

Jörn Birkmann, Mark Fleischhauer

## Anpassungsstrategien der Raumentwicklung an den Klimawandel: „Climate Proofing“ – Konturen eines neuen Instruments

### *Adaptation strategies for spatial development to climate change: „Climate proofing“ – outline of a new planning tool*

**Schlagwörter:** Climate Proofing, Klimawandel, Anpassung, Resilienz, UVP

**Keywords:** Climate proofing, climate change, adaptation, resilience, EIA

#### Kurzfassung

Der Klimawandel stellt neue Herausforderungen an die räumliche Planung, Pläne, Programme und Raumentwicklungsaktivitäten. Wie aber lassen sich die Folgen des Klimawandels und die notwendigen Anpassungsstrategien abschätzen und bereits heute in Programme und Pläne integrieren? Ein Schlagwort bzw. Konzept in der heutigen Diskussion ist „Climate Proofing“, welches die Zielsetzung verfolgt, Pläne und Programme an den Anforderungen auszurichten, die sich aus dem Klimawandel ergeben. Was aber bedeutet Climate Proofing genau? Neben einer Analyse der bisherigen Konzepte unter dem Stichwort Anpassung und Climate Proofing wird der Beitrag auch einen konzeptionellen Rahmen präsentieren, der aufzeigt, wie man zielgerichtet Climate Proofing entwickeln sollte. Dabei werden auch wesentliche Unterschiede zu bisherigen Verträglichkeitsprüfungen (z. B. UVP/SUP) erläutert. Insgesamt wird der Frage nachgegangen, welche inhaltlichen und konzeptionellen Eckpunkte und Konturen ein „Climate Proofing“ für die Anpassung der Raumentwicklung an den Klimawandel aufweisen sollte.

#### Abstract

*Climate change means new challenges for spatial planning, plans and programmes and spatial development activities as well. How can climate change impacts and adaptation strategies be assessed and integrated into plans and programmes already today? A buzzword that appears in the latest discussions and concepts is the idea of “climate proofing” that aims at adapting plans and programmes to the future impacts of a changing climate. However, what does “climate proofing” exactly mean? Apart from an analysis of existing concepts for adaptation and climate proofing this article presents a conceptual framework on how the idea of climate proofing can be specifically developed and how it differs from existing impact assessments (e.g. EIA/SEA). The overall question is which contents and conceptual key points shall be featured by a climate proofing approach for the adaptation of spatial development to climate change.*

#### 1 Einleitung: Neue Herausforderungen für die Planung

Der Klimawandel unterscheidet sich von den bereits seit langem existierenden Umweltgefahren wie z.B. Wasser- oder Luftverschmutzung dadurch, dass er nur durch geringe Erfahrungen mit der ursächlichen Gefahr, komplexe Ursache-Wirkungs-Beziehungen sowie vielfältige, heterogene und langfristige Effekte gekennzeichnet ist.

Wissenschaftliche Aussagen zum Klimawandel und seinen (insbesondere regionalen) Folgen sind – und das werden sie auch in Zukunft bleiben – stets mit einem hohen Unsicherheitsfaktor belegt. Unsicherheit wird hier also zu

einem beherrschenden Element in Entscheidungsprozessen zum Umgang mit neuen Risiken dieser Art (van Asselt 2005, S. 131ff.).

Bei traditionellen Risiken stützen sich politische und planerische Entscheidungen auf die Erfahrungen aus der Vergangenheit, die beispielsweise in Form von langjährigen Beobachtungsreihen zur Verfügung stehen. Neue Risiken hingegen sind zukunftsorientiert und lassen sich z.T. nur durch Szenarien und Projektionen darstellen.

Dies ist aus Sicht der Raumplanung problematisch, da sie grundsätzlich auf das Vorliegen von Kausalbeziehungen angewiesen ist. Diese sind notwendig, um Wirkungsprognosen zu erstellen, aufgrund derer Konzepte und Maßnahmen zur Behebung festgestellter Mängel entwickelt werden können. Bei politischen und planerischen Entscheidungen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung geht es also vor allem um die Praxis bzw. fehlende Praxis des Umgangs mit dem Klimawandel. Folgende neue Herausforderungen lassen sich für die Raumplanung festhalten (Greiving & Fleischhauer 2008, S. 64):

- Treffen von Planungsentscheidungen unter verstärkter Unsicherheit,
- inhaltliche Neuausrichtung von Planungsentscheidungen,
- Überprüfung von bestehenden Planungsinstrumenten,
- Neuausrichtung und Erweiterung bestehender Prüfungs- und Bewertungsinstrumente.

Zum Umgang mit dem Klimawandel und dessen Folgen werden zwei grundsätzliche Strategien in der internationalen und nationalen Diskussion unterschieden:

- Klimaschutz: Vermeidung weiterer anthropogener Klimaänderungen durch Verringerung von Treibhausgasemissionen und Erhalt oder Schaffung von Kohlenstoffsenken („mitigation“),
- Anpassung an den Klimawandel: Schutz der Gesellschaft vor Klimawirkungen und Verringerung der gesellschaftlichen Verwundbarkeit („adaptation“).

Das Bewusstsein hinsichtlich der Unterschiede zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung ist in der Planungspraxis noch nicht hinreichend stark ausgeprägt. Vielfach werden die Begriffe Klimawandel, Klimaschutz und Klimaanpassung nur ungenau voneinander abgegrenzt oder gar synonym verstanden. Der internationale zwischenstaatliche Ausschuss für Klimawandel (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)) definiert Anpassung (Adaptation) wie folgt:

“Adjustment in natural or human systems to a new or changing environment. Adaptation to climate change refers to adjustment in natural or human systems in response to actual or expected climatic stimuli or their effects, which moderates harm or exploits beneficial opportunities.” (IPCC, 2007, S. 365).

Im Vergleich dazu definiert das Klimasekretariat der Vereinten Nationen (UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change) Anpassung an den Klimawandel als:

“Actions taken to help communities and ecosystems cope with changing climate conditions, such as the construction of flood walls to protect property from stronger storms and heavier precipitation, or the plan-

ting of agricultural crops and trees more suited to warmer temperatures and drier soil conditions.” (UNFCCC website).

Es wird deutlich, dass die beiden Definitionen eine Klimaanpassung als Modifikation bzw. Neuausrichtung von Mensch-Umwelt-Systemen verstehen, um negative Folgen des aktuellen oder zukünftigen Klimawandels besser bewältigen zu können bzw. die Nutzungen – z. B. landwirtschaftliche Anbauprodukte – so zu wählen, dass diese auch bei höheren Temperaturen und trockeneren Bodenbedingungen Erträge bringen.

Sowohl Klimaschutz als auch die Anpassung an Klimafolgen sind als unabdingbare und parallel zu verfolgende Strategien aufzufassen (Kates 1997, S. 31; BMBF 2004). Dieser Denkrichtung wird mittlerweile auf internationaler (IPCC 2007; UNFCCC 2008), europäischer (z. B. EU-Klimaschutzprogramme siehe EU-Kommission 2001; EU-Kommission 2005; sowie EU-Grünbuch siehe EU-Kommission 2007) und nationaler Ebene (Nationales Klimaschutzprogramm (BMU 2005), Integriertes Energie- und Klimaschutzprogramm der Bundesregierung (BMWi 2007), Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (BMU 2008) gefolgt.

Ziel dieses Beitrags ist es, die Frage nach den inhaltlichen und konzeptionellen Eckpunkten und Konturen eines „Climate Proofings“ für die Anpassung der Raumentwicklung an den Klimawandel zu beantworten. Neben einer Analyse der bisherigen Konzepte unter dem Stichwort Anpassung und Climate Proofing wird in diesem Beitrag daher ein konzeptioneller Rahmen entwickelt, der aufzeigt, wie ein Climate Proofing zielgerichtet entwickelt werden sollte. Dabei werden auch wesentliche Unterschiede zu bisherigen Verträglichkeitsprüfungen (z. B. UVP/SUP) erläutert.

## 2 Klimaanpassung: Wo stehen wir? – Wo müssen wir hin?

Im Rahmen einer bundesweiten Umfrage des Arbeitskreises „Klimawandel und Raumplanung“ der Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) bei allen Regionalplanungsstellen in Deutschland im Jahr 2008 wurde deutlich, dass das Thema Klimaschutz präsenter und vielfach konkreter auf der Tagesordnung der Regionalplanung steht als das Thema Klimaanpassung. Die Ergebnisse der Untersuchung des ARL-Arbeitskreises (vgl. ARL-AK Klimawandel und Raumplanung 2008 (im Druck) sowie Overbeck et al. in diesem Heft) zeigen, dass in der Regionalplanung die Begriffe Klimawandel und Klimaschutz oft unscharf gegeneinander abgegrenzt werden und der Begriff der Klimaanpassung bislang kaum eine Rolle spielt – zu Unrecht, geht es bei der Klimaanpassung doch z. B. um den Umbau von Städten und Regionen, um diese langfristig gegenüber den schleichenden und abrupten Veränderungen des Klimas resilient zu machen.

Im Zusammenhang mit der Katastrophenanfälligkeit von Städten wurde „Resilienz“ definiert als „capacity to adapt to stress from hazards and the ability to recover quickly from their impacts“ (Henstra et al. 2004, S. 7). Unter Resilienz wird also vielfach die „Widerstandsfähigkeit“ bzw. „Elastizität“ sowie z.T. auch die „Lernfähigkeit“ einer Gesellschaft in Bezug auf Klimarisiken im Sinne einer Anpassung zur Erhaltung ihrer Systemfunktionen verstanden. Das Konzept lässt sich nicht nur im Zusammenhang mit plötzlich auftretenden Extremereignissen, sondern auch im Zusammenhang mit den allmählichen Veränderungen des Klimawandels interpretieren. Demnach besitzen resiliente Raumstrukturen die Eigenschaft, sich gegenüber den Auswirkungen von Veränderungen oder gar von einem Extremereignis elastisch und flexibel zu zeigen und sich von entstandenen Schäden rasch zu erholen (vgl. u.a. Fleischhauer 2008). Es geht dabei nicht nur um die Robustheit von physischen Strukturen (z.B. Infrastrukturen), sondern die Zielsetzung resilienter Raumentwicklung impliziert darüber hinaus ebenfalls und insbesondere die Fähigkeit, u.a. durch Planungsprozesse oder -instrumente (wie z.B. Monitoring) aus vergangenen Krisen und Störungen positive Impulse und Anpassungsstrategien systematisch zu entwickeln, um so ein höheres Schutzniveau gegenüber sich wandelnden Umwelt- und Klimabedingungen zu entwickeln. Eine detailliertere Darstellung der unterschiedlichen Denkschulen von Resilienz findet sich in Birkmann (2008b, S. 10ff. und Bohle 2008, S. 436ff.).

