



Maja Rotter, Julia Glahe, Dr. Esther Hoffmann; Berlin

Klimawandel: Was kommt künftig auf die Verkehrsbranche zu?

Neben Vermeidung ist Anpassung gefragt

Die Diskussion um den Klimawandel ist im Schienensektor vor allem durch den potenziellen Beitrag des Schienenverkehrs zur Verringerung von CO₂-Emissionen geprägt. Die Betroffenheit der Schieneninfrastruktur durch sich verändernde Klimabedingungen wird in der Branche hingegen noch kaum betrachtet.

Seit den letzten Veröffentlichungen des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) im Jahr 2007 ist der anthropogen verursachte Klimawandel als gesellschaftliches Problem anerkannt. Hierbei haben sich nicht nur die Diskussionen zu den Möglichkeiten seiner Begrenzung intensiviert. Auch die Auseinandersetzung mit der Notwendigkeit, sich an die erwarteten und nicht mehr vermeidbaren Folgen anzupassen, hat sich in der wissenschaftlichen und politischen Debatte etabliert. Zudem zeigen die Erfahrungen mit Extremwetterereignissen wie Hitzeperioden und Stürmen in den letzten Jahren, dass Klimawandelfolgen direkte Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit des schienengebundenen Verkehrs haben können.

Mit dem Ziel der Versorgungssicherheit sind daher schon heute und nicht erst in ferner Zukunft Möglichkeiten der Anpassung an den Klimawandel in Entscheidungen und Planungen zu berücksichtigen. Zudem erscheint es

vor dem Hintergrund einer langfristigen und strategischen Unternehmensführung rational, bei Investitions- und Planungsentscheidungen von langlebiger Infrastruktur künftige Klimabedingungen einzubeziehen. Mit der Frage, wie dies in Unternehmen umgesetzt werden kann und welche politischen Rahmenbedingungen die Anpassung des Verkehrssektors fördern können, beschäftigt sich die Forschungsgruppe Chamäleon an der Universität Oldenburg und am Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW).

Klimawandel und Infrastruktur: Direkte und indirekte Folgen

Die Betroffenheit des Schienensektors durch den Klimawandel kann in zwei Dimensionen unterteilt werden. Zum einen kann die Funktionsfähigkeit der Infrastruktur direkt durch physikalische Einwirkungen der Wetterveränderungen im Zuge des Klimawandels (Kasten 1) beeinträchtigt werden. Zum anderen stellt sich die Frage, in welcher Form der Verkehrssektor, wie auch die weitere Versorgungswirtschaft, angesichts des Klimawandels im Rahmen von politischen Anpassungsstrategien und -plänen berücksichtigt werden und welche regulatorischen Veränderungen sich hieraus ergeben.

Kasten 1: Klimawandelfolgen in Deutschland

Die globale Ausprägung des Klimawandels wird mit Hilfe von Klimaszenarien des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ermittelt. Zur Projektion der Auswirkungen auf Deutschland gibt es Regionalisierungsmodelle, die Szenarien auf regionaler Skala abbilden.

Die Jahresmitteltemperatur wird allen Modellen zufolge auch in Deutschland ansteigen. Die Prognosen liegen abhängig vom gewählten Modell zwischen 1 und 2,5 Grad Celsius (°C) Temperaturzunahme für den Zeitraum 2021 bis 2050. Für den Zeitraum 2071 bis 2100 liegen die Prognosen mit 1,5 bis 3,7 °C noch deutlich höher. Für die Sommertemperaturen bedeutet dies, dass sich die Anzahl der Sommertage (>25°C) bis zum Ende des Jahrhunderts verdoppeln und die von heißen Tagen (>30°C) sogar verdreifachen kann. Die Niederschlagsmenge wird sich voraus-

sichtlich im Jahresmittel nur geringfügig ändern, bezüglich der regionalen und saisonalen Verteilung kann es jedoch deutliche Veränderungen geben. So sinken allen Modellen zufolge die Niederschläge im Sommer, während die Winter feuchter werden sollen. Besonders stark werden die Sommerniederschläge in Süd- und Südwestdeutschland sowie in Nord-Ostdeutschland zurückgehen. Im Winter werden dagegen im Süden und Südosten mehr Niederschläge fallen.

