



Bayerische Staatsregierung



# Klimaschutz Bayern 2020



Minderung von Treibhausgas-Emissionen  
Anpassung an den Klimawandel  
Forschung und Entwicklung



# Klimaprogramm Bayern 2020

Vorwort _____	2	Anpassung an den Klimawandel	
Vorwort des Bayerischen Klimarats _____	5	Wasserwirtschaft _____	45
		Land- und Forstwirtschaft _____	49
		Naturschutz _____	51
		Alpen _____	54
		Bodenschutz und Georisiken _____	57
		Industrie und Handel _____	58
		Gesundheit _____	61
<b>Bayerische Klimapolitik</b>		<b>Forschung und Entwicklung für Klima- und Umweltschutz</b>	
Grundsätze und Ziele bayerischer Klimapolitik _____	9	Ökosysteme und Naturhaushalt _____	63
Bayerische Klima-Allianz _____	12	Klimaanpassung in der Stadt _____	70
Internationale Zusammenarbeit zum Klimaschutz _____	15	Forschungsprogramm Landwirtschaft und Forsten _____	72
Ergebnisse bayerischer Klimapolitik und Ausblick _____	17	Gesundheit _____	74
		Umweltechnologien _____	76
		Energie- und Ressourceneffizienz _____	78
		Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (UFS) _____	82
<b>Minderung von Treibhausgas-Emissionen</b>		<b>Fazit _____</b>	<b>86</b>
Energieeinsparung bei Gebäuden _____	24		
Erneuerbare Energien _____	29		
Verkehr _____	36		
Industrie _____	38		
Land- und Forstwirtschaft _____	39		
Beratung, Information und Umweltbildung _____	40		

## Vorwort



### **Klimaschutz für ein nachhaltiges Bayern im Einklang mit der Umwelt**

Natur und Umweltqualität sind in Bayern ein hohes Gut. Die Bewahrung der Schöpfung ist die Richtschnur bayerischer Umweltpolitik. Große Bedeutung kommt dabei der Sensibilisierung für den Wert, aber auch für die Gefährdungspotenziale von Natur und Umwelt zu. Die Bayerische Staatsregierung folgt dabei dem Grundsatz der nachhaltigen Entwicklung. Wir wollen unsere ökologischen, ökonomischen und sozialen Grundlagen erhalten, miteinander in Einklang bringen und dabei die Chancen heutiger und künftiger Generationen auf Lebensqualität und Wohlstand sichern. Zu den größten Herausforderungen unserer Zeit gehören dabei die Verminderung von Treibhausgas-Emissionen und die Anpassung an die nicht vermeidbaren Folgen des Klimawandels sowie die Gestaltung einer klimaverträglichen Energiewende.

Bayern hat im Jahr 2009 als erstes Bundesland eine umfassende Klima-Anpassungsstrategie vorgestellt. Sie beinhaltet sowohl Handlungsmöglichkeiten als auch konkrete Maßnahmen, mit denen auf die Folgen des Klimawandels zum Schutz von Mensch und Umwelt reagiert werden kann. Mit verschiedenen Programmen beispielsweise zum Hochwasserschutz, zum Waldumbau oder zur Stabilisierung der biologischen Vielfalt ist die Anpassung bereits konkret in Umsetzung. Mit Strategien und Techniken für einen besseren Umgang mit dem Klimawandel können sich betroffene Unternehmen auf zukünftige Risiken besser vorbereiten und Chancen nutzen. So sind erneuerbare Energien Gewinner der Klimaschutzbemühungen und bieten Chancen für

eine intelligente Modernisierung bestehender Strukturen (z. B. Elektromobilität, Smart Grid).

Bayern ist entschlossen, beim Einstieg ins Zeitalter der erneuerbaren Energien an der Spitze voranzugehen und die Energiewende aktiv zu gestalten. Dazu werden wir mit Hochdruck die regenerativen Energien, Energienetze und Energiespeicher ausbauen. Bayern ist Pionier beim Einsatz erneuerbarer Energien und bis 2021 wollen wir 50 Prozent unseres elektrischen Stroms aus erneuerbaren Quellen erzeugen. Nur ein Land, das die Energiewende erfolgreich gestaltet, wird auch zukünftig nachhaltigen Wohlstand für seine Bevölkerung gewährleisten können.

Ein ambitionierter Klimaschutz ist ein entscheidender Treiber für den Umbau unserer Energieversorgung. Er setzt wichtige Investitionssignale für Innovationen und technologischen Fortschritt. Im Energiekonzept „Energie Innovativ“ haben wir unser Ziel bekräftigt, die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2020 deutlich unter 6 Tonnen pro Kopf und Jahr zu senken.

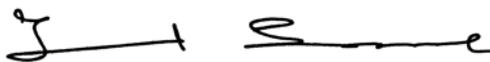
Bayern hat mit dem Klimaprogramm Bayern 2020 in den Jahren 2008 bis 2011 bereits eine dreiviertel Milliarde Euro in den Klimaschutz investiert. Mehr als jedes andere Bundesland! In der mittelfristigen Finanzplanung sehen wir bis 2016 zusätzlich 1 Mrd. Euro für Klima, Energie und Innovation vor. Bereits im Doppelhaushalt 2013/2014 stellen wir rund 260 Mio. Euro zur Umsetzung der Energiewende und zur Verbesserung des Klimaschutzes zur Verfügung. Wichtiger Schwerpunkt ist der Mitteleinsatz für Forschung und Technologieentwicklung sowie der Wissens- und Technologietransfer in die Praxis.

Die Maßnahmen der bayerischen Klimapolitik zeigen Wirkung: Seit dem Ende der 1990er Jahre sind die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen um über 10 Mio. Tonnen auf rund 76 Mio. Tonnen gesunken. Der energiebedingte CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Freistaat ist schon heute mit 6,0 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Kopf und Jahr ein Drittel niedriger als der Bundesdurchschnitt (rund 9 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Kopf und Jahr). Bayern zählt weltweit mit zu den im Klimaschutz fortschrittlichsten Industrieländern (USA rund 17 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Kopf und Jahr).

Die Bilanz macht aber auch deutlich, dass es weiterer Anstrengungen bedarf, die Emissionen wirksam zu reduzieren. Rund drei Viertel der Treibhausgasemissionen sind energiebedingt. Daher kommt der Energieeinsparung eine Schlüsselrolle für einen effektiven Klimaschutz zu. Um die Treibhausgas-Emissionen zu reduzieren, müssen wir zwar unseren Lebensstil ändern – nicht aber unseren Lebensstandard. Bereits heute gibt es innovative Umwelttechniken, die Energie einsparen und gleichzeitig den Komfort erhöhen. Ein Gebäude nach dem Passivhaus-Standard kommt bei höherem Komfort mit einem Zehntel der Heiz-Energie herkömmlicher Gebäude aus. Die Mehrkosten amortisieren sich langfristig durch niedrigere Heizkosten. Moderne geregelte Heizungs-Pumpen brauchen bei gleicher Pumpleistung nur noch gut ein Viertel des Stroms veralteter Pumpen. Mit modernen Beleuchtungssystemen können über 80 Prozent Strom eingespart werden. Entscheidend ist, dass jeder Einzelne etwas tun kann. Machen wir einen Sport daraus, mit Energie sinnvoll umzugehen. Verlangen wir also energiesparende Geräte und Produkte. Die

Wirtschaft wird Energieeffizienz liefern – wenn nur genügend Menschen diese nachfragen.

Bayern setzt für diese Aufgabe auf breite Kooperationen insbesondere in der Bayerischen Klima-Allianz. Wir schaffen als starke Partner in der Gesellschaft Bewusstsein, wir informieren, wir handeln – und zwar gemeinsam! Die Menschen sind bereit, für den Klimaschutz einen Beitrag zu leisten. Aufbruch Bayern ist unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung und Symbiose von Ökonomie und Ökologie in Bayern. Klimaschutz bleibt vorrangiges Handlungsfeld der Staatsregierung.



Horst Seehofer  
*Bayerischer Ministerpräsident*



Dr. Marcel Huber MdL  
*Bayerischer Staatsminister für  
Umwelt und Gesundheit*



## Vorwort des Bayerischen Klimarats

Klima ist eine lebensbestimmende natürliche Ressource. Unsere wichtigsten Überlebensgrundlagen sind Wasser, Wärme und Licht von der Sonne sowie Nahrung. Diese hängen direkt von den Klimaparametern Sonnenstrahlung, Temperatur und Niederschlag ab. Ändert sich das Klima, sind die Natur und wir alle in unseren Lebensgrundlagen betroffen. Angesichts der bereits stattfindenden, vom Menschen verursachten globalen Klimaänderungen ist die Politik in allen Staaten, aber auch in einem Bundesland wie Bayern gefordert, an der Verwirklichung des Hauptzieles der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen mitzuwirken, nämlich die Konzentrationen der Treibhausgase auf einem verträglichen Niveau zu stabilisieren und damit eine „gefährliche Klimaänderung“ zu vermeiden.

Mit der Berufung eines Klimarates der Bayerischen Staatsregierung durch Ministerpräsident Stoiber im Frühjahr 2007 und dessen Zuordnung zum Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit hat der Freistaat Bayern eine wissenschaftliche Begleitung für das Klimaprogramm Bayern 2020 geschaffen. Dies ermöglichte einen engen Austausch zwischen Beratern und politischen Entscheidern. Darüber hinaus sind im Klimaprogramm Bayern 2020 von Beginn an die Minderung der Emission von Treibhausgasen und die Anpassung an die auch bei stringenter globaler Klimapolitik nicht mehr vermeidbaren Klimaänderungen gleichzeitig gewährleistet gewesen. Die finanzielle Ausstattung des Bayerischen Klimaprogramms ist deutschlandweit einzigartig.

In der Kabinettsklausur auf der Zugspitze am 24. April 2007 konnte der Klimarat erreichen, dass sein Vorschlag, die jährlichen energiebedingten Kohlendioxidemissionen pro Einwohner bis 2020 auf 5 Tonnen zu reduzieren, öffentlich wurde. Die Staatsregierung hat das Ziel „deutlich unter 6 Tonnen bis 2020“ festgeschrieben. Inzwischen ist auch ein weiter reichendes Ziel von 5 Tonnen bis 2030 kommuniziert.

Der Bericht über die erste Phase des Klimaprogramms Bayern 2020 zeigt, dass Bayern mit einer Reduktion von ca. 7,5 Tonnen pro Einwohner und Jahr im Jahr 2000 auf jetzt etwa 6 Tonnen auf dem Weg zu diesem Ziel ist. Es war außerdem klug, die bei den Vereinten Nationen als gerechtes Maß geltende Bezugsgröße „Emission pro Kopf und Jahr“ an Stelle einer absoluten Kohlendioxidmenge für Bayern zu verwenden. So kann erreicht werden, dass andere Faktoren, welche die absoluten Emissionen beeinflussen, wie z. B. die Bevölkerungszunahme, den Erfolg des Handelns der Zivilgesellschaft und der Regierung nicht verschleiern.

Mit dem Beschluss der Bundesregierung und des Deutschen Bundestages vom Sommer 2011, die Energiewende hin zur Dominanz der erneuerbaren Energien zu wagen, ist eine weitere Herausforderung hinzugekommen. Die deutschen Reduktionsziele gehen weit über den Beschluss des Europäischen Rates vom März 2007 hinaus, bis 2020 zwanzig Prozent weniger Kohlendioxid zu emittieren als im Jahre 1990. Für Deutschland gilt jetzt als Ziel, bis 2050 mindestens 80 Prozent der gesamten eingesetzten Energie aus erneuerbaren

Energien bereitzustellen. Es ist eine große Chance, den Klimaschutz mit den Maßnahmen der Energiewende, d. h. einem ausgewogenen Paket von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien, zu beschleunigen.

Bayern hat im Vergleich zu den meisten Bundesländern Vorteile bei der Verfügbarkeit von Wasserkraft, Sonnenenergie und Biomasse sowie Geothermie (vor allem für die Wärmeversorgung). Die politischen Weichenstellungen müssen auch eine weitere Vernetzung der Bereitstellung von Energie mindestens für den Raum von Mitteleuropa sowie innovative Speicherverfahren zum Ziel haben. Eine Energieautarkie auf Landes- oder Bundesebene wäre kontraproduktiv und würde die Ziele der Energiewende nahezu unerreichbar machen. Das heißt aber auch, dass die Bayerische Staatsregierung sich bei der Bundesregierung und der EU für die weitere Internalisierung externer Effekte der Nutzung fossiler Brennstoffe einsetzt, denn dann werden manche erneuerbaren Energien nicht mehr subventioniert werden müssen und die Energiewende entwickelt eine Eigendynamik. Eine solche Dynamik setzt bereits jetzt ein, weil die Gestehungskosten für Fotovoltaikstrom unter den Strompreis aus dem Netz für Kleinabnehmer gefallen sind und somit der Eigenverbrauch sowie die Speicherung angeregt werden.

Im Klimaprogramm Bayern 2020 ist kaum von der Nutzung der Sonnenenergie durch Strom aus Solarzellen die Rede, weil dieser Sektor durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) geregelt wird. Dennoch sollte der überwältigende Zuwachs dieser Energienutzung, insbesondere in Bayern, zum Anlass genommen werden, die Rolle der Energiespeicherung in Zusammenarbeit mit den Nachbarländern in den Vordergrund zu rücken. Gegenüber allen anderen bisherigen Energiespeichermethoden ist diejenige in Pumpspeicherwerken derzeit die effizienteste. Da die Hochspannungsnetze z. B. nach Österreich zu den dortigen großen Pumpspeicherwerken existieren, ist eine rasche Effizienzsteigerung der Nutzung der Fotovoltaik möglich. Bayern könnte für diese Vernetzung wieder eine Vorreiterrolle einnehmen, aber auch im eigenen Gebiet diese Möglichkeit nutzen.

Nicht vergessen werden sollte, dass auch in Natur und Landschaft selber viel Potenzial für den Klimaschutz existiert. So ist die Wiedervernässung von früher entwässerten Mooren genauso effektiv wie alle anderen Maßnahmen zur Emissionsreduktion in der Landwirtschaft zusammengenommen, und sie ist zugleich ein Beitrag zur Erhaltung der biologischen Vielfalt. Der Moorschutz im bisherigen Klimaprogramm Bayern 2020 war also ein Erfolg, der fortgesetzt werden sollte. Dagegen sollte die energetische Nutzung der Biomasse zum Teil kritischer gesehen werden als bei Beginn des Klimaprogramms Bayern 2020. Nur bei Einspeisung von Biogas in das Gasnetz oder bei Nutzung der Abwärme einer Biogasanlage kann diese energetische Nutzung Klimaschutz bedeuten. Letzteres gilt vor allem dann, wenn

als Ausgangsstoffe im Wesentlichen Reststoffe aus der Landwirtschaft genutzt werden. Auch hier ist das große Ziel, Erhalt der biologischen Vielfalt, immer mit einzubeziehen.

Neue wissenschaftliche Erkenntnisse sollen hier kurz zusammengefasst werden. Erstens schreitet der mittlere globale Temperaturanstieg anders als in vielen Medien dargestellt mit einer Zunahme von erneut etwa 0,16°C im vergangenen Jahrzehnt fort. Zweitens weist die am Ende des Sommers in der Arktis noch vorhandene Meereisdecke seit 2005 fast jedes Jahr neue Minima auf. Die realen Veränderungen wurden also durch bisherige Modelle weit unterschätzt. Drittens haben auch in Regionen mit abnehmenden bzw. stagnierenden Gesamtniederschlagsmengen Extremniederschläge zugenommen. Viertens wurde der seit 1992 aufgetretene Meeresspiegelanstieg von etwas über 3 mm pro Jahr von bisherigen Modellrechnungen unterschätzt, weil der bisher relativ geringe Beitrag des Abschmelzens der großen Eisschilde in den letzten Jahren rasch größer geworden ist. Die Empfindlichkeit des Klimas gegenüber einem steigenden Treibhauseffekt ist folglich höher als bisher angenommen.

Maßnahmen zum Klimaschutz sind also dringlicher denn je.



**Prof. Dr. Dr. h. c. mult.  
Hartmut Graßl**

(Vorsitzender, früherer Direktor des Max-Planck-Instituts für Meteorologie in Hamburg und vormaliger Direktor des Weltklimaforschungsprogramms)



**Prof. Dr. Dr. Peter Höppe**

(Leiter des Bereichs GeoRisiken-Forschung der Munich Re)



**Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wagner**

(Mitglied des Vorstands des DLR, Leiter der Koordinierungsstelle der Wasserstoff-Initiative Bayern)

*Der Bayerische Klimarat berät das für Klimaschutz federführende Umweltministerium bei naturwissenschaftlichen, umwelttechnischen und wirtschaftlichen Fragestellungen im Bereich des Klimaschutzes. Gemäß Satzung besteht der Bayerische Klimarat aus drei ordentlichen Mitgliedern.*

# Bayerische Klimapolitik



## Grundsätze und Ziele bayerischer Klimapolitik

Klimaschutz ist auch Ressourcenschonung. Bayern verfolgt eine vorausschauende, nachhaltige und in sich schlüssige Klimaschutzstrategie. Nur im engen Schulterschluss zwischen Wirtschaft, Politik und Gesellschaft können wir einer gefährlichen Klimaveränderung entgegenwirken. Natürliche Ressourcen sind für Bayerns Wirtschaft und für die Lebensqualität ausgesprochen wichtig. Dazu zählen alle Arten von Rohstoffen, Energiequellen wie Sonne oder Wind, Umweltmedien wie Boden und Wasser, biologische Ressourcen einschließlich biologischer Vielfalt sowie Land und Flächen.

Die Klimaschutzstrategie Bayern 2020 beruht auf den drei Säulen, die **Treibhausgas-Emissionen weiter zu reduzieren**, die **Anpassung** an die unvermeidlichen Folgen des Klimawandels voranzutreiben und diese Ziele durch **Forschung und Entwicklung** zu unterstützen, um damit eine fundierte Datenbasis für weiter gehende strategische Entscheidungen zu erarbeiten.

Der Klimawandel ist ein globales Problem mit regionalen Konsequenzen. Bayern ist mit seiner sensiblen Alpenregion besonders betroffen. In den vergangenen Jahrzehnten hat sich die mittlere Jahrestemperatur in den Alpen doppelt so stark erhöht wie im globalen Durchschnitt. Die steigenden Temperaturen werden neben dem bereits heute zu beobachtenden Abschmelzen der Gletscher zu einer Verringerung der Grundwasserneubildung sowie zu abnehmenden Niederschlägen im Sommer und zunehmenden im Winter führen. Der Klimawandel hat so heute schon Auswirkungen mit erheblicher – positiver wie negativer – Bedeutung für langfristige Geschäftsstrategien und unternehmerische Entscheidungen. Betroffen sind zum Beispiel Unternehmen aus den Branchen Verkehr,

Energie und Tourismus. Mit Strategien und Techniken für einen besseren Umgang mit den unvermeidbaren Folgen des Klimawandels können sich die betroffenen Unternehmen auf zukünftige Risiken besser vorbereiten. Diese Klima-Anpassungsprozesse leisten Vorsorge, vermindern die Verletzbarkeit von Umwelt und Gesellschaft und können zum Motor eines nachhaltigen Wirtschaftens werden. Klimaschutz setzt damit wichtige Investitionssignale für Innovationen und technologischen Fortschritt.

Ambitionierte Ziele zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen sind entscheidender Treiber für den Umbau der Energieversorgung. Für Bayern als exportorientiertes Hochtechnologie-land eröffnen sich durch Umwelttechnologien bedeutende Märkte und Zukunftsperspektiven. Aus Gründen der Ressourcenschonung ist es ökologisch wichtig und ökonomisch richtig, fossile Energieträger einzusparen, effizient zu nutzen und durch erneuerbare Energieträger zu ersetzen.

Jede Ressourcennutzung ist mit mehr oder weniger starken Belastungen für die Umwelt verbunden. Boden, Energie, Rohstoffe und Wasser müssen insgesamt deutlich effizienter eingesetzt werden, um auch nachfolgenden Generationen Möglichkeiten zu ihrer Nutzung zu lassen. Bayern steht damit vor der Herausforderung, den erreichten hohen Wirtschafts- und Lebensstandard der Bürgerinnen und Bürger bei knappen Ressourcen zu erhalten und noch weiter zu verbessern sowie gleichzeitig dafür zu sorgen, dass sich der Zustand der Umwelt nicht verschlechtert. Diese Ziele konkurrieren nicht miteinander, sondern sie ergänzen sich bei generationenübergreifender Betrachtung. Weiteres Wachstum und Wohl-

stand für alle sind weltweit nur bei deutlich gesteigerter Ressourceneffizienz möglich. Bayern will eine Vorreiterrolle bei der nachhaltigen Ressourcennutzung einnehmen.

Im „Klimaprogramm Bayern 2020“ sind die Ziele auf das Jahr 2020 ausgerichtet. Bei veränderter Stromversorgung – wie es das Bayerische Energiekonzept „Energie Innovativ“ aus dem Jahr 2011 vorsieht – wird der Energieträger Erdgas stärker zum Einsatz kommen. Dies kann zu einer Erhöhung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Bayern führen (ca. 6 – 8 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> jährlich). Die höheren CO<sub>2</sub>-Emissionen müssen, um die Klimaschutzziele nicht zu gefährden, durch verstärkte Anstrengungen bei Energieeinsparungen und -effizienz in den Verbrauchssektoren Wärme und Mobilität kompensiert werden. Bereits im Bayerischen Energiekonzept „Energie innovativ“ ist ausgeführt, dass auch ohne Nutzung der Kernenergie am ehrgeizigen Ziel festgehalten wird, die energiebedingten Treibhausgase bis 2020 auf deutlich unter 6 Tonnen pro Einwohner und Jahr zu senken. Längerfristig sollte das 5-Tonnen-Ziel angestrebt werden.



## Bayerische Klimaschutzziele

Die Bayerische Staatsregierung hat ihre Klimaschutzpolitik seit langem mit konkreten Zielen hinterlegt. Übergeordnetes Ziel ist es dabei, den Klimaschutz in alle Lebens- und Wirtschaftsbereiche zu integrieren. Bayern soll seine Spitzenposition im Klimaschutz erhalten und weiter Vorbild bleiben.

- Bereich Reduktion:
  - Verringerung der jährlichen energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen je Einwohner auf deutlich unter 6 Tonnen bis 2020
  - Steigerung der Energieproduktivität um 30 Prozent bis 2020
  - Verdoppelung des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch auf 20 Prozent
  - Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch auf 50 Prozent bis 2021
  - Nutzung des Potenzials zur Steigerung der Stromerzeugung aus Wasserkraft unter Berücksichtigung der Belange von Wasserwirtschaft und Naturschutz
  - Erhöhung des Beitrags der Tiefengeothermie auf knapp ein Prozent am Gesamtenergieeinsatz und rund 0,6 Prozent am Stromverbrauch bis 2021
  - Erhöhung des Anteils der Biomasse am Stromverbrauch auf knapp zehn Prozent
  - Reduzierung des Wärmebedarfs in Gebäuden um 20 Prozent und des industriellen und gewerblichen Prozesswärmebedarfs um 15 Prozent bis 2021.
- Bereich Anpassung:
  - Bestmögliche Anpassung aller klimasensitiven und verwundbaren Bereiche in Bayern an die Folgen des Klimawandels

In dem Wissen, dass direkte und indirekte Folgen des Klimawandels jeden gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Sektor betreffen können, hat die Staatsregierung im September 2009 die „**Bayerische Klima-Anpassungsstrategie (BayKLAS)**“ vorgestellt. Übergeordnetes Ziel ist die Motivation aller Akteure, sich selbstständig für die Bewältigung der Herausforderungen des Klimawandels zu engagieren. Dies soll durch moderne und praxisnahe Instrumente wie Vernetzung aller Beteiligten, Dialog und Information, zielgerichtete Forschung, Aus- und Fortbildung sowie finanzielle Förderung erfolgen. Die Staatsregierung ergänzt damit die vom Bundeskabinett im Dezember 2008 beschlossene „Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel“.



Auch Wirtschaftsunternehmen widmen sich den neuen Herausforderungen des Klimawandels. Mit Strategien und Techniken für einen besseren Umgang mit dem Klimawandel können sich betroffene Unternehmen (z. B. in den Branchen Verkehr, Tourismus und Energie) auf zukünftige Risiken besser vorbereiten und Chancen nutzen. Klima-Anpassungsprozesse leisten Vorsorge, vermindern Verletzbarkeit von Umwelt und Gesellschaft und können zum Motor eines nachhaltigen Wirtschaftens werden. Einen besonders wirksamen Beitrag zum globalen Klimaschutz leisten bayerische Unternehmen, indem sie klimaverträgliche Technologien entwickeln und weltweit auf den Markt bringen.

## Bayerische Klima-Allianz



Klimaschutz ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. Klimaschutz spielt in allen Sektoren eine wichtige Rolle – von der Energiewirtschaft über Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft über Verkehr bis zu den Haushalten. Klimaschutz ist damit eine typische Querschnittsaufgabe, die alle fordert. Daher hat die Bayerische Staatsregierung gemeinsam mit dem Bund Naturschutz 2004 die Bayerische Klima-Allianz gegründet. In der Klima-Allianz schaffen starke Multiplikatoren durch Information und Handeln Bewusstsein für Klimaschutz in der Gesellschaft.

### Partner der Bayerischen Klima-Allianz

Jeder Partner besiegelt die Allianz mit Unterzeichnung einer „Gemeinsamen Erklärung für eine Zusammenarbeit zum Schutz des Klimas“, die individuell mit der Staatsregierung abgestimmt wird. Zwischenzeitlich umfasst die Bayerische Klima-Allianz 22 Partner. Sie hat sich damit als kooperative Plattform von Staatsregierung und nichtstaatlichen Einrichtungen bewährt.

Partner der Bayerischen Klima-Allianz sind (Stand: 1. Februar 2013):

- Bund Naturschutz in Bayern e.V.
- Evangelisch-Lutherische Kirche in Bayern und Katholische Kirche in Bayern
- Bayerischer Landkreistag
- Verband der bayerischen Bezirke
- Bayerische Architektenkammer, Landesverband Bayern des Bundes Deutscher Architekten und Bayerische Ingenieurekammer Bau
- Bayerischer Landes-Sportverband e.V.
- Bayerischer Gemeindetag
- Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V.
- Regionalträger Bayern-Süd, Nordbayern und Schwaben der Deutschen Rentenversicherung
- Landesverband Bayern des Verbandes Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland e.V.
- Bayerischer Städtetag
- Bayerischer Jugendring
- Bayerischer Sportschützenbund e.V.
- Deutscher Alpenverein e.V.
- Sparkassenverband Bayern
- Bundesverband CarSharing e.V.
- Landesverband der Campingwirtschaft in Bayern e.V.
- Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks
- Landesverband der steuerberatenden und wirtschaftsprüfenden Berufe in Bayern e.V.



Staatsminister Dr. Marcel Huber, Präsident Peter Aicher und Staatsminister Joachim Herrmann bei der Unterzeichnung der Gemeinsamen Erklärung zum Klimaschutz

## Ziele und Projekte der Klima-Allianz

Die Partner der Bayerischen Klima-Allianz und die Bayerische Staatsregierung verfolgen ehrgeizige Klimaschutzziele, wie z. B. Energieeinsparung, Steigerung der Energieeffizienz, Einsatz erneuerbarer Energien oder Umweltbildung. Hierbei entstehen Projekte, die das Bewusstsein für das Thema Klimaschutz stärken, breit angelegte Informationen bereitstellen, Handlungsmöglichkeiten aufzeigen und dabei möglichst viele gesellschaftliche Gruppen einbeziehen und zu gemeinsamen Aktionen im Sinne eines nachhaltigen Klimaschutzes anregen. Auch die Vernetzung und Zusammenarbeit der Klima-Allianz-Partner untereinander stärkt die bayerischen Klimaschutzanstrengungen.

Der Freistaat Bayern unterstützt seine Partner in der Klima-Allianz bei der Durchführung von Vorhaben zum Schutz des Klimas, z. B. „Klimacheck“ (Bayerischer Landes-Sportverband e. V. sowie Bayerischer Sportschützenbund e. V.), „Sparflamme“ (Evangelisch-Lutherische Kirche in Bayern) oder „Klimadetektive“ (Bayerische Architektenkammer). Ziel ist es, die Projekte durch eine Anschubfinanzierung zu stärken und den Weg zur selbstständigen Weiterentwicklung zu ermöglichen.

## Klima-Check

Das Bayerische Umweltministerium fördert die Projekte „Klima-Check“ des Bayerischen Landes-Sportverbands und des Bayerischen Sportschützenbundes. Dabei können bayerische Sportvereine bei Bau, Betrieb und Unterhalt ihrer Sportstätten eine sportstätten-spezifische, fachlich kompetente, neutrale und kostenfreie energetische Beratung sowie wertvolle Informationen, Tipps und Empfehlungen zu einer dauerhaften Reduzierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs erhalten. Neben einer Steigerung des Einsatzes erneuerbarer Energieträger und einer deutlichen Energieeinsparung zielt das Projekt auch auf die Verbreitung des Klimaschutzgedankens im Sportbereich sowie auf Jugendarbeit und Wertebildung ab. Seit Beginn des Projektes 2009 haben rund 500 bayerische Sportvereine das für sie kostenlose Serviceangebot in Anspruch genommen.

### Bayerische Klimawoche

Wie Umfragen zeigen, hält die Mehrheit der Bevölkerung Klimaschutz für eines der herausragenden Themen unserer Zeit. Wenn es jedoch um das persönliche Handeln geht, räumen viele der Befragten ein, dass sie eigentlich noch mehr für den Klimaschutz tun könnten. Dieser Widerspruch zwischen allgemeinem Bekenntnis und eigenem Handeln war Anlass für die Bayerische Klima-Allianz, den Klimaschutz mit einer gemeinsamen Aktion noch deutlicher ins Bewusstsein der Menschen zu rücken.

Seit 2008 ist deshalb die alljährlich veranstaltete Bayerische Klimawoche zentrales Veranstaltungsereignis der Partner der Klima-Allianz in ganz Bayern. Ob Exkursionen in die Natur, interessante Vorträge, informative Ausstellungen, Energieberatungen oder Workshops, die zu eigenständigem Denken und zum Mitmachen anregen – das Veranstaltungsangebot während der Klimawoche ist breit gefächert und spricht alle Alters- bzw. Bevölkerungsgruppen gleichermaßen an. Die Eröffnung der Klimawoche 2012 fand in Kooperation mit dem Bayerischen Jugendring im Kloster Benediktbeuern im Rahmen des dortigen Lernfests statt, das über 30.000 Besucher anzog.



## Internationale Zusammenarbeit zum Klimaschutz

Der Klimawandel macht nicht an Landesgrenzen Halt. Klimaschutz ist eine globale Aufgabe und muss global bewältigt werden. Daher vermittelt Bayern Delegationen (z. B. aus der chinesischen Partnerprovinz Shandong) Wissen im Bereich des energieeffizienten Planens und Bauens und kooperiert im Rahmen des europäischen Alpenraumprogramms mit Regionen verschiedener Länder.

Ziel der Staatsregierung ist es, Maßnahmen von Bund und Europäischer Union wirksam zu unterstützen bzw. zu ergänzen und gleichzeitig die bisher erreichte Spitzenposition und die Vorbildfunktion Bayerns zu wahren. Schwerpunkte der bayerischen Klimaschutzpolitik sind

- auf internationaler Ebene die Weiterentwicklung des Kyoto-Protokolls hin zu einem wirkungsvollen globalen Klimaschutzabkommen mit langfristigen absoluten Emissionsminderungszielen für alle Industrieländer und angemessenen Beiträgen der Schwellen- und Entwicklungsländer,
- auf nationaler und regionaler Ebene die Umsetzung der vorsorgenden Drei-Säulen-Strategie „Reduktion, Anpassung und Forschung“ mit konsequenter Verminderung von Treibhausgasemissionen insbesondere durch eine intelligente Energiepolitik als Motor für Innovation und Beschäftigung auf der einen Seite und Anpassung an die nicht mehr vermeidbaren Auswirkungen der Klimaveränderung auf der anderen Seite.

### Climate Group

Bayern ist Mitglied der Climate Group, eines weltweit tätigen Zusammenschlusses von Regionen, die im Klimaschutz besonders aktiv sind. Die Climate Group führt Politik und Wirtschaft zusammen, um erfolgreiche Strategien für den Klimaschutz auf regionaler Ebene voranzubringen. Zu den Mitgliedern aus der Wirtschaft zählen z. B. Nike, BP, Coca-Cola, Dell, IBM, Lenovo, Suntech und Google. Staatliche Mitglieder sind u. a. Kalifornien, New York, Greater London, Quebec, Île-de-France, Schottland, Westaustralien, São Paulo und Guangdong sowie die deutschen Bundesländer Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen.

Die wichtigste Veranstaltung der Climate Group ist der „Climate Leaders Summit“ im Rahmen des jährlich stattfindenden UN-Weltklimagipfels. Bayern präsentierte seine ehrgeizigen Klimaziele bereits in Montreal (2005), Nairobi (2006), Bali (2007), Kopenhagen (2009) und in Cancun (2010).

In Rio de Janeiro auf der UN-Nachhaltigkeitskonferenz „Rio + 20“ hat die Climate Group die Kampagne „Clean Revolution“ vorgestellt. Ziel ist die Unterstützung und Sicherung des weltweiten Wachstums, die Schaffung neuer Arbeitsplätze, insbesondere in den Bereichen Umwelt, Energieeinsparung, Elektromobilität und Intelligente Informations- und Kommunikationstechnik sowie die Bereitstellung sauberer Energie.

### Virtuelles Alpenobservatorium (VAO)

Im besonders vom Klimawandel betroffenen Alpenraum ist die grenzüberschreitende Kooperation das Gebot der Stunde. Die sichtbaren Umweltveränderungen, die Zunahme der Naturgefahren, die Erstellung auch regional belastbarer Prognosen, die Verschränkung der nationalen Strategien zur Verminderung der Klimafolgen und die Verfolgung der ergriffenen Vorsorgemaßnahmen verlangen einen international abgestimmten Erfahrungsaustausch und nach gleichen Qualitätskriterien durchgeführte Messkampagnen.

Mit Unterstützung der Staatsregierung verhandelt daher die Umweltforschungsstation Schneefernerhaus auf der Zugspitze seit 2009 verbindliche Vereinbarungen zur verstärkten Zusammenarbeit und infrastrukturellen Vernetzung in diesen Forschungsbereichen mit den Höhenforschungsstationen der Alpenländer und solchen in klimatisch vergleichbaren Hochgebirgsregionen.

Bislang wurden bereits Abkommen unterzeichnet mit dem Observatorium Sonnblick der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik – ZAMG (Österreich), der Internationalen Stiftung Hochalpine Forschungsstation Jungfrau-Joch & Gornergrat – HFSJG (Schweiz), der Europäischen Akademie Bozen – EURAC (Italien) und dem Arctic Lidar Observatory for Middle Atmosphere Research – ALOMAR (Norwegen). Verhandelt wird aktuell mit den Observatorien Haute Provence (Frankreich), Krvavec (Slowenien) und Abastumani (Georgien). Mittelfristiges Ziel ist ein „Virtuelles Alpenobservatorium (VAO)“, ein von der Europäischen Union geförderter Verbund, der für alle wichtigen Höhenforschungsstationen offen ist (vgl. Seite 82).



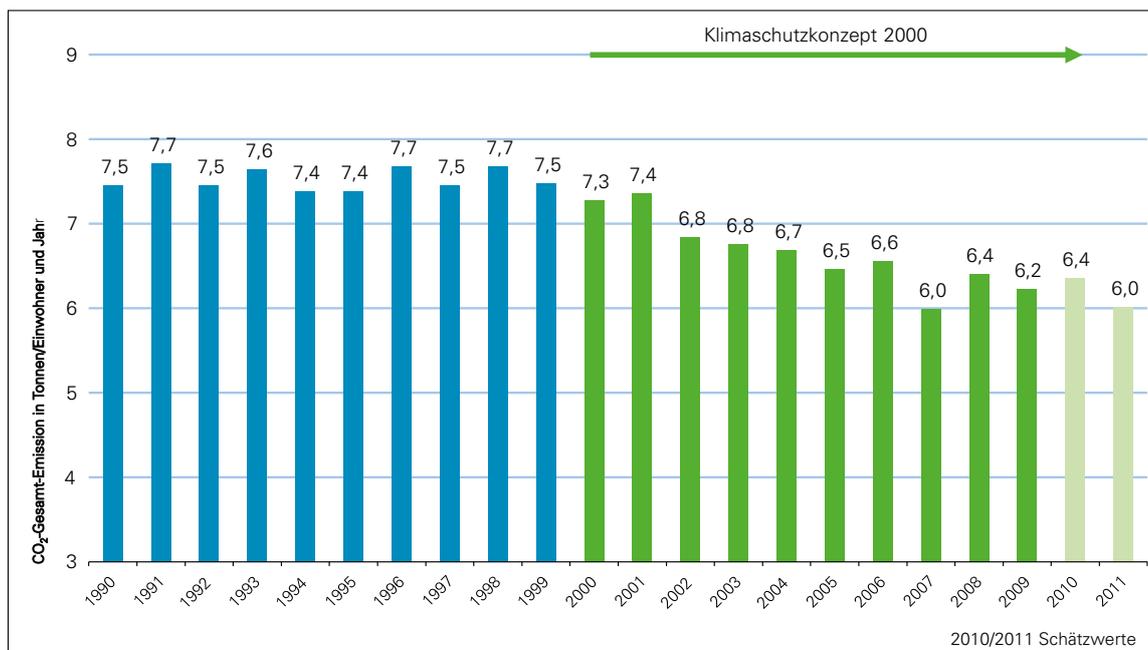
## Ergebnisse bayerischer Klimapolitik und Ausblick

Seit Ende der 1990er Jahre gingen die energiebedingten jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen in Bayern zurück und zwar von über 90 Mio. Tonnen auf ca. 75 Mio. Tonnen im Jahr 2007 (entspricht 5,99 Tonnen pro Einwohner). Konjunkturbedingt schwankten die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Folgejahren. Das für das Jahr 2010 angestrebte bayerische Ziel von 80 Mio. Tonnen (entspricht 6,4 Tonnen pro Einwohner) wird – trotz konjunkturbedingten Anstiegs der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2010 – erreicht. Für das Jahr 2011 wird mit rund 76 Mio. Tonnen gerechnet.

Mit 6 Tonnen energiebedingter CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner und Jahr belegt Bayern eine Spitzenposition in Deutschland.

Die Bilanz macht aber auch deutlich, dass es weiterer Anstrengungen bedarf, die CO<sub>2</sub>-Emissionen wirksam auf deutlich unter 6 Tonnen zu reduzieren.

Im Bereich der **energetischen Sanierung staatlicher Gebäude** ist weiteres CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial zu erschließen. Bereits mit dem Sonderprogramm zur energetischen Sanierung staatlicher Liegenschaften, dem Konjunkturpaket II und dem Investitionspakt zur energetischen Sanierung sozialer Infrastruktur konnte eine Offensive zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung im Gebäudebereich gestartet werden. Zudem wurden Impulse für die Bauwirtschaft in Bayern geschaffen, denn über ein Drittel des heutigen Energieeinsatzes entfällt in Bayern



### Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen in Bayern (pro Einwohner und Jahr)

Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung sowie Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (2010 und 2011 Schätzung)

auf den Gebäudebereich. Daher sollen weiterhin zusätzliche Optimierungen an der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik realisiert und der Einsatz regenerativer Energien gezielt vorangebracht werden. Erklärtes Ziel bleibt, mit den zur Verfügung stehenden Mitteln die maximale CO<sub>2</sub>-Einsparung zu realisieren.

Von den Förderprogrammen zur Wärmenutzung bei Geothermie und zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei kleinen und mittleren Unternehmen sind weitere Impulse zur Reduktion von Treibhausgasemissionen durch Umstellung auf innovative und effiziente Technologien ausgegangen. Insgesamt hat das Wirtschaftsministerium 4 Mio. Euro als Zuschüsse für nachhaltige Technologieentwicklung zur effizienten Energiegewinnung und -nutzung zur Verfügung gestellt. Zuschüsse hat es auch zur verstärkten Nutzung der Geothermie in Bayern bewilligt. Darunter waren Projekte in Unterföhring, Pullach, Aschheim, Garching und Unterhaching.

Der Umbau der Energieversorgung ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe und soll daher mit einem **Energieeffizienz-Pakt** wie der **Umweltpakt Bayern** und die Bayerische Klima-Allianz auch auf eine breite gesellschaftliche Basis gestellt werden. Ziel muss sein, im Sinne eines Gesellschaftsvertrags die mit dem Umbau der Energieversorgung verbundenen Herausforderungen solidarisch zu gestalten, die Bereitschaft für kooperative Lösungen zu fördern und Akzeptanz für mögliche Belastungen z. B. aus dem Bau neuer Energieinfrastrukturen zu erreichen.

Der Freistaat Bayern unterstützt im Rahmen des Förderschwerpunkts **CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm** bayerische Kommunen und andere Körperschaften des öffentlichen Rechts (z. B. Kirchen) bei der Durchführung von Maßnahmen, die eine Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes ihrer Liegenschaften zum Ziel haben und damit einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Gefördert werden in erster Linie planerische Maßnahmen und – im Rahmen verfügbarer Haushaltsmittel – deren Umsetzung in Einzelfällen. Zuwendungsfähig sind insbesondere Aufwendungen für die Inanspruchnahme externer Berater und damit auch Beraterdienstleistungen für (kleine) Kommunen zur Umsetzung von integrierten Klimaschutz- und Energienutzungskonzepten (externe „Klimaschutz-Manager“). Zur Unterstützung der Energiewende wird das erfolgreiche CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm über das Jahr 2012 hinaus fortgeführt. Gleichzeitig werden die Fördergrundsätze so weiterentwickelt, dass kommunale Maßnahmen mit anspruchsvollen, klimaverträglichen und vorbildlichen Energiestandards gefördert werden können. Auch die Teilnahme von Kommunen an Qualitätsmanagement- und Zertifizierungsverfahren, die dem Klimaschutz dienen, sollen künftig gefördert werden.

Ein weiteres erfolgreiches Förderprogramm ist die vom Landwirtschaftsministerium gewährte Unterstützung zur Errichtung von Biomasseheizwerken (**BioKlima**). Allein zwischen 2009 und Ende 2012 konnten über 100 umweltfreundliche Heizwerke in Bayern gebaut und somit etwa 140.000 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden.

Moore, Grünland, intakte Flussauen und Wälder sind „Bio-CO<sub>2</sub>-Speicher“. Sie können diese Funktion auch erfüllen, wenn sie unter Berücksichtigung von Klimaschutzkriterien naturverträglich und damit nachhaltig genutzt werden. Diese Biotoptypen sind sowohl kohlenstoffreiche als auch artenreiche Ökosysteme. Durch Nutzungsänderungen (z. B. Moorentwässerung, Grünlandumbruch) können diese Ökosysteme große Mengen an CO<sub>2</sub> emittieren. Umbruch von Dauergrünland, insbesondere auf feuchten und nassen Böden, ist zu vermeiden, da damit ein besonders hoher Verlust von gebundenem Bodenkohlenstoff von bis zu 60 Prozent (Verlust von 5 bis 40 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar Oberboden) einhergeht.

Ziel bis 2020 ist die Renaturierung von 50 Mooren. Seit 2008 wurden in Bayern bereits 8,8 Mio. Euro in die **Renaturierung von Mooren** investiert. Zehn Gebiete wurden saniert und in 30 weiteren Mooren sind entsprechende Maßnahmen geplant bzw. begonnen. Hoch- und Übergangsmoore erbringen bei Renaturierung einen Klimaeffekt von ca. 15 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Hektar und Jahr (in Bayern rund 50.000 Hektar Fläche). Bei den in Bayern in weiten Bereichen intensiv genutzten Niedermooren (ca. 150.000 Hektar) ergäben sich durch Renaturierung und klimaschonende Bewirtschaftung Minderungen von bis zu 30 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Hektar und Jahr. Zur Erhaltung von Grünland werden in allen Regionen Bayerns entsprechende Projekte (z. B. im Rahmen von BayernNetzNatur) durchgeführt und durch Vertragsnaturschutz gesichert.

Im Rahmen des Klimaprogramms Bayern 2020 konnte der **Waldumbau** deutlich erhöht werden. In den Jahren 2008 – 2012 wurden bereits über 29.000 Hektar umgebaut. Um das 100.000-Hektar-Ziel bis 2020 zu erreichen, müssen rund 8.000 bis 9.000 Hektar jährlich umgebaut werden. Die „Brennpunktprojekte“ sind ein erfolgversprechender Ansatz, da eine deutliche Intensivierung auf der Fläche erreicht wird. Innovativ und erfolgreich ist dabei insbesondere die Einbindung externer Projektpartner, wie Gemeinden, forstliche Zusammenschlüsse, Unternehmen und Jägerschaft. In weiteren Gebieten mit hohem Waldumbaubedarf werden daher auch Projekte gestartet, die als Kristallisationskerne für letztlich flächige Umbauaktivitäten in ganz Bayern wirken.

Die Umsetzung der **Bergwaldoffensive** ist mit insgesamt 30 Projektgebieten im gesamten bayerischen Alpenraum sehr erfolgreich. Die Bergwaldoffensive erfährt eine sehr gute Akzeptanz und Resonanz bei den Waldbesitzern und in der Öffentlichkeit. Der partizipative Ansatz erfordert eine intensive Vorbereitung der Maßnahmen, ist jedoch für den Erfolg entscheidend.

Mit Hilfe der zusätzlichen Mittel durch das Klimaprogramm Bayern 2020 (insgesamt 50 Mio. Euro von 2008 – 2011) war es möglich, jährlich rund 150 Mio. Euro in den Hochwasserschutz zu investieren. Dieses sehr erfolgreiche **Hochwasserschutzprogramm** soll fortgeführt und dynamisch an den Klimawandel angepasst werden. Die Hochwasserereignisse der jüngeren Vergangenheit haben die Bedeutung des Hochwasserschutzes bereits eindrucksvoll aufgezeigt. Die Wildbacheinzugsgebiete sollen integral entwickelt werden. Eine gefahrenbezogene Unterhaltungsstrategie für die zahlreichen vorhandenen Schutzeinrichtungen soll in Verbindung mit einer modernen, anpassungsfähigen Ausbaustrategie zum Schutz vor Naturgefahren erarbeitet werden.

Im Bereich Klimaforschung und Klimafolgenabschätzung gibt es an den bayerischen Hochschulen und Forschungseinrichtungen eine breite Palette von Kompetenzen und umfangreiche Forschungsaktivitäten. Um die bayerischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bei der Einwerbung zusätzlicher Forschungsgelder gezielt zu unterstützen,

hat die Staatsregierung im Rahmen des Klimaprogramms Bayern 2020 ein **Programm zur Beteiligung an Forschungsprogrammen des Bundes und der EU** (2008 – 2011) aufgelegt, das Mittel für Kofinanzierung und Anbahnung von internationalen Kooperationen bereitstellte. Weitere Mittel wurden in diesem Zeitraum unter anderem für drei **interdisziplinäre Forschungsverbünde** zur Verfügung gestellt, die sich mit Themen in den Bereichen Auswirkungen des Klimas auf Ökosysteme und klimatische Anpassungsstrategien sowie Energie- und Ressourceneffizienz beschäftigten (siehe dazu Seite 63 und Seite 78).

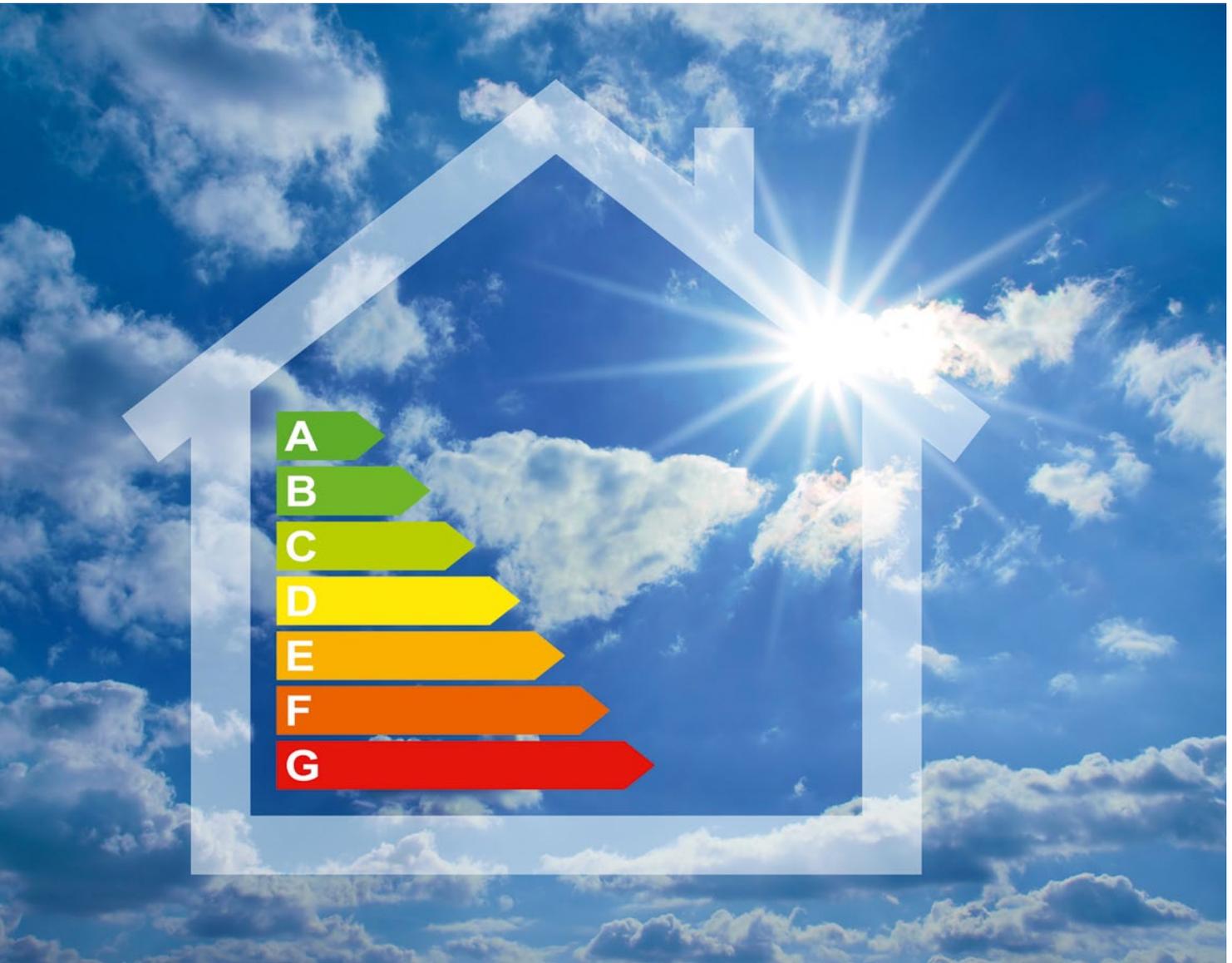
Zur Stärkung der Handlungsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit unter den Bedingungen des Klimawandels sollen auch künftig innovative Technologien und Strategien gefördert werden, z. B. zur Klimaanpassung in Städten oder zum Erhalt der Biodiversität. Durch Monitoring sensibler Ökosysteme und Landschaften Bayerns wird die Datengrundlage zur Entwicklung von Anpassungsstrategien verbessert. Weiterhin sollen Beiträge zur Etablierung von modellhaften, vorbildlichen Klimaschutz-Modellregionen geleistet werden.



In Anlehnung an den globalen Report des Weltklimarats (IPCC-Bericht) soll ein umfassender **Klima-Report Bayern** erarbeitet werden, der für Bayern belastbare Aussagen trifft. Insbesondere die regionale Klimamodellierung sowie Auswirkungen der Klimaänderungen auf die Bereiche Land- und Forstwirtschaft, Biodiversität, Energieversorgung, Verkehr, Tourismus und Gesundheit sind von Interesse. Ziel ist die Zusammenführung und Überprüfung bereits vorliegender Daten (z. B. aus KLIWA) sowie das Schließen von Erkenntnislücken. Mit dem Klima-Report Bayern soll erstmals eine umfassende Handlungsgrundlage für Entscheidungsträger auf regionaler Ebene entstehen.

Die bayerische Klimapolitik umfasst ein Bündel an Maßnahmen, die einer Kosten-Nutzen-Abwägung und einem Abgleich mit nationalen Maßnahmen unterzogen wurden, um Finanzmittel effektiv und mit größtmöglicher Wirkung einzusetzen. Soweit in dieser Broschüre finanzwirksame Maßnahmen und Ziele erwähnt sind, können diese nur verwirklicht werden, wie für sie Mittel und Stellen im Staatshaushalt oder von dritten Finanzierungsträgern bereitgestellt werden. Bei den einzelnen Aktionsbereichen ist eine Abstimmung mit anderweitig bereits bestehenden und geplanten direkten oder indirekten Förderangeboten – insbesondere von Seiten des Bundes – notwendig. Die Bayerische Förderung muss dort ansetzen, wo noch Lücken bestehen und eine Förderung aus Landesmitteln sinnvoll und notwendig erscheint.

# Minderung von Treibhausgas-Emissionen

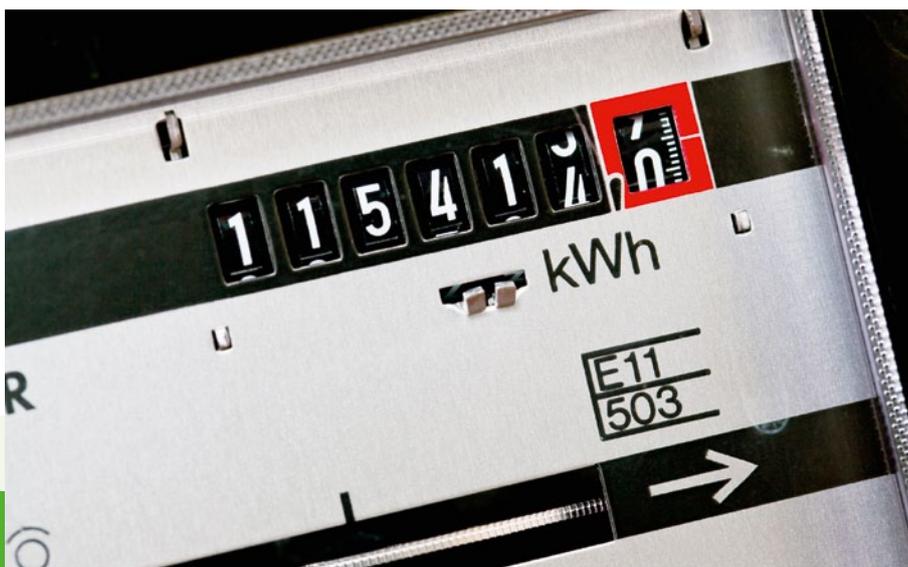


Rund drei Viertel der deutschen Treibhausgasemissionen sind energiebedingt. Umwandlung, Übertragung und Einsatz von Energie sind deshalb zentrale Handlungsfelder des Klimaschutzes. Eine klimaverträgliche Energieversorgung bedeutet zugleich einen sparsamen Umgang mit Energieressourcen und trägt so dazu bei, Importabhängigkeiten zu dämpfen. Wichtigster Ansatz, um die gute Position Bayerns beim Klimaschutz weiter auszubauen, sind konsequente Energieeinsparung und noch effizientere Energiegewinnung und -verwendung. In der Summe will Bayern – so das Energiekonzept Energie Innovativ – durch verstärkt Strom sparende Maßnahmen bis 2021 trotz zunehmender Stromanwendung (z. B. Elektromobilität) den Stromverbrauch auf gegenwärtigem Niveau von rund 85 Mrd. Kilowattstunden pro Jahr halten. Den Wärmebedarf in Gebäuden will Bayern mit einem Maßnahmenbündel bis 2021 um 20 % senken.

Energiesparen und Energieeffizienz sind die umweltfreundlichsten, sozialsten und wirtschaftlichsten Formen des Klimaschutzes und der Energiewende. Mit Energieeffizienz ist kein Verlust an Komfort oder Wirtschafts-

leistung verbunden, sondern oft sogar deren Erhöhung, zum Beispiel durch geringere Abwärme oder längere Akkulaufzeiten bei effizienten Notebook-Rechnern. Die Potenziale, Energie zu sparen, sind enorm. Eine Studie des Bund Naturschutz von 2011 kommt zu dem Schluss, dass bis zum Jahr 2030 vierzig Prozent der heutigen Strombereitstellung eingespart werden könnten. Noch höher ist das Einsparpotenzial im Gebäudebereich: Über 80 Prozent der Heizwärme könnten bereits mit den heute zur Verfügung stehenden Techniken eingespart werden. Eine Arbeitsgruppe aus Umweltministerium, Bund Naturschutz und Landesbund für Vogelschutz erarbeitete deshalb einen 12-Punkte-Aktionsplan „Energieeffizienz und Energieeinsparung“ mit Empfehlungen für die Bereiche Privathaushalte, Unternehmen, Kommunen und Staat. Für die gemeinsame Umsetzung in seinem Zuständigkeitsbereich stellt das Bayerische Umweltministerium für die Haushaltsjahre 2013 und 2014 Mittel in Höhe von zwei Millionen Euro zur Verfügung.

→ [www.stmug.bayern.de/umwelt/klimaschutz/zwoelf\\_punkte\\_aktionsplan/index.htm](http://www.stmug.bayern.de/umwelt/klimaschutz/zwoelf_punkte_aktionsplan/index.htm)



## Energieeinsparung bei Gebäuden

Der Umbau der Stromversorgung führt auch zu einem verstärkten Einsatz des CO<sub>2</sub> emittierenden Energieträgers Erdgas. Um die Klimaschutzziele dennoch erreichen zu können, müssen vermehrt Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen außerhalb des Stromversorgungssektors, insbesondere im Wärmemarkt, realisiert werden. Rund 40 Prozent des Gesamtenergieeinsatzes und 35 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen Bayerns entfallen auf den Gebäudesektor, wovon wiederum rund 90 Prozent durch den Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser entstehen.

### Staatlicher Hochbau

Der Freistaat Bayern geht bei Neubauten und Gebäudesanierungen beispielhaft voran und unternimmt erhebliche Anstrengungen, die Energieeffizienz seiner Gebäude zu steigern. Neue Verwaltungsgebäude des Freistaats entstehen künftig regelmäßig auf der Grundlage des Passivhausstandards. Bei allen anderen staatlichen Baumaßnahmen – sowohl im Neubau als auch im Bestand – sollen die durchschnittlichen Anforderungen der gültigen Energieeinsparverordnung 2009 bezüglich der Gebäudehülle generell um mindestens 30 Prozent unterschritten werden. Der Freistaat erfüllt damit eine wesentliche Vorbildfunktion bei der Reduzierung von Treibhausgasemissionen und unterstreicht damit seine bundesweite Vorreiterrolle.



*Bayerischer Landtag, Erweiterungsbau im Nordhof: Ausführung des Neubaus im Passivhausstandard*

### Sonderprogramm zur energetischen Sanierung staatlicher Gebäude

Im Sonderprogramm zur energetischen Sanierung staatlicher Liegenschaften standen 150 Mio. Euro in den Jahren 2008 – 2011 zur Verfügung. Die dadurch deutlich beschleunigten Sanierungsmaßnahmen erfassten sowohl Gebäudehülle als auch Anlagentechnik. Zudem konnte der Einsatz regenerativer Energien verstärkt werden. Die an rund 450 staatlichen Gebäuden umgesetzten energetischen Optimierungen erzielten jährlich CO<sub>2</sub>-Emissionseinsparungen von über 32.000 Tonnen. Dies entspricht jedes Jahr einer Energieeinsparung von rund 105.000 Megawattstunden. Diese Energieeinsparung mindert auch die Betriebskosten der Liegenschaften: Auf Basis der heutigen Energiepreise (2012) werden dabei bis zu 10 Mio. Euro pro Jahr eingespart.



*Technische Universität München in Freising-Weihenstephan: Energetische Sanierung im Rahmen des Sonderprogramms*

### **Wohnungsalbestand**

Ein Großteil der rund 1,8 Mio. Wohngebäude der Baualtersklasse bis 1978 mit rund 3,8 Mio. Wohneinheiten in Bayern sind heute noch nicht energetisch saniert. Bei diesen Gebäuden ist der Wärmeverbrauch besonders hoch. Wohngebäude, die vor 1979 errichtet wurden, verursachen mit rund 15,6 Mio. Tonnen pro Jahr bereits die Hälfte der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich „Haushalt und übrige Verbraucher“. Hier kann mit vergleichsweise kosteneffizienten Maßnahmen der Energieverbrauch gesenkt und ein hohes CO<sub>2</sub>-Vermeidungspotenzial erschlossen werden.

Auf Grundlage der neuen Wohnraumförderungsbestimmungen ist es seit Anfang 2012 möglich, die Schaffung oder Änderung von Mietwohnraum für einkommensschwächere Haushalte erhöht zu fördern, wenn besondere energetische Maßnahmen ergriffen werden, die die gesetzlichen Anforderungen überschreiten. Zudem fördert der Freistaat Bayern Maßnahmen zur Energieeinsparung und CO<sub>2</sub>-Reduktion bei bestehenden Wohngebäuden mit dem Bayerischen Modernisierungsprogramm. Zinsgünstige KfW-Kredite werden mit Mitteln der BayernLabo zusätzlich verbilligt.

### **Soziale Infrastruktur**

Ein großer Teil der sozialen Infrastruktur wie Schulen, Kindertagesstätten und (Schul-) Turnhallen ist dringend energetisch sanierungsbedürftig. Insbesondere bei den Kommunen besteht teilweise ein erheblicher Investitionsstau. Mit dem Konjunkturpaket II haben die bayerischen Kommunen mit Unterstützung von Bund und Freistaat seit 2009 etwa 1.500 Kindergärten, Schulen und Verwaltungsgebäude energetisch modernisiert. Im Freistaat Bayern werden allein durch diese Modernisierungen künftig jedes Jahr über 320 Millionen Kilowattstunden weniger Energie verbraucht. Darüber hinaus hat diese Förderung der heimischen Wirtschaft während der internationalen Finanzkrise wichtige Impulse gegeben. Mit dem Investitionspakt Bund-Länder-Kommunen zur energetischen Sanierung sozialer Infrastruktur wurden bis 2011 weitere 150 Modernisierungsmaßnahmen in Kommunen

gefördert. Für den Investitionspakt 2008 standen 60 Mio. Euro Fördermittel zur Verfügung (30 Mio. Euro Bund, 30 Mio. Euro Freistaat), für den Investitionspakt 2009 waren es 47 Mio. Euro (40 Mio. Euro Bund, 7 Mio. Euro Freistaat).



*Grundschule Dürrwangen, die im Rahmen des Konjunkturpakets II energetisch saniert wurde*

### **CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm für Kommunen**

Das Bayerische Umweltministerium unterstützt seit 1998 Kommunen und seit 2000 auch andere Körperschaften des öffentlichen Rechts wie z. B. Kirchen bei der Durchführung von Maßnahmen, die zu einer Reduzierung des Energieverbrauchs öffentlicher Gebäude und damit zur CO<sub>2</sub>-Minderung beitragen. Die Förderung leistet damit einen Beitrag sowohl zur Energiewende als auch zum Klimaschutz. Insgesamt wurden bislang rund 400 Maßnahmen mit fast 6 Mio. Euro gefördert. Bezogen auf Fördermittel und Förderfälle kommen rund 80 Prozent des CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramms dem ländlichen Raum zugute. Davon wiederum geht rund die Hälfte in strukturschwache Gebiete. Folgende Maßnahmen sind hervorzuheben:

#### **– Pilotprojekt „CO<sub>2</sub>-Minderung durch Energieeinsparung und verstärkte energetische Nutzung des Thermalwassers in der Therme I in Bad Füssing“**

Unter anderem durch Einführung eines Energiemanagementsystems und Rückgewinnung zusätzlicher Wärme aus dem verbrauchten, abfließenden Beckenwasser konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Therme I um mehr als 400 Tonnen im Jahr reduziert werden. Das Pilotprojekt wurde mit 325.000 Euro gefördert und 2005 mit dem Umweltpreis der Bayerischen Landesstiftung ausgezeichnet.

#### **– Pilotprojekt „Wärmeversorgung von Schule und Gemeindebücherei Reichertshausen mittels Geothermie“**

Mittels Erdreichkollektoren, die auf einer Fläche von ca. 8.000 m<sup>2</sup> im Wege des „Einpflügens“ bodenschonend in den Untergrund verbracht wurden, wurde die Wärmeversorgung von Ölheizung auf Erdwärme umgestellt. Das mit rund 160.000 Euro geförderte Pilotprojekt hat eine CO<sub>2</sub>-Minderung von fast 150 Tonnen im Jahr bewirkt.

#### **– Pilotprojekt „Bau einer Sporthalle mit einem Gesamtprimärenergiebedarf von weniger als 100 kWh/m<sup>2</sup>a“**

Die in Holzbauweise nach Passivhausstandard errichtete Sporthalle des Sportvereins Söcherling e.V. ermöglicht eine Energieeinsparung von fast 90 Prozent, weshalb die auf dem Dach montierte Photovoltaikanlage auch mehr Energie erzeugt, als für den Betrieb der Sporthalle benötigt wird. Mit der erzielten Einspeisevergütung wird der Bauunterhalt finanziert. Das mit 100.000 Euro geförderte Pilotprojekt wurde 2012 mit dem Energieeffizienzpreis der Lechwerke ausgezeichnet.

– **Pilotprojekt „Neubau eines Sport- und Freizeitbades als Sonderbau in Passivbauweise“**

Das mit 400.000 Euro geförderte „Bambados“ in Bamberg ist Europas erstes Hallenbad, das nach dem Passivhausstandard gebaut und zertifiziert wurde. Es zeichnet sich durch eine hochgedämmte Gebäudehülle sowie eine luftdichte und kompakte Bauweise aus. Im Vergleich zu einem herkömmlich gebauten Schwimmbad benötigt das „Bambados“ 60 Prozent weniger Energie und verursacht 80 Prozent weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Deutsche Energie-Agentur (dena) hat das „Bambados“ 2012 als „Gutes Beispiel für Energieeffizienz in Kommunen“ ausgezeichnet.



Staatssekretärin Melanie Huml übergibt Förderscheck für das „Bambados“ an Bambergs Oberbürgermeister Andreas Starke

– **Demonstrationsvorhaben „Energetische und denkmalgerechte Instandsetzung der »Alten Schäfllerei« des Klosters Benediktbeuern“**

Die energetische Sanierung der unter Denkmalschutz stehenden „Alten Schäfllerei“ soll verschiedene Techniken einer energetischen Sanierung an Altbauten und Baudenkmalern aufzeigen. Ihr Heizwärmebedarf wird durch die Sanierung um ca. 80 Prozent gesenkt. Nach Abschluss der mit fast 400.000 Euro geförderten Sanierung wird das Fraunhofer-Institut für Bauphysik ein Europäisches Kompetenzzentrum für energetische Altbausanierung und Denkmalpflege in der „Alten Schäfllerei“ einrichten.



Staatsminister Dr. Marcel Huber gratuliert mit Staatsminister Thomas Kreuzer zur Verleihung des European Energy Award

### Pilotprojekt zum European Energy Award

Bayerische Kommunen wurden von 2006 bis 2009 bei der Teilnahme am „European Energy Award®“ (eea) unterstützt, um Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz zu identifizieren und zu erschließen. Die vom Umweltministerium getragenen Kosten des Pilotprojekts (Erwerb der Nutzungsrechte, Gewährung einer Anreizförderung, Organisation des Pilotprojekts) beliefen sich auf rund 150.000 Euro. Derzeit nehmen 23 bayerische Kommunen am eea teil, 16 Kommunen sind bereits erfolgreich mit dem eea ausgezeichnet, die Gemeinde Ascha hat sogar den eea in Gold erhalten.

### Leuchtturmprojekt

#### „Green Hospital Lichtenfels“

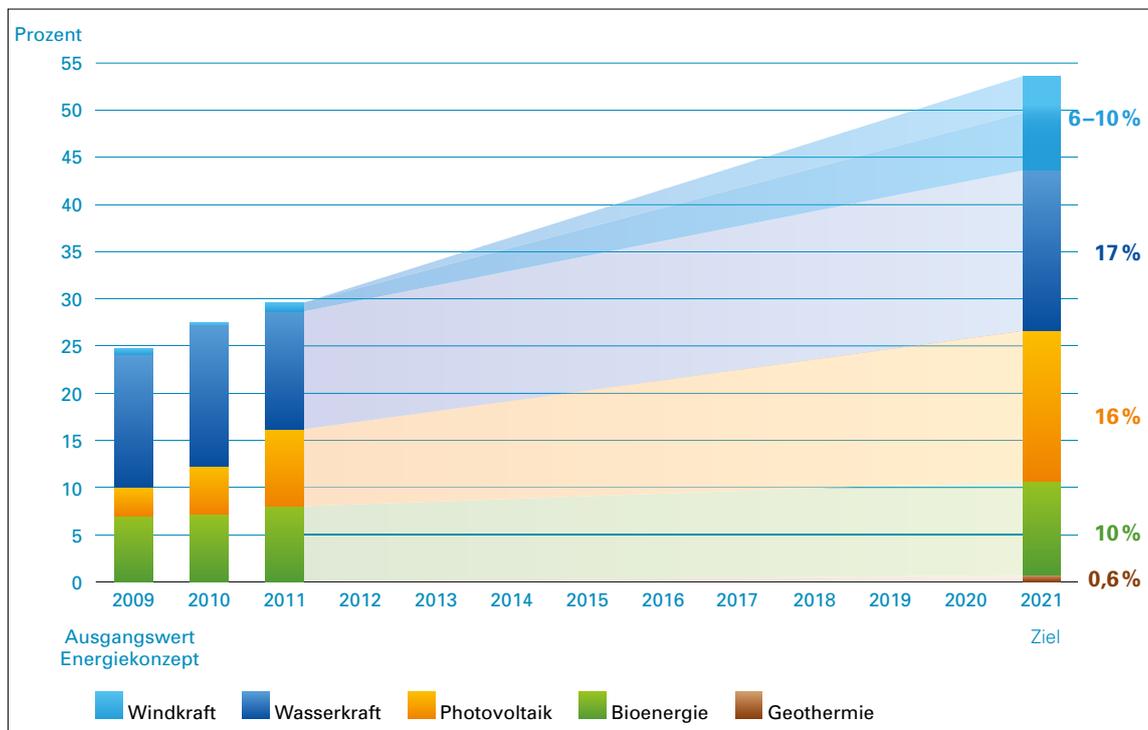
Auch die bayerischen Krankenhäuser leisten ihren Beitrag zur grundlegenden Neuausrichtung der Energieerzeugung und -nutzung. Der ganzheitliche Green Hospital Bayern Ansatz verbindet daher notwendige Baumaßnahmen im Krankenhaus mit ökologischen Zielsetzungen, ohne dabei ökonomische Anforderungen zu vernachlässigen. Mit dem Leuchtturmprojekt „Green Hospital Lichtenfels“, dem umfassend umweltgerechten Neubau des Klinikums in Lichtenfels, soll ein Vorbild für ein umweltbewusstes Krankenhaus geschaffen werden. Im Vergleich zum Altbau des Klinikums soll eine Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 74 Prozent erreicht werden. Im Rahmen der Initiative „Aufbruch Bayern“ fördert der Freistaat das Projekt zusätzlich mit 8 Mio. Euro.

# Erneuerbare Energien

## Erneuerbare Energien deutlich schneller ausbauen

Zu den erneuerbaren Energien zählen Wind- und Wasserkraft, Solarenergie, Bioenergie, Umgebungswärme und Geothermie. Insgesamt trugen diese Energiequellen im Jahr 2011 in Bayern ca. 13,3 Prozent zur Deckung des Endenergieverbrauchs und knapp 30 Prozent zur Deckung des Stromverbrauchs bei. Dabei konnten 2011 und 2012 überdurchschnittliche Steigerungsraten gegenüber den Vorjahren erzielt werden. Ein weiterer dynamischer Anstieg ist zu erwarten.

Die Staatsregierung hat sich im Energiekonzept Energie Innovativ zum Ziel gesetzt, bis 2021 einen Anteil von 20 Prozent aus erneuerbaren Energiequellen zu erreichen. Dazu müssen die hier nutzbaren Energien nach ihrer technischen Verfügbarkeit und wirtschaftlichen Vertretbarkeit bestmöglich eingesetzt und weiter ausgebaut werden. Knapp die Hälfte davon soll aus biogenen Quellen stammen. Der Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch soll bis zum Jahr 2021 auf 50 Prozent erhöht werden.



Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Bayern: Anteile am Brutto-Stromverbrauch  
 (Quelle: Bayerische Energieagentur ENERGIE INNOVATIV – [www.energie-innovativ.de](http://www.energie-innovativ.de))

## Wasserkraft

Wasserkraft ist mit einem Anteil von derzeit rund 15 Prozent eine der tragenden Säulen der regenerativen Stromerzeugung in Bayern. Sie ist aufgrund langer Tradition die derzeit wichtigste, allerdings auch weitgehend erschlossene regenerative Energiequelle. Bis zum Jahr 2021 soll dieser Anteil durch natur- und umweltverträglichen Neubau, Modernisierung und Nachrüstung bestehender Anlagen deutlich gesteigert werden. Neubauten kommen an bestehenden Querbauwerken und im Rahmen von Flussanierungen in Betracht. Bestehende Querbauwerke werden gemäß dem bundesgesetzlichen Auftrag aus § 35 Abs. 3 Wasserhaushaltsgesetz von den zuständigen Behörden auf die Möglichkeit einer Wasserkraft-

nutzung nach den Standortgegebenheiten geprüft. Die Wasserkraftpotenziale aus den Modernisierungs- und Nachrüstmaßnahmen, der Nutzung bestehender Querbauwerke sowie aus den Flussanierungen werden zu einer Gebietskulisse zusammengefasst und im Energieatlas Bayern veröffentlicht. Auf diese Weise wird die Wasserkraftnutzung auf geeignete Standorte gelenkt. Im Gegenzug werden ökologisch besonders bedeutende Gebiete definiert. Dort hat die Bewahrung oder Entwicklung eines ökologisch wertvollen Zustands grundsätzlich Vorrang.



Walchensee-Kraftwerk

## Mehr Strom aus Windkraft

Die Windkraft soll bis 2021 einen Anteil von 6 bis 10 Prozent des Stromverbrauchs in Bayern decken. Hierzu sollen 1.000 bis 1.500 neue Windkraftanlagen errichtet werden. 2011 konnte Bayern einen signifikanten Zubau von rund 32 Prozent der bislang installierten Leistung verzeichnen. Die Windkraftanlagen mit einer installierten Leistung von rund 680 MW haben etwa 790.000 Megawattstunden Strom erzeugt (Abschätzung für das Jahr 2011).

Um den Ausbau der Windkraftnutzung in Bayern voranzutreiben, arbeiten die regionalen Planungsverbände intensiv an räumlichen Steuerungskonzepten für die Windkraftnutzung bzw. überarbeiten bestehende Konzepte, um den Anforderungen der Energiewende gerecht zu werden. Mit dem neuen **Windenergie-Erlass**, der gemeinsam von den betroffenen Staatsministerien erarbeitet wurde, steht ein umfassendes Kompendium zur Verfügung, um die erforderlichen Genehmigungsverfahren zügig und einheitlich durchführen zu können. Der Windenergie-Erlass enthält fundierte und umfassende Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen. Besonders hervorzuheben sind die vereinfachten Abstands- und Kompensationsregelungen, die Einführung einer „Eigentümergehmigung“, die Möglichkeit der Öffnung von Landschaftsschutzgebieten und Naturpark-Schutzzonen für die Windkraft sowie die Vereinfachung der artenschutzrechtlichen Prüfung.

Die vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) entwickelte **Gebietskulisse Windkraft** zeigt bayernweit Flächen auf, die voraussichtlich für die Windenergie-Nutzung grundsätzlich geeignet sein können. Als wichtige Planungshilfe insbesondere für Kommunen, Regionale Planungsverbände und fachlich berührte Stellen an den Regierungen dient sie dazu, den Bau von Windkraftanlagen auf Standorte zu richten, die für Mensch, Natur, Orts- und Landschaftsbild geeignet sind und gleichzeitig einen wirtschaftlichen Betrieb ermöglichen.



*Staatsminister Dr. Marcel Huber präsentiert Gebietskulisse Windkraft mit den Vertretern der kommunalen Spitzenverbände (Landrat Dr. Jakob Kreidl, Erster Bürgermeister Michael Sedlmair und Erster Bürgermeister Rudolf Heller)*

**Windstützpunkte** können als Impulsgeber eine zentrale Rolle beim nachhaltigen Ausbau der Windkraft spielen, indem sie Kommunen, Energieversorger, Windindustrie und Forschung vernetzen und deren Zusammenarbeit fördern. Dadurch können die Potenziale der Region besser genutzt, Kompetenzen gebündelt und die Zusammenarbeit gefördert werden. Erster von der Staatsregierung initiiertes Windstützpunkt ist der Landkreis Neumarkt i. d. Opf. Dieser Landkreis wurde

aufgrund seiner guten Windverhältnisse, den bereits errichteten und geplanten Windenergieanlagen sowie der dort ansässigen Produktion von Bauteilen für Windkraftanlagen ausgewählt. Als weitere Windstützpunkte wurden die Stadt Wunsiedel, die Gemeinde Wildpoldsried und die Stadt Schweinfurt benannt, die mit je rund 150.000 Euro vom Freistaat Bayern gefördert werden. Die Errichtung weiterer Windstützpunkte ist in Vorbereitung.

Das neue bayerische **Förderprogramm** „Nachhaltige Stromerzeugung durch Kommunen und Bürgeranlagen“ unterstützt Machbarkeitsstudien, Vorprojekte sowie Rechtsberatung für kommunale Anlagen und Bürgeranlagen. Bis 2014 stellt die Staatsregierung dafür Mittel in Höhe von insgesamt 6 Mio. Euro bereit.

### **Strom, Wärme und Mobilität aus Bayerns Pflanzen**

Der bedeutendste erneuerbare und klimaneutrale Energieträger in Bayern ist die Biomasse. Bioenergie ist eine sehr vielseitige Energiequelle, die in fester, flüssiger oder gasförmiger Form die Nachfrage nach Strom, Wärme oder Kraftstoff decken kann. Der große Vorteil gegenüber anderen erneuerbaren Energieträgern ist, dass Biomasse jederzeit zur bedarfsorientierten Energieerzeugung bereitsteht. Eine aufwendige Speicherung oder die Entwicklung von Speichertechnologien ist in der Regel nicht notwendig. Seit 1995 hat sich deren Beitrag am Primärenergieverbrauch mehr als verdreifacht und wird sicherlich auch weiterhin steigen. Schon heute leistet Bioenergie einen erheblichen Beitrag zum Klimaschutz. Durch den Einsatz von Biomasse zur Energieerzeugung werden pro Jahr mehr als 7 Mio. Tonnen Treibhausgase eingespart. Dieser Wert entspricht rund 9 Prozent der bayerischen Treibhausgasemissionen.



Allerdings steht Biomasse für eine energetische Nutzung nicht in unbegrenztem Umfang zur Verfügung. Landwirtschaftliche Flächen sollen nur dann für die Produktion von Agrarrohstoffen genutzt werden, wenn die Versorgung der Bevölkerung mit hochwertigen Nahrungsmitteln gesichert ist. Auch die Versorgung der Holzindustrie mit dem Rohstoff Holz, die insbesondere in ländlichen Regionen ein wichtiger Wirtschaftsfaktor ist, darf nicht ausgeblendet werden. Optimal sind daher intelligente Lösungen, die Bioenergie mit Einsparmaßnahmen und Nutzung anderer erneuerbarer Energieträger kombinieren.

### **Leistungsstark: Strom aus Biomasse**

Unabhängig von Sonne oder Wind werden derzeit etwa 8 Prozent des bayerischen Strombedarfs aus Biomasse gedeckt. Mittelfristig könnte dieser Anteil sogar auf knapp 10 Prozent gesteigert werden. Derzeit wird ein Großteil dieser Strommenge in über 2.000 Biogasanlagen dezentral erzeugt. Besonders klimafreundlich ist diese Art der Stromerzeugung, wenn Reststoffe und Gülle als Gärsubstrat verwendet werden und die Abwärme sinnvoll genutzt wird. Ein weiterer wichtiger Energieträger zur Stromerzeugung sind vor allem Alt- oder Resthölzer, die zumeist in großen Kraft- und Heizkraftwerken verbrannt werden.

### **Unverzichtbar für den Klimaschutz: Wärme aus Biomasse**

Etwa 40 Prozent des Gesamtenergieeinsatzes und 35 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen Bayerns entfallen auf den Gebäudesektor, wovon wiederum rd. 90 Prozent durch den Wärme-

bedarf für Heizungen und Warmwasser entstehen. Eine der wichtigsten Alternativen zu den fossilen Energieträgern ist hier der Brennstoff Holz. Die häufigsten biogenen Wärmelieferanten sind holzbasierte Festbrennstoffe und die Nutzung der Abwärme bei der Verstromung von Biogas. In beiden Bereichen konnten in den letzten Jahren erhebliche Steigerungen erzielt werden und ein Beitrag zum Klimaschutz erbracht werden. Besonders der Energieträger Holz ist in Bayern von überragender Bedeutung. Im Jahr 2011 wurde bei jedem vierten Neubau ein primäres oder sekundäres Heizsystem auf der Basis von Holz installiert. Im Hausbrand kann Holz als Stückgut, Hackschnitzel oder in Form von Pellets umweltfreundlich verbrannt werden. Moderne holzbefeuerte Zentralheizungen, insbesondere mit automatischer Beschickung durch Hackschnitzel oder Pellets, sind mit dem Komfort eines Öl- oder Gaskessels vergleichbar.

### **Förderprogramm BioKlima**

Bei den Brennstoffkosten ist Holz den fossilen Alternativen überlegen – allerdings sind die Investitionskosten in die Biomasse-Anlagentechnik immer noch höher. Hier setzt das bayerische Förderprogramm BioKlima ein, das einen Baustein zur Vermeidung klimaschädlicher Gase leistet. Vor allem kleinere Heizwerke in ländlichen Regionen Bayerns werden mit diesem speziellen Programm gezielt unterstützt. Die Förderung ist notwendig, da es für viele Investoren schwierig ist, die höheren Investitionskosten auf den Wärmepreis umzulegen – insbesondere wenn man hochmoderne und effiziente Biomasse-Heizwerke errichtet, die ein Fernwärmenetz versorgen. Mit diesem erfolgreichen Förderprogramm konnten zwischen Mitte 2009 und Ende 2012

etwa 140.000 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden. Mittlerweile wurde das Förderprogramm weiterentwickelt und um neue Aspekte hinsichtlich der Effizienzsteigerung erweitert. Ziel ist, das Energieholzaufkommen in Bayern bestmöglich zu nutzen.

### Fotovoltaik

Die besonders günstigen solaren Bedingungen machen den Freistaat Bayern deutschlandweit führend beim Einsatz von Fotovoltaik. Im Jahr 2021 soll die Fotovoltaik auf eine Leistung von 14.000 Megawatt ausgebaut sein und so viel Strom erzeugen, dass damit rund 16 Prozent des Verbrauchs in Bayern gedeckt werden können. In den letzten Jahren verzeichnet die Fotovoltaik deutliche Steigerungsraten. Waren es im Jahr 2009 noch 3 Prozent Fotovoltaikstrom, so erreichte sein Anteil im Jahr 2011 bereits rund 8 Prozent. Die installierte Leistung von 8.125 Megawatt erzeugte rund 7 Mio. Megawattstunden Strom (Abschätzung 2011). In Bayern sind vor allem kleine (Aufdach-) Anlagen installiert. 2011 entfielen nahezu

zwei Drittel der gesamten installierten Leistung auf Anlagen bis 100 Kilowatt. Die durchschnittliche Anlagengröße liegt bei 23,6 Kilowatt – im übrigen Bundesgebiet hingegen bei 34,8 Kilowatt.

### Förderprogramm Alte Lasten – Neue Energien

Altlastenflächen und stillgelegte Deponien liegen häufig brach und verursachen laufende Nachsorgekosten. Einige dieser Flächen können günstige Standorte für die Erzeugung solarer Energie sein. Aufgrund der besonderen Standortbedingungen fallen jedoch höhere Planungs- und Baukosten an. Häufig werden dadurch geplante Projekte unwirtschaftlich und deshalb nicht realisiert. Daher wurde das Programm Alte Lasten – Neue Energien (ALNE) ins Leben gerufen. Es besteht aus den beiden Teilprogrammen „Standortsuche bei Altlasten und stillgelegten Deponien“ und dem „Förderprogramm ALNE zum Bau von Fotovoltaik-Anlagen auf Altlasten und stillgelegten Deponien“. Mit den Ergebnissen aus der



„Standortsuche“ zu technischer Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit können die beteiligten Kommunen in weitere Planungen zum Bau von Fotovoltaik-Anlagen einsteigen. Die Wiedernutzung von Altlastenflächen und stillgelegten Deponien als Fotovoltaikstandorte wird durch das Förderprogramm ALNE mit rund zwei Millionen Euro jährlich gefördert.

### Geothermie

In Bayern – insbesondere Südbayern – herrschen günstige Voraussetzungen für eine hydrothermale Energiegewinnung mittels Tiefengeothermie. Klimapolitisches Ziel ist deshalb die bestmögliche Nutzung des Energiepotenzials der Geothermie in Bayern. Geothermische Energie (Erdwärme) kann sowohl zur Stromerzeugung als auch zur Wärmeversorgung genutzt werden. Die Wirtschaftlichkeit geothermischer Wärmeversorgungen ist jedoch durch hohe Investitionskosten besonders des Wärmeverteilnetzes belastet. Hinzu kommt, dass nicht immer von einer optimalen Wärmeverbrauchsichte im Umkreis der Geothermieanlage ausgegangen werden kann. Anders als bei der Stromerzeugung, die über das EEG gefördert wird, besteht für die geothermische Wärmeversorgung keine vergleichbar hohe Bundesförderung. Diese Lücke wurde durch ein Landesprogramm im Juli 2009 geschlossen.

Maßgeblich für den Erfolg eines Vorhabens zur hydrothermalen Tiefengeothermie sind Temperatur und Ergiebigkeit des zu erschließenden Thermalwasservorkommens. Aus der Unkenntnis der tatsächlich anzutreffenden Untergrundverhältnisse resultieren Risiken hinsichtlich der geplanten Thermalwasserschließung, der Optimierung möglicher Wech-

selwirkungen zwischen benachbarten Geothermievorhaben und der nachhaltigen Bewirtschaftung der letztlich begrenzten Ressource Thermalwasser. Zur Minderung dieser Risiken sind daher belastbare geologische Prognosen von wesentlicher Bedeutung. Hierfür werden seit dem Jahr 2011 die zahlreichen bisher vorliegenden Einzeldaten in einem computerbasierten 3D-Untergrundmodell zusammengeführt und ein verbessertes 3D-Temperaturmodell erstellt. Im Fokus stehen zunächst die Bereiche des bayerischen Molassebeckens, die nach bisheriger Kenntnis für eine geothermische Energieerzeugung nutzbar sind. Im Westen ist dies das Fünf-Seen-Land, im Osten das Inn-Salzach-Gebiet. Ab dem Jahr 2013 sollen die Arbeiten auch außerhalb dieser Gebiete im Rahmen des aus Mitteln des europäischen Strukturfonds geförderten Projekts „GeoMol“ weitergeführt werden.

### Förderprogramm Geothermie in Bayern

- Bayerisches Programm zum verstärkten Ausbau von Tiefengeothermie-Wärmenetzen

### Minderung der Erschließungs- und Nutzungsrisiken der hydrothermalen Geothermie

- Projekt „Tiefe Geothermie im bayerischen Molassebecken – 3D-Untergrundmodell und verbessertes 3D-Temperaturmodell“ (Laufzeit 2011 – 2013)
- EU-Projekt „GeoMol – Assessing subsurface potentials of the Alpine Foreland Basins for sustainable planning and use of natural resources“ (Laufzeit 2012 – 2015).

## Verkehr

Rund ein Drittel der gesamten Endenergienutzung und der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Bayern entfällt heute auf den Verkehrsbereich. Wachsende Verkehrsleistungen wie auch der Trend zu stärkeren Motorleistungen und verbesserten Sicherheits- und Komfortausstattungen haben dazu geführt, dass trotz beachtlicher technischer Energieeffizienzverbesserungen der Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs insgesamt nicht im gleichen Umfang gesunken sind. Ziel ist es, die Spannungen zwischen ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten durch die Minimierung der Mobilitätslasten zu reduzieren.

### Erneuerbare Quellen

Die EU hat verbindlich festgelegt, dass jeder Mitgliedstaat bis 2020 im Verkehr 10 Prozent Energie aus erneuerbaren Quellen einsetzt. Den entscheidenden Anteil werden dabei Biokraftstoffe stellen. Dabei müssen spätestens ab 2018 mindestens 60 Prozent Treibhausgase im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen eingespart und seit 2011 ambitionierte Anforderungen zum nachhaltigen Anbau und zur Verwendung von Biokraftstoffen erfüllt werden. Technisch gilt es, Forschung und Entwicklung sauberer, innovativer Biokraftstoffe weiter voranzubringen.

### Verkehrsverlagerungen

Zur Entlastung von Straßen und Umwelt ist ein möglichst großer Anteil des Straßenverkehrs auf die Schiene, die Wasserstraße (wo immer dies praktikabel ist) und generell auf öffentliche Verkehrsmittel zu verlagern. Dabei fördert die Staatsregierung den Erhalt und Ausbau eines attraktiven und leistungsfähigen öffentlichen Verkehrs als Grundpfeiler nachhaltiger Personenmobilität nach Kräften. Eine Entlastung kann auch durch eine adäquate Siedlungsstrukturpolitik erreicht werden. Aber nicht nur der Anteil des öffentlichen Verkehrs auf Schiene und Straße am Gesamtverkehr ist zu steigern, sondern auch die Rahmenbedingungen für den Rad- und Fußverkehr sind zu verbessern.

### Optimierung der Transportketten

Jeder Verkehrsträger hat sein optimales Einsatzgebiet. Ziel muss deshalb sein, die Stärken der unterschiedlichen Verkehrsträger für eine nachhaltige Gestaltung von Reise- und Logistikketten effizient einzusetzen. Für prozessoptimierte und umweltfreundliche Transporte (Green Logistics) sind darüber hinaus die schon vorhandenen Infrastrukturen effektiver zu nutzen. Auch die Einführung einer gesamtheitlichen Ökobilanz für Waren kann





dazu beitragen, Verkehrsströme zu optimieren und die Verkehrslasten zu minimieren; die Bewusstmachung der ökologischen Auswirkungen ist auch im Personenverkehr sinnvoll.

### Technische Verbesserungspotenziale am Fahrzeug

Eine technische Verbesserung der Fahrzeuge birgt nach wie vor Reduktionspotenziale insbesondere im Hinblick auf den Klima- und Immissionsschutz, die ökonomisch vertretbar und umsetzbar sind. Eine technikorientierte Strategie kann zudem wichtiger Wettbewerbsfaktor für die europäische Automobilindustrie sein.

### Etabliert und marktgängig: Biokraftstoffe

Klimafreundliche und schadstoffarme Mobilitätssysteme für den Individualverkehr sind bisher nur eingeschränkt verfügbar. Obwohl in diesem Bereich ein erhebliches Potenzial zur Einsparung von Treibhausgasen liegt, sind große Erfolge bisher ausgeblieben. Bereits seit einigen Jahren ausgereift und marktgängig sind die verschiedenen biogenen Kraftstoffe, welche in üblichen und standardmäßig verfügbaren Verbrennungsmotoren verwendet werden. Durch eine spezielle Nachhaltigkeitsverordnung wird verlässlich sichergestellt, dass mindestens 35 Prozent Treibhausgas-minderung gegenüber fossilen Kraftstoffen erreicht wird. Einige Ethanolwerke erreichen schon heute eine Minderung von 50 – 60 Prozent.

Zwar steigt der Absatz von Biokraftstoffen als Zumischungskomponente kontinuierlich an, allerdings können die Absatzrückgänge im

Bereich der Reinkraftstoffe nicht immer kompensiert werden. Beispielsweise nahm deutschlandweit der Absatz von Biodiesel geringfügig als Zumischung in konventionellem Diesel (B7) zu, gleichzeitig reduzierte sich aber der Absatz von Biodiesel als Reinkraftstoff (B100). Eine noch ungünstigere Entwicklung ist beim Pflanzenölkraftstoff zu beobachten, dessen Markt nach Wegfall der Energiesteuerbegünstigung nahezu vollständig zum Erliegen kam. Eine Folge dieser Entwicklung ist, dass der Betrieb dezentraler Ölmühlen, die eine vorbildliche Verknüpfung von Ernährung und Energiegewinnung darstellten, eingestellt wurde. Neben dem Kraftstoff liefern die vielen kleinen und mittelständischen Unternehmen als Koppelprodukt auch wertvolles Futtermittel-eiweiß. Gerade die Verwendung von Pflanzenölkraftstoffen ist aber im Hinblick auf eine nachhaltige Wertschöpfung und die Nutzung regional vorhandener Potenziale wünschenswert.



## Industrie

Einen maßgeblichen Beitrag zu mehr Energieeffizienz und rationellerer Energieverwendung liefert auch die Wirtschaft durch Innovationen und neue Technologien. Gleichzeitig profitieren die Unternehmen auf den Weltmärkten aufgrund von Wettbewerbsvorteilen durch Kostensenkungen und innovative Produkte.

### Emissionshandel

Wichtigstes Instrument der Europäischen Union zur Erfüllung seiner Klimaschutzverpflichtungen aus dem Kyoto-Protokoll ist der Emissionshandel auf Unternehmensebene. Als geeignete Instrumente zur Minderung der Treibhausgas-Emissionen sieht das Kyoto-Protokoll neben dem Emissionshandel flexible Mechanismen vor. Dazu zählen gemeinsame Projektumsetzungen (JI = Joint Implementation) und Mechanismen für umweltverträgliche Entwicklung (CDM = Clean Development Mechanism) sowie der internationale Handel mit Emissionszertifikaten zwischen Staaten.

Die Europäische Union hat die Instrumente JI und CDM mit dem Emissionshandelssystem verknüpft. Dadurch können diese flexiblen Mechanismen auch für die Unternehmen der EU-Mitgliedstaaten genutzt werden, um Emissionsberechtigungen im Ausland zu erzeugen und damit die jährlichen Abgabeverpflichtungen zu erfüllen.

### CDM-Initiative Bayern

Mit der CDM-Initiative Bayern wird besonders kleinen und mittleren Unternehmen der Zugang zu entsprechenden projektbezogenen Instrumenten erleichtert. Damit sollen KMU vor allem in der dritten Handelsperiode (2013 bis 2020) unterstützt werden, weil die Senkung der Zuteilungsmenge an Emissionsberechtigungen für die Unternehmen in vielen Bereichen eine Unterdeckung mit Emissionsberechtigungen verursacht und somit Zukaufbedarf besteht.



## Land- und Forstwirtschaft

Die CDM-Initiative Bayern stärkt somit langfristig die Wettbewerbsfähigkeit der KMU. Ziel ist es, den Teilnehmern durch direkten Ankauf von Zertifikaten aus CDM- und JI-Projekten eine zusätzliche kostengünstige Beschaffungsquelle zu erschließen. Durch die enge Zusammenarbeit und die Nutzung von Synergien innerhalb der Arbeitsgemeinschaft können die Transaktionskosten und Risiken für das einzelne Unternehmen gesenkt werden. Hiervon profitieren in besonderem Maße die KMU. Dies ist in Bayern deshalb von Bedeutung, weil hier eine Vielzahl von Kleinemittenten emissionshandelspflichtig ist und für diese die Transaktionskosten unverhältnismäßig hoch wären.

Die Land- und Forstwirtschaft verfügt auf ihren Anbauflächen sowie im Bereich der Tierhaltung über vielfältige Möglichkeiten zur Bindung und Vermeidung von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen. Mit klimaverträglichen Wirtschaftsweisen und strukturellen Verbesserungen (z. B. mit den Instrumenten der Flurneueordnung) lässt sich die Energieeffizienz der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe steigern und der Ausstoß von Treibhausgasen reduzieren. Emissionen im Bereich Nutztierhaltung können durch ein besseres Fütterungs- und Wirtschaftsdüngermanagement sowie die Leistungsoptimierung weiter gesenkt werden. Eine Optimierung und Minimierung der Stickstoffdüngung in der Landwirtschaft sowie eine Weiterentwicklung extensiver ökologischer Landbewirtschaftung tragen zu einer weiteren Senkung des Ausstoßes von Treibhausgasen bei. Die Cluster-Initiative Forst und Holz wird zur nachhaltigen Mobilisierung der Nutzungspotenziale der Wälder und einer umweltfreundlichen intelligenten Holzverwendung konsequent fortgeführt. Durch Forschungsbemühungen im Bereich der Energiepflanzenproduktion sind Anbauverfahren mit neuartigen Pflanzenarten für die Bereitstellung von Rohstoffen aus der pflanzlichen Produktion voranzubringen.



## Beratung, Information und Umweltbildung

### Klimaschutz durch Wald und Holz

In einem Forschungsprojekt wurden 2012 eine Kohlenstoff-Gesamtbilanz für die Wälder und Holzprodukte in Bayern erstellt, deren Klimaschutzeffekt (Klimanutzen) ermittelt sowie unterschiedliche Bewirtschaftungsvarianten miteinander verglichen. Danach waren im Jahr 2002 in Wäldern und Holzprodukten rund 744 Mio. Tonnen Kohlenstoff gespeichert. Zwischen 2003 und 2008 betrug der Klimanutzen durch Zunahme des Kohlenstoffspeichers in Holzprodukten rund 29 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> (unter Berücksichtigung des Ausgangsspeichers) sowie rund 76 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> durch Material- und Energiesubstitution. Insgesamt sind in den sechs Jahren somit rund 105 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> zusätzlich gebunden worden. Dies entspricht etwa 22 Prozent der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Bayern. Ein Vergleich verschiedener Nutzungsvarianten zeigt, dass sich langfristig der höchste Klimanutzen in bewirtschafteten Wäldern mit leicht zunehmendem Vorrat und intelligenter Holzverwendung (Kaskadennutzung) ergibt.



LandSchafttEnergie

### Beratungsinitiative „LandSchafttEnergie“

Zur Verstärkung des Beratungs- und Informationsangebots im ländlichen Raum hat das Landwirtschaftsministerium ein unabhängiges Expertenteam „LandSchafttEnergie“ mit Schwerpunkt am Kompetenzzentrum in Straubing eingerichtet, das unabhängig von kommerziellen Einzelinteressen berät. Neben der Energieeinsparung (z. B. in landwirtschaftlichen Betrieben) und der Effizienzsteigerung (z. B. bei Biogasanlagen) sind die Aktivitäten vorwiegend auf den Ausbau der Biomassenutzung sowie auf sonstige Fragen zur Landnutzung ausgerichtet.

### Informationskampagne Energieeinsparung im Gebäudebereich

Die Oberste Baubehörde hat bereits 2004 den interdisziplinären Arbeitskreis „Energieeffizientes Bauen“ eingerichtet. Seine Funktionen, ein übergreifendes Netzwerk zu bilden, eine Informations- und Wissensplattform aufzubauen



Staatsminister Helmut Brunner mit den Mitarbeitern des Expertenteams LandSchafttEnergie vor dem Technologie- und Förderzentrum in Straubing

und konkrete Maßnahmen anzustoßen bzw. umzusetzen, sind im Rahmen der Energiewende besonders wertvoll. Neben Vertretern der Obersten Baubehörde gehören dem Arbeitskreis Vertreter des Wirtschafts-, Landwirtschafts- und Umweltministeriums, der sieben Bezirksregierungen, der Architektenkammer, der Ingenieurekammer-Bau, der kommunalen Spitzenverbände, des Verbandes der bayerischen Wohnungsunternehmen sowie der bayerischen Energieagenturen an. Folgende Initiativen sind hervorzuheben:

- In nahezu allen bayerischen Kreisverwaltungsbehörden wurden „Erste Ansprechpartner Energie“ für Verbraucher eingerichtet, die zu grundsätzlichen Fragen der energetischen Sanierung informieren und Kontakte zu ausgebildeten Energieberatern vor Ort vermitteln.
- Informationsoffensive zum energieeffizienten Bauen und Sanieren (Veröffentlichungen, Veranstaltungen, Hilfestellung bei der Anwendung der Rechtsvorschriften durch weitere Mitarbeit in der Projektgruppe Energieeinsparverordnung der Bauministerkonferenz)
- Ausbau des Internet-Angebotes „Gebäude und Energie“, u. a. laufende Ergänzung durch „best-practice“-Beispiele.

### „Energiesparen macht Schule“

Die Oberste Baubehörde, die Bayerische Architektenkammer, das Kultusministerium und das Umweltministerium präsentieren zwölf ausgewählte, vorbildlich modernisierte Schulen aus ganz Bayern in einer Broschüre. Wichtige Kriterien für die Auswahl der Schulen waren neben der Sanierungsqualität der

Gebäudehülle und der Anlagentechnik auch die Benutzerfreundlichkeit der Neuinstallationen, die Sensibilisierung der Schüler für die Thematik sowie die Beteiligung der Lehrkräfte, Eltern und Schüler im gesamten Planungsprozess.

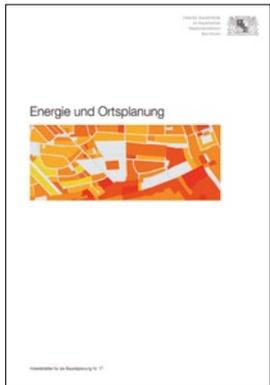
### Ausstellung

#### „Energieeffizientes Planen und Bauen“

Bayern hat auf dem Sektor des energieoptimierten Bauens eine große Bandbreite bemerkenswerter Lösungen vorzuweisen – von herausragenden Architekturprojekten, innovativen technischen Lösungen und Bauprodukten über integrierte städtebauliche Gesamtkonzepte, staatliche Förderprogramme und Modellvorhaben bis hin zu Forschungsvorhaben und neu eingerichteten Studiengängen der bayerischen Hochschulen. Die bayerische Kompetenz dokumentiert die Ausstellung „Energieeffizientes Planen und Bauen“, die in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik der Technischen Universität München erarbeitet wurde. Sie ist als Wanderausstellung konzipiert. Die Ausstellung wurde 2012 aktualisiert und stellt auch das im Mai 2011 beschlossene Energiekonzept der Bayerischen Staatsregierung dar.



Ausstellung Energieeffizientes Planen und Bauen



### Energie und Ortsplanung

Nachhaltige, klimaschonende und damit zukunftsorientierte Siedlungskonzepte sind zu forcieren und zu unterstützen. Die Broschüre „Energie und Ortsplanung“ der Obersten Baubehörde im Innenministerium informiert Gemeinden, Planer und Bürger zum Thema und gibt mit Hilfe der dargestellten modellhaften Beispiele Anregungen für eine energieeffiziente Siedlungsentwicklung.

- [www.stmi.bayern.de/buw/staedtebau/energieundklimaschutz/siedlungsstruktur/index.php](http://www.stmi.bayern.de/buw/staedtebau/energieundklimaschutz/siedlungsstruktur/index.php)
- [www.innenministerium.bayern.de/bauen/baurecht/staedtebau/17222/](http://www.innenministerium.bayern.de/bauen/baurecht/staedtebau/17222/) (bis 1. Mai 2013)

aufzustellen. Dieses dient als wichtige Entscheidungshilfe für die Kommunen bzgl. der Umstellung der gemeindlichen Energieversorgung auf erneuerbare Energien, der Nutzung vorhandener Potenziale und der Reduzierung des Verbrauchs.

Informationen hierzu enthält der im Juli 2011 erschienene „Leitfaden Energienutzungsplan“ bzw. die seit September 2012 verfügbare neunseitige Broschüre „Energienutzungsplan: Kurzinformation“ (einschließlich Hinweise zur Leistungsbeschreibung). Der Leitfaden ist im Rahmen eines gemeinsamen Modellprojektes von Innenministerium, Umweltministerium und Wirtschaftsministerium mit sechs Modellkommunen im Landkreis München entstanden.

- [www.energieatlas.bayern.de/kommunen/energienutzungsplan.html](http://www.energieatlas.bayern.de/kommunen/energienutzungsplan.html)



### Leitfaden Energienutzungsplan

Oft ist es zweckmäßig, angesichts der Komplexität einer zukunftsgerichteten energetischen Entwicklung ein (inter-)kommunales Energiekonzept (z. B. Energienutzungsplan)



## Umwelt- und Verbraucherbildung

Klimaschutz kann nur dann wirksam umgesetzt werden, wenn er von jedem und jeder Einzelnen als wichtiger Teil seines Verhaltens akzeptiert und gelebt wird. Ziel der Umwelt- und Verbraucherbildung ist es daher, dass die Verbraucher notwendiges Wissen und kritisches Bewusstsein erlangen, um sachlich richtige Entscheidungen treffen zu können. Dies stärkt das Verantwortungsbewusstsein für eigenes Handeln. Selbstverantwortliches Lernen und Handeln sollte dabei möglichst früh bei Kindern und Jugendlichen ansetzen und lebenslang ermöglicht und gefördert werden.

- Verdichtung des bayernweiten Netzwerks außerschulischer Umweltbildungseinrichtungen („Umweltbildung Bayern“) und Ausweitung des Angebots im Bereich Klimaschutz,
- Unterstützung des Klimaschutzes im Rahmen der schulischen Umweltbildung durch Energiesparwettbewerbe und Schülerbeteiligung bei energetischer Schulhaussanierung,
- Umsetzung bayernweiter Modellprojekte zur Vernetzung, Bündelung und Kommunikation von Maßnahmen zum Klimaschutz,
- Verknüpfung der bestehenden Netzwerke der Umwelt- und Verbraucherbildung,
- Ausbau der Kooperation mit leistungsfähigen Partnern (u. a. Kommunen und Unternehmen).

## Green Hospital Initiative Bayern

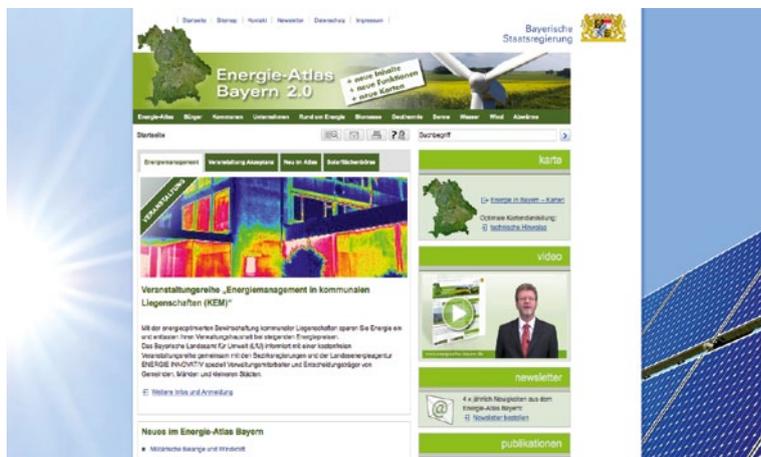
Neben dem Leuchtturmprojekt „Green Hospital Lichtenfels“ leistet das Gesundheitsministerium mit einer Best-Practice-Datenbank im Internet einen Beitrag zur flächendeckenden Realisierung des Konzepts eines nachhaltigen

Krankenhauses. Besonders umweltgerecht gestaltete Krankenhäuser werden mit einem Preis ausgezeichnet. Weitere Angebote sind in Planung.

→ [www.krankenhausversorgung.bayern.de](http://www.krankenhausversorgung.bayern.de)

## Energie-Atlas Bayern

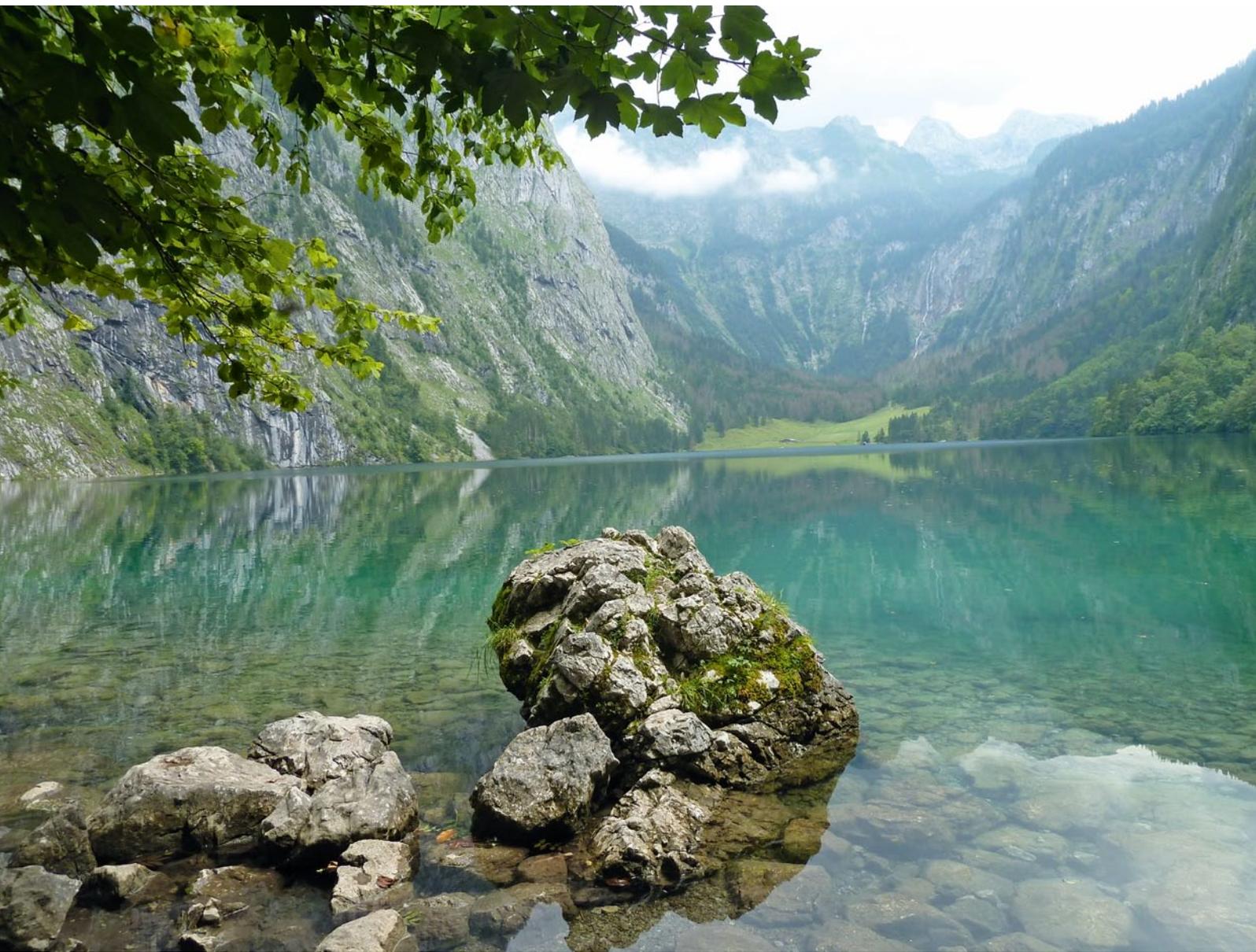
Der Energie-Atlas Bayern ist ein zentrales Energie-Portal der Bayerischen Staatsregierung und damit wesentliches Element für die internetgestützte Information und Kommunikation der Staatsregierung zur Umsetzung der Energiewende. Es wurde unter der Federführung des Bayerischen Umweltministeriums entwickelt. Das Portal bietet Bürgern, Unternehmen und Kommunen kostenlos eine Fülle an Informationen rund um Energiesparen, Energieeffizienzsteigerung und Ausbau erneuerbarer Energien in Form von eng miteinander verzahnten, interaktiven Karten und Texten. Eine Solarflächenbörse sowie eine Abwärmeformationsbörse laden zum Mitmachen ein. Der Energie-Atlas Bayern wird kontinuierlich aktualisiert und weiter ausgebaut.



Screenshot aus Energie-Atlas Bayern (Internet)

→ [www.energieatlas.bayern.de](http://www.energieatlas.bayern.de)

# Anpassung an den Klimawandel



Bayern hat frühzeitig erkannt, dass dem Klimawandel allein durch die Minderung von Treibhausgasen nicht wirksam begegnet werden kann. Deshalb sind Entwicklung und Umsetzung regionaler Anpassungsstrategien in allen Sektoren an die unvermeidbaren Auswirkungen des Klimawandels im Rahmen der nationalen Anpassungsstrategie wichtiger Bestandteil der bayerischen Klimapolitik.

## Wasserwirtschaft

Die für die Gesellschaft gravierendsten direkten und indirekten Auswirkungen des Klimawandels werden im Wassersektor erwartet. Der Klimawandel erfordert daher integral wirkende Anpassungsmaßnahmen in der Wasserwirtschaft in folgenden Handlungsbereichen:

### Grundlagen, Monitoring und Warndienste

Das Projekt KLIWA (Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft) soll aktuelle Arbeiten mit den Schwerpunkten Niedrigwasser, Trockenheit und Extremniederschläge fortführen und erweitern. Das Monitoring klimawandelbedingter Änderungen der Wasserhaushaltsgrößen ist zu intensivieren.

### Hochwasserschutz

Der Klimawandel ist heute eine neue, bisher nicht gekannte Herausforderung sowohl für das Niedrigwassermanagement (z. B. Bewirtschaftung der Grundwasserreserven und der Flüsse und Seen in Trockenperioden) wie für den Hochwasserschutz. Experten prognostizieren, dass infolge des Klimawandels extreme Starkregen und Hochwasserereignisse künftig noch häufiger auftreten werden. Der nachhaltige Schutz vor Hochwasser wird damit zu einem immer bedeutenderen Standortfaktor in Bayern. Hochwasser bedroht Menschenleben sowie Vermögenswerte an Wohngebäuden, an Gewerbe- und Industriebetrieben sowie am Kfz-Bestand und löst monetär nicht messbare (intangibile) Kosten etwa für Produktionsausfälle, Katastrophenschutz Einsatz, Aufräumarbeiten, Beseitigung von Hochwasserschäden etc. aus.





Der Hochwasserschutz gehört zu den elementaren Aufgaben des Staates zur Sicherung der menschlichen Daseinsvorsorge. Mit dem Hochwasserschutz-Aktionsprogramm 2020 verfolgt der Freistaat Bayern daher zwei Ziele, die Verringerung des Schadenspotenzials und die Gewährleistung eines ausreichenden Hochwasserschutzes. Erreicht wird dies durch die Kombination von drei Handlungsfeldern:

- natürlicher Rückhalt
- technischer Hochwasserschutz
- Hochwasservorsorge

Nur wenn alle drei Handlungsfelder ineinandergreifen, ist optimaler Hochwasserschutz möglich.

Hochwasser entsteht im Hinterland. Wirksamer Hochwasserschutz muss daher in der Fläche ansetzen, insbesondere durch natürliche Wasserrückhaltung im gesamten Einzugsgebiet, in den Auen und in den Gewässern selbst. Technische Hochwasserschutzanlagen verhindern bis zu einem festgelegten Bemessungshochwasser – in Bayern in der Regel einem hundertjährigen Ereignis – das Ausufer des Gewässers und schützen so Bebauung und hochwertige Infrastruktur vor Überflutung oder Unterspülung (Erosion). Bei der Bemessung neuer Hochwasserschutzanlagen wird seit 2004 ein Klimazuschlag von 15 Prozent berücksichtigt, da Studien einen deutlichen Anstieg der Hochwasser aufgrund

des Klimawandels bis 2050 prognostizieren. Mit der Hochwasservorsorge können Hochwasserschäden begrenzt oder ganz vermieden und das unvermeidliche Restrisiko verringert werden. Instrumente hierfür sind die Flächen-, Bau-, Verhaltens- und Risikovorsorge.

Das Hochwasserschutz-Aktionsprogramm 2020 ist an den Klimawandel dynamisch anzupassen, insbesondere durch dessen Berücksichtigung bei der Bemessung von Hochwasserschutzanlagen (Klimaänderungsfaktor), durch verstärkten Hochwasserrückhalt in der Fläche, durch die Reduzierung von Restrisiken bei überströmungsgefährdeten Hochwasserschutzanlagen und durch das Freihalten von Notüberlaufräumen als Speicher jenseits des Regelhochwassermanagements. Mit der Hochwasser-Risikomanagement-Richtlinie sollen weiter gehende, über ein hundertjähriges Hochwasser hinausgehende Szenarien bewertet und abgewogen werden.

Von den insgesamt im Rahmen des Anpassungsprogramms veranschlagten 2,3 Mrd. Euro wurden bisher rund 1,5 Mrd. Euro zur Umsetzung folgender Maßnahmen ausgegeben:

- zusätzlich wurden über 400.000 Einwohner vor Hochwasser geschützt;
- rund 55 km Deiche wurden zurückverlegt, ca. 25 km neue Deiche wurden gebaut und knapp 70 Prozent der vor 1945 errichteten (Alt-)Deiche zumindest teilsaniert;
- Gewässerentwicklungskonzepte an Gewässern I. und II. Ordnung sind zu 78 Prozent abgeschlossen;
- rund 24 Mio. Kubikmeter Retentionsraum wurden reaktiviert und 8,6 Mio. Kubikmeter Rückhaltevolumen an Gewässern III. Ordnung wurden geschaffen;

- 764 km von 2.500 km Gewässerstrecke und 1.883 ha von 10.000 ha Uferfläche wurden renaturiert;
- rund 230 Hektar Aue wurden aufgeforstet;
- 78 km neue Schutzmauern wurden gebaut.

### Vorsorge gegen Dürre und Trockenheit

Das bestehende räumliche und absehbare jahreszeitliche Ungleichgewicht der Niederschlagsverteilung in Bayern erfordert vor allem die Erhöhung der Versorgungssicherheit bei der örtlichen und regionalen Trinkwasserversorgung durch Verbund von Anlagen oder Wassergewinnungsalternativen („zweites Standbein“), insbesondere in den Wassermangelgebieten Frankens sowie des Oberpfälzer und Bayerischen Waldes. Außerdem sind die nutzbaren Grundwasservorkommen und die sensiblen oberirdischen Gewässer nachhaltig zu schützen. Die Fortschreibung der Wärmelastpläne und die Aufstellung von Niedrigwassermanagementplänen sind konkret in Angriff zu nehmen.

Das Spannungsfeld aus Trockenheit und Hochwasser verlangt nach einer Sicherung der Wasserressourcen und einer verstärkt integrierten Bewirtschaftung. Insbesondere sind potenzielle große Rückhalteräume für Hochwasserschutz und Niedrigwasseraufhöhung zu sichern. Ein Großteil dieser Maßnahmen ist im ländlichen Raum vorzusehen.

Um frühzeitig auf Trockenheit reagieren zu können, ist der Niedrigwasserinformationsdienst im Hinblick auf Vorhersage und Niedrigwassermanagement weiter auszubauen und dauerhaft weiterzuführen. Für die Entwicklung des Niedrigwasserinformationsdienstes wurden von 2008 bis 2011 insgesamt 1,1 Mio. Euro aufgewendet. Der Internet-Auftritt [www.nid.bayern.de](http://www.nid.bayern.de) wird laufend erweitert.



### Wasserversorgungsbilanz

Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit bei der öffentlichen Trinkwasserversorgung werden die zuständigen kommunalen Aufgabenträger beraten, wo Maßnahmen zur Verbesserung der Situation vordringlich anstehen und welche Veränderungen an den Versorgungsstrukturen aus ökologischer und wirtschaftlicher Sicht zu empfehlen sind. Um hierfür eine aktuelle und einheitliche Wissensbasis für Staat und Kommunen zu schaffen, erheben und bewerten die Wasserwirtschaftsämter unter Leitung des Landesamts für Umwelt die öffentliche Wasserversorgung. An diesem 2008 begonnenen Projekt sind auch die Gesundheitsbehörden und die Regierungen beteiligt. Es soll bis Ende 2015 mit einer Wasserversorgungsbilanz für jeden Regierungsbezirk abgeschlossen sein. Die Gesamtkosten werden auf rund 3,0 Mio. Euro geschätzt. Davon wurden rund 0,9 Mio. Euro aus dem Klimaprogramm und bisher weitere rund 1,0 Mio. Euro aus dem Staatshaushalt (Mittel für Wasserversorgung und Grundwasserschutz) bereitgestellt. Für Unterfranken liegt die „Wasserversorgungsbilanz 2025“ bereits

vor und zeigt den Handlungsbedarf bei einzelnen Wasserversorgungs- und Wassergewinnungsanlagen auf. Insgesamt zeichnet sich ab, dass es mit einigen überschaubaren örtlichen oder regionalen Maßnahmen gelingen wird, überall in Bayern die nötige Sicherheit der Wasserversorgung auch in der weiteren Zukunft herzustellen.

### Grundwassererkundung

Zur Bilanzierung der Trinkwasserressourcen gehört auch ein aktueller Überblick über die erkundeten und für die öffentliche Wasserversorgung geeigneten, aber noch nicht genutzten Grundwasservorkommen. Hierzu hat das Landesamt für Umwelt in den Jahren 2008 bis 2012 mit den Wasserwirtschaftsämtern die Grundwassererkundungsgebiete aus dem früheren Programm „Grundwassererkundung in Bayern“ überprüft. Dieses Projekt wurde mit Mitteln des Klimaprogramms Bayern 2020 in Höhe von 220.000 Euro gefördert.



## Land- und Forstwirtschaft

### Grundwassermodell für Mittelfranken

Zur Klärung der nachhaltig nutzbaren Trinkwasserressourcen in Wassermangelgebieten Mittelfrankens hat das Wasserwirtschaftsamt Ansbach ein Grundwassermodell für den Sandsteinkeuper erstellen lassen. Hierzu wurden rund 60.000 Euro aus dem Klimaprogramm bereitgestellt.

### Grundwasserschutz

Um den nachhaltigen Schutz der nutzbaren Grundwasservorkommen bestmöglich zu unterstützen, werden mit der Aktion Grundwasserschutz seit 2001 in Unterfranken und seit 2008 in Oberfranken unter dem Gedanken der Nachhaltigkeit und der Vorsorge in verschiedenen Handlungsfeldern neue Wege für einen integrierten Grundwasserschutz beschritten. Es wurden wegweisende Konzepte in den Bereichen Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit, Bildung für nachhaltige Entwicklung und grundwasserverträgliche Landbewirtschaftung entwickelt. So auch das erfolgreiche Konzept der „Wasserschule“, das ausgehend von Unterfranken in der Zwischenzeit auf ganz Bayern ausgedehnt wurde. Dafür wurden bisher insgesamt rd. 6,4 Mio. Euro aus dem Staatshaushalt bereitgestellt, davon 1,7 Mio. Euro aus dem Klimaprogramm.

Mit einem Flächenanteil von über 80 Prozent gehören Land- und Forstwirtschaft zu Hauptbetroffenen des Klimawandels. Die Entwicklung und Umsetzung von geeigneten Anpassungsstrategien in allen Produktionsbereichen der Land- und Forstwirtschaft ist eine erhebliche Herausforderung für die Absicherung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit dieser Wirtschaftssektoren (Umsatzvolumen 58 Mrd. Euro pro Jahr), die Erhaltung unserer Kulturlandschaft und deren ökologischer Funktionen.

Schwerpunkte der Aktionen sind der Aufbau eines zukunftsfähigen Waldes, der Schutz der biologischen Vielfalt und eine schonende Nutzung der Ressourcen Wasser und Boden. Die Erkenntnisse aus den Forschungsprojekten sollen in die Beratung landwirtschaftlicher Betriebe einfließen.

Erfolg und Fortschritte bei den forstlichen Maßnahmen hängen von den eigenverantwortlichen Entscheidungen der rund 700.000 Waldbesitzer in Bayern ab. Die Bayerische Forstverwaltung leistet umfassende Hilfe zur Selbsthilfe.

### Waldumbauprogramm

Ziel ist es, von den insgesamt ca. 260.000 Hektar akut gefährdeten Fichtenbeständen im Privat- und Körperschaftswald rund 100.000 Hektar bis 2020 in klimatolerante Mischwälder umzubauen.

Von 2008 bis Ende 2012 ist es gelungen, mit Unterstützung durch staatliche Fördermittel auf über 29.000 Hektar standortangepasste Mischwälder neu zu schaffen. Hierzu wurden

neue Wege beschritten, u. a. regionale Waldbesitzertage durchgeführt, regionale Waldumbauprojekte mit intensiver Beteiligung aller Akteure umgesetzt und Klimarisikokarten als Soforthilfe für die Baumartenwahl entwickelt. Das neu entwickelte Standortinformationssystem wird ab Mitte 2013 die Beratung wesentlich unterstützen.



*Waldbesitzer erreichen und motivieren:  
Forstminister Helmut Brunner (links) informiert  
sich über den Waldumbau*

### **Schutzmaßnahmen im Bergwald (Bergwaldoffensive)**

Ziel ist es, durch intensive Schutzwaldpflege und -sanierung in Verbindung mit einer effektiven Schalenwildregulierung den Bergwald und seine lebenswichtigen Schutzfunktionen nachhaltig für die erheblichen Klimaveränderungen im Alpenraum zu stabilisieren. Ein flächendeckendes Informationssystem wird gezielte Reaktionen in regionalen Risikogebieten ermöglichen.

Die Bergwaldoffensive stößt auf breite Resonanz bei den Waldbesitzern und in der Öffentlichkeit und verläuft sehr erfolgreich. Bis Ende 2011 wurden in 30 Projektgebieten über

900 Einzelmaßnahmen umgesetzt. Vermehrt werden Erweiterungen oder neue Projektgebiete gefordert. Der partizipative Ansatz in den neu geschaffenen projektbegleitenden Beiräten erhöht die Akzeptanz und hilft, Lösungen für Interessenskonflikte zu finden. Besonders bewährt hat sich der Einsatz von Projektmanagern als zentrale Ansprechpartner und Koordinatoren.

Begleitende Maßnahmen der Bergwaldoffensive sind unter anderem die Sicherung der Versorgung mit hochgebirgstauglichem Saat- und Pflanzgut sowie das – per INTERREG finanzierte – Waldinformationssystem Nordalpen (WINALP), das flächendeckend Informationen zur Leistungsfähigkeit der Bergwaldstandorte liefert.

Die positive Dynamik und die Mobilisierung der Waldbesitzer und Stakeholder soll genutzt werden, um weitere Maßnahmen in bestehenden Projektgebieten umzusetzen und neue Projekte zu beginnen.



*Bergwaldoffensive – umfassende Maßnahmenpakete in großen Projektgebieten, z. B. am Grünen im Allgäu*

## Naturschutz

Durch Flächenverluste, Nutzungsintensivierung, Zerstückelung der Lebensräume, Gewässerausbau und Entwässerung ist die Natur schon seit Jahrzehnten starken Beeinträchtigungen ausgesetzt. Mit dem Klimawandel kommt eine zusätzliche Kategorie der Belastung hinzu, von denen besonders die Alpen, die höheren Lagen der Mittelgebirge sowie Feuchtgebiete und Talauen betroffen sein werden. Wichtige Ökosystemfunktionen, wie die Schutzfunktion der Bergwälder oder die als Wasserrückhalt und Kohlenstoff-Senken fungierenden Moore, werden stark beeinflusst. Durch die vielfältigen Auswirkungen des Klimawandels wächst die Gefahr von Artenverlusten. Allein die klimabedingten prognostizierten Artenverluste für Flora und Fauna in den nächsten Jahrzehnten werden in Deutschland auf 5 bis 30 Prozent geschätzt. Es besteht die Gefahr, dass Ökosysteme ihre Dienstleistungen für die Menschheit (Bodenfruchtbarkeit, Selbstreinigungskraft der Gewässer, Filter für die Luft, Ausgangsstoffe für Medikamente, Nahrungsmittel etc.) nicht mehr im bisherigen Umfang erbringen können.

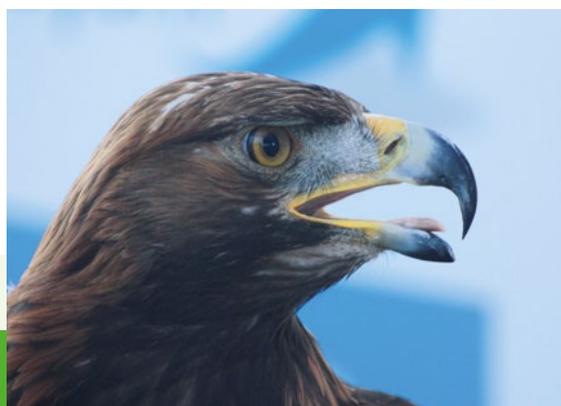
Aufgrund des Klimawandels werden sich die Verbreitungsgebiete vieler Arten verlagern. Für den Erhalt der Ökosysteme und ihrer Funktionen sind deshalb künftig die Naturschutzmaßnahmen noch zu verstärken. Zur Erhaltung der biologischen Vielfalt ist der landesweite Biotopverbund aus Schutzgebieten, BayernNetzNatur-Projekten und Vertragsnaturschutzflächen weiterzuentwickeln.

Die funktionelle Vielfalt ökologischer Systeme ist Schlüsselfaktor für den Erhalt der Biodiversität und dient gleichzeitig der Milderung der Auswirkungen von Klimaänderungen. Die

Erhaltung der Biodiversität ist deshalb aktiver und vorbeugender Klimaschutz und zudem deutlich günstiger als „Reparaturen“ durch technische Maßnahmen. Deshalb sollten diese Zielvorgaben in allen Politikbereichen Berücksichtigung finden.

### Sonderprogramm zur Stabilisierung der biologischen Vielfalt und von Ökosystemen

- Vernetzung von Habitaten zur Schaffung von Wandermöglichkeiten für Tiere und Pflanzen,
- Intensive Vernetzung der BayernNetzNatur-Projekte mit dem europäischen ökologischen Netz Natura 2000 (FFH- und Vogelschutzgebiete),
- Abmilderung der Zerschneidungs- und Barrierewirkung von Verkehrswegen, Fließgewässerverbauungen und intensiv land- oder forstwirtschaftlich genutzten Flächen,
- Erhöhung der Nischen- und Strukturvielfalt in der Normallandschaft durch einen lokalen Biotopverbund mit Unterstützung der Agrarumweltprogramme des Umweltministeriums und des Landwirtschaftsministeriums,
- Sicherung und Entwicklung landesweit bedeutsamer Flächen (Naturschutzgebiete, geschützte Landschaftsbestandteile usw.) als Kernflächen, Verbundachsen und Trittsteinbiotope,



- Gezielte Maßnahmen zum Erhalt besonders bedrohter Arten,
- „Ökologischer Alpiner Verbund“ Bayern/Salzburg/Tirol/Vorarlberg im Rahmen des Protokolls Naturschutz und Landschaftspflege der Alpenkonvention. In einem ersten Gespräch Ende 2012 verständigten sich die beteiligten Länder, auf der Grundlage eines Geografischen Informationssystems die Schlüsselstellen für einen alpinen Verbund in einem Korridor von 50 km jenseits der Grenzen zu identifizieren und darauf aufbauend einen Maßnahmenkatalog zu erarbeiten.

#### **Vorkehrungen zum Erhalt natürlicher Kohlenstoffsinken und zur Verbesserung des Lokalklimas**

- Erhaltung und Renaturierung von Auen,
- Renaturierung von 50 Mooren durch Wiederherstellung eines lebensraumtypischen, hohen Wasserstandes bis 2020 (dafür stehen pro Jahr 2,5 Mio. Euro zur Verfügung),
- Messung des Ausstoßes klimarelevanter Gase ausgewählter Probeflächen und Monitoring biotischer Parameter (u. a. Vegetation, Makrozoobenthos),
- Förderung einer klimaverträglichen landwirtschaftlichen Nutzung von Niedermoorstandorten einschließlich Rückumwandlung von Ackerflächen in wiedervernässtes Grünland,
- Verbesserung des Kleinklimas in großen Siedlungsräumen, Erhaltung und Verbesserung innerstädtischer Grünflächen sowie von Frischluftschneisen wie z. B. Wiesen und Talzügen

#### **Benninger Ried**

Das Benninger Ried ist das bayernweit größte Kalkquellmoor und beherbergt mit der Riednelke eine Pflanzenart, die weltweit nur dort vorkommt. Die flächig vorkommenden kalkreichen Sümpfe und Tuffquellen sind Lebensraum weiterer gefährdeter Tier- und Pflanzenarten. 87 Arten der Roten Liste sind nachgewiesen. Durch das ausströmende Grundwasser trocknete das Ried immer schneller aus. Der Freistaat Bayern (25 Prozent) und der Bund (75 Prozent) investierten von 2009 bis 2011 insgesamt 5,2 Mio. Euro aus Mitteln des Konjunkturpakets II zur Sanierung des Wasserhaushaltes. Dem Benninger Ried wird jetzt wieder so viel Grundwasser zugeführt, dass es auch seine Funktion als Kohlenstoff- und Wasserspeicher künftig wieder erfüllen kann. Damit hat das Projekt Modellcharakter für die Renaturierung von Mooren.

### Vertragsnaturschutz

Neben der Sicherung von Hochmooren kommt auch der Erhaltung anderer Feuchtfleichen (Feuchtwiesen und Niedermooren) als Kohlenstoffspeicher besondere Bedeutung zu. So werden aktuell im Vertragsnaturschutz über den Erschwernisausgleich rund 11.000 Hektar Feuchtfleichen mit rund 5,7 Mio. Euro pro Jahr vertraglich gesichert.

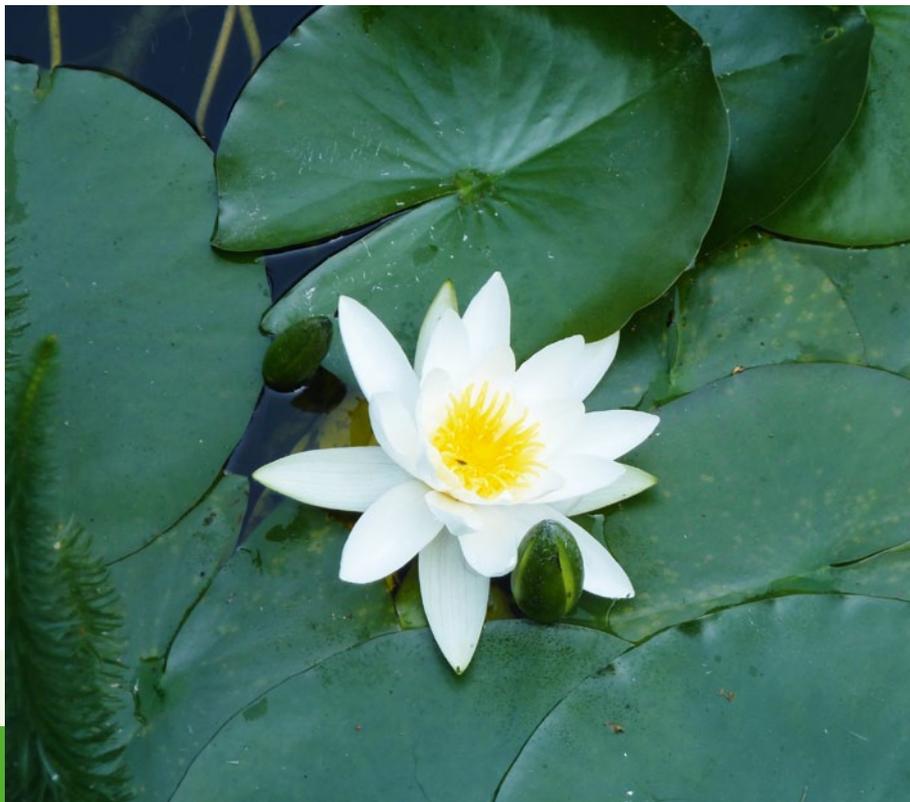
### BayernNetz-Natur-Projekte

Eine ganze Reihe der aktuell 378 BayernNetz-Natur-Projekte haben das Ziel, Hochmoore, Niedermoore, Talauen mit ihren Grünlandökosystemen und Auwäldern zu erhalten. Alle diese Ökosysteme haben eine besondere Bedeutung auch als Kohlenstoffspeicher.

### Moorschutz im Wald

Ein weiteres Potenzial bildet der Moorschutz im Wald. Das Landwirtschaftsministerium wird daher nach Umsetzung vorbereitender Maßnahmen mittelfristig weitere Maßnahmen realisieren:

- zusätzliche flächenwirksame Moorrenaturierungen im Wald,
- Optimierung bestehender Renaturierungen,
- begleitende Forschungsprojekte (z. B. Treibhausgasbilanzen, klimaverträgliche forstliche Nieder- und Zwischenmoornutzungsformen).



## Alpen

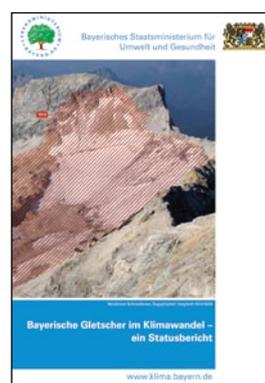
Der Klimawandel ist auch in Bayern spürbar, vor allem in den Alpen. Dort sind die Temperaturen in den letzten 100 Jahren doppelt so stark gestiegen wie im weltweiten Durchschnitt. Bei einem „Weiter-so-wie-bisher“ besteht die Gefahr, dass in den Alpen bis zum Jahr 2100 ein Anstieg von 3 bis 5 Grad im Sommer und 4 bis 6 Grad im Winter erreicht wird. Dies hätte dramatische Auswirkungen auf das einzigartige alpine Ökosystem und seine Leistungen als Wasserspeicher und Erholungsraum.

### Bayerische Gletscher im Klimawandel

Gletscher sind als Trinkwasserspeicher, als Klimaarchive und weitgehend unberührte Naturwunder wichtiger Teil des sensiblen Geo- und Ökosystems Alpen. Die Gletscher unserer Erde sind aber auch Mahnmale des Klimawandels geworden, denn sie reagieren mit beispielloser Geschwindigkeit auf die Veränderung des globalen Klimasystems. Der Klimawandel bedroht auch die fünf Alpengletscher in Bayern: Die Gletscher haben etwa mit Beginn der Industrialisierung um 1850 durch Abschmelzen deutlich an Volumen, Fläche und Länge verloren. Im Jahr 1820 erreichte die maximale Ausdehnung aller Gletscher in Bayern noch etwa vier Quadratkilometer, heute ist mit etwa 0,7 Quadratkilometer weniger als ein Viertel übrig. Die Folgen zeigen sich hier besonders deutlich, weil sich zahlreiche empfindliche Gebiete und naturbelassene



Landschaften auf relativ kleinem Raum befinden. Folgen sind: Zunahme der alpinen Gefahren, Gefährdung der Trinkwasserspeicher, Verstärkung der Hochwasserereignisse, Bedrohung der Wildbäche, der Bergwälder sowie der alpinen Tier- und Pflanzenwelt.



Im Auftrag des Umweltministeriums hat die Bayerische Akademie der Wissenschaften die bisher gewonnenen Erkenntnisse zu den bayerischen Gletschern in einem Statusbericht zusammengestellt.

→ <http://www.stmug.bayern.de/umwelt/klimaschutz/klimawandel/index.htm>

### Alpenraumprojekte – Europäische Territoriale Zusammenarbeit

Kommunen, Unternehmen, Behörden, Universitäten, Verbände und zahlreiche andere Stellen aus Bayern haben bereits die Fördermöglichkeiten der Europäischen Gemeinschaftsinitiative INTERREG genutzt, um über Grenzen hinweg mit Partnern aus anderen europäischen Staaten zusammenzuarbeiten. INTERREG bietet ein breites Spektrum an Themen und Handlungsfeldern. Diese reichen vom vorsorgenden Hochwasserschutz über

eine Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur und Aktivitäten zur Förderung des Tourismus bis hin zu Maßnahmen der CO<sub>2</sub>-Reduzierung und der Klimawandelanpassung.

### **Anpassung an den Klimawandel im Alpenraum (Projekt AdaptAlp)**

Das Bayerische Umweltministerium war von 2008 bis 2011 Lead-Partner im Alpenraumprojekt AdaptAlp („Adaptation to Climate Change in the Alpine Space“). Ziel war es, vertiefte Erkenntnisse darüber zu gewinnen, welche Auswirkungen der Klimawandel auf Regionen im Alpenraum hat und mit welchen Mitteln auftretenden Naturgefahren nachhaltig begegnet werden kann, um Menschenleben, den Lebensraum und die Infrastruktur zu schützen. Im Projekt wurden Strategien erarbeitet, wie auf den Klimawandel im Alpenraum reagiert und ein abgestimmtes Vorgehen im gesamten Alpenraum auf transnationaler Ebene bis hin zur lokalen Ebene entwickelt werden kann.

- Projektlaufzeit: 09/2008 – 08/2011
- Projektbudget: 2,9 Mio. Euro
- 16 Partner aus 6 Alpenanrainerstaaten
- [www.adaptalp.org](http://www.adaptalp.org)

### **Aufbereitung und Nutzbarmachung des Wissens zur Anpassung an den Klimawandel im Alpenraum (Projekt C3-Alps)**

Das EU-Projekt C3-Alps („Capitalising Climate Change Knowledge for Adaptation in the Alpine Space“) baut auf den Erkenntnissen von AdaptAlp und weiteren Vorgängerprojekten auf, fasst Ergebnisse zusammen und überführt diese in ein einfach zu handhabendes Instrumentarium für die Entscheidungsträger vor Ort. Die Ergebnisse erleichtern es den beteiligten Alpenländern, Wissen über die Auswirkungen des Klimawandels auf den Alpenraum zu nutzen und gemeinsame Anpassungsstrategien umzusetzen. Im Rahmen des Projekts entwickelt und erprobt die Hochschule München im Auftrag des Umweltministeriums am Beispiel von zwei ausgewählten Gemeinden einen „Klimawandel Fitness Check“. Die Erfahrungen sollen anderen Gemeinden in Form von Checklisten und Beispielen zur Verfügung gestellt werden.

- Projektlaufzeit: 01/2012 – 12/2014
- Projektbudget: 3,1 Mio. Euro
- 17 Partner aus allen Alpenanrainerstaaten
- [www.c3alps.eu](http://www.c3alps.eu)



### **Alpine Baukultur und Energieeffizienz (Projekt AlpBC)**

Das Projekt AlpBC („Alpine Building Culture and Ecology“) entwickelt nachhaltige regionale Ansätze zur Erhaltung und Weiterentwicklung der alpinen Baukultur – als herausragenden kulturellen Erbes des Alpenraums – in Verbindung mit Energieeffizienz und weiteren aktuellen Erfordernissen. Auf der Basis der regionalen kulturellen Identitäten werden die wirtschaftliche Entwicklung gefördert, regionale Akteure qualifiziert und ein Beitrag zu Erhaltung und Steigerung der Attraktivität des Alpenraums als Lebensraum und Tourismusregion geleistet. AlpBC ermittelt das Potenzial für geschlossene regionale Wirtschaftskreisläufe, die für das Bauwesen genutzt werden können und fördert diese. Das Projekt verstärkt so die nachhaltige Verwendung regionaler Baumaterialien und unterstützt die Nutzung erneuerbarer Energien. Das Bayerische Umweltministerium wird den Lead-Partner Handwerkskammer für München und Oberbayern unterstützen und sich an der Finanzierung beteiligen.

- Projektlaufzeit: 09/2012 – 06/2015
- Projektbudget: 2,9 Mio. Euro
- 12 Partner aus 6 Alpenanrainerstaaten
- [www.alphouse.de](http://www.alphouse.de)

### **Entwicklung und Umsetzung nachhaltiger Energiekonzepte im Alpenraum auf kom- munaler Ebene (Projekt SEAP\_Alps)**

Das Projekt SEAP\_Alps („Sustainable Energy Plans in the Alpine Space Area“) hat das Ziel, die Energieplanung auf kommunaler Ebene für die Alpenregionen zu erleichtern. Das Bayerische Umweltministerium wird den bayerischen Projektpartner eza! (Energie- und Umweltzentrum Allgäu) mittels einer Kofinanzierung unterstützen.

- Projektlaufzeit: 10/2012 – 05/2015
- Projektbudget: 2,2 Mio. Euro
- 11 Partner aus 5 Alpenanrainerstaaten
- <http://seap.proto-type.de>

# Bodenschutz und Georisiken

Vorsorgemaßnahmen im Bodenschutz sind insbesondere erforderlich zur Erhaltung der Filter- und Pufferfunktion der Böden, zum Schutz vor Schadstoffeinträgen in das Grundwasser und für die Erhaltung der Produktionsfähigkeit landwirtschaftlich und forstlich genutzter Standorte. Fachliche Grundlagen müssen erforscht und Anpassungsstrategien entwickelt werden, insbesondere gegen die mögliche Zunahme von Erosionsereignissen, die Freisetzung von CO<sub>2</sub> durch den Abbau von organischer Substanz (Humusschwund), mögliche Änderungen des Wasserhaushalts von Böden sowie zur Eindämmung der Versauerung. Dazu gehören auch die Entwicklung von bodenschonenden Bearbeitungsverfahren und der Anbau von Pflanzen, die an die Standortbedingungen angepasst sind, sowie die Erarbeitung von fachlichen Kriterien, die einen nachhaltigen Anbau nachwachsender Rohstoffe ermöglichen.

Geologische Risiken wie Hangbewegungen, Rutschungen, Muren, Felsstürze, Steinschlag, Setzungen und Erdfälle stellen vor allem im Alpenraum, aber auch in anderen Gebieten Bayerns, seit jeher eine latente Gefahr für Leben, Sachwerte und Infrastruktur dar. Wegen der mit dem Klimawandel verbundenen Häufung extremer Wetterereignisse ist in Zukunft mit einer Zunahme der Georisiken zu rechnen. Georisiken sind besonders fatal, da sie sich meist spontan und hinsichtlich des Ereigniszeitpunkts nur schwer vorhersagbar mit einer lokal erheblichen Zerstörungskraft ereignen. Die Möglichkeit zur Frühwarnung ist

meist nicht gegeben, flächendeckende Sicherungsmaßnahmen sind nicht möglich. Eine Vorsorge ist daher nur durch frühzeitige Identifikation potenzieller Gefahrenbereiche, den intensiven Risikodialog und eine langfristige Meidung der Gefahrenbereiche möglich.

## **Projekt „Der Humuskörper bayerischer Böden im Klimawandel“ (2010 – 2013)**

- Detaillierte Darstellung der Bestandteile des Humuskörpers von Böden.
- Abschätzung der Beeinflussung des Humuskörpers durch Klimaänderungen.

## **Programm zur Vorsorge und Information über Georisiken**

- Fortführung des digitalen Georisk-Katasters für das gesamte Gebiet des Freistaats zur Erhöhung der Vorsorgesicherheit (Objektklassen: Hangbewegung, Felssturz, Steinschlag, Doline, Setzung, Erdfall).
- Erstellung von Hinweiskarten zu Georisiken für die exakte Gefahrenvorhersage und -einschätzung im Alpenraum abgeschlossen; seit 2011 Fortführung in weiteren sensiblen Gebieten Bayerns wie dem Alpenvorland und dem Schwäbisch-Fränkischen Jura.
- Kontinuierlicher Risikodialog mit den betroffenen Gemeinden und Bürgern sowie Bereitstellung der Informationen im Bodeninformationssystem Bayern (BIS-BY); Aufbau einer Online-Standortauskunft zu Georisiken.
- Untersuchung von Felssturzgefahren an der Permafrostgrenze in einer Dauerbeobachtungsstation im Zugspitzmassiv und Einbindung der Daten in den EU-weiten Forschungs- und Messnetzverbund „PermaNET“.

## Industrie und Handel

### Wirtschaft und Klimawandel

Der Klimawandel und seine Auswirkungen stellen auch die Wirtschaft vor neue Herausforderungen. Zur Anpassung sind Strategien und Techniken für einen besseren Umgang mit den unvermeidlichen Folgen des Klimawandels erforderlich. Anpassung bereitet auf zukünftige Risiken vor und leistet Vorsorge. Anpassungsprozesse können dabei auch zum Motor nachhaltigen Wirtschaftens werden.

### Innovation durch Klimaanpassung

Vor allem das Gastgewerbe und Verkehrsunternehmen spüren starke Auswirkungen des Klimawandels, aber auch die Finanz- und Versicherungswirtschaft und das produzierende Gewerbe fühlen sich überproportional stark betroffen. Überwiegend beschäftigen sich die Unternehmen mit klassischen Themen wie der Energie- und Materialeinsparung (Emissionsminderung). Anpassungsstrategien wie neues Produktportfolio sind bei den Unternehmen insgesamt noch kein relevantes Thema.

Industrie und Gewerbe sind auf die Versorgung mit Wasser, Energie und eine funktionierende Verkehrsinfrastruktur angewiesen. Die Häufung extremer Naturgefahren am Unternehmensstandort oder am Standort von Beschäftigten, Lieferanten und Kunden kann zu Produktionsverlusten bzw. Produktionsausfällen führen. Niedrigwasserperioden können Engpässe bei der Rohstoffbelieferung per Schiff verursachen. Eine zeitweise geringere Verfügbarkeit von Wasser oder Kühlwasser kann industrielle Prozesse beeinträchtigen. Insbesondere bei leicht verderblichen Lebensmitteln sind an Herstellung, Verarbeitung, Lagerung und Transport erhöhte Anforderungen zu stellen. Logistikunternehmen sind unmittelbar betroffen. Technologien und Produkte müssen an die veränderten Bedingungen (z. B. Wasser, Temperatur) angepasst werden, z. B. Auslegung von Kühlsystemen oder Luftfiltern. Handlungsoptionen wie der Einsatz solarer Kühlung oder Abwärmenutzung bergen ein großes Innovationspotenzial. Unternehmen, die in Umwelttechnologien investieren, profitieren damit von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel.

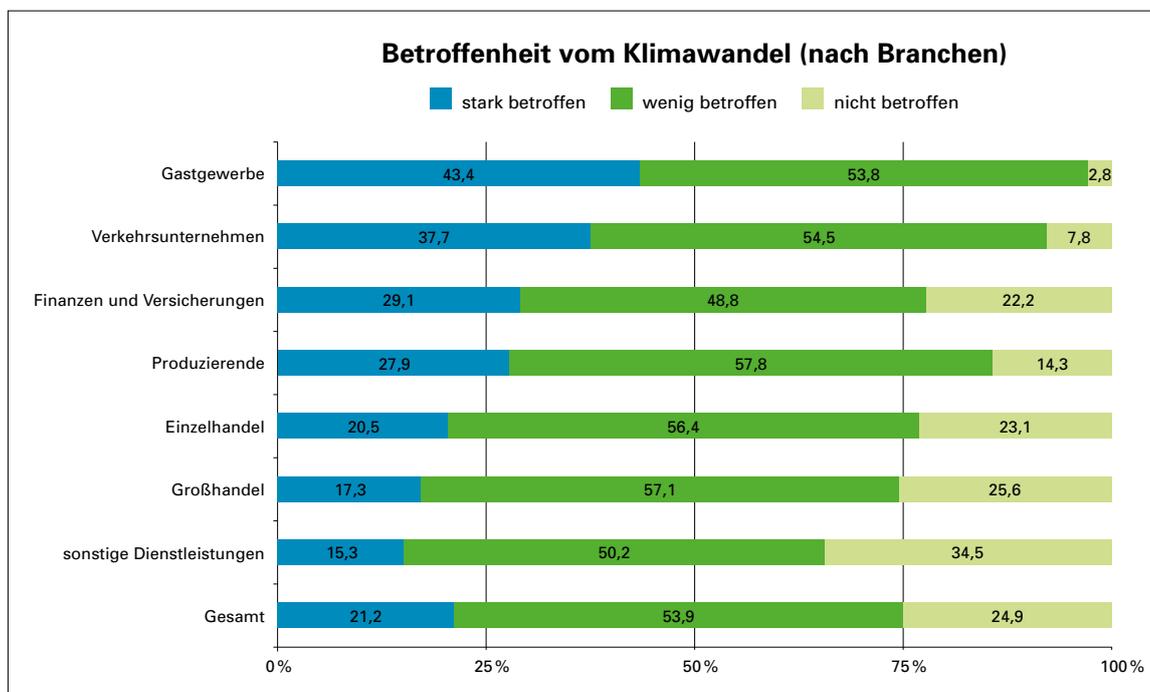




### Branchenspezifische Klima-Agenda

Das Bayerische Umweltministerium und die Bayerischen Industrie- und Handelskammern haben exemplarisch für die Branchen Tourismus, Verkehr und Energiewirtschaft erstmalig „Klima-Agenden“ entwickelt. Eine Klima-Agenda ist ein Szenario, das – zugeschnitten auf eine spezifische Branche – relevante Folgen des Klimawandels, daraus resultierende

Chancen und Risiken sowie Ideen zur Strategiebildung und Innovationen aufzeigt. Sie dient dem einzelnen Unternehmen als Navigationshilfe und gibt Anregungen zur Bewältigung der klimabedingten Herausforderungen. Das Projekt ist im Rahmen des Umweltpakts Bayern durchgeführt worden. Es soll auf weitere Branchen ausgedehnt werden.



*Branchen-Betroffenheit vom Klimawandel nach einer Umfrage bei mehr als 1.000 oberbayerischen Unternehmen im Auftrag des Bayerischen Umweltministeriums und der IHK für München und Oberbayern (2009)*

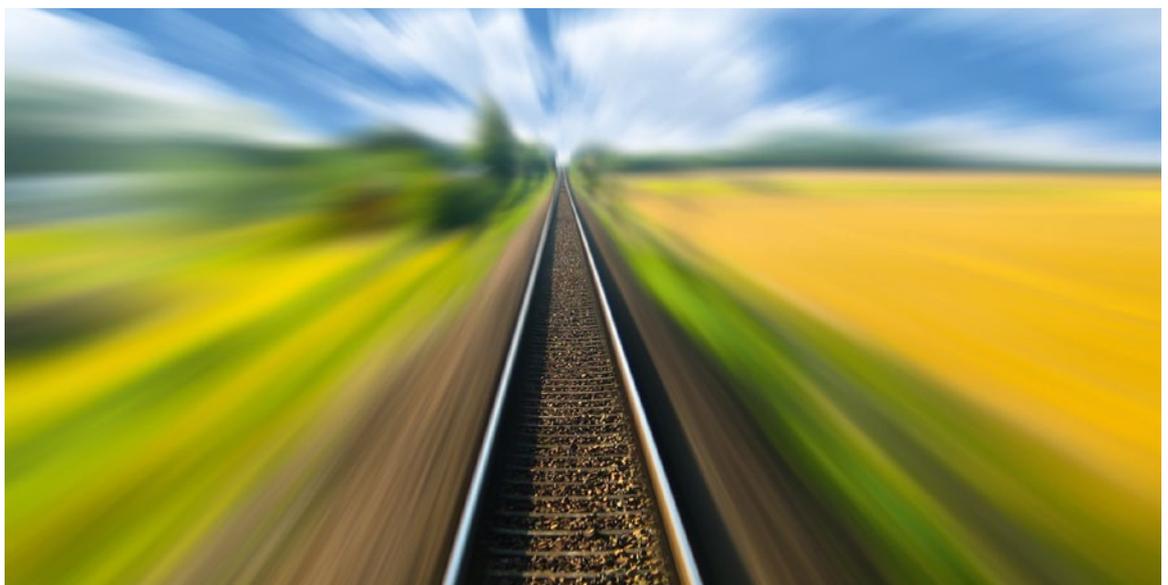


Übersicht möglicher Maßnahmen im Sektor Verkehr

### Netzwerk Klimadialog

Zur Verstärkung des Dialogs und des Erfahrungsaustausches über die Klimaanpassung wurde 2011 das „Netzwerk Klimadialog“

eingerrichtet. Aufbau und Betreuung liegen beim Verband der bayerischen Wirtschaft (co<sub>2</sub>ncept plus). Es soll alle vom Klimawandel betroffenen Akteure vernetzen, zur Bewusstseinsbildung bei den Unternehmen beitragen, Handlungsspielräume vermitteln und Impulse für Klimaanpassungsmaßnahmen setzen. Das Netzwerk ist offen, richtet sich aber insbesondere an die Teilnehmer des Umweltpakts Bayern.



## Gesundheit

### Klimaanpassung beim Bauen (Gebäudeplanung und Bautechnik)

An die Planung von Gebäuden und ihre technische Ausgestaltung werden nicht zuletzt deshalb hohe Anforderungen gestellt, weil sie dem Menschen ausreichenden Schutz vor äußeren Einflussfaktoren – und hier vor allem dem Wetter – bieten müssen. Wind, Blitz, Regen, Schlagregen, Schnee, Grundwasser, Sonne und Luft wirken auf Bauwerke. Erhöhte Wind-, Schnee- und Wärmelasten können zu Beeinträchtigungen und Schäden an Gebäuden (Standicherheit, Gebäudehülle und Innenraumklima) führen. Gleiches gilt für Veränderung der Baugrundverhältnisse (Einfluss auf die Beschaffenheit des Bodens, Zunahme des Oberflächenwassers etc.). Die sich verändernden Einflüsse und Auswirkungen auf die Konstruktion und die Nutzung von Bauwerken können derzeit noch nicht quantifiziert werden. Dennoch sind am Planungs- und Bauprozess Beteiligte aufgefordert, bei Planung und Bautechnik Klimaveränderungen zu berücksichtigen. Bei der Anpassung an den Klimawandel ist z. B. der erhöhte Wärmeeintrag in Gebäude aufgrund höherer durchschnittlicher Sommertemperaturen zu beachten.

Die bayerische Bevölkerung wird in vielfältiger Form vom Klimawandel betroffen sein:

- Es ist verstärkt mit Hitzewellen im Sommer und damit einer erhöhten Sterblichkeit zu rechnen. Besonders betroffen sind ältere und pflegebedürftige Menschen sowie Menschen mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen.
- Mit zunehmender Erwärmung der Gewässer können sich natürlicherweise im Wasser vorkommende Mikroorganismen vermehren. Dies kann zu Infektionen des Menschen führen. Insgesamt ist eine Verschlechterung der Badewasserqualität denkbar.
- Steigende Lufttemperaturen begünstigen die Ausbreitung von Zecken oder Stechmücken als Überträger von Infektionskrankheiten. Neue Überträger und neue Krankheitserreger können sich etablieren. Mit einer Zunahme allergischer Beschwerden ist zu rechnen.

Viele der negativen gesundheitlichen Auswirkungen der Klimaerwärmung auf die menschliche Gesundheit lassen sich durch geeignete Präventionsmaßnahmen mildern und oft auch ganz verhindern.

### Hitzewarnsystem

Seit Juli 2007 erhalten Gesundheitsämter, Regierungen, Rundfunk- und Fernsehsender sowie stationäre Pflegeheime regionale Hitzewarnungen und Hitzepronosen direkt vom Deutschen Wetterdienst.

# Forschung und Entwicklung für Klima- und Umweltschutz



## Ökosysteme und Naturhaushalt

Forschung und Entwicklung sind die Basis für die Entwicklung fundierter Strategien zur Anpassung, Schadensverhinderung und Vorsorge. Dabei gilt es auch, grundlegende Erkenntnisse der Klimaforschung in ihren spezifischen Auswirkungen auf Bayern zu untersuchen und in regional verwertbare Prognosen umzusetzen – wobei Besonderheiten wie die Alpenregion berücksichtigt werden müssen.

### **Bayerischer Forschungsverbund „Auswirkungen des Klimas auf Ökosysteme und klimatische Anpassungsstrategien“ (FORCAST)**

Die Auswirkungen des globalen Klimawandels zeichnen sich verstärkt regional ab. Hier setzte der im Rahmen des Klimaprogramms Bayern 2020 geförderte Bayerische Forschungsverbund „Auswirkungen des Klimas auf Ökosysteme und klimatische Anpassungsstrategien“ (FORCAST) an. Über vier Jahre hinweg forschte der interdisziplinäre Verbund mit rund 60 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus insgesamt zehn Universitäten, Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen zu klimatischen Extremereignissen. Zu den gravierenden Folgen des Klimawandels gehören die Zunahmen der Frequenz und Intensität von Extremwetterereignissen, wie Dürreperioden, Starkregenereignissen und Überschwemmungen oder lange Frostperioden. Diese Ereignisse hinterlassen zunehmend Spuren in den Ökosystemen. Im Fokus der Forschungsarbeiten standen die landschaftsprägenden Ökosysteme – Wälder, Grünland, Moore und Gewässer – in Bayern. Es wurden Grundlagen dafür erarbeitet, wie diese Ökosysteme in Bayern an den Klimawandel angepasst werden können. In FORCAST wurde die Thematik erstmals intensiv erforscht.

Die Forschungsergebnisse haben Bedeutung für Klima-, Natur- und Artenschutz. Sie belegen, dass die Stärkung der biologischen und genetischen Artenvielfalt die wesentliche Grundlage ist, um die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) der Ökosysteme in Zeiten des Klimawandels zu stärken. Auch die Vielfalt der Landschaft Bayerns ist von großer Bedeutung

für das Fortbestehen der heimischen Artenvielfalt unter einem sich ändernden Klima. Ökosystemdienstleistungen müssen weiter stabilisiert werden, um sich selbst verstärkende Schutzmaßnahmen zu erhalten.

- Die Untersuchungen belegen für Grünlandbereiche in Bayerns Tieflagen eine hohe natürliche Biodiversität und damit auch Klimatoleranz. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese insbesondere bei extensiver Landnutzung erhalten werden kann.
- Für die im Rahmen von FORKAST untersuchten Wälder konnten bereits laufende Maßnahmen des Waldumbaus, d. h. die frühzeitige Ergänzung sensibler Baumarten, wie der Fichte, durch klimatolerante Arten insbesondere für Grenzstandorte (Trockenstandorte) bestätigt werden. Die Förderung von Eichen-Mischwäldern mit Hainbuche, Linde, Elsbeere oder Esskastanie kann vorteilhaft sein.
- Auch Bayerns Böden reagieren sensibel auf Extremwetterereignisse, wie lang anhaltende Dürre. Die Aktivität von Mikroorganismen im Zusammenspiel mit den physikalisch-chemischen Milieubedingungen des Bodens ermöglichte jedoch in den untersuchten Bereichen eine rasche Erholung, sobald Niederschlagsereignisse erfolgen. Die Anpassungsfähigkeit (Erhalt der Resilienz) der Böden wird durch extensive Landnutzung unterstützt.
- Die Gewässer in Bayern sind von der Klimaerwärmung betroffen. Durch die erhöhten durchschnittlichen Wassertemperaturen werden aquatische Lebensgemeinschaften nachhaltig beeinflusst. Im Uferbereich breiten sich Wasserpflanzen aus wärmeren Regionen (Neophyten) zum Teil

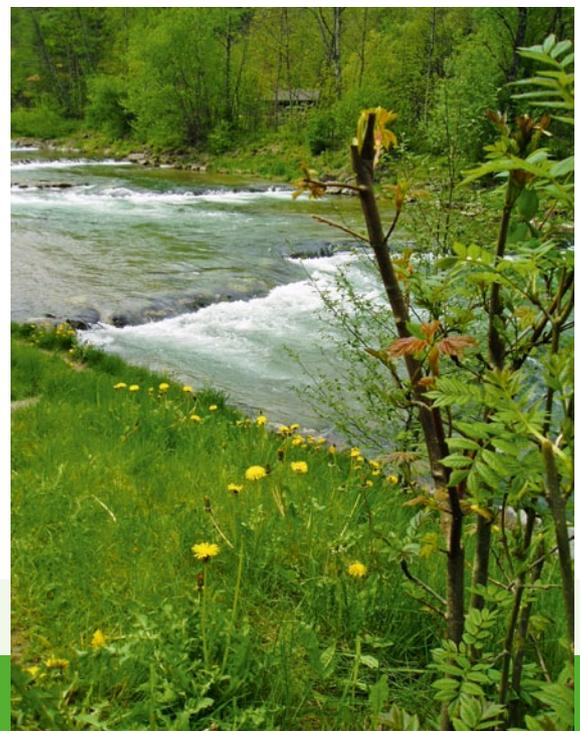
sehr schnell aus und bedrohen die heimische Flora.

Der Forschungsverbund FORKAST hat die Klimaforschung in Bayern und darüber hinaus national und international entscheidend vorangebracht. Es ergeben sich Herausforderungen an Politik, Gesellschaft, Landnutzung, Naturschutz und nicht zuletzt auch an die weiterführende Forschung.

→ [www.bayfor.org/forkast](http://www.bayfor.org/forkast)

### **KLIWA – Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft**

Infolge des Klimawandels mit seinen regionalen Auswirkungen müssen wir uns auf eine Zunahme extremer Wetterereignisse einstellen. Aller Voraussicht nach wird es in Zukunft mehr Starkregenereignisse geben, aber auch mehr Hitzeperioden und Trockenphasen. Für die Wasserwirtschaft heißt das, die möglichen Auswirkungen abzuschätzen, dafür Anpassungsstrategien zu entwickeln und dann Wege zu finden, sich an diese Veränderungen gebietsbezogen anzupassen.





Für das seit 1999 laufende Kooperationsvorhaben KLIWA mit den Ländern Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz (seit 2007) sowie dem Deutschen Wetterdienst wurden bisher 4,7 Mio. Euro aufgewendet.

Das Klimamonitoring im Rahmen von KLIWA hat zum Ziel, das Langzeitverhalten ausgewählter meteorologischer und hydrologischer Kenngrößen, die Anhaltspunkte zur Veränderung des Klimas in Süddeutschland geben können, in regelmäßigen Zeitabständen zeitnah zu dokumentieren. Bisher sind diese Langzeituntersuchungen als KLIWA-Berichte sowie ein erster Monitoringbericht in 2008 herausgegeben worden. Mit dem aktuellen Klimamonitoringbericht 2011 werden Veränderungen des regionalen Klimas und des Wasserhaushalts in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz bis zum Jahre 2010 aktuell verfolgt und bewertet. Die Untersuchungen in diesem Kurzbericht sind die Fortführung der in KLIWA durchgeführten Langzeituntersuchungen und

beschreiben wesentliche Ergebnisse unter Berücksichtigung der Veränderungen in den letzten 10 Jahren.

### **Klimabericht Bayern**

Experten des Landesamts für Umwelt haben die globalen Erkenntnisse zum Klimawandel erstmals auf Basis regionaler Klimaprojektionen für Bayern konkretisiert. Veröffentlicht wurden die Ergebnisse in einem „Klimabericht Bayern“ und neun Regionalberichten, die sich an Flusseinzugsgebieten orientieren ([www.lfu.bayern.de/wasser/klima\\_wandel/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/wasser/klima_wandel/index.htm)). Die Auswertung zeigt einen bayernweiten Anstieg der Jahresmitteltemperatur bis 2050 von mehr als einem Grad Celsius im Vergleich zum Zeitraum 1971 bis 2000, einige Projektionen übersteigen sogar die Marke von zwei Grad Celsius. Damit setzt sich der Trend der vergangenen Jahrzehnte fort. Der Anstieg der Jahresmitteltemperatur führt zu einer Abnah-

me von Tagen, an denen die Temperatur unter Null Grad Celsius fällt. Zunehmen werden dagegen heiße Tage, an denen die Höchsttemperatur auf über 30 Grad Celsius steigt. Vor allem im Sommerhalbjahr sind häufigere und länger anhaltende Trockenphasen zu erwarten, mit zeitweise geringen Abflüssen und niedrigen Wasserständen in den bayerischen Fließgewässern. Die Niederschläge im Winterhalbjahr könnten dagegen leicht zunehmen.

### Klimaforschung

Von den Folgen des Klimawandels sind in Bayern alle landschaftsprägenden Ökosysteme, wie Hoch- und Mittelgebirge, Wälder, Graslandschaften, Feuchtgebiete und Seen betroffen. Der Schutz der Tier- und Pflanzenwelt durch langfristiges Monitoring, aktuelle Forschung an brisanten Problemfeldern und Erarbeitung von nachhaltigen Anpassungsmaßnahmen in diesen Ökosystemen steht als

Leitsatz über der Klimaforschung des Umweltministeriums. Als Schwerpunkte sind beispielhaft folgende Projekte zu nennen:

### Auswirkungen des Klimawandels im sensiblen Alpenraum

- Mithilfe eines umfangreichen Netzes aus Klimastationen werden im Nationalpark Berchtesgaden atmosphärische Parameter im Hochgebirge erfasst und zusammen mit phänologischen Untersuchungen der Gebirgsflora und -fauna bewertet.
- Im Rahmen des Projekts KLIMAGRAD untersucht eine Forschergruppe der Technischen Universität München, der Ludwig-Maximilians-Universität München, der Universität Augsburg und des Helmholtz-Zentrums München zusammen mit dem Botanischen Garten München und dem Alpinen Garten Schachen im Zugspitzmassiv, wie sich Indikatorpflanzen im



Höhengradienten unter dem Einfluss des Klimawandels verhalten. Ergebnisse belegen für montane Pflanzengruppen eine Veränderung der Vegetationsperiode, der Artenzusammensetzung und der Verbreitungsgebiete. Langlebige Pflanzen mit langsamer Ausbreitung haben ebenso deutliche Nachteile wie isolierte Pflanzenarten, denen eine Wanderung im Höhengradienten kaum möglich ist.

- In einem gemeinsamen Forschungsprojekt mit Österreich mit der Kurzbezeichnung WETRAX werden Wetterlagen und Zugbahnen von Tiefdrucksystemen, welche zu extremen Gebietsniederschlägen führen können, im Alpenraum und dem Alpenvorland, das zur Donau hin entwässert, untersucht. Beteiligte Institutionen sind die Bundesanstalt für Gewässerkunde, der Deutsche Wetterdienst, das Landesamt für Umwelt, die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (Wien) und die Universität Augsburg.



- Die Betroffenheit der Quellen und infolge der Ökosysteme in quellnahen Flußauen und des Grundwassers werden durch hydrologische und botanische Untersuchungen der Universität Bayreuth in nordbayerischen Mittelgebirgen erforscht.

### **Auswirkungen des Klimawandels auf Gewässer**

- Bayerns Seen sind vom Klimawandel betroffen. Dies zeigen die Untersuchungen der Limnologischen Station der Technischen Universität München, die zusammen mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) mittels Methoden der Fernerkundung die Ausbreitung von neu zugewanderten (neophytischen) und Wärme liebenden Wasserpflanzen dokumentierte, Managementmaßnahmen für Wasserpflanzen wie Nixkraut (*Najas intermedia*) und Wasserpest (*Elodea nuttallii*) entwickelte und ein Vorhersagemodell für die Betroffenheit der Seen in Bayern erarbeitete.

### **Auswirkungen des Klimawandels auf Feuchtgebiete und Moore**

- Zusammen mit dem Klima-Allianz-Partner Bayerischer Landesbund für Vogelschutz (LBV) und unter Beratung der Auffangstation für Reptilien in München wurde untersucht, inwieweit sich durch Wiedervernässungsmaßnahmen in land- und forstwirtschaftlich genutzten ehemaligen Moor- und Feuchtgebietsstandorten die vom Klimawandel bedrohten, dort lebenden Tiere, wie z. B. die Kreuzotter (*Vipera berus*), wieder vermehrt ansiedeln lassen oder Populationen gestärkt werden können.
- Signale klimabedingter und weit in der Vergangenheit liegender Extremwetter-

ereignisse können Forscher des Wissenschaftszentrums Weißenstephan der Technischen Universität München in Mooren des Ammergebirges anhand von Bodenprofilen ablesen. Die Untersuchungen zeigen, wie die Natur mit Extremwetterereignissen umgegangen ist. Daraus lassen sich Grundlagen zu einem Landschaftsmanagement ableiten, das die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) der Ökosysteme stärkt.

### **Auswirkungen des Klimawandels auf Grasland**

- Starkregenfälle und klimabedingte Extremwetterereignisse, wie lang anhaltende Dürre können die Pflanzengesundheit und die Produktivität von Nutzpflanzen und Pflanzengesellschaften im Grasland durch Staunässe, Sauerstoffmangel und Trockenheit in der Wurzelzone beeinträchtigen. Das Helmholtz-Zentrum München untersucht, welche Abwehrmechanismen und Toleranzen ausgewählte Indikatorpflanzen, wie z. B. Brauner Senf (*Brassica juncea*), aufweisen, und erarbeitet Nutzungsempfehlungen für wechselfeuchte Ackerböden und Anpassungsmaßnahmen.
- Unter dem Titel „Ökologisches Potenzial in der Klimaanpassung“ hat die Universität Bayreuth in Freiland- und Treibhausversuchen untersucht, wie Pflanzengesellschaften in extensiv genutztem Grünland auf den Wechsel zwischen generell wärmeren Wintern und einzelnen Extremereignissen, wie Frosteinbrüchen, reagieren.

### **Auswirkungen des Klimawandels auf spezielle Ökosysteme mit Indikatorfunktion**

- Das Bayerische Landesamt für Umwelt stellte anhand längerfristiger Kartierungen an Bäumen und Mauern fest, dass dort lebende Flechten hervorragende Bioindikatoren für die Folgen des Klimawandels sind. Es konnte gezeigt werden, dass wärmeliebende Arten in höhere Lagen ausweichen und zunehmend an milde Temperaturen angepasste Flechtenarten in Bayern einwandern. Das Vorhaben zeigt, wie wichtig langfristiges Monitoring der Organismen, der Tier- und Pflanzenarten ist, um die Folgen des Klimawandels frühzeitig und besser erkennen zu können und Anpassungsmaßnahmen einzuleiten.



## Klimaanpassung in der Stadt

Der Klimawandel stellt die Städte vor große Herausforderungen. Stadträume reagieren aufgrund der Bebauungsdichte, des steten Zuzugs, der wirtschaftlichen Tätigkeit und der Mobilität besonders sensibel auf den Klimawandel. Gleichzeitig gilt es, der Natur in den Städten mehr Raum zu geben. Stadtgrün ist Teil der Bayerischen Klimaanpassungsstrategie. Das Stadtgrün bedeutet Lebensqualität und Schutz für die Menschen in den Städten sowie Refugium für alle Lebewesen. In Zeiten des Klimawandels und drohender Hitzewellen erbringt das Stadtgrün zudem wertvolle Ökosystemdienstleistungen, wie Schatten spende, Erhalt der Feuchtigkeit, Wirkung als Luftschneise, Ort der Erholung – insbesondere für ältere Menschen – sowie Schutz der Biodiversität. Das Stadtgrün benötigt zum einen Gestaltung im Sinn der Klimaanpassung, zum anderen aber auch die Möglichkeit zur natürlichen Ausbreitung im Sinn des Schutzes der Natur.



Im Rahmen eines Expertenworkshops „Grünes Stadtklima“ im Mai 2012 mit Kommunen, Partnern der Bayerischen Klima-Allianz und Hochschulen wurden vorhandene Strategien in Forschung und Praxis zu diesen Fragen erörtert. Die Bedarfsanalyse zeigte Handlungsbedarf bei der Beratung und fachlichen Begleitung von kommunalen Modellvorhaben, der Bereitstellung von Informationen, der Vernetzung und Bündelung geeigneter Ansätze bayerischer Städte und der Entwicklung innovativer und nachhaltiger Vorschläge zum Themenbereich „StadtNatur und Klimaanpassung“ auf.

Das Umweltministerium plant deshalb mit der TU München, in einem Forschungsprojekt dieses hochaktuelle Thema zu behandeln und Lösungsansätze zu erarbeiten. Dabei sollen Synergien zwischen Klimapolitik und Naturkapital erkannt und genutzt werden: Ökosystemdienstleistung, Wertschöpfung beim energieeffizienten und nachhaltigen Städte- und Landschaftsbau, Wohlergehen des Menschen in der Stadt in Zeiten des Klimawandels und des demografischen Wandels, Naturschutz und Schutz der Ökosysteme in der Stadt. Im Projekt sollen Architekten, Bauingenieure und Naturwissenschaftler interdisziplinär zusammenarbeiten.

### **Energetische Sanierung von denkmalgeschützten Gebäuden am Beispiel der Kaiserburg Nürnberg**

In einem Forschungsprojekt mit der Georg-Simon-Ohm Hochschule Nürnberg finanziert das Bayerische Umweltministerium mit 75.000 Euro eine modellhafte Machbarkeitsstudie zur

energetischen Sanierung denkmalgeschützter Gebäude am Beispiel der Kaiserburg Nürnberg. Die Untersuchung soll aufzeigen, wie Ziele des Klimaschutzes, der Energieeinsparung und Energieeffizienz sowie des Einsatzes erneuerbarer Energien und des Ressourcenschutzes mit den Ansprüchen des Denkmalschutzes in Einklang gebracht werden können.



*Kaiserburg Nürnberg*

### **Auswirkungen des Klimawandels auf den nachhaltigen Bau von Infrastrukturprojekten**

Zusammen mit dem Klima-Allianz-Partner Bayerische Ingenieurekammer-Bau untersuchte die Technische Universität München, wie bei großen Baumaßnahmen, z. B. im Brückenbau, Nachhaltigkeit und Energieeffizienz bei Planung und Bau besser berücksichtigt werden können und damit ein wichtiger Baustein zum Klimaschutz beigetragen werden kann.



# Forschungsprogramm Landwirtschaft und Forsten

## Landwirtschaft

In Forschungsprojekten sollen wichtige Beratungsaussagen für die landwirtschaftliche Praxis erarbeitet werden. Darüber hinaus müssen für die Züchtung von Pflanzen Grundlagen geschaffen werden, damit auch unter geänderten Klimabedingungen gute Erträge und Qualitäten möglich sind.

Folgende Fragestellungen stehen im Fokus der landwirtschaftlichen Forschungsprojekte:

- Fragen des Nährstoff- und Wasserhaushalts von Boden und Pflanze einschließlich Optimierung von Bewässerungstechniken
- Auswirkungen des Einsatzes von neuen Techniken zur Bodenbearbeitung (Erhalt der Bodenstruktur, optimierte Wasseraufnahme des Bodens, Erosionsschutz)
- Prüfung pflanzlicher genetischer Ressourcen unter Klimastress

Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft sowie die Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau informieren auf ihren Internetseiten über diese Forschungsvorhaben und bieten dazu auch weiterführende Informationen an:

→ [www.lfl.bayern.de/arbeitsschwerpunkte/klimaaenderung/](http://www.lfl.bayern.de/arbeitsschwerpunkte/klimaaenderung/)

→ [www.lwg.bayern.de/37817/](http://www.lwg.bayern.de/37817/)



## Wald und Forstwirtschaft

Zur Durchführung des Waldumbaus bedarf es klimaangepasster Baumartenempfehlungen. Dafür müssen die bayernweit vorhandenen Standortkarten rasch überarbeitet werden. Die waldbaulichen Bewirtschaftungs- und Pflegekonzepte zur Prävention und Schadensbewältigung sind an die sich rasch ändernden Klimabedingungen anzupassen. Speziell Waldflächen im Hochgebirge sind durch den Klimawandel besonders gefährdet und können ihre Schutzfunktionen nicht mehr erfüllen. Die Risikobestände müssen identifiziert werden, um den erforderlichen Mitteleinsatz für die Pflege und Sanierung gezielt steuern zu können. Das vermehrte und neue Auftreten von wirtschaftlich bedeutsamen Schädlingen (z. B. Borkenkäfer und Eichenprozessionsspinner) erfordert eine Weiterentwicklung bisheriger Vorsorge- und Bekämpfungsstrategien. Schwerpunkte der forstlichen Forschungsmaßnahmen sind:

- Anpassung der bestehenden Standortkartierung und Baumartenempfehlungen,
- Ausweisung klimabedingter Risikobestände im Bergwald,
- Schädlingsvorsorge im Forst.

Von 2008 bis 2012 wurden von der Forstverwaltung rund 25 Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu Wald und Klimawandel gefördert bzw. durchgeführt. Beispiele:

- Baumarten für die Zukunft (Stresstoleranz und Anbaueignung der Baumarten, Anbautransferversuche mit ausgewählten heimischen Baumarten, Versuchsanbauten mit Gastbaumarten)
- wissenschaftliche Grundlagen für baumartenbezogene Klimarisikokarten (Soforthilfe)

und ein digitales Standortinformationssystem (Karten für die Zukunft) sowie das INTERREG-Projekt Waldinformationssystem Nordalpen (WINALP)

- Risiken von Waldbrand- und Sturmschäden sowie Schädlingsbefall (Gefährdungsmodelle und -karten, Überwachungssysteme)
- Potenzial der Kohlenstoffbindung von Wald und Holzprodukten (Klimanutzen von Wäldern und Holzprodukten; Vergleich unterschiedlicher Bewirtschaftungsstrategien)
- Neue Verwendungsmöglichkeiten für klimatolerante Laubbaumarten (Buchen-Brettschichtholz)

Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) bietet einen Überblick und vertiefende Informationen im Internet unter [www.lwfdirekt.de/klimasymposium](http://www.lwfdirekt.de/klimasymposium).

Nunmehr gilt es, die Erkenntnisse weiterhin systematisch in die Praxis zu bringen. Weitere Forschungsschwerpunkte sind ferner das langfristige Monitoring im Wald zum Klimawandel mit modernster satellitengestützter Fernerkundung, Untersuchungen von Baumarten an ihren Verbreitungsgrenzen sowie das Eschentriebsterben.

### Ein durchdachtes Konzept – Verwendung von Laubholz im Bauwesen

Aufgrund des Klimawandels wird ein Waldumbau notwendig, der langfristig dazu führt, dass mehr Laubholz zur Verfügung steht. Insbesondere die Buche spielt hierbei eine wichtige Rolle. Für viele Waldbesitzer ist aber der Anbau von Buchen und anderen Laubbäumen aufgrund der häufig nur geringen Nutzungs- und Verwertungsmöglichkeiten wirtschaftlich

nicht attraktiv. Waldbesitzer und Holz verarbeitende Wirtschaft brauchen daher Perspektiven für die verstärkte Verwendung von Laubholz. Aus diesem Grund hat das Landwirtschaftsministerium ein Forschungsprojekt an der TU München initiiert und intensiv begleitet. In mehrjähriger Forschungsarbeit wurde ein neues Bauprodukt aus Buchenholz entwickelt, das inzwischen bauaufsichtlich zugelassen ist: Buchen-Brettschichtholz besitzt aufgrund seiner im Vergleich mit Nadelholz wesentlich höheren Festigkeitswerte ein großes Potenzial und erlaubt, schlankere, architektonisch anspruchsvollere Konstruktionen zu realisieren. Erstmals werden die neuen Bauteile in größerem Umfang bei einem Erweiterungsbau der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft in Freising verwendet. Mit diesem Vorbild- und Referenzprojekt werden allen Beteiligten der Forst-Holz-Kette, aber auch Tragwerksplanern und Architekten, die neuen Einsatzmöglichkeiten von Buchenholz an einem konkreten Objekt vorgestellt.



*Buchen-Brettschichtholz*

## Gesundheit

Der Klimawandel beeinflusst bereits spürbar unsere Umwelt. Klimatische Veränderungen wirken sich nicht nur auf Menschen, sondern auch auf die Tier- und Pflanzenwelt aus. Die Anzahl stechender Kleinlebewesen, so genannter Vektoren, nimmt zu: Zecken, aber auch Sand- und Tigermücken breiten sich aus und können Infektionskrankheiten übertragen.

Zum Thema „Gesundheitliche Folgen des Klimawandels in Bayern“ wird vom Umweltministerium der Forschungsverbund Vectorborne Infectious Diseases in Climate Change Investigations (**VICCI-Studie**) gefördert. Die Forschungsprojekte sollen dazu beitragen, die derzeitigen epidemiologischen Verhältnisse und die zu erwartenden Entwicklungen von durch Vektoren übertragenen Erkrankungen in Bayern besser zu verstehen. Sie sollen für Bayern eine wichtige Basis zur Risikoabschätzung im Kontext des Klimawandels bieten und damit die Planung von Interventionsmaßnahmen auf verschiedenen Ebenen im öffentlichen Gesundheitsdienst ermöglichen.

In der bayernweiten VICCI-Studie untersucht das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit federführend in einem Verbund mit anderen Einrichtungen die Auswirkungen des Klimawandels auf Infektionskrankheiten.

### Hintergrund

Der Klimawandel ist bereits im Gange. Die komplexe Struktur von Infektionsbiotopen – gebildet aus Wirt, Krankheitserreger und Vektor (Überträger) – ist durch den Klimawandel ständigen Modifikationen unterworfen. Dabei sind der Klimawandel und seine Auswirkungen ein bislang kaum überschaubares komplexes Zusammenspiel unterschiedlichster Faktoren mit direkten und indirekten Auswirkungen auf den Gesundheitszustand von Menschen, Tieren und Pflanzen.

Direkte Wirkungen, wie zum Beispiel thermische Belastungen, Luftverunreinigung oder vermehrter Pollenflug, betreffen bevorzugt schon geschwächte Personen. Zu den indirekten Wirkungen werden insbesondere durch Vektoren – vor allem stechende Insekten und Zecken – übertragene **Infektionskrankheiten** gezählt, die alle Teile der Bevölkerung betreffen können. Solche Vektoren können durch den Klimawandel begünstigt werden und sich in Richtung der Pole beziehungsweise bezogen auf Europa von Süden nach Norden weiter ausbreiten.

Ein beeindruckendes Beispiel ist die durch erhöhte Durchschnittstemperaturen bedingte rasante Ausbreitung des West Nile Fiebers über den nordamerikanischen Kontinent. Ein Beispiel aus Europa ist das Vordringen der asiatischen **Tigermücke**. Diese Mücke ist in Europa bislang saisonal und regional deutlich begrenzt.

Auch für **Zecken** wird eine klimatisch bedingte Zunahme diskutiert. Wärmere Winter könnten zu besserem Überleben sowohl der Zecken als auch deren Wirtstieren führen und somit zu einem Anstieg der entsprechenden Populationen sowie deren Ausbreitung nach Norden. Als wichtiges Indiz wird die Ausbreitung und das häufigere Auftreten des Frühsommer-Meningoenzephalitis(FSME)-Virus in Deutschland gewertet.

Wie ausgeprägt sich gesundheitliche Folgen der Klimaveränderung manifestieren, wird insbesondere von der adaptiven Kapazität der betroffenen Gesellschaften abhängen. Neben infrastrukturellen Voraussetzungen wie gesundheitspolitischen Vorgaben oder technischen Möglichkeiten ist die Entwicklung von Surveillance-Systemen und Vorhersagemodellen eine wesentliche Grundvoraussetzung, um zukünftigen klimabedingten Gesundheitsgefahren wirkungsvoll entgegenzutreten zu können.



## Umwelttechnologien

Innovative Umwelttechnologien leisten einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Im Bereich **Mobilität** sind energieeffiziente Fahrzeuge, innovative saubere Biokraftstoffe und neue Antriebe wie der Elektromotor wichtige Komponenten für den Klimaschutz.

### Elektromobilität

Bayern will Vorreiter bei der Elektromobilität werden und investiert im Rahmen seiner Zukunftsoffensive Elektromobilität insgesamt über 100 Mio. Euro ([www.stmwivt.bayern.de/wirtschaft/industrie/zukunftsoffensive-elektromobilitaet](http://www.stmwivt.bayern.de/wirtschaft/industrie/zukunftsoffensive-elektromobilitaet)). Wichtige Schwerpunkte im Forschungsbereich sind (in Ergänzung zu den Aktivitäten von Bund und EU) u. a. Batterietechnologie, Leichtbau sowie Antriebsentwicklung. Innovative Anwendungsbeispiele für Elektromobilität im ländlichen Raum fördert der Freistaat Bayern mit über 37 Mio. Euro im Rahmen der Modellstädte Bad Neustadt a. d. Saale und Garmisch-Partenkirchen sowie der Modellregion E-WALD (Bayerischer Wald) in

den Landkreisen Cham, Freyung-Grafenau, Regen, Deggendorf, Passau und Straubing-Bogen.

Schwerpunkte in der Forschung setzen das Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB) im Bereich Leistungselektronik, die Fraunhofer Projektgruppe „Elektrische Speichertechnologie“ des Fraunhofer-Instituts für Chemische Technologie (ICT) in Garching sowie das Zentrum für Angewandte Elektrochemie am Fraunhofer-Institut für Silicatforschung (ISC) in Würzburg im Bereich Energiespeicherung und -wandlung für die Elektromobilität, das Anwenderzentrum in Augsburg im Bereich der Karbonfasertechnologien, die Technische Universität München mit dem Wissenschaftszentrum Elektromobilität, die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg mit dem EIDrive-Center sowie die Hochschulen für angewandte Wissenschaften Kempten und Würzburg-Schweinfurt mit Technologietransferzentren. Über das bayerische Förderprogramm Elektromobilität werden seit 2009 einzelbetriebliche



Forschungs- und Entwicklungsprojekte und Kooperationsvorhaben mit hohem Innovationsgehalt zur Erprobung von Elektrofahrzeugen und hierzu notwendiger Teilsysteme und Komponenten unterstützt.

Außerdem unterstützen der Freistaat Bayern und der Freistaat Sachsen das industriegetriebene, von der Bundesregierung ausgewählte bayerisch-sächsische Schaufenster-Projekt „Elektromobilität verbindet“ mit 30 Mio. Euro ([www.elektromobilitaet-verbundet.de](http://www.elektromobilitaet-verbundet.de)).

### Diesel regenerativ

Mit dem innovativen Biokraftstoff „**Diesel regenerativ**“ förderte das Umweltministerium einen zukunftsorientierten, klimaverträglichen Kraftstoff. Dazu begleitete die Hochschule Coburg wissenschaftlich mit ihrer weltweit anerkannten Kraftstoffexpertise einen Flottentest. Das Bundesverkehrsministerium würdigte und dankte dem Freistaat für diese Pionierleistung als wichtigen Beitrag zur nationalen Kraftstoff-Strategie. „Diesel regenerativ“ ist ein Kraftstoff, der aus hydriertem Rapsöl mit einer Beimischung von bis zu sieben Prozent Biodiesel besteht. Er wurde in einem groß angelegten Flottentest getestet. Elf Fahrzeuge (Audi und VW) aus dem Fuhrpark des Umweltministeriums und der Hochschule Coburg wurden ein Jahr lang mit „Diesel regenerativ“ betankt. Dafür standen zwei OMV-Tankstellen in München und Coburg zur

Verfügung. Alle Fahrzeuge sind problemlos im alltäglichen Verkehr gefahren. Im Vergleich zu fossilem Diesel wurden rund 50 Prozent CO<sub>2</sub> eingespart. Die Untersuchungen ergaben zudem, dass „Diesel regenerativ“ im Vergleich zu fossilem Dieseldieselkraftstoff deutlich geringere Emissionen bei Kohlenwasserstoffen, Kohlenmonoxid und der Partikelmasse aufweist. Das Umweltministerium hat dieses Projekt – in Kofinanzierung mit Mitteln der Europäischen Union – mit rund 120.000 Euro unterstützt. „Diesel regenerativ“ kann zur Marktfähigkeit weiterentwickelt und somit in vorhandenen Dieselmotoren eingesetzt sowie über das bestehende Tankstellennetz vertrieben werden. Es ist nun auch Aufgabe der Marktteilnehmer, diesen vielversprechenden Weg einzuschlagen und „Diesel regenerativ“ weiter zu optimieren.



Staatssekretärin Melanie Huml und Staatssekretär Rainer Bomba (Bundesverkehrsministerium)

## Energie- und Ressourceneffizienz

Zur nachhaltigen Stärkung des Klimaschutzes muss die Energie- und Ressourceneffizienz gesteigert werden. Mit diesem Themenkreis beschäftigten sich unter anderem zwei im Rahmen des Klimaprogramms Bayern 2020 geförderte interdisziplinäre Forschungsverbände:

### **Forschungsverbund „Energieeffiziente Technologien und Anwendungen“ (FORETA)**

Im Verbund FORETA haben die 13 beteiligten Hochschulinstiute und zwei außeruniversitäre Institute mit 37 bayerischen kleinen und mittelständischen Unternehmen mehr als drei Jahre gemeinsam an exemplarischen Lösungsansätzen und Anwendungen gearbeitet, um die Energie- und Ressourceneffizienz der betreffenden Branchen zu steigern und ihren Energiebedarf nachhaltig zu senken. Durch die enge Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft werden die hier entstandenen Innovationen schnell Eingang in die Praxis finden.

→ [www.bayfor.org/de/foreta](http://www.bayfor.org/de/foreta)

### **Forschungsverbund „Kraftwerke des 21. Jahrhunderts“ (KW 21):**

Neue Lösungsansätze in der Kraftwerkstechnologie wurden im bayerisch-baden-württembergischen Forschungsverbund „Kraftwerke des 21. Jahrhunderts – KW 21“ von insgesamt 23 Forschergruppen mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus sieben Universitäten und Forschungseinrichtungen in Kooperation mit elf Unternehmen der Kraftwerksparte entwickelt. Über einen Zeitraum von insgesamt acht Jahren wurden dabei mehr als 70 Projekte in allen Kernbereichen der modernen Kraftwerkstechnologie durchgeführt; ergänzend wurden energiewirtschaftliche Analysen und Strategien aus betriebs- und volkswirtschaftlicher sowie ökologischer Perspektive durchgeführt. Der Verbund liefert mit seinen Ergebnissen einen wesentlichen Beitrag dafür, dass Kraftwerke künftig effizienter, kostengünstiger und umweltfreundlicher werden und insbesondere weniger Kohlendioxid ausstoßen.

→ [www.bayfor.org/de/kw21](http://www.bayfor.org/de/kw21)



### **Bayerisches Konzept für Forschung und Technologieentwicklung im Energiebereich**

Auch das Bayerische Konzept für Forschung und Technologieentwicklung im Energiebereich umfasst verschiedene Initiativen, die sich mit Fragen der Energie- und Ressourceneffizienz befassen. Die entsprechenden Beschlüsse der Staatsregierung hierzu (Mai 2012) basieren auf Expertenempfehlungen aus Wissenschaft und Wirtschaft. Nur beispielhaft genannt seien das ElHome-Center – Bayerisches Technologiezentrum für ressourcenschonendes und intelligentes Wohnen (Federführung: Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg), die Green Factory Bavaria – Forschungsfabriken zur ressourcenschonenden Produktion (Fraunhofer-Gesellschaft, Universität Erlangen-Nürnberg, Universität Bayreuth sowie Technische Universität München), das Kompetenzzentrum für Kraft-Wärme-Kopplung (Federführung: Hochschule für angewandte Wissenschaften Amberg-Weiden), das Vorhaben „Ressourcenstrategische Konzepte für zukunftsfähige Energiesysteme“ (Universität Augsburg) oder die Fraunhofer-Projektgruppe für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie in Alzenau.

→ <http://www.stmwfk.bayern.de/forschung/energieforschung/>

### **Abfall- und Abwasserwirtschaft**

Abfall- und Abwasserwirtschaft besitzen erhebliche Klimaschutzpotenziale zur Energieeinsparung und Ressourcenschonung, die verstärkt ausgeschöpft werden müssen. Mit Demonstrationsvorhaben sollen die Einsparpotenziale beim Energiebedarf von Abwasseranlagen (Strom, Wärme) und die Nutzung von Abwasser und Klärschlamm zur Energiegewinnung aufgezeigt werden. Verbesserte Materialausnutzung, Stoffkreisläufe und effektiver Rohstoffeinsatz leisten Beiträge zur CO<sub>2</sub>-Minderung.

### **Klimaschutz durch Abfall- und Abwasserwirtschaft**

- Minderung von Treibhausgasemissionen durch abfallwirtschaftliche Maßnahmen (Entwicklung und Praxiserprobung),
- Nutzung von Einsparpotenzialen beim Energiebedarf von Abwasseranlagen,
- Abwasser und Klärschlamm als Energieressource nutzen



### **Vorhaben Wasserstofftechnik auf Kläranlagen**

Die Studie „Produktion und Nutzung von Wasserstoff und Sauerstoff auf Kläranlagen“ ist zum Ergebnis gekommen, dass die Errichtung einer Wasserstoffinfrastruktur auf Kläranlagen sowohl gegenwärtig als auch auf mittlere Sicht weder ökologische noch ökonomische Vorteile aufweisen kann. Für die Durchführung der Studie wurden 48.000 Euro aufgewendet.

### **Nutzung von Einsparpotenzialen beim Energiebedarf von Abwasseranlagen:**

Die Kläranlage der Zukunft soll als integrale Infrastruktureinrichtung nicht nur Abwasser bestmöglich und energieeffizient reinigen, sondern auch klimaneutral Energie erzeugen (Strom, Wärme) und die Rückgewinnung von

Inhaltsstoffen (z. B. Phosphor) und Wärme aus Abwasser und Klärschlamm ermöglichen. Zur Verbesserung der Energieeffizienz von Kläranlagen wurde ein Sonderprogramm zur Förderung von Energieanalysen aufgelegt. Es wurde von 121 Kläranlagenbetreibern in Anspruch genommen, an die insgesamt 1,021 Mio. Euro an Fördermitteln ausbezahlt wurden. Im Ergebnis hat sich gezeigt, dass im Mittel 18 Prozent Energie eingespart und außerdem die Stromproduktion aus Faulgasen deutlich gesteigert werden kann. Hinzu kommen drei vom Umweltministerium geförderte Pilotprojekte:

- Pilotprojekt Abwasserwärmenutzung in der Stadt Straubing
- Pilotprojekt Nachrüstung einer anaeroben Schlammbehandlung auf der Kläranlage Bad Abbach
- Pilotprojekt Deammonifikation auf der Zentralkläranlage Ingolstadt.

### **Projekt „Optimierung der Ökoeffizienz von Vergärungsanlagen durch Integration in die thermische Abfallverwertung“**

Bioabfallbehandlungsanlagen sind Quellen für Treibhausgasemissionen (Methan, Lachgas). Im Forschungsprojekt wurden integrierte Vergärungskonzepte an den bayerischen Müllheizkraftwerken Geiselbullach, Burgkirchen und Augsburg untersucht, u. a. mit einer Absaugung klimaschädlicher Gase aus der Abfallvergärung und deren Verbrennung in den Müllheizkraftwerken.

Die Ergebnisse zeigen für die integrierten Vergärungskonzepte vielfältige positive Synergieeffekte, insbesondere auch eine verbesserte Ökoeffizienz und eine Senkung der tonnagebezogenen Entsorgungskosten gegenüber einer für Bayern typischen Vergärungsanlage. Die Arbeiten zeigen, dass durch die vorgesehenen Maßnahmen zur Emissionsminderung und zur Mobilisierung aller heizwertreichen Anteile im Bioabfall zusätzlich das umweltbezogene Gesamtergebnis verbessert wird.

Sowohl integrierte Verfahren als auch die thermische Behandlung wirken umwelt- und klimaverträglich. Berücksichtigt man bei der umweltbezogenen Bewertung zusätzlich die Ressourcenschonung durch die Bereitstellung von Phosphor aus den festen Gärprodukten, besteht sogar ein deutlicher Vorteil der integrierten Konzepte gegenüber der Mitbehandlung der Bioabfälle in einer Müllverbrennungsanlage.



## Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (UFS)

Die Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (UFS) ist zusammen mit dem Observatorium auf dem Hohenpeißenberg Bayerns Zentrum für Wetter- und Klimaforschung. Mit 2.650 Metern ist sie Deutschlands höchstgelegene Forschungsstation. Durch ihre Lage und wissenschaftlich-technische Infrastruktur bietet sie eine einzigartige Plattform für die kontinuierliche Beobachtung und Erkundung der Atmosphäre sowie für Forschungsarbeiten zur Aufklärung wetter- und klimawirksamer Prozesse.

In den vergangenen zehn Jahren haben die Wissenschaftler auf der Zugspitze mit hochmodernen Messmethoden bedeutende Erkenntnisse erzielt. Diese wurden genutzt in internationalen Projekten der Weltraumorganisationen NASA und ESA sowie der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) der Vereinten Nationen.

Die Eröffnung des Schneefernerhauses als Umweltforschungsstation fand am 12. Mai 1999 statt. Damit war eine Höhenforschungsstation geboren, die das Potenzial besitzt, wissenschaftliche Beiträge auf höchstem Niveau für eine zukunftsfähige Klimaschutzstrategie zu liefern.

In seiner Sitzung im Schneefernerhaus billigte der Bayerische Ministerrat am 24. April 2007 die Grundzüge für die künftige Organisation der Forschungsstation. Höhepunkt der Neuausrichtung war die Unterzeichnung des Konsortialvertrages am 16. Juli 2007, mit dem das „Virtuelle Institut Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (UFS)“ aus der Taufe gehoben wurde. Erstunterzeichner dieser wissenschaftlichen Kooperation waren die weltweit renommierten Forschungsorganisationen:



*Umweltforschungsstation Schneefernerhaus*

- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt,
- Deutscher Wetterdienst,
- Karlsruhe Institute of Technology,
- Helmholtz Zentrum für Gesundheit und Umwelt,
- Umweltbundesamt und der Freistaat Bayern mit seinen Fachämtern, insbesondere dem Landesamt für Umwelt.

Weitere Kooperationspartner wurden die

- Technische Universität München im Jahr 2007, die
- Ludwig-Maximilians-Universität München im Jahr 2008, die
- Universität Augsburg im Jahr 2009 und die
- Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften im Jahr 2009.

Die UFS wird im Rahmen des „Klimaprogramms Bayern 2020“ vom Freistaat unterstützt. Dadurch konnten Projekte wie der mittlerweile abgeschlossene Ausbau des Steinschlag- und Lawinenschutzes sowie der Ersatz der alten „Neuen Hangbahn“ durch eine moderne Forschungsseilbahn realisiert werden.

→ [www.schneefernerhaus.de](http://www.schneefernerhaus.de)

### Forschungsschwerpunkte

Die UFS ist ausgerichtet auf Fragestellungen mit den Zielrichtungen

- Entwicklung, Demonstration und Betrieb innovativer Technologien für Klima- und Atmosphärenbeobachtung
- Qualitätssicherung satellitenbasierter Daten- und Informationsprodukte
- Analysen zum Prozessverständnis des Klimasystems

- Umwelt- und Höhenmedizin
- Früherkennung von Naturgefahren
- Umweltradioaktivität und kosmische Strahlung

Beobachtungen von Wolken, Aerosolen, Strahlung und Wasserdampf leisten einen Beitrag zur Vertiefung unseres Verständnisses des Klimasystems. Die Aktivitäten sind eingebunden in das internationale und von der NASA koordinierte Network for the Detection of Atmospheric Composition Change, NDACC.

Kontinuierliche Messungen klimarelevanter Spurengase erfolgen im Rahmen des Global Atmosphere Watch-Programms (GAW) der Weltorganisation für Meteorologie (WMO). In Kombination mit dem Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg besitzt die UFS den Status einer GAW-Globalstation.

Die Mesosphäre, die mittlere der fünf Schichten der Erdatmosphäre, gilt als der sensitivste Bereich der Atmosphäre für den Klimawandel. Die operative Erfassung der Temperatur in der oberen Mesosphäre ermöglicht eine rasche Beurteilung der Wirksamkeit getroffener Maßnahmen zum Klimaschutz. Die UFS ist das Koordinationszentrum für das weltweite internationale Network for the Detection of Mesopause Change, NDMC.

Eine wesentliche Stellgröße im Klimasystem stellt der Einfluss der kosmischen Strahlung dar. Ihre Wechselwirkung mit der Atmosphäre ist noch nicht ausreichend genug bekannt. Die Messung insbesondere der Energieverteilung sekundärer Neutronen der kosmischen Strahlung ist auf der UFS weltweit einzigartig und setzt Maßstäbe.

Der Klimawandel beeinflusst die Gesundheit des Menschen. Veränderungen etwa von Temperatur, Feuchte und Strahlung oder veränderte Konzentrationen von Spurengasen und biogenen Feinstäuben (Pollen) beeinflussen den menschlichen Organismus. Durchgeführt werden Untersuchungen zur Allergienproblematik mit Blick insbesondere auf Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen.

Der Alpenraum ist charakterisiert durch extreme Veränderungen der Umweltbedingungen auf kürzesten räumlichen Skalen. Der Klimawandel zeigt sich daher im alpinen Raum besonders deutlich in einer drastischen Veränderung der Biodiversität, in der Abnahme der Gletscher und der Permafrostgebiete und liefert eine eindringliche Motivation zur Untersuchung der Klimasensitivität gerade in den Bereichen der alpinen Bio- und Geosphäre.

Die UFS kann auch von Dritten für zeitlich befristete wissenschaftliche Projekte und Vorhaben genutzt werden. Diese Möglichkeit wird derzeit von etwa 15 Forschergruppen, Kooperationspartnern aus der mittelständischen Wirtschaft und von Gutachterorganisationen aus dem In- und Ausland wahrgenommen.

### **Klimaforschung: Zusammenarbeit zwischen Bayern und Norwegen**

Norwegen und Bayern zählen mit der Arktis und den Alpen zu den Regionen, die besonders vom Klimawandel betroffen sind. Die UFS auf der Zugspitze und die nordnorwegische Forschungsstation Alomar Observatory in Andenes haben 2009 eine Kooperation vereinbart. Die Wissenschaftler der beiden Einrichtungen erforschen mit Hilfe von Radar und Laser den Zustand der Atmosphäre und deren Auswirkungen auf die globale Erwärmung.

### **Virtuelles Alpenobservatorium**

Um den Alpenraum als einen der sensibelsten Naturräume zu bewahren, sind eine umfassende, grenzüberschreitende Forschung und eine verstärkte Zusammenarbeit der europäischen Höhen-Forschungsstationen unabdingbar. Detaillierte Daten und Modelle als Basis zukunftsgerichteter Klimastrategien sind Grundlage für eine verantwortungsvolle Klimapolitik.

In den nächsten Jahren soll deshalb die Infrastruktur für ein Virtuelles Alpenobservatorium schrittweise aufgebaut werden. Dazu zählen etwa der Erwerb von technischem

Equipment, mit dessen Hilfe ein länderübergreifender Datenaustausch möglich wird, und hochmoderner Laserscanner zur dreidimensionalen Erfassung der klimabedingten Änderungen der Schneedecke, der Gletscherdynamik und deren spezifischer Abschmelzmuster. Parallel sollen mit den benachbarten Alpenobservatorien die wissenschaftlichen Ziele abgestimmt und gemeinsame Forschungsprojekte durchgeführt werden. Ziel des Virtuellen Alpenobservatoriums ist die Intensivierung der Zusammenarbeit der Höhen-Forschungsstationen in den Alpen, verbunden mit dem Austausch von Daten zur Klimaforschung sowie der Durchführung gemeinsamer wissenschaftlicher Projekte. Unterstützt wird das Virtuelle Alpenobservatorium über eine Förderung von 876.500 Euro durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (vgl. dazu auch Seite 16).

## Fazit

Klimaschutz bleibt vorrangiges Handlungsfeld der Staatsregierung. Mit Blick auf das Ziel, die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2020 auf deutlich unter 6 Tonnen pro Kopf und Jahr zu senken, stellen sich insbesondere folgende Aufgaben:

### Minderung von Treibhausgasemissionen

1. Im Bereich der [energetischen Sanierung staatlicher Gebäude](#) ist weiteres CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial vorhanden.
2. Im Rahmen des Förderschwerpunkts „CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm“ sollen bayerische Kommunen auch weiterhin vom Freistaat unterstützt werden.
3. Bayern soll Modell für ein neues Energiezeitalter werden. Bis 2021 will Bayern die Hälfte seines Stromverbrauchs aus [erneuerbaren Quellen](#) decken.

### Anpassung an die Folgen des Klimawandels

4. Um im [Waldumbau](#) das 100.000-Hektar-Ziel bis 2020 zu erreichen, müssen in weiteren Gebieten mit hohem Waldumbaubedarf Projekte gestartet werden, die als Kristallisationskerne für letztlich flächige Umbauaktivitäten in ganz Bayern wirken können („vom Leuchtturm zur Lichterkette“).
5. Die positive Dynamik der [Bergwaldoffensive](#) soll genutzt werden, um weitere Maßnahmen in bestehenden Projektgebieten umzusetzen.
6. Das sehr erfolgreiche [Hochwasserschutzprogramm](#) muss dynamisch an den Klimawandel angepasst werden.
7. Zum [Schutz vor Trockenheit](#) und zur [Sicherung der Wasserversorgung](#) sollen die entwickelten Anpassungsstrategien zielstrebig umgesetzt werden. Ein Großteil

der Maßnahmen zur Sicherung der Wasserressourcen und zu einer verstärkt integrierten Bewirtschaftung ist im ländlichen Raum vorzusehen.

8. Für vom Klimawandel besonders bedrohte Arten der alpinen Hochlagen, der Bergwälder sowie der Wildbäche sollen in einem [Artenhilfsprogramm Alpen](#) Lebensräume gesichert und in einen grenzüberschreitenden alpinen Biotopverbund integriert werden, wodurch sich Querverbindungen von der Klimaanpassung zur Umsetzung von Natura 2000 und der Bayerischen Biodiversitätsstrategie ergeben.
9. Ziel bis 2020 ist die [Renaturierung](#) von 50 Mooren.
10. Das [digitale Georisk-Kataster](#) soll auf das gesamte Gebiet des Freistaats ausgedehnt werden, die [Gefahrenhinweiskarten Georisiken](#) auf die weiteren sensiblen Gebiete Bayerns, insbesondere das Alpenvorland und den Schwäbisch-Fränkischen Jura.
11. Branchenspezifische [Klima-Agenden für Unternehmen](#) sollen als Navigationshilfe dienen und Anregungen zur Bewältigung ihrer klimabedingten Herausforderungen geben

### Forschung und Entwicklung

12. Angesichts der komplexen Themen hat sich die hochschul- und institutsübergreifende Zusammenarbeit in [Forschungsverbänden](#) bewährt. Im Bereich Anpassung an den Klimawandel besteht weiterhin Forschungsbedarf; ein wichtiger Aspekt ist dabei die klimaverträgliche Landnutzung in Bayern.
13. Zur Verstärkung der Datengrundlagen für Vorsorge- und Anpassungsmaßnahmen

- sollen spezielle Fragestellungen aus der Praxis in einzelnen [Forschungs- und Entwicklungsvorhaben](#) gefördert werden.
14. Durch intensive Zusammenarbeit und Vernetzung bestehender Forschungsstationen im Alpenraum zu einem „[Virtuellen Alpenobservatorium](#)“ sollen die jeweils vorhandene Infrastruktur und das Know-how optimal genutzt werden.
  
  15. Die [Bayerische Klima-Allianz](#) stärkt das Bewusstsein für das Thema Klimaschutz und bezieht dabei eine breite Palette gesellschaftlicher Gruppen mit gemeinsamen Aktionen (z. B. Klimawoche) ein. Sie soll fortgeführt und ausgebaut werden.





## Impressum

Herausgeber: Bayerische Staatsregierung  
Bayerisches Staatsministerium für  
Umwelt und Gesundheit  
Rosenkavalierplatz 2, 81925 München (StMUG)

Internet: [www.stmug.bayern.de](http://www.stmug.bayern.de)

E-Mail: [poststelle@stmug.bayern.de](mailto:poststelle@stmug.bayern.de)

Gestaltung: Partner Satz Repro GmbH, Ingolstadt

Fotos: Siegfried Specht (S. 8), Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks (S. 12),  
Gerhard Drechsler (S. 14), Fotolia (S. 22, 23, 34, 42, 58, 60, 76, 78, 80, 81),  
Reinhold Pfeufer, Staatliches Bauamt München 2 (S. 24), Staatliches Bauamt Freising (S. 25),  
ING + ARCH Nuernberg-Ehingen (S. 26), eza Kempten (S. 28), Raimund Lederer (S. 31, 77),  
Kurt Brandl (S. 38, 62), TFZ (S. 40), Oberste Baubehörde im StMI (S. 41), StMELF (S. 50 links,  
S. 50 rechts), Martin Frede (S. 51), Joachim Stoll (S. 71 oben), Ralf Rosin (S. 73),  
Markus Neumann (S. 82), Helmut Theiler  
Titelabbildung: Walchensee im Herbst (Helmut Theiler)

Druck: Aumüller Druck, Regensburg

Stand: März 2013

© StMUG, alle Rechte vorbehalten

Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier

Diese Druckschrift wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars erbeten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Publikation wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Der Inhalt wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter [direkt@bayern.de](mailto:direkt@bayern.de) erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