Insgesamt können Schlüsselmerkmale von Resilienz auch sehr gut auf Merkmale einer strategisch-flexiblen und möglichst fehlertoleranten und lernfähigen Planung übertragen werden. Das Konzept der Resilienz bietet entscheidende Ansatzpunkte für die Raumplanung, da es auf eine grundsätzlich anpassungsfähige Ausgestaltung von Raumnutzungen und Raumstrukturen abzielt – zunächst unabhängig von den (unsicheren) regionalen Auswirkungen des Klimawandels und den ohnedies nur schwer in ihren Wirkungen abschätzbaren Extremereignissen. Der Vorsorgeaspekt, der Umgang mit Unsicherheiten und die Lernprozesse rücken so in den Vordergrund – zentrale Voraussetzung

für Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel (vgl. Overbeck, Hartz & Fleischhauer 2008, S. 371f.)

Obschon das Bewusstsein dessen, was genau mit dem Begriff Klimaanpassung in der Planungspraxis auf Regional-ebene gemeint ist, noch nicht so weit ausgeprägt ist, zeigt sich in der Umfrage des ARL-Arbeitskreises deutlich, dass eine überwiegende Mehrheit der Planerinnen und Planer das Thema „Anpassung an den Klimawandel“ als förderlich für die Bedeutung der Planung ansieht (siehe Abb. 1). So antwortete eine deutliche Mehrheit von rund 60–70% der Befragten auf die Frage „Kann das Thema „Anpassung an den Klimawandel“ in Ihren Augen dazu beitragen, die politische Bedeutung von Regionalplanung bzw. die Akzeptanz von Planungen insg. zu erhöhen?“, dass das Thema Klimaanpassung sowohl die Akzeptanz der Planung gegenüber Fachplanungen, die Akzeptanz der Planung in der Öffentlichkeit, als auch die politische Bedeutung der Planung stärken kann.

Insgesamt ist diese positive Einschätzung des Themas Klimaanpassung für die Bedeutung der Planung hilfreich, allerdings besteht dann folgerichtig die Notwendigkeit, von Seiten der Planung entsprechende Konzepte und Leitlinien für die Anpassung von Regionen und Städten an den Klimawandel zu entwickeln. In diesem Zusammenhang hat das Schlagwort des „Climate Proofings“ zuletzt eine gewisse Popularität erlangt.

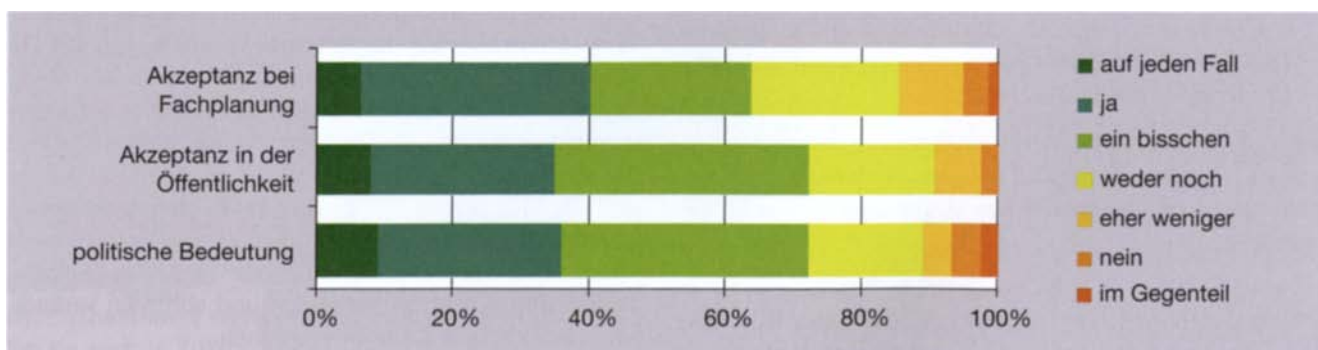
### 3 Climate Proofing: Begriff und Grundlagen

Der Begriff Climate Proofing wird mit nationalen oder regionalen Anpassungsstrategien sowie Risikominderungsstrategien gegenüber klimabezogenen Extremereignissen, insbesondere Naturgefahren, verbunden. Eine einheitliche Definition gibt es bisher nicht.

#### 3.1 Begriff „Climate Proofing“

Eine Literatur- und Internetrecherche zur Verwendung des Begriffs in der internationalen Klimaanpassungsforschung und -politik ergab, dass der Begriff bezogen auf drei Dimensionen differenziert wird:

**Abbildung 1**  
Bedeutungszuwachs der Planung durch das Thema Klimaanpassung



Quelle: ARL-AK Klimawandel und Raumplanung 2008

- *Prozessbezogen:* In diesem Sinn wird der Begriff zur Beschreibung von Planungs- und Entscheidungsprozessen verwendet, die zum Ziel haben, Raumstrukturen zu schaffen, welche resilient gegenüber zukünftigen Klimafolgen sind (vgl. BMVBS/BBR 2007, S. 41; Romanowicz 2007).
- *Subjektbezogen:* Ein zweites Begriffsverständnis orientiert sich an den handelnden Subjekten. In diesem Sinne geht es darum, dass vom Klimawandel betroffene Akteure z.B. Kenntnisse erwerben, um das Ergebnis ihrer Handlungen an die veränderte Situation durch den Klimawandel anzupassen. Hierbei handelt es sich u.a. um die Qualifizierung von Landwirten, um besser mit Dürre/Trockenheit umgehen zu können (vgl. Rood 2008).
- *Objektbezogen:* Das weitaus häufigste Verständnis des Begriffs bezieht sich auf Objekte, die im Sinne einer Anpassung an den Klimawandel gegenüber dessen Auswirkungen abgesichert oder geschützt werden sollen. Dabei erstreckt sich der Begriff auf einzelne Sektoren oder auch Produkte (vgl. Terra Daily 2007).

Eine der ersten wissenschaftlichen Forderungen nach einem „Climate Proofing“ wurde von Kabat et al. (2005) formuliert. Dabei bezieht sich das Climate Proofing allerdings ausschließlich auf die Anpassung an den Klimawandel:

„Climate proofing does not mean reducing climate-based risks to zero – an unrealistic goal for any country. The idea is to use hard infrastructure to reduce risks to a quantified level, accepted by the society or economy. This risk can be further combated by ‚softer‘ measures, such as insurance schemes or, as a last resort, evacuation plans. Such climate proofing should be driven by opportunities for technological, institutional and societal innovations, rather than purely by fear of the negative effects of climate change.“ (Kabat et al., 2005, S. 283).

Des Weiteren ist festzustellen, dass sich allgemeine Definitionen des Begriffs Climate Proofing kaum finden. Eine Ausnahme ist der Human Development Report, der den Begriff beispielsweise sehr stark auf die Infrastruktur bezieht (UNDP 2007, S. 175). So wird „Infrastructure for climate-proofing“ als eines der vier „i“ gesehen, die das Fundament einer Klimaanpassung darstellen: a) Information for effective planning; b) Infrastructure for climate-proofing; c) Insurance for social risk management and poverty reduction; und d) Institutions for disaster risk management (UNDP 2007, S. 173). Interessant ist die Anmerkung im Zusammenhang mit dem National Adaptation Programmes of Action (NAPAs) zur Anpassung an den Klimawandel. Dort wird der Begriff des rein objektbezogenen „Climate Proofing“ von Gebäuden, Infrastruktur etc. kritisch bewertet und insbesondere die Verknüpfung zur Gesellschaft vermisst, was als ein wesentliches Defizit der aktuellen nationalen Anpassungsprogramme (NAPAs) angesehen wird (UNDP 2007, S. 168ff.).

Auf europäischer Ebene ist das Grünbuch zur Anpassung an den Klimawandel (2007) ein zentrales Dokument, welches den Begriff wie folgt in Beziehung setzt:

„Ensuring the sustainability of investments over their entire lifetime taking explicit account of a changing climate is often referred to as ‚climate proofing‘“ (EU-Kommission 2007, S. 3).

Eine umfassende Auseinandersetzung mit dem Begriff erfolgt im Nationalen Niederländischen Forschungsprogramm „Climate changes Spatial Planning“:

“From an engineering perspective, climate-proofing is the capacity of a system to continue to function well as the climate changes. It is a measure of the range within which the system, such as an ecosystem, a socio-economic system or a technological system, continues to function ‘normally’. Climate-proofing can be considered to be the result of two other, more specific system characteristics: resistance and resilience. Here, resistance refers to the capacity to withstand an external pressure without reacting, and resilience is the capacity to absorb the pressure and recover quickly once it has gone” (CcSP et al. 2007, S. 11)

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass bei allen Definitionen der Begriff Climate Proofing hauptsächlich im Zusammenhang mit der Anpassung an den Klimawandel interpretiert wird. Allen Definitionen ist gemeinsam, dass sie eine Langfristspektive beinhalten.

Die Definition aus dem EU-Grünbuch spiegelt aber letztlich die Sorge wider, dass zukünftig davon ausgegangen werden müsse, dass die gewohnte Lebensdauer von Gebäuden oder Infrastrukturen, dass gewohnte Verhaltensweisen, dass das Bestehen von Systemen (Gesundheit, Gesellschaft, Ökosysteme) usw. nicht mehr wie früher langfristig als „sicher“ gelten kann, da der Klimawandel (a) in allen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Bereichen zu Veränderungen führen wird, diese aber (b) von einer hohen Unsicherheit geprägt sind (nicht-linear, keine Erfahrungen aus der Vergangenheit, keine klaren Kausalketten usw.). Damit verbunden ist die Forderung, Strukturen, Prozesse, Systeme usw. so auszugestalten, dass sie trotz unvorhergesehener, plötzlicher Änderungen weiter existieren und funktionieren, sei es, dass sie (1) besonders robust („resistant“), (2) besonders flexibel/fehlertolerant („resilient“) oder (3) besonders rückzugsfähig („able to retreat“) sind.

### 3.2 Ableitung einer Definition

Aufbauend auf der Analyse des Begriffs Climate Proofing in internationalen und nationalen Dokumenten erscheinen die Konkretisierung und eine eigene Definition von Climate Proofing im Zusammenhang mit räumlicher Planung und Raumentwicklung sinnvoll. Für die räumliche Planung und Raumentwicklung in Deutschland lässt sich

somit als erste Näherung folgende Definition und Abgrenzung des Begriffes ableiten:

Unter „Climate Proofing“ sind Methoden, Instrumente und Verfahren zu verstehen, die absichern, dass Pläne, Programme und Strategien sowie damit verbundene Investitionen gegenüber den aktuellen und zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels resilient und anpassungsfähig gemacht werden, und die zudem auch darauf abzielen, dass die entsprechenden Pläne, Programme und Strategien dem Ziel des Klimaschutzes Rechnung tragen.