Weiterhin zeigen die Klimamodelle, dass Extremwetterereignisse, wie Trockenperioden, Starkniederschläge, Gewitter und Hagel in ihrem Ausmaß ansteigen und häufiger werden können. Besonders Hitzewellen und Starkniederschläge können öfter und intensiver auftreten. Über die Entwicklung der Sturmhäufigkeiten und -intensitäten bestehen noch Unsicherheiten.



Rotter



Glahe



Hoffmann

DIE AUTORINNEN

Maja Rotter (32) ist seit 2009 als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin, im Forschungsfeld Ökologische Unternehmenspolitik und im Forschungsprojekt Chamäleon tätig. Ihre Forschungsschwerpunkte sind unternehmerische Innovations- und Nachhaltigkeitsstrategien, organisationale Lernprozesse und betriebliche Strategien zur Adaptation an den Klimawandel. Sie hat Soziologie an der TU Berlin studiert.

Julia Glahe (31) arbeitet als Forschungsassistentin im Projekt Chamäleon. Von Anfang 2006 bis Ende 2008 war sie zunächst als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Ecolog-Institut für sozial-ökologische Forschung und Bildung und anschließend als Mitarbeiterin im Projekt Klimawandel und Kommunen bei der Kommunalen Umweltaktion U.A.N in Hannover tätig. Von 2009 bis 2010 leitete sie den Bereich Freiwilligen- und Länderkoordination bei der Jugend im Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. Sie hat Umweltwissenschaften an der Universität Lüneburg studiert.

Dr. Esther Hoffmann (40) ist Leiterin des Forschungsfelds Ökologische Unternehmenspolitik am Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) GmbH, gemeinnützig, in Berlin. 2009 promovierte sie an der Universität Oldenburg zum Thema Nutzerintegration in Produktentwicklung. Ihre Arbeitsschwerpunkte sind nachhaltige Unternehmensführung, betriebliche Strategien zur Adaptation an den Klimawandel und Organisationales Lernen.



Direkte Folgen für den Schienenverkehr

Von den zu erwartenden Klimaänderungen sind für die Verkehrsinfrastruktur insbesondere die prognostizierte Zunahme von Hitzetagen und Starkregenereignissen von Bedeutung. Auch Stürme bergen Risiken für Transport und Verkehr (Tabelle 1). Besondere Herausforderungen bestehen zudem für die Verkehrsinfrastruktur in Küstennähe. Weiterhin können Veränderungen der Vegetation zu Chancen und Risiken für die Verkehrsinfrastruktur führen.

Generell führen diese Effekte zu einer tendenziell stärkeren Abnutzung der Infrastruktur, die sich durch verkürzte Lebensdauer, erhöhte Erhaltungskosten und höhere Ersatzinvestitionen ausdrücken können. Teilweise sind zusätzlich Sicherheitsaspekte tangiert. Es ist weiterhin hervorzuheben, dass sich Infrastrukturschäden auf den operativen Betrieb auswirken. Häufigere Verzögerungen im Verkehr haben nicht nur Kosten im Eisenbahnbereich zur Folge, sondern erstrecken sich aufgrund des Netzwerkcharakters auf andere Modi und auch andere Wirtschaftszweige. Klimafolgen können sich auf die Verfügbarkeit, Sicherheit, Zuverlässigkeit, Pünktlichkeit und den Reisekomfort auswirken.

