



# 15°C

Klimaschutz



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

## Inhalt

- 2 / 3 Klimawandel global
- 4 / 5 Klimawandel im Land / Extremereignisse im Land
- 6 / 7 Klimawandel für Mensch / Natur
- 8 / 9 Klimawandel für Boden / Wasser
- 10 / 11 Klimawandel für Landwirtschaft / Forstwirtschaft
- 12 / 13 Klimawandel für Tourismus / Wirtschaft
- 14 / 15 Anpassungsstrategien
- 16 Impressum/Links

## Ist das noch normal?

Der Klimawandel ist in aller Munde. Das Jahr 2010 war ein Jahr der Extreme: Die Juni-Schafskälte brachte nächtliche Minusgrade, im Juli kam die Hitze, im August der Regen. Im Dezember 2010 hielt Sturm- und Schneetief Petra ganz Deutschland in eisigem Griff und ließ auch Baden-Württemberg im Schnee versinken. Nach Neujahr setzten Tauwetter und heftiger Dauerregen ein. In ganz Deutschland traten Flüsse über die Ufer, Straßen, Keller und ganze Innenstädte liefen voll. Das Auftreten und die Zunahme solcher Extremwetterereignisse stellt nicht nur Klimaforscher, sondern auch die Politik vor große Herausforderungen. Letztlich kann aber jeder von uns dazu beitragen, dass dem Klimawandel entgegengewirkt wird.

Das vorliegende Themenheft geht besonders auf den Klimawandel in Baden-Württemberg und damit zusammenhängenden Fragen ein.

Franz Untersteller MdL

Minister für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg

## Der Planet hat Fieber ...

„Geh mir weg mit dem Klimawandel – der Sommer ließ ewig auf sich warten und der Winter kam viel zu früh“, mag so mancher in Erinnerung an das vergangene Jahr 2010 denken. Tatsächlich war es bei uns einige Zehntelgrade kühler als im Schnitt. Weltweit gesehen war 2010 jedoch das viertwärmste Jahr seit Beginn der Klimaaufzeichnungen. In Russland herrschten wochenlang Temperaturen über 30 °C, in Amerika ging die Stromversorgung durch die vielen Klimaanlageanlagen, die die Hitze wegzusaugen versuchten, in die Knie. Dass Teile Europas etwas weniger Wärme abbekamen, gleicht das nicht aus.

Zwischen 1900 und 2005 stieg die globale Durchschnittstemperatur um 0,7 °C an. Das wärmste Jahrzehnt jedoch war das vergangene: Die Durchschnittstemperatur lag nach Angaben der Welt-Meteorologie-Organisation (WMO) um 0,46 °C höher als in den Jahren 1961 bis 1990.

## ... und es steigt weiter

Dass der Klimawandel längst eingesetzt hat, ist von wissenschaftlicher Seite unbestritten. Bereits 1988 wurde ein Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) von den Vereinten Nationen und der WMO ins Leben gerufen. Dieses überstaatliche wissenschaftliche Gremium sammelt und bewertet alle Veröffentlichungen zum Klimawandel und stellt sie politischen Entscheidungsträgern und anderen Interessierten zur Verfügung. Im letzten IPCC-Bericht von 2007 wurden verschiedene Klimaszenarien durchgespielt. Sie alle zeigen: Wärmer wird es auf jeden Fall – aber wie warm, hängt vom weiteren Verhalten der Erdenbewohner ab. Wenn wir so weitermachen wie bisher, können im Jahr 2100 die Temperaturen in Nordeuropa bis zu 6 °C höher sein als heute.

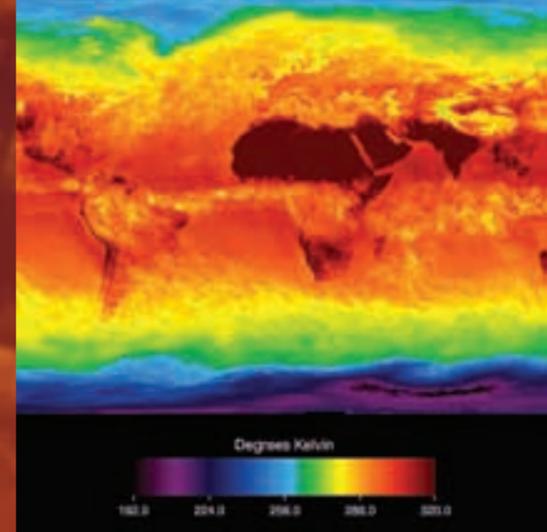
## Warum so hitzig?

Die Erde ist von einer schützenden Hülle, der Atmosphäre, umgeben. Die darin enthaltenen Treibhausgase bewirken, dass die Wärme der Sonneneinstrahlung wie in einem Gewächshaus zurückgehalten wird – und das ist auch gut so. Ohne sie würde die Durchschnittstemperatur auf der Erde nicht 15 °C, sondern lebensfeindliche -18 °C betragen.

Kohlendioxid ist ein solches Treibhausgas. Bis zur zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts war der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre mit etwa 280 ppm (parts per million) relativ konstant. Doch seit der industriellen Revolution und der massiven Nutzung fossiler Brennstoffe wie Kohle, Öl und Gas steigt der CO<sub>2</sub>-Gehalt stetig an. Heute (2011) liegt er bei 390 ppm. Für das Treibhaus, in dem wir leben, heißt das: Das Glas wird dicker, es wird weniger Wärme in den Weltraum zurückgeworfen – und die Temperatur auf unserem Planeten steigt.

## Lebensräume in Gefahr

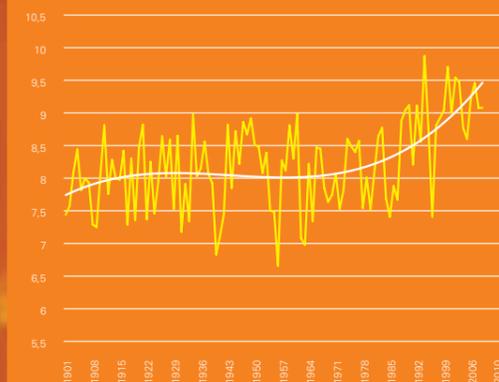
Zwar haben mittlerweile viele Staaten Klimaschutzmaßnahmen auf den Weg gebracht, doch es muss weit mehr getan werden, um den Klimawandel aufzuhalten. Die IPCC-Experten rechnen damit, dass bei einer CO<sub>2</sub>-Konzentration von 450 ppm die weltweite Durchschnittstemperatur um 2 °C zunimmt. Selbst wenn man auf einen Schlag alle Heizungen abdreht, alle Fabriken stilllegt und alle Autos verschrottet, würde die Temperatur aufgrund der Trägheit des Klimasystems zunächst weiter ansteigen. Und wer von Palmen am Nordseestrand träumt, sollte bedenken: Die Erderwärmung verändert nicht nur unseren Lebensraum, sie bedroht ihn auch. So wird der Meeresspiegel nach neuesten Erkenntnissen des Wissenschaftskomitees des Arktisches Rates (AMAP) bis 2100 um 0,9 bis 1,6 Meter steigen. Noch vor wenigen Jahren ging der UN-Klimarat von 19 bis 59 Zentimetern aus. Die Konsequenz: Der Lebensraum von 150 Millionen Menschen, die entlang von Küsten leben, geht baden.



