

# Von der »Kleinen Eiszeit« zur »Großen Heißzeit«

## Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft des Fichtenanbaus in Deutschland

Christian Kölling, Lothar Zimmermann und Herbert Borchert

**Der intensive Fichtenanbau in Mitteleuropa begann im 18. Jahrhundert. Während dieser Zeit herrschte in Europa die »Kleine Eiszeit«, die die Fichtenwirtschaft begünstigte. Die »Kleine Eiszeit« ist seit etwa 100 Jahren vorbei und die Anbaubedingungen für die Fichte verschlechterten sich in weiten Teilen Mitteleuropas. Mit der zunehmenden Klimaerwärmung in den letzten Jahrzehnten hat sich die Situation nochmals verschärft. Die Forstwirtschaft muss sich nun ernsthaft Sorgen um die Zukunft des Fichtenanbaus machen. Das Gebot der Stunde heißt, diesen Wandel nicht passiv hinzunehmen, sondern die Wälder aktiv hin zu einem klimaangepassten Waldaufbau umzugestalten.**

Der Klimawandel wird sich erheblich auf unsere Wälder und damit auch auf die Forstwirtschaft auswirken. Die forstliche Produktion ist wie kaum ein anderer Wirtschaftszweig naturgebunden und umweltabhängig. Ändert sich mit dem Klima ein wichtiger Umweltfaktor, ändern sich auch die Produktionsbedingungen. Ganz besonders deutlich wird dies am Beispiel des Fichtenanbaus. Die Fichte wurde in Deutschland und benachbarten Regionen häufig mit großem Erfolg außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes angebaut. Gegenwärtig beträgt ihr Anteil an der deutschen Waldfläche 28, in Bayern sogar 44 Prozent. Die Erfolgsgeschichte der Fichte begann in einer Periode, die die Klimatologen »Kleine Eiszeit« nennen. Seit etwa hundert Jahren ist diese Phase der Klimageschichte zu Ende und es stellt sich die Frage, ob die Voraussetzungen, unter denen einst die Fichte ihren Siegeszug antrat, heute und in der Zukunft noch gelten. Niemals in der jüngeren Klimageschichte folgten in unserer Region so viele warme Jahre aufeinander. Wenn wir den Klimaszenarien Glauben schenken, dann wird sich die Erwärmung fortsetzen und man muss sich in der Forstwirtschaft ernsthaft Sorgen um die Zukunft des Fichtenanbaus machen.

### Klima und Klimaänderungen der letzten 1.300 Jahre

Ein Blick zurück in die Geschichte zeigt, dass Klima keine konstante Größe ist. Vielmehr schwanken klimatische Größen, wie zum Beispiel die Lufttemperatur, auf Grund natürlicher Einflüsse. Der Wechsel von Warm- und Kalt- (oder Eis-)zeiten, wie ihn unsere Breiten mehrmals erlebt haben, ist ein besonders eindrucksvolles Beispiel für die Auswirkungen von Klimaveränderungen, die nicht nur unsere Landschaft völlig umgestalteten, sondern auch einen gewaltigen Einfluss auf die Zusammensetzung der Vegetationsdecke und das Vorkommen der Baumarten hatten. Von kleinerem Ausmaß waren die Temperaturschwankungen in den letzten 1.300 Jahren. Im mittelalterlichen Wärmeoptimum (1000–1300) war es annähernd so warm wie heute (Abbildung 1a). Damals war Weinbau weiter verbreitet als heute und es wird sogar von Heuschrecken-

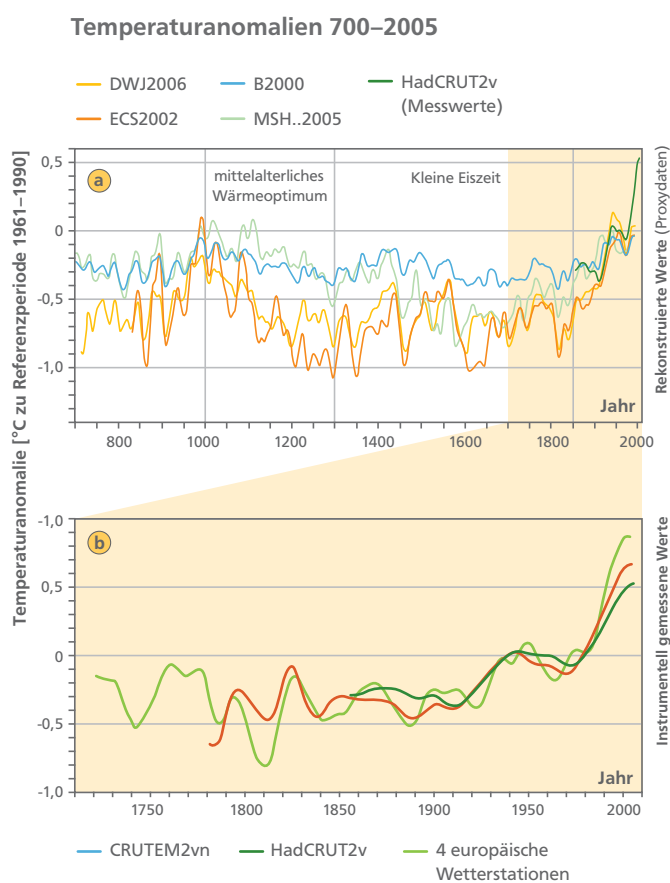


Abbildung 1: Rekonstruierte Temperaturentwicklung der letzten 1.300 Jahre für die Nordhalbkugel aus Proxydaten (Teilabbildung a), ergänzt mit instrumentellen Aufzeichnungen für 1720–2005 sowohl als Mittelwert für 4 Wetterstationen mit sehr langen Zeitreihen wie auch als Messdaten für Land- und Meeresoberflächen (HadCRUT2v) und nur für Landoberflächen (CRUTEM2v) (Teilabbildung b); Quelle: Abb. 6.10 aus Jansen et al. 2007, verändert

plagen Anfang des 14. Jahrhunderts berichtet (Glaser 2001; Glaser et al. 2003). Zwischen 1300 und 1400 sanken dann die Temperaturen deutlich ab. In den folgenden fünf Jahrhunderten kam es immer wieder zu lang andauernden, sehr kalten Wintern und niederschlagsreichen, kühlen Sommern, so dass dieser Zeitraum insgesamt als »Kleine Eiszeit« bezeichnet wird. Sie lief aber keinesfalls einheitlich ab, sondern wies je nach Jahrhundert unterschiedliche regionale Schwerpunkte auf. Ein Höhepunkt lag in Mitteleuropa im 15. Jahrhundert, in dem die Ostsee zweimal zufror. Ein anhaltend kaltes Klima kennzeichnete das ganze 17. Jahrhundert, während es im 18. Jahrhundert wieder etwas milder war. Ein letzter Höhepunkt wurde um 1850 erreicht, sichtbar am Höchststand des Vordringens der Alpengletscher in die Täler. Die Temperaturrückgänge waren immer von einer Verschlechterung der landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen begleitet. In diese Periode, die mit Ablauf des 19. Jahrhunderts zu Ende ging, fiel auch die anthropogen unterstützte Ausweitung des Areals der Fichte und schließlich ihr planmäßiger Anbau durch Saat, später auch durch Pflanzung (Mantel 1990; Schmidt-Vogt 1987). Zu Beginn des letzten Jahrhunderts folgte dann eine Phase starker Erwärmung, die innerhalb von wenigen Jahrzehnten zum Niveau des mittelalterlichen Wärmeoptimums zurückführte. In den letzten Jahren des vergangenen und in den ersten Jahren unseres Jahrhunderts stiegen die Temperaturen auf ein innerhalb der letzten 1.300 Jahre unerreichtes Niveau an.

In Abbildung 1 werden die Temperaturen nicht als Absolutwerte, sondern als Differenz zum Durchschnitt einer Referenzperiode, in diesem Fall die Jahre 1961–1990, dargestellt. Die Temperaturabweichungen vom Wert einer Referenzperiode nennt man Temperaturanomalien.

Da die systematische Wetterbeobachtung mit exakten Temperaturmessungen eine relativ neue Erfindung ist, ist man bei der Erstellung von Temperaturkurven wie in Abbildung 1 a auf die indirekte Ableitung mit Hilfe von Proxygrößen angewiesen. Man wertet dazu Daten aus, die eine mehr oder weniger gute Beziehung zur Temperatur zeigen, z. B. die »Jahresringe« aus Eisbohrkernen, Sedimentproben, Wachstumsringe von Bäumen oder Pollenanalysen. Je nach der verwendeten Methode ergeben sich allerdings unterschiedliche rekonstruierte Temperaturwerte. In Abbildung 1 a ist dies mit den verschieden gefärbten Kurven verdeutlicht. Gemeinsam ist allen Rekonstruktionen der deutliche Temperaturanstieg seit 1850. Vorher ergibt sich für die »Kleine Eiszeit« trotz aller auf Grund der unterschiedlichen Rekonstruktionen verursachten Variabilität ein deutliches Bild der einzelnen Tiefpunkte der Temperaturentwicklung.

### Im Kleinen wiederholt sich das Große

Globale Prozesse wirken sich stets auf die Region aus. Was man anhand der Auswertung von Proxydaten über die globale Temperaturentwicklung feststellen kann, lässt sich auch für kleinere geographische Einheiten wie das Bundesgebiet nachvollziehen. Die Werte in Abbildung 2 entstammen der Periode von 1760 bis heute, in der man bei uns auf mehr oder weniger

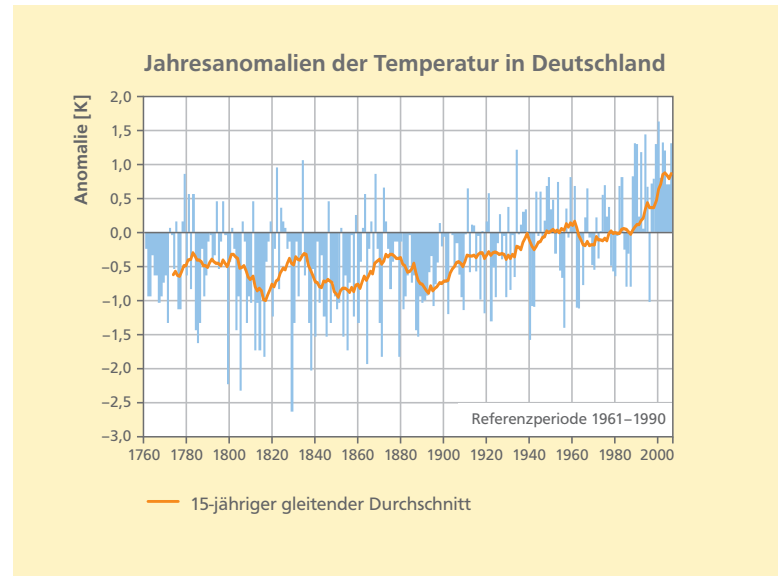


Abbildung 2: Auf den Durchschnitt der Periode 1961–1990 bezogene Temperaturentwicklung in Deutschland von 1761 bis 2008 (Jahresanomalien); im Anhalt an Schönwiese und Janoschitz (2005), ergänzt um die Jahre 2005 bis 2008 nach Müller-Westermeier et al. (2006 und 2007), DWD (2008).

exakte Temperaturmessungen zurückgreifen kann. Die an einzelnen Stationen gemessenen Werte wurden auf das Gebiet Deutschlands hochgerechnet (Rapp 2000; Schönwiese und Janoschitz 2005). Für die Referenzperiode von 1961 bis 1990 beträgt das Flächenmittel der Lufttemperatur 8,2 °C. Vor dieser Periode war es fast stets kälter, danach folgte eine auffällige Reihe deutlich wärmerer Jahre. Verglichen mit den in Abbildung 1 dargestellten globalen Zeitreihen der Temperaturentwicklung zeigt sich ein ähnlicher Verlauf. Die Klimaentwicklung in Deutschland kann als Modifikation der globalen Entwicklung betrachtet werden. Einzelne Jahre weichen ab, aber der Trend ist der gleiche: Auf die Phase der »Kleine Eiszeit« folgt ein Jahrhundert der Erwärmung.

### Die Erfolgsgeschichte des Fichtenanbaus

Die im 18. Jahrhundert beginnende Ausbreitung der Fichte und die Ausweitung ihres Anbaugesbietes sind in zahlreichen forstgeschichtlichen Arbeiten (z. B. Mantel 1929; Schmidt-Vogt 1987; Mantel 1990; Beck 2003) dokumentiert. In einer ersten Welle geschah die Ausbreitung subspontan, d. h. vom Menschen nicht bewusst, sondern nur indirekt gefördert im Zuge der Veränderungen der Waldbehandlung. In einer Zeit vermehrter Übernutzung war es hell geworden in den deutschen Wäldern, die Böden lagen bloß und devastiert da. Diese Faktoren waren eine Vorbedingung für das Vordringen der Fichte in die ursprünglich fast reinen Laubwaldgebiete. Eine andere Vorbedingung stellte das kühle Klima der »Kleinen Eiszeit« dar, das das Gedeihen einer an kühlen Klimate (borealer Nadelwald, Hochgebirge) angepassten Baumart fördert. Schon Rubner und Reinhold (1953) bringen das Vordringen der

Fichte mit dem Temperaturrückgang in der »Kleinen Eiszeit« in Verbindung (S. 76). In Abbildung 3 sind in Form einer Klimahülle (Kölling und Zimmermann 2007) mit den Achsen *Jahrestemperatur* und *Jahresniederschlag* die im natürlichen Verbreitungsgebiet der Fichte herrschenden Klimabedingungen als grüne Fläche dargestellt. Der dunkelblaue Punkt stellt die mittleren Verhältnisse in Deutschland am Ende der »Kleinen Eiszeit« dar, der hellblaue Punkt symbolisiert das Klima in der Referenzperiode 1961–1990. Man erkennt aus dieser Art der Abbildung sehr deutlich die befriedigende Übereinstimmung des kühlen Klimas im Deutschland der »Kleinen Eiszeit« mit den im Ursprungsgebiet der Fichte herrschenden Bedingungen. Auf Grund der nach dem Ende der »Kleinen Eiszeit« einsetzenden Erwärmung hatten sich die durchschnittlichen Temperaturen in Deutschland bereits bis zur Periode 1961–1990 zum Rand der Klimahülle hin entwickelt. Einige Regionen Deutschlands lagen bereits in früheren Jahrhunderten außerhalb der Klimahülle der Fichte. Mit der Klimaerwärmung im 20. Jahrhundert ist der Anteil der außerhalb der Klimahülle der Fichte liegenden Flächen gestiegen. Fichtenbestände in diesen Regionen zeigen seitdem ein erhöhtes Anbauisiko (Heining 1996; Biermayer 2007 und 2008a).

**Die Fichte in der »Großen Heißzeit«:  
Im Zweifelsfall nein**

Nahezu einhellig sagen die Experten bis zum Ende des Jahrhunderts einen fortgesetzten Anstieg der globalen Mitteltemperatur um mindestens 1,5 °C, bezogen auf die Referenzperiode 1961–1990, vorher (IPCC 2007). Welche Auswirkungen dies auf den Fichtenanbau haben wird, geht wiederum aus Abbildung 3 hervor. Der gelbe Punkt stellt die nach dem Emissionsszenario B1 für das Gebiet Deutschlands mit einem statistischen regionalen Klimamodell errechneten Klimawerte für die Periode 2071 bis 2100 dar (Spekat et al. 2007). Würde sich die erwartete Temperaturerhöhung von 2 °C im Inneren der Klimahülle der Fichte abspielen (Kölling und Zimmermann 2007), hätte dies sicher keine großen Auswirkungen. Weil die klimatischen Bedingungen in Deutschland aber schon in der Gegenwart hinsichtlich der Klimaansprüche der Fichte grenzwertig sind, kann in vielen Gebieten Deutschlands eine Erhöhung um »nur« 2 °C die Anbaueignung deutlich beeinträchtigen. Jeder kann sich selbst ausmalen, welchen Einfluss ein weiterer, durchaus nicht unwahrscheinlicher Anstieg der Temperaturen über die 2 °C-Marke hinaus, wie ihn das pessimistische Emissionsszenario (SRES A2) eines anderen regionalen Klimamodells (REMO, Jacob et al. 2008) nahe legen, auf die Abnahme geeigneter Anbauflächen der Fichte in Deutschland haben wird (oranger Punkt in Abbildung 3). Im Klimawandel erweist sich nun als nachteilig, dass man bis in die jüngste Vergangenheit beim Fichtenanbau oft an die Grenze des Vertretbaren gegangen ist. Daraus sollte die Lehre gezogen werden, bei keiner Baumart, auch nicht bei der Fichte, künftig die Standortstoleranz bis zum Äußersten zu beanspruchen. Es ist heute eine unverantwortliche Sorglosigkeit, bei Umtriebszeiten von

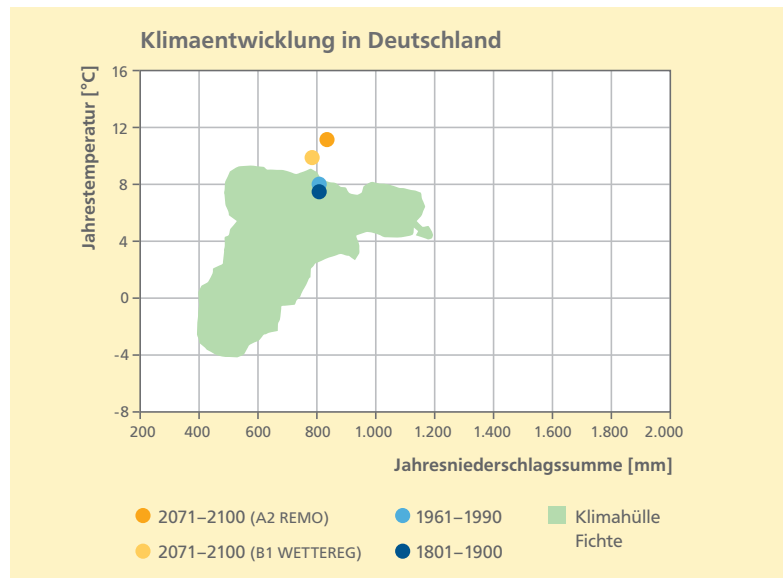


Abbildung 3: Klimaentwicklung von 1800 bis 2100 nach den Angaben aus Abbildung 1 und aus den Ergebnissen der Klimamodelle WETTREG (B1) und REMO (A2) vor dem Hintergrund der Klimahülle der Fichte. Angegeben ist das jeweilige Mittel für die Gesamtfläche Deutschlands. Für die Periode 1801–1990 wurde der Niederschlagswert der Periode 1961–1990 eingesetzt.

mehr als 80 Jahren konstante Umweltbedingungen voraussetzen. Je näher man der Grenzlinie der Klimahülle kommt, desto eher »rutscht« man bereits bei kleinen, aber in die falsche Richtung verlaufenden Veränderungen aus der Hülle heraus. Ein neuer Grundsatz bei der Baumartenwahl könnte daher lauten: »Im Zweifelsfall nein«. Das »Nein« zur Fichte muss indes kein absolutes sein. Als (zeitweise) Beimischung zu risikoarmen Baumarten kann die Fichte in bemessenem Umfang auf den geeigneteren Standorten weiterhin angebaut werden, ohne dass damit ein unverhältnismäßig hohes Risiko eingegangen wird. Beim vorzeitigen Ausfall der Fichte sind dann immer noch genügend andere stabile Bestandsglieder vorhanden, um den Fortbestand des Bestandes zu sichern. Letztlich kann ein Risiko vermeidender Verzicht auf die Fichte wirtschaftlicher sein als ein Beharren auf dieser Baumart, selbst wenn hohe Erlöse dies derzeit zu legitimieren scheinen. Bei derartigen Berechnungen kommt es darauf an, die statistische Wahrscheinlichkeit eines vorzeitigen Ausfalls bestmöglich zu bestimmen und die ökonomische Bewertung der Schadenshöhe auf eine sichere Basis zu stellen (Kölling et al. 2009). Alle diese Kalkulationen sind vor dem Hintergrund der Unsicherheit zu sehen, weil sowohl der Grad der Erwärmung unsicher, als auch die künftige regionale Niederschlagsentwicklung nur schwer zu schätzen ist.

Tabelle 1: Entwicklung der Fichtenfläche Bayerns zwischen 1900 und 2002 (Borchert 2007)

Jahr	Fichte [ha]	Quelle	Veränderung [1900 = 100 %]
1900	996.200	Kaiserliches stat. Amt 1903	100 %
1913	975.400	Kaiserliches stat. Landesamt 1915	98 %
1927	998.600	Stat. Reichsamt 1930	100 %
1937	1.006.200	Stat. Reichsamt 1943	101 %
1961	1.079.674	Mantel und Sowade (1968)	108 %
1971	1.032.164	Kennel (1973)	104 %
1987	1.131.314	Krüger et al. (1994)	114 %
2002	1.063.599	BMVEL (2004)	107 %

### Eine unbequeme Wahrheit

Die Geschichte des Fichtenanbaus begann in der »Kleinen Eiszeit«. Im Laufe der ab 1900 einsetzenden Erwärmung offenbart sich vielerorts schon im letzten Jahrhundert ein erhöhtes Anbaurisiko, das viele Autoren beschrieben und diskutierten (zuerst Rebel 1924). In vielen waldbaulichen Programmen und betriebswirtschaftlichen Entscheidungsmodellen arbeitet man an einer Begrenzung des Risikos mit Hilfe der Beimischung anderer Baumarten oder durch kompletten Baumartenwechsel (Spiecker 2003; Knoke et al. 2008; Ammer et al. 2008).

