

# Untersuchungen zur Anpassungsfähigkeit hessischer Buchenwälder an veränderte Klimabedingungen

Johannes Eichhorn und Markus Wagner  
Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen



NW-FVA  
Nordwestdeutsche  
Forstliche Versuchsanstalt



Forschungsprogramm INKLIM-A

11. Juni 2015





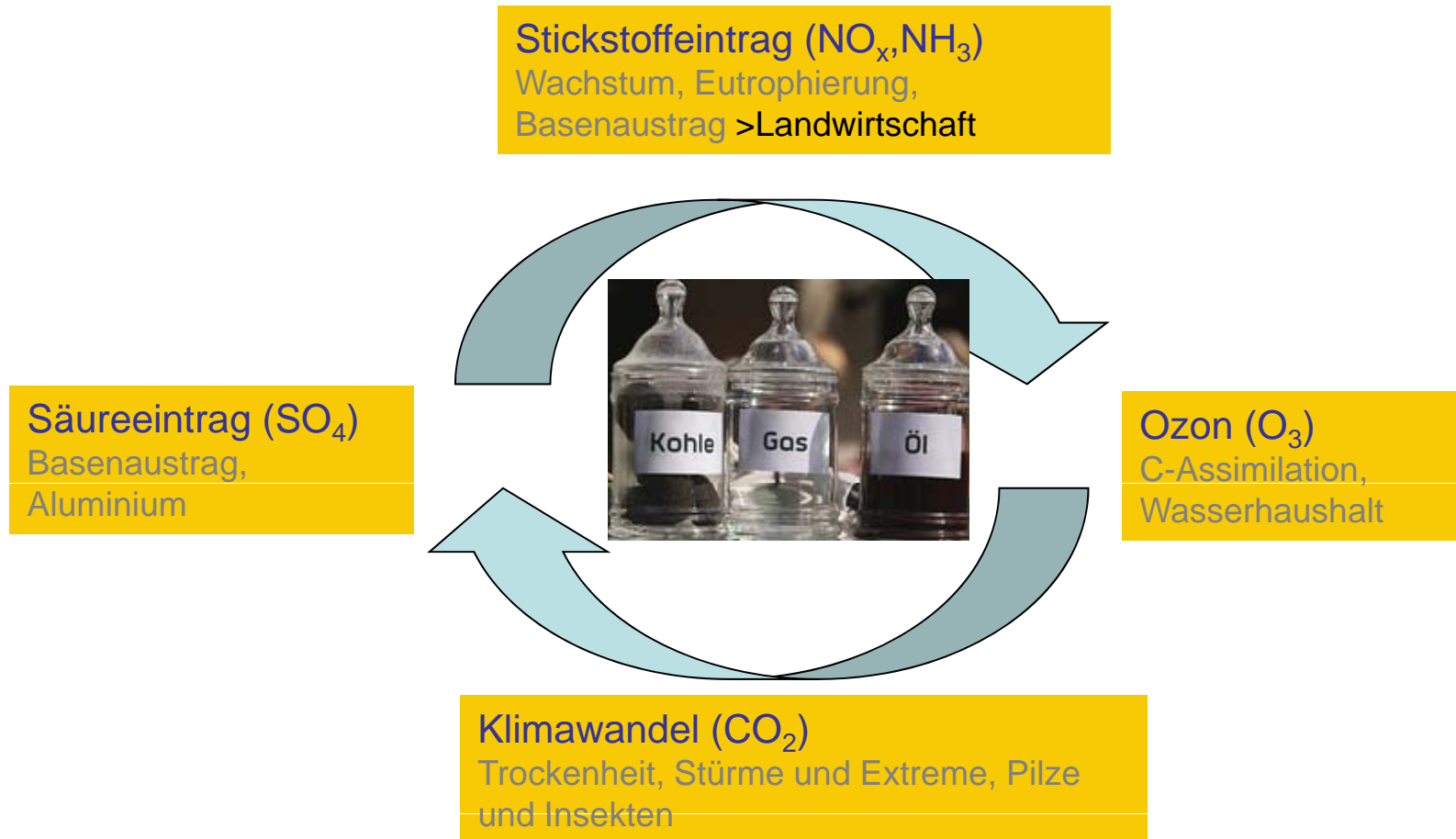
# *Anpassungsfähigkeit hessischer Buchenwälder an veränderte Klimabedingungen*

„Sicherer Handlungsraum“ (SRU, 2015) der Waldentwicklung

## *Fragen:*

- Wie reagieren Buchen auf Klimastress?
- Wie reagiert das Durchmesserwachstum Buche auf Klimastress?
- Bestehen Optionen einer waldbaulichen Anpassung?

# *Folgen fossiler Energie und intensiver Landwirtschaft*



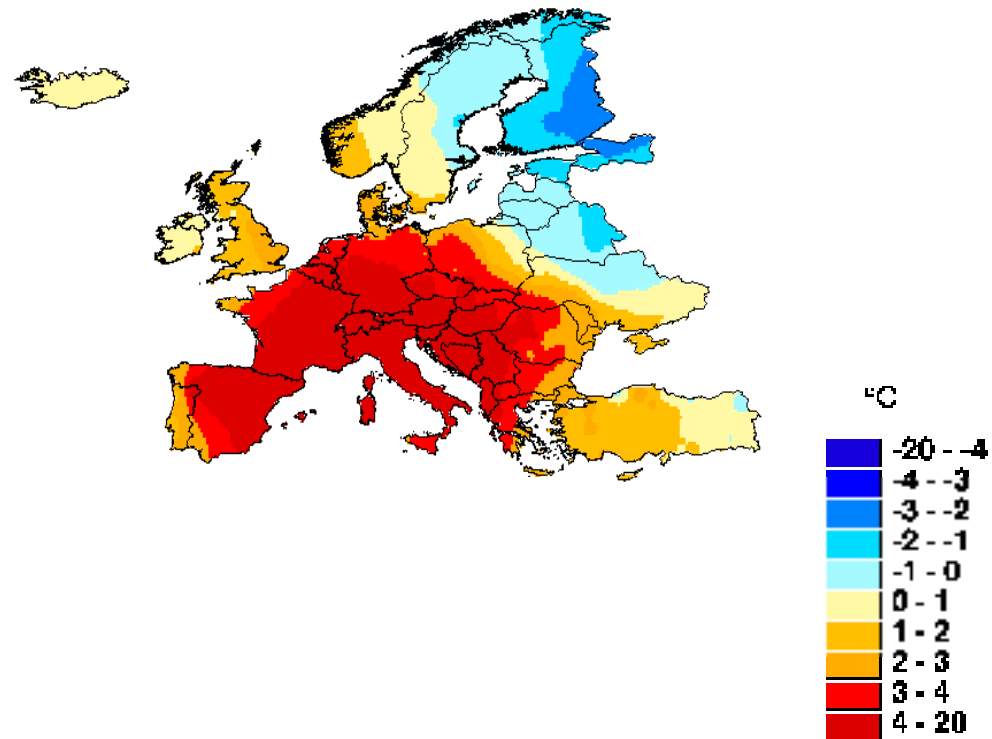
# *Konzept*

## *Datengrundlage*

- Datenbasis sieben hessische Intensiv Messflächen, 55/139 Flächen der Waldzustandserhebung
- DWD