## Steigende „Fieberkurve“ in Baden-Württemberg

— Jahresmittel    — mittlerer Verlauf

Daten: DWD, 2010





## Dem Klima auf der Spur

Auch für Baden-Württemberg gibt es verschiedene Klimaszenarien. In das regionale Klimamodell COSMO-CLM der Klimaforscher des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) fließen zusätzliche Parameter mit ein, die kleinräumig das Wetter beeinflussen, wie etwa die Topografie oder die Höhenlage. Dadurch erlaubt das Modell genauere Vorhersagen für einzelne Regionen – in einem Raster von sieben Quadratkilometern. Plätschert beispielsweise in so einem Quadrat ein harmloses Bächlein durch einen malerischen Ort und wird genau dort eine Zunahme heftiger Starkregenereignisse erwartet, können dank des Modells vor Ort geeignete Hochwasser-Vorsorgemaßnahmen getroffen werden.

## Wir können alles – auch schwitzen

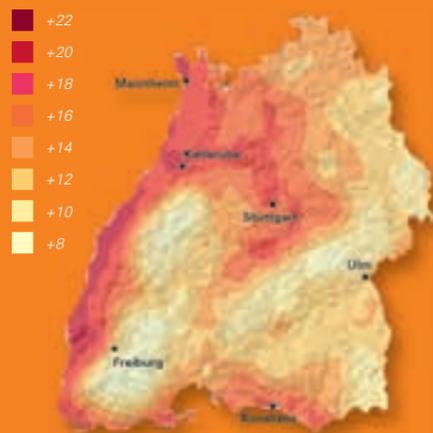
Die Klimaaufzeichnungen zeigen, dass auch in Baden-Württemberg die Jahresmitteltemperatur geklettert ist, mehr sogar als im Durchschnitt. Während weltweit in den letzten hundert Jahren die Temperatur um 0,7 °C gestiegen ist, war es im Ländle mehr als 1 °C. Am schnellsten ging es in den letzten 30 Jahren. In Stuttgart gab es in den 1950er Jahren 25 Eistage (Höchsttemperatur unter 0 °C) und 25 Sommertage (Höchsttemperatur mindestens 25 °C). Heute bleibt das Thermometer nur noch an 15 Tagen ganztägig im Minusbereich, schwitzen ist jedoch an 45 Tagen angesagt.

## KLARA, KLIWA und die anderen

Doch es wird nicht nur einfach wärmer. Das ganze Klima verändert sich. Extreme Wetterlagen mit heftigen Stürmen, Starkregen, Hitze- und Trockenperioden können zunehmen. Um die Auswirkungen besser abschätzen zu können, hat das Land verschiedene Forschungsprogramme aufgelegt. Im Projekt KLIWA wird in einem Kooperationsvorhaben der Länder Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz sowie dem Deutschen Wetterdienst untersucht, wie sich die Klimaveränderung auf die Wasserwirtschaft auswirkt. Wird es mehr Hochwasser geben? Liegen im Sommer die Binnenschiffer auf dem Trockenen? Ist unser Trinkwasser in Gefahr?

In der Studie KLARA (Klimawandel – Auswirkungen, Risiken, Anpassungen) hat das Land untersuchen lassen, wie sich die Klimaänderungen auf Land- und Forstwirtschaft, Gesundheitsschutz, Energiewirtschaft, Tourismus und Naturschutz auswirken werden. Gibt es irgendwann badische Mangos und schwäbische Orangen? Müssen bald die Skilifte im Schwarzwald eingemottet werden?

### Immer mehr Sommertage



Änderung der Anzahl der Sommertage (25 °C) zwischen 1971-2000 und 2011-2040. Quelle: IMK-TRO/KIT, 2010



## Verhagelte Ernten und Bilanzen

Bis 2050 soll die Temperatur um weitere 0,8 bis 1,7 °C steigen, die Zahl der Eis- und Frosttage zusammenschmelzen und die der Hitzetage, an denen Temperaturen über 30 °C herrschen, sich verdoppeln. Karlsruhe beispielsweise wird in 40 Jahren nicht wie heute 60, sondern ca. 80 Tage mit Temperaturen über 25 °C haben. Gute Nachricht für Wasserratten und Cabriofahrer? Nicht ganz. Durch die feuchte, warme Luft wird es auch mehr Gewitter und Hagel geben. Schon in den letzten 30 Jahren hat die Häufigkeit und Intensität von Hagelstürmen zugenommen. 2008 und 2009 traf es die Obstbauern am Bodensee besonders hart: Hagelkörner schlugen Blüten ab, zermatschten Erdbeeren und beschädigten Äpfel. Die betroffenen Landwirte vermeldeten zum Teil Ernteauffälle von 100 Prozent. Im Juni 2010 verhagelte es Bauern in den Landkreisen Mannheim, Karlsruhe und Tübingen die Ernte und den Versicherungen die Bilanzen. Hatten in den 1980er Jahren die Gebäudeversicherungen an etwa zehn Tagen im Jahr mit Hagelschäden zu tun, so müssen sie sich heute an 30 bis 40 Tagen mit derartigen Schadensmeldungen herumschlagen. Rund 40 Prozent aller Gebäudeschäden durch Naturereignisse entfallen mittlerweile auf Hagel. Aber auch die Zunahme der Sturm- und Hochwasserereignisse lässt die Schadenssumme ansteigen.

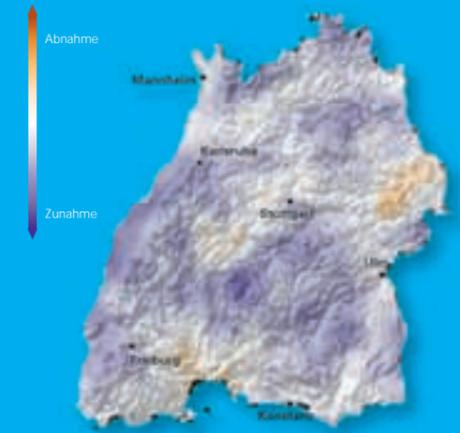
## Eine windige Sache

Weihnachten 1999: Während drinnen die Gans im Ofen schmort, fegte draußen Orkantief Lothar über das Land, knickte ganze Wälder wie Streichhölzer um, deckte Dächer ab und riss alles mit sich fort, was nicht niet- und nagelfest war. Dem zerstörerischen Lothar, der europaweit Schäden von 8,64 Milliarden Euro verursachte, folgten andere Winterstürme nach. 2007 war es das Orkantief Kyrill, 2008 kam Emma über das Land, im Februar 2010 richtete Xynthia im Nordwesten des Landes schwere Schäden an.