Indirekte Folgen: Politische Aktivitäten zur Klimaanpassung

Eisenbahninfrastrukturunternehmen und Eisenbahnverkehrsunternehmen sind nicht nur den naturräumlichen Veränderungen und Folgen des Klimawandels ausgesetzt. Um auf die gesamtgesellschaftliche Herausforderung des Klimawandels vorausschauend reagieren zu können, sind auf europäischer und nationaler Ebene Politikprozesse zur Anpassung an den Klimawandel angestoßen worden, die das öffentliche und unternehmerische Handeln zur Anpassung befördern sollen.

Bereits im Dezember 2008 hat die Bundesregierung die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) beschlossen. Ein zentraler Meilenstein der DAS ist die Erarbeitung eines *Aktionsplans Anpassung* bis Mitte des Jahres 2011. Mit der DAS wird zunächst vor allem ein Konsultationsprozess angestoßen, in den alle von Klimawandelfolgen besonders betroffenen Sektoren und deren Akteure eingebunden werden.

Ziel des Konsultationsprozesses ist es, bei Akteuren aus Wirtschaft, Zivilgesellschaft, Politik und Wissenschaft das Bewusstsein für den Anpassungsbedarf in ihren Handlungsfeldern zu wecken und gemeinsam Handlungsempfehlungen für Anpassungsmaßnahmen zu erarbeiten und anzustoßen. Letzteres geschieht beispielsweise im Rahmen branchenspezifischer Stakeholderdialoge. Das Umweltbundesamt hat in Kooperation mit dem Institut für ökologische Wirtschaftsforschung einen solchen Dialog mit

Betroffenheit des Schienensektors durch Extremwetterereignisse

Tabelle 1

Wetterphänomen	Mögliche Folgen für die Schieneninfrastruktur
Erhöhte Temperaturen und Hitzeperioden	<ul style="list-style-type: none"> – Materialschäden an Schienen (Schienenverwerfung) – Materialschäden und Ausfall elektronischer Infrastruktur (zum Beispiel Stellwerke und Signale) – Böschungs- und Schwellenbrände entlang von Schienen – Gesundheitliche Beeinträchtigung von Fahrern und Passagieren durch Hitze
Häufigere Stark- und Dauerregenereignisse	<ul style="list-style-type: none"> – Überflutung, Durchfeuchtung und Schädigung der Trassen, Schädigung der Trassen durch Erdbeben – Überlastung von Drainagesystemen und dadurch erhöhtes Risiko der Überschwemmung von Gleisen und Tunneln – Gefährdung der Stabilität von Bahndämmen und Gleisbetten durch Erosion und Überschwemmung – Beschädigung von Bodenleitungen durch erhöhte Bodenfeuchte
Starkwindereignisse und Stürme	<ul style="list-style-type: none"> – Sturmschäden an hochragenden Anlagen (Oberleitungen, Signale, Schilder, Brücken) – Baumwurf auf Schienen und Oberleitungen – Unterbrechung der Elektrizitätsversorgung durch Blitzschlag

Stakeholdern des Verkehrssektors durchgeführt [1]. Kernergebnisse waren, dass die Branche sich noch kaum mit dem Thema auseinandersetzt und dass Verantwortlichkeiten für die Entwicklung, Durchführung und Finanzierung von Anpassungsmaßnahmen aufgrund der Akteursvielfalt bislang ungeklärt sind.

Ein erster Schritt auf europäischer Ebene war die Veröffentlichung eines Weißbuchs zur Anpassung an den Klimawandel durch die Europäische Kommission im April 2009. In diesem wird auch explizit auf die Verbesserung der Widerstandskraft von Produktionssystemen und Infrastruktur eingegangen. Die Zuständigkeit für darauf gerichtete

Maßnahmen und Strategien sieht die Kommission vorwiegend bei den Mitgliedsstaaten. Aufgabe der EU ist es, gemeinsam mit den Mitgliedsstaaten ein Bewertungskonzept zu entwickeln, mit welchem die Anfälligkeit kritischer Infrastruktur gegenüber Wetterextremen überprüft werden kann.