# *Extremsommer 2003 als Beispiel*

## *Abweichung der maximalen Temperatur Juni 2003*



(Rebetez et al. 2006)

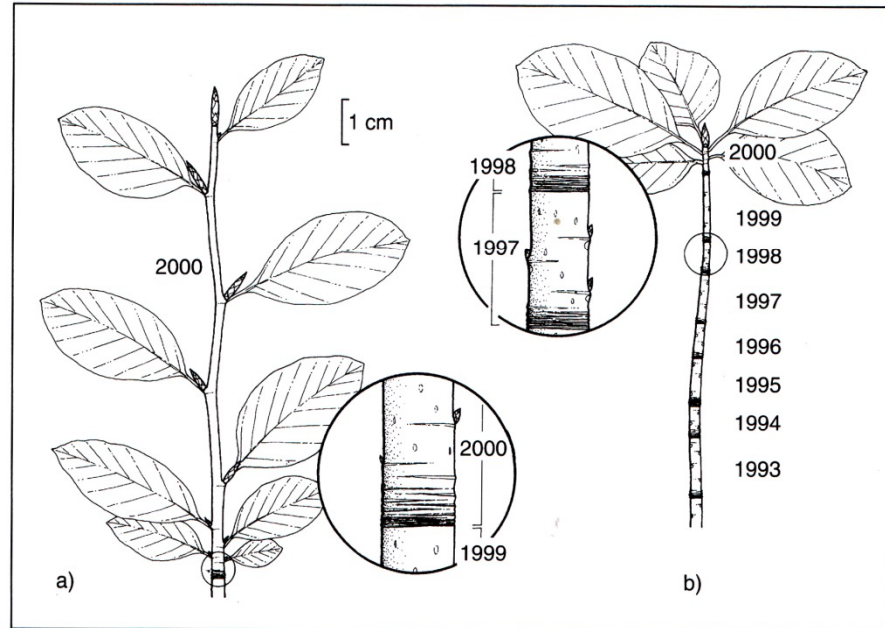
# *Reaktion der Buche?*



6



# Verzweigungsstruktur und Belaubung



Langtrieb

Kurztriebketten

Roloff, 2001

# *Durchmesserwachstum Buche*





# *Fruchtbildung Buche*



# *Wurzel Buche*





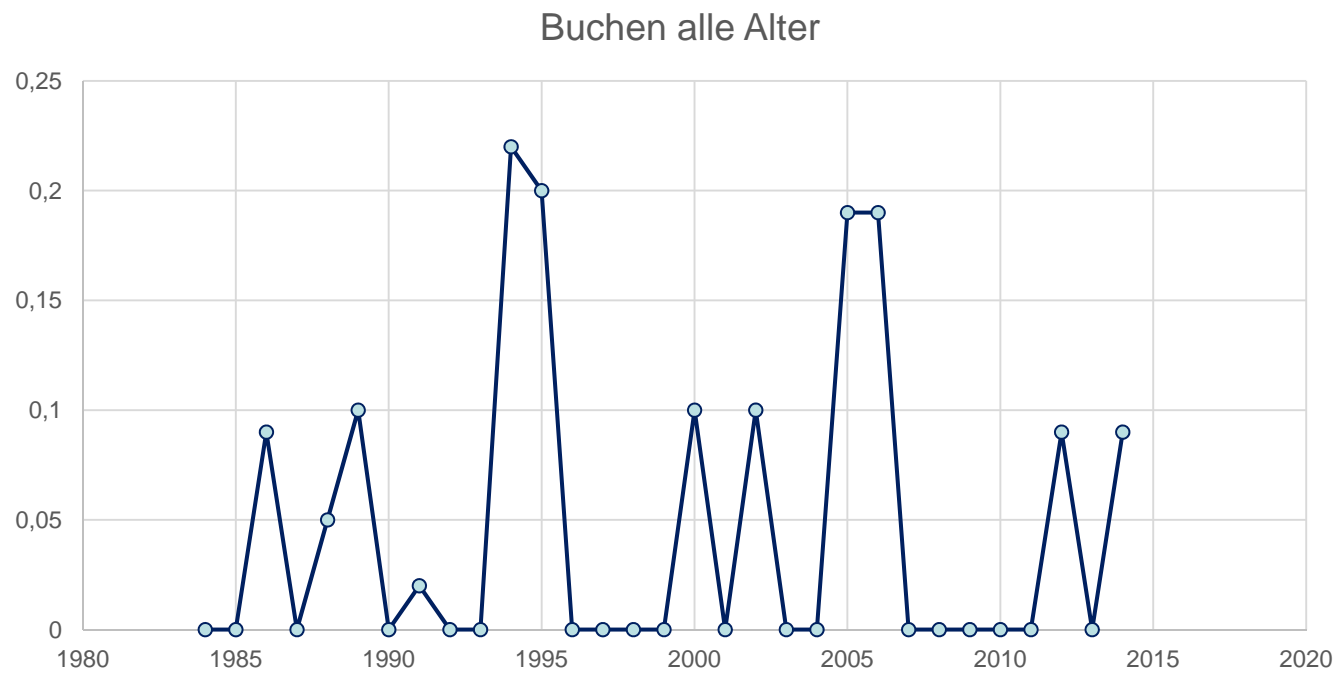
# *Absterberate Buche*



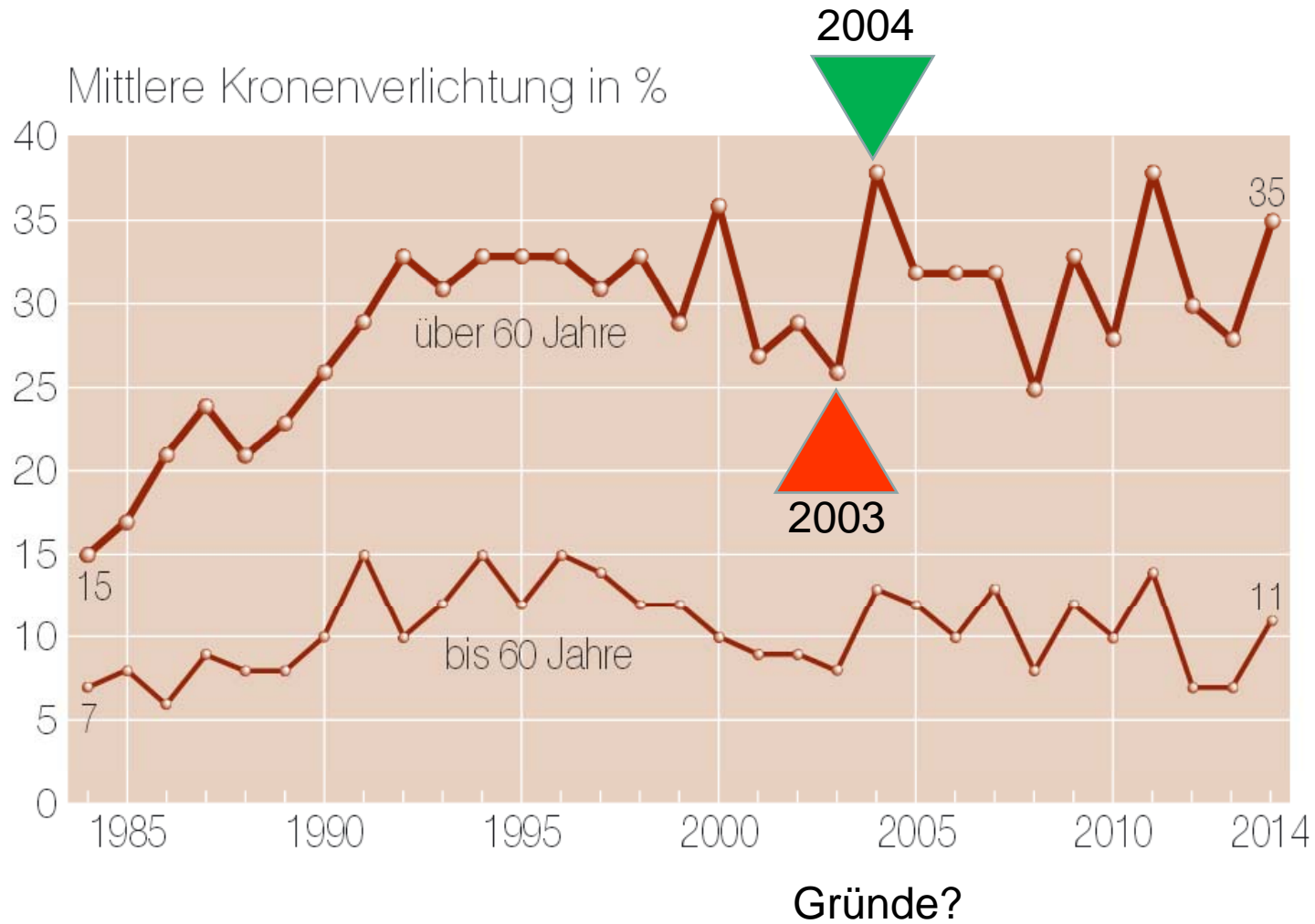


# *Absterberate Buche*

## *Waldzustandserhebung Hessen (%)*



# Waldzustandserhebung Hessen Buche



# *Waldzustandserhebung Hessen Buche*





# *Wasserhaushalt Buche*



# *Kohlenstoff Allokation Buche vor und nach 2003*

## ■ Intensives Monitoring Hessen

	Mittel 1998-2002	2004
		Biomasse in t ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
Stammholz, Zweige	6,7	3,3
Blätter	3,3	3,6
Frucht Kompartimente	1,8	4,6
Summe	11,8	11,5

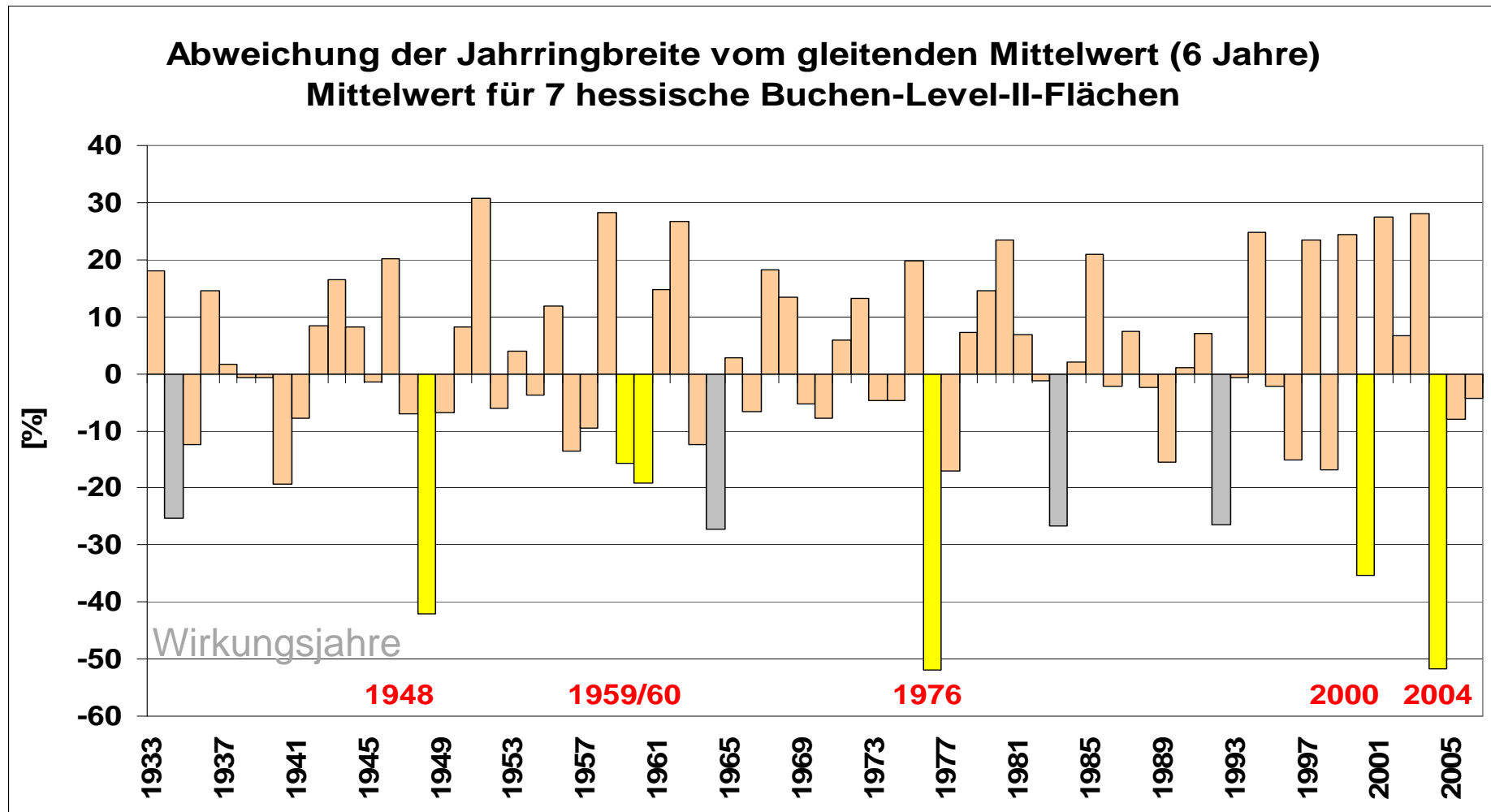
# *Reaktionsmuster Durchmesserwachstum Buche, Anpassungsoptionen*

## *Schritte*

- Entwicklung von Indikatoren für Durchmesserwachstum und für klimatische Einflussgrößen, erklärendes Modell
- Durchmesserwachstum in Projektionen bis 2100
- Forstliche Optionen einer Anpassung an den Klimawandel; insbes.: Beeinflusst Durchforstung Klimasensitivität der Buche
- Fazit: Zusammenfassende Bewertung



# Zielvariable: Abweichung der Jahrringbreite



# Trockenstressindikatoren für Wachstumsmodell

Variable	Definition	Einheit
$(KWB_{-1})^2$	(Klimatische Wasserbilanz Vegetationsperiode Vorjahr) <sup>2</sup>	[mm]
TT40 <sub>-1</sub>	Anzahl niederschlagsfreie Tage Vegetationsperiode Vorjahr, pflanzenverfügbares Bodenwasser < 0.4*nFK	[d]
BWD <sub>f</sub>	Defizitsumme (potenziell - real pflanzenverfügbares Bodenwasser), frühe Vegetationsperiode	[mm]
$mET_{rel}$	mittlere relative Evapotranspiration Vegetationsperiode	[mm]

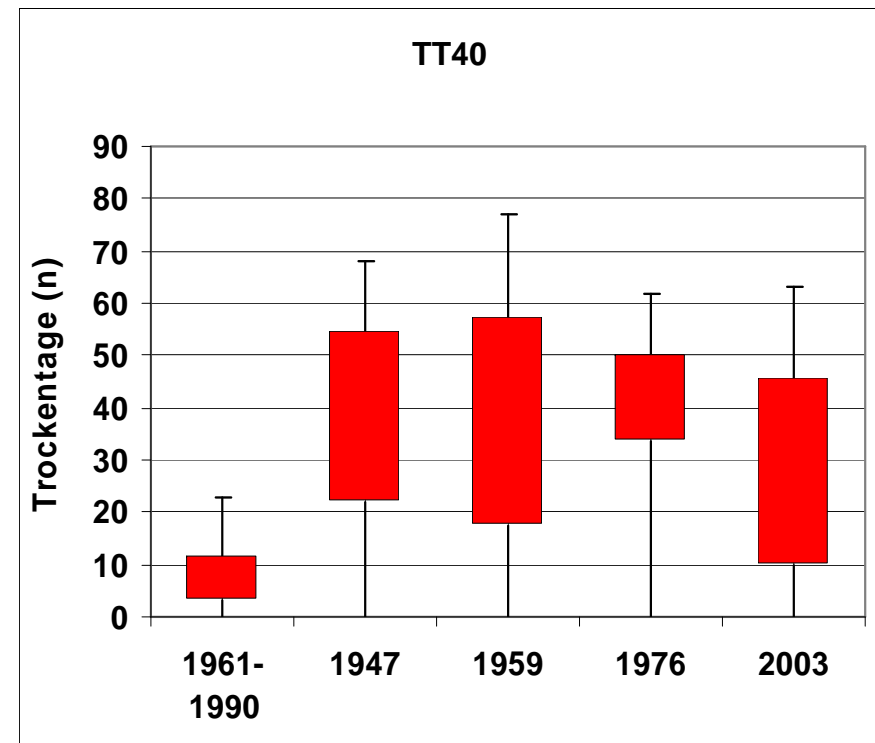
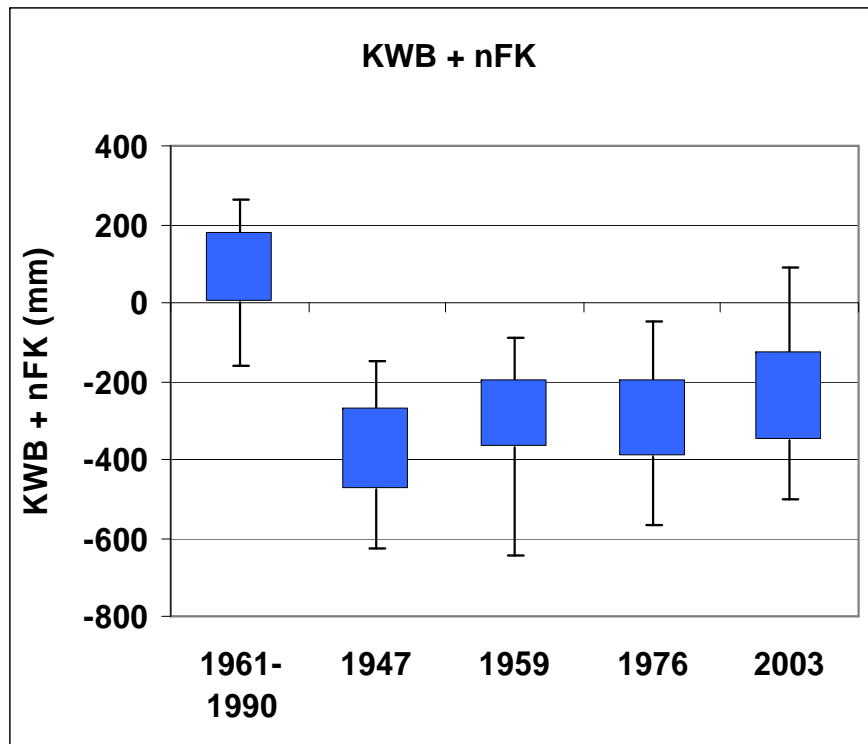
## Modellprüfung

- AIC,  $r^2$ , MR (Bias), RMSR

model	R <sup>2</sup>	MR	RMSR
LM3	0.27	$6,03 \times 10^{-16}$	18,7

- Residualanalyse, räumlicher u. zeitlicher Autokorrelationstest
- R Package gvlma (Pena & Slate 2006)

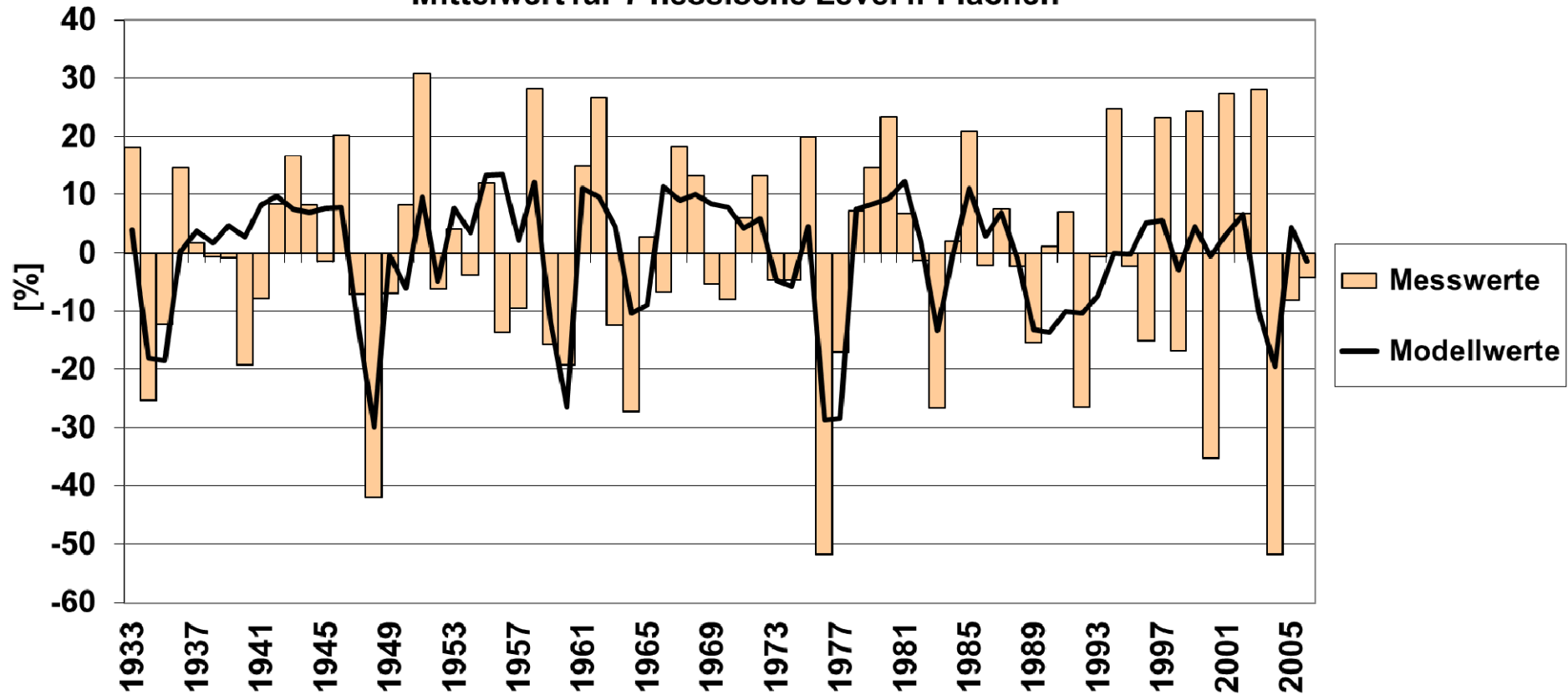
# Trockenstressindikatoren in Extremjahren





# Vergleich Modellwerte – Messwerte JRBabw

Abweichung der Jahrringbreite vom gleitenden Mittelwert (6 Jahre)  
Mittelwert für 7 hessische Level II-Flächen

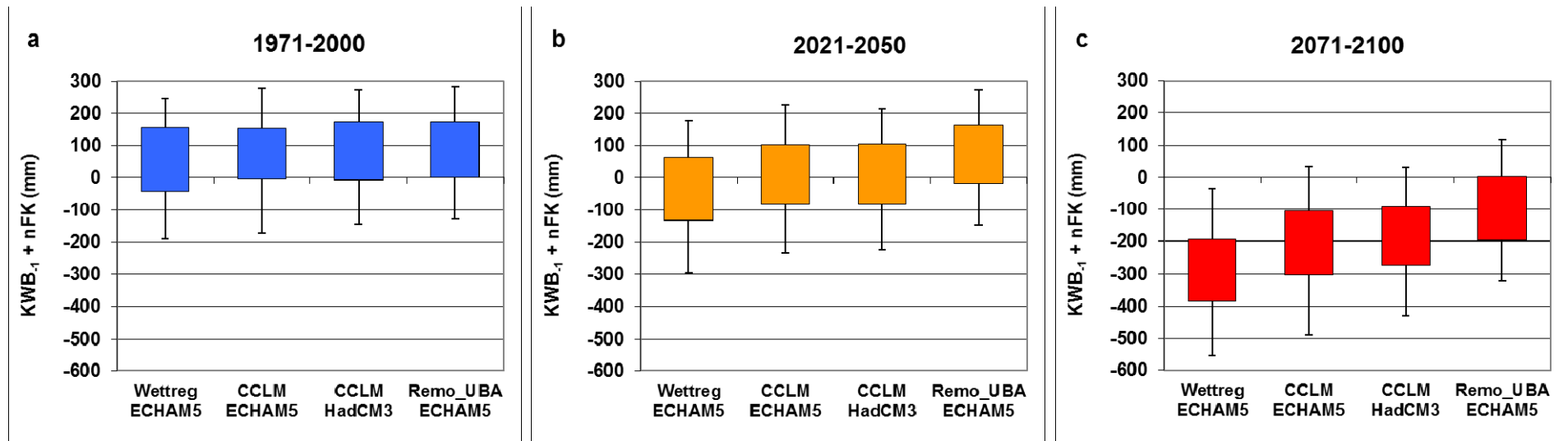


# *Definition Risikostufen für trockenstressbedingte Zuwachsrückgänge*

Median der JRBabw (%)	KWB <sub>-1</sub> +nFK (mm)	Anzahl TT40 <sub>-1</sub>	Risikostufe
-5	-100 bis -169	9-23	gering
-15	< -169 bis -259	24-40	mittel
-30	< -259	> 40	hoch

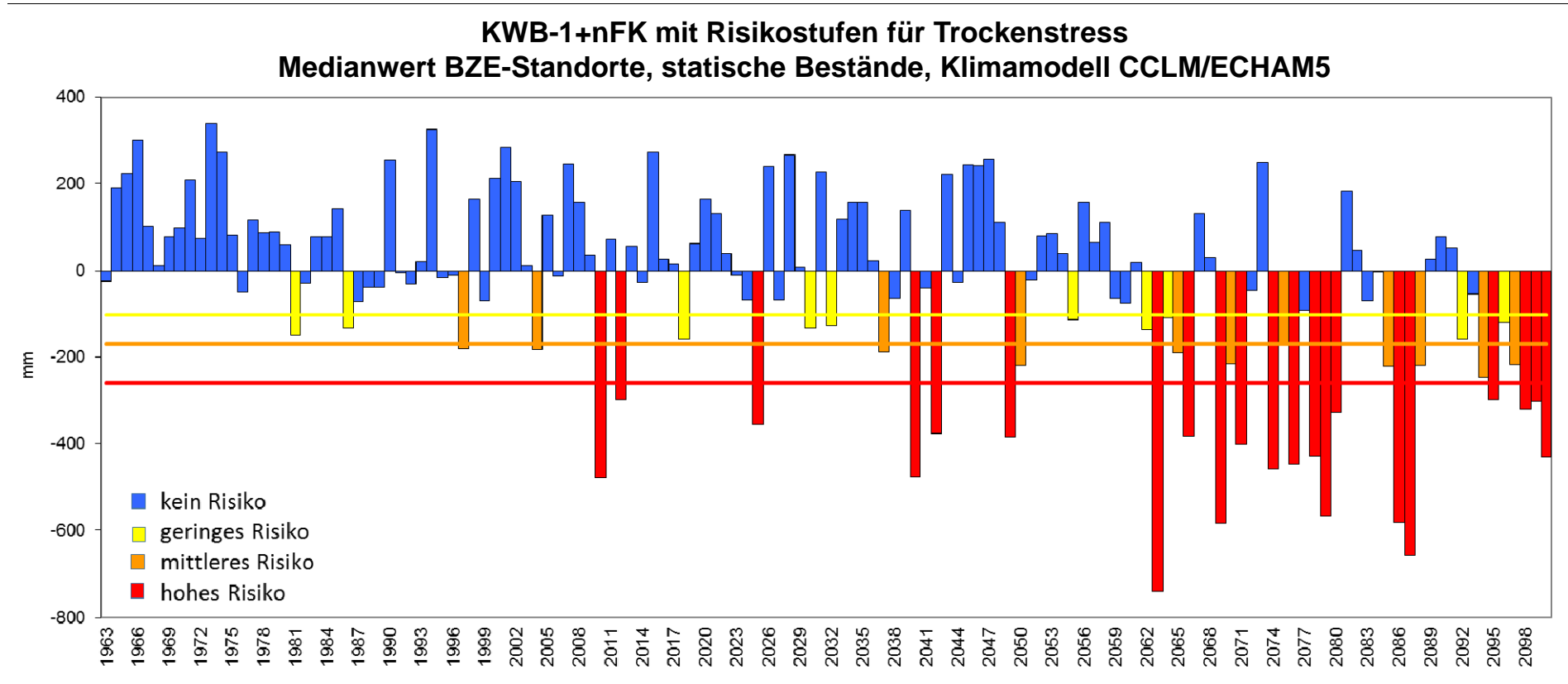
# *KWB+nFK, Vergleich verschiedener Klimamodelle*

Globalmodell	Regionalmodell
ECHAM5	WettReg2010
ECHAM5	CCLM
HadCM3	CCLM
ECHAM5	Remo_UBA



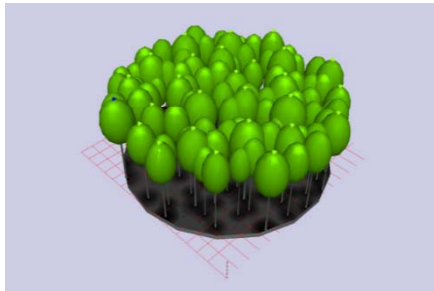


# Projektion KWB+nFK, 1963 bis 2100



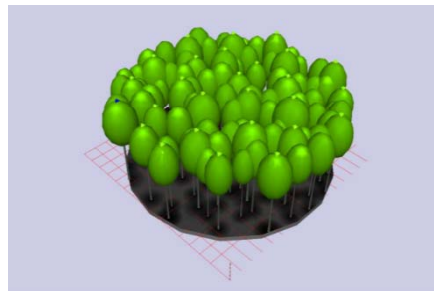
# Berücksichtigung Waldmanagement

## Statischer Bestand, Zustand von 2010



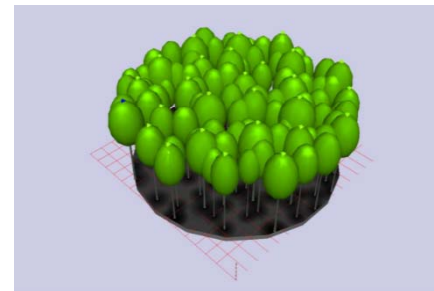
2020

LAI = 8.8



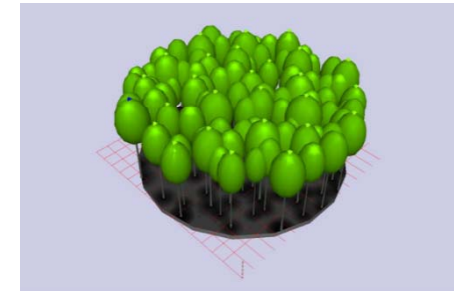
2030

LAI = 8.8



2045

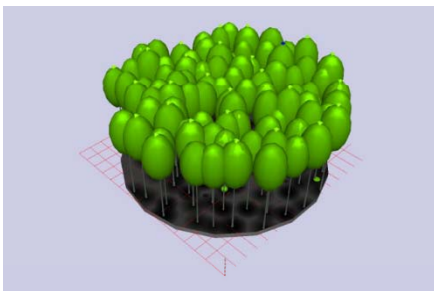
LAI = 8.8



2070

LAI = 8.8

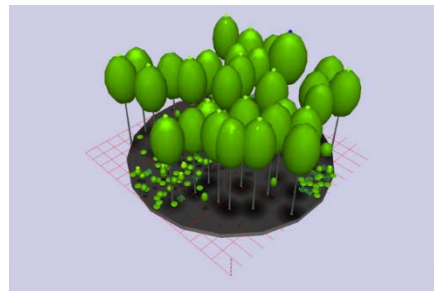
## Durchforstung, Zielstärkennutzung (2020-2045)



2020

Beginn Zielstärkennutzung

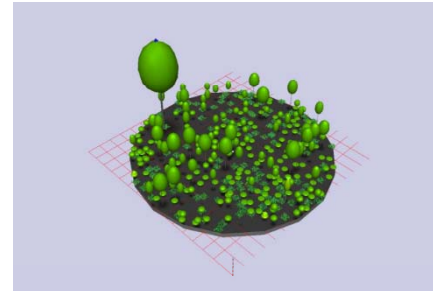
LAI = 8.0



2030

Zielstärkennutzung

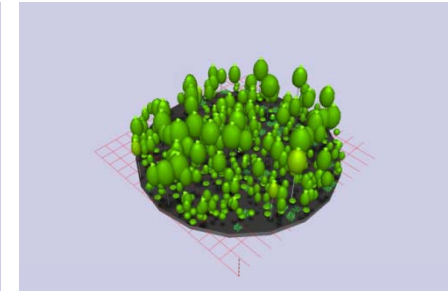
LAI = 5.0



2045

Zielstärkennutzung Endphase

LAI = 2.0



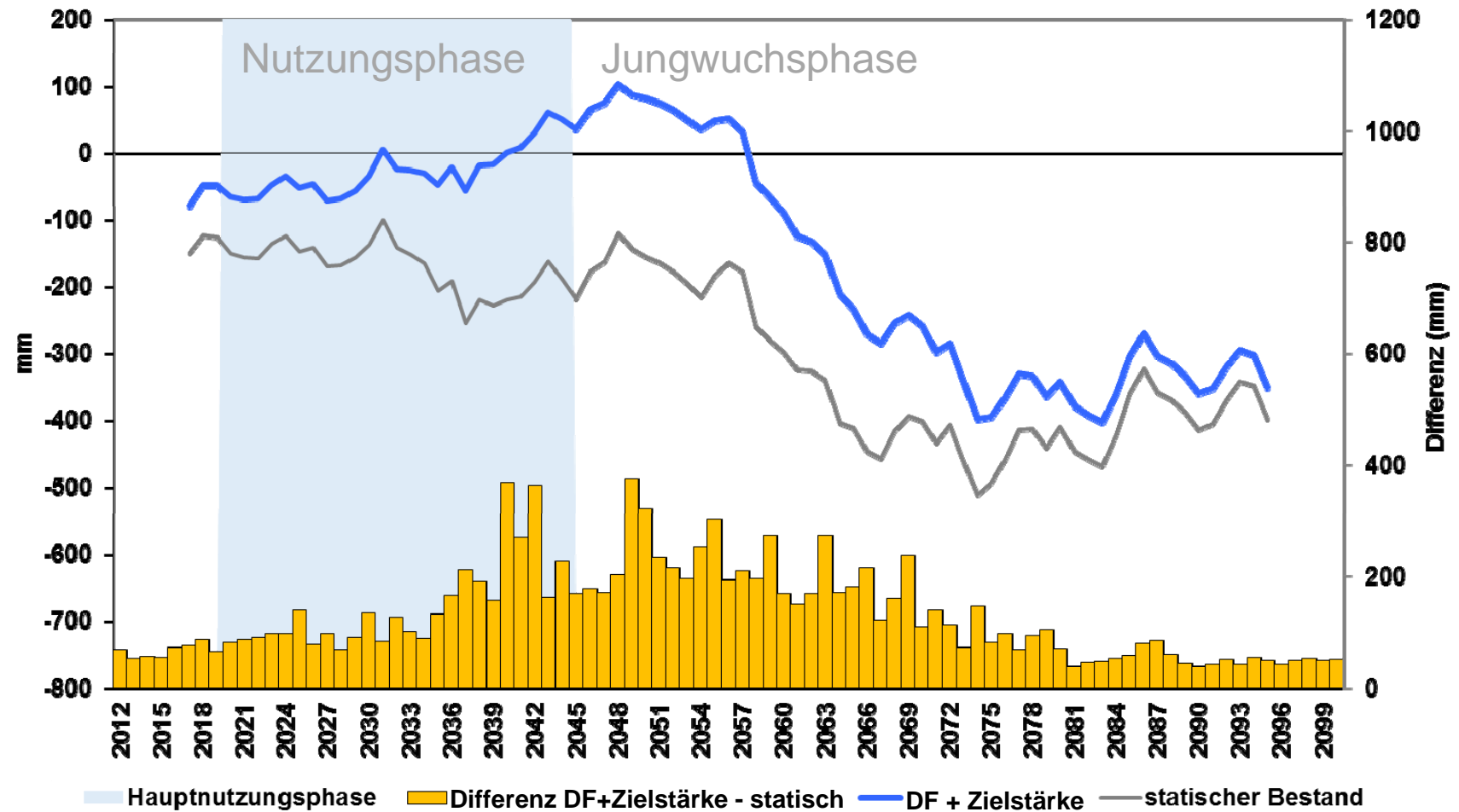
2070

nachfolgender Jungbestand

LAI = 4.0

# Entwicklung KWB+nFK mit Waldmanagement

BZE II-Plot 14902 - KWB<sub>1</sub>+nFK - 2012 bis 2100

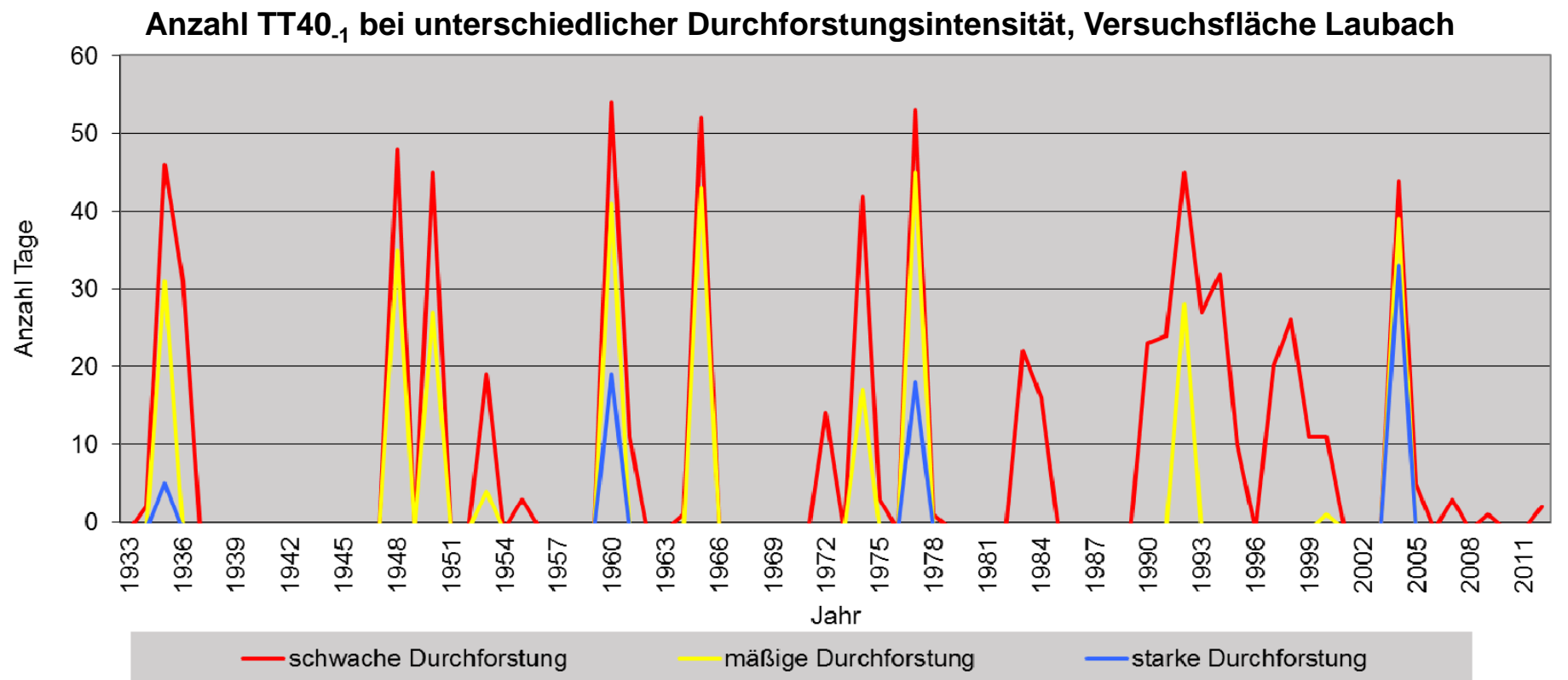




# Auswirkung unterschiedlicher Durchforstung

## Versuch Laubach, Versuchsbeginn: 1886

Durchforstungsintensität: Niederdurchforstung mit A-, B- und C-Grad



# *Forstliche Anpassungsstrategien an Trockenphasen*

## **Handlungsfelder**

1. Stabilisierung der vorhandenen Buchenwälder
2. Senkung und Verteilung der Risiken
3. Standortgemäßer Waldumbau
4. Forstliches Monitoring

# *Forstliche Anpassungsstrategien an Trockenphasen*

## Handlungsfelder

### 1. Stabilisierung der vorhandenen Buchenwälder

2. Senkung und Verteilung der Risiken

3. Standortgemäßer Waldumbau

4. Forstliches Monitoring

- **Läuterungsphase** mit Protzenaushieb, Förderung von Mischbaumarten;
- **Durchforstung** mit Entnahme starker, qualitativ schlechter Bäume, aber Erhaltung des Unterstandes (Dichtereduktion, früheres Erreichen der Nutzungszielstärke, Verkürzung der Phasen sehr hoher Transpiration);
- **gestaffelte Hochdurchforstung** (Senkung der Produktions- und Gefährdungszeiträume);
- **Zielstärkennutzung**

# *Forstliche Anpassungsstrategien an Trockenphasen*

## **Handlungsfelder**

1. Stabilisierung der vorhandenen Buchenwälder
  - 2. Senkung und Verteilung der Risiken**
  3. Standortgemäßer Waldumbau
  4. Forstliches Monitoring
- **Z-Bäume** in ausreichender Anzahl (80/ha) als rollierendes System
  - **Ungleichaltrige Bestandesstruktur**



# *Forstliche Anpassungsstrategien an Trockenphasen*

## **Handlungsfelder**

1. Stabilisierung der vorhandenen Buchenwälder
  2. Senkung und Verteilung der Risiken
  3. **Standortgemäßer Waldumbau**
  4. Forstliches Monitoring
- **Mischbestände** mit Spitzahorn, Linde, Vogelkirsche, Douglasie, Weiß- und Küstentanne, Roteiche; Einbeziehung aller Begleitbaumarten (Birke, Aspe, Eberesche, ...); Frage Jagd
  - **Hiebsform Femelschlag** fördert Einbringung lichtbedürftiger Mischbaumarten und strukturreichere Bestände

# *Forstliche Anpassungsstrategien an Trockenphasen*

## **Handlungsfelder**

1. Stabilisierung der vorhandenen Buchenwälder
2. Senkung und Verteilung der Risiken
3. Standortgemäßer Waldumbau
4. **Forstliches Monitoring**
  - **Information als Entscheidungsgrundlage**
  - **BWaldG §41 a, ForUmV**

# Zusammenfassung

- Mehrfachwirkungen verschiedener Umwelteinflüsse
- Reaktion der Buche
  - Zeitlich entkoppelte Reaktionen, Veränderte Kohlenstoffallokation
  - Geringe Absterberate 1985 bis heute, Risiko warm trockener Doppeljahre
- Zuwachsmmodell gibt hydrologisch-klimatische Extremjahre gut wieder (1948, 1959/60, 1976, 2000, 2003)
- Sensitive Trockenstressindikatoren
- Zukünftige Entwicklung
  - Unterschiede Klimamodelle
  - (2071-2100): Häufung wachstumskritische Jahre, „Doppeljahre“; Risiko: erhöhter Mortalität der Buche
- Forstliche Anpassungsstrategien, Monitoring (BWaldG)





**Danke für Ihr Interesse**

[Johannes.Eichhorn@nw-fva.de](mailto:Johannes.Eichhorn@nw-fva.de)

Klimawandel und seine Folgen für  
die Umwelt in Hessen, 11. Juni 2015