#### **4 Perspektivwechsel von der UVP zum Climate Proofing für Klimaanpassung**

Die Umweltverträglichkeitsprüfung ist heute ein etabliertes Verfahren im Bereich der Raum- und Umweltplanung. Der Begriff Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) erweckt im Vergleich zu dem englischen Begriff des „Environmental Impact Assessment (EIA)“ die Hoffnung, dass die entsprechenden Untersuchungsergebnisse der UVP auch etwas über die tatsächliche „Verträglichkeit“ aussagen. Hier muss allerdings bereits angeführt werden, dass die materiellen Inhalte, wie z. B. Grenzwerte für bestimmte Umweltbelastungen durch ein Projekt (z. B. UVP-pflichtige Industrieanlagen oder Trassen für den Bahn- und Straßenverkehr etc.), überwiegend auf der Grundlage entsprechender Fachgesetze, wie u. a. dem Bundesimmissionsschutzgesetz, beurteilt werden. Demzufolge kann im Grunde nicht von einer Verträglichkeitsprüfung im Sinne der Umweltvorsorge gesprochen werden (Scholles & Kanning 2001, S. 107; Scholles 2008, S. 108ff.).

Hinsichtlich der Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Climate Proofing und UVP/Strategischer Umweltprüfung (SUP) steht die Frage im Mittelpunkt, ob UVP und SUP auch als Climate Proofing fungieren können. Diese Frage wird weiter eingegrenzt durch die Ausrichtung des Climate Proofings auf die Klimaanpassung. In dieser Hinsicht sind insbesondere der Untersuchungsfokus und die Verfahrensschritte der UVP und SUP näher zu betrachten und mit dem Konzept bzw. den Grundzügen des Climate Proofings zu vergleichen.

##### **4.1 Fokus UVP und SUP**

Die UVP soll der Umweltvorsorge und der Entscheidungsvorbereitung dienen (Scholles & Kanning 2001, S. 107ff.). Dabei bezieht sich die UVP auf festgelegte Projekte und die SUP auf bestimmte Planwerke, die in den Anhängen der jeweiligen EU-Richtlinien und den nationalen Gesetzen – in Deutschland z. B. dem UVPG – dargelegt sind. Gemäß § 2 Abs. 1 UVPG ist die UVP ein unselbstständiger Teil behördlicher Verfahren und dient der Entscheidung über die Zulässigkeit von Vorhaben. Die UVP bezieht sich dabei auf bestimmte Projekte und wird erst bei der Zulassung umwelterheblicher Vorhaben angewendet. Demgegenüber setzt die strategische Umweltprüfung (SUP) für bestimmte Programme und Pläne bereits auf der Planungsebene an.

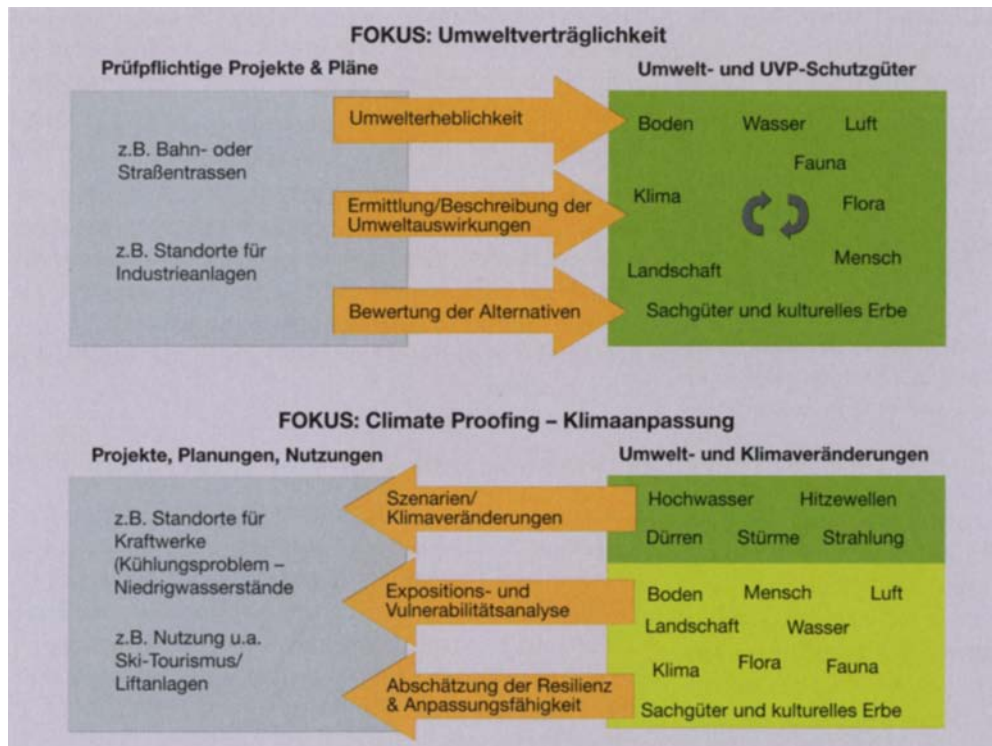
Die SUP zielt darauf schon bei Planungen, die Festlegungen für spätere Zulassungsentscheidungen treffen, Fragen der Umweltverträglichkeit, der Transparenz und Öffentlichkeitsbeteiligung frühzeitig einzubringen (vgl. Janssen & Albrecht 2008, S. 90).

Zentral für die Erfassung wesentlicher Unterschiede zwischen UVP/SUP und Climate Proofing erscheinen allerdings die Perspektive und der Umweltbegriff. So bezieht sich der Umweltbegriff in der UVP, der in Artikel 3 des UVPG genannt wird, explizit auf die Schutzgüter Mensch, Fauna, Flora, Boden, Wasser, Luft, Klima, Landschaft, Sachgüter und kulturelles Erbe sowie deren Wechselwirkungen. Folglich zielt die UVP im Kern auf die Ermittlung und Beschreibung der Umweltauswirkungen des Projekts, eine entsprechende zusammenfassende Darstellung sowie eine Bewertung der Wirkungen auf die genannten Schutzgüter (siehe § 6, § 11 und § 12 UVPG).

Auch die SUP weist im Kern den gleichen Fokus auf, d. h. sie zielt auf die Ermittlung, Darstellung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen, die die Durchführung des Plans oder Programms auf die Umwelt hat, sowie auf die Darstellung vernünftiger Plan- und Programmalternativen (vgl. SUP-RL, Artikel 5). Interessanterweise sind die Ziele der SUP, die in Artikel 1 aufgeführt werden, noch breiter gefasst als die klare Eingrenzung auf die erheblichen Auswirkungen der Pläne und Programme in Artikel 5. So wird in Artikel 1 betont, dass die Richtlinie darauf zielt, ein hohes Umweltschutzniveau sicherzustellen und Umwelterwägungen bei der Ausarbeitung und Annahme von Plänen und Programmen einzubeziehen. Diese Umwelterwägungen werden jedoch im weiteren Verlauf ausschließlich auf die erheblichen Auswirkungen der Durchführung der Pläne und Programme auf die Umwelt bezogen (siehe Artikel 5 und 10).

##### **4.2 Perspektivwechsel: Climate Proofing**

Im Vergleich zu dem Fokus der UVP und SUP – die die Auswirkungen eines Projekts oder Plans auf die Umwelt zum Gegenstand haben – ist die Perspektive des Climate Proofings im Sinne der Klimaanpassung auf eine andere Frage gerichtet. Beim Climate Proofing für die Klimaanpassung ist zu untersuchen, welche Projektalternativen und Planungen unter veränderten Umweltbedingungen noch eine nachhaltige Raumentwicklung befördern (vgl. Greiving, 2004 zum Zusammenhang von Risikomanagement und SUP). Demzufolge ist beim Climate Proofing der Fokus umzudrehen. Nicht die Wirkungen des Projekts oder Plans auf die Umwelt, sondern die möglichen durch den Klimawandel veränderten Umweltbedingungen und Umweltauswirkungen auf das Projekt bzw. den Plan sind zu untersuchen. Diese Umkehrung der Betrachtungsweise (siehe Abb. 2) impliziert, dass die Beurteilung des Climate Proofings diejenigen Projektalternativen und Pläne priorisiert, die unter veränderten Klimabedingungen am ehesten dem Leitbild bzw. der Leitvorstellung nachhaltiger



**Abbildung 2**  
Perspektivenwechsel von der UVP/SUP zum Climate Proofing

Quelle: eigene Darstellung

Raumentwicklung Rechnung tragen und möglichst resilient sind.

Die Abbildung zeigt, dass die Fragen beim Climate Proofing im Sinne der Klimaanpassung im Vergleich zur UVP in eine umgekehrte Richtung zeigen. Dabei ist – ähnlich wie im Rahmen der UVP und SUP – die Erheblichkeit der (möglichen) Umweltveränderungen zu untersuchen. In Bezug auf Climate Proofing bedarf es daher verschiedener regionaler Klimaszenarien, die die Erheblichkeit der möglichen Umweltveränderung für den Plan oder das Projekt abschätzbar machen. Darüber hinaus sind die Auswirkungen möglicher Umweltveränderungen auf die Raumentwicklung und die Raumstruktur sowie bezüglich einzelner Umweltmedien und Schutzgüter selbst zu betrachten. Beispielsweise kann auch die Veränderung der Umweltmedien selbst deutliche Auswirkungen auf bestimmte Schutzziele des Natur- oder Landschaftsschutzes haben, wie Heiland et al. (2008) in ersten konzeptionellen Überlegungen skizzieren.

Hinsichtlich der Raumstruktur geht es neben der Ermittlung einer möglichen Exposition der Region bzw. des Projekts/Standorts gegenüber bestimmten Phänomenen des Klimawandels (z.B. geringere Niederschläge, Hitzewellen etc.) auch um die Erfassung der Vulnerabilität der jeweiligen Region bzw. des Projekts gegenüber den Einwirkungen des Klimawandels. Bei der Vulnerabilitätsbetrachtung geht es dabei neben der Frage der Anfälligkeit auch um Aspekte der Bewältigungskapazität (vgl. im Detail Birkmann 2008b). Insbesondere im Rahmen einer regionalen Betrachtung spielt nicht nur die räumliche Exposition zu biophysikalischen Veränderungen durch den Klimawan-

del eine Rolle, sondern es sind insbesondere die Vulnerabilität, die Bewältigungskapazität und das Anpassungspotenzial einer Gesellschaft, Region oder eines Projekts (z.B. einer Infrastruktur) zu berücksichtigen.