Ein Leitfaden für die Integration von Fragen der Klimaauswirkungen in die Umweltverträglichkeitsprüfung und die strategische Umweltprüfung soll bis in das Jahr 2011 erarbeitet werden. Diesen Ansatz hat auf nationaler Ebene das Eisenbahnbundesamt aufgegriffen und in einem ersten, noch in der Erprobung befindlichen EBA-Leitfaden zur Umweltverträglichkeitsprüfung verwirklicht.

Mögliche Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

Tabelle 2

Klimaveränderung	Mögliche Klimaanpassungsmaßnahme
Erhöhte Temperaturen und Hitzeperioden	<ul style="list-style-type: none"> – Verbesserte Kühlungssysteme in Zügen und für elektronische Infrastruktur – kürzere Wartungs- und Instandhaltungsintervalle – Monitoring von Schienentemperaturen – Einsatz endlos verschweißter Schienen und weiterer hitzebeständiger Baumaterialien – Anpassung der entsprechenden Planungs- und Baustandards
Häufigere Stark- und Dauerregenereignisse	<ul style="list-style-type: none"> – Verbesserung des Abflusses von Regenwasser: Bereitstellung von Versickerungsflächen – Schadensmonitoring entlang der Trassen – Anpassung der Dimensionierung von Drainage- und Pumpsanlagen – Hangbefestigungen an von Erdbeben gefährdeten Stellen
Zunehmende Starkwindereignisse und Stürme	<ul style="list-style-type: none"> – Einsatz von Baumaterialien mit erhöhter Stabilität sowie Anpassung der entsprechenden Planungs- und Baustandards – Monitoring und Evaluierung gefährdeter Streckenabschnitte – Anpassung von Baumarten und Vegetationskonzepten an Trassen – Verbesserung der Vegetationskontrolle – Vorbereitung auf den Umgang mit Verspätungen und Ausfällen

