



## Arbeitspapier zur Vorbereitung des Stakeholderdialogs zu Chancen und Risiken des Klimawandels - Normung und Technische Regeln -

Autorinnen: Maja Rotter, Dr. Esther Hoffmann, Wiebke Lotz  
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)

Stand: 16. Juni 2011

### Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Veränderte klimatische Rahmenbedingungen.....	1
1.2	Aktivitäten zur Anpassung .....	3
<b>2</b>	<b>Normung und Technisches Regelwerk im Klimawandel</b> .....	<b>4</b>
2.1	Relevanz der Normung für Anpassung .....	4
2.2	Klimasensitive Sektoren und Normung.....	5
2.3	Anpassung von Klimadaten, Normen und Technischen Regeln: Beispiele und Diskussionsstand.....	6
2.3.1	Klimadaten.....	7
2.3.2	Last- und Klimanormen.....	8
2.3.3	Technische Regel Anlagensicherheit.....	9
2.4	Herausforderungen der Anpassung: Umgang mit Unsicherheit .....	10
<b>3</b>	<b>Schlussfolgerungen</b> .....	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>12</b>



## 1 Einleitung

Der Klimawandel beinhaltet eine große Herausforderung für private und öffentliche Akteure, die nicht nur einen Beitrag zum Klimaschutz leisten sollen, sondern sich an bevorstehende und bereits eintretende Klimaänderungen anpassen müssen.

In vorangegangenen Fachdialogen verschiedener Branchen und Sektoren dieser Veranstaltungsreihe<sup>1</sup> zeigte sich, dass Normen und technische Regeln eine zentrale Stellenschraube für die Umsetzung von Maßnahmen der Anpassung an den Klimawandel in vielen Bereichen sind. Ein plastisches Beispiel mit großer medialer Resonanz für die Bedeutung der Anpassung von Normen und technischen Regeln an die veränderten Klimabedingungen zeigte sich im Sommer 2010: Der Ausfall der Klimaanlage in einigen ICEs der Deutschen Bahn war unter anderem darin begründet, dass die Klimaanlage auf Grund der europäischen Norm DIN EN 13129-1 nur auf eine Temperatur von 35 Grad ausgerichtet waren (Vockrodt 2011).

In der vorliegenden Kurzexpertise werden zunächst die erwarteten Veränderungen der klimatischen Rahmenbedingungen kurz skizziert sowie die bisherigen politischen Aktivitäten dargestellt, die eine gesellschaftliche Auseinandersetzung mit den Folgen des Klimawandels rahmen und befördern sollen. Im Anschluss daran werden die Zusammenhänge von Normungsprozessen und technischem Regelwerk mit diesen Entwicklungen in verschiedenen Sektoren aufgezeigt. Zudem werden einige Beispiele der Berücksichtigung veränderter klimatischer Rahmenbedingungen in Klimadaten, Normen und technischen Regelwerken angeführt sowie weitere (künftige) Möglichkeiten und Herausforderungen umrissen.

### 1.1 Veränderte klimatische Rahmenbedingungen

Die globale Durchschnittstemperatur als ein Schlüsselindikator für Klimaänderungen wird laut dem Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2001) in diesem Jahrhundert je nach Emissionsszenario um 2,0 - 4,5 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau steigen. Temperaturänderungen werden jedoch nicht auf der ganzen Welt gleich ausfallen. Auch innerhalb Europas und selbst innerhalb Deutschlands werden die Veränderungen unterschiedlich sein.

Für die Diskussion von Anpassungsoptionen in Deutschland sind darum Aussagen zu regionalen Klimaänderungen notwendig. Derzeit existieren für Deutschland mindestens vier Regionalisierungsmodelle (REMO, CLM, WETTREG und STAR), welche die vom IPCC definierten globalen Klimaszenarien regionalisieren. Dabei wird zwischen dynamischen und statistischen Modellen unterschieden. Dynamische Modelle, z. B. REMO, brechen die globalen Klimaprojektionen anhand physikalisch-numerischer Verfahren auf ein räumlich

---

<sup>1</sup> Mehr Informationen zu den UBA-Dialogen zur Klimaanpassung unter <http://www.anpassung.net/dialog>

sehr viel differenzierteres Gitter von etwa 10 x 10 km horizontaler Auflösung herunter (vgl. Jacob et al. 2008). Statistische Verfahren, z. B. WETTREG, projizieren dagegen meteorologische Zeitreihen ausgewählter Wetterstationen in Deutschland in die Zukunft (vgl. Spekat et al. 2007).

Eine Zusammenfassung der Spannbreiten erwarteter Klimaänderungen in Deutschland zeigt Tabelle 1. Die Spannbreiten hängen dabei nicht nur von regionalen Unterschieden, sondern auch von unterschiedlichen Emissionsszenarien ab.

**Tabelle 1: Zusammenfassung der möglichen Änderungen von Temperatur und Niederschlag im Vergleich zum Referenzraum 1961 - 1990**

Mögliche regionale Änderungen	2021-2050 <sup>2</sup>	2071-2100 <sup>2</sup>
Temperatur	+1,0 bis +2,5 °C im Jahresmittel	+2,0 bis +4,0 °C im Jahresmittel +3,5 bis +4,0 °C im Wintermittel
Niederschlag	0 bis -15 % in der Jahressumme -5 bis -25 % in der Sommersumme 0 bis +25 % in der Wintersumme	um 0 in der Jahressumme -15 bis -40 % in der Sommersumme 0 bis +55 % (regional maximal +70%) in der Wintersumme

Quelle: eigene Zusammenstellung nach Daten BMU & KomPass (2008: 1)

Laut beobachteten Daten liegen acht der zehn wärmsten Jahre (seit 2001) im Zeitraum der letzten 20 Jahre. Allen Modellen zufolge wird die Jahresmitteltemperatur zukünftig ansteigen, die Projektionen liegen abhängig vom gewählten Modell zwischen ca. 1 und 2,5 °C Zunahme bis 2050. Bis 2100 können die Temperaturen vor allem im Süden und Südosten überdurchschnittlich stark ansteigen, je nach Szenario um bis zu 4°C. Besonders deutlich zeigt sich der Temperaturanstieg im Winter. Gleichzeitig können schneebedeckte Flächen sehr stark schrumpfen, wenn die Temperaturen stark zunehmen. Im deutschen Küstenraum fällt die Erwärmung der Ostseeküste mit 2,8°C stärker aus als die Erwärmung der Nordseeküste (2,5°C).

Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge wird sich voraussichtlich nur geringfügig ändern, bezüglich der regionalen und saisonalen Verteilung kann es jedoch deutliche Veränderungen geben (vgl. Tabelle 1). Im Gegensatz zu den Temperaturen gibt es in Bezug auf Niederschläge größere Unsicherheiten. Gemeinsam ist allen regionalen Klimamodellen, dass ihnen zufolge die Niederschläge im Sommer sinken werden (vor allem in Nordostdeutschland), während die Winter feuchter werden (vor allem im Süden und Südosten) (vgl. Spekat et al. 2007, Jakob et al. 2008). Auch die Vorhersage von Extremwetterereignissen wie Trocken- und Dürreperioden, Starkniederschläge, Stürme, Hagel, Blitze und Gewitter ist im Vergleich zu Temperaturzunahme weniger verlässlich. Die wissenschaftliche Absicherung, dass Hitzeperioden, Starkregenereignisse und Blitze

<sup>2</sup> Jeweils verglichen mit dem Referenzzeitraum 1961 - 1990

zunehmen werden, ist laut Deutscher Meteorologischer Gesellschaft (DMG) jedoch gut bis sehr gut (DMG 2007).

Die hier beschriebenen klimatischen Entwicklungen werden aller Voraussicht nach Auswirkungen auf die Lebens- und Wirtschaftsbedingungen in Deutschland haben und die Gesellschaft mit veränderten Rahmenbedingungen konfrontieren (vgl. z. B. Zebisch et al. 2005). Eine Studie des Potsdamer Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) beschäftigt sich beispielsweise mit den Auswirkungen des Klimawandels auf die Flüsse in Nordrhein-Westfalen (Kropp et al. 2009). Demzufolge steigt im Winter die Hochwassergefahr aufgrund stärkerer Niederschläge. Außerdem setzt die Schneeschmelze früher ein, sodass die winterlichen Abflüsse früher und höher ausgeprägt sind als bisher. Im Sommer bis in den Herbst hinein steigt aufgrund höherer Temperaturen das Risiko für Niedrigwasser. Ähnliche Untersuchungen gibt es auch für viele weitere Regionen und Bundesländer. Eine Übersicht der regionalen Studien und Aktivitäten zu Klimafolgen und Anpassung ist auf der KomPass-Webseite des Umweltbundesamtes (UBA) zu finden (<http://www.anpassung.net>).

## 1.2 Aktivitäten zur Anpassung

Die politische Initiierung und Gestaltung des gesellschaftlichen Anpassungsprozesses an den Klimawandel ist inzwischen sowohl auf europäischer als auch auf nationaler und regionaler Ebene begonnen worden.

Auf **europäischer Ebene** wurde mit der Veröffentlichung des Grünbuchs „Anpassung an den Klimawandel in Europa - Optionen für Maßnahmen der EU“ der Europäischen Kommission im Jahr 2007 der gesellschaftliche und politische Diskurs angestoßen (COM 2007). Die Konsultationen mündeten in der Verabschiedung des Weißbuchs zur Anpassung an den Klimawandel im Jahr 2009 (COM 2009). In diesem wird vorgeschlagen, in zwei Phasen zu einer Konkretisierung der europäischen Anpassungsstrategie zu gelangen. Die aktuelle erste Phase (2009 bis 2012) soll die Grundlagen der Strategie erarbeiten, die in der zweiten Phase ab 2013 umgesetzt werden. Das Weißbuch benennt für die erste Phase vier Aktionsschwerpunkte: 1) Schaffung einer soliden Wissensgrundlage über die Auswirkungen des Klimawandels für die EU, 2) Einbeziehung des Anpassungsaspekts in wichtige Politikbereiche der EU, 3) Kombination verschiedener politischer Instrumente wie marktgestützte Instrumente, Leitlinien und öffentlich-private Partnerschaften, 4) Intensivierung der internationalen Zusammenarbeit (COM 2009, BMU 2010). Im Rahmen des zweiten Aktionsschwerpunktes wollen Kommission und Mitgliedsstaaten beispielsweise Leitlinien entwickeln, damit die Auswirkungen des Klimawandels bei Umweltverträglichkeitsprüfungen, strategischen Umweltprüfungen und Raumplanungspolitiken berücksichtigt werden (COM 2009). Konkret will die europäische Kommission prüfen, ob die Normen von Wasseranlagen im Hinblick auf mögliche Wasserknappheit strenger reguliert werden müssen. Außerdem soll geprüft werden, ob die Anpassung an den Klimawandel in Baunormen wie den Eurocodes aufgenommen werden kann (COM 2009).

Auf **Bundesebene** hat das Kabinett im Dezember 2008 die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) beschlossen (Die Bundesregierung 2008). Sie dient als Orientierung für weitere Akteure und ist der Grundstein für die weitere Beschäftigung

mit dem Thema Anpassung an den Klimawandel (Die Bundesregierung 2008). Der nächste Schritt in der Weiterentwicklung und Konkretisierung der Deutschen Anpassungsstrategie ist die Erarbeitung eines Aktionsplans Anpassung. Dieser wird in Zusammenarbeit zwischen Ländern und relevanten gesellschaftlichen Akteuren erarbeitet und soll im Sommer 2011 beschlossen werden (BMU 2010). Die Erarbeitung und Umsetzung des Aktionsplans Anpassung wird durch einen breiten Kommunikationsprozess und Initiativen zur Verbesserung der Wissensbasis und der Entscheidungsgrundlagen unterstützt. Unterstützung liefert hierbei auch das Climate Service Center, das 2009 auf Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb der Deutschen Helmholtz Gemeinschaft eingerichtet wurde ([www.climate-service-center.de](http://www.climate-service-center.de))

Der sich im Stadium des Konsultationsentwurfes befindende Aktionsplan Anpassung beschreibt die Aktivitäten des Bundes an Hand von vier Säulen<sup>3</sup>. Die zweite Säule beschäftigt sich mit der staatlichen Rahmen- und Anreizsetzung und thematisiert in diesem Zusammenhang auch die Frage, wie Anpassungserfordernisse in Normen und technische Regelwerke integriert werden können (IMA 2011).

Auch die meisten **Bundesländer** haben sich der Frage der Anpassung an die unvermeidlichen Folgen des Klimawandels angenommen. Teilweise haben die Länder explizite Anpassungsstrategien mit konkretisierten Handlungsfeldern formuliert (z. B. Nordrhein Westfalen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt) oder integrierte Klimaschutz- und Anpassungsstrategien und -pläne erarbeitet (z. B. Hamburg, Thüringen, Bayern). Zudem fördert das BMBF zurzeit sieben regionale und transdisziplinäre Netzwerkprojekte, die sich mit der regionalen Anpassung an den Klimawandel beschäftigen. Diese werden unter dem Namen „KLIMZUG - Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten“ zusammen gefasst<sup>4</sup>.

## 2 Normung und Technisches Regelwerk im Klimawandel

### 2.1 Relevanz der Normung für Anpassung

Für den gesellschaftlichen Prozess der Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist das Instrument der Normung und des technischen Regelwerks von zentraler Bedeutung. Normen haben Referenzcharakter als Stand der Technik in unterschiedlichen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Handlungsfeldern. Zudem sind sie weitgehend akzeptiert, da sie unter der Beteiligung unterschiedlicher gesellschaftlicher Akteure (interessierte Kreise) und breiter fachlicher Expertise im Konsensverfahren erarbeitet werden. Vor allem für die technische Ausgestaltung von Materialien, Produkten, Anlagen und Infrastrukturen sind sie handlungsleitende Bezugspunkte für Investitionen, Planungen, Umsetzung und die Kontrolle durch öffentliche und private Akteure. Einerseits stärkt das Instrument der Normung somit die private Selbststeuerung, kann aber auch Rechtssicherheit bieten, wenn Normen in Gesetzen referenziert oder Verträgen zu Grunde ge-

---

<sup>3</sup> 1. Säule: Informieren und Befähigen, 2. Säule: Rahmen und Anreize setzen, 3. Säule: Direkte Bundesverantwortung, 4. Säule: Internationale Verantwortung

<sup>4</sup> Siehe auch [www.klimzug.de](http://www.klimzug.de)

legt werden (DIN 2008: 13ff). Der in Normen und technischen Regeln festgelegte Stand der Technik wirkt darüber hinaus auch in Unternehmen, wenn beispielsweise der normierte Stand der Technik durch werks- oder unternehmensinterne Normen aufgegriffen und spezifiziert wird. Auch für Fragen des Sicherheitsstandards von Anlagen und Produkten unter verschiedenen Umweltbedingungen ist der in Normen vereinbarte Stand der Technik maßgeblich - vor allem hinsichtlich der Verantwortung, Vorsorge und Versicherbarkeit.

Im Rahmen der Konsultations- und Partizipationsprozesse zur Erarbeitung des Aktionsplans Anpassung empfahlen die Teilnehmer/innen für die Überarbeitung von Normen und technischen Regeln eine Priorisierung vorzunehmen. Im Rahmen einer Überprüfung sollte diskutiert werden, bei welchen Normen und technischen Regeln ein kurzfristiger Anpassungsbedarf erforderlich ist und in welchen Bereichen ein eher langfristiger Anpassungsbedarf besteht (Hoffmann et al. 2011b). Diese Empfehlung richtet sich jedoch nicht nur an die mit Normierung befassten Institutionen, wie das Deutsche Institut für Normung (DIN), die Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (DKE), der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) oder die Kommission für Anlagensicherheit (KAS), sondern ebenso an die verschiedenen Akteure der interessierten Kreise. Die Politik und auch wissenschaftliche Akteure in der Normungsarbeit können diesen Diskussionsprozess maßgeblich initiieren und voranbringen.

Die Frage einer Überarbeitung und Anpassung liegt besonders bei Normen nahe, die einen Wetter- oder Klimabezug besitzen, z. B. Klimadatennormen. Klimadaten sind in vielen technischen Bereichen relevant, beispielsweise für Planungen, Analysen, Berechnungen und Simulationen. Viele Gestaltungsnormen verweisen auf Klimadatennormen, z. B. wird in mindestens 15 Gestaltungsnormen auf die Klimadatennorm DIN IEC 60721-2-1 zu Lufttemperatur- und Luftfeuchte verwiesen (IMA 2011).

## 2.2 Klimasensitive Sektoren und Normung

Normen und technische Regeln sind vor allem bei der Anpassung an direkte Klimawandelfolgen von Bedeutung, also zur Anpassung an die Veränderung klimatischer Parameter wie steigende Temperaturen, veränderte Niederschläge und veränderte Winde. Hier von betroffen sind vor allem das Bauwesen, das Verkehrswesen und die Energiewirtschaft.

Klimawandelfolgen, die sich auf das **Bauwesen** auswirken können, sind lang anhaltende Hitzewellen im Sommer, vermehrter Starkregen vor allem im Winter und intensivere Stürme. Diese können Bauwerke, Gebäude und zugehörige Infrastrukturen wie Kanalisationen gefährden (Die Bundesregierung 2008). Hiervon betroffen sind unter anderem die Sturmsicherheit von Gebäuden und die Dimensionierung der Dachentwässerung (Größe der Dachrinnen, Durchmesser der Fallrohre und nachfolgende Entwässerung, die nach Normen wie DIN EN 12056-3 und DIN 1986-100 errichtet werden). Bei Hitzewellen sind Gebäude in ihrer Funktion als Wärmeschutz unter Umständen beeinträchtigt. Problematisch kann in diesem Zusammenhang der vermehrte Einsatz technisierter Kühlungssysteme sein, deren erhöhter Energieverbrauch den Zielsetzungen des Klimaschutzes entgegensteht (BMVBS / BBR 2008).

Da Gebäude und Infrastrukturen über Jahrzehnte genutzt werden, sollten Instrumente und Planungsgrundlagen dahingehend modifiziert werden, dass sie auch zukünftige klimatische Entwicklungen berücksichtigen. Die dem Bauwesen zugrunde liegenden Normen und ihre Bemessungshilfen (z. B. Karten mit Schlagregenzonen) orientieren sich bisher jedoch wesentlich an Beobachtungsdaten der Vergangenheit. Auch bei der Auswahl von Baustoffen sollte ihre Belastbarkeit gegenüber extremen Witterungsereignissen berücksichtigt werden (BMVBS / BBR 2008).

Die Deutsche Anpassungsstrategie betont die Möglichkeit der Anpassung von Normen und technischen Regeln. Vorteilhaft sei hierbei, dass Baunormen und technische Regeln relativ schnell geändert werden können, indem z. B. Lastannahmen pauschal um 10 oder 20 % erhöht werden (Die Bundesregierung 2008).

Auch das **Verkehrswesen** ist durch Hitzewellen, Starkregen, Hochwasser und Stürme gefährdet. Lange Hitzeperioden und mehr heiße Tage beeinträchtigen Straßenbeläge, Schienen und die Klimatisierung von Gebäuden und Fahrzeugen (Hoffmann et al. 2009a, Hoffmann et al. 2009b). Für die Klimatisierung von Zügen bei erhöhten Außentemperaturen scheint beispielsweise eine Anpassung der DIN EN 13129 erforderlich zu sein (Vockrodt 2011). Doch auch die Kühlung von Stellwerken und anderen elektronischen Infrastrukturen kann durch extreme und lang andauernde Hitze gestört werden. Starkregen und Hochwasser können zu Überschwemmungen oder Unterspülungen führen und den Schienen- und Straßenverkehr beeinträchtigen. Im Schienenverkehr sind hoch aufragende Anlagen der Stromversorgung und Signale sturmgefährdet (Hoffmann et al. 2011a). Vor dem Hintergrund dieser Gefährdungen ist zu prüfen, ob die der Normierung von Abflüssen, Drainagesystemen oder Stabilitätsberechnungen zugrunde liegenden Annahmen den heutigen und künftigen klimatischen Verhältnissen noch gerecht werden. Die Teilnehmer/innen des Stakeholderdialogs zu Verkehrsinfrastruktur empfehlen, die Anpassung von Normen und technischen Regeln insbesondere für die Infrastrukturplanung beim Neubau vorzunehmen (Hoffmann et al. 2009b).

Klimawandelfolgen, die sich auf die **Energiewirtschaft** auswirken, sind extreme Wetterereignisse wie Trockenperioden, Niedrigwasser, Hochwasser und Stürme. Die Teilnehmer/innen des Stakeholderdialogs zur Energiewirtschaft schlugen deshalb vor, generell Klimawandelaspekte in Normungsprozesse zu integrieren, z. B. in die Überarbeitung von Eislastkarten (Dunkelberg et al. 2009). Zudem können sich die Anforderungen an die Standfestigkeit von Wind- und Solaranlagen verändern, wenn sich die Sturmintensität und -häufigkeit erhöht (Dunkelberg et al. 2010). Eine Zunahme der Sturmintensität könnte eine Anpassung der Windlastnorm erforderlich machen. So sind beispielsweise Freileitungen hohen Belastungen durch Windwirkungen und Eislasten ausgesetzt (Kießling et al. 2008). Die Dimensionierung von Freileitungen erfolgt nach der DIN EN 50341, in der auch die Windlastnorm eine wichtige Rolle spielt (Kießling et al. 2008).

### **2.3 Anpassung von Klimadaten, Normen und Technischen Regeln: Beispiele und Diskussionsstand**

Wie die vorangegangenen Ausführungen zeigen, spielen Klimadaten und Klimadatennormen eine wichtige Rolle in den Diskussionen zur Anpassungsoptionen und bieten Möglichkeiten, aktuelle und künftige Entwicklungen der Klimaveränderungen in Normungs-



prozessen zu berücksichtigen. Im Folgenden werden daher bereits umgesetzte Anpassungen von Klimadaten skizziert und zusätzlich aktuelle Diskussionslinien zu gegebenenfalls weiteren erforderlichen Anpassungen und Veränderungen dargestellt. Zudem wird mit dem Entwurf der „Technischen Regel Anlagensicherheit: Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Niederschläge und Hochwasser“ ein Beispiel angeführt, wie erwartete Klimaveränderungen integriert werden können.

### 2.3.1 Klimadaten

#### Testreferenzjahre (TRY)

Die Datensätze der TRY enthalten ausgewählte meteorologische Parameter für jede Stunde eines Jahres und repräsentieren so den typischen Witterungsverlauf eines Jahres (BBSR 2011a). Deutschland wird für die Ermittlung der TRY in 15 Klimazonen unterteilt. Für jede Klimazone gibt es eine Repräsentanzstation aus deren langjährigen Mess- und Beobachtungsreihen die stündlichen Daten der TRY gewonnen werden (BBSR 2011a). TRY werden als Grundlage in Simulationen verwendet, z. B. um den Energiebedarf von Heizanlagen zu simulieren. Auch für die Klimatisierungs- und Lüftungstechnik werden TRY verwendet (BBSR 2011a).

Die bisherigen TRY basierten auf der sogenannten Klimanormalperiode von 1961 - 1990. Ab Ende der 1980iger Jahre wurde allerdings eine deutliche Zunahme der Lufttemperaturen beobachtet (BBSR 2011a). Dies hat zur Folge, dass ab 1988 fast alle Jahre in Deutschland im Vergleich zur Klimanormalperiode zu warm ausgefallen sind. Der Deutsche Wetterdienst (DWD) hat die TRY daher von 2008 bis 2011 überarbeitet und ist damit den Forderungen vieler Anwender/innen nach einer Aktualisierung der TRY nachgekommen. Die neuen sogenannten "Gegenwarts-TRY" basieren nun auf dem Zeitraum 1988 - 2007. Zusätzlich hat der DWD mit Hilfe von fünf regionalen Klimamodellen sogenannte "Zukunfts-TRY" für den Zeitraum 2021 - 2050 projiziert (BBSR 2011a).

Da Heiz- und raumluftechnische Anlagen auch für extreme Belastungen ausgelegt werden, hat der DWD außerdem Datensätze für je ein Jahr mit einem sehr heißen Sommerhalbjahr (April - September) und einem sehr kalten Winterhalbjahr (Oktober - März) entwickelt (BBSR 2011b).

#### t,x-Korrelationen

t,x-Korrelationen sind Korrelationen der Außenlufttemperatur (t) und des Wasserdampfdrucks (x). Ähnlich der Testreferenzjahre sind sie meteorologische Basisdaten für die technische Gebäudeausrüstung, z. B. Raumlufanlagen. Sie werden in der VDI Richtlinie 4710 Blatt 3 veröffentlicht. Die bisherigen t,x-Korrelationen beruhten ebenfalls auf der Klimanormalperiode 1961 - 1990. Da sich jedoch die Lufttemperatur in den letzten Jahrzehnten erhöht hat, wurden sie wie die Testreferenzjahre aktualisiert. Die t,x-Korrelationen wurden für den 15-Jahreszeitraum 1991 - 2005 neu berechnet (VDI 2011).

### 2.3.2 Last- und Klimanormen

Während die oben beschriebenen Klimadaten im Zuge der bereits beobachtbaren sowie erwarteten Änderungen der klimatischen Rahmenbedingungen überarbeitet und angepasst wurden, werden im Folgenden einige Normenbeispiele angeführt, in denen eine Anpassung bzw. Aktualisierung zumindest diskutiert wird.

#### Schnee- und Windlastnormen

Die Schnee- und Windlastnormen gehören zu den DIN-Normen der Reihe DIN 1055, die Lasten für Bauwerke festlegen. Die Reihe DIN 1055 wurde auf Grund der Euronormen zwischen 2002 und 2005 überarbeitet (Bayerische Ingenieurekammer-Bau 2008).

Im Zuge der Neufassung der **Windlastnorm** DIN 1055-4 wurde Deutschland erstmals in vier Windzonen eingeteilt (Ruhr-Universität Bochum 2007). In der vorigen Windlastnorm wurde eine einheitliche Windgeschwindigkeit für das gesamte Bundesgebiet angenommen. Windgeschwindigkeit und Windhäufigkeit sind jedoch regional unterschiedlich, in Küsten und küstennahen Gebieten sind die Sturmstärken z. B. weitaus höher (Ruhr-Universität Bochum 2007). Da früher schwere Bauweisen vorherrschten, war dies akzeptabel. Heutige Bauweisen sind leichter und benötigen wirklichkeitsnahe Windlasten. Die Einordnung in eine der Windzonen erfolgt auf Grund der mittleren Windgeschwindigkeit. Für Zone 1 beträgt die mittlere Referenzgeschwindigkeit 22,5 m/s, für Zone 4 beträgt sie 30,0 m/s. Die Werte besitzen eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,02 %, was einer Wiederkehrperiode von 50 Jahren entspricht (Ruhr-Universität Bochum 2007).

Die Neufassung und Zonierung erfolgte jedoch nicht explizit aufgrund veränderter Wind- und Sturmbedingungen. Insofern wäre zu überprüfen, ob die aktuellen Referenzgeschwindigkeiten auch bei einer veränderten Intensität und Häufigkeit von Stürmen auf Grund des Klimawandels realitätsnahe Windlasten abbilden.

Auch in der **Schnee- und Eislastnorm DIN 1055-5** wurde eine Zonierung vorgenommen. Durch die Einteilung in Zonen gibt es in der neuen Norm vor allem für höher gelegene Orte eine erhebliche Erhöhung der Lastannahmen, die teilweise doppelt so hoch wie bisher sind. Dies wird von einigen Akteuren, z. B. der Bayerischen Ingenieurekammer-Bau (2008) als zu hoch kritisiert. Andere Akteure gehen jedoch davon aus, dass die erhöhten Lastannahmen gerechtfertigt sind, da insbesondere in Hochlagen auf Grund des Klimawandels mehr Schnee als bisher fallen könnte (Strasser 2007). Zwar werden Schneefälle auf dem Flachland voraussichtlich abnehmen, da es statt Schnee vermehrt Regen geben wird. Die erhöhten Lufttemperaturen erhöhen jedoch auch die Wahrscheinlichkeit von Wetterextremen, sodass es zu intensiven Schneefällen kommen kann (Strasser 2007).

An diesem Beispiel zeigen sich die Unsicherheiten über die künftigen quantitativen und qualitativen Entwicklungen sowie die daraus resultierenden unterschiedlichen Bewertungen verschiedener Akteure.

### Heizlastnorm DIN EN 12831

Die Heizlastnorm dient dazu, den Wärmebedarf (Heizlast) zu berechnen und bestimmt damit die richtige Leistung eines Wärmeeerzeugers, z. B. einer Heizung. Die Leistung wird dahingehend berechnet, dass der Wärmeeerzeuger die gewünschte Raumtemperatur von 21 °C bei der jeweiligen Normaußentemperatur<sup>5</sup> des Standorts aufrecht erhalten kann. Sie basiert auf einer Statistik des DWD für die Zeit 1951 - 1970. Die auf dieser Grundlage festgelegten Normaußentemperaturen traten jedoch auf Grund des Klimawandels in den vergangenen 17 Jahren weitaus seltener auf als von der DIN EN 12831 angenommen (Saatweber 2008). Da Heizungsbauer an die Norm gebunden sind, hat dies zur Folge, dass Heizungen weiterhin nach der Normaußentemperatur gebaut werden und somit für die realen Anforderungen überdimensioniert sind. Dies bedeutet hohe Stillstandsverluste. Einige Akteure sind deshalb der Ansicht, dass eine Aktualisierung der Normaußentemperaturen erforderlich und angebracht ist (Saatweber 2008).

### Klimatisierung von Zügen - DIN EN 13129-1

Die DIN EN 13129-1 (Bahnanwendungen - Luftbehandlung in Schienenfahrzeugen des Fernverkehrs - Teil 1: Behaglichkeitsparameter) unterscheidet zwischen verschiedenen Klimazonen für die unterschiedliche Höchsttemperaturen angenommen werden. Für Klimazone I (südlich der Alpen) werden Höchsttemperaturen von 40° C zugrunde gelegt. Die Dimensionierung für die Klimazone II, zu der auch Deutschland gehört, fordert eine ausreichende Kälteleistung bis +35° C. Hinsichtlich dieser Annahme wird die Auslegung der Norm als zu knapp kritisiert (Vockrodt 2011).

### 2.3.3 Technische Regel Anlagensicherheit

Die Technischen Regeln für Anlagensicherheit (TRAS) werden von der Kommission für Anlagensicherheit (KAS) erarbeitet. Die Kommission für Anlagensicherheit wird gemäß §51a des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gebildet. Die KAS ist ein transdisziplinäres Gremium, dessen Mitglieder aus Behörden, Wissenschaft, Wirtschaft (Betreiber und Anlagenbauer) und Umweltverbänden stammen.

Da sich im Zuge des Klimawandels die Gefahr von Starkniederschlägen und Hochwasser erhöht, sind Sicherheitsmanagement und Sicherheitsanforderungen für Betriebsbereiche, in denen gefährliche Stoffe in höheren Mengen vorhanden sind und bei Extremereignissen freigesetzt werden könnten, zu überprüfen und ggf. anzupassen (KAS 2011). Die KAS hat aufgrund dieser veränderten Gefährdungslage eine neue „Technische Regel Anlagensicherheit: Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Niederschläge und Hochwasser“ entworfen, die TRAS NH (KAS 2011).

Die TRAS NH besteht im Wesentlichen aus vier Schritten. In Schritt eins wird geprüft, welche Gefahrenquellen auf den Betrieb einwirken könnten. In Schritt zwei wird geprüft,

---

<sup>5</sup> Die **Normaußentemperatur** ist das tiefste Zweitagesmittel, das in 20 Jahren 10mal erreicht wird.

ob durch Einwirkungen auf sicherheitsrelevante Anlagenteile Störfälle eintreten könnten. Schritt drei umfasst die Erstellung eines Schutzkonzepts. In Schritt vier werden sogenannte "Dennoch Störfälle" betrachtet (KAS 2011). Dennoch-Störfälle ergeben sich aus vernünftigerweise auszuschließenden Gefahrenquellen. Dies sind z. B. Hochwasser und Niederschläge oberhalb einer vernünftigerweise zu unterstellenden Jährlichkeit oder z. B. Deichversagen (KAS 2011). Auch gegen diese Störfälle sollten zusätzliche Vorkehrungen getroffen werden, um insbesondere im Falle einer Stofffreisetzung schädliche Auswirkungen auf Menschen, Umwelt und Sachgüter zu begrenzen (KAS 2011).

## 2.4 Herausforderungen der Anpassung: Umgang mit Unsicherheit

Eine der Herausforderungen für die Anpassung von Normen und technischen Regeln stellt die Unsicherheit über das Ausmaß von Klimawandelfolgen dar.

Während qualitative Aussagen zu Folgen des Klimawandels relativ eindeutig abzuleiten sind (z. B. Zunahme von Hitzeperioden und Starkregen- und Sturmereignissen), ist eine belastbare Quantifizierung (erwartete maximale Windgeschwindigkeit, erwartete Maximaltemperatur) nur ungenau vorzunehmen (Göttle / Joneck 2009). Für die Anpassung an den Klimawandel bedeutet obiges Beispiel, dass die Stabilität von hochragenden Bauwerken erhöht werden muss oder die Dimensionierung von Klimaanlagen auf höhere Temperaturen ausgelegt sein sollte. Wie sehr Stabilitätsanforderungen oder Dimensionierungen erhöht werden müssen, lässt sich aber schwer abschätzen (Göttle / Joneck 2009).

Um mit Unsicherheit umzugehen, können pauschale Sicherheitsaufschläge verwendet werden. So wird im Hochwasserschutz in Thüringen beispielsweise auf den Bemessungshochwasserzufluss 3 für Trinkwassertalsperren 10 - 15 % als Sicherheitsaufschlag zugeschlagen (Göttle / Joneck 2009). Auch in der TRAS NH wird der Unsicherheit bezüglich der Klimawandelfolgen mit Zuschlägen auf bisherige Werte begegnet. So wird empfohlen, auf die Starkniederschlaghöhe und den Bemessungshochwasserabfluss je 20 % aufzuschlagen (KAS 2011).

Gleichzeitig wird in Diskussionen festgestellt, dass der Umgang mit Unsicherheit an sich für die Rechtssetzung und Normgebung kein Novum ist. Auch in anderen Fällen von Unsicherheit kann die Grundlage für die Ausgestaltung von privater und öffentlicher Rahmensetzung nur das ‚bestmögliche Wissen‘ sein. Die Wissensgenerierung muss deshalb in Zusammenarbeit von Bund, Ländern sowie privaten und lokalen Akteuren erfolgen. In den Diskussionen des nationalen Stakeholderdialogs zur Anpassung an den Klimawandel führten Teilnehmer/innen die Erstellung von Stadtklimagutachten zur Grundlage der Bauleitplanung als ein gelungenes Beispiel solcher akteursübergreifender Wissensgenerierung an (Hoffmann et al. 2011b).

Im Rahmen der Stakeholderdiskussionen wurde auch betont, dass es hilfreich sein kann, Normen und technische Regeln flexibel zu halten, um so neues Wissen, z. B. über Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen, integrieren zu können. Eine Flexibilisierung von Entscheidungen angesichts von Unsicherheiten kann z. B. für die Anlagengenehmigung erzielt werden, indem Nachsteuerungsmöglichkeiten geschaffen werden oder die Anlagen zeitlich befristet genehmigt werden (Hoffmann et al: 2011b). Zu prüfen und zu

diskutieren ist, wie eine solche Flexibilisierung und Dynamisierung in weiteren Normungsprozessen praktisch gestaltet werden könnte.

### **3 Schlussfolgerungen**

Normung und Technisches Regelwerk können maßgeblich zu einer verbesserten Anpassung an die Folgen des Klimawandels in verschiedenen Sektoren und Gesellschaftsbereichen beitragen. Obwohl die Relevanz der Normung für eine angepasste und auf künftige Gefährdungspotenziale vorbereitete Ausgestaltung von Produkten, Infrastrukturen und Materialien von nahezu allen Akteuren anerkannt wird, gibt es bisher kaum wissenschaftliche oder praktische Untersuchungen zu diesem Thema. Auch in den Normungsgremien scheint die Diskussion bisher noch wenig verankert. Die von den Anwender/innen geforderte Aktualisierung der TRY zeigt aber, dass in verschiedenen Bereichen ein zunehmender Bedarf gesehen wird. Die Gremien der Normungsarbeit bieten aufgrund ihrer akteursübergreifenden Zusammensetzung und nicht-staatlichen Organisation einschließlich großer fachlicher Expertise ein wirksames Instrumentarium, die gesellschaftliche Auseinandersetzung mit den Folgen des Klimawandels zu unterstützen und zu befördern. Expert/innen und Anwender/innen können somit gleichermaßen dazu beitragen, bestehende Normen und technische Regeln hinsichtlich Anpassungserfordernissen und -potenzialen zu überprüfen.

## 4 Literatur

- Bayerische Ingenieurekammer-Bau (2008): *Kammer lässt Gutachten zur neuen Schneelastnorm erstellen*; <http://www.bayika.de/de/presse/infos2008/2008-03-13.php>, Zugriffsdatum: 16.05.2011.
- BBSR [Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung] (2011a): *Handbuch zu den neuen Testreferenzjahren 2011 (TRY)*; [http://www.bbsr.bund.de/cIn\\_032/nn\\_21268/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/5EnergieKlimaBauen/2008/Testreferenzjahre/TRY\\_Handbuch,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/TRY\\_Handbuch.pdf](http://www.bbsr.bund.de/cIn_032/nn_21268/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/5EnergieKlimaBauen/2008/Testreferenzjahre/TRY_Handbuch,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/TRY_Handbuch.pdf), Zugriffsdatum: 24.05.2011.
- BBSR [Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung] (2011b): *Aktualisierte und erweiterte Testreferenzjahre (TRY) von Deutschland für mittlere und extreme Witterungsverhältnisse. Ergebnisse*; [http://www.bbsr.bund.de/nn\\_21268/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/5EnergieKlimaBauen/2008/Testreferenzjahre/03\\_ergebnisse.html](http://www.bbsr.bund.de/nn_21268/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/5EnergieKlimaBauen/2008/Testreferenzjahre/03_ergebnisse.html), Zugriffsdatum: 02.05.2011.
- BMU [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit] (2010): *Anpassung an den Klimawandel*; Oktober 2010; [http://www.bmu.de/klimaschutz/anpassung\\_an\\_den\\_klimawandel/doc/42781.php](http://www.bmu.de/klimaschutz/anpassung_an_den_klimawandel/doc/42781.php), Zugriffsdatum: 23.05.2011.
- BMVBS [Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung] & BBR [Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung] (Hrsg., 2008): *Folgen des Klimawandels: Gebäude und Baupraxis in Deutschland*, BBR-Online-Publikation 10/2008; <http://d-nb.info/988933985/34>, Zugriffsdatum: 06.06.2011.
- COM [Commission of the European Communities] (2007): *Green Paper: Adapting to Climate Change in Europe - options for EU actions*; COM (2007) 354 final; Brüssel, <http://ec.europa.eu>, Zugriffsdatum: 01.04.2011.
- COM [Commission of the European Communities] (2009): *White Paper: Adapting to Climate Change: Towards a European Framework for Action*; COM (2009) 147 final; Brüssel, <http://ec.europa.eu>, Zugriffsdatum: 01.04.2011.
- Die Bundesregierung (2008): *Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen*; [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das\\_gesamt\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf), Zugriffsdatum: 12.12.09.
- DIN [Deutsches Institut für Normung e.V.] (2008): *Einführung in die DIN-Normen*. Beuth Verlag GmbH Berlin, Berlin, S. 13 - 17.
- DMG [Deutsche Meteorologische Gesellschaft] (2007): *Stellungnahme der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft zur Klimaproblematik*, 09.10.2007; <http://www.dmg-ev.de>, Zugriffsdatum: 06.06.2011.
- Dunkelberg, E.; Hirschl, B.; Hoffman, E. (2009): *Ergebnis des Stakeholderdialogs zu Chancen und Risiken des Klimawandels - Energiewirtschaft*, Dialoge zur Klimaanpassung, 30.06.2009 in Dessau, [http://www.anpassung.net/cIn\\_110/nn\\_701048/DE/Anpassungsstrategie/Veranstalten/Dialoge\\_20zur\\_20Klimaanpassung/0907\\_20Energiewirtschaft/Auswertung,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Auswertung.pdf](http://www.anpassung.net/cIn_110/nn_701048/DE/Anpassungsstrategie/Veranstalten/Dialoge_20zur_20Klimaanpassung/0907_20Energiewirtschaft/Auswertung,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Auswertung.pdf), Zugriffsdatum: 06.06.2011.
- Dunkelberg, E.; Hirschl, B.; Hoffmann, E. (2010): *Anpassung an den Klimawandel - auch ein Thema für die Energiebranche?!*, Energiewirtschaftliche Tagesfragen 60, S.50-52.

- Göttle, A.; Joneck, M. (2009): *Auswirkungen des Klimawandels auf technische Regeln, Genehmigungsverfahren und Risikomanagement*; Wasser und Abfall, 11 (10), S. 10-15;  
<http://www.baufachinformation.de/zeitschriftenartikel.jsp?z=2009109029672>,  
Zugriffsdatum: 02.05.2011.
- Hoffmann, E.; Rotter, M.; Welp, M. (2009a): *Arbeitspapier zur Vorbereitung des Stakeholderdialogs zu Chancen und Risiken des Klimawandels - Verkehrsinfrastruktur*, Dialoge zur Klimaanpassung,  
[http://www.anpassung.net/cln\\_110/nn\\_701048/DE/Anpassungsstrategie/Veranstaltungen/Dialoge\\_20zur\\_20Klimaanpassung/0910\\_20Verkehrsinfrastruktur/Arbeitspapier,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Arbeitspapier.pdf](http://www.anpassung.net/cln_110/nn_701048/DE/Anpassungsstrategie/Veranstaltungen/Dialoge_20zur_20Klimaanpassung/0910_20Verkehrsinfrastruktur/Arbeitspapier,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Arbeitspapier.pdf); Zugriffsdatum: 06.06.2011.
- Hoffmann, E.; Rotter, M.; Welp, M. (2009b): *Ergebnis des Stakeholderdialogs zu Chancen und Risiken des Klimawandels - Verkehrsinfrastruktur*, Dialoge zur Klimaanpassung, 20.10.2009 in Dessau,  
[http://www.anpassung.net/cln\\_110/nn\\_701048/DE/Anpassungsstrategie/Veranstaltungen/Dialoge\\_20zur\\_20Klimaanpassung/0910\\_20Verkehrsinfrastruktur/Ergebnisse,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Ergebnisse.pdf](http://www.anpassung.net/cln_110/nn_701048/DE/Anpassungsstrategie/Veranstaltungen/Dialoge_20zur_20Klimaanpassung/0910_20Verkehrsinfrastruktur/Ergebnisse,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Ergebnisse.pdf); Zugriffsdatum: 06.06.2011.
- Hoffmann, E.; Rotter, M.; Glahe, J. (2011a): *Der Klimawandel und seine Folgen - Herausforderungen für den Schienenverkehr*, Dokumentation des Branchenworkshops Schienenverkehr vom 8. Februar, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung & Universität Oldenburg, Berlin/ Oldenburg, [http://www.climatechameleon.de/htm/documents/Dokumentation\\_Verkehrsworkshop\\_2011-02-27.pdf](http://www.climatechameleon.de/htm/documents/Dokumentation_Verkehrsworkshop_2011-02-27.pdf), Zugriffsdatum: 06.06.2011.
- Hoffmann, E.; Gebauer, J.; Dunkelberg, E.; Hirschfeld, J.; Hirschl, B.; Rotter, M.; Stegnitz, A.; Wurbs, S.; Lotz, W.; Welp, M. (2011b): *Stakeholder-Dialoge: Chancen und Risiken des Klimawandels*. Climate Change 02/2011. Dessau: Umweltbundesamt.
- IMA [Interministerielle Arbeitsgruppe Anpassung] (2011): *Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel*. Berlin.
- IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change] (2001): *Climate Change 2001: Synthesis Report*; [http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/vol4/english/pdf/qtto9.pdf](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/vol4/english/pdf/qtto9.pdf), Zugriffsdatum: 20.04.2011.
- Jacob, D.; Göttel, H.; Kotlarski, S.; Lorenz, P.; Sieck, K. (2008). *Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland - Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland*. Umweltbundesamt. Abschlussbericht zum UFOPLAN-Vorhaben 204 41 138.; <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3513.pdf>, Zugriffsdatum: 01.04.10.
- KAS [Kommission für Anlagensicherheit] (2011): *Technische Regel Anlagensicherheit: Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Niederschläge und Hochwasser*; [http://www.sfk-taa.de/publikationen/tras/TRAS\\_NH\\_Vorentwurf.pdf](http://www.sfk-taa.de/publikationen/tras/TRAS_NH_Vorentwurf.pdf), Zugriffsdatum: 02.05.2011.
- Kießling, F.; Pietschke, M.; Schmidt, B. (2008): *Neue Windlastannahmen für Freileitungen*; Sonderdruck Nr. 6230, 107 (9), S. 18-23;  
[http://www.sag.de/wDe\\_de/service\\_und\\_presse/Publikationen/2008\\_10\\_Neue\\_Windlastannahmen\\_fuer\\_Freileitungen.pdf?back=1](http://www.sag.de/wDe_de/service_und_presse/Publikationen/2008_10_Neue_Windlastannahmen_fuer_Freileitungen.pdf?back=1), Zugriffsdatum: 24.05.2011.
- Kropp, J.; Holsten, A.; Lissner, T.; Roithmeier, O.; Hattermann, F.; Huang, S.; Rock, J.; Wechsung, F.; Lüttger, A.; Pompe, S.; Kühn, I.; Costa, L.; Steinhäuser, M.; Walther, C.; Klaus, M.; Ritchie, S.; Metzger, M. (2009): *Klimawandel in Nordrhein-Westfalen - Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren*. Abschlussbericht des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) für das Ministerium für

- Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (MUNLV);  
[http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/abschluss\\_pik\\_0904.pdf](http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/abschluss_pik_0904.pdf), Zugriffsdatum: 24.05.2011.
- Ruhr-Universität Bochum (2007): *DIN 1055-4:2005-03 Windlasten*; <http://www.ruhr-uni-bochum.de/wist/normung/>, Zugriffsdatum: 16.05.2011.
- Saatweber, J. (2008): *Die Bewertung des Heizenergieverbrauchs mit den Gradtagzahlen GTZ. Leistungsbestimmungen für neue Heizgeräte*; Bad Homburg;  
[http://www.energiesparaktion.de/downloads/Downloadbereich/Fachbeitraege/Broschuere\\_Gradtagszahlen.pdf](http://www.energiesparaktion.de/downloads/Downloadbereich/Fachbeitraege/Broschuere_Gradtagszahlen.pdf), Zugriffsdatum: 24.05.2011.
- Spekat, A.; Enke, W.; Kreienkamp, F. (2007): *Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für 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 SRESSzenarios B1, A1B und A2*, Endbericht des Forschungsprojektes im Auftrag des Umweltbundesamt, Potsdam 2007;  
<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3133.pdf>, Zugriffsdatum: 06.06.2011.
- Strasser, U. (2007): *Schneelast im Wandel des Klimas. Neue Risiken?*, Präsentation auf dem Symposium Schnee - Risikvorsorge und Katastrophenmanagement am 18. Januar 2007;  
[http://www.vkb.de/web/html/pk/ihre\\_vkb/unser\\_engagement/symposium\\_schnee](http://www.vkb.de/web/html/pk/ihre_vkb/unser_engagement/symposium_schnee), Zugriffsdatum: 16.05.2011.
- UBA [Umweltbundesamt] Hrsg. (2011): *Stakeholder-Dialoge: Chancen und Risiken des Klimawandels*; 03/2011; <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4071.pdf>, Zugriffsdatum: 02.05.2011.
- VDI [Verein deutsche Ingenieure] (2011): *VDI Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung*. VDI-Richtlinie: VDI 4710 Blatt 3;  
[http://www.vdi.de/6788.0.html?&tx\\_vdirili\\_pi2\[showUID\]=93356](http://www.vdi.de/6788.0.html?&tx_vdirili_pi2[showUID]=93356), Zugriffsdatum: 25.05.2011.
- Vockrodt, S. (2011): *Saunafahrt und Kältekrise. Die Deutsche Bahn und das Wetter 2010*. In Bahn Extra 01/11. S. 12 - 15
- Zebisch, M.; Grothmann, T.; Schröter, D.; Haße, C.; Fritsch, U.; Cramer, W. (2005): *Klimawandel in Deutschland - Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme*. Climate Change 08/2005 Dessau: Umweltbundesamt.