

Die Zukunft des Elektroautos

## Evolution statt Revolution

Steigende Ölpreise und die Klimadiskussion könnten dem Elektroauto nach gut 100 Jahren im Schatten des Verbrennungsmotors zu einem Comeback verhelfen, denn es soll Energieeffizienz, Unabhängigkeit vom Öl, Klimaschutz, lautloses Fahren und mehr in sich vereinen. Alle Erwartungen werden kaum zu erfüllen sein, denn es ist zu beachten, dass das Elektroauto vor allem die Bedürfnisse der Autokäufer erfüllen muss, wenn es in der Zukunft eine gewichtige Rolle auf dem Automarkt spielen soll. Gerade an dieser Stelle hakt es aufgrund hoher Anschaffungspreise und unzulänglicher Batterietechnik noch gewaltig.

Orientiert man sich an heute im Markt befindlichen Fahrzeugen, dann muss ein Kunde im Idealfall etwa 300.000 Kilometer weit fahren, damit sich der Kauf über die im Vergleich mit konventionellen Autos geringeren Kosten pro gefahrenem Kilometer amortisiert. Dies ist mit einem Kleinwagen mit nur knapp über 100 km Reichweite pro Batterieladung nicht leicht zu erreichen. Zudem muss der Fahrer damit rechnen, dass die Reichweite seines Autos sinkt, wenn die Batterie älter wird. Es ist auch nicht sicher, wie viele Jahre die Batterie durchhält.

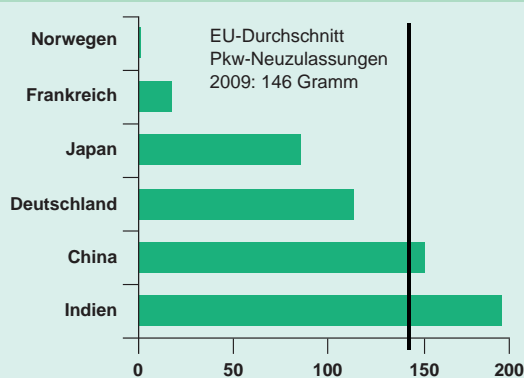
Die Zahl der reinen Elektroautos auf den Straßen wird daher vor allem vom technischen Fortschritt und der staatlichen Förderung abhängen. Der Anteil von reinen Elektroautos an Pkw-Neuzulassungen in Deutschland dürfte 2020 bei starker staatlicher Förderung und schnellem Fortschritt bei maximal 8 Prozent liegen. Ohne Subventionen erscheinen eher 3 Prozent realistisch. Zudem müssen die Endkundenpreise für Batterien um circa 70 Prozent gesenkt werden, während zeitgleich die Speicherfähigkeit verdoppelt werden muss – erst dann wird das reine Elektroauto mit verbrauchsoptimierten Verbrennern und verschiedenen Formen von Hybridautos wirtschaftlich auf Augenhöhe sein.

Durch die Verbreitung von Hybriden wird es zu einer evolutionären Elektrifizierung des Antriebsstranges kommen – eine elektrische Revolution wird wegen der hohen Kosten ausbleiben. Daher sind die bisherigen First-Mover-Vorteile von Unternehmen bei reinen Elektroautos auch eher gering. Nicht unbedingt die schnellsten, sondern die besten Angebote am Markt werden den Unternehmen langfristig günstige Perspektiven bieten. Zudem ist die langsame Marktdurchdringung eine Herausforderung für die Automobilindustrie. Sie muss ihre F&E-Aktivitäten in diesem Bereich hochfahren, ohne dass diesen Investitionen kurzfristig ein entsprechender Markt gegenübersteht. Gleichzeitig verlangen Kunden und Regulierer, dass die Energieeffizienz der konventionellen Antriebe

stetig verbessert wird. Dies wird dazu führen, dass der Verbrauch von Fahrzeugen, die ihre Energie primär über eine Verbrennungsmaschine erzeugen, deutlich sinkt. Damit werden auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fahrzeuge zurückgehen, was den Klimavorsprung der Elektroautos, der die hohen Mehrkosten rechtfertigen soll, reduzieren wird. Dabei ist bereits heute die Klimafreundlichkeit eines Elektroautos vor allem vom nationalen Strommix abhängig.