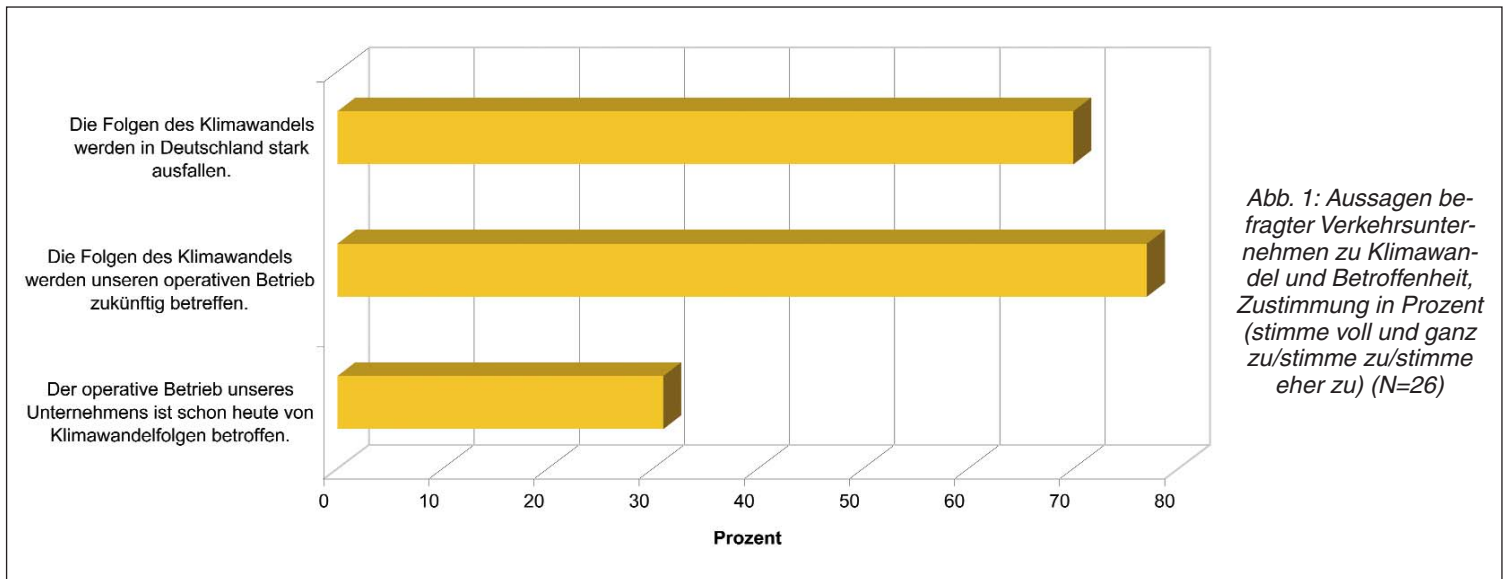


Abb. 1: Aussagen befragter Verkehrsunternehmen zu Klimawandel und Betroffenheit, Zustimmung in Prozent (stimme voll und ganz zu/stimme zu/stimme eher zu) (N=26)

Anpassungsmaßnahmen für den Verkehrssektor

Um auf die vielfältigen naturräumlichen und politischen Folgen des Klimawandels vorausschauend und effizient zu reagieren, sind von Seiten der Verkehrsunternehmen und der Politik und Verwaltung schon heute Anpassungsmaßnahmen für langlebige Infrastrukturen im Verkehrssektor notwendig. Abwarten und unterlassenes Handeln der Verkehrsakteure führt aller Voraussicht nach, ähnlich wie beim Klimaschutz, zu deutlich höheren betrieblichen und volkswirtschaftlichen Kosten.

Übergreifende Studien zur Vulnerabilität und Anpassungsfähigkeit von Branchen und Sektoren halten den Verkehrssektor generell für anpassungsfähig, da eine Vielzahl wirksamer Anpassungsoptionen, zum Beispiel technische Lösungen, zur Verfügung stehen. Größtenteils sind dies keine neuen Maßnahmen, sondern bekannte Aktivitäten, die jedoch

durch die zunehmende Relevanz von Klimarisiken eine erhöhte Bedeutung erhalten. Potenzielle Anpassungsmaßnahmen lassen sich in technische, organisatorische sowie planerische Maßnahmen unterteilen.

Um diese auszuschöpfen, ist allerdings eine erheblich größere Sensibilisierung des Sektors notwendig. Voraussetzung für alle Maßnahmen sind zunächst systematische und verbesserte Überwachungs- und Monitoringmethoden, um die Empfindlichkeiten von Bahnanlagen gegenüber hohen Temperaturen, Temperaturschwankungen, Überschwemmungen, Erdbeben oder Sturmereignissen zu erfassen und bewerten zu können.

Wie angepasst ist der Verkehrssektor?

Eine zentrale Bedeutung für die erfolgreiche Planung und Umsetzung von Anpassungs-

maßnahmen und -strategien ist das Bewusstsein für die Problemstellungen und die Kenntnis der Herausforderungen, die mit künftigen Klimawandelfolgen verbunden sind.

Vor diesem Hintergrund hat das Forschungsprojekt Chamäleon in Kooperation mit dem VDV kürzlich eine Umfrage bei Verkehrsunternehmen durchgeführt [2]. Ziel der Erhebung war es, den aktuellen Stand der Wahrnehmung von Klimawandelfolgen und des Umgangs mit diesen in den Unternehmen zu erfassen. Die Befragung richtete sich an 300 Mitgliedsunternehmen des VDV, die Betreiber oder Nutzer von Schieneninfrastruktur sind. Lediglich 26 Unternehmen beteiligten sich an der Umfrage, so dass die Ergebnisse nur eingeschränkt als repräsentativ für die Branche gelten können. Dennoch lassen sich einige Aussagen zur Bewertung des Themas Anpassung in den befragten Unternehmen treffen.

