



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Projektträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich GmbH

# Ertragskundliche und pflanzen- ökologische Methoden bei der Auswertung des Agrarholzanbaus

***Prof. Dr. D. Murach, Dipl.-Forstw. P. Walotek  
FH Eberswalde; Landesforstanstalt Eberswalde***



# Verbundprojekt DENDROM

Nachhaltige Produktion von DENDROMasse	Technik und Logistik	Ökologie und Naturschutz	Ökonomie und Gesellschaft	Querschnittsprojekte und Integration
Gesetzliche + administrative <b>Rahmenbedingungen (FHE)</b>	<b>Betriebswirtschaftliche Bewertung und Optimierung</b> von Pflanz-, Ernte-, + Lagerungstechnologien ( <b>LFE</b> , ATB)	<b>Landschaftsökologische Aspekte</b> der DENDROMasseproduktion ( <b>BTU</b> , Zalf)	<b>Clusteranalyse (IIWH, IÖW)</b>	<b>Szenarien und Leitbilder</b> einer nachhaltigen DENDROMasse Bereitstellung ( <b>FHE</b> , BTU, IÖW)
<b>Anbau + Nutzungsstrategien</b> von DENDROMasse ( <b>BTU</b> , FHE, LFE, HeRo )	<b>Nutzungsorientierte Konditionierung</b> von DENDROMasse ( <b>FEE</b> , IÖW, VW, CHOREN)	<b>LifeCycleAnalyse – basierter Vergleich</b> von DENDROMasse mit landwirtschaftlicher Biomasse ( <b>IÖW</b> )	<b>Betriebliche und regionale Entscheidungsmodelle</b> zur DENDROMasseproduktion ( <b>ATB</b> , BTU)	<b>Information, Kommunikation, Dialog</b> ( <b>ETI</b> , FEE, Projektpartner, Stakeholder)
<b>Nachhaltige Potenziale</b> von DENDROMasse ( <b>LFE</b> , FHE, BTU)	<b>Modelle zur integrierten Bereitstellung</b> von DENDROMasse im regionalen Maßstab ( <b>TFHW</b> )		<b>Ökonomisch-ökologische Bewertung</b> der DENDROMasseproduktion ( <b>IÖW</b> )	<b>Verbundkoordination</b> und zielgruppenorientierte Aufarbeitung der Ergebnisse ( <b>FHE</b> , IÖW, BTU)
<b>Ertragsmodelle</b> für landwirtschaftliche DENDROMasse ( <b>FHE/BTU</b> , HeRo, PIK)			<b>DENDROMasse – Zukunftsprodukte</b> ( <b>IÖW/FEE</b> , VW, Choren)	
			<b>Internationale Aspekte</b> einer nachhaltigen Bereitstellung von DENDROMasse ( <b>IÖW</b> , IIWH, VW, CHOREN)	

\*Modulverantwortliche hervorgehoben



# Gliederung des Vortrags

---

- **Einordnung in das Verbundprojekt DENDROM**
- **Ziele der Untersuchungen**
- **verwendete Methoden**
  - **zur Entwicklung von Ertragsfunktionen**
  - **für Vorratsbestimmungen**
    - Einzelbaum (Einzelstock)
    - Probeflächen
    - Massenfunktionen
  - **zur Standardisierung von Ertragsdaten**
- **Ergebnisse der eigenen Erhebungen 2005/2006**



# Ziele der Untersuchungen

- **pflanzenökologische Fragestellungen stehen im Vordergrund; hierzu sind Ertragsdaten erforderlich**
- **Prognose der Erträge für landwirtschaftliche Betriebe in Abhängigkeit vom Standort**
- **Schätzungen der Potentiale für landwirtschaftliche Flächen**
- **Zusammenarbeit und Abstimmung mit AGROWOOD u.a. AGs**



# Ertragsfunktionen

**Ertragsfunktionen werden benötigt für:**

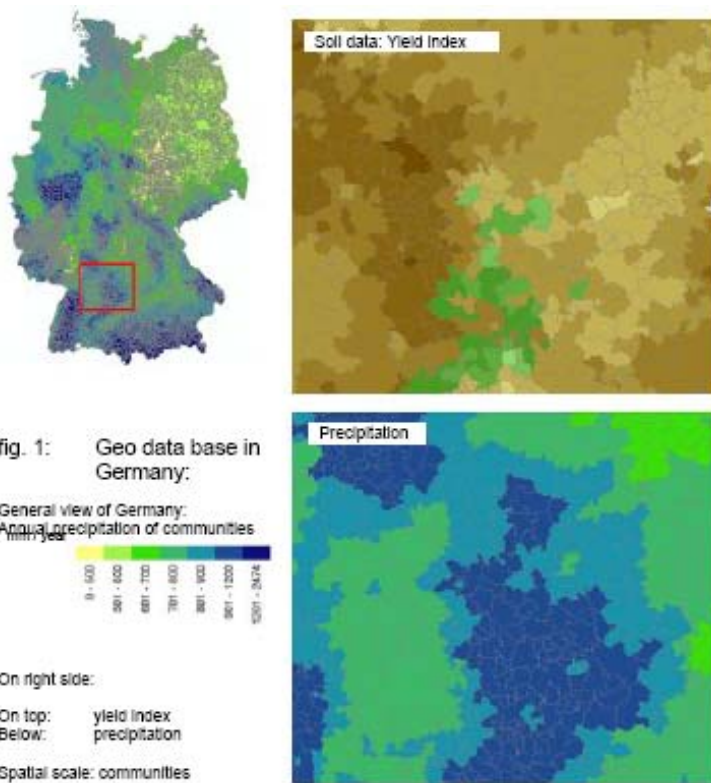
- **Prognose der Erträge in Abhängigkeit vom Standort**
- **Schätzungen der Potentiale für landwirtschaftliche Flächen in Regionen**

**Ansatz:**

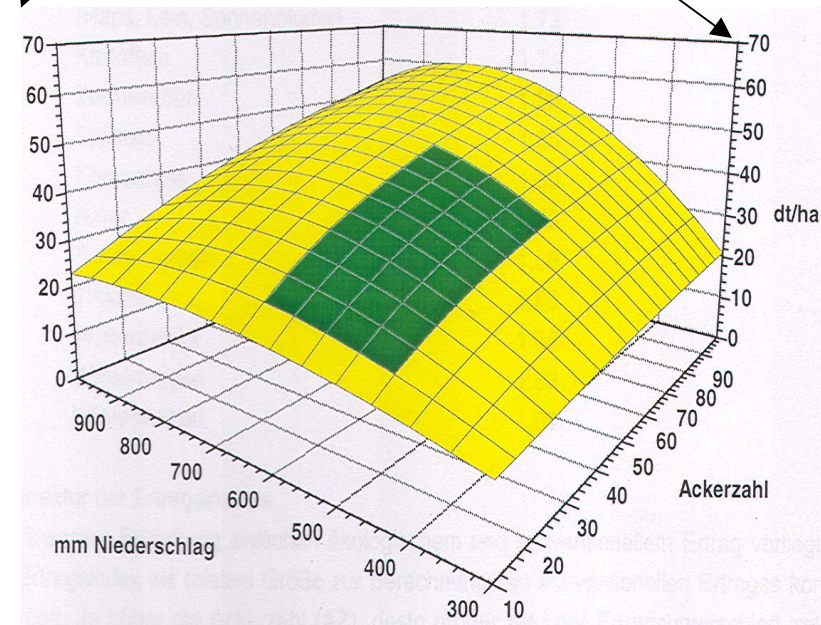
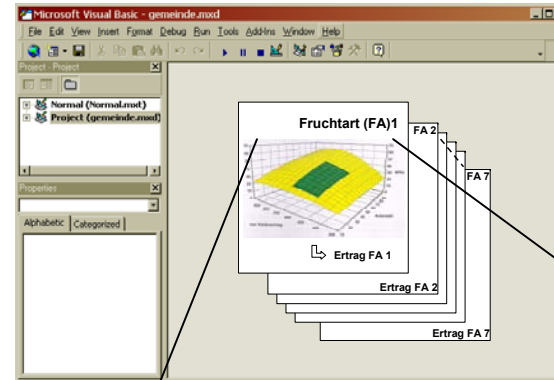
**$E = f(\text{Bodenzahl, Wasserversorgung})$**



## GIS gestützte Potentialstudien Regionale Nutzungsmodelle



Quelle: Müller, Brodzio 2005

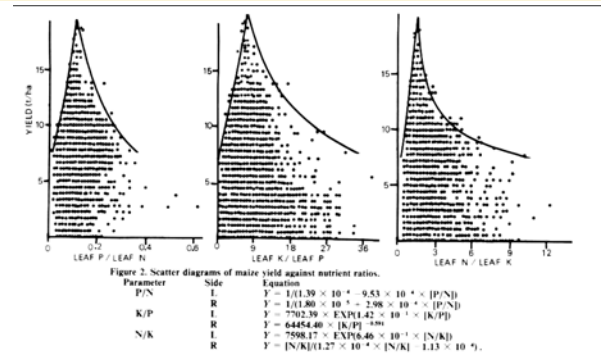


# Ertragsfunktionen

## Verwendung der „Boundary-line Methode“

- Ansatz:  
 $E = f(\text{Bodenzahl, TWA}^1)$
- Datengrundlage gering
- wichtige Faktoren f. Ertrag:
  - Art / Klon
  - Pflanzenzahl
  - Rotationsdauer / Stockalter
  - Standort
- Standardisierung der Daten, um Datengrundlage zu optimieren
- Optimierung der Ansätze (Methoden LUFA, FORST, Baumschulen)

1: Transpirationswasserangebot



Quelle:  
Walworth 1986

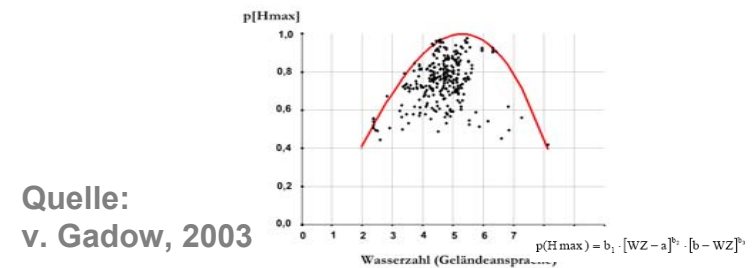
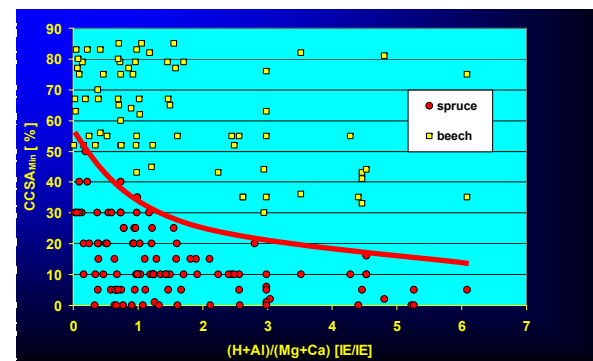


Abbildung 1-10. Mittelböden von Fichtendauerversuchsflächen für unterschiedliche Wasserzahlen, aufgetragen als Relativ-Werte der Maximalböde von 42 m.



# Methoden der Vorratsbestimmung

## Ermittlung des Vorrats

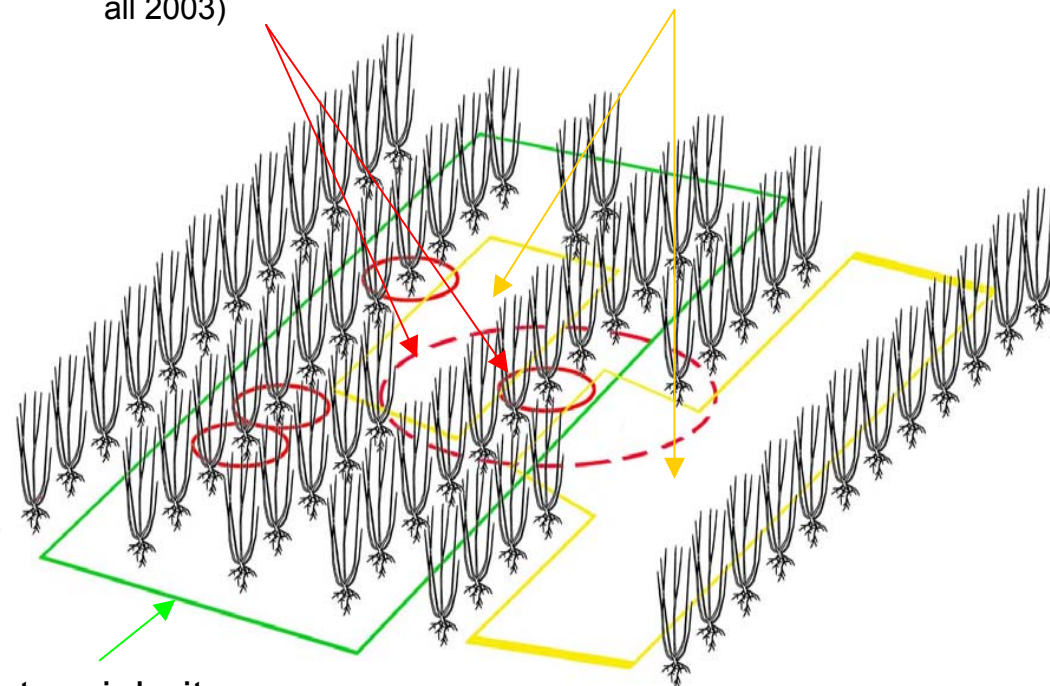
- Zeithorizont der Erfassung
  - Dauerversuchsflächen
  - Unechte Zeitreihen
  - Intervallflächen
- Größe der Flächeneinheit
- Genauigkeit

## Methoden der Vorratsbestimmung:

- Einzelbaumverfahren
- Probeflächen
- Massenfunktion

Wurzelausprägung  
(Rytter et al., 1999, Volk et al., 2003)

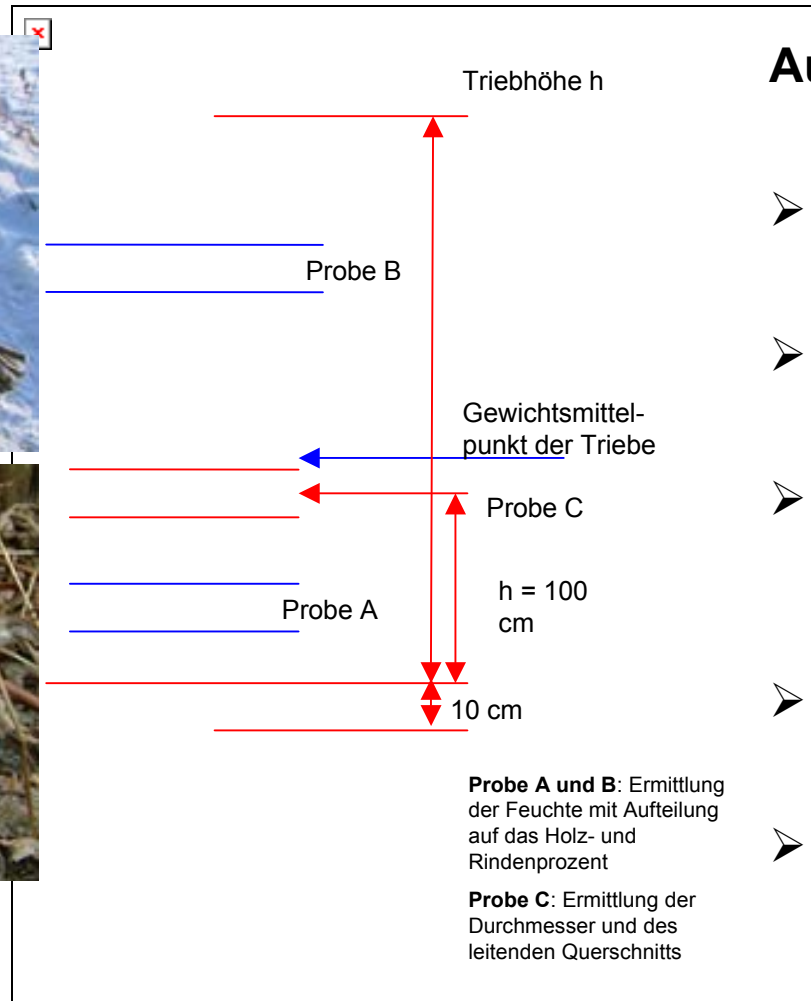
Ausfälle



Sorteneinheit

## Problem des Flächenbezugs

# Einzelbaumverfahren



## Aufnahme von Einzelbäumen:

- Ermittlung des Frischgewichtes
- Wassergehalt von Stockproben
- Mittlere Trockenmasse pro Stubben
- Individuenzahl der Bezugsfläche
- Massenleistung in  $t_{atro}/ha$

# Probeflächenverfahren

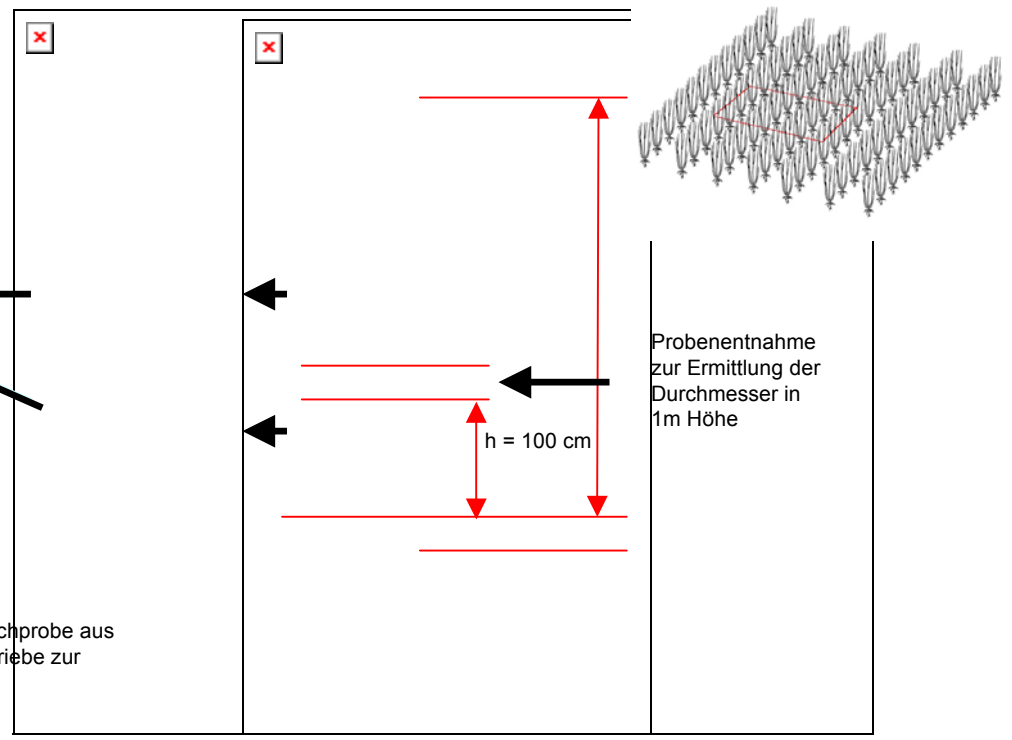


**Aufnahme einer Anzahl von Probeflächen einheitlicher Größe:**

- **Massenleistung pro Probefläche**
- **Mittelwertbildung über alle Aufnahmeeinheiten**
- **Umrechnung in  $t_{atro}/ha$**



Entnahme einer Mischprobe aus dem Hackgut aller Triebe zur Bestimmung des Wassergehaltes

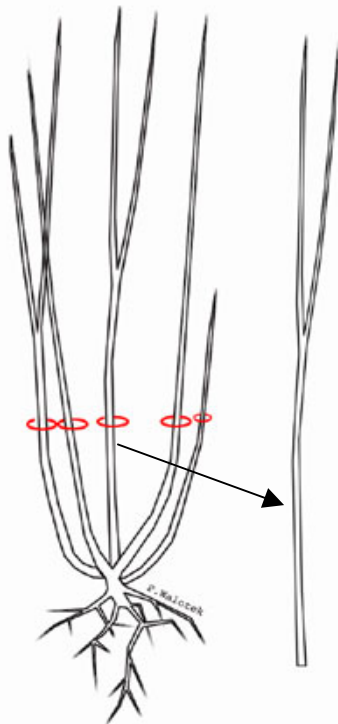


# Massenfunktionsverfahren

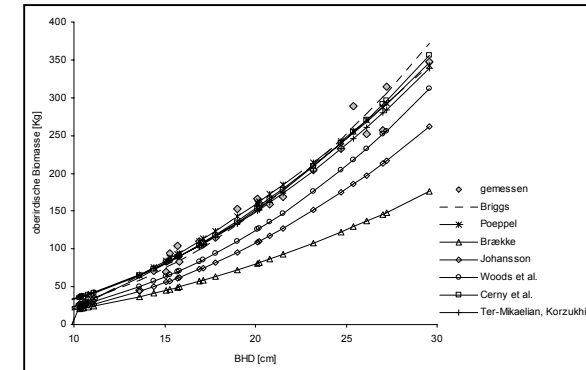
## Massenermittlung durch Herleitung einer Massenfunktion:

$$M = a \cdot D_{1m}^b$$

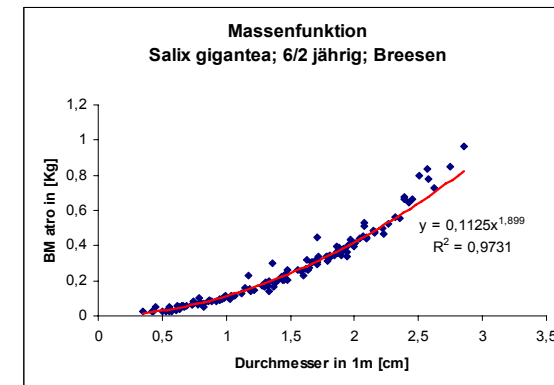
M – oberirdische Gesamtbiomasse; a und b – Skalierungskoeffizienten, D – Durchmesser in 1m Höhe



- Aufnahme von Durchmessern innerhalb einzelner Probeflächen
- Trocknung von Einzeltrieben
- Funktionsherleitung und Anwendung



Quelle: Fehrmann und Klein, 2005



Quelle: Walotek 2006

Beispiel aus Breesen S.gigantea, Alter 11/3 – 7 t/ha/a

# Methodenvergleich

Standort	Species	Klon	Verfahren	dGZ t/ha/a
<b>Jelenia Góra</b> (Hirschberg) Niederschlesien Polen	Salix viminalis x gigantea	1047	Einzelbaum	13,9
			Probeflächen	11
	S. viminalis	1054	Probeflächen	25,2
			Massen- funktion	25,2
<b>Breesen</b> ( bei Laage) Mecklenburg- Vorpommern, Deutschland	S. gigantea		Einzelbaum	7
			Massen- funktion	6,6

# Standardisierung von Ertragsdaten

**Heterogene Datengrundlage wird auf ein einheitliches Bezugssystem standardisiert, hinsichtlich:**

- **Sortenwahl**
- **Gesamtproduktionszeit**
- **Verbandsdichte**
- **Behandlung**



Abbildung 1: Geographische Lage der in der Datenbank zur regionalen Ertragsmodellierung enthaltenen Untersuchungsstandorte in Deutschland und Polen. 1) Abbachhof (HERO HessenRohstoffe), 2) Cahnstein (HERO), 3) Wachstum, Wildeshausen (HERO), 4) Gützow, Breesen (LLFMV Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern), 5) Welzow (BTU-Cottbus Brandenburgische Technische Universität Cottbus), 6) Marzencin (FHE Fachhochschule Eberswalde), 7) Jelenia Góra (FHE), 8) Brzeg (IBL Instytut Badawczy Lesnictwa), 9) Zamosc (FHE), 10) Kutno (IBL), 11) Kwidzyn (UWM Uniwersytet Warmińsko-Mazurski Olsztyn), Gniewino (FHE), 13) Szczecin (ARS Akademia Rolnicza w Szczecinie)

Art	Klon	Pflanzverband	Alter	Behandlung
Weide	(zB: M, Zieverich)	~ 20.000	dGZ <sub>20</sub>	Unkraut- bekämpfung
Pappel	(zB: Max4, Muhle- Larsen)	~ 15.000	dGZ <sub>20</sub>	Unkraut- bekämpfung

# Baumwachstum im Kurzumtrieb

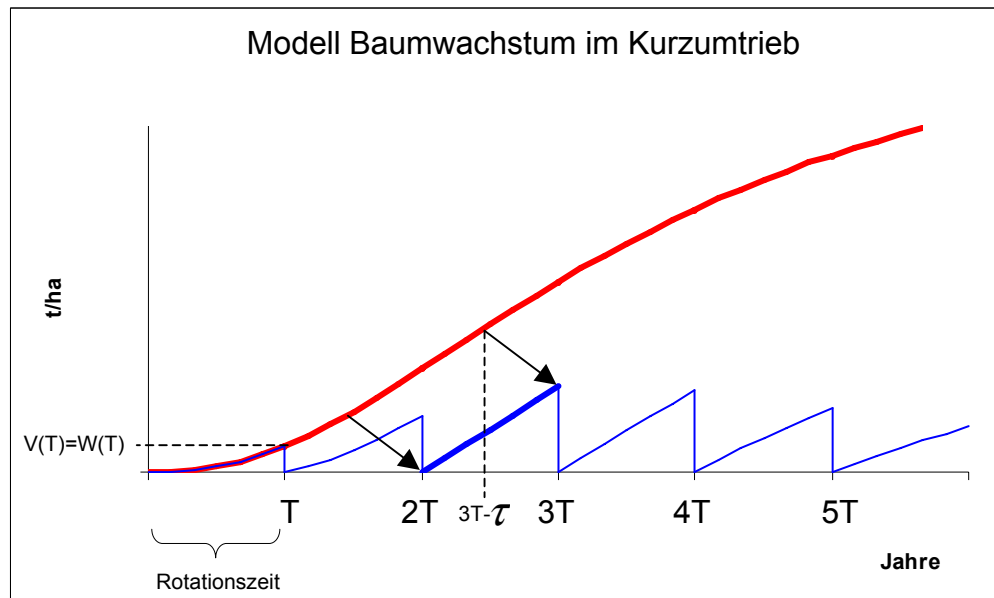
## Problem der Standardisierung hinsichtlich der Gesamtproduktionszeit

Ausgangsmodell Chapman-Richards Gleichung

$$V_{(t)} = A \cdot (1 - e^{-k \cdot (t-t_0)})^m \quad (1)$$

Anpassung nach Murray und Gadow (1993)

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (1 - e^{-k \cdot (t-t_0)})^m = 1 \quad (2)$$



$$W_{T,\tau}(t) = \begin{cases} V_{(t)} & 0 \leq t \leq T \\ V_{(t-\tau)} - V_{(T-\tau)} & T \leq t \leq 2T \\ V_{(t-\tau)} - V_{(2T-\tau)} & 2T \leq t \leq 3T \\ \vdots & \\ V_{(t-\tau)} - V_{(nT-\tau)} & nT \leq t \leq (n+1)T \end{cases} \quad (3)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} W_{(nT)} = 0 \quad (4)$$



# Ergebnisse eigener Erhebungen: Weiden

Standort	Fläche n Nr	Spezies	Klon	Alter Wurzel/ Ruten	dGZ t/ha/a	Verband Stück/ha
<b>Jelenia Góra</b> (Hirschberg) Niederschlesien Polen	12	Salix viminalis - Marcel	1001/1002/1003	7/3	14	19000
	13	S. viminalis x gigantea	1047	7/3	12	19000
	14	S. viminalis – Paulina	1001/1002/1003	7/3	11	23000
	15	S. viminalis	1054	7/3	25	21000
	16	S. viminalis x gigantea	1047	4/3	10	27500
	17	S. viminalis x gigantea	1047	4/3	8	32000
<b>Gniewino</b> Pommern, Polen	21	S. viminalis	1033	3/2	6	28000
	22	S. viminalis x gigantea	1047	3/2	7	29000
	23	S. viminalis	1054	3/2	8	29000
	24	Salix – Olf/Biörn/Jorunn	Marzencinska	3/2	6	29000
	25	Salix purpurea	1013	3/2	4	17659
	26	Salix – Olf/Biörn/Jorunn	Marzencinska	3/2	10	32000
<b>Zamość</b> Lubelskie, Polen	32	Salix – Olf/Biörn/Jorunn	Marzencinska	4/2	20	29000
	33	Salix – Olf/Biörn/Jorunn	Marzencinska	4/1	11	28000
<b>Zielona Góra</b> Lubuskie, Polen	40	Salix – Olf/Biörn/Jorunn	Marzencinska	4/3	14	31500
	41	Salix – Olf/Biörn/Jorunn	Marzencinska	4/4	11	28000
<b>Breesen M.-</b> Vorpommern,	53	S. viminalis	57/57	13/3	9	6000
	60	S. gigantea		11/2	7	12000



# Ergebnisse eigener Erhebungen: Pappeln

Standort	Flächen Nr	Spezies	Klon	Alter Wurzel/ Stangen	dGZ t/ha/a	Verband Stück/ha
<b>Breesen</b> Mecklenburg- Vorpommern	54	P. Maximowiczii x P. nigra	Max 1	13/3	11	12000
	55	S. viminalis x gigantea	Max 2	13/3	4	4500
	56	S. viminalis – Paulina	Max 3	13/3	11	7000
	57	S. viminalis	Max 4	13/3	13	6000
	58	S. viminalis x gigantea	Andorscoggin	13/3	12	6000
	59	S. viminalis x gigantea	Muhle Larson	13/3	14	7000



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit