

forstarchiv 88, 127-135  
(2017)

DOI 10.4432/0300-4112-88-127

© DLV GmbH

ISSN 0300-4112

Korrespondenzadresse:  
peter.meyer @nw-fva.de

Eingegangen:  
22.12.2016

# Mortalität von Buchen und Eichen in niedersächsischen Naturwäldern

Beech and oak mortality in strict forest reserves, Lower Saxony, Germany

PETER MEYER und ANDREAS MÖLDER

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldwachstum, Grätzelstraße 2, 37079 Göttingen, Deutschland

## Kurzfassung

Ein verbessertes kausales Verständnis der natürlichen Baum mortalität ist für Waldbewirtschaftung und Waldnaturschutz von großem Interesse. Vor diesem Hintergrund geht die vorliegende Untersuchung der Frage nach, ob sich die Mortalität von Buchen (*Fagus sylvatica*) und Eichen (*Quercus petraea*, *Q. robur*) in niedersächsischen Naturwäldern durch Konkurrenz erklären lässt und ob sich Buchen- und Eichenwaldgesellschaften im Hinblick auf die Bedeutung der Konkurrenz als Absterbeursache unterscheiden. Bei der Baumart Buche und in Buchenwaldgesellschaften stellt Konkurrenz einen signifikanten Einflussfaktor dar. Das Absterben von Eichen in Eichenwaldgesellschaften kann hingegen nicht durch Konkurrenz erklärt werden. Dieser Befund deutet darauf hin, dass Störungen, und hier vor allem die Eichen-Komplexkrankheit, Konkurrenzprozesse überlagern.

**Schlüsselwörter:** *Fagus sylvatica*, Konkurrenz, Mortalität, Naturwaldreservate, natürliche Waldentwicklung, *Quercus robur*, *Quercus petraea*

## Abstract

Improved understanding of natural tree mortality is urgently needed. We analyzed beech (*Fagus sylvatica*) and oak (*Quercus petraea*, *Q. robur*) mortality in unmanaged forest stands by using long-term inventory data from strict forest reserves in Lower Saxony (Germany). We asked whether the mortality of these two tree species can be explained by competition, and whether beech and oak forest communities differ in respect of the relevance of causal factors of tree death. Competition was a significant factor regarding both beech and beech forest communities. However, death of oaks in oak forest communities could not be explained by competition. We hypothesize that in oak forest communities competition is masked by oak decline.

**Key words:** *Fagus sylvatica*, competition, mortality, strict forest reserves, natural forest development, *Quercus robur*, *Quercus petraea*

## Einleitung

Buchen- und Eichenwaldgesellschaften stehen als die bedeutendsten natürlichen Laubwaldtypen Deutschlands im Fokus von Schutzkonzepten wie Natura 2000 oder NWE (Wälder mit natürlicher Entwicklung, s. BMU 2007, Engel et al. 2016). In nicht bewirtschafteten Buchen- und Eichenmischwäldern werden übereinstimmend abnehmende Eichenanteile beobachtet (Meyer et al. 2016a). Da diese aus Naturschutzsicht unerwünschte Entwicklung mit einer Zunahme der Bestandesdichte einhergeht, liegt die Vermutung nahe, dass es sich vorrangig um konkurrenzbedingtes Absterben handelt (Rohner et al. 2013, Petritan et al. 2014). Die Überlegenheit der Buche (*Fagus sylvatica*) in der Konkurrenz mit den einheimischen Eichenarten Trauben- und Stieleiche (*Quercus petraea*, *Q. robur*) ist in einem weiten Standortbereich nachgewiesen (Leuschner 1998). Folglich wird seit Langem die Entnahme von konkurrierenden Schattbaumarten und insbesondere der Buche als Erhaltungsmaßnahme für Eichen empfohlen (Kunkel 1830, Burckhardt 1870, Rohner et al. 2013).

Neben Konkurrenz kommen allerdings auch abiotische und biotische Störungen (z. B. Windwurf, Feuer, Insektenbefall) oder Alter als Ursachen für den natürlichen Tod von Bäumen in Betracht. Die lange Lebensdauer von Waldbäumen und die wechselseitige Beeinflussung verschiedener mortalitätsauslösender Faktoren (Franklin et al. 1987, Wang et al. 2012) erschweren die Analyse von Absterbeprozessen. In Wirtschaftswäldern kommt hinzu, dass forstliche Maßnahmen den natürlichen Verlauf der Mortalität überlagern und verändern. Unbewirtschaftete Wälder, wie z. B. Naturwaldreservate, sind daher zur Untersuchung der natürlichen Mortalität in besonderem Maße geeignet (Meyer 1997, Heiri et al. 2011).

