Professur für Forstökonomie
und Forstplanung

Langfristige Entscheidungen in der Forstwirtschaft unter Unsicherheit

UNI FREIBURG

Prof. Dr. Marc Hanewinkel
Professur für Forstökonomie und Forstplanung
Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen
marc.hanewinkel@ife.uni-freiburg.de

Langfristige Entscheidungen in der Forstwirtschaft unter Unsicherheit

Professur für Forstökonomie und Forstplanung

- Umgang mit Unsicherheit – in der Vergangenheit
  - Spezialtabellen und andere forstliche Weltformeln
  - „Räumliche Ordnung“ - Idealisierte Waldlandschaften
  - Esoterik und fortgesetzter Determinismus
- Blick in die Zukunft – was erwartet uns?
  - Wohin gehen unsere Baumarten?
  - Nach der Störung ist vor der Störung
- Anpassungsstrategien
  - „Die Natur weist uns den Weg“ – oder „alles neu“ ?
  - Dichthalten als Alternative?
  - Der Wunderbaum
- Robuste Entscheidungen
- Schlussfolgerungen

UNI FREIBURG

Langfristige Entscheidungen

C.

SPECIAL - TABELLE.

Forst-Revier Dianenberg, unter dem Forst N. N. im Oberforst N. N., welche binnen 200 Jahren einmal völlig abgetrieben werden sollen.

Verfertigt im Jahr 1790 durch N. N.

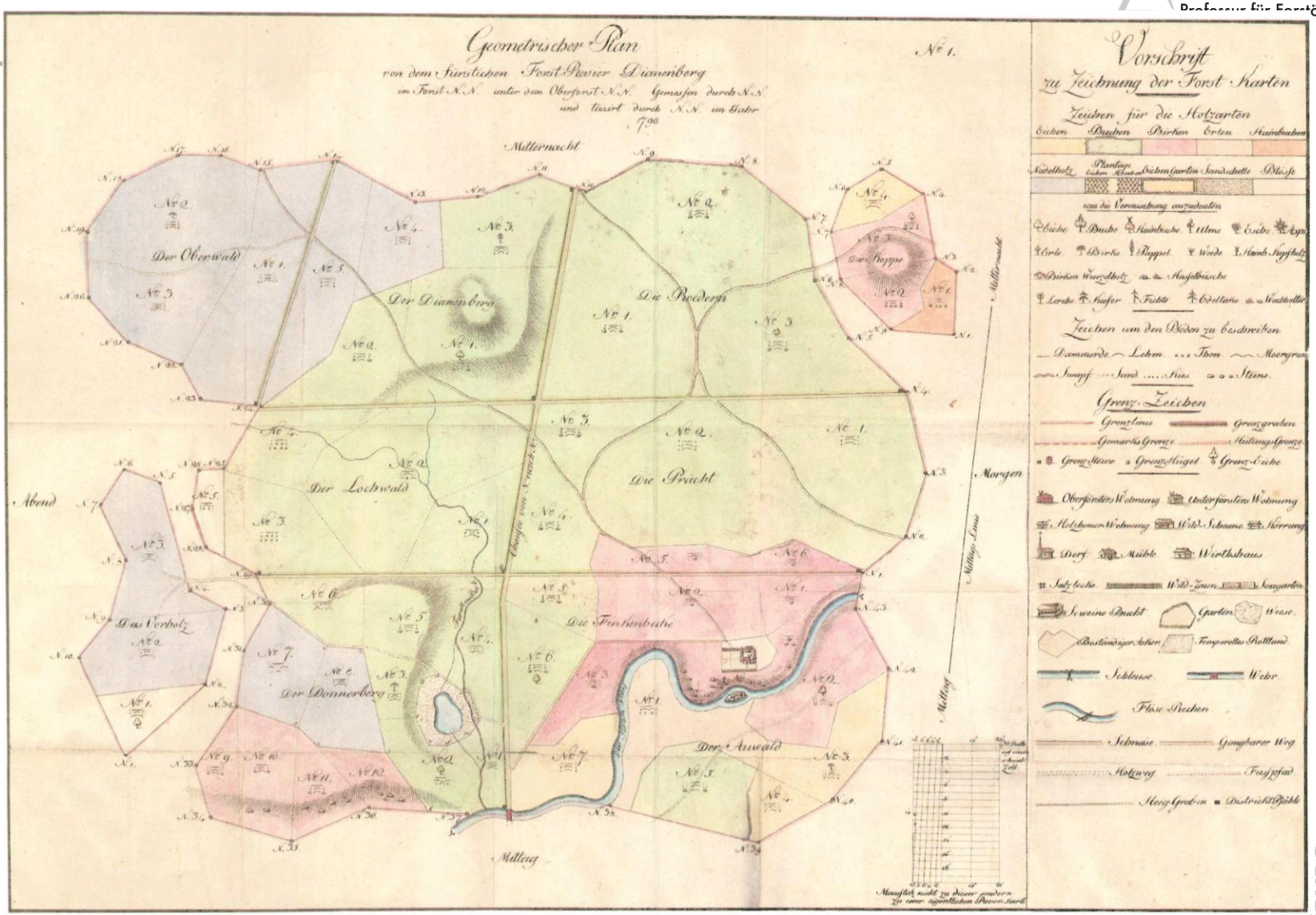
Holzertrag.

1te Periode vom Jahr 1790 bis 1830.							2te Periode vom Jahr 1830 bis 1870.							3te Periode vom Jahr 1870 bis 1910.							4te Periode vom Jahr 1910 bis 1950.							5te Periode vom Jahr 1950 bis 1990.						
Mäu'erholz.			Summa.				Haubar Holz.			Plänterholz.			Summa.				Haubar Holz.			Plänter. Holz			Summa.				Haubar Holz			Plänterholz.			Summa.				Haubar Holz.			Plänter Holz			Summa.		
Weiten.	Baubolz	Brennholz	Weiten.	Baubolz	Brennholz	W. Ken.	Baubolz	Brennholz	Weiten.	Baubolz	Brennholz	Weiten.	Baubolz	Brennholz	Weiten.	Baubolz	Brennholz	Weiten.	Baubolz	Brennholz	Weiten.	Baubolz	Brennholz	Weiten.	Baubolz	Brennholz	Weiten.	Baubolz	Brennholz	Weiten.	Baubolz	Brennholz	Weiten.	Baubolz	Brennholz	Weiten.	Baubolz	Brennholz	Weiten.	Baubolz	Brennholz	Weiten.	Baubolz	Brennholz	Weiten.
00 Kl.	Kl.	100	Kl.	Kl.	100	Kl.	Kl.	100	Kl.	Kl.	100	Kl.	Kl.	100	Kl.	Kl.	100	Kl.	Kl.	100	Kl.	Kl.	100	Kl.	Kl.	100	Kl.	Kl.	100	Kl.	Kl.	100	Kl.	Kl.	100	Kl.	Kl.	100	Kl.	Kl.	100	Kl.	Kl.	100	Kl.	Kl.	100
—	508	125	60	—	—	—	1186	370	156	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42¾	—	—	—	—	—	28	114	14¼	—	—	—	—	—	228	71	28½	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	254	12	—	—	—	—	—	—	152	95	21½	—	—	—	—	—	—	418	190	57	—	—	—	855	342	114	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28½	—	—	—	—	—	—
—	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	72	5¾	—	—	—	—	—	—	108	72	45	—	—	—	—	—	—	198	90	27	—	—	—	405	162	54	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	157	66	20	—	—	—	420	175	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15¾	—	—	—	—	—	—	9	56	5¼	—	—	—	—	—	84	42	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	665	445	110	665	445	110	1606	545	215	152	167	35¼	1758	712	250¼	—	—	—	526	262	160½	526	262	160½	855	342	114	235	260	46½	1090	602	160½	405	162	54	312	113	67	717	275	121			
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	271	160	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73	45	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	12	3	—	—	—	33½	15	4	—	—	—	—	—	—	42	18	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	—	12	3	65¾	23 5/8	32	33½	15	4	73	45	15	106½	60	19	313	178	22	—	—	—	313	178	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	665	457	113	741	703	144	1639½	550	219	225	212	50½	1864½	772	269	313	178	22	526	262	160½	839	440	182½	855	342	114	235	260	46½	1090	602	160½	405	162	54	312	113	67	717	275	121			
31																																												

Hartig, G.L. 1795. Anweisung zur Taxation der Forste oder zur Bestimmung des Holzertrags der Wälder, Heyer Gießen

Forstrevier Dianenberg,

heute vermutl. in der Nähe von Kwydzin, Polen (ehem. Marienwerder, Westpreussen)



Forstrevier Dianenberg,

heute vermutl. in der Nähe von Kwydzin, Polen (ehem. Marienwerder, Westpreussen)

Forstliche Weltformel

CALCULATION OF THE VALUE WHICH FOREST LAND AND IMMATURE STANDS POSSESS FOR FORESTRY

M. FAUSTMANN

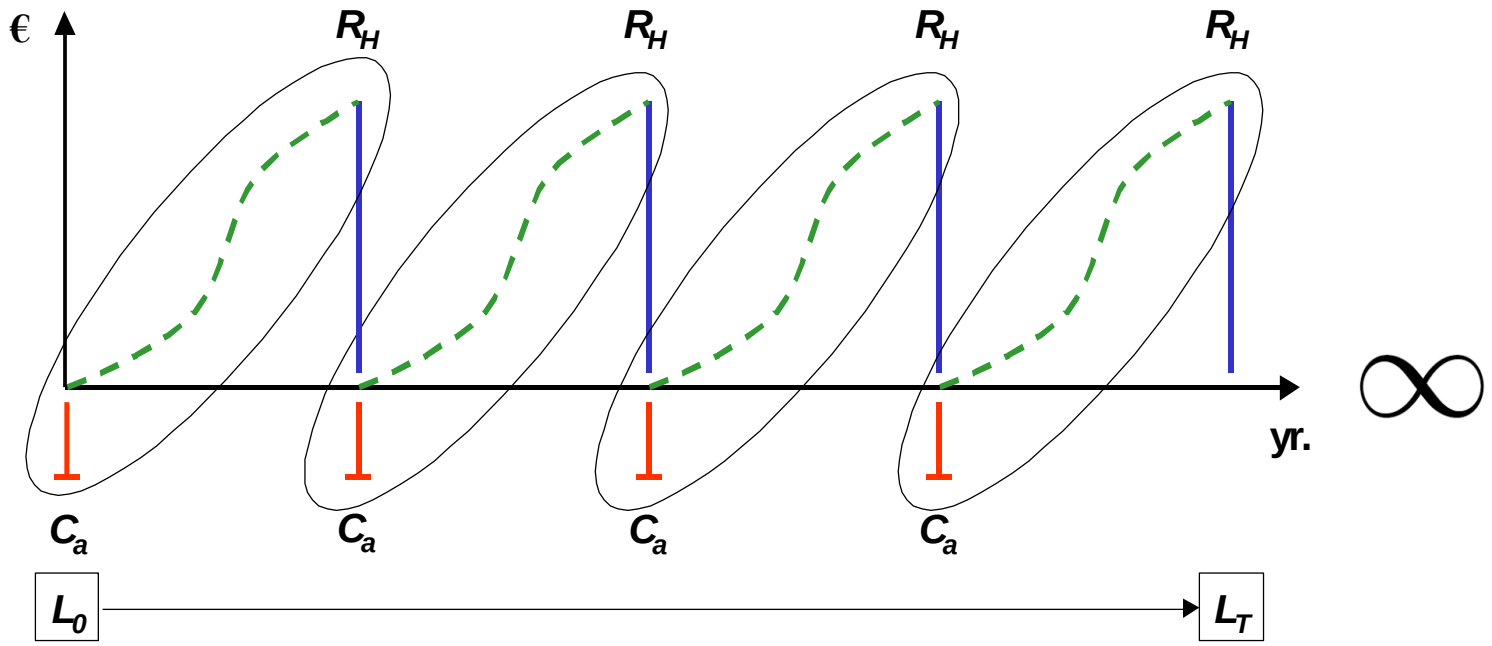
Republished with permisson from Commonwealth Forestry Association. The original article "Berechnung des Wertes welchen Waldboden sowie noch nicht haubare Holzbestände für die Waldwirtschaft besitzen" was published in Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung, vol.15, 1849.