Der Zusammenhang zwischen der Zunahme der Winterstürme und dem Klimawandel ist wissenschaftlich noch nicht eindeutig geklärt. Die Auswertung von Wetterdaten hat jedoch gezeigt, dass die Windgeschwindigkeiten im Flachland zugenommen haben.



### Immer mehr Starkniederschläge



Wahrscheinlichkeit, dass im Zeitraum 1971-2000 und im Vergleich im Zeitraum 2011-2040 sommerliche Starkniederschläge zu- oder abnehmen. Quelle: IMK-TRO/KIT, 2010



## Was bringt der Klimawandel unserer Gesundheit?



### Vorteile

- weniger Tage mit Kältestress
- weniger kältebedingte Krankheits- und Todesfälle



### Nachteile

- mehr Tage mit Hitzestress
- mehr Hitzetote
- neue und mehr Infektionskrankheiten
- neue Allergie auslösende Pflanzenarten
- Abnahme der Arbeitsproduktivität bei extremer Hitze

## Unerträgliche Hitze

Temperaturen zwischen 0 °C und 20 °C werden vom menschlichen Körper als angenehm empfunden. Klettert das Thermometer über 26 °C, kommt der Körper in Hitzestress und ist nicht mehr so leistungsfähig. Vor allem ältere Menschen kommen mit hohen Temperaturen schlechter zurecht. Im Hitzesommer 2003 starben in Baden-Württemberg schätzungsweise 2000 vor allem betagte und pflegebedürftige Menschen an den Folgen der übermäßigen Hitze.

Im Projekt KLARA haben Wissenschaftler anhand der Klimaszenarien errechnet, dass bis 2055 landesweit rund 180 bis 400 zusätzliche hitzebedingte Todesfälle pro Jahr auftreten können. Deshalb wurde ein „Hitze-Frühwarnsystem“ eingerichtet. In 1400 Pflegeeinrichtungen in ganz Baden-Württemberg schellen bei gefährlichen Wetterlagen die Warn Glocken, so dass rechtzeitig Gegenmaßnahmen getroffen werden können.

## Zecke, Sandmücke & Co.

Mit der Wärme kommen auch die, die die Wärme lieben. Das sind nicht immer harmlose Sonnenanbeter. Zecken, die Borreliose und FSME (Frühsommer-Meningoenzephalitis) übertragen können, sind inzwischen vermehrt auch in höheren Lagen zu finden. Bis nach Baden-Württemberg vorgedrungen ist mittlerweile die Sandmücke, Überträger der tropischen Parasiteninfektion Leishmaniose.

## Der Albtraum aller Allergiker

Auch Pflanzen können wandern. Die Beifuß-Ambrosie, deren Samen mit verunreinigtem Vogelfutter ins Ländle kamen, breitet sich am Oberrhein und im Stuttgarter Raum aus. Wo sie gefunden wird, wird sie mit Stumpf und Stiel herausgerissen und verbrannt – mit Atemschutzmaske und Handschuhen. Der Grund: Die Pollen sind für Allergiker hoch gefährlich. Das unscheinbare, einjährige Kraut stammt ursprünglich aus Nordamerika und hat inzwischen fast überall in Europa Fuß gefasst.

## Verhältnisse wie im Süden

Tropische Infektionskrankheiten, deren Überträger die Wärme lieben, sind auf dem Vormarsch. Man muss in Zukunft damit rechnen, sich Mittelmeerfleckfieber, Dengue- und Chikungunyafieber nicht mehr nur im Urlaub, sondern auch auf der heimischen Terrasse einfangen zu können. Auch werden sich hier vermehrt allergieauslösende Pflanzen breit machen.

So schön es ist, wenn die Sonne scheint, ist bei extremer Hitze unser Körper doch weniger leistungsfähig, was sich auf die Arbeitsproduktivität auswirkt. Nicht umsonst wird in den Mittelmeerländern in den Mittagsstunden traditionell Siesta gehalten.

## Ene mene Maus – wer ist raus?

Wenn sich das Klima verändert, ändert sich auch der Lebensraum. Die Tiere und Pflanzen, die dort leben, müssen sich entweder anpassen oder auswandern – oder sie sterben aus. Durch die erwarteten trockeneren Sommer können Biotope mit hohem Wasserbedarf wie Moore und Feuchtwiesen verschwinden und mit ihnen seltene Pflanzen wie Torfmoose und Wollgräser. Ihnen folgen fremde Arten aus dem Süden nach. So wächst hier und dort im Ländle schon wilde Hirse, die in Afrika zu den Grundnahrungsmitteln zählt, und Brombeer-Perlmutterfalter gaukeln über baden-württembergische Wiesen. Dauerhaft angesiedelt hat sich auch die Gelbbindige Furchenbiene, die eigentlich in Marokko und am Bosphorus Blüten zu bestäuben pflegt.

## Frühe Blütenpracht

Der Lockruf des Nordens geht für das Insekt von der Apfelbaumblüte aus, die bei uns Jahr für Jahr früher einsetzt. Von 1961 bis 1990 begann die Blüte im Mittel 124 Tage nach Jahresbeginn, in den Jahren 1991 bis 2005 im Schnitt elf Tage früher. Selbst Regionen mit rauherem Klima schmücken sich zeitiger mit der weißen Blütenpracht. Über alle Höhenlagen hinweg treibt die Vegetation mittlerweile früher aus.

## Wozu die Mühe?

Das mildere Klima beeinflusst auch das Verhalten der Zugvögel. Viele Arten kommen heute zwei Wochen früher aus dem Winterurlaub zurück als 1970. Auch die Störche vom Oberrhein sind oft eher wieder da, weil sie vermehrt nicht mehr südlich der Sahara überwintern, sondern an Spaniens Südküste ihr Winterquartier aufschlagen. Die ersten Rotstrümpfe werden inzwischen schon Anfang Februar auf ihren wagenradgroßen Horsten auf oberrheinischen Kirchendächern und Storchentürmen gesichtet.

