarnung) seitens der Verkehrsbetreiber möglich. Diese beziehen sich hauptsächlich auf organisatorische Maßnahmen.

Diese Maßnahmen richten sich wiederum nach der Art der Naturgefahr. Bei Überschwemmungen sind dies beispielsweise vorbereitete temporäre Abschottungen, Streckensperrungen von Strassen oder Gleisen, Sperrungen von U-Bahnzugängen, Flug- oder Schiffshäfen und Evakuierungen. Voraussetzung für derartige Maßnahmen ist einerseits ein kontinuierliches Naturgefahren-Monitoring auf Grundlage zuverlässiger und räumlich sowie zeitlich gut aufgelöster Daten, d.h. die Überwachung der Verkehrsinfrastruktur hinsichtlich ihrer aktuellen Gefährdung gegenüber Naturgefahren (z.B. Monitoring von Starkregen-Warnungen der Wetterdienste). Andererseits müssen Notfallpläne vorliegen, die spezifizieren, welche Maßnahmen bei welchen Gefahrenlagen eingeleitet werden müssen.

Nicht zu vernachlässigen ist in diesem Zusammenhang auch die Rolle der Vermittlung und Verbreitung von Informationen über Medienkanäle, um Betroffene möglichst schnell und umfangreich zu erreichen. Der Aufbau eines funktionierenden Warnsystems stellt auch die Voraussetzung für das Anpassungshandeln der



Verkehrsteilnehmer dar, welches sich – wie in Kapitel 12.4 dargestellt – vor allem auf die angemessene Verkehrsmittelwahl während Naturgefahren beschränkt.

Welche langfristig-proaktiven baulichen Maßnahmen in Neubau und Sanierung von verkehrlicher Infrastruktur und welche kurzfristig-reaktiven organisatorischen Maßnahmen empfehlenswert erscheinen, wird im Folgenden für verschiedene Naturgefahren und verschiedene Verkehrssysteme umrissen.

Sturm

Bahnanlagen: Fahrleitungen und Schienen sind primär durch Stürme gefährdet. Aufgrund der erwarteten Zunahme von Winterstürmen ist vermehrt mit umstürzenden Bäumen zu rechnen. Fallen solche Bäume auf Fahrleitungen oder Bahngleise, führt dies in der Regel zu Verspätungen und Unterbrechungen des Bahnverkehrs und zu Schäden an der Infrastruktur. Beispielsweise ist vom rund 3000 km langen Streckennetz der Schweizer Bundesbahn (SBB) rund ein Drittel ein- oder zweiseitig bewaldet. Die SBB strebt auf allen bewaldeten Strecken ein definiertes Waldprofil an. In der Nähe der Geleise werden kleinere Büsche und Sträucher bevorzugt und mit zunehmender Distanz auch höher wachsende Bäume, so dass ein klares Profil entsteht. Umstürzende Bäume können somit kaum mehr Schäden verursachen. Dieses Vorgehen ist vorteilhaft in Bezug auf die Verfügbarkeit und Sicherheit bei Sturm, jedoch wenig günstig hinsichtlich der Beschattung der Böschungen bei Hitzeperioden (Mikroklima der Bahnböschungen) (PROKLIM 2007).

Straßenverkehrsanlagen: Aufgrund der erwarteten Zunahme von Winterstürmen ist auch im Straßenverkehr vermehrt mit umstürzenden Bäumen zu rechnen. Dadurch besteht eine direkte Gefahr für die Straßenbenutzer und es kann zu Unterbrechungen des Verkehrs kommen.

Schiffshäfen: Die Hafenanlagen sind auf allgemein höhere Wellen und Wellenbelastungen zu bemessen.

Hagel

Straßenverkehrsanlagen: Hier ist darauf zu achten, die Einläufe zur Straßentwässerung insbesondere im Bereich von Senken, wo sich der Hagel ansammelt, ausreichend durchlässig zu gestalten.

Starkregen

Bahn- und Straßenverkehrsanlagen: Starkniederschläge können die Stabilität von Hängen und Böschungen gefährden sowie zur Unterspülung von Trassen führen. Das Schienennetz und das Straßennetz an solchen Lagen können durch starke Niederschläge gefährdet sein.

Untergrundbahnanlagen: Die Zugänge zur U-Bahn und die Lüftungsschächte sind vor Oberflächenwasserzufluss zu schützen.

Sturmfluten

Flutschutzanlagen müssen den künftigen Extremereignissen angepasst werden. Dammsysteme in Deutschland weisen in der jetzigen Baupraxis eine Höhe des Jahrhundertwassers plus 10% auf. Dies wird für künftige Extremwetterereignisse häufig zu niedrig sein. Die Flutbarrieren in London am Deltaausgang der Themse

sind auf die Hochwässer mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 zu 2000 Jahren ausgerichtet. Unter Klimawandel und ansteigendem Meeresspiegel wird sich diese Höhe auf ein Ereignis der Wahrscheinlichkeit 1 zu 1000 reduzieren (The Mayor of London 2002).

Überschwemmung

Bahn- und Straßenverkehrsanlagen: Die Trassen sind nach Möglichkeit auf Dämmen anzuordnen. Strassen können so gebaut werden, dass sie bei Hochwasser oder Überschwemmungen als zusätzliche Abflusskanäle dienen.

Untergrundbahnanlagen: Die Zugänge zur U-Bahn und die Lüftungs- und Leitungsschächte sind vor Hochwasserzufluss zu schützen.

Flughäfen: Flughafenareale sind mittels Abschirmungen (Deiche, Mauern) vor einer Überschwemmung zu schützen (siehe Abbildungen 6-8).

Hitzewelle

Bahnanlagen: Über Tage anhaltende hohe Temperaturen können Gleisverwerfungen zur Folge haben. Diese entstehen, weil die Ausdehnung der Schienen durch die Wärme infolge der nahtlosen Verschweißung verhindert ist. Die dadurch entstehenden Druckkräfte können zum lateralen Verschieben der Geleise (Verwerfung) führen. Beim Verlegen der Schienen werden Maßnahmen getroffen, um diese Druckkräfte zu vermindern und um den seitlichen Widerstand des Geleises zu erhöhen (PROKLIM 2007). Während des Hitzesommers 2003 traten in der Schweiz Verwerfungen rund 50% häufiger auf als



Abbildung 6: Hochfahrbarer Deichverschluss auf dem Betriebsgelände der EADS in Hamburg. Abgesenkter Zustand.



Abbildung 7: Angehobener Zustand 3 Minuten nach Beginn des Anhebevorganges



Abbildung 8: Kurze Zeit nach dem erneuten Absenken passiert wieder ein Flugzeug das Gatt. (Quelle der Abbildungen 5, 6 und 7: Egli Engineering)

dies bei einem Durchschnittssommer der Fall ist. Um keine Entgleisungen zu riskieren, müssen die Züge bei Gleisverwerfungen die Geschwindigkeit drosseln oder können im Extremfall die entsprechenden Strecken nicht mehr befahren. Im Hin-



blick darauf, dass Hitzeperioden wesentlich wahrscheinlicher werden, müssen die Bahnbetreiber häufigeren Verwerfungen vorbeugen. Das Bauverfahren kann mit einem gewissen Mehraufwand so angepasst werden, dass die Schienen höhere Temperaturen schadlos überstehen. Die Schienen werden bei dem Einbau einer höheren Temperatur ausgesetzt, um späteren Verformungen vorzubeugen (PROKLIM 2007).

Öffentlicher Personennahverkehr: Die Erhöhung der Taktung beim ÖPNV ist als Anpassungsmaßnahme denkbar, um bei Hitze Personen mit geringer Unfallgefahr zu befördern. Dies gilt besonders für die Wochenendurlauber, die aus den überhitzten Städten hinaus ins kühlere Umland streben. Dabei ist zu beachten, dass die Auslastung der Regionalbahnen gegenwärtig schon oft seine Grenzen an Sommerwochenenden erreicht hat, wenn Stadtbewohner für einen Ausflug aufs Land oder in Seengebiete fahren. Züge werden zu diesen Spitzenzeiten in ihrer maximalen Länge gekoppelt (hauptsächlich limitiert durch die Bahnsteigelängen). Sich diesbezüglich Gedanken zu machen, ist lohnenswert, da ein Ansteigen der Wochenendausflügler durch den Klimawandel und das Aufheizen städtischer Räume erwartet werden kann.

Straßenverkehrsanlagen und Flughäfen: Ansteigende Temperaturen können auch die Straßeninfrastruktur beschädigen, z.B. durch weiche Teerbeläge und daraus resultierende Verformungen. Neue Straßenbeläge, die weniger auf hohe Temperaturen reagieren, sollten zunehmend genutzt werden. Die Fugen von Pisten und Strassen aus Beton sind speziell auszubilden.

Zunahme Winterniederschläge

Bahn- und Straßenverkehrsanlagen: Mit der prognostizierten Zunahme beim Winterniederschlag, der überdies in tieferen Lagen vermehrt als Regen fallen wird, sowie der erwarteten Zunahme von winterlichen Starkniederschlägen nimmt die Gefährdung der Trassenstabilität zu. Insbesondere ist die Stabilität von Böschungen und Hängen vermehrt in Frage gestellt. Starke Niederschläge können auch zur Unterspülung von Trassen führen. Über der Schneefallgrenze können die größeren Niederschlagsmengen im Winter zu einer Zunahme der Lawinengefahr oder Behinderungen der Infrastruktur (Weichenblockierung, Sichtbeschränkungen, Schneehöhen auf Trasse) führen.

Meeresspiegelanstieg

Bahn- und Straßenverkehrsanlagen sowie Flughäfen: Die Trassen und Pisten sind ausreichend hoch zu legen.

Untergrundbahnanlagen: Die Zugänge, Lüftungs- und Leitungskanäle sind vor Überschwemmungen zu schützen.

Schiffshäfen: Die Anlegestellen sind so flexibel auszugestalten, dass diese an höhere Seespiegelstände angepasst werden können.

Die folgende Tabelle gibt eine nach Verkehrssystemen differenzierte Übersicht über sinnvolle Maßnahmen bei Neu- und Umbau von Verkehrsinfrastruktur, wobei die wasserbezogenen Naturgefahren Starkregen, Überschwemmung, Sturmflut und Meeresspiegelanstieg aufgrund der Ähnlichkeit der jeweiligen Anpassungsmaßnahmen gemeinsam dargestellt werden.

Bahnanlagen		
Naturgefahren	Maßnahmen beim Neubau von Anlagen	Maßnahmen an bestehenden Anlagen
Sturm	Vermeidung von Waldgebieten	Baumentfernung im Nahbereich
Hagel	Verwendung von hagelresistenten Baumaterialien	Ersatz von hagelempfindlichen Baumaterialien
Starkregen, Überschwemmung, Sturmflut, Meeresspiegelanstieg	Berücksichtigung der Regenspenden bei der Entwässerung des Trassen, Vermeidung von Überschwemmungsgebieten, Trassenbau auf Dämmen	Maßnahmen zur Abführung von Oberflächenwasser, Trassenerhöhung, Verlegung der Streckenführung
Hitzewelle, Trockenheit	Wagenisolation, Kühlungsleistung der Zugkompositionen erhöhen, Schienenverlegung mit Einbezug der erhöhten Längsdehnung	Wagenisolation, Kühlungsleistung der Zugkompositionen erhöhen, Schienenenerneuerung mit Einbezug der erhöhten Längsdehnung
Untergrundbahnanlagen		
Naturgefahren	Maßnahmen beim Neubau von Anlagen	Maßnahmen an bestehenden Anlagen
Sturm	Sicherstellung der Stromversorgung	Sicherstellung der Stromversorgung
Hagel	Keine Maßnahmen notwendig	Keine Maßnahmen notwendig
Starkregen, Überschwemmung, Sturmflut, Meeresspiegelanstieg	Maßnahmen zur Abführung von Grund- und Bergwasser, Höherlegung der Zugänge, Vermeidung von Sturmflutgebieten	Maßnahmen zur Abführung von Grund- und Bergwasser, Sicherung der Zugänge
Hitzewelle, Trockenheit	Keine Maßnahmen notwendig	Keine Maßnahmen notwendig
Strassenverkehrsanlagen		
Naturgefahren	Maßnahmen beim Neubau von Anlagen	Maßnahmen an bestehenden Anlagen
Sturm	Vermeidung von Waldgebieten	Baumentfernung im Nahbereich
Hagel	Hagel bei der Konstruktion von Entwässerungseinläufen berücksichtigen	Spezielle Entwässerungseinläufe in Senken
Starkregen, Überschwemmung, Sturmflut, Meeresspiegelanstieg	Berücksichtigung der Regenspenden bei der Entwässerung der Straßen, Vermeidung von Überschwemmungsgebieten, Straßenbau auf Dämmen	Maßnahmen zur Abführung von Oberflächenwasser, Straßenerhöhung, Verlegung der Streckenführung
Hitzewelle, Trockenheit	Nutzung hitze-unempfindlicher Straßenbeläge	Keine Maßnahmen notwendig
Flughäfen		
Naturgefahren	Maßnahmen beim Neubau von Anlagen	Maßnahmen an bestehenden Anlagen
Sturm	Vgl. Sturmmaßnahmen im Hochbau	Vgl. Sturmmaßnahmen im Hochbau
Hagel	Hagel bei der Konstruktion von Entwässerungseinläufen berücksichtigen	Spezielle Entwässerungseinläufe zur Vermeidung von Wasserrückstau
Starkregen, Überschwemmung, Sturmflut, Meeresspiegelanstieg	Berücksichtigung der Regenspenden bei der Entwässerung der Pisten, Vermeidung von Überschwemmungsgebieten, Bau auf Anschüttung	Maßnahmen zur Abführung von Oberflächenwasser, Abschirmung mittels Dämmen
Hitzewelle, Trockenheit	Ausreichende Fugengrößen	
Schiffshäfen		
Naturgefahren	Maßnahmen beim Neubau von Anlagen	Maßnahmen an bestehenden Anlagen
Sturm	Anlegestellen nach Wellenhöhe und Wellenbelastung bemessen	Wellenschutz für Anlegestellen
Hagel	Keine Maßnahmen notwendig	Keine Maßnahmen notwendig
Starkregen, Überschwemmung, Sturmflut, Meeresspiegelanstieg	Anlegestellen nach Tidenhub, Wellenhöhe und Wellenbelastung bemessen, flexible Landungsstege	Anlegestellen höher legen und vor Wellen schützen
Hitzewelle, Trockenheit	Wassertiefstand bei Projektierung der Landungsstege berücksichtigen	Anpassung der Landungsstege bezüglich Wassertiefstand

Tabelle 15: Maßnahmen bei Neu- und Umbau der Verkehrsinfrastruktur

12.5.4 ZUSAMMENFASSUNG: KLIMAAANPASSUNGSMÖGLICHKEITEN DER VERKEHRSBETREIBER

Mögliche Anpassungsmaßnahmen der Verkehrs(infrastruktur)betreiber beziehen sich auf vier Bereiche:

1. Ausbau von Verkehrssystemen, die relativ wenig anfällig gegenüber Klimawandel und Naturgefahren sind. Diese Qualität scheinen vor allem schienengebundene Verkehrsträger des öffentlichen Personennahverkehrs in den urbanen Zentren aufzuweisen.

2. Konzentration von Anpassungsmaßnahmen und -investitionen auf die weniger gut angepassten Verkehrsmittel im Langstreckenbereich, wo wenig Alternativen bestehen. Hier muss besonderes Augenmerk auf die Bahn und den Bus gelegt werden, da das Flugzeug trotz relativ geringer Beeinträchtigung durch Naturgefahren im Sinne des Klimaschutzes nachteilig ist.

3. Langfristig-proaktive bauliche Maßnahmen (Neubau und Umbau), um die Anfälligkeit der Verkehrsinfrastruktur gegenüber dem Klimawandel und Naturgefahren zu mindern. Das heißt: Verkehrsinfrastrukturen sollten ‚klimasicher‘ gebaut und umgebaut werden, wobei Anpassungsmaßnahmen beim Neubau kostengünstiger und leichter umsetzbar sind, so dass dieser Zeitpunkt für Anpassungsmaßnahmen genutzt werden sollte. Die Herausforderung der Klimasicherheit betrifft insbesondere Elemente der Transportinfrastruktur wie Brücken und Tunnel, welche eine hohe Lebensdauer von 50-100 Jahren haben und daher an das

Klima von 2060-2110 angepasst sein sollten.

4. Kurzfristig-reaktive organisatorische Maßnahmen bei Extremwetterereignissen (Warnungen, Betriebsschließungen, Streckensperrungen, Evakuierungen etc.). Voraussetzung für derartige Maßnahmen ist einerseits ein kontinuierliches Naturgefahren-Monitoring, andererseits sollten Notfallpläne vorliegen, die spezifizieren, welche Maßnahmen bei welchen Gefahrenlagen eingeleitet werden müssen.

Zur Auswahl konkreter Maßnahmen in den genannten vier Handlungsbereichen sollten zum einen die in dieser Studie angewendeten Kriterien der Sicherheit, Zuverlässigkeit und des Komforts herangezogen werden. Weiterhin scheint die Berücksichtigung der folgenden Kriterien empfehlenswert:

- Nachhaltigkeit: Die Verkehrsinfrastruktur sollte an das Klima ihrer gesamten Lebensdauer angepasst sein
- Leichte Umsetzbarkeit und geringe Kosten: Z.B. lässt sich die Berücksichtigung von Gefahrenkarten und anderen Gefahreninformationen (Beispiel: Meeresspiegelanstieg) im Rahmen von Neubauanlagen leicht umsetzen.
- Kombinierbarkeit mit anderen Maßnahmen: Beispielsweise kann der Hochwasserschutz einer Straße in Form einer Mauer zugleich als Lärmschutzmaßnahme dienen.



Grundsätzlich gilt in der Anpassung an den Klimawandel, wie auch bei anderen neuen Herausforderungen: Derjenige, der sich den neuen Herausforderungen als erster stellt, besitzt einen Marktvorteil und kann Kunden dazu gewinnen. Der Klimawandel wird wahrscheinlich ver-

mehrt zu Unfällen, Unpünktlichkeit von Verkehrsmitteln und Komfortverlusten führen. Der Mobilitätsanbieter, der diesen Risiken frühzeitig begegnet und sie minimiert, wird gegenüber seinen Mitbewerbern einen Vorteil haben.

12.6 ANPASSUNGSMABNAHMEN IM SINNE EINER VORAUSSCHAUENDEN PLANUNG UND POLITIK

12.6.1 EINLEITUNG UND ÜBERBLICK

Die Politik und Verwaltung können über verschiedene Einflusskanäle auf die Anpassung des Verkehrssektors an den Klimawandel hinwirken. Dabei spielen sowohl vorsorgende Maßnahmen in der Kommunikation und der Raumplanung als

auch nachsorgende Maßnahmen bei der Regulierung von eingetretenen Schäden durch Naturgefahren eine Rolle. Diese Maßnahmenoptionen werden im Folgenden dargestellt.

12.6.2 VORBEREITENDE KOMMUNIKATION

Bei der Vorbereitung auf Naturgefahren spielt das Bewusstsein und das Bewusstmachen eine entscheidende Rolle. Dabei sollten zwei Arten von Bewusstsein unterschieden werden: Das Bewusstsein bezüglich der potenziellen Gefahr und jenes möglicher Anpassungsoptionen. Beide sind mit Unsicherheiten behaftet und wirken auf die Motivation Anpassungsmaßnahmen zu unternehmen (Berkhout 2005). Dabei kommen der Politik und Planung entscheidende Funktionen zu. Die **Information und Kommunikation** von Wissen sollte als Anpassungsmaßnahme gegenüber dem Klimawandel im Mobilitätsbereich wie auch in anderen Anpassungsbereichen nicht unterschätzt werden. Dies kann z.B. über lokale Radiosender, Tageszeitungen oder in den Verkehrsnachrichten erfolgen. Im Allgemeinen muss hier eine **Professionalisierung der Öffentlichkeitsarbeit** angestrebt werden. Das bedeutet auch, dass die Rolle der Medien sehr kritisch betrachtet aber mit einbezogen werden muss. Eine Berichterstattung sollte nicht nach ihrem Nachrichtenwert ausgewählt und nicht nach emotionalen,

tendenziösen oder übertriebenen Kriterien erfolgen.

Eine Spezifizierung der allgemeinen Wissensverbreitung stellen **Vorwarnsysteme** dar. Diese setzen ein kontinuierliches **Monitoring** voraus. Monitormechanismen für die jeweils dominantesten Naturgefahren je Region sollten erstellt und unterhalten werden. Warnungen stellen die entscheidende Voraussetzung für die Anpassungsmaßnahmen der Verkehrsteilnehmer dar, da diese vor allem in der kurzfristig-reaktiven Anpassung besteht. Zum einen können die Verkehrsteilnehmer auf Verkehrsmittel umsteigen, deren Nutzung eine geringere Anfälligkeit hinsichtlich Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort darstellt, zum anderen können sie versuchen, den Verkehr gänzlich zu vermeiden oder auf eine andere Zeit zu verschieben. In beiden Bereichen sind sie auf eine rechtzeitige und zuverlässige Warnung zu Zeit und Ort des Auftretens und zur Stärke von Extremwetterereignissen angewiesen. Diese Warnung sollte möglichst konkrete Empfehlungen für die Wahl bestimmter Verkehrsmittel enthalten bzw. - sofern die Stärke eines Wet-



terextrems eine zu große Gefahr für Personen oder Verkehrsmittel darstellt - Empfehlungen zur Verkehrsvermeidung beinhalten.

Bei Lawinenwarnungen ist beispielsweise eine fünfstellige Gefahrenskala üblich, die das Verhalten der Bevölkerung über diese stufige Skala zu beeinflussen sucht. Regionen und Kommunen könnten ähnli-

che Systeme auch bei anderen Naturgefahren, z.B. Sturm- oder Hochwasserwarnungen, entwickeln und umsetzen. Es muss sichergestellt werden, dass Personen wissen, wie sie sich bei bestimmten Gefährdungen zu verhalten haben. Dies ist mit **Gefahrenskalen** leichter als bei der jetzt noch üblichen Angabe von Geschwindigkeiten, z.B. km/h bei Stürmen.

12.6.3 SCHAFFUNG DER RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DIE VERKEHRSVERMEIDUNG

Sofern die Stärke eines Wetterextrems eine zu große Gefahr für Personen oder Verkehrsmittel darstellt, sollten seitens der Warndienste auch Empfehlungen für die Verkehrsvermeidung ausgesprochen werden. Wie in Kapitel 12.4.3 dargestellt, hängt die Möglichkeit der Verkehrsvermeidung - z.B. das zeitliche Verschieben oder gänzliche Unterlassen von Arbeits-

oder Einkaufswegen von Rahmenbedingungen wie Flexibilität der Arbeitszeiten, Vorhandensein von Heimarbeitsplätzen, Ladenöffnungszeiten ab, auf die der Gesetzgeber Einfluss hat. Diese Einflussmöglichkeiten sollten genutzt werden, um den Verkehrsteilnehmern die Möglichkeit zu geben, während eines Extremwetterereignisses Verkehrswege zu vermeiden.

12.6.4 VORBEREITENDE PLANUNG UND POLITIK

Ein traditionelles Mittel der vorausschauenden Raumplanung ist die Zuteilung von Flächen für bestimmte Nutzungen. Die Kriterien, die den Entscheidungen zu Grunde liegen, sollten für alle geplanten Vorhaben und Nutzungen im Sinne des Klimawandels überdacht werden.

Die Politik kann aber auch anregen, Anreize zur Benutzung von ÖPNV zu schaffen, so dass v.a. gefährdete Personengruppen (z.B. ältere Menschen) auf sichere Verkehrsmittel ausweichen. Maßnahmen dieser Art sind im Besonderen in Städten gefragt, wo in der Regel verschiedene Verkehrsmittelarten zur Verfügung stehen und die unterschiedlichen Arten des ÖPNV eine große, eventuell dominierende Rolle spielen. Eine Möglich-

keit dies zu gewährleisten, stellen **Spezialangebote des ÖPNV** (vorzugsweise S-Bahn oder U-Bahn, letztere jedoch nicht bei Überschwemmungen und Hitzeperioden) für Ältere dar, diese **zu bestimmten Gefahrenzeiten umsonst oder billiger** zu nutzen. Auch ein geändertes Angebot an bestehendem ÖPNV ist denkbar, z.B. eine **häufigere Taktung der Modi** jener Verkehrsmittel, die sich bei bestimmten Gefahrenlagen als empfehlenswert herausgestellt haben.

Zu einzelnen Naturgefahren können spezifischere Hinweise gegeben werden.

Stürme

Um das Schadenausmaß von Stürmen möglichst zu begrenzen, sollten entspre-

chende Sicherheitsbestimmungen, v.a. an öffentlichen Anlagen, angepasst werden. Robustere Materialien und adäquate Verbindungen von Bauteilen können helfen, Schäden zu minimieren.

Die Randbegrünung von Bahngleisen könnte als ein ansteigendes Profil von Strauch- zu Baumbepflanzung vorgeschrieben werden.

Hagel

Um Hagelschäden vorzubeugen, kann die Planung und Politik über bestimmte Normierungen von Baustoffen unterstützend einwirken. Sehr hagelanfällige Baumaterialien sollten möglichst vermieden werden.

Starkregen, Zunahme der Winterniederschläge, Sturmfluten, Überschwemmung, Meeresspiegelanstieg

Die Auswirkungen von starken Niederschlägen auf die Grundwasserdynamik sollten untersucht werden (besonders bei undurchlässigen Böden, wie z.B. Lehm), die gegebenenfalls einen Ausbau der Abflusssysteme nach sich ziehen können.

Städte an großen Flussläufen sind empfindlich gegenüber Flusshochwässern, v.a. im Frühjahr, Küstenstädte zusätzlich gegenüber einem steigenden Meeresspiegel und alle Festlandsräume gegenüber Überschwemmungen durch übermäßige Regenfälle. Zu den planerischen Maßnahmen zählen z.B. die Vergrößerung oder das Beibehalten der **Retentionsflächen und Überschwemmungswiesen** an Flüssen, Vorgaben zur **Verringerung der versiegelten Fläche** in wachsenden urbanen

Gebieten (Reckien & Karecha 2007) oder die Festsetzung eines **maximalen Anteils an versiegelter Fläche** in städtischen Räumen. Beim Hochwasserschutz gegen Sturmfluten und dem graduellen Anstieg des Meeresspiegels an Küsten kommt der Planung eine zentrale Rolle zu.

Lawinen und Rutschungen

Bei Lawinen und Rutschungen können viele biologische, **pflanztechnische Maßnahmen** zum Einsatz kommen. Landschaftspflegeämter und Naturschutzämter sollten ausgestattet werden, Schutzwälder durch Pflanzungen zu errichten und Bergwälder gesund zu halten.

Hitzewellen

Auch bei Hitzewellen kann eine adäquate Vorausplanung von großer Bedeutung sein. **Frischluftschneisen** in Städten sollten freigelassen oder neu geschaffen werden. **Grünflächen**, wie Wiesen und Stadforste, kühlen durch Respiration. Baumpflanzungen erhöhen die Beschattung und werden am effektivsten entlang von Fußwegen eingesetzt (PROKLIM 2007). Bebauung sollte nicht nur aus Gründen von eventuell auftretenden Hochwässern entlang von Wasserläufen vermieden werden. Diese sorgen auch im Sommer für angenehme Kühle, dienen als Frischluftschneisen und bieten den Stadtbewohnern Raum zur Erholung in kühler Umgebung. Die Grünflächenämter sollten mit entsprechenden Ressourcen ausgestattet werden, um diese zu erhalten, zu bepflanzen (eventuell mit Bäumen, um zusätzlich zu beschatten) und auszubauen.

Eventuell sollten **Fahrbeschränkungen** zu besonders gefährlichen Zeiten (z.B. wäh-

rend Stürmen) oder für bestimmte Innenstadtbereiche ausgesprochen werden. Dies könnte allgemein, für alle Autobenutzer (auch gegen Smog in Innenstädten vorbeugend) oder auf bestimmte Gefahrengruppen ausgerichtet sein, wie z.B. auf ältere Personen.

Im Sinne einer langfristigen Planung sollte in Großstädten eine effiziente und emissionsarme Alternative zum Kühlen der Untergrundbahnen gefunden werden. Gerade in Millionenstädten bilden die U-Bahnsysteme oft die Grundlage für eine funktionierende Mobilität. Der Gebrauch von Grundwasser beim Heraufbringen aus tiefliegenden Aquifern zur Kühlung der Londoner U-Bahn (The Mayor of London 2002) wird gerade getestet.

Eine häufigere Taktung von U-Bahnen ohne effizientere Kühlmethoden bei Hitzewellen ist nicht zu empfehlen, weil dies die U-Bahnschächte zusätzlich aufheizt.

12.6.5 REGULIERENDE PLANUNG UND POLITIK

Der Planung und Politik kommt nicht nur bei vorausschauenden Maßnahmen eine zentrale Rolle zu, sondern auch bei der Regulierung im Schadensfall. Bei eingetretenen Schäden und der beabsichtigten Schadensregulierung helfen **Notfallpläne**, die zur Verfügung gestellt werden sollten. Dies kann weitere Schäden an der existie-

Trockenheit, Abnahme der Sommerniederschläge

Eine Planung von anfälligen Infrastrukturen vor allem auf Lehmböden sollte möglichst vermieden werden, um Schäden an der Infrastruktur vorzubeugen. Die Politik kann hierbei im Vorfeld strategisch einwirken, indem Gutachten der Bodenbeschaffenheit als zwingende Voraussetzung im Genehmigungsverfahren der Bauplanung zu berücksichtigen wären.

Höhere Durchschnittstemperaturen

Höhere Durchschnittstemperaturen im Winter werden sich positiv auf die Straßenverhältnisse auswirken. Salzen, Streuen u.ä. Maßnahmen, um Glatteis vorzubeugen, werden seltener notwendig werden. Dies führt zu Kosteneinsparungen der öffentlichen Haushalte, welche aber durch Maßnahmen zur Anpassung an zunehmende Naturgefahren wie Starkregen und Hitzewellen gemindert werden. Eine Umverteilung des jeweiligen Budgets entsprechend den sich ändernden Bedarfsverhältnissen ist sinnvoll.

renden Infrastruktur, den Infrastruktursystemen oder an Personen vermindern und Alternativen aufzeigen, den Gefahren zu begegnen (The Mayor of London 2002).

Ein Monitoring der jeweils bedrohlichsten Naturgefahren pro Region kann helfen, die Schäden einzuordnen und von vorangegangenen Schadensfällen zu lernen.

12.6.6 ZUSAMMENFASSUNG ZUR VORAUSSCHAUENDEN PLANUNG UND POLITIK

Der Planung und Politik kommt in verschiedener Hinsicht eine bedeutende Rolle bei der Anpassung an den Klimawandel und eine Häufung von Naturgefahren zu. Erstens können und sollten sie bei der Informationsverbreitung und Wissensübertragung, z.B. von der Wissenschaft in andere Bereiche der Gesellschaft, unterstützend einwirken. Der Aufstellung und Erarbeitung von Gefahrenkarten und Notfallplänen kommt hier eine zentrale Bedeutung zu. Diesbezüglich muss auch die Rolle der Medien überdacht werden. Die Medien sollten sensibilisiert, qualifiziert ausgebildet und in Ihrer Rolle als Informationsübermittler adäquat begleitet werden. Zweitens kann und sollte die Planung und Politik über den gesetzlichen/regulativen Rahmen gesellschaftlich unterstützend einwirken, so dass z.B. eine Verkehrsvermeidung oder zeitliche Verschiebung von Verkehr, z.B. im Falle von stark gefährdenden Naturgefahren, für die Wirtschaft und/oder das Individuum auch möglich und erträglich ist. Drittens kommt der Planung und Politik eine bedeutende Rolle bei der Vorbereitung von Verkehrsinvestitionen zu. Dies kann z.B. über die Festlegung von Normen für weniger anfällige Baumaterialien, Änderungen in der Bauplanungsphase und der Genehmigung von Bauvorhaben erfolgen. Bei allen Neubauten sind die Auswirkungen des Klimawandels mit zu berücksichtigen und in strategische Planungsentscheidungen mit einzubeziehen. Die Planung und Politik muss dafür Richtlinien erstellen. Als vierter Bereich soll hier die Regulation von Schäden nach einem eingetretenen Schadensfall benannt werden. Auch hier stellen Notfall-

pläne eine sinnvolle Anpassungsmaßnahme dar. Die folgende Tabelle gibt einen verdichteten Überblick über die Anpassungsmaßnahmen von Planung und Politik im Verkehrsbereich.

Vorbereitende Kommunikation bei allen Naturgefahren	Ausgewählte Naturgefahren	Vorbereitende Planung und Politik bei verschiedenen Naturgefahren	Regulierende Planung und Politik
<ul style="list-style-type: none"> - Information und Kommunikation von potenziellen Gefahren und Anpassungsmaßnahmen - Professionalisierung der Öffentlichkeitsarbeit - Vorwarnsysteme, z.B. Gefahrenskalen für alle Naturgefahren - Monitoring-systeme 	Stürme	<ul style="list-style-type: none"> - Sicherheitsbestimmungen anpassen, robustere Materialien und Verbindungen von Bauteilen fordern - Waldprofil an Bahngleisen fordern 	NOTFALL-PLÄNE FÜR ALLE EINRICHTUNGEN DES NATURGEFAHREN-MANAGEMENTS
	Hagel	<ul style="list-style-type: none"> - Normen für hagelresistente Baumaterialien erstellen 	
	Starkregen, Zunahme der Winterniederschläge, Sturmfluten, Überschwemmung, Meeresspiegelanstieg Überschwemmung	<ul style="list-style-type: none"> - Grundwasserdynamik untersuchen - Stärkere Einbeziehung der Bodenbeschaffenheit in Planungen - Vergrößerung der Retentionsflächen und Überschwemmungswiesen - Verringerung der versiegelten Fläche - Einrichten von Maximalgrößen des Anteils an versiegelter Fläche pro Flächeneinheit 	
	Lawinen, Rutschungen	<ul style="list-style-type: none"> - Pflanztechnische Maßnahmen verstärken 	
	Hitzewelle	<ul style="list-style-type: none"> - Frischluftschneisen in Städten freilassen oder neu einrichten - Grünflächen in Städten ausdehnen - Fahrbeschränkungen für den privaten Verkehr, z.B. zu bestimmten Tageszeiten od. während Extremwetterereignissen aussprechen - In Großstädten eine Kühlung der Untergrundbahnen und -schächte erreichen 	
	Trockenheit, Abnahme der Sommerniederschläge	<ul style="list-style-type: none"> - Gutachten der Bodenbeschaffenheit in die Genehmigungsverfahren der Bauinvestition integrieren 	
	Höhere Durchschnittstemperaturen	<ul style="list-style-type: none"> - Kosteneinsparung durch weniger Glatteis im Winter - höhere Kosten bei der Anpassung an Hitzewellen im Sommer und durch andere Häufung von Naturgefahren - Neuverteilung des Haushaltsbudgets vieler Kommunen erforderlich 	
	Allgemeine Hinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Rückbau von öffentlicher Infrastruktur überdenken - Spezialangebote (kostenlos oder reduzierte Tickets) und häufigere Taktung für wenig anfällige Verkehrsmittel des ÖPNV, z.B. zu bestimmten Gefahrenzeiten 	

Tabelle 16: Überblick der Anpassungsmaßnahmen im Verkehrsbereich seitens Planung und Politik

12.7 KONFLIKTE UND SYNERGIEN ZU MAßNAHMEN DES KLIMASCHUTZES

12.7.1 KONFLIKTE IM BEREICH DER PRIVATEN MOBILITÄT

Eine **Zunahme der Pkw-Fahrten** ist bei Sturm und Überschwemmungen zu erwarten. Die Bahn weist in Bezug auf diese zwei Gefahrenarten eine geringere Zuverlässigkeit aus. Besonders bei Kurz- und Mittelstrecken ist der Pkw nach wie vor das beliebteste Verkehrsmittel (Pels 2007), oft mit steigender Tendenz (Ahrens et al. 2005b). Hier besteht ein Konflikt zum Ziel der Emissionsreduktion (zumindest solange Pkws mit fossilen Brennstoffen betrieben werden).

Die **Zunahme der Benutzung des Flugzeuges** ist bei Hitzewellen aus Komfortgründen zu erwarten (nur für jene Fälle, wo die Reisezeit kürzer ausfällt). Da der Flugverkehr im Langstreckenbereich zunimmt (Pels 2007), und eine Umkehr der Wachstumsraten in den nächsten Jahren

nicht zu erwarten ist, ergibt sich ein erhöhtes Konfliktpotenzial in diesem Bereich.

Der allgemeine Temperaturanstieg und die Hitzewellen werden zu einer höheren Ausrüstung der Fahrzeuge mit **Klimaanlage** führen, die den Treibstoffverbrauch und damit die CO₂-Emissionen steigern.

Die **Baumentfernung im Nahbereich von Verkehrsanlagen** schützt die Verkehrsteilnehmer vor dem Baumsturz bei Sturm. Dies stellt einen Konflikt dar zum Klimaschutz, da Bäume sogenannte Kohlenstoffspeicher (d.h. Speicher des Treibhausgases Kohlendioxid) sind. Aber auch mit der Forderung nach mehr Beschattung zum Schutz vor Hitzewellen ergibt sich ein Konflikt.

12.7.2 SYNERGIEN IM BEREICH DER PRIVATEN MOBILITÄT

Vermehrte Benutzung von U-Bahn und Bahn

Eine vermehrte Benutzung der U-Bahn und der Bahn ist insbesondere bei Starkregen, Hagel, Kälte, Vereisung und Schnee zu erwarten. Dies stellt eine Synergie zwischen dem Klimaanpassungsziel und dem Klimaschutzziel dar, denn diese Verkehrsmittel haben im Vergleich zu Auto und Flugzeug einen geringeren CO₂-Ausstoß.

12.8 QUELLEN

- Ahrens, G.A., Ließke, F. & Pitrone, A. 2005a. Verkehrsteilnehmer von übermorgen - Entwicklung und Anforderungen des künftigen Personenverkehrs vor dem Hintergrund der Bevölkerungsprognosen, *Wiss. Z. TU Dresden* 54 (2005), Heft 3+4, S.105-111.
- Ahrens, G.A., Ließke, F. & Wittwer, R. 2005b. Mobilitätsentwicklung ostdeutscher Städte - Ergebnisse des Systems repräsentativer Verkehrsbefragungen (SrV), in: *Grundlagen der Verkehrsmobilität und des Verkehrsverhaltens, Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung*, 41. Ergänzungslieferung 05/05.
- Arkell, B.P., Darch, G.J.C. 2006. Impact of climate change on London's transport network, *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Municipal Engineer*, S.231-237.
- Berkhout, F. 2005. Rationales for adaptation in Eu climate change policies, *Climate Policy* 5 ("005), S. 377-391.
- Binder, C., Steinreiber, C. 2005. Charakterisierung von extremen Wetterereignissen, in: Steininger K.W., Steinreiber C., Ritz, C. (Hrsg.): *Extreme Wetterereignisse und ihre wirtschaftlichen Folgen - Anpassung, Auswege und politische Forderungen betroffener Wirtschaftsbereiche*, Berlin, Heidelberg: Springer.
- BFG - Bundesanstalt für Gewässerkunde 2002. *Das Augusthochwasser 2002 im Elbegebiet*. Koblenz: BFG.
- DKKV 2003. Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge e.V. (Hg.): *Hochwasservorsorge in Deutschland. Lernen aus der Katastrophe 2002 im Elbegebiet*. Bonn
- Eisenreich, S.J., Bernansconi, C., Campostrini, P., De Ron, A., George, G. et al. 2005. *Climatechange and the European water dimension (European Report 21553 EN)*. Ispra, Italien: Joint Research Center - European Commission. [<http://ies.jrc.cec.eu.int/;03.03.2005>]
- Hesse M., Trostorff B. 2000. *Raumstrukturen, Siedlungsentwicklung und Verkehr - Interaktionen und Integrationsmöglichkeiten*, Institut für Raumplanung und Strukturentwicklung, IRS-Diskussionspapiere, Nr.2, [<http://www.irs-net.de/index.php>; 20.11.2007]
- Hlatky, T., Stroblmair, J., Tusini, E. 2005. *Versicherungen: Erweiterung der Aufgabenbereiche in verbessertem Gesamtrahmen*, in: Steininger K.W., Steinreiber C., Ritz, C. (Hrsg.): *Extreme Wetterereignisse und ihre wirtschaftlichen Folgen - Anpassung, Auswege und politische Forderungen betroffener Wirtschaftsbereiche*, Berlin, Heidelberg: Springer.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Working Group II Report "Impacts, Adaptation and Vulnerability" (2007), [<http://www.ipcc.ch/>; 20.11.2007]
- Jendritzky, G. 2004. zitiert in "Deutschland im Fieber". *Die ZEIT* (Vol. 51), Hamburg.

Jonas, M., Staeger, T. & Schönwiese, C.D. 2005. Berechnung der Wahrscheinlichkeit für das Eintreten von Extremereignissen durch Klimaänderungen - Schwerpunkt Deutschland, UBA-Forschungsvorhaben 201 41 254. Dessau: UBA.

[<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2946.pdf>; 02.03.08].

KOM - KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (2007): Anpassung an den Klimawandel in Europa - Optionen für Maßnahmen der EU, Brüssel, 29.6.2007, [<http://www.cep.eu/470.html>; 20.07.2007]

Koppe, C. & Jendritzky, G. 2004. Die Auswirkungen der Hitzewellen 2003 auf die Mortalität in Baden-Württemberg. Stuttgart: Sozialministerium Baden-Württemberg.

Létard, V., Flandre, H., & Lepeltier, S. 2004. Las France et les Francais face à la canicule : les lecons d'une crise. Report No. 195 (2003-2004) an den Sénat, Regierung von Frankreich, 391 S.

Megel, K. 2001. Schienenbonus: Nur ein Mythos?, *Der Nahverkehr* 6, S. 20-23.

Münchener Rück. 2002. Jahresrückblick Naturkatastrophen 2002. Topics. Münchener Rück.

Münchener Rück. 2004. Topics Geo. Jahresrückblick Naturkatastrophen. München: Münchener Rück.

Pels, E. 2007. Railway stations and urban dynamics, *Environment and Planning A*, 39, S. 2043-2047.

PROKLIM - Forum for Climate and Global Change, Forum of the Swiss Academy of

Sciences & Beratendes Organ für Fragen der Klimaänderung (OcCC) (2007): Klimaänderung und die Schweiz 2050 - Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft. [http://www.occc.ch/products/ch2050/C_H2050-bericht_d.html; 20.11.2007]

Reckien, D., Ewald, M., Edenhofer, O., & Lüdeke, M.K.B. 2007. What parameters influence the spatial variations in CO₂-emissions from road traffic in Berlin: Implications for urban planning to reduce anthropogenic CO₂ emissions ?, *Urban Studies* 44 (2), S. 339-355.

Reckien, D., Karecha, J. 2007. Sprawl in European cities - the comparative background, to appear in: Couch C, Leontidou L, Petschel-Held G (Eds.) *Urban Sprawl: European Patterns and Policy*, Oxford: Blackwell, S. 39-68.

Roaf, S., Crichton, D. & Fergus, N. (Hrsg.). 2005. Adapting Buildings and Cities for Climate Change - A 21st century survival guide. Oxford u.a.: Architectural Press, Elsevier.

Schönwiese, C.D. 2007. Wird das Klima extremer? Eine statistische Perspektive, In: Endlicher, W. & Gerstengarbe, F.W. (Hrsg.): *Der Klimawandel - Einblicke, Rückblicke und Ausblicke*, Potsdam: Potsdam Institut für Klimafolgenforschung. 60-66.

Spekat, A., Enke, W., & Kreienkamp, F. 2007. Neuentwicklung von hochaufgelösten Wetterlagen in Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI-OM



T63L31 2010 bis 2100 für die SRES-Szenarios B1, A1B und A2. Dessau: UBA.

The Mayor of London (2002): London's Warming: The impacts of climate change on London, [<http://www.london.gov.uk/gla/publications/environment.jsp>; 20.11.2007]

Werner, P.C. & Gerstengarbe, F.W. 2007. Welche Klimaänderungen sind in Deutschland zu erwarten?, in: Endlicher W, Gerstengarbe FW (Hrsg): Der Klimawandel - Einblicke, Rückblicke und Ausblicke, Potsdam: Potsdam Institut für Klimafolgenforschung, S.56-59.

12 KLIMAFOLGEN UND ANPASSUNGSMAßNAHMEN IN VERKEHR UND MOBILITÄT.....	283
12.1 Zusammenfassung	284
12.2 Einleitung und Überblick	285
12.3 Klimafolgen in Verkehr und Mobilität	287
12.3.1 Auswirkungen der Temperaturänderung	287
12.3.2 Auswirkungen der Veränderung des Niederschlags.....	288
12.3.3 Auswirkungen der Veränderung der Windsysteme.....	289
12.4 Anfälligkeit von Verkehrsmitteln und Anpassungsverhalten der Verkehrsteilnehmer	290
12.4.1 Einleitung und Überblick	290
12.4.2 Anfälligkeit von Verkehrsmitteln und Optionen der Verkehrsverlagerung	291
12.4.3 Optionen der Verkehrsvermeidung	304
12.4.4 Zusammenfassung: Klimaanpassungsmöglichkeiten der Verkehrsteilnehmer	305
12.5 Anfälligkeit der Verkehrsinfrastruktur und Anpassungsmaßnahmen seitens der Infrastrukturbetreiber	310
12.5.1 Einleitung und Überblick	310
12.5.2 Anfälligkeit von Verkehrsmitteln und Verkehrsplanung	310
12.5.3 Bauliche und organisatorische Maßnahmen der Verkehrsbetreiber.....	314
12.5.4 Zusammenfassung: Klimaanpassungsmöglichkeiten der Verkehrsbetreiber	320
12.6 Anpassungsmaßnahmen im Sinne einer vorausschauenden Planung und Politik	322
12.6.1 Einleitung und Überblick	322
12.6.2 Vorbereitende Kommunikation	322
12.6.3 Schaffung der Rahmenbedingungen für die Verkehrsvermeidung	323
12.6.4 Vorbereitende Planung und Politik	323
12.6.5 Regulierende Planung und Politik.....	325
12.6.6 Zusammenfassung zur vorausschauenden Planung und Politik.....	326
12.7 Konflikte und Synergien zu Maßnahmen des Klimaschutzes	328
12.7.1 Konflikte im Bereich der privaten Mobilität	328
12.7.2 Synergien im Bereich der privaten Mobilität	328
12.8 Quellen	329

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 a/b: Zerstörte Fahrbantrassen nach dem Hochwasser der Elbe und ihren Nebenflüssen im Jahre 2002 (Quelle: Egli Engineering)	285
Abbildung 2: Hagel verstopft Entwässerungseinrichtungen und führt so zum Einstau auf Strassen (Quelle: Egli Engineering)	296
Abbildung 3: Überflutete Fahrbahn beim Elbehochwasser 2002 (Quelle: Egli Engineering)	300
Abbildung 4: Unterspültes Geleise beim Elbehochwasser 2002 (Quelle: Egli Engineering)	300
Abbildung 5: Einsturz einer Bahnbrücke bei der Elbeüberschwemmung 2002. Die Brücke wurde vermutlich nicht gegen dieses Gefährdungsbild bemessen, da sie sich bei Normalwasserverhältnissen nicht im unmittelbaren Fließbereich der Elbe befindet. (Quelle: Egli Engineering)	315
Abbildung 6: Hochfahrbarer Deichverschluss auf dem Betriebsgelände der EADS in Hamburg. Abgesenkter Zustand.	317
Abbildung 7: Angehobener Zustand 3 Minuten nach Beginn des Anhebevorganges	317
Abbildung 8: Kurze Zeit nach dem erneuten Absenken passiert wieder ein Flugzeug das Gatt. (Quelle der Abbildungen 5, 6 und 7: Egli Engineering)	317

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Naturgefahrenarten und Schwerpunktthemen dieser Studie	286
Tabelle 2: Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort bei Sturm (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)	294
Tabelle 3: Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort bei Hagel (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)	295
Tabelle 4: Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort bei Starkregen (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)	296
Tabelle 5: Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort bei Sturmfluten (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)	298

Tabelle 6: Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort bei Überschwemmungen (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)	299
Tabelle 7: Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort bei Hitzewellen (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)	301
Tabelle 8: Vergleich der Anfälligkeit von Verkehrsmitteln als Summe von Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort je Naturgefahr (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung, rot: auffällig geringe Werte - 1 bis 4 Pkt. von max. 12)	303
Tabelle 9: Empfehlungen zur Verkehrsmittelwahl und weiteren Verhaltensweisen bei verschiedenen Naturgefahren	308
Tabelle 10: Übersicht der Maßnahmenoptionen zur Verkehrsvermeidung	309
Tabelle 11: Anfälligkeit der Sicherheit verschiedener Transportmittel bei häufigerem Auftreten von ausgewählten Naturgefahren (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)	311
Tabelle 12: Anfälligkeit der Zuverlässigkeit verschiedener Transportmittel bei häufigerem Auftreten von ausgewählten Naturgefahren (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)	312
Tabelle 13: Auswertung in Bezug auf Komfort (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)	312
Tabelle 14: Gesamtauswertung in Bezug auf Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort (hohe Zahlen stehen für positive Einschätzung und geringe Beeinträchtigung)	313
Tabelle 15: Maßnahmen bei Neu- und Umbau der Verkehrsinfrastruktur	319
Tabelle 16: Überblick der Anpassungsmaßnahmen im Verkehrsbereich seitens Planung und Politik	327



Teilnehmerliste der ErKlim-Expertengespräche (29./30.3.2007, 31.5./1.6.2007 und 20./21.09.2007 in Berlin)

Nachname, Vorname	Institution
Ackermann, Till, Dr.	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V. (VDV)
Aller, Dörthe	Aller Risk Management
Asam, Claus	Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken an der TU Berlin, i.A. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
Becker, Udo, Prof. Dr.	Universität Dresden
Behrend, Klaus	Bezirksschornsteinfeger Kassel
Böhler, Susanne	Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
Brand, Karl-Werner, Prof. Dr.	Universität München
Buchert, Matthias, Dr.	Öko-Institut e.V.
Büning, Monika	Verbraucherzentrale Bundesverband e.V.
Dieterle, Klaus, Dr.	SV Sparkassenversicherung Baden-Württemberg
Drechsler, Andreas, Dr.	Lafarge Roofing Technical Centers GmbH
Egli, Thomas, Dr.	Egli Engineering Technologiezentrum
Eicker, Ursula, Prof. Dr.	Hochschule für Technik, Stuttgart

Nachname, Vorname	Institution
Görg, Manfred	proKlima – der Enercity Fonds
Gündel, Detlev	Planungsgemeinschaft Verkehr
Hebel, Christoph	RWTH Aachen
Henniges, Peter	Universität Kassel
Herlitzius, Lena	Technische Universität Darmstadt
Herr, Roland, Dr.	Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken an der TU Berlin, i.A. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
Heuser, Tillmann	BUND für Umwelt und Naturschutz Deutschland
Hoffmann, Andreas	THP Architekten
Holzapfel, Helmut, Prof. Dr.	Universität Kassel
Irrek, Wolfgang, Dr.	Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
Kahlix, Thomas, Dipl. Biol.	Bürgerinitiative Hochwasser Köln-Rodenkirchen
Kasperski, Michael, PD Dr.	Ruhr-Universität Bochum
Keilhacker, Theresa	Architektenkammer Berlin
Kress, Andreas, Dr.	Klimabündnis
Lambeck, Karola	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
Libbe, Jens	Deutsches Institut für Urbanistik
Litke, Barbara	Deutscher Mieterbund e.V.
Loitz, Tanja	CO ₂ -Online gGmbH
Longo, Fabio	Eurosolar

Nachname, Vorname	Institution
Moser, Peter, Dr.	Universität Kassel
Müller, Gerhard	Bürgerinitiative Hochwasser Köln-Rodenkirchen
Müller, Robert	atmosfair gGmbH
Naumann, Thomas, Dr.	Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Paech, Niko, Dr.	Universität Oldenburg
Reichmann, Brigitte	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin
Riese, Horst, Dr.	Euroenergy.net
Rodriguez, Ruiz, Prof. Dr.-Ing.	Fachhochschule Wiesbaden
Royar, Jürgen, Dr.	Saint Gobain Isover G+H AG
Saudhof, Kathrin	Klimaschutzagentur Hannover
Schmidt, Dietrich, Dr.	Fraunhofer Institut für Bauphysik
Schirmer, Michael, Prof. Dr.	Universität Bremen
Schröter, Frank, Dr.	Universität Braunschweig
Schweer, Rüdiger, Dr.	Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz
Stieß, Immanuel, Dr.	Institut für sozial-ökologische Forschung
Verron, Hedwig, Dr.	Umweltbundesamt
Vogler, Ingrid	Bundesverband Deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V.
Winkler, Uwe	Bayerische Landesbrandversicherung AG
Wolpensinger, Holger	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung



Nachname, Vorname	Institution
Wortmann, Klaus, Dr.	Innovationsstiftung Schleswig-Holstein
Würdemann, Gerd	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
Zimmer, Wiebke, Dr.	Ökoinstitut