ECONOMICS OF FORESTRY IN AN EVOLVING SOCIETY*

P. A. SAMUELSON
MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Republished with permisson from Economic Inquiry. This article was first published in Economic Inquiry, vol. XIV, Dec. 1976.

Das Modell des gleichaltrigen Waldes



$$L_0 = \frac{R_H - C_a \cdot (1+i)^{T-1}}{(1+i)^T - 1}$$

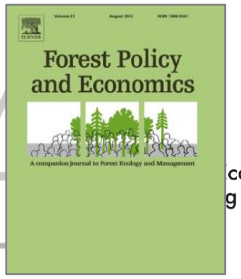
Navarro, 2003: 27

Guillermo A. Navarro, 2003: On 189 years of confusing debates over the König-Faustmann Formula, PhD-thesis, Freiburg

A

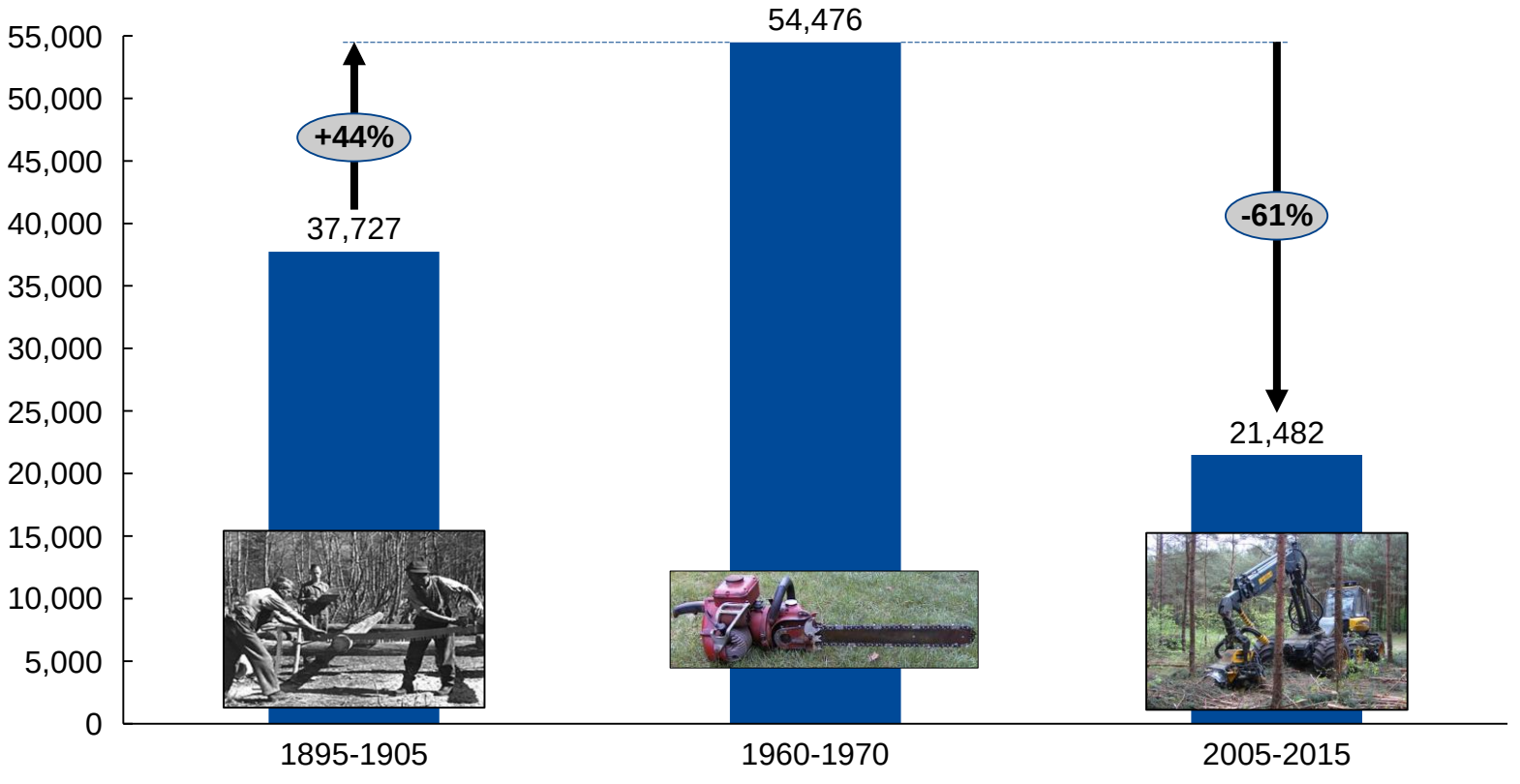
Challenging the assumptions of a standard model: How historical triggers in terms of technical innovations, labor costs and timber price change the land expectation value

Fabian Müller*, Marc Hanewinkel



conomics
g

Veränderung des Bodenertragswertes (LEV) zwischen drei Perioden, LEV in EUR (2016)



PICTURES left to right: Töny (2006) ; http://www.motorsaegensammler.de/Stihl-BLK.htm ; https://de.wikipedia.org/wiki/Holzvollernter#/media/File:HarvesterKieferwld.jpg

Geschichtliche Entwicklung und Definitionen von Forsteinrichtung - Risiko

Professur für Forstökonomie und Forstplanung

16.Jhd

Klassische Forsteinrichtung - Taxation

Ertragsregelung (Nachhaltsregelung)

Ordnung des Forstbetriebes (zeitlich und räumlich)

Forstplanung / Forst - Management

Mittelfristige wirtschaftliche Planung

Multifunktionale Planung

Forstplanung / Forst - Management

21.Jhd

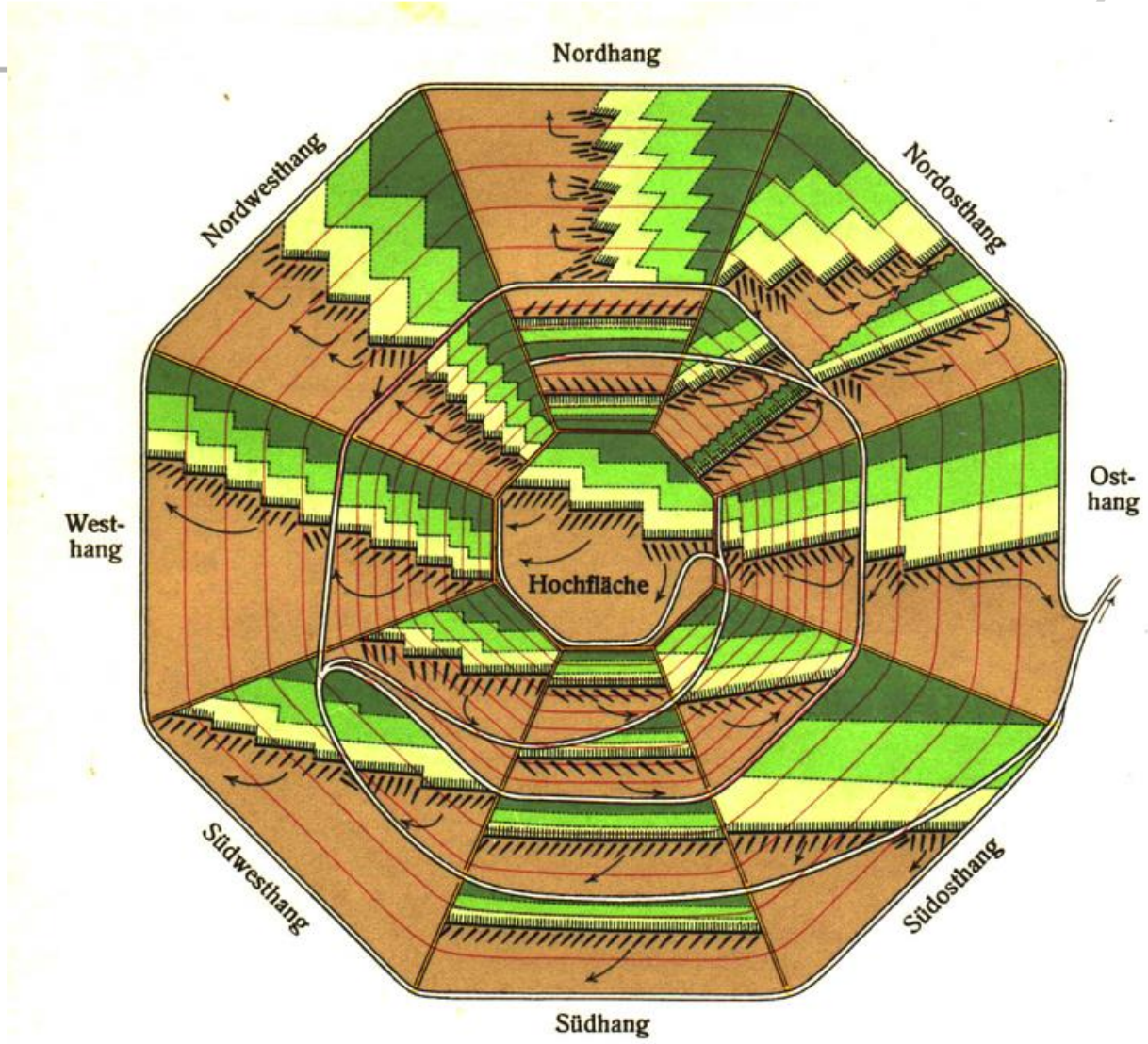
UNI FREIBURG

Umgang mit Unsicherheit – eine historische Perspektive...