## Schädlinge machen sich breit

Die Klimazonen wandern durch die Erwärmung nach Norden bzw. in die Höhe – und mit ihnen ihre pflanzlichen und tierischen Bewohner. Letztlich wird die Anpassungsfähigkeit der einzelnen Arten über Gewinner und Verlierer entscheiden. Bei einem Temperaturanstieg von bis zu 1 °C gehen Wissenschaftler davon aus, dass die Artenvielfalt eher zunimmt. Wird es noch wärmer, dürfte die Biodiversität dagegen abnehmen – bei Pflanzen sogar drastisch. Über 30 Prozent der Arten könnten aussterben, wenn es 1,8 °C wärmer wird als heute.

Mit der Wärme nimmt die Vermehrungsrate mancher Arten zu – auch die von Schädlingen wie dem Buchsbaumzünsler. Der gefräßige Gartenschädling bildet normalerweise zwei Generationen im Jahr aus. Wenn es früh warm wird, drei.



## Was bringt der Klimawandel den Tieren und Pflanzen?



### Vorteile

- bis 1 °C Erwärmung nimmt die Artenvielfalt zu
- neue Arten werden heimisch
- Zugvögel müssen weniger weit wandern
- Bruterfolg bei Vögeln kann steigen



### Nachteile

- bei über 1 °C Erwärmung sinkt die Artenvielfalt
- etablierte Lebensgemeinschaften werden instabil
- Kälte liebende Arten sind bedroht
- Moore trocknen zeitweise aus



## Das Klima hat nichts zu lachen

Was hat der Boden mit dem Klima zu tun? Ganz schön viel. Die Böden sind nach den Ozeanen die größten Kohlendioxidspeicher der Erde. Böden können je nach Beschaffenheit und Nutzung Treibhausgase einfangen oder an die Atmosphäre abgeben. Forscher haben errechnet, dass 1651 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> in der Humusschicht unseres Landes gespeichert sind. Zudem enthält der Boden unter unseren Füßen ein noch 300-mal stärkeres Treibhausgas: N<sub>2</sub>O, auch Lachgas genannt. Täglich wird in der Erde herumgebuddelt, sei es beim Pflügen oder beim Ausheben von Baugruben. Dabei werden die klimarelevanten Gase freigesetzt. Doch es geht auch andersrum: Durch eine konservierende Bodennutzung könnte der Humusgehalt und damit die gespeicherte CO<sub>2</sub>-Menge erhöht werden. Bei einer Umstellung auf pfluglose Bodenbearbeitung könnten in Braunerde-Böden pro Hektar 1,3 Tonnen Kohlendioxid festgelegt werden. Wird Ackerland in Grünland umgewandelt, sogar 4,9 Tonnen. Die Freisetzung von Lachgas ließe sich durch eine angepasste Stickstoffdüngung verringern.

## Sonderfall Moor

Der Torf der Moorböden ist besonders kohlenstoffhaltig. Nicht umsonst wurde Torf früher zum Heizen verwendet. Heute wird Moorboden meist trocken gelegt, um ihn landwirtschaftlich zu nutzen. Dabei wird der gespeicherte Kohlenstoff als CO<sub>2</sub> freigesetzt. Untersuchungen der Niedermoore im Donauried zeigten, dass zwischen 1951 und 1990 durch Entwässerung und Landwirtschaft pro Jahr rund 7,2 Millimeter Torf abgebaut wurden. Das entspricht einer jährlichen CO<sub>2</sub>-Freisetzung von 24 Tonnen pro Hektar.

## Der Boden geht den Bach runter...

...im wahrsten Sinne des Wortes. Zwar sollen die Sommer trockener werden, aber wenn es mal regnet, dann heftig. Und wenn es so richtig runterkommt, schwemmt es die oberste Bodenkante einfach weg, die besonders humus- und nährstoffhaltig ist. Werden nur fünf Millimeter Oberboden weggespült, braucht die Natur 50 lange Jahre, um diese Schicht wieder aufzubauen. Rechnerisch gesehen wird nämlich nur 0,1 mm neuer Boden pro Jahr gebildet.

Die Folge: Der Boden ist weniger fruchtbar, die Ernten fallen magerer aus. Spült es die Erde in den nächstgelegenen Bach oder See, gelangen auch jede Menge Nähr- und Schadstoffe ins Gewässer – mit negativen Folgen für das gesamte Ökosystem.

## Rutschgefahr im Kraichgau und am Oberrhein

Schätzungen zufolge verringert sich der Humusgehalt unter Wald- und Grünland bei einem Temperaturanstieg von 2 °C um 20 Prozent. Erosionsanfällige Regionen, wie der Kraichgau und das mittlere und südöstliche Oberrhein-Tiefland, können bei Starkregen noch mehr an nährstoffreichem Oberboden verlieren, was die Leistungsfähigkeit der Böden senkt. In Gewässer eingespülte Nährstoffe können Schaden anrichten.



## Dürre im Sommer

Auch wenn sich nach den Modellen der Klimaforscher die Menge des jährlichen Niederschlags kaum ändert, gibt es keinen Grund zur Entwarnung. Denn auf das »Wann« kommt es an. Während in zukünftigen Sommern so mancher Landwirt sorgenvoll zum Himmel blicken wird, weil sich der Regen nicht blicken lässt, bringen die winterlichen Westwetterlagen viel zu viel davon mit. Doch nicht nur Bauern und Gartenbesitzer leiden unter sommerlichen Dürreperioden. Binnenschiffer haben zu wenig Wasser unter dem Kiel, um Waren zu transportieren, Kraftwerke müssen heruntergefahren oder abgeschaltet werden, wenn die Flüsse zu wenig oder zu warmes Wasser führen, um Kühlung zu versprechen. Dazu kommt, dass das wenige Wasser bei hohen Temperaturen schneller verdunstet. Der Hitzesommer 2003 richtete mehr volkswirtschaftlichen Schaden an als eine der Hochwasserkatastrophen an Oder, Elbe oder Rhein. Schließlich sind durch eine Dürre wesentlich größere Flächen betroffen – und es dauert viel länger, bis alles wieder im Lot ist.

## Hochwasser im Winter

Für Flussanrainer wird die Gefahr, nasse Füße zu bekommen, mit hoher Wahrscheinlichkeit zunehmen. Bis zu 35 Prozent mehr Niederschläge können manche Regionen im Winter – vor allem im Westen des Landes – in Zukunft abbekommen. Und da es wärmer werden soll, kommt das Ganze nicht als weiße Pracht, sondern als Dauerregen herunter. Um die Folgen abschätzen zu können, wurde im Projekt KLIWA für alle Flüsse des Landes die Wahrscheinlichkeit für ein Jahrhunderthochwasser berechnet. Ergebnis: Die Pegel werden steigen. Bei der Berechnung neuer Hochwasserschutzanlagen wird nun ein Klimaänderungsfaktor mit einbezogen, das heißt, Brücken werden größer dimensioniert und Dämme und Ufermauern so geplant, dass sie problemlos erhöht werden können.