### Der Strommix entscheidet

CO<sub>2</sub>-Emissionen von Elektroautos in Gramm pro Kilometer\*



\*Basierend auf einem Elektroauto mit einem Verbrauch von 20 kWh pro 100 Kilometer, entspricht in etwa der Kompaktklasse  
Quellen: Umweltbundesamt, [www.Emissionfactors.com](http://www.Emissionfactors.com)

In Norwegen, wo Strom fast ausschließlich aus CO<sub>2</sub>-freier Wasserkraft erzeugt wird, würde ein Elektroauto der Mittelklasse nur 1 Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilometer ausstoßen. In Deutschland wäre es aktuell mit etwa 112 Gramm unterwegs. Ein Wert, den verbrauchsoptimierte Diesel und Hybride ebenfalls erreichen. In Schwellenländern wie China oder Indien, die stark auf Kohleverstromung setzen, wäre ein reines Elektroauto heute sogar ein Rückschritt für den Klimaschutz, es käme auf Emissionen von über 150 Gramm pro Kilometer. Trotz dieser Einflussfaktoren ist damit zu rechnen, dass sich der Elektromotor im Auto durchsetzen wird. Eine automobiler Revolution durch reine Elektroautos ist aber unwahrscheinlich. Dennoch tun die heutigen Autoländer gut daran, sich auf die elektrische Zukunft vorzubereiten.

- Die Zukunft des Elektroautos
- Klimaanpassung
- Förderung erneuerbarer Energien
- Umwelt- und Energietechnologie
- Aktionsplan Anpassung

## Klimaanpassung

# Was Unternehmen brauchen

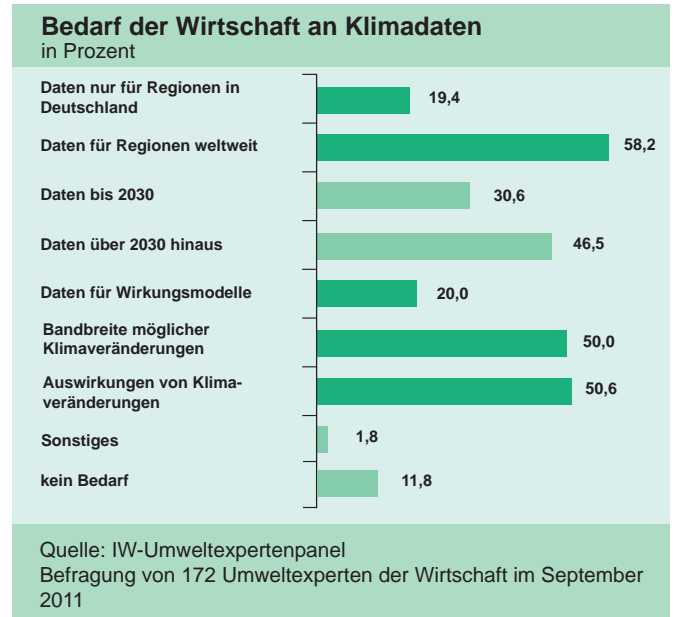
Der für die nächsten Jahre und Jahrzehnte zu erwartende Klimawandel wird sich auch auf die deutsche Wirtschaft auswirken, sei es auf der Beschaffungs- oder der Absatzseite, bei der Produktion oder bei Gebäuden und Anlagen. Damit die Wertschöpfung so wenig wie möglich beeinträchtigt wird, sind vielerlei Vorsorgeleistungen auch der öffentlichen Hand gefragt. Dabei geht es in erster Linie um die Rolle des Staates als Betreiber von Infrastruktureinrichtungen wie Straßen, Schifffahrtswege und Deiche. Zu diesem Thema wurde eine Frage im September 2011 im aktuellen IW-Umweltexpertenpanel gestellt, an dem sich 172 Vertreter aus Unternehmen und Wirtschaftsverbänden beteiligten.

Zwei Themen bewegen die Wirtschaft in diesem Zusammenhang besonders stark: die Sicherung der Energieinfrastruktur bzw. der Energieversorgung und die Sicherung der Verkehrswege. Mehr als 80 Prozent der Umweltexperten nannten diese beiden Aufgaben. In Abhängigkeit von den Standorten der Unternehmen gelten auch der Hochwasserschutz und – etwas seltener – der Küstenschutz als Problemfelder mit Handlungsdruck. Ebenfalls von knapp der Hälfte der Befragten wurden die Sicherstellung der Wasserverfügbarkeit und der Ausbau von Warnsystemen genannt. Dass sie keinerlei Vorsorgeleistungen der öffentlichen Hand erwarten, antworteten hingegen nur gut 2 Prozent. Dabei sollte jedoch berücksichtigt werden, dass das Panel die stark von Umweltfragen betroffenen Industrieunternehmen überproportional abbildet und große Unternehmen ebenfalls deutlich überrepräsentiert sind.

Einrichtungen der öffentlichen Hand wie der Deutsche Wetterdienst, die Helmholtz-Gemeinschaft und das Umweltbundesamt stellen darüber hinaus auch für die Wirtschaft Informationsangebote zum Klimawandel zur Verfügung, beispielsweise unter [www.anpassung.net](http://www.anpassung.net), [www.climate-service-center.de](http://www.climate-service-center.de), [www.deutscher-klimaatlas.de](http://www.deutscher-klimaatlas.de) und [www.regionaler-klimaatlas.de](http://www.regionaler-klimaatlas.de). Dieses Angebot soll den Datenbedarf der Wirtschaft decken (siehe Grafik). Fast 90 Prozent der Befragten aus Unternehmen und Verbänden äußerten Interesse an Daten zum Klimawandel, sehr große Unternehmen mit mehr als 10.000 Mitarbeitern häufiger als weniger große Unternehmen. Im Einzelnen wurde nach dem räumlichen und dem zeitlichen Bezug und nach der Detailliertheit der Daten gefragt.

Die Mehrheit der Umweltexperten nannte einen weltweiten räumlichen Bezug für die benötigten Klimaprojektionen. Bei den Großunternehmen sind dies sogar 76 Prozent. Auf Regionen ausschließlich in Deutschland bezog sich dagegen nur jede fünfte Antwort. Darin zeigt sich der hohe Grad der internationalen Vernetzung der deutschen Wirtschaft. Einen besonders starken weltweiten Bezug zeigten die Branchen Nahrungs- und Genussmittel, Papier und Druck, Feinmechanik und Elektrotechnik, Fahrzeugbau, Bau und Handel.

Im Hinblick auf die Zeit streuen die Antworten stärker: Während für ein knappes Drittel der Befragten die Perspektive bis 2030 ausschlaggebend ist, meldet fast die Hälfte der Wirtschaftsvertreter auch ein Interesse an Daten darüber hinaus an. In den Branchen Energie und Wasser, Fahrzeugbau, Bau und Verkehr trifft man besonders oft auf diese weite zeitliche Perspektive.



Eigene Wirkungsmodelle mit Datensätzen wollen 20 Prozent der Befragten antreiben. Für jeden zweiten befragten Experten ist es schließlich wichtig, mehr über die Bandbreiten der möglichen Entwicklungen zu erfahren: Wird es in jedem Sommer um rund ein Grad wärmer als heute, oder mit welchen zusätzlichen Schwankungen muss man in der Zukunft rechnen? Insgesamt 70 Prozent der Befragten äußerten sich zum Detaillierungsgrad von Klimadaten. Das Interesse kommt aus den Bereichen der Energie und Wasser; aus Textil und Bekleidung; Papier, Verlag und Druck sowie Kredit und Versicherung. Hier ist die Auseinandersetzung besonders weit gediehen.

Die Hälfte der Unternehmen interessiert sich dafür, bereits interpretierte Daten zu erhalten. Das heißt, anstelle von Niederschlagsdaten ist es beispielsweise für die strategische Planung in Unternehmen sehr hilfreich zu erfahren, inwieweit die Schiffbarkeit von Flüssen oder die Wasserverfügbarkeit eingeschränkt sind. Steigende Temperaturen in den Sommermonaten lassen sich zu Aussagen über die Häufigkeit und Dauer von Hitzeperioden verdichten. Informationen dieser Art können in Unternehmen gut weiterverarbeitet werden. Auch jenseits der Pioniere ist ein Interesse an Wissen über künftige klimabedingte Veränderungen vorhanden, vor allem dann, wenn es sich um bereits aufbereitetes Wissen handelt.

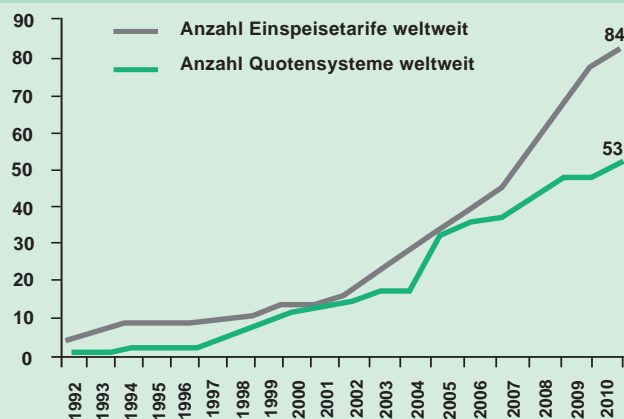
Förderung erneuerbarer Energien

## Einspeisetarif versus Quotensystem

Der Ausbau erneuerbarer Energien wird in immer mehr Ländern gefördert. Dazu greift die Politik im Wesentlichen auf zwei Instrumente zurück: Einspeisetarife und Quotensysteme. Bei einem Quotensystem ist jeder Kraftwerksbetreiber verpflichtet, einen festgelegten Anteil seines Stroms aus erneuerbaren Energien zu erzeugen. Diesen Anteil muss er mit Zertifikaten nachweisen. Zertifikate werden für die Erzeugung erneuerbarer Energien erteilt. Sie sind handelbar. Der Kraftwerksbetreiber kann den erforderlichen Anteil erneuerbarer Energien also entweder selbst erzeugen oder er kauft Zertifikate von Betreibern Erneuerbarer-Energien-Anlagen zu. Kann er nicht ausreichend Zertifikate für den erzeugten Strom nachweisen, so drohen ihm Strafzahlungen.

Einspeisetarife sehen keinen Mindestanteil erneuerbarer Energien vor. Hier werden die Anreize dadurch gesetzt, dass die Betreiber Erneuerbarer-Energien-Anlagen für jede Kilowattstunde erzeugten Stroms eine gesetzlich festgelegte Mindestvergütung erhalten. Die Mindestvergütung übersteigt den Marktpreis für eine Kilowattstunde Strom oft um ein Vielfaches. Dadurch wird dem Anlagenbetreiber das Risiko von Preisschwankungen am Strommarkt vollständig abgenommen.

### Anzahl der Einspeisetarife/Quotensysteme



Quelle: REN 21, Renewables 2011 Global Status Report

Seit den 1990er Jahren nimmt die Anzahl der weltweiten Förderinstrumente für erneuerbare Energien kontinuierlich zu (siehe Grafik). Einspeisetarife und Quotensysteme wurden dabei in etwa gleicher Anzahl eingeführt. Seit einiger Zeit hebt sich diese Parallelität allerdings auf. In den letzten fünf Jahren wurden weltweit 44 neue Einspeisetarife aber nur 15 neue Quotensysteme eingeführt. Diese Entwicklung spricht dafür, dass Einspeisetarife den Quotensystemen von der Politik als überlegen angesehen werden.

Die theoretischen Argumente sprechen allerdings eher dafür, dass Quotensysteme vorteilhafter sind. So können Ausbauziele erneuerbarer Energien mit einer festgelegten Quote genau erreicht werden. Dies ist wichtig, um einerseits die gesetzten Kli-

maziele zu erreichen. Andererseits wird ausgeschlossen, dass für die Gesellschaft durch einen zu starken Ausbau erneuerbarer Energien unnötig hohe Kosten entstehen. Bei einem Einspeisetarif wäre es hingegen Zufall, wenn der Staat die Mindestvergütung in genau der Höhe festlegt, die für ein bestimmtes Ausbauziel erforderlich ist. Bei Einspeisevergütungen herrscht nur ein geringer Wettbewerb unter den Anlagenbetreibern. Sie erhalten die Mindestvergütung unabhängig von der aktuellen Situation am Strommarkt. In einem Quotensystem verkaufen die Anlagenbetreiber ihren Strom hingegen zu Wettbewerbspreisen und -bedingungen direkt am Markt. Sie erhalten zusätzlich den Erlös aus dem Verkauf ihrer Zertifikate – ebenfalls zu Wettbewerbsbedingungen. Der erhöhte Wettbewerb bei einem Quotensystem reduziert die Planungs- und Investitionssicherheit für die Anlagenbetreiber. So muss das Preisrisiko bei der Vermarktung des Stroms vom Anlagenbetreiber selbst getragen werden. Möglicherweise lässt sich daher mit Einspeisetarifen ein stärkerer Ausbau der erneuerbaren Energien anreizen. Der stärkere Wettbewerb führt jedoch auch zu einem höheren Druck, Kostensenkungspotenziale zu realisieren. Um im Markt zu bestehen, müssen die kostengünstigsten Anlagen und die besten Standorte genutzt werden. Durch ein europaweites Quotenmodell könnte dieser Wettbewerb auf ein noch größeres Gebiet ausgedehnt werden. Ebenso hilft der Wettbewerb dem Ziel, erneuerbare Energien langfristig auch ohne Förderung in den Markt zu integrieren. Genau hier liegt der entscheidende Vorteil von Quotensystemen. Durch die Marktreife erneuerbarer Energien wird die Förderung schließlich überflüssig.

Empirisch lässt sich nicht nachweisen, ob ein Einspeisetarif oder ein Quotensystem den Ausbau erneuerbarer Energien erfolgreicher antreibt. Sowohl Länder mit Einspeisetarifen als auch Länder mit Quotensystemen haben ihre Ziele beim Ausbau der erneuerbaren Energien erreicht oder eben auch nicht erreicht. Dies spricht dafür, dass die Wahl des Förderinstruments nicht der ausschlaggebende Faktor für den erfolgreichen Ausbau erneuerbarer Energien ist. Der Ausbauerfolg hängt vielmehr von der Attraktivität für die Investoren ab. Der wichtigste Faktor sind stabile Rahmenbedingungen für die Investitionen. Beispiele zeigen, dass Anpassungen der Förderung den Ausbau erneuerbarer Energien bremsen können. So ist die neuinstallierte Photovoltaikleistung in der Tschechischen Republik aufgrund der 2011 eingeführten Solarsteuer deutlich zurückgegangen. Auch der spanische Photovoltaikmarkt ist aufgrund der Kürzung der Einspeisetarife 2009 fast vollständig eingebrochen. Darüber hinaus sind einfache Genehmigungsverfahren und gute Netzanschlussbedingungen erforderlich, um attraktive Investitionsbedingungen zu schaffen.

Umwelt- und Energietechnologie

## Stärke der deutschen Unternehmen im Wettbewerb

Umwelt- und Klimaschutz, Energie- und Materialeffizienz oder Anpassung an die Klimafolgen und Extremwetterereignisse sind ohne innovative Technologien und Dienstleistungen kaum denkbar. Viele deutsche Unternehmen haben sich auf die Entwicklung und Angebote von Technologien und Problemlösungen im Bereich Umwelt, Klima und Energie spezialisiert. Hierzu gehören insbesondere die traditionellen Anbieter von Umwelttechnologien aus Abfall-, Wasser- und Abwasserwirtschaft sowie Luftreinhaltung oder Lärmbekämpfung. Von wachsender Bedeutung ist aber auch das Segment der energie- und klimaschutzbezogenen Technologien und Dienstleistungen. Hierbei handelt es sich beispielsweise um Technologien zur optimalen Energienutzung oder zur Nutzung von regenerativen Energien oder um Energieumwandlungstechnologien. Das Segment der erneuerbaren Energien umfasst die Bereiche Windenergie, Sonnenenergie, Erdwärme, Wasserkraft und Biomasse.

In vielen der genannten Gebiete nimmt die deutsche Wirtschaft dank ihrer technologischen und konzeptionellen Kompetenzen eine Spitzenposition ein, die insbesondere auf langjährige Forschungspraxis und Investitionen zurückzuführen ist. So liegt der Weltmarktanteil deutscher Unternehmen in den verschiedenen Märkten der Umwelttechnologien nach groben Einschätzungen auf Basis von Experteninterviews und Recherchen zwischen 5 und 30 Prozent (Stand 2007, Umweltwirtschaftsbericht 2009). Eine besondere Marktstellung zeichnet sich dabei in den Technologien der nachhaltigen Energieerzeugung und der Abfall- und Kreislaufwirtschaft ab. Hier entfällt auf deutsche Unternehmen mehr als ein Viertel des weltweiten Marktes. Dieser Marktanteil kann sich aufgrund der technologischen Stärken der deutschen Unternehmen einerseits und der zunehmenden Nachfrage nach grünen Technologien und Dienste andererseits noch vergrößern.

Im Rahmen der aktuellen Befragung des IW-Umweltexpertenpanels aus der Wirtschaft (siehe Seite 2) werden die Stärken der deutschen Unternehmen im internationalen Wettbewerb primär in drei Feldern gesehen: Energieeffizienz (87 Prozent), Abfallwirtschaft und Recycling (84 Prozent) und erneuerbare Energien (81 Prozent). Knapp 70 Prozent der Befragten schätzen die Wettbewerbsposition der hiesigen Unternehmen auf den Gebieten Wasser und Abwasser sowie Luftreinhaltung als hoch ein. Gut die Hälfte der Befragten bescheinigt der deutschen Wirtschaft eine große Wettbewerbsstärke im Bereich Klimaschutz, aber nur 21 Prozent bei der Anpassung an Klimaveränderungen. Mit weiteren Innovationen und Investitionen kann die Stärke der deutschen Unternehmen auf den wachsenden nationalen und internationalen Märkten zum Erhalt und Ausbau der Wettbewerbsposition und zur Generierung von Wettbewerbsvorteilen führen.

Aktionsplan Anpassung


## Regierung setzt auf Eigenvorsorge

Die Bundesregierung hat im August 2011 den Aktionsplan Anpassung beschlossen. Das Dokument schließt an die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel aus dem Jahre 2008 an. Sie reagiert damit auf den Befund der Klimaforschung, dass auch in Deutschland mit Klimafolgen gerechnet werden muss.

Bisher ließ die nationale Anpassungsstrategie an den Klimawandel etwas an Schlagkraft vermissen. Ein Grund war das hohe Abstraktionsniveau. Wer von dem Aktionsplan nun ein konkretes und umfassendes Anpassungsprogramm des Bundes erwartet hat, wird abermals enttäuscht. Dabei sind bundesweit einheitliche Handlungsempfehlungen aufgrund der Komplexität und regionalen Heterogenität der Klimafolgen auch nicht empfehlenswert. Eine der Kernbotschaften des Aktionsplans lautet daher: Eigenvorsorge und Subsidiarität. Unternehmen, Bürger und auch Kommunen können häufig am besten über das Ob und Wie ihrer Anpassung an Klimafolgen entscheiden.

Doch auf welche Folgen sollen sich die Akteure vorbereiten? Mit welcher Sicherheit können wir sie erwarten und wie können wir diese Entwicklungen bewerten? Um handlungsfähig zu sein, müssen Akteure solche Fragen beantworten können, d. h. sie müssen über klimarelevantes Wissen verfügen. Der Aktionsplan schreibt dem Bund vor allem hier eine Schlüsselrolle zu. In dem umfangreichen Kapitel „Wissen bereitstellen“ werden beispielsweise Forschungsvorhaben aufgeführt, die darauf zielen, Klimaveränderungen räumlich und zeitlich besser simulieren zu können. Auch die Entwicklung von Methoden, mit denen die Klimafolgen untersucht und bewertet werden können, soll verstärkt gefördert werden. Seitens des Bundeswirtschaftsministeriums ist beispielsweise geplant, die Wirkungen des Klimawandels auf Infrastruktur und Wertschöpfungsketten exponierter industrieller Produktionen in Deutschland zu untersuchen. Zudem listet der Aktionsplan verschiedene öffentliche Institutionen auf, die Klimainformationen bündeln und vermitteln.

Eine adressatengerechte Aufarbeitung existierender und geplanter Anpassungsaktivitäten ist der Aktionsplan dennoch nicht. Für Unternehmen und andere Akteure sind wichtige Informationen vielfach mit Grundsätzen, Zielen und Absichtserklärungen überlagert. Nur sorgfältige Leser der 93 Seiten erfahren, dass im Bereich Anlagensicherheit eine neue technische Regel für Niederschläge und Hochwasser bevorsteht oder dass auch andere Klimadatennormen (beispielsweise für Wärme- und Feuchteschutz von Gebäuden) überarbeitet werden sollen.

 [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan\\_anpassung\\_klimawandel\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_bf.pdf)