Christoph Wagner

(1869-1936)

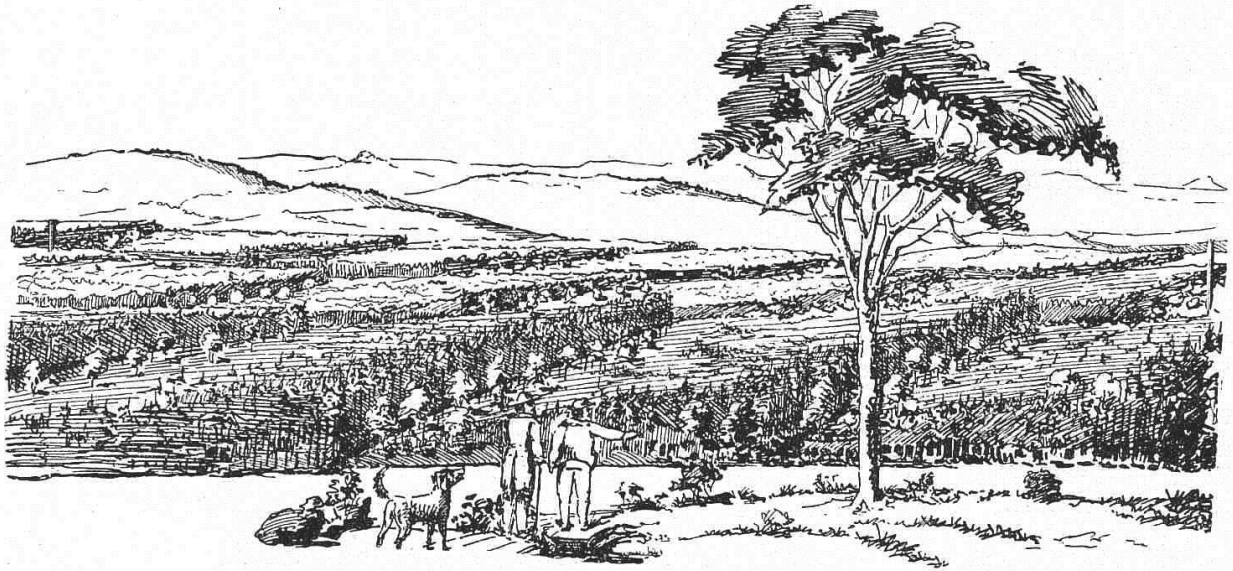
Räumliche Ordnung - Blendersaumschlag



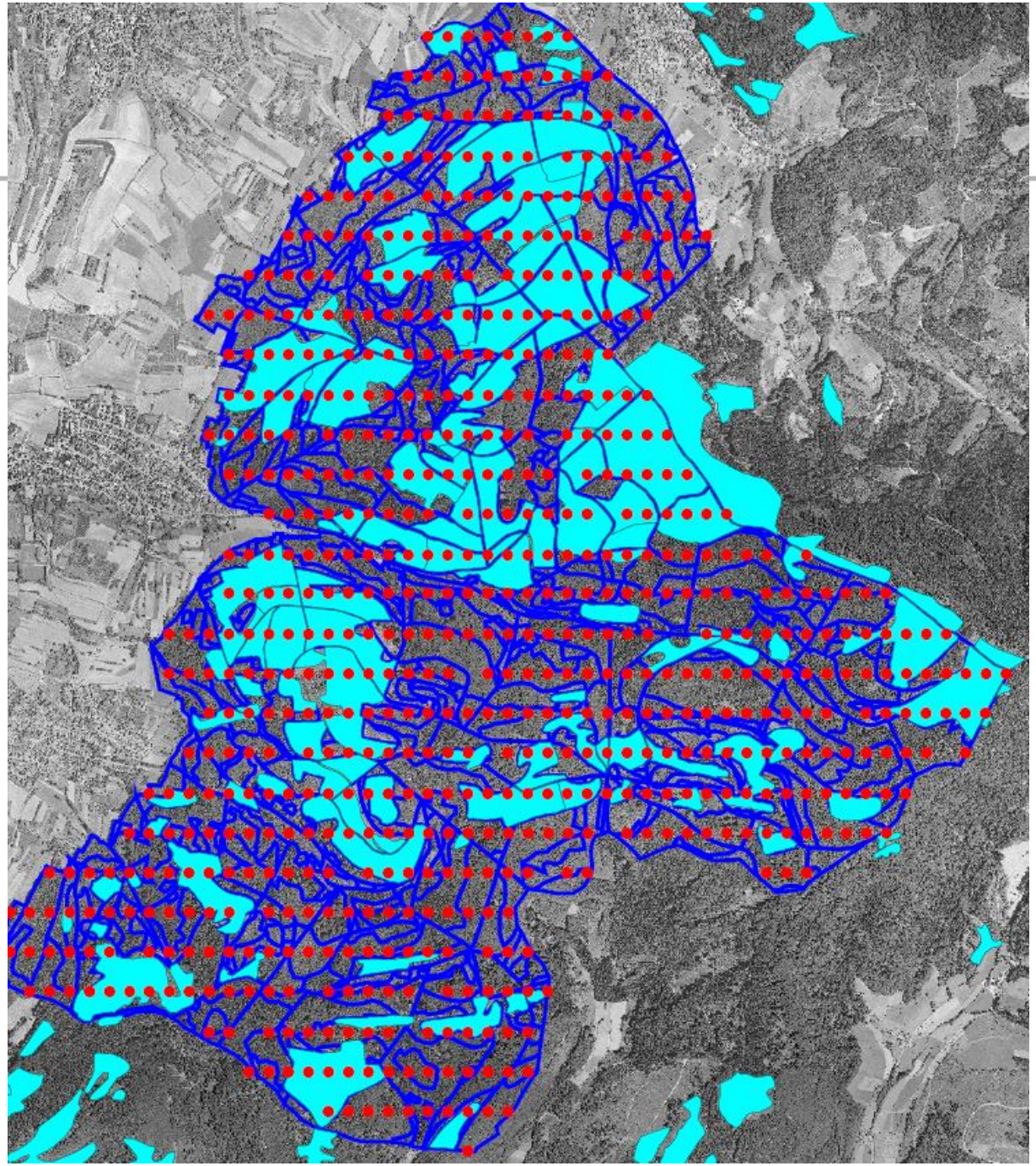
Wagner, 1923

Räumliche Ordnung - Blendersaumschlag

Fig. 34.
Ueberblick über einen schematisch aufgebauten Blendersaumwald auf ebener Fläche.



Wagner, 1923



Professur für Forstökonomie und Forstplanung

Gemeindewald

Friesenheim

26.12.1999

1400ha Hbfl

400ha Sturmflächen

230.000m³ Schadholz

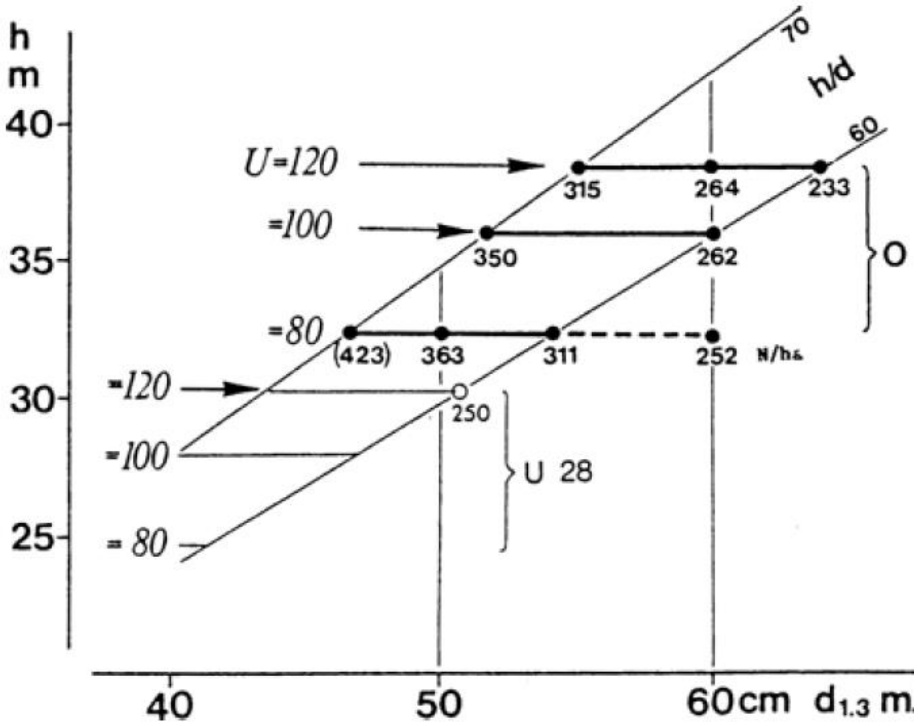
50% des Vorrates

2/3 Wertverlust

UNI FREIBURG

Fortsetzung des Determinismus – Die Normkurve

P. ABETZ Forstw. Cbl. 109 (1990), 79–85



Anzahl der Fichten-Z-Bäume je Hektar im Endbestand und durchschnittliche Jahrringbreite für Ziel-Durchmesser von 50 und 60 cm, h/d-Werten von 60 und 70, Umtriebszeiten von 80, 100 und 120 Jahren für die Bonitäten O 36 und U 28 nach Fichten-Ertragstafel ASSMANN-FRANZ, 1972

Yue et. al. Can. J. For. Res. **41**: 1577–1589 (2011)

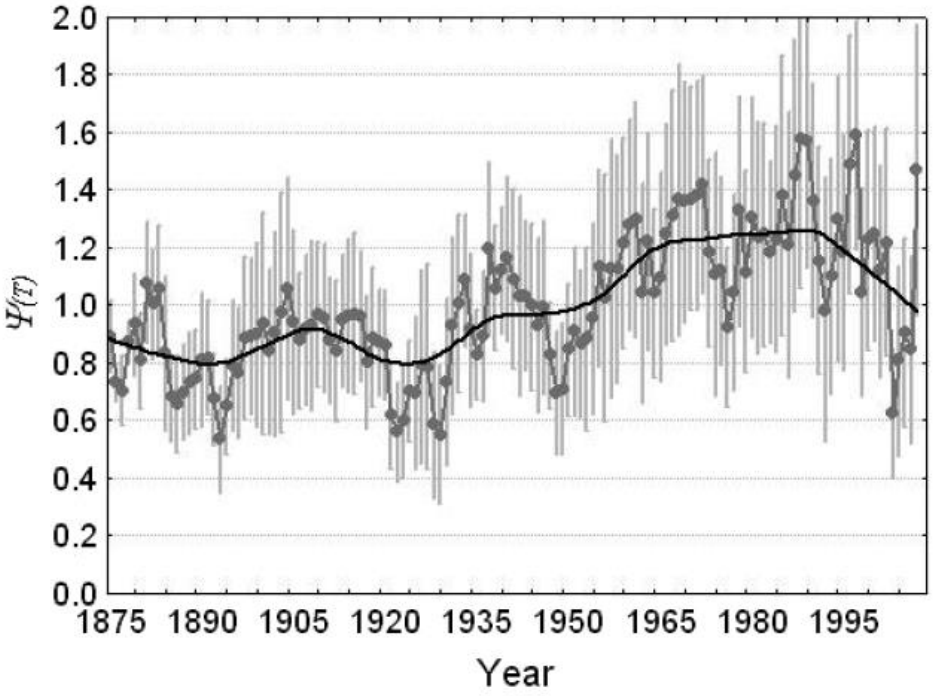


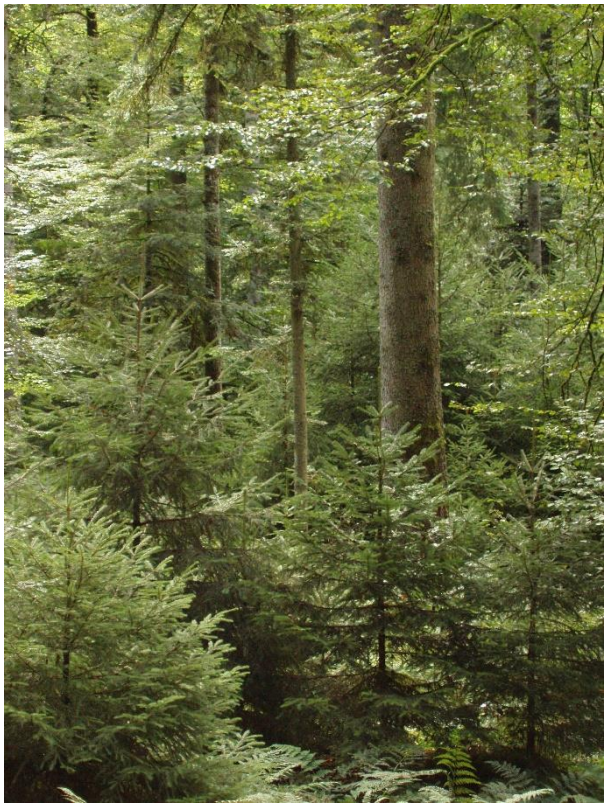
Fig. 6. Quotient of observed and estimated diameter increment achieved by generalized nonlinear least squares (eq. 19). Points are mean values, bars are standard deviations, and the black line is LOESS smoothing.

