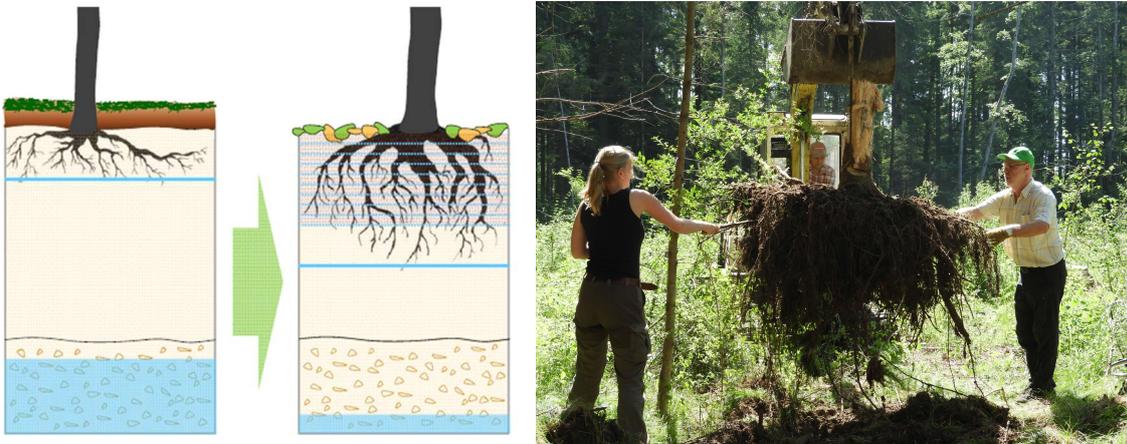


# Regionale Anpassung zum Erhalt hoher Ökosystemdienstleistungen im Klimawandel (Deutschland)

<sup>1</sup>Ludwig Pertl, <sup>1</sup>Jana Schmidt-Tesch, <sup>1</sup>Daniel Behrendt, <sup>1</sup>Dominik Landerer, <sup>2</sup>Clemens Geitner

<sup>1</sup>Markt Kaufering, <sup>2</sup>Universität Innsbruck

Kontakt: Ludwig Pertl, ludwig.pertl@gmail.com



**Land, Region:** Deutschland, Landkreis Landsberg

**Organisation:** Markt Kaufering, Gemeinden Scheuring, Obermeitingen, Igling und Fuchstal

**Sektor:** Forst- und Landwirtschaft

**Landnutzung:** Wald und Energiewald

**Hauptgefährdung des Bodens:** Geringe Bodenqualität und steigende Risiken durch Kalamitäten

**Primäre Ökosystemleistungen:** Biomasseproduktion, Gesundheit und Wasser

**Kurzfassung:** Im Klimawandel und dem einhergehenden Temperaturanstieg, ist die Bodenverbesserung eine der wichtigsten Anpassungsmöglichkeiten. Lebendiger Boden mit günstiger Humusform, vielen Regenwürmern und hoher Feinwurzelmenge bedeutet einen höheren Wasserspeicher, der den Pflanzen zur Verfügung steht. Damit können zukünftige Extrembedingungen besser abgepuffert werden.

**Schlagwörter:** Lebendiger Boden, Nachhaltige regionale Anpassung,



## Projektgrundlage

Die erfolgreiche nadelholzbasierte Forstwirtschaft hat für die Waldböden weitreichende Auswirkungen. Ungünstige Humusformen, Bodenversauerung, Probleme mit der Nährstoffversorgung und geringe biologische Aktivität sind die wichtigsten negativen Folgen.

Mit den durch den Klimawandel einsetzenden Veränderungen (höherer Temperatur und verstärkte Witterungsextreme) kommen zunehmende Probleme auf den Wald zu (Abbildungen 1 und 2).

Mit dem Bau des Heizkraftwerkes in Kaufering im Jahre 2006 konnte ein Nachhaltigkeitskonzept entwickelt werden, um den negativen Auswirkungen entgegenzuwirken.

Da im Landkreis Landsberg der CO<sub>2</sub> Ausstoß mit 11,9 t/Jahr/Einwohner viel zu hoch ist und über 90% der Wärme fossil erzeugt wird, kann damit ein wesentlicher Beitrag zur Reduktion geleistet werden.

Das Ziel ist es dabei, über Bodenverbesserung und Bodenmehrung in Land- und Forstwirtschaft die Biomasseproduktion zu erhöhen, die Versorgung regional abzusichern und hohe Ökosystemleistungen für die Zukunft zu sichern.

Unsere Schwerpunkte dabei zielen darauf ab,

- die Versorgung aus einem Umkreis von 15 km abzudecken,
- besseres Trinkwasser und natürlichen Hochwasserschutz zu liefern,
- dank „lebendigem Boden“ eine hohe Biodiversität und hohe Ökosystemleistungen zu sichern.

Für den „lebendigen Boden“ haben sich daher folgende drei Kriterien herauskristallisiert:

1. Die Humusform: die Grundlage dafür ist ein Mull oder mullartige Moder
2. Die Masse an Regenwürmer: wir benötigen mehr als 1 t Regenwürmer pro ha
3. Die Masse und Tiefe an Feinwurzeln

## Beteiligte und Wissenstransfer

Es sind fünf Kommunen beim Projekt beteiligt (Markt Kaufering, Gemeinde Scheuring, Gemeinde Obermeitingen, Gemeinde Igling, Gemeinde Fuchstal)

Seit 2009 findet jährlich in der letzten Juniwoche eine Projektwoche mit der Hochschule Weihenstephan/Straubing statt.

Es wurden eine Vielzahl von Studentenarbeiten durchgeführt.

Von 2008 bis 2018 lief ein Forschungsvorhaben der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft in Kaufering und eine Versuchsfläche des Amtes für Saat und Pflanzenzucht Theissendorf ist in Kaufering seit 2009 gesteckt und wird alle 6 Jahre ausgewertet.

Schwerpunkte der Messungen waren in den Jahren:

- 2017: die Schotterböden in der Gemeinde Fuchstal
- 2018: die Auenböden in der Gemeinde Scheuring
- 2019: die Lehm Böden im Markt Kaufering

Folgende Daten wurden erhoben:

- Unterschied zwischen den Baumarten mit Schwerpunkt Nadelholz zu Laubholz
- Messung des Zuwachses an Holz, Rinde, Ästen, Blättern/Nadeln
- Messung: Grob- und Feinwurzeln
- Messung: Regenwurmpopulation
- Messung: Temperatur und Feuchte

## Ergebnisse

Ziel des INTERREG Projektes ist es aufzuzeigen und zu belegen, dass mit den Maßnahmen und Entwicklungen eine Erhöhung der Ökosystemdienstleistungen erreicht wird. Die Grundlage des Konzeptes beruht auf der Annahme, dass mehr und bessere Bodenleistung zu einer höheren Biomasseproduktion sowie zu höheren Ökosystemleistungen führt. Deshalb wurde in der Projektlaufzeit dieser Ansatz überprüft und gemessen. Die Messungen erfassen dabei nicht nur die oberirdische Biomasse und das verwertbare Holz (über 7 cm Brusthöhendurchmesser), sondern ebenso die Entwicklungen in Boden und Krone (Wurzeln, Feinwurzeln, Blätter/Nadeln, Zweige; siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Biomasseverteilung bei Ahorn und Fichte

	Ahorn [t/ha]	Ahorn [%]	Fichte [t/ha]	Fichte [%]
Stammmasse	194	37	108	43
Blätter/Äste mit Nadeln	[18]		[42]	
Blätter über 17 Jahre	176	34	42	17
Rinde	10	2	9	4
Äste	30	6	24	9
Grobwurzeln	35	7	26	10
Feinwurzeln (Messung)	[18]		[6]	
Feinwurzeln über 17 Jahre	74	14	41	17
<b>Summe über 17 Jahre</b>	<b>519</b>		<b>250</b>	

## Schwerpunkte und Messungen

Dafür wurde in den letzten drei Jahren je ein für die Region typischer Boden untersucht. Im Fokus der Untersuchungen standen die Baumarten Fichte und Ahorn (Bergahorn und Spitzahorn). Allerdings sind auch andere Baumarten beprobt worden. In jedem Jahr fanden Untersuchungen der Feinwurzel- und Regenwurmasse statt. Außerdem konnte durch den Einsatz von Dendrometern, die Zuwachs und Temperatur alle 15 Minuten messen, das unterschiedliche Wachstum in der Vegetationszeit

überzeugend abgebildet werden. Einige Untersuchungen wurden jährlich im Rahmen einer Projektwoche der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf und der Technischen Universität München von Studenten durchgeführt. Diese findet bereits seit 2009 im Landkreis Landsberg statt. Maßgeblich zur Erhebung der Daten beigetragen haben auch D. Landerer im Rahmen seiner Masterarbeit, sowie D. Behrendt und J. Schmidt-Tesch im Rahmen von Bachelorarbeiten, ebenso A. Köhler durch ihre Regenwurmforschung. Die Ergebnisse wurden immer gegen Jahresende zum Tag des Bodens vorgestellt.

Im ersten Projektjahr waren die Schotterböden, welche der Fluss Lech aus den Alpen herangeschwemmt hat, Ziel der Untersuchungen. Diese wurden auf Flächen der Gemeinde Fuchstal durchgeführt, für die bereits im Jahr 2014 ein Bodenlehrpfad erstellt wurde. Es wurden die Baumarten Fichte, Buche und Bergahorn verglichen.

Auenböden stellten 2018 in der Gemeinde Scheuring unseren Untersuchungsschwerpunkt dar. Mit Unterstützung der Universität Innsbruck, insbesondere von Prof. Geitner, wurden die Bodenprofile bestimmt. Es wurden die Regenwurmmenge für Fichte und Bergahorn auf tiefgründigem Auenlehm (Fichte 1, Ahorn 1), sowie für Fichte, Spitzahorn, Hainbuche und Linde auf flachgründigem Auenlehm mit anschließender Kiesschicht (Fichte 2, Ahorn 2) untersucht (siehe Tabelle 2). Die Feinwurzelmenge wurde nur für Fichte und Spitzahorn auf flachgründigem Auenlehm gemessen. Für letztere wurden auch die Zuwächse in der Vegetationsperiode erfasst (siehe Tabelle 2).

Die Ergebnisse der Untersuchungen wurden genutzt um auch in Scheuring einen Bodenlehrpfad zu erstellen, welcher Besucher des Auwaldes über die Bedeutung des Bodens im Klimawandel informiert.

Im Jahr 2019 wurde Lösslehm Boden im Gemeindewald Kaufering beprobt. Feinwurzel- und Regenwurmmasse wurden für Fichte, Bergahorn und Weißtanne erfasst (siehe Tabellen 2 und 3). Zusätzlich wurde die Regenwurmmenge für Bergahorn (Ahorn 2) in einem weiteren Wald erfasst, welcher auf einer ehemals landwirtschaftlich genutzten Fläche gepflanzt wurde. Auf der anderen Fläche war die Vornutzung Fichte.

Table 2: Feinwurzelmasse in g/m<sup>3</sup>

Jahr	2017 Schotterboden	2018 Auenboden	2019 Lehm Böden
Bodentiefe	0 bis 30cm	0 bis 40cm	0 bis 40 cm
Ahorn	6084	6848	4333
Buche	1467		
Fichte	2067	3360	3098
Tanne			4970

Table 3: Regenwurmmasse in kg/ha

Jahr	2017 Schotterboden	2018 Auenboden	2019 Lehmböden
Ahorn 1	154	375	547
Ahorn 2		575	141
Fichte 1	118	126	2
Fichte 2		321	
Buche	2		
Linde		177	
Hainbuche		801	
Tanne			0

## Konsequenzen für die Praxis und Umsetzung

Das größte Problem stellt die betriebswirtschaftliche Realität dar. Das Werk schreibt seit Beginn rote Zahlen und die Preise für die Hackschnitzel sind auf einem sehr niedrigen Niveau. Durch die zunehmenden Witterungsextreme (wie Stürme und Trockenheit mit nachfolgendem Borkenkäferbefall) ist der Holzmarkt gestört und kein befriedigender Absatz für das anfallende Pflegeholz vorhanden. Damit ist die wirtschaftliche Grundlage für die Grundeigentümer nicht gegeben und kein Anreiz für das notwendige Umstellen vorhanden. Da die Ökosystemleistungen weder anerkannt noch bewertet und bezahlt werden, sind nur überzeugte Eigentümer für die Konzepte zu gewinnen. Faire Rahmenbedingungen wie z.B. eine CO<sub>2</sub>-Steuer, sind daher die notwendige Grundlage, um Anpassungskonzepte in die Realität umzusetzen. Ebenso muss ein neuer Absatzmarkt für das anfallende Pflegeholz geschaffen werden, wodurch auch angemessene Preise erzielt werden können. Da die notwendige forstliche Anpassung Jahrzehnte benötigt, ist sofortiges Handeln unerlässlich. Ebenso sind noch weitere Messungen notwendig, um die fachlichen Grundlagen zu liefern, welche für die lokalen und regionalen Konzepte benötigt werden.

## Umwelt- und Klimaschutz

Die CO<sub>2</sub>-Bilanz ist im Markt Kaufering mit 5.0 t CO<sub>2</sub>/Jahr/Einwohner wesentlich besser als im Landkreis Landsberg am Lech mit 11,9 t CO<sub>2</sub>/Jahr/Einwohner.

Bei Umsetzung des Konzeptes können dank der Anpassungsmaßnahmen die Ökosystemleistungen erhalten und die Folgen der Klimaerwärmung abgepuffert werden.

# Grafiken

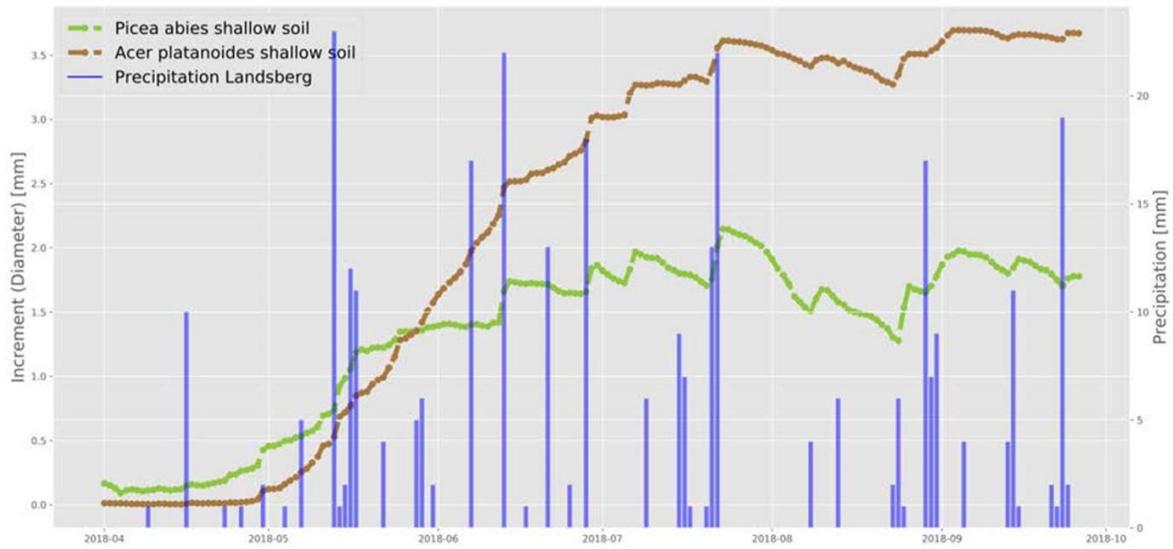


Abbildung 1: Zuwachs von Fichte (grün) und Ahorn (braun) bei gleichem Niederschlag

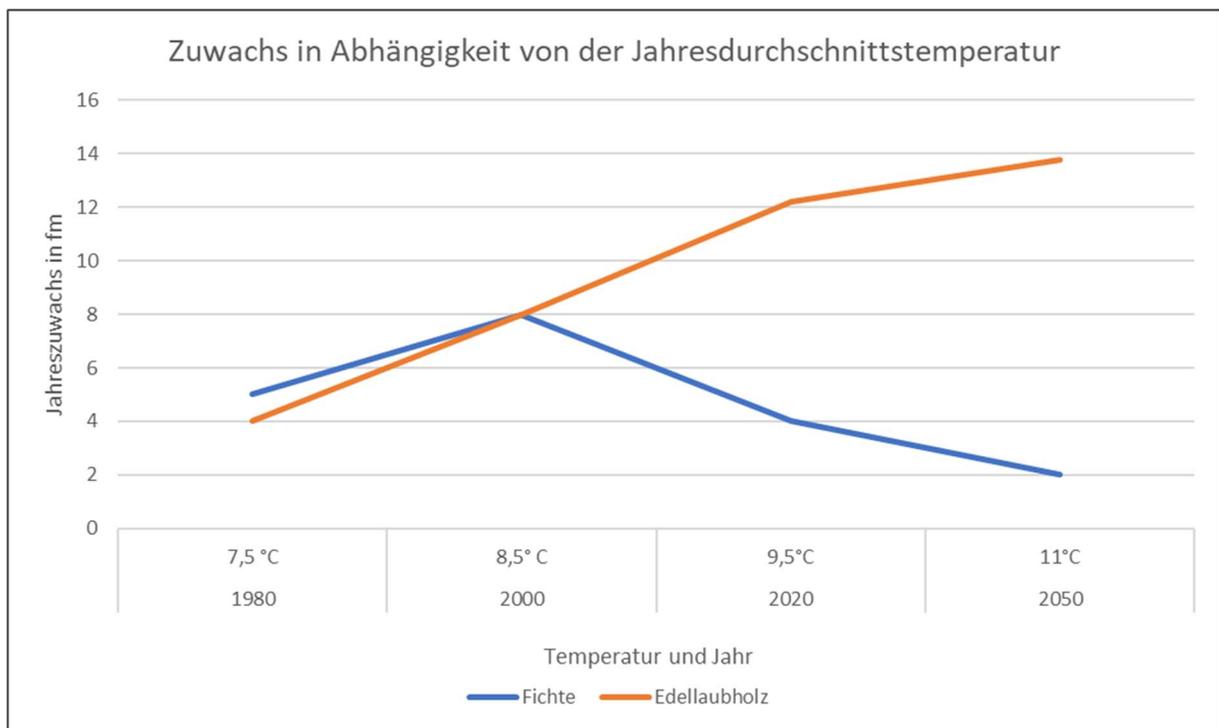


Abbildung 2: Zuwachsentwicklung Gemeinde Scheuring