Bei einer Beschleunigung des seit 1900 andauernden Klimawandels, wie sie in Abbildung 1 zu erkennen ist, wird eine Verstärkung der Bemühungen um einen Baumartenwechsel in unseren Wäldern unumgänglich werden. Im klimagerechten Waldumbau ersetzt man anfällige Baumarten wie die Fichte wenigstens teilweise durch weniger anfällige (Kölling 2008). Damit senkt man das Risiko in der Forstwirtschaft und sichert zukünftige Erträge. Um die Fichtenanbauten der Vergangenheit zurückzunehmen, sind allerdings gewaltige Anstrengungen erforderlich. Bereits in den letzten 30 bis 40 Jahren bemühte man sich, Fichtenreinbestände mit Laubholz anzureichern (Ammer et al. 2008). Diese Aktivitäten wurden allerdings aus anderen Motiven als der Anpassung an den Klimawandel unternommen; dabei standen Ziele wie eine allgemeine ökologische Stabilisierung und eine ökonomische Risikostreuung im Vordergrund. Indes war der Erfolg dieser Bemühungen in der Summe eher gering. Vergleicht man in den Forsterhebungen seit 1900 die Angaben über die Fichtenfläche Bayerns, zeigt sich, dass diese trotz aller waldbaulichen Anstrengungen über ein Jahrhundert hinweg fast konstant bei einer Million Hektar geblieben ist (Tabelle 1). Eine Beschleunigung der Gangart beim Waldumbau ist also vor dem Hintergrund des Klimawandels dringend erforderlich (Biermayer 2008b; Kölling et al. 2008; Kölling et al. 2009). Dazu gibt es besonders in Bayern einige vielversprechende Ansätze (Bayerische Staatsregierung 2007; Bernhart 2007; Möges 2007). Eines ist sicher: In der »Großen Heißzeit« am Ende unseres Jahrhunderts

werden die Wälder ein anderes Gesicht haben als heute und als in der »Kleinen Eiszeit«. Das Gebot wirtschaftlichen Handelns in der Forstwirtschaft ist, diesen Wandel nicht passiv hinzunehmen, sondern im klimagerechten Waldumbau aktiv zu gestalten.

### Ohne Zorn und Eifer

In der Forstwirtschaft wird die Diskussion um die Wahl der richtigen Baumart oft nicht nur sachlich, sondern hochgradig emotional geführt. Jede Baumart hat ihre Befürworter und Gegner. Wo es möglich ist, versucht man auf allen Ebenen, seinen Vorlieben in der Waldverjüngung Gestalt zu verleihen. Führt man sich indes vor Augen, welche zentrale Bedeutung die Baumartenwahl als Betriebsentscheidung hat, sollte man sich hier von allen Emotionen frei machen. In den Zeiten erhöhter Temperaturen ist weniger Zorn und Eifer als vielmehr kühle Vernunft gefragt, wenn es darum geht mit richtigen Entscheidungen unsere Wälder in das nächste Jahrhundert hinüber zu retten. Hören wir also nicht auf die Stimmen der Fichtenhasser und Buchenfanatiker, sondern folgen wir den Erkenntnissen der Wissenschaft, so lückenhaft und unsicher sie auch sein mögen.

### Literatur

Im Internet unter [www.lwf.bayern.de](http://www.lwf.bayern.de)

Dr. Christian Kölling leitet das Sachgebiet »Standort und Bodenschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF). [Christian.Koelling@lwf.bayern.de](mailto:Christian.Koelling@lwf.bayern.de)

Dr. Lothar Zimmermann ist Mitarbeiter im Sachgebiet »Klima und Wasserschutz« der LWF. [Lothar.Zimmermann@lwf.bayern.de](mailto:Lothar.Zimmermann@lwf.bayern.de)

Dr. Herbert Borchert leitet das Sachgebiet »Betriebswirtschaft und Forsttechnik« der LWF. [Herbert.Borchert@lwf.bayern.de](mailto:Herbert.Borchert@lwf.bayern.de)