Esoterik - Wald als Organismus

Professur für Forstökonomie und Forstplanung

« Der Wald ist ein einheitliches, lebendiges Wesen mit unendlich vielen Organen, die alle zusammenwirken und miteinander in Wechselbeziehung stehen. In dem Raum zwischen den obersten Kronenspitzen und zwischen den äußersten Wurzelverzweigungen im Boden ist dieses Wesen beschlossen und alles, was in diesem Raum sich befindet, lebt und webt, gehört dem Organismus an. Dieses Waldwesen ist gedacht von ewiger Dauer. Es lebt, arbeitet und verändert sich. »
Alfred Möller, 1923

« Forestier !
Si tu veux que ton bois prospère,
Il faut lui doser savamment
Fraîcheur, chaleur, ombre, lumière,
Et n'y travailler qu'en l'aimant. »
Henry Biolley, 1927



UNI FREIBURG

Zwischenfazit

- Historisch: extremer Determinismus
- Ertragsregelung über 200 Jahre – und länger
- Räumliche Ordnung
- Waldlandschaften als „Einrichtungsobjekte“
- Entwicklung bis weit in das 20. Jahrhundert
- Esoterik – eine Gegenbewegung - dauert an

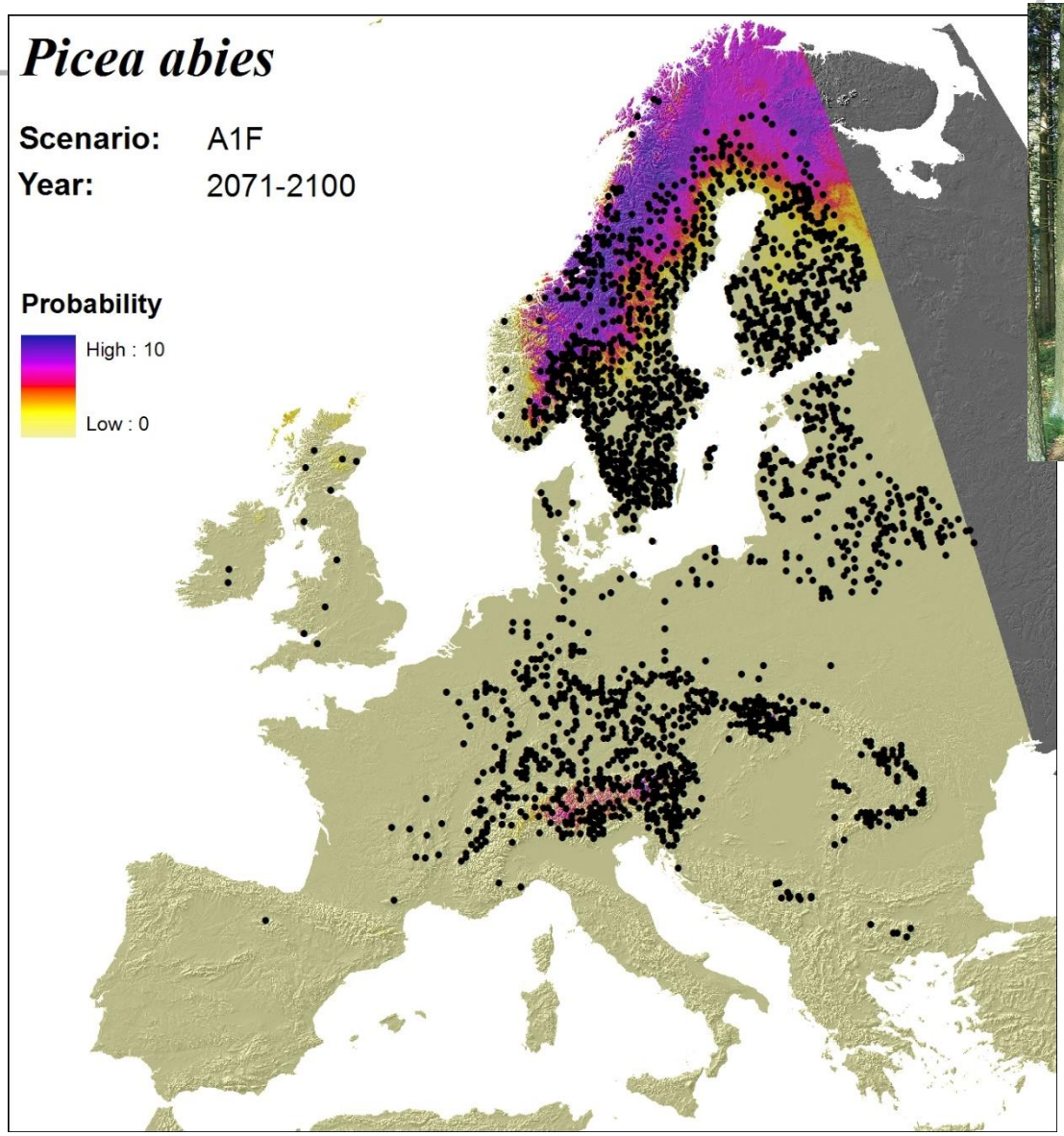
Langfristige Entscheidungen in der Forstwirtschaft unter Unsicherheit

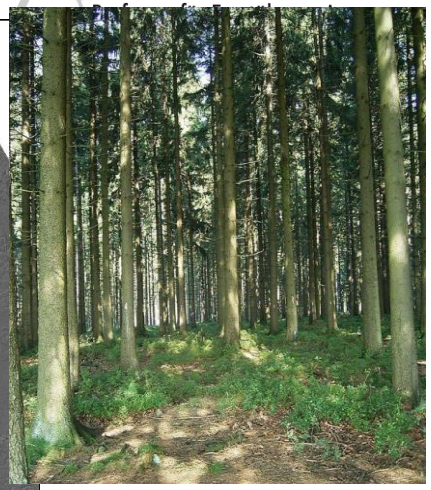
Professur für Forstökonomie und Forstplanung

- Umgang mit Unsicherheit – in der Vergangenheit
  - Spezialtabellen und andere forstliche Weltformeln
  - „Räumliche Ordnung“ - Idealisierte Waldlandschaften
  - Esoterik und fortgesetzter Determinismus
- Blick in die Zukunft – was erwartet uns?
  - Wohin gehen unsere Baumarten?
  - Nach der Störung ist vor der Störung
- Anpassungsstrategien
  - „Die Natur weist uns den Weg“ – oder „alles neu“ ?
  - Dichthalten als Alternative?
  - Der Wunderbaum
- Robuste Entscheidungen
- Schlussfolgerungen

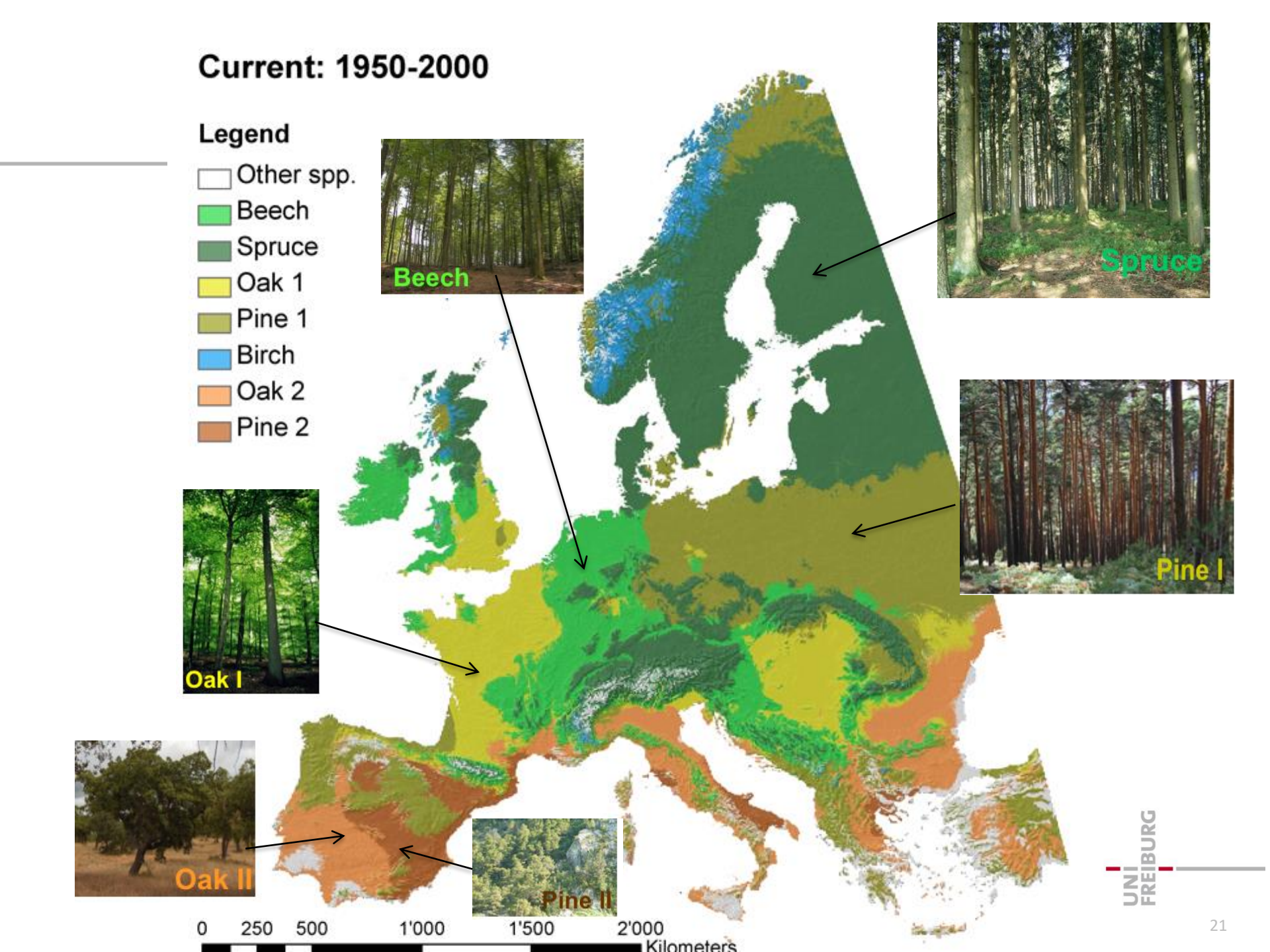
UNI FREIBURG

Wohin gehen unsere Baumarten?