## Trinkwasser geht uns nicht aus

Duschen, Wäsche waschen, das Kaffeewasser und die Klospülung – rund 80 Prozent des Trinkwassers entnehmen die Baden-Württemberger dem Grundwasser. Da die Prognosen versprechen, dass der Niederschlag übers Jahr gesehen in etwa gleich bleiben wird, ist auch wenig Änderung bei der Grundwasserneubildung zu erwarten. Die veränderte Verteilung des Niederschlags kann jedoch zu Problemen führen: In längeren sommerlichen Trockenperioden kann an manchen Orten schon mal das Wasser knapp werden. Und ein ordentlicher winterlicher Dauerregen kann in Gebieten, in denen der Grundwasserspiegel ohnehin hoch ist, zu feuchten Kellern führen. Das sollte beispielsweise bei der Ausweisung neuer Baugebiete berücksichtigt werden.

## Was bringt der Klimawandel unserem Boden?



### Nachteile

- Humusanteile sinken
- mehr Erosion bei Starkregen
- Erosion verursacht Eintrag von Nähr- und Schadstoffen in Gewässer und andere Ökosysteme
- Boden kann weniger Kohlenstoff speichern



### Vorteile

- Baden-Württemberg bleibt reich an Grundwasser



### Nachteile

- Schäden durch mehr Hochwasser
- höhere Kosten für den Hochwasserschutz
- Niedrigwasser beeinträchtigt die Binnenschifffahrt
- Wasserknappheit kann zu Kühlwassermangel bei Kern- und konventionellen Kraftwerken führen



## Was bringt der Klimawandel unserer Landwirtschaft?



### Vorteile

- Maisanbau auch in höheren Lagen möglich
- spät reifende Rebsorten gedeihen
- Anbau neuer Nutzpflanzenarten und -sorten
- Ertragszuwächse bei bestimmten Nutzpflanzen



### Nachteile

- durch Hitze/Trockenheit Ertragseinbußen bei empfindlichen Kulturen (u.a. Winterweizen) möglich
- Schädlinge können mehrmals jährlich auftreten, neue Schädlinge sich etablieren
- bessere Bedingungen für bestimmte Pilzkrankheiten

## Schwäbische Auberginen und badische Artischocken?

41 Prozent der Fläche unseres Landes wird landwirtschaftlich genutzt, davon 58 Prozent als Ackerland und 38 Prozent als Grünland. Auf vier Prozent werden Obst, Gemüse und Wein angebaut. Was wo am besten gedeiht, hängt nicht nur vom Boden, sondern auch von der Temperatur und der Wasserverfügbarkeit ab. Während sich der Winterweizen auf den kargen Hochflächen der Schwäbischen Alb wohlfühlt, bevorzugt der Mais die wärmere Rheinebene. Doch mit steigenden Temperaturen könnten die gelben Kolben durchaus in höheren Lagen und kälteren Regionen angepflanzt werden und dort Winterweizen und Zuckerrüben ersetzen, denen die Hitze weniger behagt. Soja und Sonnenblumen freuen sich ebenfalls über ein wärmeres Klima, auch die meisten Obst- und Gemüsesorten mögen es lieber heiß. Vielleicht wachsen in Zukunft mediterrane Gemüsesorten wie Auberginen, Paprika und Artischocken auf baden-württembergischen Äckern?

## CO<sub>2</sub> / H<sub>2</sub>O und so weiter

Wer in Bio gut aufgepasst hat, weiß, dass Pflanzen zur Fotosynthese auch Kohlendioxid brauchen. Dann müsste es doch eigentlich bessere Ernten geben, wenn der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft ständig steigt. Doch so einfach ist es leider nicht. Zwar wird tatsächlich mehr Biomasse gebildet, aber die Qualität mancher Feldfrüchte leidet, da der Eiweißgehalt geringer ist. Brotteig geht nicht mehr so schön auf, der Nährwert von Weizen und Kartoffeln sinkt. Den Sonnenanbeter Mais dagegen kratzt das Mehr an CO<sub>2</sub> wenig. Beim Mais leiden Ertrag und Qualität vor allem dann, wenn die Böden austrocknen und das Wasser knapp wird.

Die Landwirte werden ihre Anbaumethoden auf den Klimawandel einstellen müssen. Qualitätseinbußen sind möglich.

## Wärmeliebende Übeltäter

Die Feinde der Obstbauern am Bodensee sind klein und finden Wärme gut. Der Apfelwickler, dessen Larven sich an den Früchten laben, kann bei anhaltend hohen Temperaturen eine zweite oder gar dritte Larvengeneration pro Sommer entwickeln. Pilze wie der Apfelschorf, der mit hässlichen braunen Flecken die Früchte verunstaltet, können in einem feucht-warmen Frühling am meisten Unheil anrichten. Auch Weinreben und Getreidehalme werden gerne von Pilzen heimgesucht. Insgesamt wird sich die Landwirtschaft auf einen höheren Aufwand und höhere Kosten für den Pflanzenschutz einstellen müssen. Besonders hart kann es die Biobauern treffen, die nicht einfach die chemische Keule schwingen können.

## Dürre Aussichten im Rheingraben

In Baden-Württemberg drohen vor allem entlang des Rheins, besonders im mittleren Rheingraben, Ernteeinbußen durch Wassermangel. Dagegen sind im Süden und Nordosten des Landes bessere Ernten zu erwarten.

## Der Wald: Holzlieferant und Kohlendioxidspeicher

Nicht nur der tropische Regenwald, von dem immer die Rede ist, auch unsere heimischen Wälder sind wichtig für das Klima: Im Holz der Bäume sind Unmengen von Kohlendioxid gespeichert. Und dieses wird durch Fotosynthese in Sauerstoff umgewandelt. Umgekehrt beeinflusst das Klima natürlich auch den Wald: Steigende Temperaturen, trockenere Sommer und mildere Winter werden unsere Wälder, die über ein Drittel des Landes bedecken, langfristig verändern. Schon heute schlagen die Bäume früher aus, was Waldbesitzer in feuchten Lagen freut: Durch die verlängerte Vegetationsperiode wird mehr Holz gebildet, was sich im Portemonnaie niederschlägt. Fehlt jedoch das Wasser, nehmen die Bäume Schaden.

## Buchen muss man oben suchen, auf Fichten vielleicht verzichten

Manche Bäume reagieren gestresst, wenn es heiß und trocken und das Wasser knapp ist: Buchen werfen die Blätter, Fichten ihre Nadeln ab. Forstwissenschaftler befürchten, dass die Anpassungsfähigkeit unserer Wälder bei einer Erwärmung um 3 °C ein Ende hat. Die Fichte, unsere häufigste Baumart, wird sich in tiefen und trockenen Regionen langfristig nicht behaupten können. Baum Nr. 2, die Buche, erweist sich als klimastabiler, klettert aber in die Höhe. Die Höhengrenzen der Waldgesellschaften können sich um 300 bis 500 Meter verschieben und unsere Wälder norditalienischen Charakter annehmen. Wie auf dem Feld wird es auch im Wald Gewinner geben. Dürre-resistente Douglasien könnten die schwächelnden Fichten ersetzen; Eschen, Linden und Esskastanien bietet der Klimawandel mehr Chancen, sich durchzusetzen.

## Stürme und Schädlinge

Doch nicht nur Hitze und Trockenheit setzen den Wäldern zu. Lothar, Kyrill und die anderen stürmischen Gesellen fegten in jüngster Vergangenheit übers Ländle und mähten große Waldflächen nieder. Die abgeknickten Bäume boten Schadinsekten beste Brutbedingungen. Auch der Hitzesommer 2003 kam den verfressenen Schädlingen sehr entgegen. Die Wirtsbäume waren durch Dürre und Hitze geschwächt, Borkenkäfer konnten aufgrund der langen warmen Periode mehrere Generationen ausbilden. Trotzdem kann man nicht generell sagen, dass mit der Wärme die Schädlinge zunehmen. Zu komplex sind die Zusammenhänge. Unklar ist auch, ob die schweren Winterstürme Auswirkungen des Klimawandels sind.

## Der Schwarzwald verliert Nadeln

Der Schwarzwald wird sein Gesicht verändern. Die dunklen Nadelwälder werden stellenweise Buchen-Eichen-Wäldern und anderen Laubbaumarten weichen.



## Was bringt der Klimawandel unseren Wäldern?



### Vorteile

- längere Vegetationsperiode
- schnelleres Wachstum der Bäume
- einzelne Baumarten profitieren
- gebietsweise Rückgang der Waldbrandgefahr



### Nachteile

- trockene Sommer schädigen Bäume
- Blatt- und Nadelverluste bei Fichte und Buche
- Fichte weicht in höhere Lagen zurück
- gebietsweise Zunahme der Waldbrandgefahr



## Nicht überall sonnige Aussichten

In unserem Ländle lässt es sich gut Urlaub machen – über 42 Millionen Übernachtungen wurden im Jahr 2009 gezählt: Im Frühling lockt der Donauradweg, im Sommer geht's zum Schwimmen an den Bodensee und im Herbst zum Wandern auf die Schwäbische Alb. Im Winter schließlich brettern die Touristen die Schwarzwaldhänge herunter. 280.000 Menschen arbeiten im Tourismussektor und erwirtschaften einen Umsatz von 15,5 Milliarden Euro. Da das nicht zu verachten ist, haben Wissenschaftler im Rahmen des Projekts KLARA ermittelt, wie das so werden wird, wenn es wärmer wird.

## Sonnige Zeiten für Urlauber

Im Sommer könnte die Gleichung aufgehen. Die Forscher haben mal nachgeschaut, wann sich die Wasserratten in den Bädern rund um den Bodensee tummeln. Die meisten Eintrittskarten werden an Tagen verkauft, an denen das Zentralgestirn mehr als neun Stunden lang kaum wolkengetrübt vom Himmel lacht und das Thermometer mindestens 23 °C erreicht. Der Klimawandel macht es möglich, dass es bis 2026 vier solcher Traum-Badetage mehr gibt.

Auch Wanderer und Radler schätzen die Sonne und fürchten den Regen. Kündigt sich ein schöner Sommertag an, fahren weitaus mehr Tagesausflügler in den Schwarzwald, um zum Beispiel auf Schusters Rappen die Gegend zu erkunden. Auch ihnen verheißen die Prognosen der KLARA-Leute Gutes. Kurzum: Urlaubsregionen wie Bodensee oder Schwarzwald werden von dem Mehr an Sonne profitieren.

## Radeln statt wedeln?

Ski- und Snowboardfahrer dagegen sehen weniger rosigen Zeiten entgegen. Auch in Zukunft werden es eher Westwetterlagen als arktische Kältehochs sein, die unser Winterwetter bestimmen. Die Meeresluft bringt zwar viel Feuchtigkeit mit sich, die aber durch die milderen Temperaturen als Regen und nicht als Schnee auf die Piste fällt. Da nützt auch die beste Schneekanone nichts. Allenfalls die Gipfellagen werden noch gepudert. Den Prognosen nach geht in den Jahren 2021 bis 2030 die Zahl der Schneetage in tiefen Lagen um 18 Prozent zurück, in mittleren Lagen um 23 Prozent. Doch es kommt noch dicker: In den Jahren 2041 bis 2050 soll die Zahl der Schneetage je nach Höhenlage um 25 bis 65 Prozent sinken. Da hilft nur noch eins: Brettel abschnallen, laufen. Mit der Schneesicherheit im Schwarzwald und auf der Schwäbischen Alb ist es in Zukunft also nicht mehr weit her. Wintersportregionen müssen mit neuen Angeboten aufwarten, um den Umsatzrückgang aufzufangen.

## Was bringt der Klimawandel dem Tourismus im Land?



### Vorteile

- mehr Badetage im Jahr
- mehr fürs Wandern geeignete Tage
- Chancen für neue Tourismusangebote



### Nachteile

- weniger Schnee auch in den Höhenlagen
- Gefahr zunehmender Schäden an touristischer Infrastruktur
- Gefahr von Umsatzrückgängen einzelner Tourismusbetriebe



## Tun ist billiger als Nichtstun

2006 hat der britische Forscher Nicholas Stern einen Bericht erstellt, der sich mit den ökonomischen Folgekosten des Klimawandels befasst. Er kommt zu dem Schluss, dass bis zum Jahr 2100 rund 20 Prozent der weltweiten Wirtschaftsleistung nötig sind, um die Schäden, die eine weltweite Erwärmung um 4,5 °C nach sich zieht, aufzufangen. Das ist viel Geld, – so viel, dass es die gesamte Weltwirtschaft in eine Rezession stürzen könnte. Billiger wäre es, es gar nicht soweit kommen zu lassen und in CO<sub>2</sub>-Sparmaßnahmen zu investieren. Dafür müsste laut dem Stern-Report weltweit rund ein Prozent der jährlichen Wirtschaftsleistung ausgegeben werden.