Ein weiterer wesentlicher Unterschied zwischen der UVP/SUP und einem Climate Proofing im Sinne der Klimaanpassung besteht im Charakter der materiellen Inhalte und Prüfkriterien. Während im Rahmen der UVP vielfach auf fachgesetzliche Grenzwerte zurückgegriffen werden kann, die z.T. auf der sog. „guten fachlichen Praxis“ beruhen, ist dies beim Climate Proofing grundsätzlich anders. Climate Proofing kann nicht auf Grenzwerte und vielfach auch nicht auf eindeutig nachweisbare regionalisierte Ursache-Dosis-Wirkungsbeziehungen aufbauen. Vielmehr ist die Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel und demzufolge auch ein Climate Proofing mit neuen Unsicherheiten – insbesondere Komplexität verstanden als Nicht-Linearität –, neuen Wechselwirkungen und nicht-prognostizierbaren Veränderungen konfrontiert. Langjährige Erfahrungen mit bestimmten Folgen des Klimawandels, wie z.B. dem Meeresspiegelanstieg oder extremen Niedrigwasserständen, gibt es in Deutschland nicht. In diesem Kontext müssen Prüfverfahren und -methoden im Climate Proofing auf verschiedenen und vielfach unterschiedlichen Szenarien aufbauen, die in der Ausprägung unterschiedliche Wirkungen des Klimawandels beinhalten können. Zudem sind Fragen der Vulnerabilität und Anpassungsfähigkeit von Nutzern und Raumstrukturen in den Vordergrund zu rücken (vgl. Birkmann 2008b).

Darüber hinaus weisen Greiving und Fleischhauer (2008) darauf hin, dass, wenn die Richtigkeit von Entscheidungen

lediglich auf Modellannahmen (Klimaszenarien) fußt, das Problem der Aufdeckung und Abgrenzung des Folgenhorizonts ein prinzipielles Erkenntnisproblem darstellt. Dabei wird das Grundprinzip einer jeden Entscheidung der Konsens als Grundlage der Legitimation sein müssen, weil das Recht selber keine umfassenden Entscheidungskriterien mehr liefert, sondern auf außerrechtliche Bezüge zur Bewertung von Entscheidungsfolgen angewiesen ist. Daher gewinnen informelle, auf Kooperation und Verhandlung setzende Formen der Entscheidungsfindung an Bedeutung (Greiving & Fleischhauer 2008, S. 65). Inwieweit eine resiliente und anpassungsfähige Raumentwicklung im Konsens erzielt werden kann, wird sich in Zukunft zeigen.

Insgesamt wird deutlich, dass für die systematische Entwicklung effektiver Anpassungsstrategien und der Berücksichtigung von Resilienz ein Verfahren und Prüfraster notwendig ist, das die bisherigen Verträglichkeitsprüfungen – wie UVP und SUP – (bisher) nicht bieten. Demgegenüber lassen sich jedoch Fragen des Klimaschutzes mit dem bestehenden Fokus der UVP und SUP auf die erheblichen Umweltauswirkungen des Projekts oder Plans einbeziehen. Für die Klimaanpassung allerdings muss ein Perspektivenwechsel vollzogen werden, der absichert, dass zukünftige Raumentwicklungsstrategien auch mögliche Folgen des Klimawandels berücksichtigen bzw. Lern- und Anpassungsprozesse durch die systematische Abarbeitung von Fragen der Klimaanpassung im Planungsprozess gefördert werden.

### 4.3 Climate Proofing für Klimaschutz

Climate Proofing im Sinne des Klimaschutzes ist ebenfalls vorstellbar und sinnvoll. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass das bestehende Instrumentarium aus ROG und BauGB sowie die Umweltprüfungen UVP und SUP im Grundsatz eine entsprechende Berücksichtigung des Ziels Klimaschutz zulassen. Vielfach wurden bereits in den vergangenen Dekaden wichtige Bausteine hin zu einer energieeffizienteren Stadt- und Raumstruktur entwickelt. Ohne die Schwierigkeiten im Detail, die weiteren zunehmenden Hürden und zu bearbeitenden Aufgaben sowie die Einflüsse unterschiedlicher Fachplanungen, wie z.B. Verkehrsplanung, Energiewirtschaftsplanung, Wasserwirtschaft, zu verkennen, ist die Entwicklung von Zielen und Strategien zum Klimaschutz deutlich weiter fortgeschritten als die Entwicklung entsprechender Ziele und Strategien für die Klimaanpassung.

Interessanterweise bieten auch die UVP und SUP insbesondere durch die Schutzgüter „Klima“ und „Mensch“ die Möglichkeit, entsprechende CO<sub>2</sub>-mindernde Ansätze als Kriterien für Projekte sowie Pläne und Programme in den Planungs- und Genehmigungsprozess einzubringen. Ob diese in der Vergangenheit hinreichende Berücksichtigung gefunden haben, kann in diesem Beitrag nicht beleuchtet werden. Es ist aber unbestritten, dass Ziele und Strategie-

gien zur Anpassung an den Klimawandel durch Ziele des Klimaschutzes ergänzt werden müssen, da ansonsten bezahlbare und effektive Möglichkeiten der Klimaanpassung in mittel- und langfristiger Sicht nicht mehr realisierbar werden.

Im Folgenden wird am Beispiel der Kritischen Infrastrukturen skizziert, welche Folgen und Anpassungserfordernisse veränderte Klimabedingungen und Extremwetterlagen für die Versorgungssicherheit und Standortgunst von Energieversorgungsanlagen haben bzw. implizieren. Hierbei handelt es sich um eine erste Skizze, die weiterer Forschung bedarf.

## 5 Klimawandel und Kritische Infrastrukturen

Unter dem Oberbegriff ‚Kritische Infrastruktur‘ werden nach dem Bundesministerium des Inneren (BMI) „Organisationen und Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden“ (BMI 2008, S. 9) zusammengefasst.

Neben technischen Basisinfrastrukturen (Energieversorgung, Wasserversorgung, Informations- und Kommunikationstechnik, Transport und Verkehr) (vgl. Lauwe & Riegel 2008, S. 114) umfasst der Begriff auch die Versorgung mit Lebensmitteln, Gesundheits- und Notfallversorgung, Gefahrenstoffe, Bank- und Finanzwesen, Behörden, Verwaltung und Justiz sowie Medien, Großforschungseinrichtungen und Kulturgüter (BMI 2008, S. 10). Demzufolge geht der Begriff über die klassischen Aspekte der Daseinsvorsorge hinaus. Die Bedeutung, die das Thema Kritische Infrastrukturen für die Raumentwicklung und Raumordnung hat, wird darin deutlich, dass in dem aktuellen Referentenentwurf zur Novellierung des Raumordnungsgesetzes ausdrücklich Kritische Infrastrukturen unter „Grundsatz 3 (Infrastruktur/Verkehr)“ Eingang in die „Grundsätze der Raumordnung“ gefunden haben und hier in Zukunft neben dem „Grundsatz 6 (Umwelt, Klimaschutz)“ zu beachten sind (vgl. BMVBS 2008, S. 44).

Ein zentrales Ziel der räumlichen Planung im Sinne der Leitvorstellung nachhaltiger Raumentwicklung muss es sein, Kritische Infrastrukturen so auszurichten, dass erstens möglichst wenig Versorgungsengpässe für die Verbraucher auch bei Extremwetterereignissen auftreten, zweitens eine Investitionssicherheit für die Betreiber durch die Standortwahl und Trassenführung gewährleistet ist und drittens die Rückkopplungen zwischen Mensch, Technik und Umwelt stärker in den Blickpunkt gerückt werden.

### 5.1 Beispiel: Hitzesommer 2003 – Energieversorgung

Während des Hitzesommers 2003 ist es bei der Energieerzeugung in Atom- und Kohlekraftwerken zu erheblichen

Problemen gekommen. Beispielsweise war bei den Atomkraftwerken Obrigheim und Neckarwestheim Block II eine Kapazitätsreduktion von 100 % zu verzeichnen (vgl. Neue Energie 2003). Auch andere Atom- und Kohlekraftwerke mussten während des Hitzesommers 2003 sowie im Sommer 2005 ihre Kapazität erheblich drosseln (vgl. Gammlin 2005; Neue Energie 2003). Diese Kapazitätsreduktion stand im Gegensatz zu einer deutlich gestiegenen Stromnachfrage, z. B. durch die Nutzung von Klimaanlagen während der Hitzewelle. Ein wesentlicher Grund für die deutliche Verringerung der Leistungskapazität der Kraftwerke in dieser Zeit war die Tatsache, dass erstens eine Kühlwasserverknappung vorlag und zudem die Grenzwerte für die Kühlwassereinleitung von 25 Grad in den meisten Gewässern überschritten wurden, so dass die Stromerzeugung entsprechend gedrosselt werden musste. Obschon die Kraftwerke auch mit Flusswasser von mehr als 25 Grad die Kühlvorgänge weiterhin durchführen können, entstehen bei einer weiteren Aufheizung der Gewässer erhebliche Umweltbelastungen für Flora und Fauna sowie für das Gewässerökosystem. Demzufolge mussten an bestimmten Kraftwerksstandorten die Leistungen der Kraftwerke ganz oder teilweise heruntergefahren werden. Dieses Beispiel zeigt erstens auf, dass neue Extremwetterereignisse im Kontext des Klimawandels deutliche Auswirkungen auf verschiedene Standorte und die Betriebs- und Leistungsfähigkeit der Anlagen haben. Zweitens wird deutlich, dass es bei der systematischen Abschätzung von Wirkungen und Problemen im Bereich der Klimaanpassung (Climate Proofing) vielfach um gekoppelte Mensch-Umwelt-Systeme geht (vgl. Birkmann 2008a). Demzufolge ist nicht allein die technische Machbarkeit hinsichtlich der Nutzung wärmeren Wassers für die Kühlleistungen in Kraftwerken – und respektive Produktion und Versorgung mit Strom – entscheidend, sondern auch die Rückkopplung mit dem Ökosystem Gewässer ist zu beachten, weil sie, bezogen auf die Grenzwerte für die „Kühlwassereinleitung“, bedeutsam sind.