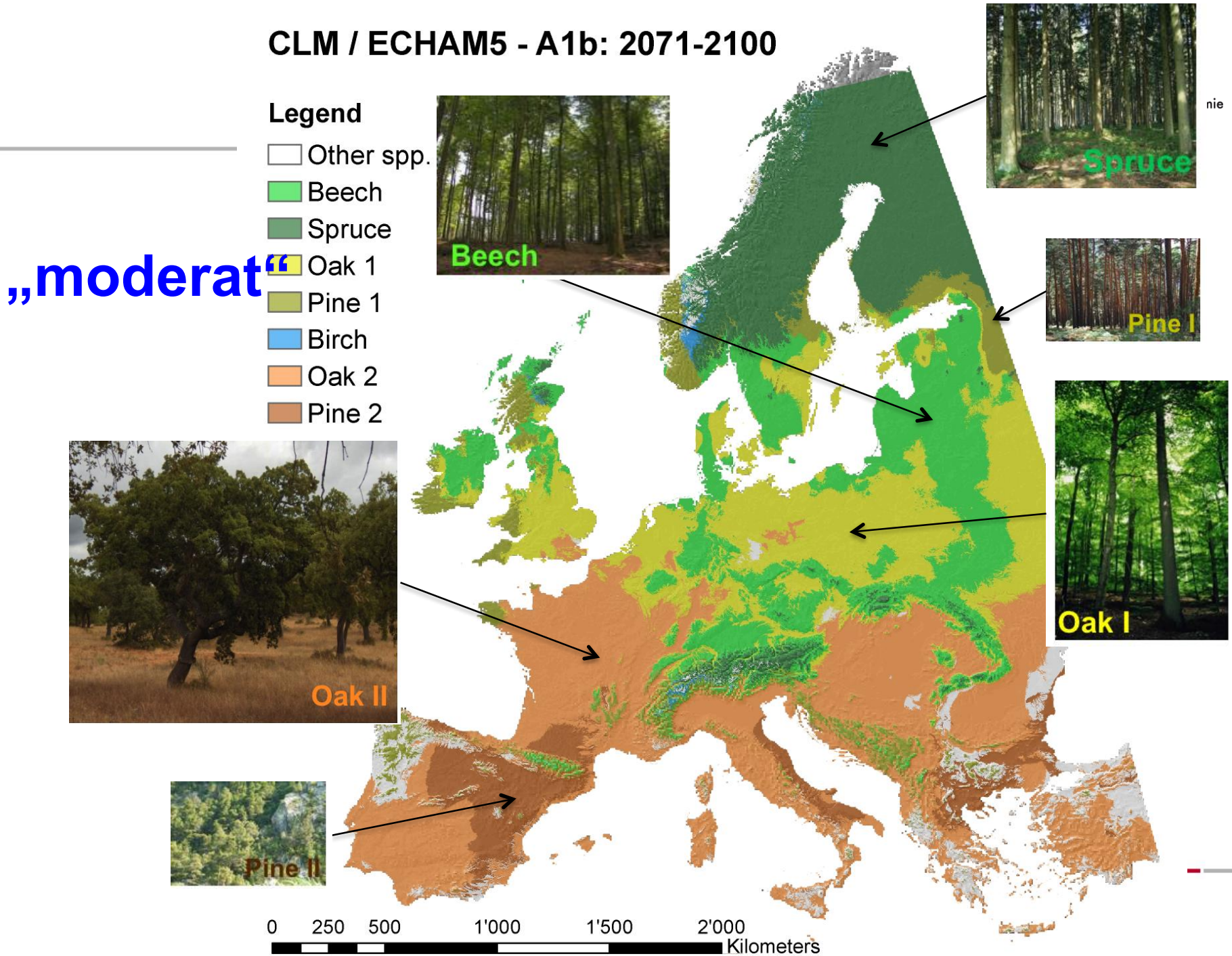




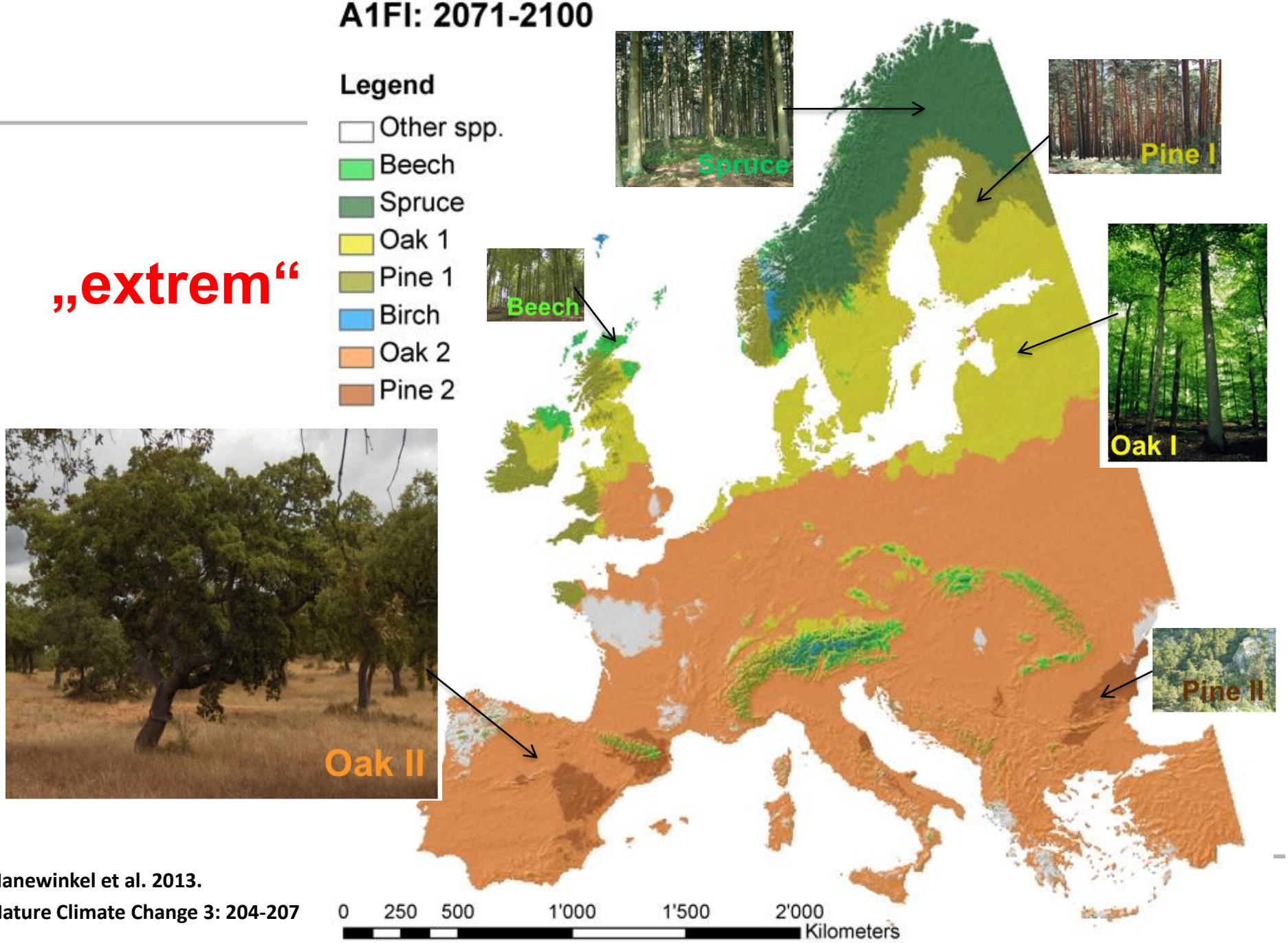
Zimmermann et al. 2008.


Current: 1950-2000
Legend
Other spp.
Beech
Spruce
Oak 1
Pine 1
Birch
Oak 2
Pine 2
Beech
Spruce
Pine I
Oak I
Oak II
Pine II
0 250 500 1'000 1'500 2'000
Kilometers

„moderat“

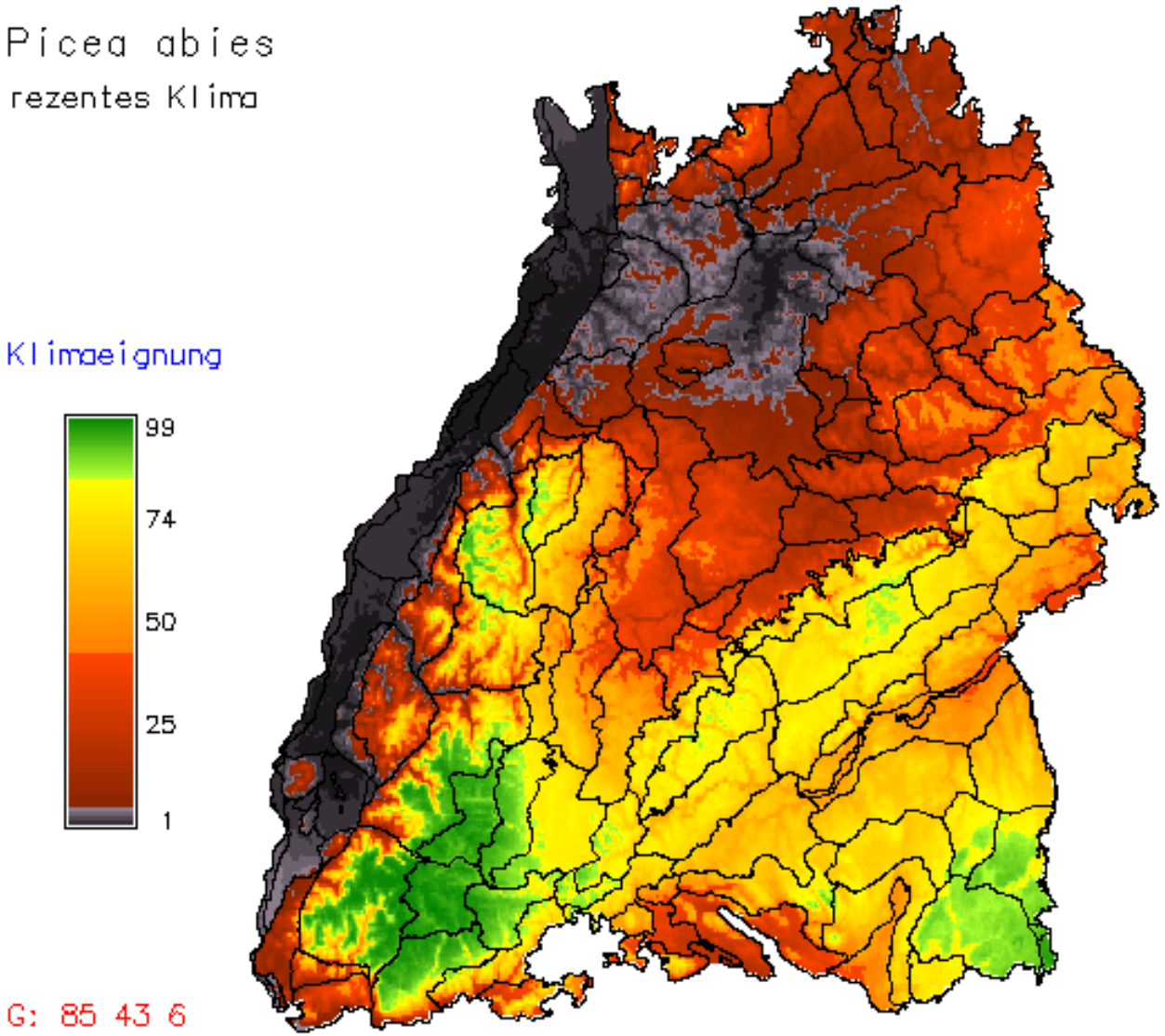

CLM / ECHAM5 - A1b: 2071-2100
Legend
Other spp.
Beech
Spruce
Oak 1
Pine 1
Birch
Oak 2
Pine 2
Beech
Spruce
Pine I
Oak I
Oak II
Pine II
0 250 500 1'000 1'500 2'000
Kilometers

„extrem“



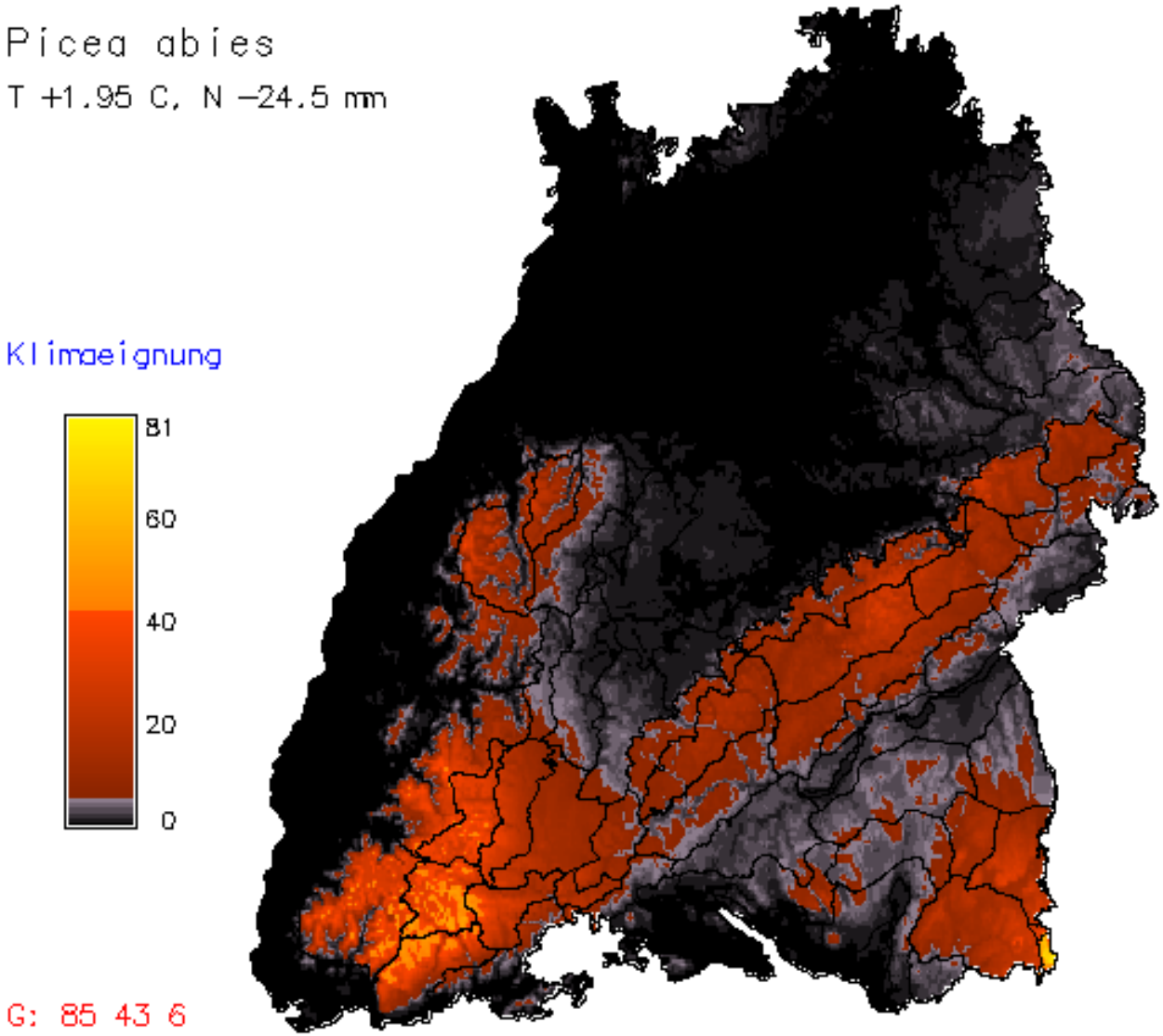
Hanewinkel et al. 2013.
Nature Climate Change 3: 204-207

Die Fichte heute



Hanewinkel et al. 2014 J. Env. Mgmt

Blick in die Zukunft



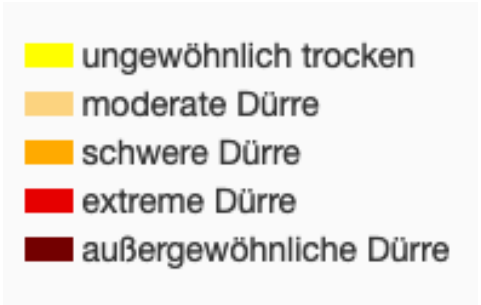
Hanewinkel et al. 2014 J. Env. Mgmt

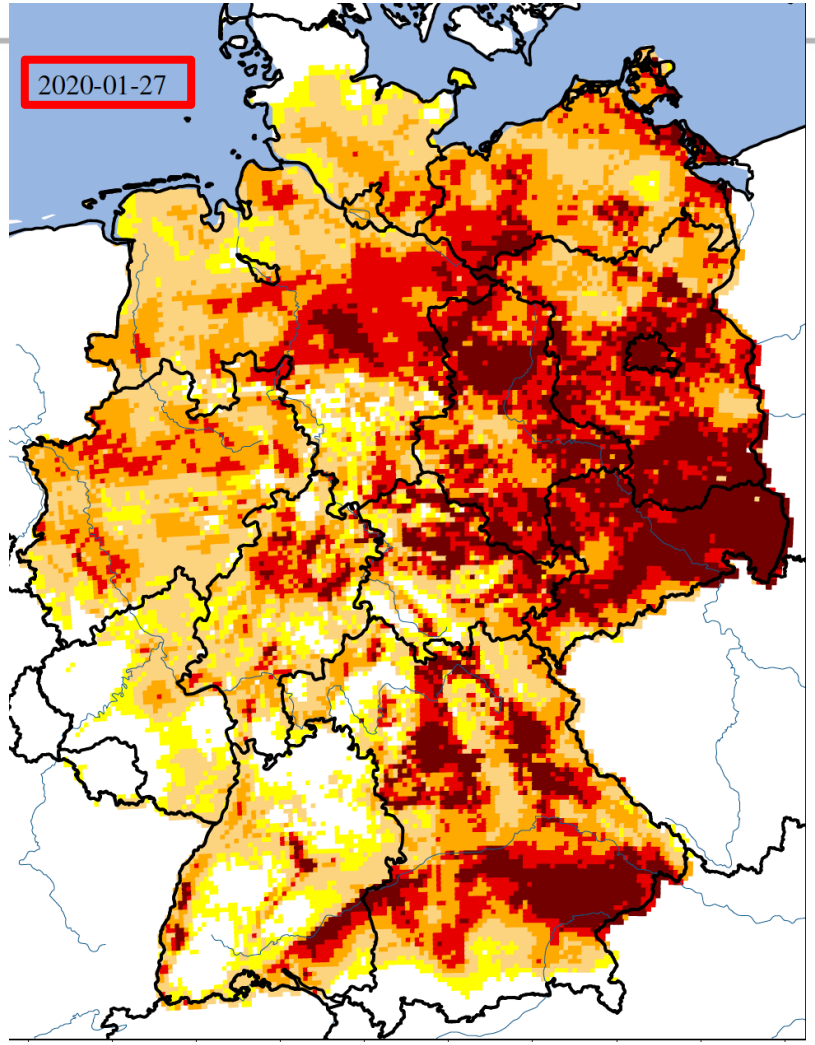
„... Die Baden-Württemberger mit ihren schwarz-roten Karten (...), die werden sich noch wundern (...)...“

Nationalpark Harz 2018/19

https://www.spiegel.de/video/waldsterben-im-harz-borkenkaefer-hat-katastrophale-folgen-video-99028976.html

Dürremonitor heute





1,8m Tiefe

https://www.ufz.de/index.php?de=37937

Langfristige Entscheidungen in der Forstwirtschaft unter Unsicherheit

Professur für Forstökonomie und Forstplanung

- Umgang mit Unsicherheit – in der Vergangenheit
  - Spezialtabellen und andere forstliche Weltformeln
  - „Räumliche Ordnung“ - Idealisierte Waldlandschaften
  - Esoterik und fortgesetzter Determinismus
- Blick in die Zukunft – was erwartet uns?
  - Wohin gehen unsere Baumarten?
  - Nach der Störung ist vor der Störung
- Anpassungsstrategien
  - „Die Natur weist uns den Weg“ – oder „alles neu“ ?
  - Dichthalten als Alternative?
  - Der Wunderbaum
- Robuste Entscheidungen
- Schlussfolgerungen

UNI FREIBURG

Anpassungsstrategien (Bolte et al. 2009)

Professur für Forstökonomie und Forstplanung

i) Konservierung von Waldstrukturen– “reaktiv”, “no change”

- Geringe negative Einflüsse oder hohe Resistenz gegen Klimawandel
- Hohe Wahrscheinlichkeit, dass waldbauliche Eingriffe Stabilität erhöhen
- Erhöhtes Risiko katastrophaler Verluste

ii) Aktive Anpassung – “vorausschauend” , “proaktiv” (”alles neu”)

- Einführung neuer Arten/Provenienzen – ‘assisted migration’
- Veränderung der Umtriebszeiten, Bestandesstruktur (z.B. Dichte)
- Störungsmanagement, …
- Hohe Kosten und Aufwendungen

iii) Passive Anpassung – “Nichtstun” (”Die Natur weist uns den weg”)

- Keine/sehr geringe Eingriffe
- Nutzung spontaner Anpassungsprozesse (Waldsukzession)
- Für Wälder mit geringer ökonomischer (?) Bedeutung
- Keine Maßnahmen mit besserem Kosten-Nutzenverhältnis

UNI FREIBURG

Dichthalten als Alternative ?

Professur für Forstökonomie und Forstplanung

4. Für die Zukunftswälder: Durchforstungen minimieren (low-input-Prinzip), Vorräte durch gezielte Entwicklung hin zu alten dicken Bäumen aufbauen, Waldinnenklima schützen/ Selbstkühlungsfunktion fördern (- sollte höchste Priorität haben wegen des rasch fortschreitenden Klimawandels!), Schwersttechnik verbieten, weiteren Wegebau und -

Aus: Offener Brief an Ministerin Klöckner v. 21.8.2019

- Effekt intensiver Durchforstung 1992 auf die Mortalität nach der extremen Trockenheit 1993/1994 in Katalonien (Gracia, 2009).

UNI FREIBURG

Kiefernsterben im Wallis

Abb 1 *Absterbewellen in den Waldföhrenwäldern im Zentralwallis. a) Telwald bei Visp, 1998; b) Grauberg bei Visp, 2004; c) Südhang unterhalb Lens, 2011; d) Grauberg bei Visp, 2017.* Fotos: a) Beat Wermelinger, b–d) Andreas Rigling

Forest Ecology and Management 409 (2018) 241–249

Contents lists available at ScienceDirect

Forest Ecology and Management 310 (2013) 827–835

Research

New Phytologist

e at ScienceDirect

d Management

evier.com/locate/foreco

Forest Ecology and Management

and Management

elsevier.com/locate/foreco

Improvement of water and light availability after thinning at a xeric site: which matters more? A dual isotope approach

ht resistance in xeric Scots

CrossMark

system – Effects of understory physiology of dominant Scots

Arnaud Giuggiola[1,2], Jérôme Ogée[3], Andreas Rigling[1], Arthur Gessler[1], Harald Bugmann[2] and Kerstin Treydte[1]

[1]Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL, Zürcherstrasse 111, CH-8903, Birmensdorf, Switzerland; [2]Forest Ecology, Department of Environmental Systems Science, ETH Zürich, CH-8092, Zürich, Switzerland; [3]INRA, UMR 1391 ISPA, 71 l'Avenue Edouard Bourlaux, 33140, Villenave d'Ornon, France

g[a], Matthias Dobbertin[a], Andreas Rigling[a]

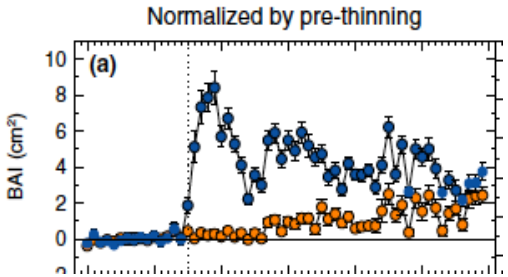
CH-8903 Birmensdorf, Switzerland

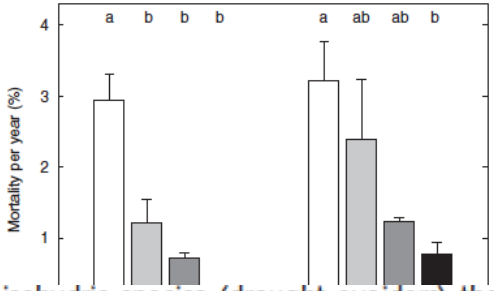
[b]Forest Ecology, Department of Environmental Sciences, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), ETH Zentrum, CH-8092 Zürich, Switzerland

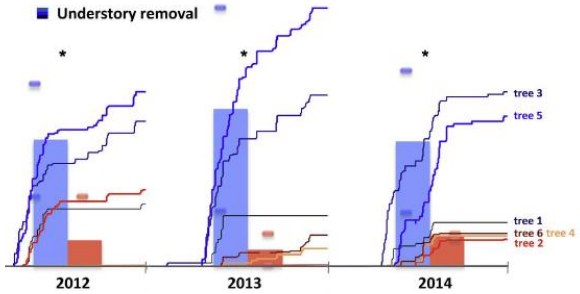
nger[a], Pierre Vollenweider[a],

w and Landscape WSL, Forest Dynamics, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, Switzerland

Universitätsstrasse 16, 8092 Zürich, Switzerland







- We conclude that in forests with relatively isohydric species (drought avoiders) that are growing close to their physiological limits, thinning is recommended to maintain a less negative water balance and thus foster tree growth, and ultimately the survival of forest trees under drought.

20 Jahre Waldföhrensterben im Wallis: Rückblick und aktuelle Resultate

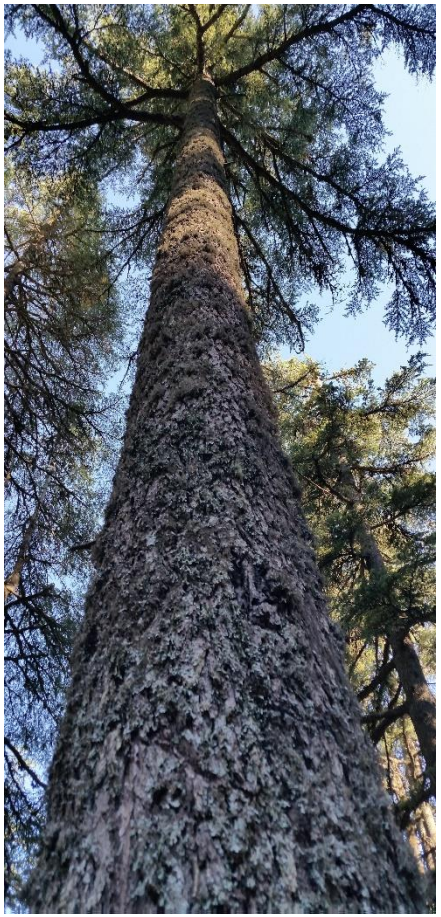
reduzierte die Trockenheit das Wachstum und brachte die Bäume zum Absterben. Die Resultate aus den Experimenten legen nahe, dass auf Trockenstandorten mit starken Durchforstungen, allenfalls auch mit kontrollierter Beweidung, der Wasserbedarf der Wälder reduziert, die Wirkung von Trockenperioden abgeschwächt und die Widerstandskraft der Bäume erhöht werden kann.

Rigling et al. Schweiz Z Forstwes 169 (2018) 5: 242–250

UNI FREIBURG

Der Wunderbaum?

(*Cedrus libani* A. Rich.)

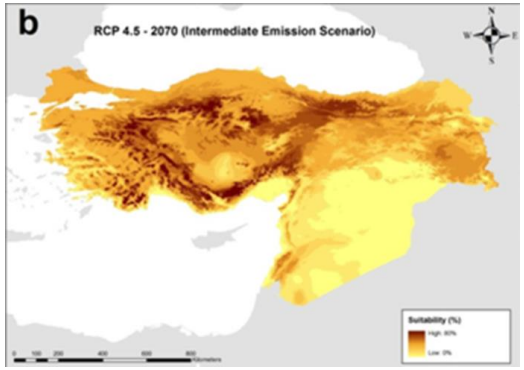


Professur für Forstökonomie und Forstplanung

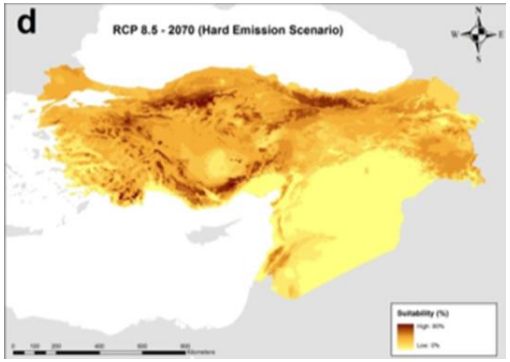
-35°C - + 40°C

< 500mm

RCP 4.5 2070



RCP 8.5 2070



Ayan, S. et al. 2019

UNI FREIBURG

Langfristige Entscheidungen in der Forstwirtschaft unter Unsicherheit

Professur für Forstökonomie und Forstplanung

- Umgang mit Unsicherheit – in der Vergangenheit
  - Spezialtabellen und andere forstliche Weltformeln
  - „Räumliche Ordnung“ - Idealisierte Waldlandschaften
  - Esoterik und fortgesetzter Determinismus
- Blick in die Zukunft – was erwartet uns?
  - Wohin gehen unsere Baumarten?
  - Nach der Störung ist vor der Störung
- Anpassungsstrategien
  - „Die Natur weist uns den Weg“ – oder „alles neu“ ?
  - Dichthalten als Alternative?
  - Der Wunderbaum
- Robuste Entscheidungen
- Schlussfolgerungen

UNI FREIBURG

Robuste Entscheidungen

Professur für Forstökonomie und Forstplanung

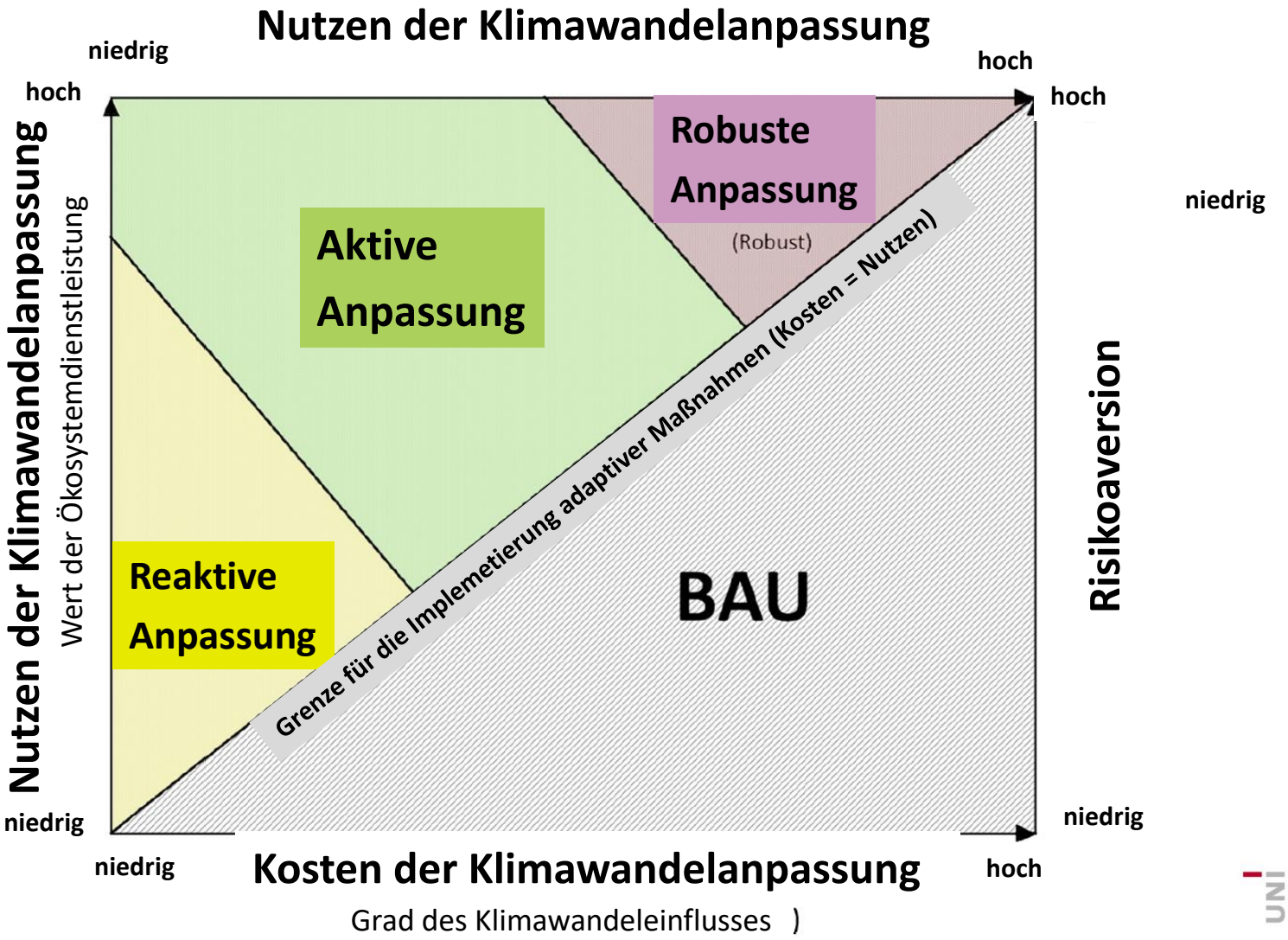
- Gehen von einer Vielzahl möglicher Zukünfte aus
- Beziehen „Worst case“ Szenarien mit ein
- Genügend („satisficing“) statt optimal
- Arbeiten mit Wegweisern („sign posts“) für Strategie-änderungen
- Sind stark an der lokal/regional wichtigsten Ökosystemdienstleistung orientiert – „Kielwasser“?
- Sind stärker experimentell ausgerichtet

UNI FREIBURG

Robuste Entscheidungen

(Entscheidungen unter großer Unsicherheit)

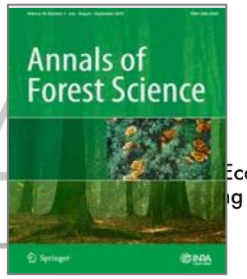
Professur für Forstökonomie und Forstplanung



