

Klimawandel und Waldwirtschaft: was sagen uns dynamische Modelle?



Harald Bugmann

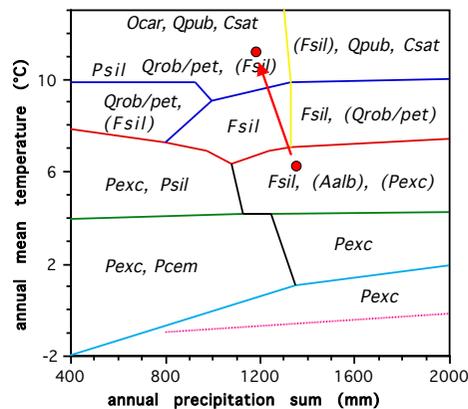
Waldökologie
Institut für Terrestrische Ökosysteme (ITES)
Department Umweltwissenschaften, ETH Zürich



Übersicht

- Methoden – die Rolle dynamischer Modelle
- Überblick über konkrete Forschungsprojekte
- Fallstudien mit den Modellen ForClim und LandClim (ETHZ)
 - Validation mit ertragskundlichen Daten
 - Definition von adaptiver Waldbewirtschaftung
 - Modellanwendungen unter Klimawandel
- Folgerungen

Methoden: Analogie-Schlüsse



nach Ellenberg (1996)

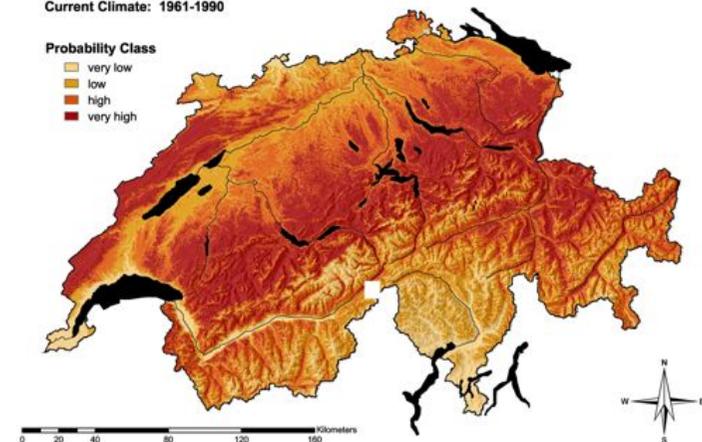
Methoden: Verbreitungskarten (1/3)



Picea abies

Current Climate: 1961-1990

Probability Class
 very low
 low
 high
 very high



N. Zimmermann (WSL)

Methoden: Verbreitungskarten (2/3)



- Klimaszenario nach IPCC Third Assessment Report (AR3)
- SRES-Szenario A1
- Klima-Modell (GCM) HadCM3, Aussagen für Jahr 2080 (sog. "Anomalien" = Unterschiede zu heutigem Klima)

	Δ Temperatur	Δ Niederschlag (pro Monat)
Jahresmittel	6.1 °C [±0.34]	+0.2 mm [±6.2]
<i>Sommer</i>	7.0 °C [±0.56]	-32.6 mm [±5.6]
<i>Winter</i>	5.1 °C [±0.26]	+33.0 mm [±8.8]
<i>Juni-August</i>	8.2 °C [±0.76]	-48.8 mm [±5.8]

N. Zimmermann (WSL)

Methoden: Verbreitungskarten (3/3)

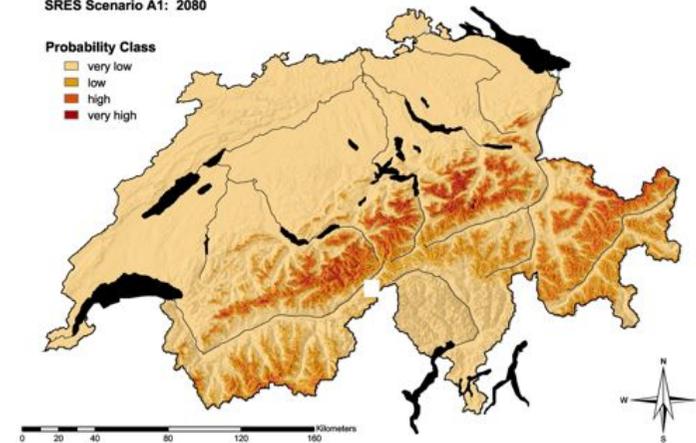


Picea abies

SRES Szenario A1: 2080

Probability Class

- very low
- low
- high
- very high

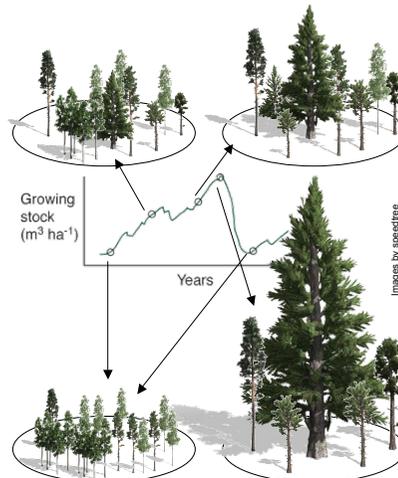


N. Zimmermann (WSL)

Dynamische Modelle



- Konzept des kleinflächigen Mosaiks von Sukzessions-Stadien (Gleason, Botkin, Shugart): sog. „Gap-Modelle“ (gap = Lücke)
- Quantitative Beschreibung der Baum-Populationsdynamik:
 - Sensitiv auf Klimafaktoren
 - Breiter Anwendungsbereich
- Mit oder ohne räumliche Effekte (Samenverbreitung, Störungen)
- An ETH entwickelt/verwendet:
 - ForClim
 - LandClim



Bugmann (2001), *Clim. Change*

Konkrete Forschungsprojekte



- COST FP0603: “Forest models for research and decision support in sustainable forest management” (2007-2011)
 - u.a. Projekt von Livia Rasche (ETHZ), basierend auf ForClim
- EU FP7 MOTIVE: “Models for Adaptive Forest Management” (2009-2013)
 - u.a. Projekt von Christian Temperli (ETHZ), basierend auf LandClim
 - auch: Projekt von Manfred Lexer (BOKU), basierend auf PICUS
- viele weitere Projekte bringen (Teil-)Erkenntnisse

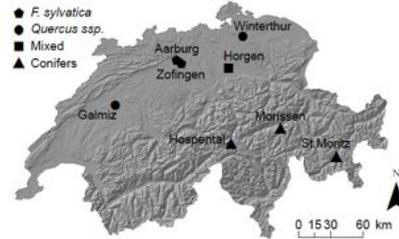
Zukunft:

- BAFU-Programm “Wald und Klimawandel”: Call “Klima-anfällige Standorte” (2011-2014), verschiedene Projekte
- EU FP7 ARANGE (2012-2015?): “Advanced multifunctional forest management in European mountain ranges”
 - Koordination bei BOKU (M. Lexer), u.a. Projekt von ETHZ

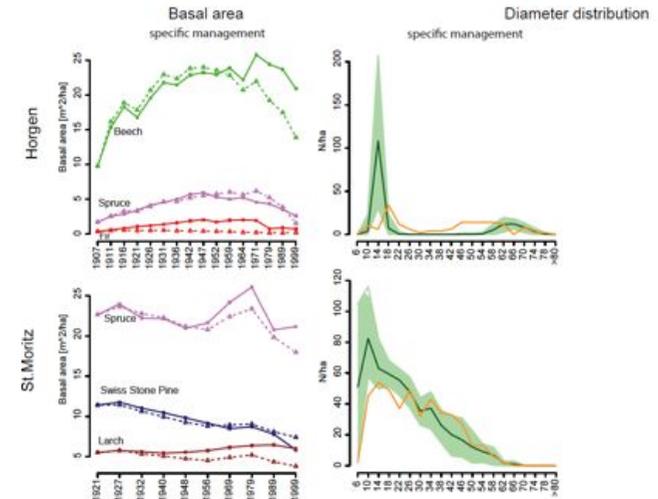
COST FP0603: Bestandes-Dynamik



- Acht Ertragskunde-Bestände der WSL
- Initialisierung mit Einzelbaumdaten der ersten Inventur (1890-1933)
- Management-Modul: parametrisiert für Eingriffe in exakt jenen Jahren, in denen sie auch in Wirklichkeit vorgenommen wurden, mit der gleichen Intensität und die gleichen Arten betreffend
- Simulation bis zur letzten Inventur; Vergleich u.a. simulierte – gemessene Durchmesserverteilung



COST FP0603: Bestandes-Dynamik



Rasche et al. (2011), *J. Appl. Ecol.*

MOTIVE: Adaptives Wald-Management



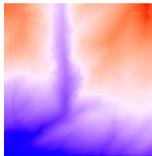
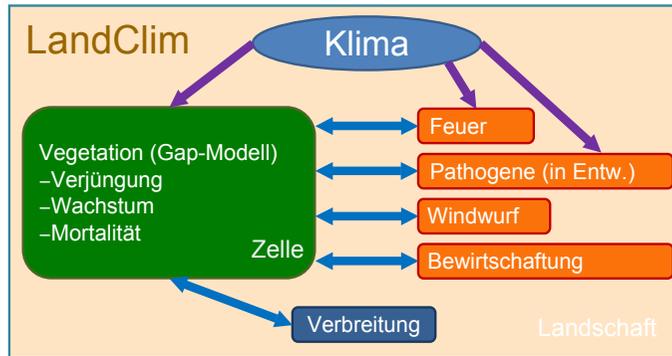
Typologie möglicher Bewirtschaftungs-Ansätze:

1. „Traditionalistisch“: *Traditionen*
 - Bewirtschaftungsentscheide basieren auf Traditionen
 - Keine Berücksichtigung von Klimaveränderung und Unsicherheiten
2. „Reaktiv“: *Heutiges Wissen*
 - Berücksichtigt den aktuellen Waldzustand und das heutige Wissen
3. „Trend-adaptiv“: *Experten-Vorhersagen*
 - Berücksichtigt den aktuellen Waldzustand sowie die Aussagen von Experten bezüglich der zu erwartenden Veränderungen (eine Vorhersage)
 - Verschiedene Untertypen denkbar
4. „Vorwärtsschauend-adaptiv“: *Inhärente Unsicherheiten*
 - Berücksichtigt fortlaufend neue Erkenntnisse inkl. Unsicherheiten
 - Führt zu optimalen Entscheidungen

MOTIVE: Adaptives Wald-Management



MOTIVE: Das Modell LandClim

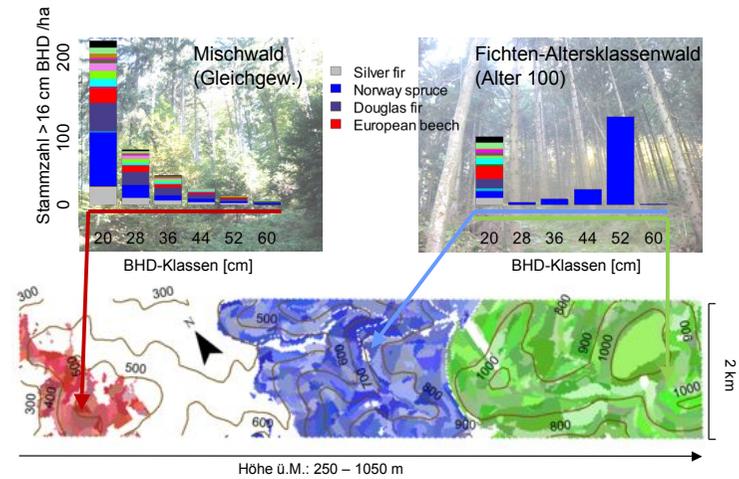


Räumlich explizite Eingangs-Daten:

- Höhe ü.M.
- Exposition
- Neigung
- Wasserhaltekap.
- Monatl. Witterung
- Verbiss
- Bewirtschaftung
- Bodentypen

Schumacher et al. (2006), *Landsc. Ecol.*

Fallstudie Schwarzwald

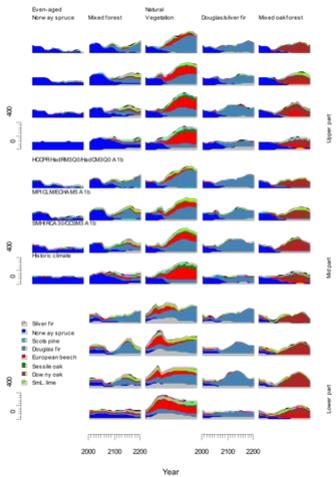


Daten Bundeswaldinventur aus Yousefpour et al. (2010), *Env. Management*

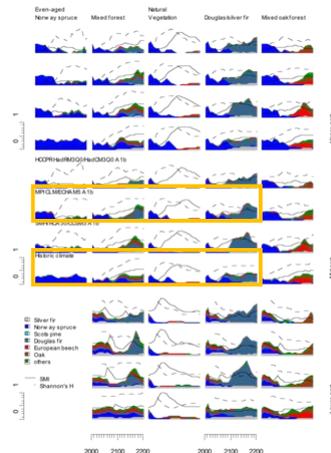
MOTIVE: Ergebnisse



Wald-Zustand

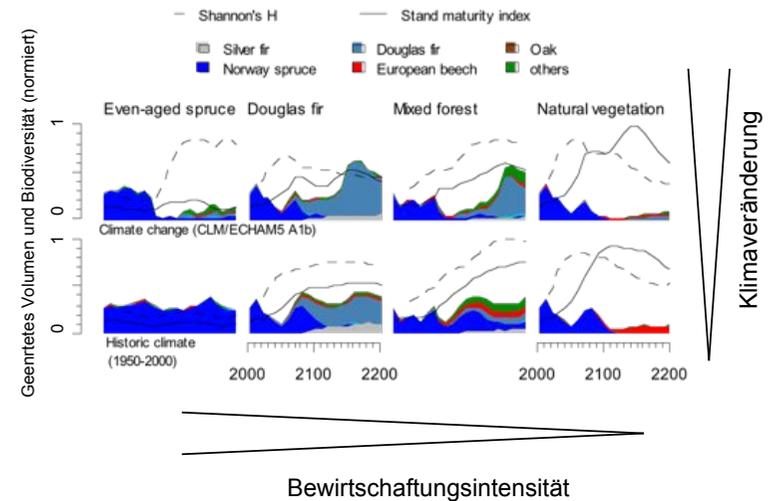


Ökosystem-Leistungen



Temperli et al. (2011), *in Vorb.*

MOTIVE: Ergebnisse



Bewirtschaftungsintensität

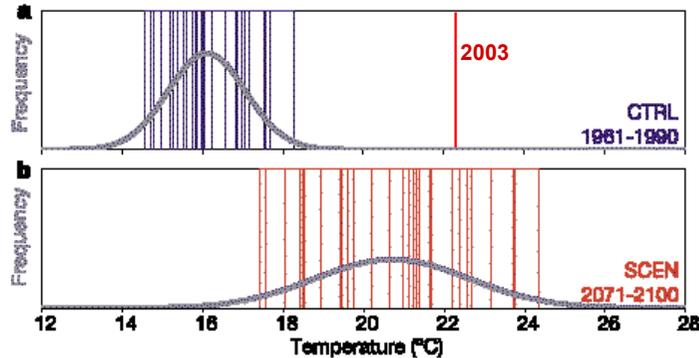
Klimaveränderung

Temperli et al. (2011), *in Vorb.*

Achtung, Extremereignisse!



- Sommertemperatur (Juni-August) im Schweizer Mittelland:



Schär et al. (2004), *Nature*



Klimawandel und Waldwirtschaft: was sagen uns dynamische Modelle?



Danke für die Aufmerksamkeit!

<http://www.waldoekologie.ethz.ch>

Folgerungen



- Grosse Bedeutung dynamischer Modelle für Abschätzung zukünftiger Dynamik; ihre lokale Anwendbarkeit nimmt zu
- Laufende und zukünftige Forschungsprojekte auf nationaler und europäischer Ebene liefern wichtige Informationen
- “Adaptives Management” ist mehr als ein Schlagwort, kann operationalisiert werden (z.B. MOTIVE)
- Schwarzwald: drastische Unterschiede in Ökosystem-Leistungen je nach Klima und Bewirtschaftung
- Wissenschaftliche Erkenntnisse als Entscheidungs-*unterstützung* – der Entscheid verbleibt vor Ort!