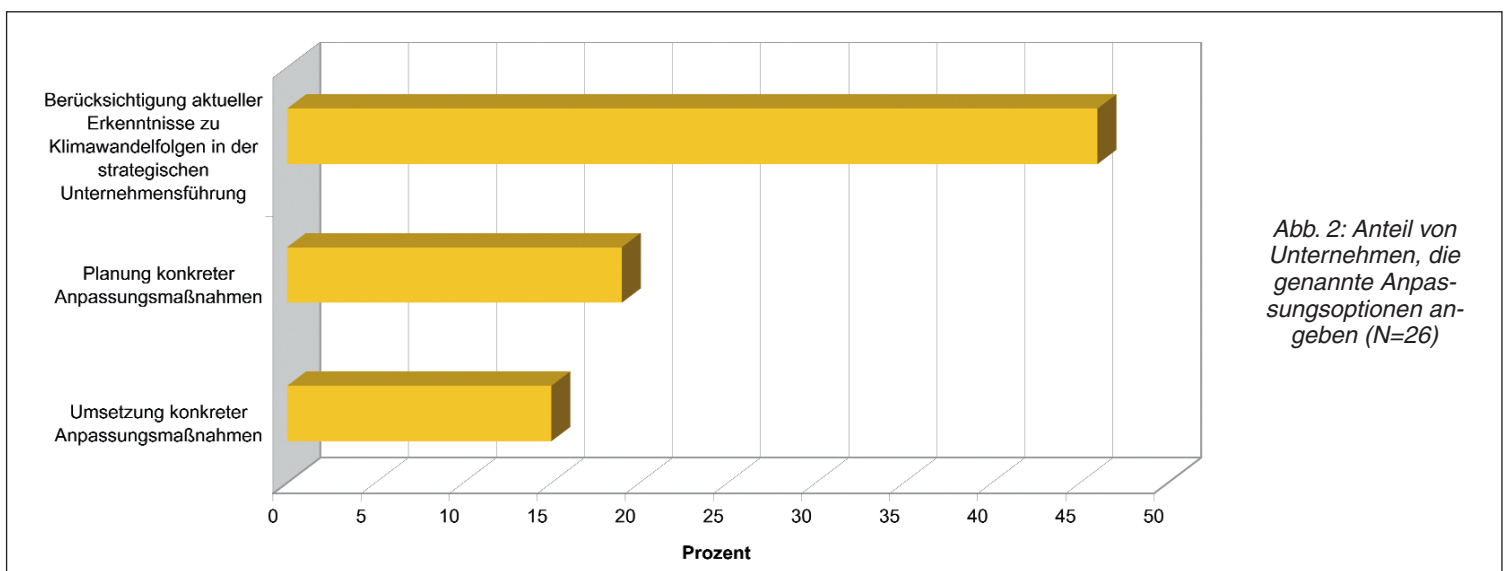


Abb. 2: Anteil von Unternehmen, die genannte Anpassungsoptionen angeben (N=26)



Grundsätzlich stimmt die Mehrheit der antwortenden Unternehmen (73 Prozent) der Annahme zu, dass sich die Veränderungen des Klimas auch in Deutschland bemerkbar machen werden. Dass diese Folgen auch von Relevanz für das eigene Unternehmen sein können, wird zumindest in einigen Unternehmen bereits wahrgenommen. So sehen beispielsweise 32 Prozent der Unternehmen ihren operativen Betrieb bereits heute von den Folgen des Klimawandels betroffen. Von einer künftigen Betroffenheit des operativen Betriebs gehen sogar 80 Prozent der Verkehrsbetriebe aus (Abb. 1).

Dementsprechend gibt auch gut die Hälfte der Unternehmen an, sich mit der Bedeutung von Klimawandelfolgen in der strategischen Planung auseinander zu setzen. Die Planung und Umsetzung konkreter Maßnahmen erfolgt dagegen in nur geringem Ausmaß. Lediglich 19 Prozent der Unternehmen planen Maßnahmen und nur 15 Prozent setzen Maßnahmen bereits um (Abb. 2). Auch eine systematische Erhebung der eigenen Betroffenheit durch (Extrem-) Wetterereignisse erfolgt nur in den wenigsten Unternehmen. In lediglich vier der antwortenden Unternehmen (15 Prozent) wird der Anteil der wetterbedingten Ausfälle an den gesamten Betriebsausfällen erhoben.

Insgesamt lässt sich sowohl aus der geringen Rücklaufquote als auch aus den Antworten der Umfrage ableiten, dass die Auseinandersetzung mit den Herausforderungen der Anpassung an den Klimawandel im Schienenverkehr noch am Anfang steht. Dennoch ist zumindest teilweise ein Problembewusstsein über die potenzielle Betroffenheit durch Klimawandelfolgen erkennbar.

Kasten 2: Chamäleon

Der VDV und die Deutsche Bahn gehen die Frage der Anpassung an den Klimawandel proaktiv an. Zusammen beteiligen sie sich als Praxispartner am BMBF-geförderten Forschungsprojekt *Chamäleon – Adaptation an den Klimawandel in Unternehmen der öffentlichen Versorgung*. Neben dem VDV und der Deutschen Bahn, gehören die Fraport AG und auf Seiten der Energiewirtschaft der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), die RWE AG und die HSE AG zu den Praxispartnern. Zudem sind das Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung des Umweltbundesamtes und das Potsdam Institut für Klimafolgenforschung als Kooperations- und Forschungspartner in das Projekt eingebunden.

Gemeinsam mit den Unternehmen sucht die Forschungsgruppe Chamäleon nach

fördernden und hemmenden Faktoren für Anpassungsmaßnahmen und entwickelt und evaluiert betriebliche Strategien und Instrumente der Adaptation. Gleichzeitig richtet Chamäleon den Blick auf die politischen Rahmenbedingungen, die eine wichtige Rolle für Adaptationsstrategien in Unternehmen der öffentlichen Versorgung spielen. Das Projekt geht der Frage nach, wie politisches und betriebliches Handeln aufeinander abgestimmt werden können. Eine systematische Verallgemeinerung der identifizierten betrieblichen sowie politischen Strategien und Instrumente zur Adaptation im Verkehrs- und Energiesektor soll dazu beitragen, auch weiteren Wirtschaftsbranchen und Politikfeldern praxisdienliche Empfehlungen für erfolgreiche Anpassungsmaßnahmen an die Hand zu geben.

Weitere Informationen unter www.climate-chameleon.de.

Wie weiter? Forschung und Vernetzung für Anpassung

Der VDV und die Deutsche Bahn AG haben die zunehmende Relevanz der Anpassung an Klimawandelfolgen für den Schienenverkehr anerkannt und sind Praxispartner in dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojekt *Chamäleon – Adaptation an den Klimawandel in Unternehmen der öffentlichen Versorgung*, das Möglichkeiten der Klimaanpassung für die Versorgungswirtschaft untersucht. Chamäleon verfolgt das Ziel,

Problembewusstsein und praxisorientierte Handlungsempfehlungen für Anpassungsmaßnahmen bei Unternehmen der Verkehrs- und Energiewirtschaft zu entwickeln und arbeitet hierfür eng mit Unternehmen dieser Branchen zusammen.

Anmerkungen

- [1] Die Ergebnisse dieses Dialogs sind online verfügbar unter www.anpassung.net.
- [2] Eine ausführliche Auswertung der Umfrage ist in Kürze unter www.climate-chameleon.de abrufbar.

ANZEIGE

Weil Straßenbahn eben nicht gleich Straße plus Bahn ist...

ProVI 4.4
 Programmsystem für
 Verkehrs- und Infrastrukturplanung

Ausgestattet für die speziellen Anforderungen der Straßenbahnplanung

OBERMEYER Planen+Beraten GmbH • ProVI • Postfach 201542 • 80015 München • provi@opb.de • www.provi-cad.de