Yousefpour et al. 2017, Annals of Forest Sciences

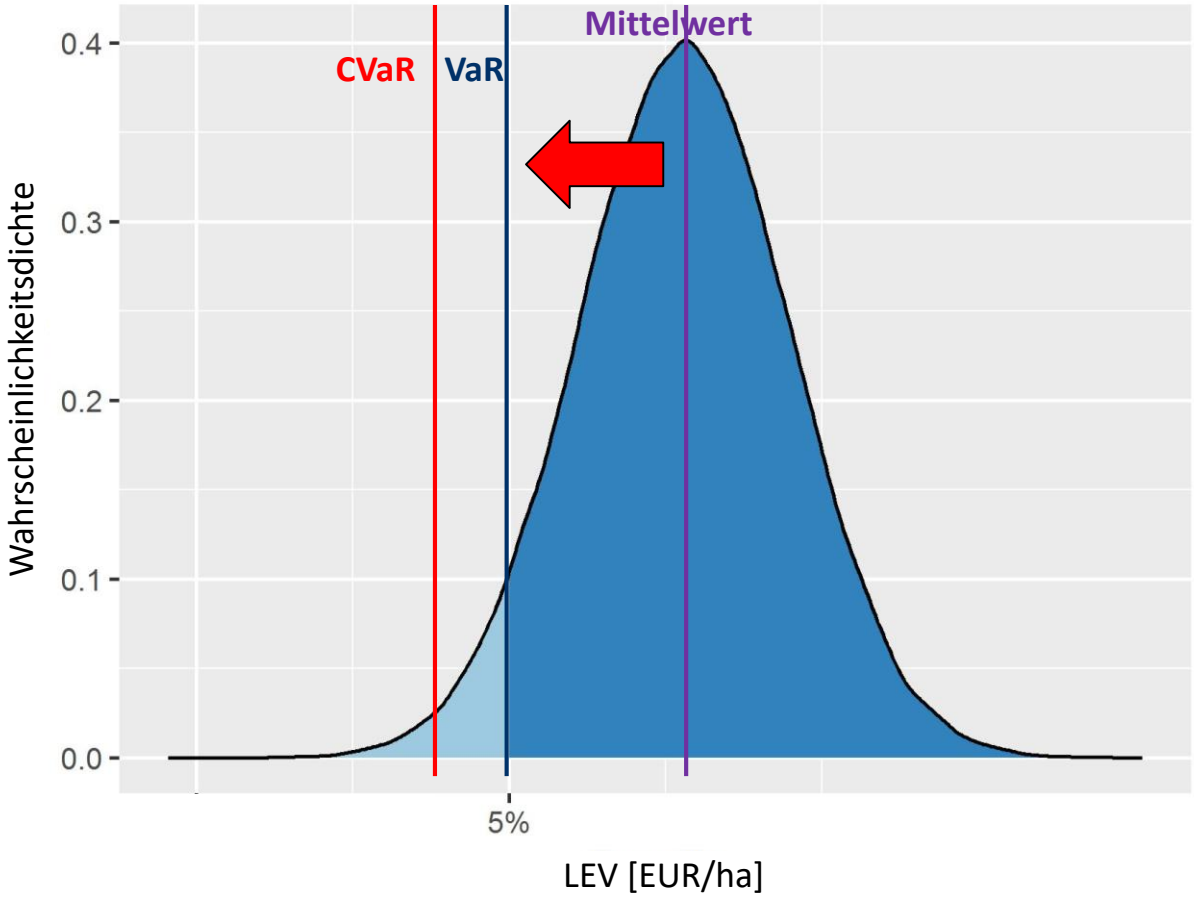
Quantifying the risk mitigation efficiency of changing silvicultural systems under storm risk throughout history

Fabian Müller, Andrey Lessa Derci Augustynczik, Marc Hanewinkel



Economics

Beispiel



- **Wert im Risiko** -“Value at Risk” (**VaR**) beschreibt den Wert, der mit 95 % Wahrscheinlichkeit nicht unterschritten wird
- “Conditional Value at Risk” (**CVaR**) ist der mittlere maximale Verlust in den 5% schlechtesten Fällen (“worst cases”)

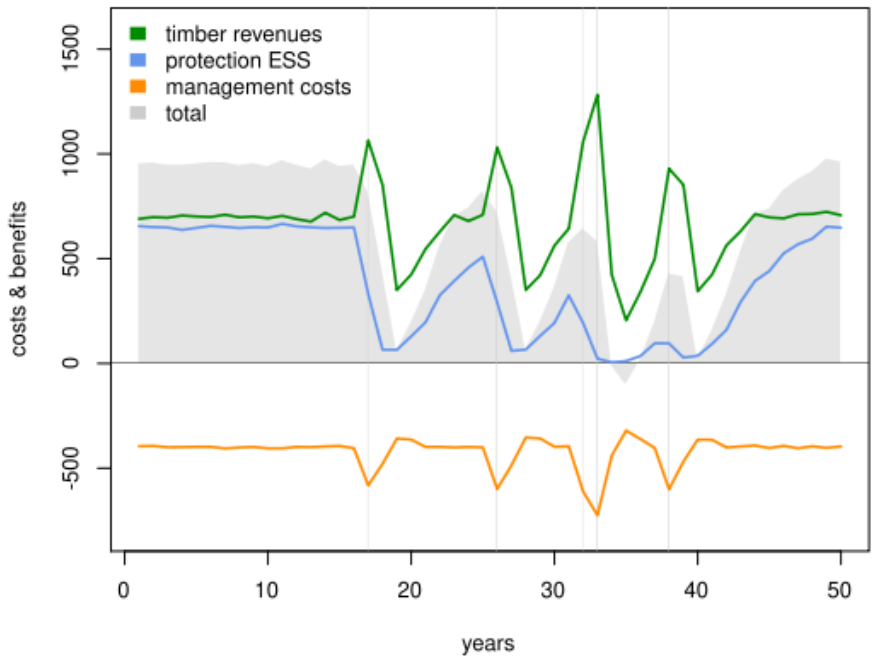
„ÖGD-“ orientierte Bewirtschaftung

„ÖGD-“ = Ökosystemgüter und -dienstleistungen

Professur für Forstökonomie und Forstplanung

Kostenminimierende Bewirtschaftung

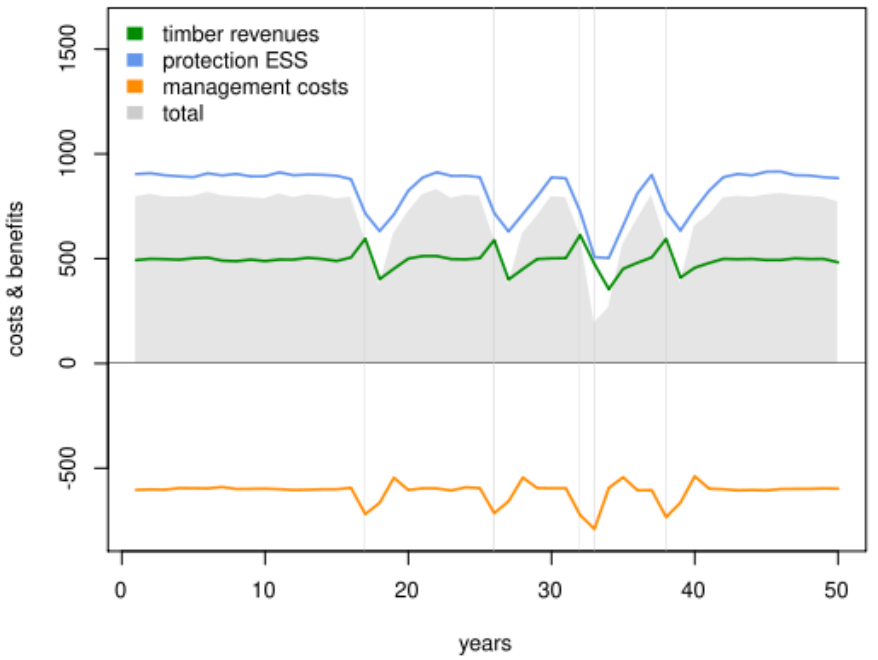
Konventionell incl. Störungen



- Homogene Altersstruktur
- Minimale Zahl an Eingriffen
- Lange Umtriebszeiten/ Ernte ausschließlich starker Bäume

„ÖGD“-erhaltende Bewirtschaftung

Resilienzorientiert incl. Störungen



- Heterogene Altersstruktur
- Mehr schwache (defizitäre) Eingriffe
- Risikoreiche Situationen vermeiden

Antkowiak, P. 2019

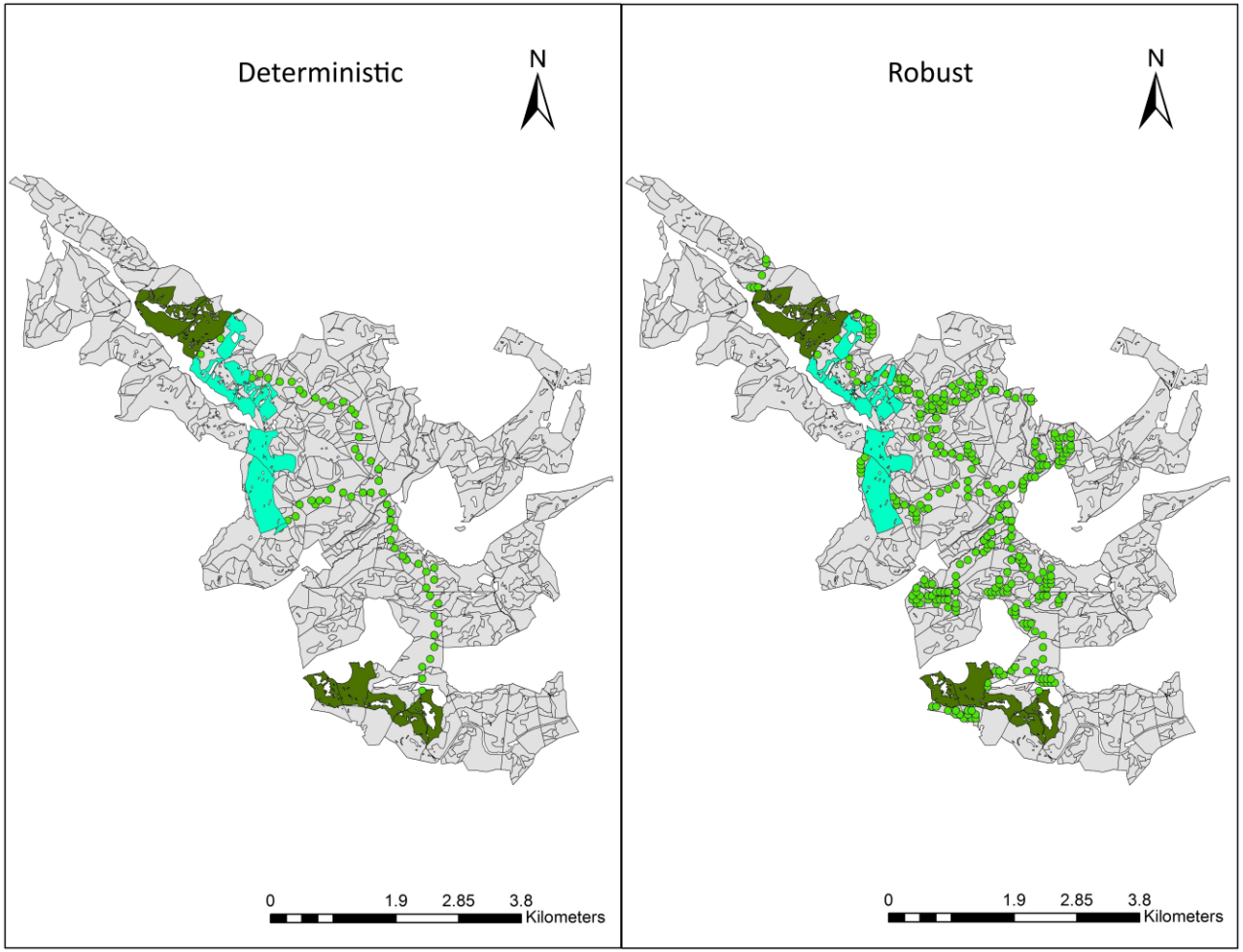
UNI FREIBURG

Multiple uncertainties require a change of conservation practices for saproxylic beetles in managed temperate forests

SCIENTIFIC REPORTS

Andrey L. D. Augustynczik, Rasoul Yousefpour & Marc Hanewinkel

- **Deterministische versus robuste Lösungen für Habitatnetzwerke**
- **Ökonomie**
- **Klima**
- **Störungen**



Schlussfolgerungen

Professur für Forstökonomie und Forstplanung

- Forstliche Vergangenheit: extrem deterministisch
- Unsicherheit wird in der Zukunft zunehmen
- Keine Patentlösungen („Dichthalten“, “Wunderbaum“)
- Nicht „alles neu“ aber nicht nur „Nichtstun“
- Bisher: hohes Niveau an Risiko
- Robuste Entscheidungen sind alternativlos – in Bezug auf alle Ökosystemdienstleistung

UNI FREIBURG