## Hohe Folgeschäden drohen

Versicherungen müssen immer mehr aufwenden, um Verluste durch Stürme, Hagelschlag, Hochwasser und Dürreperioden abzudecken. 2010 war nach Angaben der Münchener Rück, der weltgrößten Rückversicherung, das Jahr mit der zweithöchsten Zahl an Naturkatastrophen seit 1980. 90 Prozent davon waren wetterbedingt – Land unter in Pakistan und Australien, eine feurige Hitzewelle in Russland und eine der heftigsten Hurrikansaisons der letzten 100 Jahre. Glück und Zufall, dass nur wenige Wirbelstürme die Küste streiften, sonst sähe die Schadensbilanz noch viel verheerender aus. Teuerstes Ereignis in Europa war der Wintersturm Xynthia. Doch abgedeckte Häuser, weggespülte Straßen oder verdorrte Ernten sind das eine. Hinzu kommen die enormen Schäden, für die keine Versicherung aufkommt: Krankheiten und Todesfälle, Produktionsausfälle, Schäden an der Natur, Verlust der Artenvielfalt. Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) schätzt, dass in Deutschland in den nächsten 50 Jahren 800 Milliarden Euro in die Hand genommen werden müssen, um Folgeschäden des Klimawandels zu beseitigen, wenn die Welt so weiter macht wie bisher.

## Unser Hightech-Land muss tief in die Tasche greifen

Baden-Württemberg wird als wirtschafts- und bevölkerungsstarkes Bundesland nach Berechnungen der DIW-Forscher besonders tief ins Portemonnaie greifen müssen, um klimabedingte Schäden auszugleichen. Steigt die globale Fieberkurve um 4,5 °C, könnten dafür bis 2050 satte 129 Milliarden Euro nötig sein. Immer häufiger müssen die Versicherungen für Klimaschäden gerastehen. Das treibt die Prämien in die Höhe.

## Was bringt der Klimawandel unserer Wirtschaft?



### Vorteile

- Klimaschutzmaßnahmen schaffen Arbeitsplätze, z.B. in Bauhandwerk und Solarindustrie
- Anpassungsmaßnahmen stützen die wirtschaftliche Entwicklung



### Nachteile

- Klimaschäden verursachen Milliarden Kosten
- Arbeitsproduktivität sinkt bei Hitze
- Versicherungsprämien steigen



## Handeln – solange was geht

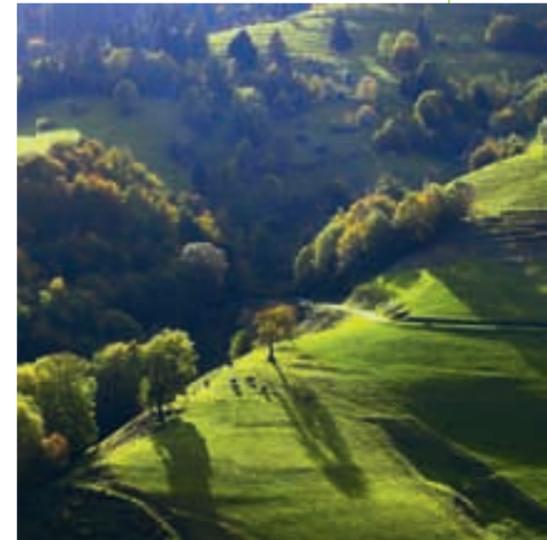
Aufhalten oder gar zurückdrehen lässt sich der Klimawandel nicht mehr. Die Menschheit kann aber durch ihr Verhalten die Geschwindigkeit der Erderwärmung und das Ausmaß der Schäden beeinflussen. Klimagipfel, -treffen und -konferenzen gibt es zuhauf, doch es erweist sich als schwierig, die Interessen aller Länder unter einen Hut zu bekommen. Viele Staaten haben bereits Klimaschutzmaßnahmen auf den Weg gebracht, um den CO<sub>2</sub>-Ausstoß in verschiedenen Bereichen zu reduzieren. Dennoch steigt der weltweite Kohlendioxidausstoß Jahr für Jahr. Nach dem derzeitigen Stand der Forschung können die Folgen des Klimawandels bei einer globalen Erwärmung von maximal 2 °C durch geeignete Anpassungsstrategien weitgehend aufgefangen werden. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen alle Staaten weltweit an einem Strang ziehen und die Treibhausgas-Emissionen drastisch verringern.

## Klimaschutz im Ländle

Für ein Viertel des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes in Baden-Württemberg sind die privaten Haushalte verantwortlich. 75 Prozent davon entstehen beim Heizen von Gebäuden, deshalb kann man dort mit Wärmeschutzmaßnahmen und modernen Heizsystemen am effektivsten ansetzen. Bereits seit Anfang 2010 müssen nach dem Erneuerbare-Wärme-Gesetz bei einem Heizungsaustausch in Altbauten mindestens zehn Prozent der Wärmeenergie aus erneuerbaren Energien stammen. Für Häuslebesitzer heißt das: Sonnenkollektoren aufs Dach oder Pelletheizung in den Keller, eine Wärmepumpe vor das Haus oder mit Biogas heizen. Wenn das alles nicht geht, kann man sich das Kohlendioxid auch durch eine besonders gute Dämmung sparen. Bei Neubauten muss der Anteil erneuerbarer Energien für Heizung und Warmwasserbereitung noch höher sein. Baden-Württemberg hat sich zum Ziel gesetzt, die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Land bis 2050 um bis zu 90% zu senken.

## Klimaschutz im Städtle

Auch viele Gemeinden und Städte machen beim Klimaschutz mit. Sie fördern energieeffiziente Heizungspumpen oder Sonnenkollektoren, begrünte Dachflächen oder einen wärmenden Mantel fürs Haus. Tübingen beispielsweise will mit der Kampagne „Tübingen macht blau“ zehn Prozent Kohlendioxid einsparen. Auch Freiburg hat mit „CO<sub>2</sub>libri“ eine eigene Klimaschutzkampagne ins Leben gerufen. Aber auch viele andere Städte und Gemeinden im Land haben den Ehrgeiz, eine wichtige Rolle beim Klimaschutz zu spielen und investieren in umfangreiche Klimaschutzkonzepte und Kampagnen.



## Anpassungsfähigkeit ist gefragt

Der Schutz des Klimas ist das eine, der Schutz vor dem Klima das andere. Egal wie stark die Erwärmung ausfallen wird, wir werden damit leben müssen. Mittlerweile beschäftigen sich alle staatlichen Ebenen damit, wie man den Folgen des Klimawandels begegnen kann – von der Europäischen Union (EU) bis hin zu den Kommunen.