Im Zusammenhang eines Climate Proofings im Sinne der Klimaanpassung sind damit nicht nur Fragen des geeigneten Standorts von solchen Anlagen neu zu bewerten, sondern zu beachten sind auch die Netzstruktur sowie die Art der Energieerzeugung und ihre Anpassungsfähigkeit, bezogen auf unterschiedliche mit dem Klimawandel in Verbindung stehende Extremwetterereignisse, wie in diesem Beispiel Hitzewelle und Niedrigwasserstände.

## **5.2 Erste Orientierungen für die Neubewertung im Sinne des Climate Proofings**

Als Grundlage für erste Orientierungen entsprechender Klimaveränderungen können beispielsweise regionale Klimaszenarien (z. B. REMO, WETTREG, STAR etc.) dienen, die z. B. von Becker et al. (2008, S. 341-349) näher erläutert wurden. Obschon die heutigen Klimaszenarien einer weiteren regionalen Konkretisierung bedürfen, lassen sich für die Planung beispielsweise von kritischen Infrastruk-

turen erste Prüffragen ableiten, wie z. B. die Frage, ob die entsprechende kritische Infrastruktur oder die Raumnutzung vulnerabel gegenüber den Einwirkungen von Hochwasser im Winter und extremen Niedrigwasserständen im Sommer sind.

### **Exkurs: Klimaanpassung und Kritische Infrastrukturen**

Im Zusammenhang mit den möglichen Folgen des Klimawandels für Kritische Infrastrukturen ergeben sich Probleme sowohl aus den sich relativ kontinuierlich verändernden Umweltbedingungen mit potenziell negativen Auswirkungen, als auch durch die plötzlich auftretenden Extremereignisse, wie beispielsweise während des Elbehochwassers 2002 (vgl. Lauwe & Riegel 2008, S. 116).

Darüber hinaus ist zu bedenken: durch die Folgen des Klimawandels können sowohl Produktions- bzw. Versorgungsengpässe entstehen, wie auch Schäden an den Komponenten Kritischer Infrastrukturen (Leitungen, Trassen, Standorte). Neben der räumlichen Standortentscheidung sind zukünftig auch die Struktur und Aspekte der Versorgungssicherheit sowie die Abhängigkeit bestimmter Räume, Nutzungen und Bevölkerungsgruppen von diesen kritischen Infrastrukturen zu berücksichtigen.

Ein wesentlicher Grund für die Notwendigkeit einer klimaangepassten Raumentwicklung resultiert aus der Tatsache, dass zahlreiche Kritische Infrastrukturen, wie z. B. die Energie- und Trinkwasserversorgungsinfrastrukturen, hinsichtlich ihrer räumlichen Standorte und bezüglich ihrer räumlichen Versorgungsleitungen von Umweltbedingungen und Umwelteleistungen abhängen, die sich im Zuge des Klimawandels verändern. Hinsichtlich der Wassergewinnung ist beispielsweise bereits heute bekannt, dass Teile Ostdeutschlands aller Voraussicht nach zu den Regionen gehören, in denen im Rahmen der sich verändernden klimatischen Bedingungen mit vermindertem Niederschlag bei erhöhten Temperaturen zu rechnen sein wird. In Sachsen beispielsweise, wo gegenwärtig mehr als die Hälfte des Trinkwassers (61%, Stand 2005) aus Oberflächengewässern gewonnen wird (UBA 2005, S. 6), könnte diese Entwicklung zu Problemen führen. Für solche Regionen sind daher Konzepte für eine nachhaltige Gewinnung und Einsparung von Trinkwasser erforderlich, die auch raumrelevante Planungen tangieren und erfordern.

Die Anpassung kritischer Infrastrukturen an den Klimawandel ist demnach auch für die räumliche Planung auf unterschiedlichen Ebenen eine zentrale Herausforderung. Konzepte und Strategien zum vorbeugenden Hochwasserschutz sind bereits in der Planung berücksichtigt worden (siehe z. B. Bezirksplanungsbehörde Köln 2006). Demgegenüber stehen Konzepte zum Umgang mit Hitzewellen, Extremniedrigwasserständen und Dürren noch in den Anfängen. Auch das Thema Vulnerabilität, welches für die Risikominderung und die Anpassung an den Klimawandel zentral ist, hat bisher noch keine hinreichende Berücksichtigung erfahren. Erste Ansätze und Orientierungen finden sich in neuerer Fachliteratur (vgl. Birkmann 2008b).

Godschalk (2002, S. 5) entwickelte Merkmale oder Prinzipien, die ein resilientes urbanes System charakterisieren und sich auch im Zusammenhang mit einer raumbezo-

genen Klimaanpassung interpretieren und durch weitere Prinzipien ergänzen lassen: *Redundanz* (Ausstattung mit funktional vergleichbaren Elementen, die im Falle von Störungen diese Funktionen untereinander ausgleichen können), *Diversität* (regionale Ausbalancierung unterschiedlicher Systeme), *Effizienz* (Erreichen der Ziele mit möglichst geringem Mitteleinsatz, wodurch Fehlentscheidungen nicht so schwer wiegen) oder *Stärke* (Schaffung „robuster“ Raumstrukturen mit hoher Widerstandsfähigkeit gegenüber äußeren Einwirkungen). Darüber hinaus lassen sich auch für den Klimaschutz Grundprinzipien identifizieren, welche einem Climate Proofing entsprechen, wie z.B. Reduktionspotenziale auszuschöpfen, CO<sub>2</sub>-Senken zu schaffen oder erneuerbare Energien zu fördern.

Als erste wichtige Prüfkriterien für ein Climate Proofing im Bereich kritischer Infrastrukturen – insbesondere im Bereich der Energieversorgung – können folgende Punkte, die auf die Frage der Vulnerabilität der Infrastruktur abzielen, berücksichtigt werden.

#### *Erläuterung der Kriterien*

##### *A) Exposition*

*Ziel: Minimierung der Exposition.* Dies kann nur über die räumliche Verlagerung von Komponenten hoher Kritikalität aus dem Gefahrengebiet heraus geschehen (z.B. Verlegung von Rechenzentren aus dem hochwassergefährdeten Gebiet – eine Maßnahme, die derzeit in der Stadt Köln umgesetzt wird).

##### *B) Abhängigkeit von Kritischer Infrastruktur/-leistung*

*Ziel: Verminderung der Abhängigkeiten von Kritischen Infrastrukturen.* Bei einem Extremwetterereignis (z.B. Hochwasser, Hitzewelle) sind unter Umständen die Leistungen bestimmter Kritischer Infrastrukturen nicht verfügbar (z.B. Stromausfall). Demzufolge sollte im Sinne der Vulnerabilitätsreduktion und der Stärkung von Resilienz geprüft werden, wie die Raumentwicklung oder die Stadtplanung gezielt die Abhängigkeit von einer bestimmten Kritischen Infrastruktur vermindern kann. Neben dezentralen Netzen sind hier auch Maßnahmen und Strategien zu fördern, die es erlauben, für eine bestimmte Zeit auch ohne die entsprechende Leistung der Kritischen Infrastruktur auszukommen (weitere Details siehe z.B. Maßnahmenvorschläge in BMI 2008 sowie Birkmann et al. 2008).

##### *C) Robustheit*

*Ziel: Erhöhung der Robustheit.* Durch veränderte Bauweisen, aber auch durch eine intelligente räumliche Anordnung von Kritischen Infrastrukturelementen soll der Gefahr, dass Anlagen und Netze durch den Einfluss eines Extremwetterereignisses oder schleichender Umweltveränderungen Schaden nehmen, begegnet werden. Neben bautechnischen Maßnahmen sind hier auch robustere Netzstrukturen zu fördern.

##### *D) Redundanz*

*Ziel: Erhöhung der Redundanz.* Durch die Planung und die Möglichkeit, parallele oder funktionsäquivalente Strukturen bereitzuhalten, können Ausfälle von Kritischen Infrastrukturen bewältigt oder zumindest verringert werden.

##### *E) Schutzniveau*

*Ziel: Erhöhung des Schutzniveaus.* Insbesondere bei räumlich wenig mobilen, aber sehr kritischen Infrastrukturen, wie z.B. an Standorten für Krankenhäuser, ist es z.T. erforderlich, die Anpassung gegenüber dem Klimawandel durch die Erhöhung des Schutzniveaus (z.B. Ertüchtigung von Deichen, hochwasserangepasste Bauweisen etc.) zu realisieren. Ein Beispiel für die Erhöhung des Schutzniveaus ist die hochwasserangepasste Aufstellung von Energieversorgungs-komponenten (z.B. Kabelverteilschränken) auf kommunaler Ebene. Abbildung 3 zeigt diese Maßnahme innerhalb der Stadt Köln, die in den 90er Jahren erheblich von Hochwasserereignissen betroffen war.

Insgesamt ist allerdings auch darauf zu achten, dass die Maßnahmen zur Klimaanpassung sinnvoll in ein Gesamtkonzept der raumordnerischen und städtebaulichen Entwicklung eingebettet sind. Die zur Anpassung im konkreten Fall getroffenen Maßnahmen sind immer das Ergebnis eines Aushandlungsprozesses zwischen dem technisch Machbaren, dem wirtschaftlich Umsetzbaren sowie dem

**Abbildung 3**

**Klimaangepasste Kritische Infrastrukturen – Beispiel hochwasserangepasster Kabelverteilerschränke in der Stadt Köln.**



Foto: Krings 2008

gesellschaftlich und politisch gewollten. Nicht jede Maßnahme ist demnach für jede Komponente Kritischer Infrastrukturen an jedem Standort geeignet. Daher sind raumspezifische Anpassungsstrategien notwendig.

Obschon sich die aufgeführten Kriterien auch auf einige andere Bereiche und Handlungsfelder, die für die räumliche Planung relevant sind, übertragen ließen, ist jedoch zu betonen, dass diese Kriterien nicht für alle Schutzgüter und Infrastrukturen als Grundlage hinreichend sind. Vielmehr ist es notwendig, für unterschiedliche Themenbereiche und ggf. für unterschiedliche Regionen eine spezifische Operationalisierung der Kriterien zu vollziehen.

## **6 Climate Proofing: Erste konzeptionelle Rahmensetzungen für die deutsche Diskussion**

Auf Basis der Analyse ausgewählter Ansätze, die heute mit dem Stichwort Climate Proofing verbunden werden, sowie auf Grundlage konzeptioneller Ideen eines Climate Proofings lässt sich feststellen, dass die Förderung einer anpassungsfähigen und resilienten Raumentwicklung zwar bisher generell mit dem Ziel einer nachhaltigen Raumentwicklung verbunden ist, die Operationalisierung sowie die transparente und systematische Erarbeitung, Darstellung und Bewertung von Planungen im Lichte des Klimawandels bisher noch ausstehen.

An dieser Stelle könnte man sich zwar intensiv mit der (rechtlichen) Ausgestaltung eines solchen neuen Prüfverfahrens als formelles oder informelles Instrument befassen, allerdings zielt der folgende Überblick über die konzeptionellen Rahmensetzungen für die deutsche Diskussion im Kern auf die Darstellung möglicher Ziele sowie auf ein Prüf- und Verfahrenskonzept eines Climate Proofings.

### **6.1 Climate Proofing – Zielsetzung**

Im Rahmen der Festlegung der Zielsetzung des Climate Proofings für die Raumentwicklung könnten sowohl das Ziel des Klimaschutzes und das Ziel der Klimaanpassung benannt werden. Da allerdings das Ziel des Klimaschutzes bereits durch bestehende Prüfverfahren im Rahmen der UVP oder SUP über die Schutzgüter Klima und Mensch möglich ist, schlagen die Autoren dieses Beitrags vor, Climate Proofing insbesondere auf die Klimaanpassung zu beziehen – allerdings mit der Notwendigkeit, auch Querverbindungen und generelle Zielsetzungen des Klimaschutzes mitzubedenken. Beispielsweise scheint es nicht sinnvoll zu sein, die Klimaanpassung in Bergregionen durch die Förderung von Kunstschneeanlagen vollziehen zu wollen, wie dies in einigen europäischen Ländern verfolgt wird (vgl. Dosch, Porsche & Schuster 2008, S. 386).

Im Kern könnte eine entsprechende Zielsetzung für Climate Proofing wie folgt lauten:

Ziel des Climate Proofings ist es, im Hinblick auf die Förderung einer nachhaltigen Raumentwicklung bzw. nachhaltigen städtebaulichen Entwicklung ein hohes Niveau an Resilienz und Anpassungsfähigkeit gegenüber den aktuellen und zukünftigen Folgen des Klimawandels sicherzustellen. Bei der Ausarbeitung und Annahme bzw. Genehmigung von Programmen, Plänen und Projekten sollten daher die möglichen Auswirkungen von Umwelt- und Klimaveränderungen, die für diese relevant sind, berücksichtigt werden. Dabei müssen unterschiedliche Klimaszenarien sowie die Exposition und Vulnerabilität der jeweiligen Raumentwicklungsziele gegenüber den Folgen des Klimawandels berücksichtigt werden. Der Umgang mit Unsicherheit ist Bestandteil dieser Planungen.

### **6.2 Prüfkriterien und Prüfbericht**

Des Weiteren sollte analog zu bestehenden Prüfverfahren und Methoden eine Checkliste erarbeitet werden, die anzeigt, welche Plan- oder Programminhalte sowie Projektvorhaben besonders hinsichtlich der möglichen Folgen des Klimawandels zu untersuchen sind. Hierbei kommt es neben der Beschreibung möglicher Klimafolgen für die Region insbesondere auf die Analyse der Vulnerabilität und der Anpassungspotenziale dieser Pläne, Programme und Projekte an (siehe Abschnitt 5.2 und Abb. 2).

### **6.3 Verfahrenskonzept**

Der „Climate-Proof-Bericht“ könnte zum einen die Ergebnisse regionaler Klimaszenarien sowie die zentralen Aussagen einer Expositions- und Vulnerabilitätsanalyse dokumentieren. Darüber hinaus sollte der Bericht insbesondere Aussagen darüber enthalten, wie auf die zunehmende Exposition und Vulnerabilität reagiert wird und welche Zielsetzungen im Plan, Programm oder Projekt besonders die Resilienz und Anpassungsfähigkeit der Planung sicherstellen sollen. Falls verschiedene Plan- und Projektalternativen geprüft und bewertet werden, sind diese ebenfalls in dem Bericht zu dokumentieren.

Die Regelungs- und Prüfdichte sollte dabei eher gering gehalten werden, deutlich werden muss allerdings, wie durch die Raumentwicklungsstrategien und Planungsakteure das Thema Klimaanpassung auch tatsächlich aufgegriffen und bearbeitet wird. Dies kann, wie bereits in den Einschätzungen der RegionalplanerInnen ersichtlich, auch die Bedeutung der Planung als strategische und gesamträumliche Planung aufwerten. Des Weiteren sollten im Kontext der Resilienz- und Anpassungsfähigkeit Strategien entwickelt werden, auf welche Weise das Wissen über bestimmte Naturgefahren, Klimafolgen systematisch aufrecht gehalten und für die Öffentlichkeit und Planung sinnvoll dargestellt werden kann. Hier muss die Planung ihre Frühwarn- und Signalfunktion wahrnehmen.

#### 6.4 Produkte und Ergebnisse des Climate Proofings

Obwohl keine vollständige Liste mit möglichen Produkten oder Ergebnissen des Climate Proofings zu diesem Zeitpunkt der Diskussion erstellt werden kann und entsprechende Produkte des Climate Proofings je nach Plan, Projekt oder Programm variieren werden, sind zu den Produkten jedoch einige generelle Aussagen zu treffen, die verdeutlichen, welche Inhalte und Ergebnisse das Climate Proofing erzielen soll. Als wichtigstes Ergebnis des Climate Proofings ist die systematische Beschäftigung mit dem Thema Klimaanpassung durch Planung anzusehen. Neben der Darstellung der Klimafolgen in einem entsprechenden Berichtsdokument ist es bedeutsam, die Exposition und die Vulnerabilität übersichtlich für verschiedene Schutzgüter, Daseinsfunktionen oder Räume bzw. Nutzer aufzuzeigen. Des Weiteren sollten Funktionen und Schutzwürdigkeiten deutlich werden, die besondere Gefährdungen durch verschiedene Umwelt- und Klimaveränderungen und auch besonders Schutzwürdiges aufzeigen. Neben Fragen zur menschlichen Sicherheit sind insbesondere die gekoppelten Mensch-Umwelt-Systeme und Interaktionen zu betrachten, wie bereits am Beispiel der Hitzewelle 2003, ihrer Wirkung auf die Stromversorgung und der Interdependenzen mit der Gewässertemperatur und dem Gewässerökosystem skizziert (vgl. Birkmann 2008a, S. 16).

Neben möglichen Checklisten für die Beschreibung des Umweltzustands, der möglichen Klimaveränderung und der Vulnerabilität sind Indikatoren und Kriterien zur Resilienz und Anpassungsfähigkeit zu entwickeln. Hier ist neben den Wirkungen des Klimawandels auch das Potenzial zur Bewältigung und zur Anpassung an den Klimawandel darzulegen. Inwieweit ist es beispielsweise möglich, die durch das Programm, den Plan oder das Projekt hervorgerufenen Veränderungen umzuwandeln? Oder inwieweit lässt sich ein Projekt – z. B. ein Kraftwerk – auch unter den Bedingungen von Niedrigwasserständen betreiben, ohne dass dadurch die Gewässerfunktionen, die bereits durch den Niedrigwasserstand unter Druck geraten werden, weiter verschlechtern? Neben den Beschreibungen der Anpassungsfähigkeit wären entsprechende sekundäre Wirkungsmuster darzulegen. Hierbei wären auch entsprechende Erläuterungen zu gesetzlichen Grundlagen und möglichen Zielen zur Klimaanpassung hilfreich. So sollte erläutert werden, durch welche Ziele und Maßnahmen die Region bzw. die Stadt klimaresilienter gemacht werden soll. Dabei ist auch darauf zu achten, dass die Maßnahmen keine reine Verschiebung des Problems bedeuten, wie dies z. B. bei einigen Deichbaumaßnahmen am Oberlauf von Flüssen der Fall ist.

Des Weiteren sollten insbesondere für plötzlich auftretende Extremwetterereignisse und Naturgefahren, die sich unter den Bedingungen des Klimawandels weiter verschärfen, Risikokarten erstellt werden, die neben der Ausbreitung der Naturgefahr (z. B. Hochwasser) die Vulnerabilität der Raumstruktur und Raumnutzer berücksichtigen.

Ein zentrales Produkt des Climate Proofings ist die übersichtliche Darstellung und Bewertung von Plan- und Projektalternativen. Dabei sind folgende Fragen besonders bedeutsam: Welche Alternativen wurden im Planungsprozess berücksichtigt? Wie sind Resilienz und Anpassungsfähigkeit der verschiedenen Alternativen zu bewerten? Wie reversibel sind die mit dem Plan und Projekt getroffenen Veränderungen und Mensch-Umwelt-Interaktionen? Zusammenfassend lassen sich folgende Produkte definieren, die ein Climate Proofing im Sinne der Klimaanpassung erbringen sollte:

- Entwicklung und Darstellung der Exposition der Region oder der Stadt gegenüber möglichen Klimaveränderungen – Was wird sich hinsichtlich des Klimawandels in der Region/Stadt verändern? (Expositionsanalyse)
- Entwicklung und Durchführung des Vulnerabilitätsassessments für die spezifische Region oder das zu beurteilende Planungsobjekt (Programm, Plan, Projekt),
- Climate-Proof-Bericht, der die Erfassung, Darstellung und Bewertung der Programme, Pläne und Projekte hinsichtlich ihrer Resilienz und Anpassung an veränderte Umwelt- und Klimabedingungen umfasst,
- Darstellung der in dem Programm, Plan oder Projekt integrierten Ziele zur Klimaanpassung, einschließlich entsprechender Querverweise zum Klimaschutz,
- Dokumentation der Methoden, die bei der Diskussion und Bewertung von Planungsalternativen herangezogen wurden (z. B. formelle und informelle Verfahren und Methoden),
- ggf. Darstellung der wesentlichen Schwierigkeiten und „Nicht-Planbarkeiten“ hinsichtlich der Klimaanpassung.

#### 7 Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen

Insgesamt verdeutlichen die Analyse der ausgewählten Ansätze unter dem Schlagwort Climate Proofing sowie die aktuelle Diskussion zum Klimawandel, dass bisher eine systematische und methodisch fundierte Integration von Fragestellungen der Klimaanpassung durch die Planung fehlt. Auch die heutigen auf europäischer Ebene durchgeführten oder aufgeführten raumrelevanten Anpassungsmaßnahmen, die von Dosch, Porsche & Schuster (2008, S. 386) erfasst wurden, sind sehr heterogen und z.T. nicht mit dem Ziel des Klimaschutzes vereinbar. Beispielsweise ist zu hinterfragen, ob der Einsatz von Schneekanonen in Skigebieten eine wirkliche Anpassungsmaßnahme darstellt. Insbesondere der für diese Beschneidung notwendige hohe Energieaufwand lässt starke Zweifel aufkommen, ob es sich hier wirklich um eine Anpassung handelt. In dieser Hinsicht kann es also wenig zielführend sein, Klimaanpassungsmaßnahmen losgelöst von Fragen des Klimaschutzes zu vollziehen. Vielmehr erscheint es notwendiger denn je, bei den konkreten Maßnahmen auf Regional- und

Kommunalebene integrierte Anpassungsmaßnahmen – insbesondere für den urbanen Raum – zu entwickeln, die absichern, dass Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel gemeinsam in Planungen und Maßnahmenkonzepten integriert werden (vgl. Endlicher & Kress 2008, S. 441ff.). Bei der integrativen und systematischen Einbeziehung dieser Fragen in Planung kann Climate Proofing eine wichtige Rolle spielen, insbesondere dann, wenn es um eine systematische Operationalisierung von Aspekten der Klimaanpassung in die Raumentwicklung geht. Bei der bisherigen Diskussion insbesondere von Maßnahmen zur Infrastrukturanpassung scheint die Kosten-Nutzen-Analyse im Vordergrund zu stehen. Für die gezielte Berücksichtigung des Klimawandels und der Klimaanpassung in der Planung und in Raumentwicklungsstrategien erscheint es jedoch erforderlich, eine mehrdimensionale Perspektive zu entwickeln, die insbesondere die Exposition, Vulnerabilität und Anpassungskapazität von Strukturen, Nutzungen und Nutzern zum Gegenstand hat. Eine alleinige Abschätzung möglicher veränderter Umwelt- und Klimabedingungen ist nicht hinreichend für ein Climate Proofing und eine resiliente und anpassungsfähige Raumentwicklung.

Die Auseinandersetzung mit dem Thema Climate Proofing zeigt, dass insbesondere die Anpassung der Raumstruktur und der Raumentwicklung an den Klimawandel einen Perspektivwechsel gegenüber bisherigen Prüfverfahren im Bereich der Raum- und Umweltplanung verlangt. Nicht mehr die Wirkung des Projekts oder Plans auf die Umwelt, sondern die potenziellen Veränderungen der Umwelt und der mit dem Klimawandel verbundenen Veränderungen, z. B. von Extremwetterereignissen, stellen bisherige Projekte und Planungen vor neue Herausforderungen. Daten und Beurteilungsgrundlagen für entsprechende Klimaveränderungen und Klimamodellierungen bedürfen weiterer Konkretisierung und Regionalisierung. Allerdings ist die Vorstellung, dass der Klimawandel genaue Ursache-Wirkungsbeziehungen abbildbar macht, eher unwahrscheinlich. Vielmehr werden sich Planung und Raumentwicklung sowie verschiedene Nutzer und Akteure auf neue Unsicherheiten einstellen und mit einem Mehr an Unsicherheit planen müssen. Entscheidend wird es sein, dass Planungen und Raumentwicklungsstrategien hinreichend fehlertolerant und flexibel sind, so dass eine Reaktion und Anpassung während des Prozesses sowie in Zukunft möglich sind.

Neben den Datengrundlagen, welche die biophysikalischen Veränderungen durch den Klimawandel beschreiben und fassbar machen, sind Daten zur Vulnerabilität und Anpassungskapazität von der Planung zu entwickeln. Zudem gilt es, regionale und lokale Leitbilder und Qualitätsziele zur Klimaanpassung zu entwickeln, die verdeutli-

chen, in welchen Bereichen die Region oder Stadt bzw. regionale Akteure eine bewusste und planerische Anpassung an den Klimawandel vollziehen wollen. Der Klimawandel findet statt. Er wird auch in einigen Weltregionen abrupte Veränderungen und Anpassungen bedingen. Um Schäden zu verhindern und die menschliche Sicherheit zu fördern, sind eine Einstellung auf die Folgen des Klimawandels und ein entsprechend gezielter Umbau der Raumstruktur unabdingbar. Climate Proofing kann in dieser Hinsicht einen gemeinsamen Lern- und Zielfindungsprozess befördern, indem ein systematisches Vorgehen bei der Erarbeitung von möglichen alternativen Planungen und Projekten etabliert wird. Dieses systematische Vorgehen, welches in Kapitel 5 näher skizziert wurde, kann auch rechtlich z. B. in Form eines Artikelgesetzes fixiert werden. Der Kern der Diskussion wird stärker als bisher auf eine partizipative und diskursive Ausrichtung des Climate Proofings setzen müssen, da gerade für die Prioritätensetzung der Strategien und Maßnahmen zur Klimaanpassung nicht auf eindeutige – rechtlich einklagbare – Grenzwerte oder Sollwerte als Bewertungsgrundlage zurückgegriffen werden kann. Zielüberprüfungen und Leitbildprozesse müssen daher den erforderlichen Wandel der Raumentwicklung in Richtung Klimaanpassung begleiten. Denkbar und in einigen Bereichen auch wünschenswert ist es, bestimmte Infrastrukturen robuster und gegenüber den Auswirkungen von Naturgefahren (Hochwasser, Hitzewelle, Starkregen) resilienter zu machen. Demgegenüber werden allerdings massive Veränderungen von Küstenregionen oder Bergregionen nicht bloß durch infrastrukturell-technische Maßnahmen zu managen sein, sondern bei diesen wird es bei der Entwicklung von Klimaanpassungsstrategien darum gehen, neue Leitbilder der Regionalentwicklung zu entwerfen, die auch unter den Bedingungen des Klimawandels hinreichend nachhaltig sind.

Abschließend zeigt der Beitrag auch, dass die Anwendung des Climate Proofings in der räumlichen Planung noch weiteren Forschungsbedarf erfordert. Die in diesem Beitrag aufgezeigten Konturen und Orientierungen sollen dabei erste Hinweise und ein gewisses Grundgerüst bieten. Die Entwicklung von Checklisten, Indikatoren, Prüfmethoden und entsprechenden Berichten sowie Konsultationsformen werden je nach Region oder Stadt sowie Planungsgegenstand (Infrastruktur, landwirtschaftliche Nutzung, Freiraum) unterschiedliche Ausprägungen haben müssen. Für die weitere Diskussion ist es daher wünschenswert, wenn aus regionalen und lokalen Ansätzen weitere systematische Arbeiten zur Ausgestaltung und Umsetzung eines Climate Proofings im Sinne der Anpassung entstehen. Diese sollten auch den aufgezeigten Perspektivwechsel gegenüber bisherigen Umweltprüfungen (UVP, SUP) vollziehen.

## Literatur

- ARL-AK 'Klimawandel und Raumplanung' (Akademie für Raumforschung und Landesplanung – Arbeitskreis Klimawandel und Raumplanung) (Hrsg.) (2008): Klimawandel in der Regionalplanung – Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage bei allen Regionalplanungsstellen in Deutschland im Jahr 2008. Im Druck (E-Paper).
- Becker, P.; Deutschländer, T.; Koßmann, M.; Namyslo, J.; Knierim, A. (2008): Klimaszenarien und Klimafolgen. In: Informationen zur Raumentwicklung, H.6/7.2008, S. 341–351.
- Bezirksplanungsbehörde Köln (Hrsg.) (2006): Regionalplan für den Regierungsbezirk Köln, Sachlicher Teilabschnitt Vorbeugender Hochwasserschutz, Teil 1, Köln..
- Birkmann, J. (2008a): Lernen aus „Natur“katastrophen. Die „letzte“ Meile zur ersten machen. In: Geographie und Schule 30, H. 171, S. 11–19.
- Birkmann, J. (2008b): Globaler Umweltwandel, Naturgefahren, Vulnerabilität und Katastrophenresilienz. Notwendigkeit der Perspektivenerweiterung in der Raumplanung. In: Raumforschung und Raumordnung 66, H. 1, S. 5–22.
- Birkmann, J.; Krings, S.; Kühling, W.; Liese, K.; Wurm, M. (2008): Indikatoren zur Abschätzung von Vulnerabilität und Bewältigungspotenzialen – am Beispiel von wasserbezogenen Naturgefahren in urbanen Räumen. Zwischenbericht IV, Bonn.
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2004): Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen. Ein Beitrag zum BMBF-Rahmenprogramm „Forschung für die Nachhaltigkeit“. Bonn, Berlin. Stand: 15.07.2008. [http://www.bmbf.de/pub/forschung\\_fuer\\_den\\_klimaschutz\\_schutz\\_vor\\_klimawirkung.pdf](http://www.bmbf.de/pub/forschung_fuer_den_klimaschutz_schutz_vor_klimawirkung.pdf)
- BMI (Bundesministerium des Inneren) (2008): Schutz Kritischer Infrastrukturen – Risiko- und Krisenmanagement. Leitfa-den für Unternehmen und Behörden. Berlin. Stand: 15.07.2008. [http://www.bmi.bund.de/Internet/Content/Common/Anlagen/Broschueren/2008/Leitfaden\\_Schutz\\_kritischer\\_Infrastrukturen,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Leitfaden\\_Schutz\\_kritischer\\_Infrastrukturen.pdf](http://www.bmi.bund.de/Internet/Content/Common/Anlagen/Broschueren/2008/Leitfaden_Schutz_kritischer_Infrastrukturen,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Leitfaden_Schutz_kritischer_Infrastrukturen.pdf)
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2005): Umweltpolitik. Nationales Klimaschutzprogramm 2005. Beschluss der Bundesregierung vom 13. Juli 2005. Sechster Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe „CO<sub>2</sub>-Reduktion“. Berlin.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Erwartungen, Ziele, Handlungsoptionen. In: Umwelt, H. 6/2008, S. 286–288.
- BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) (2008): Gesetz zur Neufassung des Raumordnungsgesetzes (Referentenentwurf, 22.02.2008). Stand: 15.07.2008. [http://www.bmvbs.de/Anlage/original\\_1029680/Referentenentwurf-vom-22.02.2008.pdf](http://www.bmvbs.de/Anlage/original_1029680/Referentenentwurf-vom-22.02.2008.pdf)
- BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) und BBR (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung) (Hrsg.) (2007): Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel. Dokumentation der Fachtagung am 30. Oktober 2007 im Umweltforum Berlin. Stand: 15.07.2008. [http://www.bbr.bund.de/cIn\\_007/nn\\_21288/DE/Veroeffentlichungen/Sonderveroeffentlichungen/2007/DL\\_KlimatagungDokumentation,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/DL\\_KlimatagungDokumentation.pdf](http://www.bbr.bund.de/cIn_007/nn_21288/DE/Veroeffentlichungen/Sonderveroeffentlichungen/2007/DL_KlimatagungDokumentation,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/DL_KlimatagungDokumentation.pdf)
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) (2007): Integriertes Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung. Stand: 15.07.2008. <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/energie,did=254048.html>
- Bohle, H.-G. (2008): Leben mit Risiko – Resilience als neues Paradigma für die Risikowelten von morgen. In: Felgentreff, C.; Glade, T. (Hrsg.): Naturrisiken und Sozialkatastrophen. Berlin – Heidelberg, S. 435–441.
- CcSP (Climate changes Spatial Planning; Living with Water; Habiforum) und CURNET (Hrsg) (2007): Towards a climate-proof Netherlands – Summary routeplanner. Stand: 22.07.2008. [http://www.klimaatvoorruimte.nl/pro3/publications/show\\_publication.asp?documentid=657&GUID=%7B4507E506%2DABC4%2D49E4%2DB0B6%2D4C75516AE8F2%7D](http://www.klimaatvoorruimte.nl/pro3/publications/show_publication.asp?documentid=657&GUID=%7B4507E506%2DABC4%2D49E4%2DB0B6%2D4C75516AE8F2%7D)
- Dosch, F.; Porsche, L.; Schuster, P. (2008): Anpassung an den Klimawandel aus europäischer Perspektive. In: Informationen zur Raumentwicklung, H.6/7.2008, S. 381–394.
- Endlicher, W.; Kress, A. (2008): "Wir müssen unsere Städte neu erfinden" – Anpassungsstrategien für Stadtregionen. In: Informationen zur Raumentwicklung, H.6/7.2008, S. 437–445.
- EU-Kommission (2001): European Climate Change Programme. Long Report 2001. Stand: 22.07.2008. [http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/eccp\\_longreport\\_0106.pdf](http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/eccp_longreport_0106.pdf)
- EU-Kommission (2005): Second European Climate Change Program. Stand 13.06.2008. Stand: 22.07.2008. <http://ec.europa.eu/environment/climat/eccpii.htm>
- EU-Kommission (2007): Green Paper from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Adapting to climate change in Europe – options for EU action". COM(2007) 354 final. Stand: 22.07.2008. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0354:FIN:EN:PDF>
- Fleischhauer, M. (2008): The Role of Spatial Planning in Strengthening Urban Resilience. In: Pasman, H. J.; Kirillov, I.A. (Hrsg.): Resilience of Cities to Terrorist and other Threats. Learning from 9/11 and further research issues. Dordrecht: Springer. =NATO Science for Peace and Security Series – C: Environmental Security, S. 273–298.
- Gammelin; C. (2005): Hitzefrei für Kraftwerke. In: DIE ZEIT 28/2005, S. 25. Stand: 15.07.2008. [http://www.zeit.de/2005/28/Hitzefrei\\_fuer\\_Kraftwerke](http://www.zeit.de/2005/28/Hitzefrei_fuer_Kraftwerke)
- Godschalk, D. R. (2002): Urban hazard mitigation: Creating resilient cities. Plenary paper presented at the Urban Hazards Forum, John Jay College, City University of New York, January 22–24, 2002 (July 10, 2007) Stand: 10.06.2007 <http://www.arch.columbia.edu/Studio/Spring2003/UP/Accra/links/GodshalkResilientCities.doc>
- Greiving, S. (2004): Risk Assessment and Management as an important tool for the EU Strategic Environmental Assessment, DISP 157, S. 11–17.
- Greiving, S.; Fleischhauer, M. (2008): Raumplanung: in Zeiten des Klimawandels wichtiger denn je! Größere Planungsflexibilität durch informelle Ansätze einer Klimarisiko-Governance. In: RaumPlanung 137, S. 61–66.
- Heiland, S.; Geiger, B.; Rittel, K.; Steinl, C.; Wieland, S. (2008): Der Klimawandel als Herausforderung für die Landschaftsplanung. In: Naturschutz und Landschaftsplanung, H. 40 (2), S. 37–41.

- Henstra, D.; Kovacs, P.; McBean, G.; Sweeting, R. (2004): Background paper on disaster resilient cities. Institute for Catastrophic Loss Reduction, prepared for Infrastructure Canada, Research and Analysis Division, Ottawa. Stand: 21.07.2008. [http://www.infrastructure.gc.ca/research-recherche/result/alt\\_formats/pdf/rs11\\_e.pdf](http://www.infrastructure.gc.ca/research-recherche/result/alt_formats/pdf/rs11_e.pdf)
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (Hrsg.) (2007): Annex B. Glossary of Terms. Stand: 21.07.2008. <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-en.pdf>
- Janssen, G.; Albrecht, J. (2008): Umweltschutz im Planungsrecht. Die Verankerung des Klimaschutzes und des Schutzes der biologischen Vielfalt im raumbezogenen Planungsrecht. In: UBA-Texte 10/08.
- Kabat, P.; van Vierssen, W.; Veraart, J.; Vellinga, P.; Aerts, J. (2005): Climate proofing the Netherlands. In: Nature 438, 17 November 2005, S. 283–284.
- Kates, R.W. (1997): Climate change 1995—impacts, adaptations, and mitigation. In: Environment 39, H. 9, S. 29–33.
- Köhler, S.; Sommerfeldt, P.; Overbeck, G.; Birkmann, J. (2009): Klimawandel in der Regionalplanung. Ergebnisse einer bundesweiten Befragung. In: Raumforschung und Raumordnung 2/2009.
- Lauwe, P.; Riegel, C. (2008): Schutz Kritischer Infrastrukturen – Konzepte zur Versorgungssicherheit. In: Informationen zur Raumentwicklung, H. 1/2 2008, S. 113–125.
- MPIMET (Max-Planck-Institut für Meteorologie) (2008): Regional Climate Modelling. REMO – Regional Model. Stand: 30.07.2008. <https://www.mpimet.mpg.de/?id=73&L=1>
- Neue Energie (2003): Versorgungssicherheit der konventionellen Kraftwerke in Deutschland bei Hitze. In: Neue Energie 9/2003. Stand: 10.03.2004. <http://www.sfv.de/lokal/maills/phj/versorgs.htm>
- Overbeck, G.; Hartz, A.; Fleischhauer, M. (2008): Ein 10-Punkte-Plan „Klimaanpassung“. Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel im Überblick. In: Informationen zur Raumentwicklung, H. 6/7, 2008, 363–380.
- Romanowicz, G. (2007): Climate-proof development must become the norm – report. Stand 15. März 2007. Stand: 22.07.2008. [http://www.edie.net/news/news\\_story.asp?id=12772](http://www.edie.net/news/news_story.asp?id=12772)
- Rood, D. (2008): Plan to help climate-proof farmers. Stand 23.04.2008. Stand: 26.07.2008. <http://www.theage.com.au/news/national/plan-to-help-climateproof-farmers/2008/04/22/1208742941502.html>
- Scholles, F. (2008): Das System der Projektzulassung in Deutschland. In: Fürst, D.; Scholles, F. (Hrsg.): Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltpolitik. 3. vollst. überarb. Auflage. Dortmund, S. 100–132.
- Scholles, F.; Kanning, H. (2001): Planungsmethoden am Beispiel der Umweltverträglichkeitsprüfung. In: Fürst, D.; Scholles, F. (Hrsg.): Handbuch Theorien + Methoden der Raum- und Umweltpolitik. Dortmund, S. 107–123. = Handbücher zum Umweltschutz, Nr. 4.
- Terra Daily (2007): Scientists to discuss ways to „climate-proof“ crops. Stand 22.11.2007. Stand: 15.12.2007. [www.terradaily.com/reports/Scientists\\_to\\_discuss\\_ways\\_to\\_climate-proof\\_crops\\_999.html](http://www.terradaily.com/reports/Scientists_to_discuss_ways_to_climate-proof_crops_999.html)
- UBA (Umweltbundesamt) (Hrsg.) (2005): Hintergrundpapier: Klimafolgen und Anpassung an den Klimawandel in Deutschland – Kenntnisstand und Handlungsnotwendigkeiten. Dessau. Stand: 15.7.2008. [http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/Klimafolgen\\_Anpassung.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/Klimafolgen_Anpassung.pdf)
- UBA (Umweltbundesamt) (Hrsg.) (2007): Hintergrundpapier: Neue Ergebnisse zu regionalen Klimaänderungen. Das statistische Regionalisierungsmodell WETTREG. Dessau. Stand: 30.07.2008. <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/Regionale-Klimaaenderungen.pdf>
- UNDP (United Nations Development Programme) (Hrsg.) (2007): Human Development Report 2007/2008 – Fighting climate change: human solidarity in a divided world. Houndmills – New York. Stand: 21.07.2008. [http://hdr.undp.org/en/media/hdr\\_20072008\\_en\\_complete.pdf](http://hdr.undp.org/en/media/hdr_20072008_en_complete.pdf)
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (2008): Adaptation. Stand: 14.03.2008. <http://unfccc.int/adaptation/items/4159.php>
- van Asselt, M. (2005): The complex significance of uncertainty in a risk era: logics, manners and strategies in use. In: Risk Assessment and Management, H. 2/3/4, S. 125–158.
- Gesetze und Richtlinien
- BauGB – Baugesetzbuch i.d.F. vom 23.09.2004 (BGBl. I: 2414), zuletzt geändert am 21.12.2006 (BGBl. I: 3316).
- ROG – Raumordnungsgesetz vom 18.08.1997 (BGBl. I: 2081, 2102), zuletzt geändert am 9.12.2006 (BGBl. I: 2833)
- SUP-Richtlinie – Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme (2001/42/EG) vom 27.6.2001 (Abl. EG L 197: 3).
- UVP-Richtlinie – Richtlinie des Rates über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (85/337/EWG) vom 27.6.1985 (Abl. EG L 175: 40), zuletzt geändert am 26.5.2003 (Abl. EU L 156: 17).
- UVPG – Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung i.d.F. vom 25.6.2005 (BGBl. I: 1757, 2797), zuletzt geändert am 21.12.2006 (BGBl. I: 3316).
- Dr.-Ing. Jörn Birkmann  
Academic Officer and Head of Section Vulnerability Assessment  
UNITED NATIONS UNIVERSITY  
Institut für Umwelt und menschliche Sicherheit (UNU-EHS)  
UN-Campus  
Hermann-Ehlers-Straße 10  
53113 Bonn  
E-mail: [birkmann@ehs.unu.edu](mailto:birkmann@ehs.unu.edu)
- Dr. Mark Fleischhauer  
Technische Universität Dortmund  
Fakultät Raumplanung  
August-Schmidt-Str. 10  
44227 Dortmund  
Telefon: +49 (0) 2 31-7 55 22 96  
Mail: [mark.fleischhauer@uni-dortmund.de](mailto:mark.fleischhauer@uni-dortmund.de)