Ein verbessertes kausales Verständnis der natürlichen Baum mortalität ist für Waldbewirtschaftung und Waldnaturschutz insgesamt von großem Interesse (Hülsmann et al. 2016), u. a. auch deshalb, weil im Zuge des Klimawandels zunehmende Absterberisiken von Waldbäumen erwartet werden (van Mantgem et al. 2009, Allen et al. 2010, Seidl et al. 2011) und der Flächenanteil von unbewirtschafteten Waldschutzgebieten steigt (Meyer et al. 2011).

Um das kausale Verständnis der Mortalität von Buchen und Eichen in unbewirtschafteten Waldbeständen zu verbessern, gehen wir der Frage nach, ob sich die Mortalität dieser beider Baumarten in niedersächsischen Naturwäldern durch Konkurrenz erklären lässt und ob sich Buchen- und Eichenwaldgesellschaften im Hinblick auf die Bedeutung der Konkurrenz als Absterbeursache unterscheiden.

## Material und Methoden

In Niedersachsen wurden die Ausweisung und Erforschung von Naturwäldern (früher: Naturwaldreservate) Anfang der 1970er-Jahre begonnen. In den damals eingerichteten, meist 1 ha großen Untersuchungsflächen, den sog. Kernflächen, wurden zunächst Vollkluppungen des Derbholzbestandes durchgeführt. In den letzten zwei Jahrzehnten wurde das Monitoring dieser Untersuchungsflächen fortgeführt und durch die Rekonstruktion des räumlichen Stammverteilungsmusters erweitert (Meyer et al. 2006).

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Aufnahmedaten aus 38 Buchen- und Eichen-Kernflächen in 22 Naturwäldern genutzt (Abbildung 1, zu den einzelnen Flächen siehe auch Meyer et

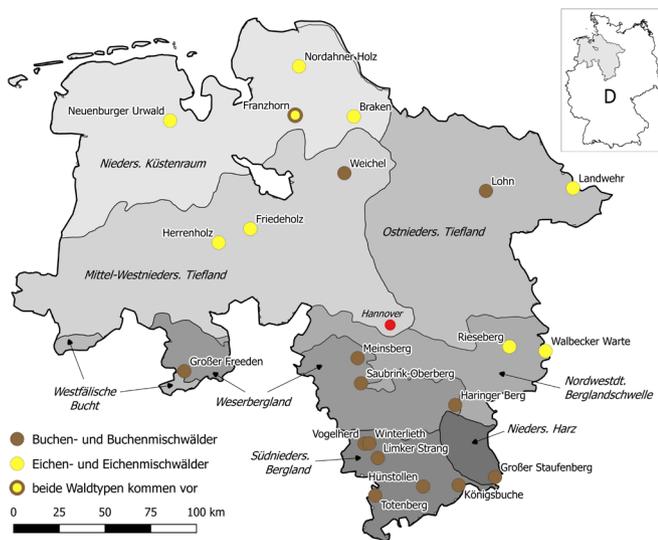


Abb. 1. Die untersuchten niedersächsischen Naturwälder. Abgrenzung der forstlichen Wuchsgebiete nach Gauer u. Kroier (2012). Lower Saxony and the strict forest reserves under investigation. The delimitation of the forest growth regions follows Gauer and Kroier (2012).

al. 2006 u. 2015). 24 Kernflächen liegen in Buchen- und 14 Kernflächen in Eichenwaldgesellschaften, diese weisen teilweise eine Hute- oder Mittelwaldtradition auf. Insgesamt wurde ein Kollektiv von 4.944 Bäumen betrachtet (Buchen: 4.268, Eichen: 676), von denen 922 (764 Buchen und 158 Eichen) im Laufe des Untersuchungszeitraums abgestorben waren. Die Beobachtungsdauer lag im Mittel bei 27 Jahren (Minimum: 9 Jahre, Maximum: 44 Jahre).

Der Durchmesser des Grundflächenmittelstamms betrug zum Zeitpunkt der Erstaufnahme bei den untersuchten Buchen im Durchschnitt ( $\pm$  Standardfehler) der Kernflächen  $39,3 \pm 1,6$  cm (Buchenwaldgesellschaften) und  $30,9 \pm 2,8$  cm (Eichenwaldgesellschaften) sowie bei den untersuchten Eichen  $42,6 \pm 3,9$  cm (Buchenwaldgesellschaften) und  $55,2 \pm 4,1$  cm (Eichenwaldgesellschaften). Daran wird erkennbar, dass sich die untersuchten Waldbestände in der Optimalphase befinden, in der altersbedingtes Absterben überwiegend nicht zu erwarten ist. Konkurrenz und Störungen verbleiben somit als wichtigste übergreifende Ursachenkomplexe für Baumsterblichkeit.

Die Konkurrenzsituation der Einzelbäume wurde anhand der Summe der Hegyi-Werte (Hegyi 1974) der vier stärksten Konkurrenten in 45°-Sektoren um den jeweiligen Bezugsbaum quantifiziert. Bezugsbäume in einer 10 Meter breiten Randzone wurden bei der Analyse ausgeschlossen.

Die Modellierung der Mortalitätswahrscheinlichkeit erfolgte mit einem gemischten logistischen Modell (proc glimmix unter SAS 9.3), in das als feste Effekte der Hegyi-Index (= Summe der Hegyi-Werte), die Beobachtungsdauer und die kategorialen Variablen Baumart und Waldtyp sowie als zufälliger Effekt die jeweilige Kernfläche eingegangen sind.

## Ergebnisse

Alle vier erklärenden Variablen (feste Effekte) erwiesen sich als höchst signifikant (Tabelle 1). Ein signifikanter zufälliger Effekt wurde für 9 der insgesamt 37 Kernflächen festgestellt.

Aufgrund des signifikanten Einflusses der kategorialen Variablen wurden Teilmodelle für die vier Kombinationen aus Waldtyp und

Tab. 1. Ergebnisse eines gemischten logistischen Modells für die Mortalität von Buchen und Eichen in Buchen- und Eichen-Naturwäldern in Abhängigkeit von Waldtyp, Baumart, Hegyi-Index und Beobachtungsdauer.

Results of a mixed logistic model for the mortality of beeches and oaks (both in beech and oak dominated strict forest reserves) depending on forest type, tree species, Hegyi index and observation period.

Parameter	Ausprägung	Koeffizient	p >  t
Achsenabschnitt	-	-4,5175	< 0,0001
Waldtyp	Buchenwald	0,9416	0,0006
	Eichenwald	0	
Baumart	Buche	-1,9952	< 0,0001
	Eiche	0	
Hegyi-Index	-	0,06483	< 0,0001
Beobachtungsdauer	-	0,08852	< 0,0001

Baumart berechnet. In diese gingen der Hegyi-Index und die Beobachtungsdauer als feste Effekte sowie die Kernfläche als zufälliger Effekt ein. Neben einzelnen zufälligen Flächeneffekten waren die folgenden festen Effekte in den Teilmodellen signifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit < 0,05):

- Buchen im Buchenwald: Hegyi-Index und Beobachtungsdauer
- Buche im Eichenwald und Eiche im Buchenwald: Hegyi-Index
- Eiche im Eichenwald: Beobachtungsdauer.

Die jeweiligen Globalmodelle der Baumarten und Waldtypen ohne Berücksichtigung des Koeffizienten für die zufälligen Effekte verdeutlichen die Beziehung zwischen Mortalität und Konkurrenz bzw. den Anstieg der Absterbewahrscheinlichkeit mit der Beobachtungsdauer (Abbildung 2). Dabei zeigen Buchen in beiden Waldtypen einen ähnlichen konkurrenzbedingten Mortalitätsverlauf. Die Mortalität von Eichen in Buchenwaldgesellschaften nimmt deutlich stärker mit steigenden Hegyi-Werten zu als diejenige der Buchen. Die Mortalität von Eichen in Eichenwaldgesellschaften ließ sich nicht durch Konkurrenz erklären. Ihre Absterbewahrscheinlichkeit steigt mit der Beobachtungsdauer weitgehend linear auf rund 30 % nach 40 Jahren an.

## Diskussion

Die vorliegende Untersuchung zeigt das Potenzial von Naturwaldreservaten und die Bedeutung von langfristigen Zeitreihen der räumlichen Baumverteilung für die Untersuchung von Mortalitätsprozessen in Wäldern (Heiri et al. 2011). Bei der Baumart Buche und in Buchenwaldgesellschaften ist Konkurrenz ein höchst signifikanter Einflussfaktor. Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen Hülsmann et al. (2016). Zwar kann auch für Eichen in Eichenwaldgesellschaften angenommen werden, dass Konkurrenz eine Rolle für das Absterben spielt, die fehlende Signifikanz dieses Faktors deutet jedoch darauf hin, dass Störungen eine größere Bedeutung zukommt. Dies ist angesichts der in den letzten Jahrzehnten durch die Eichen-Komplexkrankheit verursachten Absterbewellen (Hartmann und Blanck 1998, Bressen et al. 2013) plausibel. Eine durch Konkurrenz angetriebene gerichtete Sukzession von unbewirtschafteten Eichenwaldgesellschaften in Richtung Buchenwald ließ sich nicht nachweisen. Abnehmende Eichenanteile gehen offenbar nicht ausschließlich auf einen konkurrenzbedingten Ausscheidungsprozess zurück. Infolgedessen sind die Möglichkeiten, ältere Eichen durch Regulierung der Konkurrenzverhältnisse zu erhalten, in Eichenwaldgesellschaften beschränkt.

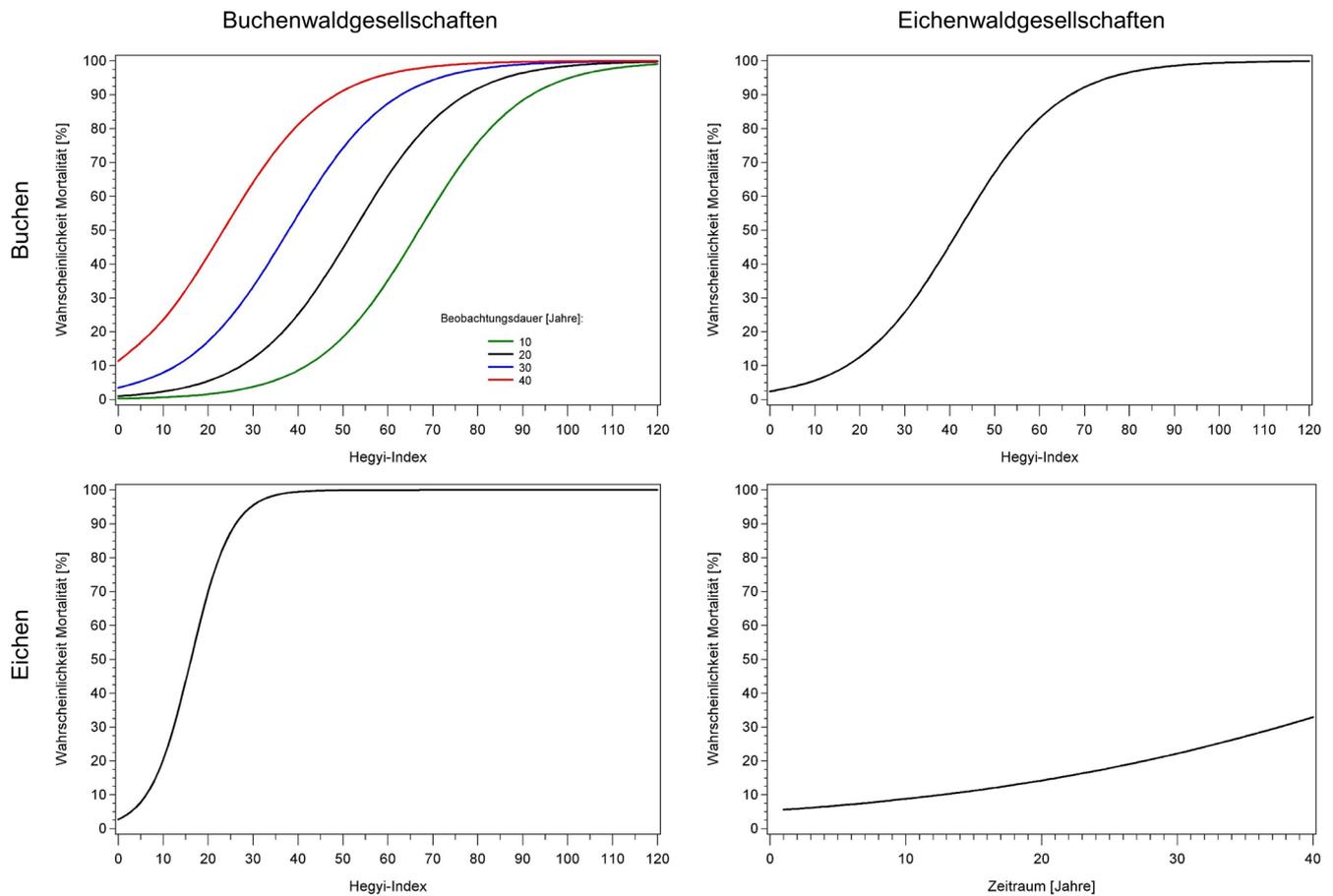


Abb. 2. Modellierter Mortalitätsverlauf in Abhängigkeit von den jeweils signifikanten Variablen Hegyi-Index und/oder Beobachtungsdauer. Modeled mortality as a function of the respective significant variables Hegyi index and/or observation period.

## Danksagung

Teile dieser Untersuchung wurden von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) im Rahmen des Projektes „QuerCon – Dauerhafte Sicherung der Habitatkontinuität von Eichenwäldern“ (Aktenzeichen 32694/01) finanziell gefördert.

## Literatur

Allen C.D., Macalady A.K., Chenchouni H., Bachelet D., McDowell N., Vennetier M., Kitzberger T., Rigling A., Breshears D.D., Hogg E.H., Gonzalez P., Fensham R., Zhangm Z., Castro J., Demidova N., Lim J.-H., Allard G., Running S.W., Semerci A., Cobb N. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *For. Ecol. Manage.* 259, 660–684

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (Hrsg.) 2007. Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin

Bressem U., Langer G., Habermann M. 2013. Anhaltende Belastungen und Schäden bei älteren Eichen. *AFZ-Der Wald* 68 (19), 38–40

Burckhardt H. 1870. Säen und Pflanzen nach forstlicher Praxis – Handbuch der Holzerziehung, 4. Aufl. Carl Rümpler, Hannover

Engel F., Bauhus J., Gärtner S., Kühn A., Meyer P., Reif A., Schmidt M., Schultze J., Späth V., Stübner S., Wildmann S., Spellmann H. 2016. Wälder mit natürlicher Entwicklung in Deutschland: Bilanzierung und Bewertung. *Naturschutz u. Biol. Vielfalt* 145, 1–221

Franklin J.F., Shugart H.H., Harmon M.E. 1987. Tree death as an ecological process. *BioScience* 37, 550–556

Gauer J., Kroier F. (Hrsg.) 2012. *Waldökologische Naturräume Deutschlands – Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke – Digitale Topographische Grundlagen – Neubearbeitung Stand 2011.* Landbauforschung, Sonderheft 359, 1–39

Hartmann G., Blank R. 1998. Aktuelles Eichensterben in Niedersachsen – Ursachen und Gegenmaßnahmen. *Forst u. Holz* 53, 733–735

Hegyi F. 1974. A simulation model for managing jack-pine stands. In: Fries J. (Hrsg.) *Growth models for tree and stand simulation.* Royal College of Forestry, Stockholm, 74–90

Heiri C., Brang P., Commarmot B., Matter J.F., Bugmann H. 2011. Wald-dynamik in Schweizer Naturwaldreservaten: Kennzahlen und Trends. In: Brang P., Heiri C., Bugmann H. (Hrsg.) *Waldreservate. 50 Jahre natürliche Waldentwicklung in der Schweiz.* Haupt, Bern, 74–89

Hülsmann L., Bugmann H., Commarmot B., Meyer P., Zimmermann S., Brang P. 2016. Does one model fit all? Patterns of beech mortality in natural forests of three European regions. *Ecological Indicators* 26; 2463–2477

Kunkel (alias Gunckel) F.W. 1830. Betrachtungen über das Verschwinden der Eichen, hauptsächlich in den Buchenhochwäldungen. *Allg. Forst- u. Jagdztg.* 6 (A.F.), 441–446

Leuschner C. 1998. Mechanismen der Konkurrenzüberlegenheit der Rotbuche. *Ber. Reinhold-Tüxen-Ges.* 10, 5–18

Meyer P. 1997. Probleme und Perspektiven der Naturwaldforschung am Beispiel Niedersachsens. *Forstarchiv* 68, 87–98

Meyer P., Wevell von Krüger A., Steffens R., Unkrig W. 2006. *Naturwälder in Niedersachsen, Schutz und Forschung – Band 1 (Tiefeland).* Leinebergland-Druck, Alfeld (Leine)

Meyer P., Schmidt M., Spellmann H., Bedarff U. 2011. Aufbau eines System-nutzungsfreier Wälder in Deutschland. *Natur u. Landschaft* 6, 243–249

- Meyer P., Lorenz K., Mölder A., Steffens R., Schmidt W., Kompa T., Wevell von Krüger A. 2015. Naturwälder in Niedersachsen, Schutz und Forschung – Band 2 (Bergland). Leinebergland-Druck, Alfeld (Leine)
- Meyer P., Blaschke M., Schmidt M., Sundermann M., Schulte U. 2016. Wie entwickeln sich Buchen- und Eichen-FFH-Lebensraumtypen in Naturwaldreservaten? Naturschutz u. Landschaftsplanung 48, 5–14
- Petritan I.C., Marzano R., Petritan A.M., Lingua E. 2014. Overstory succession in a mixed *Quercus petraea*-*Fagus sylvatica* old growth forest revealed through the spatial pattern of competition and mortality. For. Ecol. Manage. 326, 9–17
- Rohner B., Bugmann H., Brang P., Wunder J., Bigler C. 2013. Eichenrückgang in Schweizer Naturwaldreservaten. Schweiz. Z. Forstwes. 164, 328–336
- Seidl R., Schelhaas M.-J., Lexer M.J. 2011. Unraveling the drivers of intensifying forest disturbance regimes in Europe. Glob. Chang. Biol. 17, 2842–2852
- Van Mantgem P.J., Stephenson N.L., Byrne J.C., Daniels L.D., Franklin J.F., Fule P.Z., Harmon M.E., Larson A.J., Smith J.M., Taylor A.H., Veblen T.T. 2009. Widespread increase of tree mortality rates in the Western United States. Science 323, 521–524
- Wang W., Peng C., Kneeshaw D.D., Larocque G.R., Luo Z. 2012. Drought-induced tree mortality: ecological consequences, causes, and modeling. Environ. Rev. 20, 109–121

forstarchiv 88, 130  
(2017)

DOI 10.4432/0300-4112-88-130

© DLV GmbH

ISSN 0300-4112

Korrespondenzadresse:  
mkrott@gwdg.de

Eingegangen:  
21.11.2016

## ALTERFOR: Alternative models and robust decision-making methods for future forest management

MAX KROTT und NATALY JÜRGES

Abteilung Forst- und Naturschutzpolitik, Georg-August Universität Göttingen, Büsgenweg 3, 37077 Göttingen, Deutschland

Von den Wäldern in Europa wird erwartet, eine große Bandbreite an Ökosystemdienstleistungen zu erbringen. Dies ist für das Management der Wälder wegen der Unsicherheiten des Klimawandels, der Dynamik globaler Märkte und des Drucks zur gesteigerten Nutzung von Bioenergie eine große Herausforderung. Diese Entwicklungen könnten Anpassungen von bisher bewährten waldbaulichen Konzepten erforderlich machen.

Das Projekt ALTERFOR untersucht alternative Waldbaukonzepte auf der Basis von zehn regionalen Fallstudien, welche die unterschiedlichen waldbaulichen Managementverfahren in verschiedenen europäischen Ländern optimieren. Die Fallstudienregionen befinden sich in Schweden, Deutschland, Irland, Italien, Litauen, den Niederlanden, Portugal, der Slowakei und der Türkei.

Die Schwedische Universität für Agrarwissenschaften (SLU) koordiniert das EU-Projekt, das von 20 Einrichtungen aus neun europäischen Ländern bearbeitet wird. Projektpartner in Deutschland sind die TU München, die Georg-August-Universität Göttingen, der

Deutsche Forstverein und das Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie.

Die alternativen Waldbaukonzepte werden gemeinsam mit allen am Wald interessierten staatlichen, wirtschaftlichen und zivilgesellschaftlichen Akteuren erarbeitet. Die alternativen Waldbaukonzepte werden hinsichtlich der Bereitstellung von verschiedenen Ökosystemdienstleistungen umfassend evaluiert. Des Weiteren untersucht ALTERFOR das Umsetzungspotenzial von ausgewählten alternativen Waldbaukonzepten, die von unterschiedlichen Akteuren, von privater Forstwirtschaft bis zum Naturschutz, bevorzugt werden.