- Die EU hat 2009 ein Weißbuch zum Klimawandel vorgelegt und strategische Überlegungen entwickelt, wie man mit den Klimaveränderungen umgehen kann. Die Anpassung an den Klimawandel soll künftig in verschiedene Politikbereiche der EU integriert werden.
- Bereits Ende 2008 hat die Bundesregierung die „Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ (DAS) beschlossen, die Grundlage für einen „Aktionsplan Anpassung“ ist, der gerade gemeinsam mit den Bundesländern erarbeitet wird (Stand Januar 2011).
- Baden-Württemberg hat mit KLARA und KLIWA selbst schon zwei Forschungsvorhaben auf den Weg gebracht, die sich mit den Auswirkungen auf verschiedene Bereiche beschäftigen. Einige Anpassungsmaßnahmen sind bereits entworfen worden, zum Beispiel beim Hochwasserschutz, beim Niedrigwassermanagement oder dem Hitze-Frühwarndienst.
- Zudem will das Land auf Grundlage des „Aktionsplans Anpassung“ für die einzelnen Landesteile konkrete Anpassungsmöglichkeiten erarbeiten, die auf kommunaler Ebene umgesetzt werden können.
- 2010 wurde „Herausforderung Klimawandel Baden-Württemberg“ vom Nachfolgeprogramm „Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg (KLIMOPASS)“ abgelöst. Während sich das Vorgängerprogramm mehr mit den Folgen des Klimawandels beschäftigte, legt KLIMOPASS den Fokus auf die Erforschung möglicher Anpassungsmaßnahmen

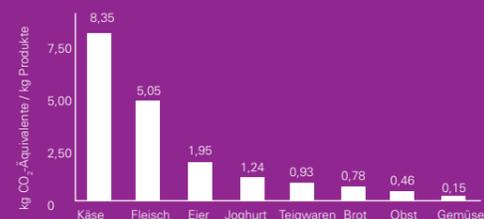
## Jeder kann etwas tun

Die Herausforderungen des Klimawandels sind groß und betreffen jeden der sieben Milliarden Menschen, die auf unserer Erde leben. Die „großen“ Maßnahmen müssen die politischen Entscheidungsträger in die Wege leiten. Aber Kleinvieh macht auch Mist: Jeder Einzelne kann seinen Energieverbrauch und damit seinen ganz persönlichen Kohlendioxidausstoß überprüfen: Muss das Fenster den ganzen Tag gekippt sein und die Heizenergie nach draußen entfliehen? Ist es wirklich so cool, zehn Mal am Tag mit dem Moped am angesagten Eiscafé vorbeizuknattern oder für jeden Weg das Auto zu nehmen? Müssen Radio, Fernseher oder Computer den ganzen Tag laufen, auch wenn keiner zuhört oder hinschaut?

Derzeit liegt der jährliche Pro-Kopf-Ausstoß von Kohlendioxid in Baden-Württemberg bei rund 7,7 Tonnen. Wer seine eigene CO<sub>2</sub>-Bilanz ausrechnen möchte, kann dies mithilfe des CO<sub>2</sub>-Rechners des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg tun: [www.um.baden-wuerttemberg.de](http://www.um.baden-wuerttemberg.de).

## Treibhausgasemissionen verschiedener Lebensmittel

(von der Landwirtschaft bis zum Handel)



Quelle: Wiegman et al. 2005.

## CO<sub>2</sub>-Spartabelle

Streckenvergleich	Ersparnis CO <sub>2</sub> [kg]
4,5 km mit dem Rad statt mit dem Pkw	0,3 0,15* 0,08
6 km mit Bus und Bahn statt mit dem Pkw	1,3 0,4* 0,055
Mit dem Pkw nach Wien statt mit dem Flugzeug nach Mallorca	580 1.310 2.695
Mit dem Zug nach Wien statt mit dem Flugzeug nach Mallorca	666 1.332 2.663

\*Wenn die Personen in einem Pkw fahren, kann die CO<sub>2</sub>-Emission jeweils auf alle Mitfahrer aufgeteilt werden, die Ersparnis wird im Vergleich zur klimafreundlichen Alternative kleiner. Wenn schon mit dem Pkw, dann gemeinsam – das ist besser fürs Klima.

Quelle: Klimaschutz Oekom Verein

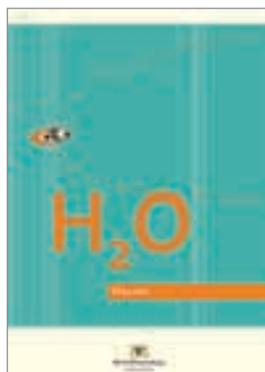
## Links

[www.um.baden-wuerttemberg.de](http://www.um.baden-wuerttemberg.de)  
[www.km-bw.de](http://www.km-bw.de)  
[www.bne-portal.de](http://www.bne-portal.de)  
[www.dekade-bw.de](http://www.dekade-bw.de)  
[www.ewik.de](http://www.ewik.de)  
[www.lubw.bwl.de](http://www.lubw.bwl.de)  
[www.klimanet.baden-wuerttemberg.de](http://www.klimanet.baden-wuerttemberg.de)

Folgende Themenhefte stehen als Download zur Verfügung:  
[www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/11152/?shop=true](http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/11152/?shop=true)



Ressourcen



Wasser



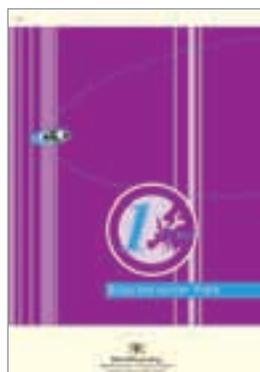
Energie



Klima



Stadt



Geld



Lärm



Brennstoffzelle



Gefördert durch die   
**GlücksSpirale**

## Impressum

Ministerium für Umwelt,  
Klima und Energiewirtschaft  
Baden-Württemberg  
Kernerplatz 9  
70182 Stuttgart  
[www.um.baden-wuerttemberg.de](http://www.um.baden-wuerttemberg.de)

Landesanstalt für Umwelt,  
Messungen und Naturschutz  
Baden-Württemberg (LUBW)  
Griesbachstraße 1-3  
76185 Karlsruhe  
[www.lubw.baden-wuerttemberg.de](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de)

Redaktion:  
Cornelia Herbst-Münz

Realisierung:  
ÖkoMedia GmbH, Stuttgart  
[www.oekomedia.com](http://www.oekomedia.com)

Fotos:  
ÖkoMedia GmbH, Stuttgart  
Reinhold Kiss/pixelio  
[www.bmu.de](http://www.bmu.de)  
[www.shutterstock.com](http://www.shutterstock.com)

Stand: 2011



**LUBW**



**Baden-Württemberg**

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT