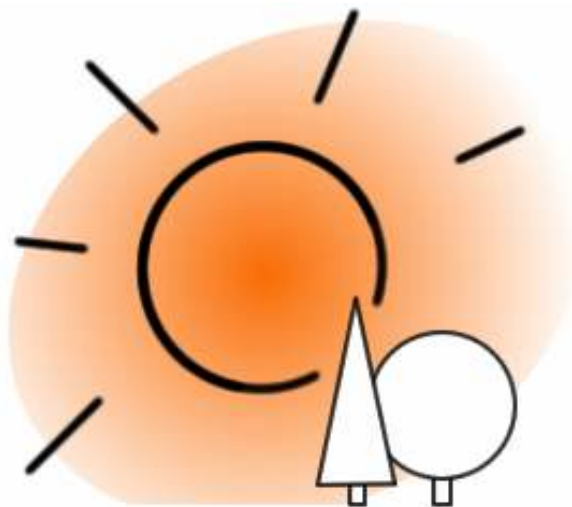


# Kongress für Waldinteressierte

## Kurzfassungen



9. Oktober 2008 - Baden-Baden

# Wald & Klima

– was tun?

## **Impressum**

Herausgeber:

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt  
Baden-Württemberg  
Wonnhaldestraße 4  
79100 Freiburg  
**[www.fva-bw.de](http://www.fva-bw.de)**

Redaktion:

Kaisu Makkonen-Spiecker  
Elli Mindnich

September 2008

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck, auch auszugsweise, sowie fotomechanische Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers.

## Programm

- 9:15            **Begrüßung und Moderation**  
*Landesforstpräsident Max Reger*
- 9:30            **Grußwort**  
*Minister Peter Hauk, Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg*  
*OB Wolfgang Gerstner, Baden-Baden*

### 10.00 EINFÜHRUNGSVORTRAG

**Klimawandel – Sciencefiction oder Realität? Was erwartet uns in der Zukunft?**  
*ZDF-Meteorologe Dieter Walch*

- 10:45            Kaffeepause

### 11:15 RISIKEN UND AUSWIRKUNGEN

Einführung durch Studierende  
*Diana Sträuber, Tobias Mathow und Andreas Manuel, Universität Freiburg*

- 11.25           **Stürme: Wie lassen sich die Schadrisiken im Wald beeinflussen?**  
*PD Dr. Ulrich Kohnle / Prof. Dr. Marc Hanewinkel, FVA*

- 11.45           **Trockenheit - Stress für Wälder?**  
*Dr. Klaus von Wilpert, FVA*  
**Diskussion**

- 12:30            Mittagspause

- 14.00           **Das Klima wandelt sich – werden die Wälder von Schadinsekten heimgesucht?**

*Dr. Hansjochen Schröter, FVA*

- 14.20           **Klimawandel und Vogelwelt: Vom Auerhuhn zum Papagei?**  
*Prof. Dr. Peter Berthold, Max-Planck-Institut für Ornithologie, Radolfzell*  
**Diskussion**

- 15.00            Kaffeepause

### 15.30 PERSPEKTIVEN

Einführung durch Studierende  
*Diana Sträuber, Tobias Mathow und Andreas Manuel, Universität Freiburg*

- 15.40           **Klimawandel: Herausforderung für die Forstgenetik**

*Dr. Monika Konnert, ASP, Teisendorf*

- 16.00           **Klimaschutz durch verstärkte Holznutzung?**

*Prof. Dr. Dr. habil. Drs. h.c. Gerd Wegener, Technische Universität München*

- 16.20           **Wald der Zukunft: Welche Bäume wachsen in Südwestdeutschland in 100 Jahren?**

*Prof. Konstantin Frhr. von Teuffel, FVA*

**Diskussion**

- 17.15            **Ende der Veranstaltung**



## Vorwort

*Minister Peter Hauk*



Neue regionale Prognosemodelle zeigen die Klimaerwärmung und damit zusammenhängende Witterungsextreme sehr deutlich. Südwestdeutschland wird nachhaltig betroffen sein. Der Klimawandel ist Realität, erste Auswirkungen zeigen sich bereits heute im Ökosystem Wald. Die weiteren Folgen werden im Wald stark zum Tragen kommen und sind heute nicht absehbar.

Unterschiedliche Handlungsoptionen werden diskutiert. Derzeit erscheinen gepflegte, naturnahe, möglichst ungleichaltrig und stufig aufgebaute Mischwälder der Schlüssel zur größeren ökologischen Amplitude angesichts bevorstehender Klimakapriolen zu sein. Allerdings ist der Dialog und Erfahrungsaustausch wichtig, denn noch sind viele Fragen offen. Vor diesem Hintergrund hat die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt den Auftrag, die Reaktionen der Wälder auf die Klimaveränderungen genau zu beobachten und regionale Prognosen so weit zu verfeinern, dass die Risiken für die Forstwirtschaft abschätzbar werden und Handlungsempfehlungen erarbeitet werden können.

Um zukünftigen Generationen einen in allen Bereichen voll funktionsfähigen Wald zu überlassen, ist eine sorgfältige Abwägung der unterschiedlichen Ansprüche der Gesellschaft an den Wald notwendig. Der "globalen Herausforderung Klimawandel" werden einseitige Forderungen nach Flächenstilllegung, Nutzungsverzicht und die Ausweisung von Schutzgebieten nicht gerecht. Solche Forderungen ziehen vielmehr zwangsläufig Mehreinschläge in anderen Wäldern, die auch außerhalb Deutschlands liegen können, nach sich oder führen zur steigenden Verwendung von nicht nachwachsenden Rohstoffen.

Dem Kongress "Wald & Klima – was tun?" wünsche ich einen guten Verlauf und allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern interessante und aufschlussreiche Gespräche. Den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt danke ich für die Ausrichtung des Kongresses und ebenso allen Referentinnen und Referenten für Ihre Beiträge.



Peter Hauk MdL  
Minister für Ernährung und Ländlichen Raum



## Grußwort

*Oberbürgermeister Wolfgang Gerstner  
Stadt Baden-Baden*



Sehr geehrte Damen und Herren,  
liebe Forstexperten,

ich freue mich, dass die Tagung „Wald und Klima“ hier in Baden-Baden stattfindet, der Stadt mit dem größten geschlossenen kommunalen Waldbesitz in Deutschland.

Der von zahlreichen Fachleuten schon vor Jahren prognostizierte und nun Wirklichkeit werdende Klimawandel stellt nicht nur für die in der Wirtschaft und Politik Verantwortlichen eine große Herausforderung dar, sondern beeinflusst ganz wesentlich die Arbeit jedes Einzelnen, der in der Waldwirtschaft tätig ist. Mit Ihrer Arbeit und mit Ihren Entscheidungen stellen Sie die Weichen für unseren künftigen Lebensraum und den Lebensraum unserer nachfolgenden Generationen. Gerade die im Wald notwendige Weichenstellung für Zeiträume von über 100 Jahren erfordert eine intensive Abwägung aller Kriterien für die zukünftige Waldgestaltung und die zukünftigen Waldgesellschaften.

Die in unserem Stadtwald durch Orkan „Lothar“ auf einer Fläche von über 2.000 Hektar verursachten Schäden und die sich abzeichnenden Klimaprobleme haben uns veranlasst, bei der Wiederbewaldung dieser Flächen und der anstehenden Jungbestandspflege neue Wege zu gehen und in Form eines „Gemischtwarenladens“ eine möglichst vielfältige Durchmischung unserer Wälder zu erzielen. Durch eine entsprechende Risikostreuung bei der Baumartenwahl hoffen wir, gegen die ungewissen Zukunftsprobleme gewappnet zu sein. Der Wald ist für Baden-Baden ein so wichtiger Bestandteil wie Kurhaus und Casino, die Thermalbäder, die Lichtentaler Allee oder die Internationalen Galopprennen. Es gilt, ihn trotz aller Probleme, die dieser Klimawandel bringt, als „grünes Kapital“ für unsere Kurstadt zu erhalten.

Der Veranstaltung wünsche ich einen erfolgreichen Verlauf und Ihnen allen gute Gespräche und viele neue Erkenntnisse. Fühlen Sie sich wohl in „Europas grünem Salon und seien Sie

herzlich begrüßt

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Wolfgang Gerstner', written in a cursive style.

Wolfgang Gerstner  
Oberbürgermeister der Stadt Baden-Baden

## EINFÜHRUNGSVORTRAG

### Klimaänderung – Sciencefiction oder Realität? Was erwartet uns in der Zukunft?

*Dieter Walch*



Seit Beginn der Industrialisierung, verbunden mit den steigenden Konsumbedürfnissen der Industriegesellschaften und dem starken Bevölkerungswachstum in der Dritten Welt, steigt der Gehalt klimawirksamer Spurengase in der Atmosphäre an. Durch die Wärmewirksamkeit dieser Gase und einer seit etwa 300 Jahren zu beobachteten natürlichen Erwärmung hat die Temperatur seit 1870 im globalen Mittel um ca. 0,8°C zugenommen.

Und die Erwärmung schreitet offenbar immer schneller voran. Unter den „Top Ten“ der wärmsten Jahre seit Beginn der Aufzeichnungen befinden sich nur Jahre aus der jüngsten Vergangenheit. Die aktuelle „Hitliste“:

2005, 2007, 1998, 2002, 2003, 2006, 2004, 2001, 1997, 1995.

Nach den neuesten Berechnungen, die vom IPCC im Jahre 2007 vorgestellt wurden, wird die globale Temperatur in diesem Jahrhundert um 1,7 bis 6,4°C steigen. Die große Spanne rührt daher, dass den Modellrechnungen unterschiedliche Szenarien zugrunde gelegt wurden. Im günstigsten Fall wird angenommen, dass die Emissionen auf dem Stand von 1990 begrenzt würden. Der schlimmste Fall geht davon aus, dass wir so weiter machen wie bisher. Als realistische Erwärmung werden 3,3 bis 3,5°C angenommen.

Eine überproportionale Erwärmung wird dabei im Nordpolargebiet vorhergesagt. Dort wird der Temperaturanstieg etwa 9°C betragen, was zu einem vollständigen Abschmelzen des arktischen Eises führen wird.

In den Tropen wird es noch mehr regnen, als das ohnehin schon der Fall ist. Die trockenen Gebiete der Subtropen im nördlichen Afrika, in Zentralasien und in den Südstaaten der USA werden um einige hundert Kilometer nach Norden wandern in die gegenwärtig dicht besiedelten und fruchtbaren Winterregenzonen um das Mittelmeer sowie in die Kornkammern der USA, Chinas, Russlands und der Ukraine. Durch Überweidung, Erosion, Versalzung, Versiegelung und Grundwasserabsenkung gehen schon heute in jeder Stunde 900 Hektar landwirtschaftlich nutzbarer Fläche verloren. Das entspricht innerhalb eines Jahres etwa der Fläche Süddeutschlands!

Die Häufigkeit und das Ausmaß von Gewittern und Starkniederschlägen in den gemäßigten Zonen sowie Wirbelstürmen in den tropischen Meeren dürften zunehmen. Bei uns wird die Tendenz zu längeren Witterungsperioden steigen. Da gleichzeitig die Winter feuchter und die Sommer trockener werden, muss mit ähnlichen Verhältnissen wie am Mittelmeer gerechnet werden.

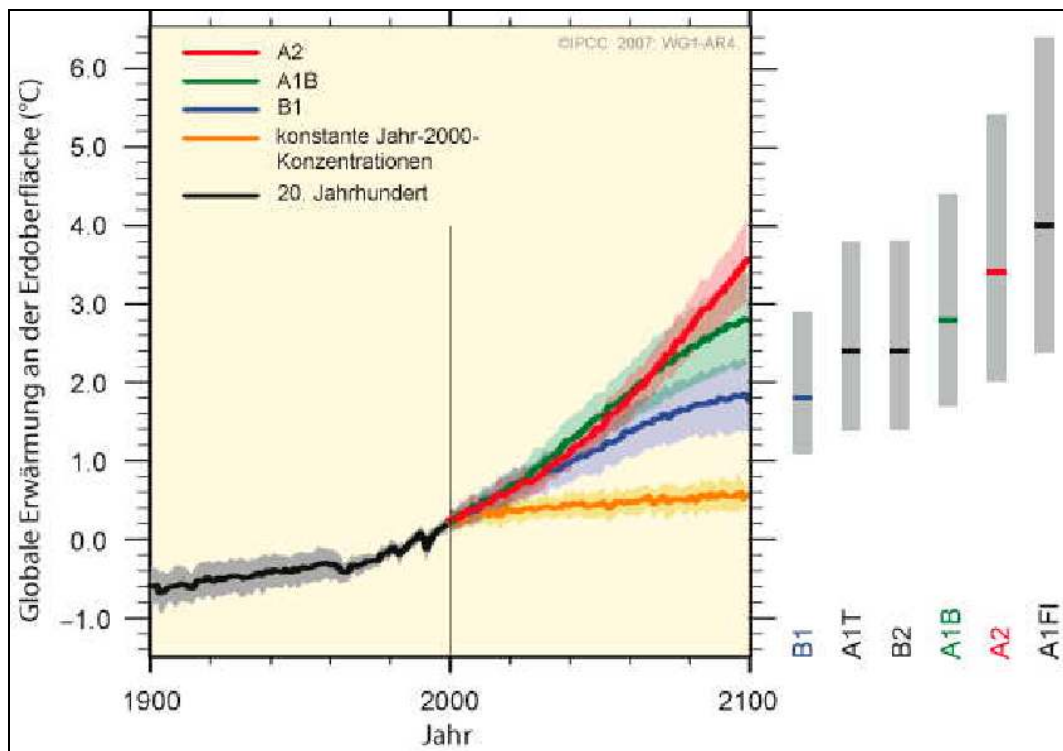
Im Sommer muss mit größeren Hitzewellen gerechnet werden. Besonders in den Großstädten wird dies zu hitzebedingten Stresssituationen führen. Dabei könnten Grundwasserspiegel und Flusspegel, besonders in Süddeutschland, sinken, was die



Kühlung von Atomkraftwerken gefährdet. Für die ausreichende Wasserversorgung landwirtschaftlich genutzter Flächen muss Vorsorge durch Wasserspeicherung in den niederschlagsreichen Wintermonaten geschaffen werden.

Den sich rasch ändernden klimatischen Bedingungen können sich einfache Organismen wie Viren oder Bakterien besser anpassen als hoch entwickelte Lebewesen, da sie kürzere Lebenszyklen haben. Damit werden klimagestresste Pflanzen und Tiere, speziell auch die Menschen, anfälliger für Krankheiten und Seuchen.

Aber die Klimaerwärmung hat auch positive Seiten. Die Landwirtschaft kann mit höheren Erträgen rechnen durch eine Verlängerung der Vegetationsperiode, besonders in Norddeutschland. Die kältebedingten Krankheiten werden zurückgehen. Und der Tourismus wird boomen. Besonders im Sommer werden immer mehr Menschen Urlaub in heimischen Regionen machen. Steigende Wassertemperatur, größere Trockenheit lassen die Ostsee in Zukunft zur „Adria des Nordens“ werden.



## RISIKEN UND AUSWIRKUNGEN

### Stürme: Wie lassen sich die Schadrisiken im Wald beeinflussen?

*Ulrich Kohnle, Marc Hanewinkel  
Forstliche Versuchs- und  
Forschungsanstalt Baden-Württemberg*



Sturmschäden bildeten in der Vergangenheit im langjährigen Mittel mit deutlichem Abstand den größten naturalen Risikofaktor für mitteleuropäische Forstbetriebe. Charakteristisch für das Auftreten großräumiger Sturmereignisse ist eine ausgesprochene Periodizität, die mit der nordatlantischen Oszillation (Islandtief/Azorenhoch) zusammenhängt. Die Periodizität überlagert dabei in Mitteleuropa weitgehend zeitliche Trends. Daran dürfte sich auch in näherer Zukunft nichts ändern: keines der gängigen regionalen Klimaszenarien geht davon aus, dass das Auftreten schadverursachender Stürme merklich abnehmen dürfte! Forstbetriebe müssen sich daher zwingend damit auseinandersetzen, wie sich das Sturmrisiko gezielt beeinflussen lässt bzw. wie sich waldbauliche Verfahren auf das Risiko auswirken.

Hilfreich für die Entscheidungsfindung sind dabei Modelle, die es erlauben, unterschiedliche Szenarien zu vergleichen. Zu beachten ist dabei, dass Modelle die komplexe Wirklichkeit grundsätzlich stark vereinfacht abbilden müssen, um handhabbar zu sein. Trotz des hohen Abstraktionsgrades muss jedoch die Gewähr geboten sein, dass sie die grundlegenden Zusammenhänge korrekt abbilden werden und in der Lage sind, realistische Prognosen zu liefern. Ein vor kurzem an der FVA entwickeltes Sturmschadensmodell erfüllt diese Grundvoraussetzungen.

#### **Modellierungsgrundlagen**

Das Modell verfügt über eine einzigartige Datenbasis, die im Zusammenhang mit der kurz nach dem Sturm „Lothar“ durchgeführten Bundeswaldinventur zusammengetragen wurde: Aus der Inventur liegen Einzelbaumdaten zu knapp 7.000 Sturmopfern vor gut 57.000 Bäumen, die den Sturm unbeschadet überstanden hatten. Im Rahmen eingehender Analysen und Modellierungsarbeiten konnten die wichtigsten Faktoren identifiziert und quantifiziert werden, die das Schadrisiko bestimmen. Wesentliche Faktoren waren die Lage im Lothar-Windfeld, die Exponiertheit des Standorts, Baumart und Baumhöhe. Daneben spielen das Verhältnis Höhe : Durchmesser und der Abstand zum nächsten westlich vorgelagerten Waldaußenrand eine gewisse Rolle.

#### **Ergebnisse**

Umfangreiche Szenarienstudien zeigen, dass sich die Modellergebnisse weitestgehend mit den Erfahrungen aus Praxis und Fallstudien übereinstimmen. Dies wird exemplarisch am Beispiel der Reihung der Baumarten nach Sturmgefährdung oder dem mit der Baumhöhe zunehmenden Schadrisiko verdeutlicht (vgl. Abbildung). Vorteilhaft wirkt sich dabei vor allem die einheitliche Parametrisierung des Modells auf breiter Datenbasis aus: Dadurch eignet es sich hervorragend für Prognoseszenarien, die die Wirkung verschiedener Faktoren nicht nur qualitativ beschreiben, sondern das Verhältnis ihrer Wirkungen quantifizieren wollen.

Bereits im derzeitigen Entwicklungsstand erlaubt das Sturmschadensmodell neben waldbaulichen Szenariostudien im Prinzip auch eine Anwendung im Rahmen der

Forstplanung. Dargestellt wird am Beispiel eines realen Waldes die Möglichkeit, im Rahmen der mittelfristigen (10jährigen) Planung, die vorhandenen Waldbestände qualifiziert nach ihrem Schadensrisiko in Risikoklassen einzuteilen und diese Information für den differenzierten Umgang mit diesen Beständen zu nutzen.

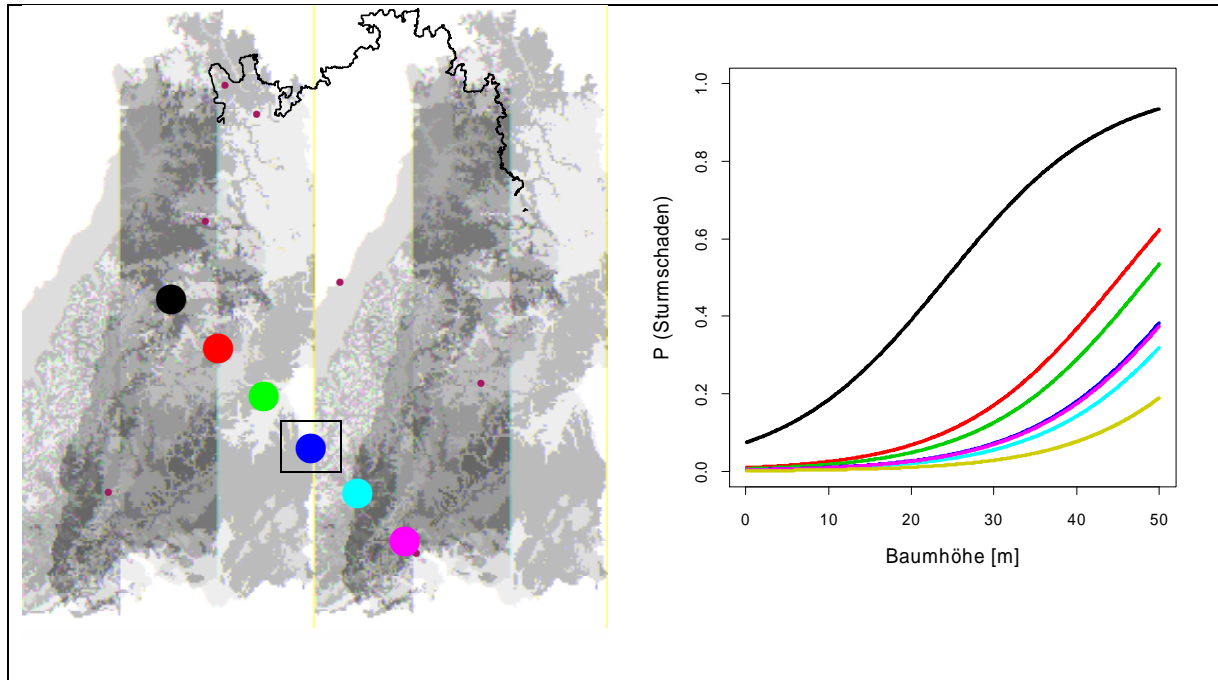


Abb. Schadenswahrscheinlichkeit einer durchschnittlich exponierten Fichte an verschiedenen Punkten im Lothar-Windfeld. Die linke Graphik zeigt die analysierten Orte entlang eines vom Nordschwarzwald nach Oberschwaben verlaufenden NW-SE-Transekts; die rechte Grafik die Schadenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der Baumhöhe am jeweiligen Ort.

## Trockenheit – Stress für Wälder

*Klaus von Wilpert  
Forstliche Versuchs- und  
Forschungsanstalt Baden-Württemberg*



Klimaprognosen sagen für Baden-Württemberg überwiegend die Zunahme von Extremwetterlagen und eine Erhöhung des sommerlichen Trockenstressrisikos voraus. Dies muss in die langfristige Baumartenplanung und die Entwicklung langfristiger waldbaulicher Adaptationsstrategien einbezogen werden.

An Bäumen kann die Wirkung von Trockenstress an unterschiedlichen Merkmalen beobachtet werden. Akute Folge hoher Trockenstressintensitäten ist das Absterben von Kronenteilen oder ganzer Bäume in und nach extremen Trockenphasen. Der Trockensommer 2003 ist ein gutes Modellbeispiel hierfür. In 30 – 50 km<sup>2</sup> großen Untersuchungsregionen um vier Ökosystemforschungsflächen des intensiven Ökosystemmessnetzes EU/Level II wurden an vollflächigen Color – Infrarot Luftbildszenen Häufigkeit und Intensität von Absterbeerscheinungen mittels eines teilautomatisierten Bildanalyseverfahrens identifiziert und zu erklärenden Geländemerkmale in Beziehung gesetzt. So konnten ca. 70 % der regionenweise sehr unterschiedlichen Intensität von Trockenschäden und deren kleinräumiger Varianz erklärt werden.

Für die Forstwirtschaft ist jedoch nicht nur das durch extreme Trockenheit verursachte Mortalitätsrisiko von Bedeutung, sondern ebenso subletale Stressintensitäten, die sich in mehr oder weniger lang anhaltenden Wachstumsreaktionen äußern. Diese können über Schwankungen der Holzdichte bzw. der Zellgröße innerhalb von Jahrringen mit hoher zeitlicher Auflösung identifiziert werden. Auch diese Erfassungsmethode von Baumreaktionen auf Wassermangel wird an den intensiv untersuchten Level II – Flächen eingesetzt um dort den Zusammenhang zwischen den Ergebnissen zeitlich hochauflösender Wasserhaushaltsuntersuchungen und Baumreaktionen zu untersuchen. Außerdem werden an den 308 Messpunkten des landesweiten Messnetzes zur Bodenzustandserfassung Jahrringstrukturanalysen an Bohrkernen durchgeführt um die räumlich begrenzte Aussage der punktuellen Untersuchungen auf die gesamte Fläche des Landes Baden-Württemberg übertragen zu können.

Um die Auswirkung des sich ändernden Trockenstressrisikos auf Baumwachstum und -vitalität abschätzen zu können, werden Wasserhaushaltsinformationen im kleinräumigen Geländemaßstab benötigt. Die Wasserverfügbarkeit hängt neben den lokalen Witterungsbedingungen von den hydraulischen Bodeneigenschaften und von Dichte, Baumartenmischung und Wurzelraum der Waldbestände ab. Auf lokaler und kleinräumiger Ebene wird die Wasserverfügbarkeit mittels physikalisch basierter Wasserhaushaltsmodelle berechnet, in welche diese Standortseigenschaften als Steuergrößen eingehen. Das Trockenstressrisiko, d.h. die Auftretenswahrscheinlichkeit von Wassermangel, wird über statistische Auswertungen aus den Modellergebnissen abgeleitet. Unter Berücksichtigung regionaler Klimaszenarien werden die erstellten Regressionsmodelle verwendet um das Trockenstressrisiko unter veränderten Klimabedingungen abzuschätzen.

Übergeordnetes Ziel der vorgestellten Projektarbeiten ist die Erstellung von Risikokarten für das Auftreten von Trockenstress für die Waldbestände Baden-Württembergs. Die darin kartierten Informationen werden den Waldbesitzern und Forstverwaltungen vor Ort in Form einer langfristigen Planungsgrundlage zur Verfügung gestellt, welche die Wahl geeigneter waldbaulicher Handlungsoptionen für Walbestände vereinfachen kann. In der ersten Projektphase werden Risikokarten zunächst für die derzeitigen bzw. die vergangenen Klimabedingungen entwickelt.

Die Brauchbarkeit solcher Entscheidungshilfen für die Praxis hängt entscheidend von der Güte der zugrundeliegenden Daten und der statistischen Sicherheit der Risikokarten ab, denn auf ihrer Basis sollen kostenintensive und langfristige Entscheidungen wie die Anpassung der Baumartenzusammensetzung für die kommende Waldgeneration getroffen werden.

## **Das Klima wandelt sich – werden die Wälder von Schadinsekten heimgesucht?**

*Hansjochen Schröter  
Forstliche Versuchs- und  
Forschungsanstalt Baden-Württemberg*



Allen für Baden-Württemberg vorliegenden Klimaszenarien gemeinsam ist, dass die Jahresdurchschnittstemperaturen sich erhöhen, die Winter wärmer werden und Witterungsextreme wie Stürme, Unwetter mit Hagel und Starkregen sowie sommerliche Trocken- und Hitzeperioden häufiger werden.

Auf diese sich verändernden klimatischen Bedingungen reagieren Populationen von Schadinsekten verschieden, woraus sich unterschiedliche Bedrohungslagen für die Wälder ergeben. Einige Arten werden an Bedeutung verlieren, weil sich ihre Entwicklungs- und Fortpflanzungsbedingungen verschlechtern. Einige Arten besitzen eine große Toleranzbreite und verändern ihre Entwicklungs- und Massenwechselzyklen nur wenig oder gar nicht. Andere Arten werden durch die Klimaentwicklung stark begünstigt und neigen zu Massenvermehrungen, die zu Kalamitäten in den Wäldern führen können, welche ökologisch und ökonomisch relevant sein können.

Zu Letzteren zählen in Baden-Württemberg in erster Linie die Borkenkäfer an der Fichte. Diese sind in der Lage, mehrere Generationen im Jahr zu entwickeln. Vor allem nach Stürmen entwickeln sich in kurzer Zeit hohe Individuenzahlen von Buchdruckern, die bereits heute in der Lage sind, in allen Höhenlagen auch gesunde stehende Bäume zu befallen und abzutöten. Dies läuft umso schneller ab, je länger, trockener und heißer die Sommer nach einer Sturmkalamität sind. Im Zeitraum von 1990 bis 2007 fielen in Baden-Württemberg rund 17 Millionen Festmeter Käferholz an, was einer Schadfläche von rund 40 km<sup>2</sup> entspricht. Zum Vergleich: Eine Kalamität unvorstellbaren Ausmaßes spielte sich in den Rocky Mountains von Britisch Kolumbien (Kanada) ab, wo dem *Mountain Pine Beetle*, einem Kiefern-Borkenkäfer, bereits 130.000 km<sup>2</sup> Waldfläche zum Opfer gefallen sind (zum Vergleich: gesamte Waldfläche BR Deutschland: 110.000 km<sup>2</sup>).

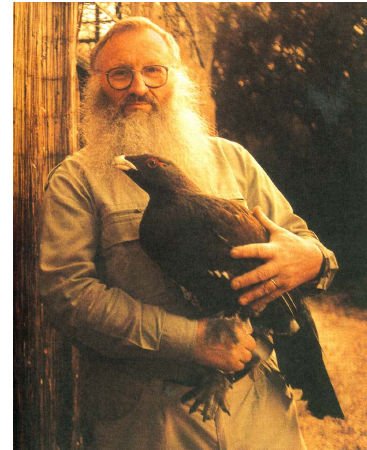
Ziel der Waldschutzforschung ist es, unter den von den Klimaforschern vorgegebenen Szenarien das Gefährdungspotenzial von Schadinsekten für die Wälder in den verschiedenen Regionen des Landes zu identifizieren und zu bewerten und für die Forstpraxis Strategien zur Schadensprävention und -abwehr zu entwickeln sowie operativ umsetzbare Handreichungen zur Verfügung zu stellen.



*Abb. Fallen als aktive Kohlendioxidspeicher aus: die abgestorbenen Wälder in Britisch Kolumbien  
(Foto: Kari Nerg, August 2008)*

## **Klimawandel und Vogelwelt: Vom Auerhuhn zum Papagei?**

*Peter Berthold,  
Max-Planck-Institut für Ornithologie,  
Radolfzell*



Vögel sind hervorragende Bioindikatoren der für den Menschen bedeutsamen Umwelt weltweit. Sie haben uns z. B. die derzeit fortschreitende Klimaerwärmung bereits angezeigt, bevor sich die Meteorologen getraut haben, sich klar zu ihr zu bekennen.

Die Vogelwelt war regelmäßig beträchtlichen dynamischen Prozessen unterworfen, in Mitteleuropa letztmals v. a. in Verbindung mit den Eiszeiten. Ähnliche Veränderungen stehen im Zuge der rezenten Klimaerwärmung an, aber wahrscheinlich in vergleichsweise schnellerem Ablauf. Für die letzten 10.000 und die nächsten 100 Jahre ergibt sich folgendes Bild.

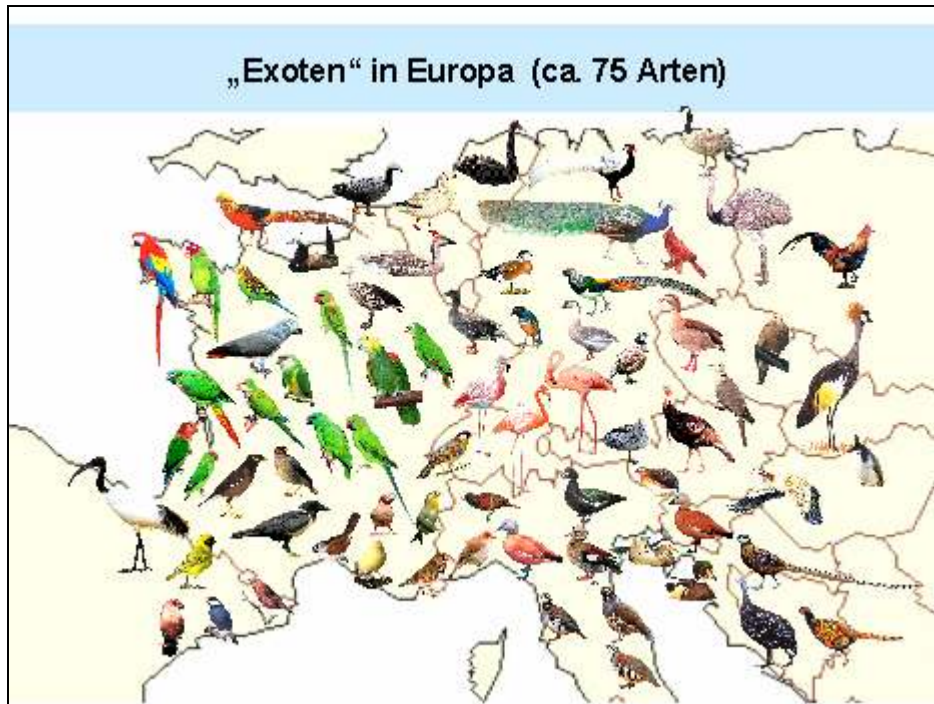
Mitteleuropa war während der Hauptvereisungsperioden frei von Vögeln – viele Arten hatten sich in atlantisch-mediterrane, afrikanische und asiatische Refugien zurückgezogen. Nach der letzten Eiszeit wurde Mittel- und später Nordeuropa neu besiedelt, z. T. mit den alten, aber auch mit neuen Vogelarten. Bis zur Buchenzeit und den hochmittelalterlichen Rodungen blieb die Vogelwelt Mitteleuropas artenarm (mit ca. 50 waldbewohnenden und ebenso vielen sonstigen Arten), in der danach entstehenden Wald-Feld-Wiesen-Mosaiklandschaft wurde sie artenreich und erreichte um 1800 mit selbst in kleineren Regionen über 100 Arten ihren Höhepunkt. Lebensraumzerstörung, Biozide, Verfolgung, Beunruhigung u. v. a. m. führten danach zunächst zu mäßigem, ab den 1950er Jahren zu immer schnellerem und stärkerem Rückgang. Heute fehlen in vielen Gebieten Mitteleuropas rund ein Drittel der ehemaligen Brutvogelarten und –individuen, und etwa ein weiteres Drittel nimmt fortlaufend im Bestand ab.

Seit gut zwei Jahrzehnten machen sich zahlreiche Veränderungen in der Avifauna bemerkbar, die auf die stärker werdende Klimaerwärmung zurückgehen. Vier Phänomene sind besonders auffällig.

- 1) Viele Zugvögel reduzieren ihr Zugverhalten, indem sie später weg- und früher heimziehen, weniger weit wandern oder zunehmend im Brutgebiet bleiben. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass in rund 100 Jahren in Mitteleuropa (fast) ausschließlich Standvögel leben und Zugverhalten weitgehend eingestellt ist.
- 2) Eine Reihe von mediterranen und afrikanischen Arten wandert neu in Mittel- und Nordeuropa ein, andere Arten verschieben ihre mitteleuropäischen Brutareale mehr ins nördliche Europa.
- 3) Zug- wie Standvögel dehnen ihre Brutperioden aus und brüten früher und länger.
- 4) Das wärmere Klima, insbesondere mildere Winter, ermöglicht immer mehr „Exoten“, die aus Zoos usw. entweichen oder ausgewildert werden, bei uns zu leben und zu brüten. In Europa sind dies inzwischen über 100 Arten, darunter mehr als 10 Papageien-Arten sowie Flamingos, Strauße, verschiedene Entenvögel usw. (Abbildung).



Von Großsittichen wie dem Halsringsittich brüten inzwischen von Holland über Köln bis Karlsruhe rund 10.000 Paare. Würden im Schwarzwald nach einer Reihe extrem heißer Sommer auf den Südhängen alle Fichten absterben, könnten in vom Schwarzspecht gezimmerten Höhlen rasch Papageien bis in Gipfelbereiche brüten. Ob sie dann dort die eventuell verschwindenden Auerhühner ersetzen oder mit ihnen zusammen leben würden, vermag heute niemand zu sagen – aber verschiedenartige Prognosen sind derzeit möglich; sie werden kurz diskutiert.



## PERSPEKTIVEN

### Klimawandel: Herausforderung für die Forstgenetik

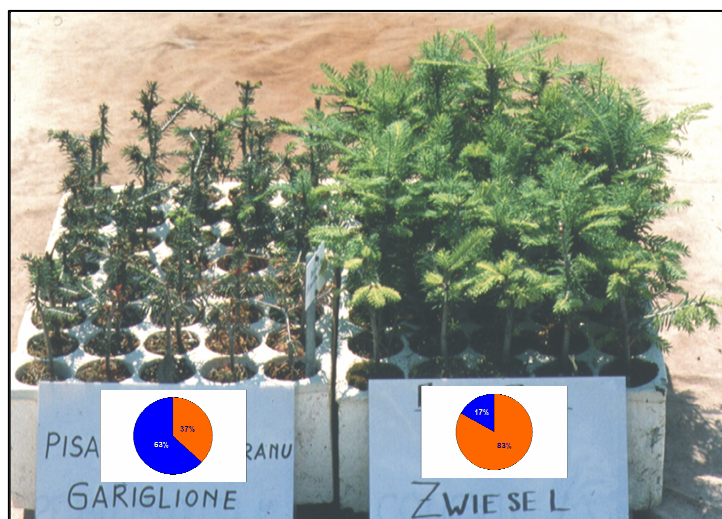
*Monika Konnert  
Bayerisches Amt für forstliche Saat- und  
Pflanzenzucht*



Die Wissenschaft **Genetik (Vererbungslehre)** beschäftigt sich mit allen möglichen Aspekten des Erbmaterials, der DNA. Dazu gehören die molekulare Zusammensetzung der Erbsubstanz, ihre Funktionsweise und Weitergabe von einer Generation zur anderen aber auch Ereignisse, die zu einer Veränderung in der Erbsubstanz und in den Häufigkeiten bestimmter genetischer Typen in Populationen führen. **Forstgenetik** hat die Erbsubstanz von Waldbäumen als Studienobjekt. Viele Eigenschaften unserer Waldbäume (z.B. Austriebsverhalten, Wachstumsmerkmale) sind genetisch kontrolliert und vererbbar.

Waldbäume sind langlebig und ortsgebunden. Sie können auf sich schnell ändernde Umweltbedingungen nur durch eine hohe Plastizität reagieren. Waldbestände bestehen aus genetisch unterschiedlichen Individuen. Über genetische Prozesse wie Migration, Genfluss und natürliche Auslese kann sich ein Bestand an neue Bedingungen anpassen. Voraussetzung für die Fähigkeit zur Anpassung ist eine hohe Variation in den Erbanlagen.

Da die Klimaänderung sehr schnell vonstatten geht und die natürliche Migration in unserer intensiv genutzten und mit verschiedensten Pflanzenarten besetzten Landschaft erschwert ist, wird die natürliche Anpassung nicht schnell genug sein. Der Mensch kann nicht abwarten, sondern er muss aktiv gestalten. Bei Baumarten mit hoher Differenzierung in Herkünften und Ökotypen ist neben der Baumartenwahl die Wahl der passenden Herkunft wichtig, weil dies weitreichende Folge für die Bestandesstabilität und den ökonomischen Erfolg haben kann.



*Abb. Weisstannenherkünfte aus Kalabrien (Cariglione) und Bayern (Zwiesel) haben auf Spätfrost unterschiedlich reagiert. Die beiden Herkünfte unterscheiden sich auch in der Zusammensetzung ihrer Erbanlagen, dargestellt in den Diagrammen für den Genabschnitt IDH-B. Unterschiedliche Farben zeigen unterschiedliche Typen der Erbsubstanz.*

Gerade im Zuge des Klimawandels muss das Primat der lokalen Herkunft hinterfragt werden. Wenn der Klimawandel zu Bedingungen führt, die außerhalb des Wohlfühlbereichs der lokalen Herkunft liegen, wird ein Wechsel in der Herkunft notwendig. Solche Entscheidungen müssen auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhen, die in langjährigen Anbau- und Herkunftsversuchen und genetischen Laboruntersuchungen gewonnen werden. Am Beispiel der Buche, Weißtanne und Douglasie wird dies verdeutlicht.

In Provenienzversuchen werden Herkünfte derselben Baumart aus unterschiedlichsten Regionen am gleichen Standort angebaut. Über Regressionsmodelle kann aus solchen Versuchen das Wuchsverhalten der Bäume in Abhängigkeit von Klimavariablen beschrieben werden. Daraus können dann sog. klimatische Transferdistanzen geschätzt werden, die für ein optimales Wachstum noch vertretbar sind. Zudem können solche Versuche genutzt werden, um die Reaktion unterschiedlicher Herkünfte auf Extremereignisse (z.B. Trockenstress) zu untersuchen. Durch die Anlage von Herkunftsversuchen in bereits jetzt wärmeren und trockeneren Regionen kann gesehen werden, ob die Anpassungsfähigkeit unserer Herkünfte unter wärmeren Klimabedingungen in Zukunft ausreichend ist und ob mit Vitalitäts- oder Produktivitätsverlusten zu rechnen ist.

Für die laborunterstützte forstgenetische Forschung ist im Zuge des Klimawandels die Suche nach Kandidatengenen für anpassungsrelevante Merkmale, z.B. Trockenheitsresistenz eine echte Herausforderung. Zudem muss die Variabilität der Genexpression innerhalb und zwischen Populationen untersucht und den Zusammenhängen zwischen Genexpression und phänotypischen Merkmalen nachgegangen werden.

Eine der wichtigsten Aufgaben der Forstgenetik bleibt aber auch angesichts des Klimawandels das Ausmaß genetischer Diversität in Waldbeständen zu quantifizieren und der forstlichen Praxis Entscheidungshilfen für den Erhalt der Erbanlagen in ihrer ganzen Breite zu geben. Da kaum Daten existieren, die den ökonomischen Wert der genetischen Diversität belegen, ist die Sensibilisierung der Öffentlichkeit für die große Rolle der genetischen Diversität bei der Abschwächung der Auswirkungen des Klimawandels schwierig, aber dringend notwendig.

## Klimaschutz durch verstärkte Holznutzung?

*Gerd Wegener*  
*Technische Universität München*



### Hintergrund

Sicherung und Gestaltung der Zukunft im Zeichen des Klimawandels gehören zu den großen Herausforderungen der Menschheit. Eine weiterhin dynamisch wachsende Weltbevölkerung, neue Wirtschaftsräume wie China und Indien sowie eine rasch fortschreitende Urbanisierung und Industrialisierung verursachen selbst unter Berücksichtigung vielfältiger Einspareffekte durch technische Maßnahmen und sich ändernden Konsumgewohnheiten einen steigenden Ressourcenverbrauch. Nahrungsmittel- und Futtermittel, Wasser, Energie, Rohstoffe und Produkte stehen dabei im Vordergrund. Diese Ressourcen sind einerseits Grundlage für eine nachhaltige und auf Lebensqualität ausgerichtete Wirtschaftsweise, andererseits sind sie zeitlich, räumlich und ökonomisch nicht unbegrenzt verfügbar. Deshalb muss eine nachhaltige Ressourcenpolitik zunehmend den Einsatz nachwachsender Rohstoffe und erneuerbarer Energien fördern und fördern. Damit wird gleichzeitig aktiver Klimaschutz betrieben.

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, welche wesentliche Rolle den Wäldern, der Forstwirtschaft, der Holz- und Papierwirtschaft und allen anderen Akteuren in der Wertschöpfungskette zukommt. Dies lässt sich unter dem Aspekt Klimaschutz vielfältig dokumentieren, z. B. mit Stichworten wie Ökosysteme, Kohlenstoffspeicherung, gespeicherte Solarenergie, nachwachsender Rohstoff Holz, nachhaltiges Ressourcenmanagement, energieeffiziente Produktion und Produkte, nachhaltiges Bauen, Materialallianzen, intelligente Produkte.

Konkreter lassen sich die Beiträge zum Klimaschutz von Forstwirtschaft und verstärkter Holznutzung in einem 10-Punkte-Katalog erfassen:

1. Nachhaltig bewirtschaftete Wälder produzieren Holz, und damit auch Energie und gespeicherten Kohlenstoff.
2. Nachhaltig bewirtschaftete Wälder sind Lebensraum für Pflanzen, Tiere und Menschen, wodurch "künstliche" Lebensräume eingespart werden können.
3. Die Bereitstellung des Materials Holz durch die Forstwirtschaft erfordert, abhängig von Art und Umfang des Transports, äußerst wenig Energie (3-8% der im Holz gespeicherten Energie).
4. Die Herstellung von getrocknetem Schnittholz und hochwertigen Produkten aus Holz und Holzwerkstoffen erfordert im Vergleich mit Konkurrenzmaterialien ebenfalls sehr wenig Energie (15-30% der im Produkt gespeicherten Energie), die zudem zu hohen Anteilen aus Holzreststoffen stammt. Geringer Energieaufwand und energetische Nutzung von Holzreststoffen bedeuten auch geringe Mengen an fossilen CO<sub>2</sub>-Emissionen.
5. Holz und holzbasierte Produkte verlagern den Kohlenstoff aus dem Wald in Gebäude und Bauwerke, wo er über lange Nutzungszeiten (30-100 Jahre) festgelegt ist.
6. Der Einsatz von Holz substituiert fossile und nicht nachwachsende Rohstoffe sowie daraus hergestellte Produkte (Kunststoffe, Stahl, Aluminium etc.) Dadurch werden große Mengen an Energie und CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart.

7. Holz und holzbasierte Dämmstoffe haben zusätzlich ausgezeichnete Wärmedämmeigenschaften. Dadurch eignen sich Holzbau- und Dämmstoffe ideal für energieoptimierte Gebäude.
8. Am Ende der Nutzungsphase lässt sich verbautes Holz energiearm rückbauen. Durch stoffliches Recycling können hohe Anteile als Sekundärrohstoffe genutzt werden.
9. Alternativ kann der Energieinhalt des gebrauchten Holzes (Heizwert) CO<sub>2</sub>-neutral genutzt werden.
10. Energiebilanzen über den gesamten Lebensweg zeigen, dass Holz und holzbasierte Produkte von der Herstellung über die Nutzung, Instandhaltung und Entsorgung weniger Energie benötigen als aus den Reststoffen der Herstellung und dem Produkt am Ende des Lebenswegs erzeugt werden kann ("Plusenergieprodukte").

**Fazit:** Verstärkte Holznutzung bedeutet verstärkte Energieeffizienz und Klimaschutzwirksamkeit.

## **Wald der Zukunft: Welche Bäume wachsen in Südwestdeutschland in 100 Jahren?**

*Konstantin Frhr. v. Teuffel  
Forstliche Versuchs- und  
Forschungsanstalt*



Wenn menschliches Handeln für eine sehr lange Zeit ausgeschaltet wäre, dann wäre Baden-Württemberg außerhalb der Siedlungen fast vollständig bewaldet. Die Wiesen und Freiflächen der offenen Landschaft, welche alle kennen, gäbe es eigentlich nur in einigen ganz extremen Lagen, wo fast kein Mutterboden vorhanden ist oder wo die aufkommende Vegetation immer wieder durch sich neu ihre Wege suchende Flussarme zerstört würde. Ansonsten gäbe es hier Wald soweit das Auge reicht. Diese Wälder wären stark von Laubbäumen geprägt. Die Buche hätte den größten Flächenanteil; in tieferen, wärmeren Lagen würde die Eiche verstärkt in den Vordergrund treten; auch andere Laubbaumarten wie Esche und Ahorn würden häufiger zu finden sein. Erst in den Mittelgebirgen würden Nadelbäume eine größere Rolle spielen: vor allem die Tanne in den mittleren Lagen und die Fichte in den höchsten Lagen. Schließlich könnte sich die Kiefer in der Rheinebene und auf einigen Extremstandorten ein vagabundierendes dauerhaftes Leben sichern.

Unsere tatsächlichen Wälder, die wir im Land vorfinden, sehen ganz anders aus. Sie setzen sich zu fast 60 Prozent aus Nadelbäumen (Fichtenanteil 38%) und ca. 40 Prozent aus Laubbäumen (Buchenanteil 21 Prozent) zusammen. Dafür, wie es dazu gekommen ist, gibt es eine Reihe von Gründen. Der wichtigste ist, dass wir Menschen in diesem schon seit Jahrhunderten dicht besiedelten Land den Wald genutzt und nachhaltig umgestaltet haben. Nach einer Jahrhunderte dauernden Phase der Ausplünderung unserer Wälder haben wir die heruntergekommenen Flächen langsam wieder aufgebaut und zunächst entsprechend unseren Bedürfnissen mit Nadelbäumen bestockt, welche darüber hinaus auch noch leichter anzubauen waren als die anspruchsvollen Laubbäume. Heute sind wir dabei, diese vorratsreichen Wälder in Richtung mehr Laubbäume wieder umzubauen. Dieser Umbauprozess ist im Südwesten Deutschlands schon recht weit fortgeschritten: schon zwischen 1987 (Bundeswaldinventur I) und 2002 (Bundeswaldinventur II) ist beispielsweise der Anteil von Buchenwäldern in Baden-Württemberg um drei Prozent gestiegen, während der Anteil der Fichte in derselben Zeit um sechs Prozent zurückgegangen ist. Insgesamt ist Baden-Württemberg schon lange ein Land des Mischwaldes, Monokulturen sind relativ selten.

Als neue Herausforderung sehen wir uns heute dem Wandel des Klimas gegenüber. Der Weltklimarat errechnet, je nach Szenarium, einen durchschnittlichen Temperaturanstieg von 1,8 bis 6,2 Grad Celsius. Unterstellen wir einen mittleren Anstieg von etwa drei Grad - die Bundesregierung hat das ehrgeizige Ziel, die Erderwärmung bei zwei Grad zu stoppen - so würde dies bedeuten, dass wir in den höheren Lagen des Schwarzwaldes ein Weinbauklima zu erwarten hätten – der Trollinger könnte dann dort wachsen. Dies hätte erhebliche Konsequenzen für Aufbau, Produktivität und Biodiversität unserer Wälder. Eine Untersuchung unserer Schweizer Kollegen aus Zürich zeigt, dass bereits heute im Wallis, auf der Südseite der Alpen, die dort heimische Kiefer auf größerer Fläche durch die von unten einwandernde Flaumeiche, eine mediterrane Eichenart, ersetzt wird.

Wir müssen also damit rechnen, dass tendenziell unsere Nadelbaumarten, vor allem in den tieferen Lagen, aufgrund zunehmender Wasserknappheit, eher Probleme im Wachstum bekommen. Auch die zunehmende Häufigkeit von Sturmereignissen ist für unsere Nadelbäume eher problematisch. Die Laubbäume gelten allgemein eher als Gewinner der neuen Situation. Wir müssen uns auch damit auseinandersetzen, dass mit einem sich stark ändernden Klima neue, in Europa nicht heimische, Baumarten wie beispielsweise die Douglasie einen Platz in unserem Baumartenspektrum einnehmen werden, weil sie mit den neuen Klimabedingungen besser zurechtkommen als unsere autochthonen Bäume.

Vieles ist noch unsicher und wir sind weit davon entfernt, apokalyptische Visionen an die Wand zu malen, aber wir müssen uns mit den neuen Bedingungen auseinandersetzen und die Chancen in ihnen suchen.