



## Ertragspotenziale von Kurzumtriebsplantagen in Sachsen

*Ass. d. FD Hendrik Horn*

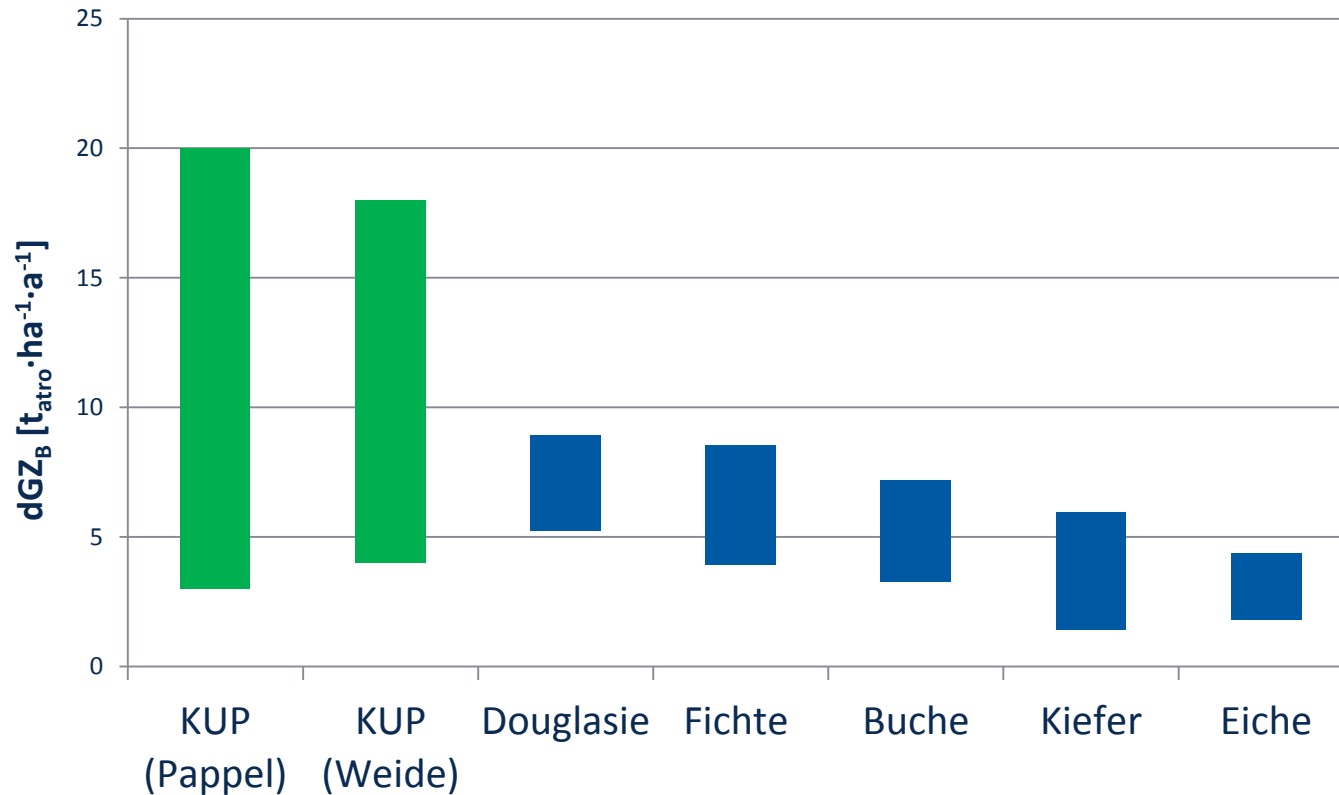
28.11.2013

## Inhalt

1. Einleitung
2. Standortbasierte Leistungsschätzung
3. Verfahren zur Ertragsermittlung für KUP
4. Aus der aktuellen Forschung ...
5. Zusammenfassung und Ausblick

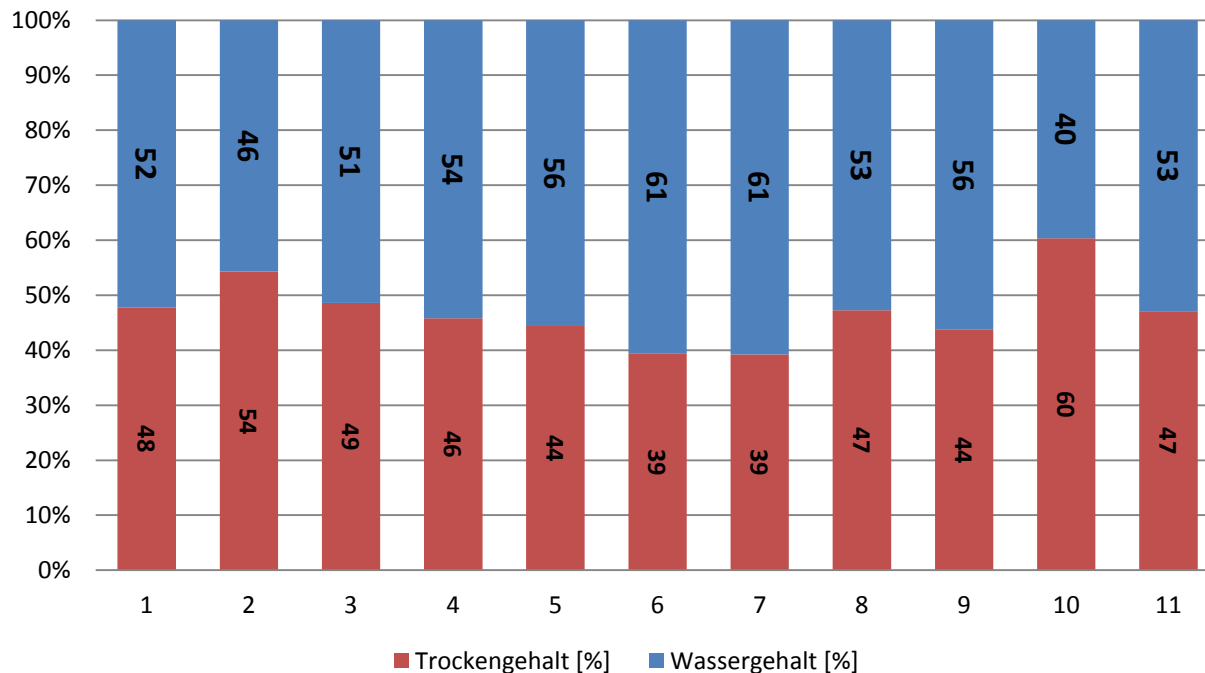


## Dendromasseproduktion von KUP im Vergleich mit Hochwald



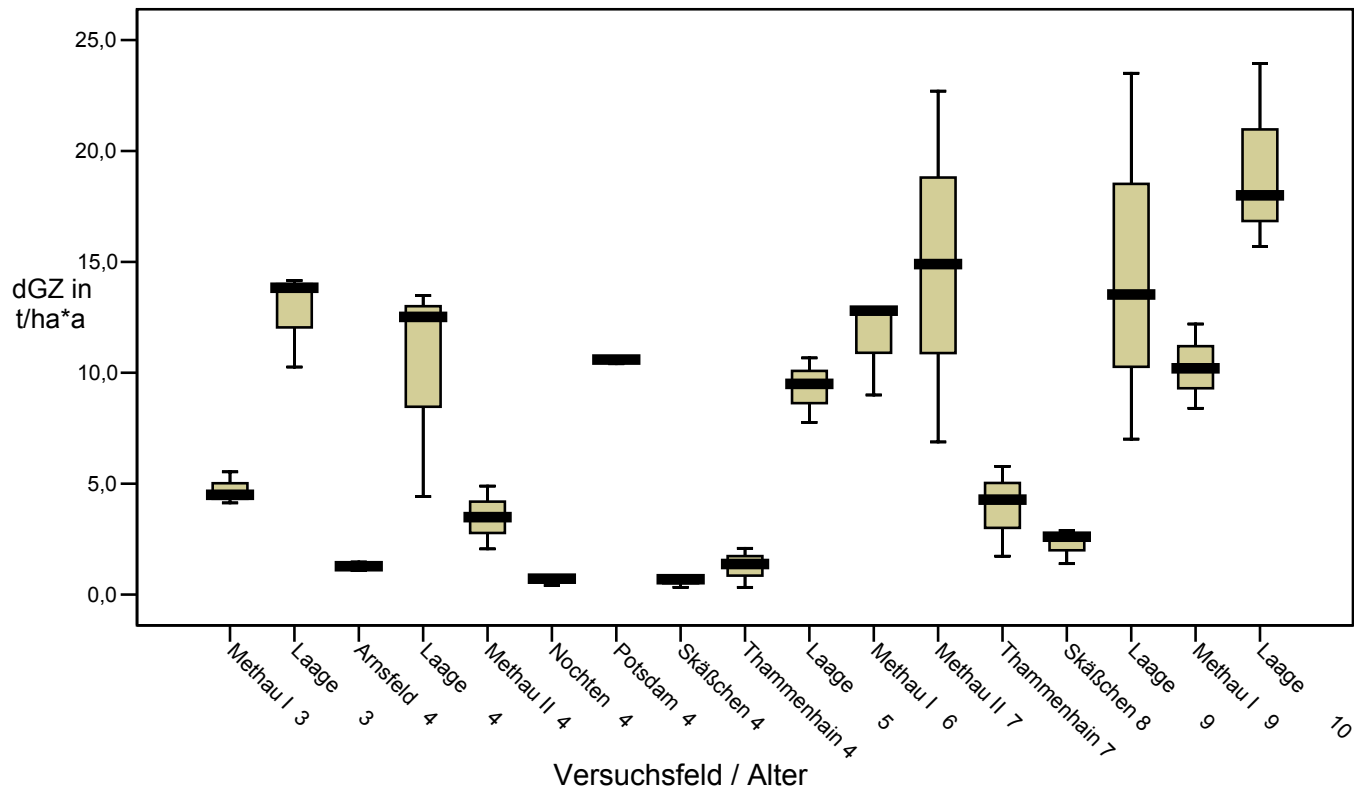
$$dGZ_B [t_{atro} \cdot ha^{-1} \cdot a^{-1}]$$

# Wasser- und Trockengehalte

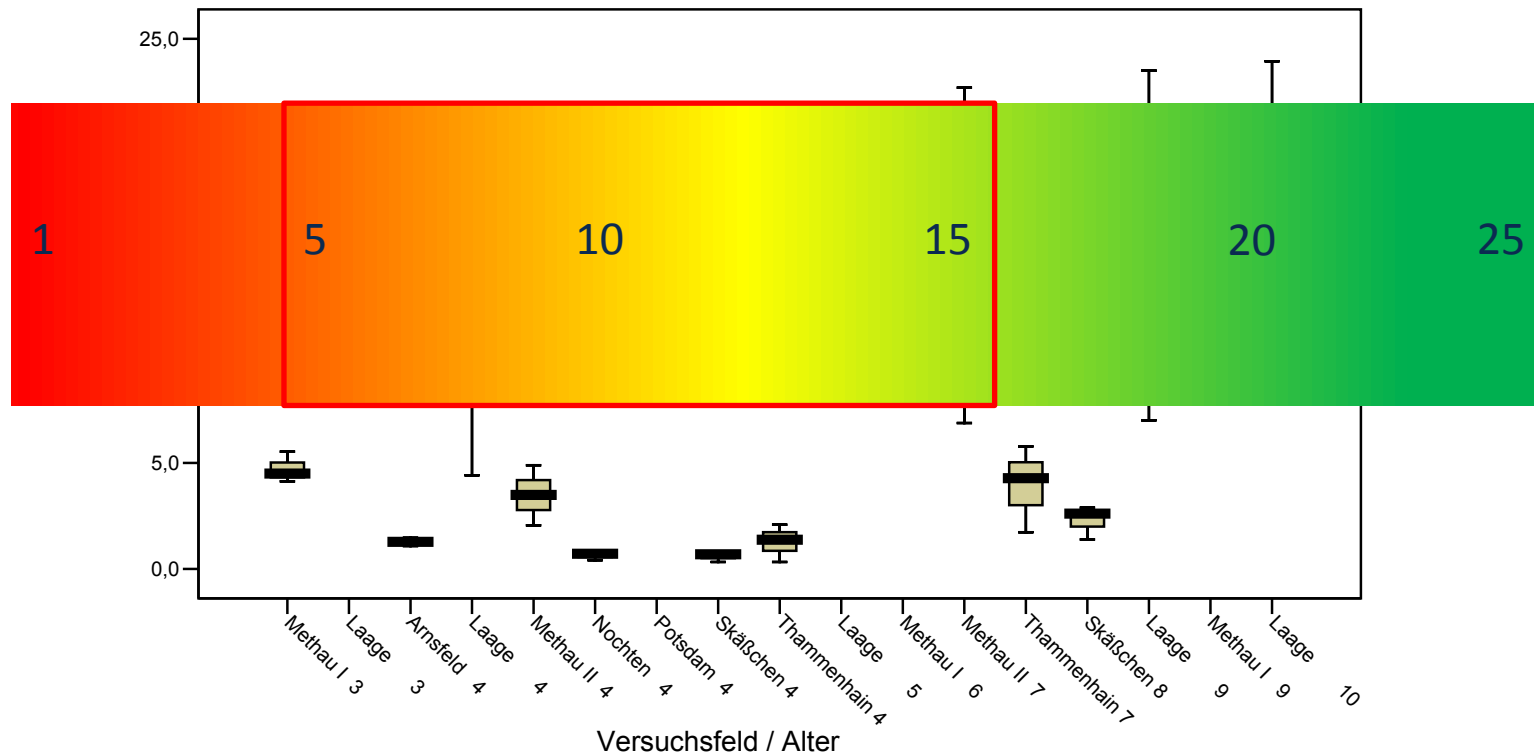


Bestimmung der Biomasse (atro): Wägung nach Trocknung bei  $103 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  bis zur Gewichtskonstanz nach DIN 52183

# $dGZ_B[t_{atro} \cdot ha^{-1} \cdot a^{-1}]$ auf Pappel-Versuchsfeldern in Ostdeutschland

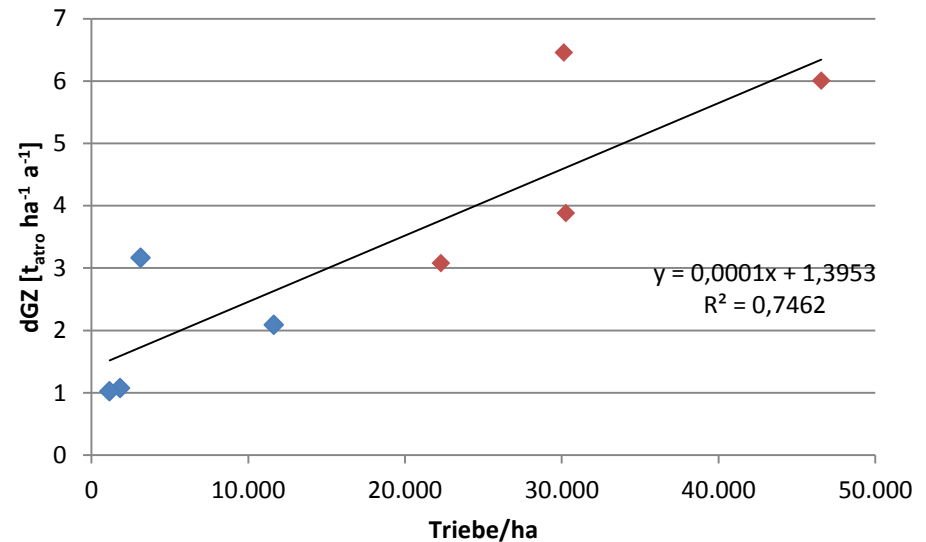


# $dGZ_B [t_{atro} \cdot ha^{-1} \cdot a^{-1}]$ auf Pappel-Versuchsfeldern in Ostdeutschland



## Leistungsbeeinflussende Faktoren in KUP

- Standort (Boden und Wasserhaushalt)
- Klima (Niederschlag und Temperatur)
- Baumart und Klon
- Alter und Rotationszyklus
- Bestandesdichte
- Bhd
- Höhe
- ...





# Übersicht der Methoden zur Ertragsherleitung

**Ertragsbestimmung**

**Schätzverfahren (Modelle)**

**Ertragsschätzer**

**Standortsleistungsschätzer**

**Vollerntemethode**

**Ertragsermittler für Pappel  
(HARTMANN, 2010)\***

**Standortsleistungsschätzer  
für Pappel (ALI, 2009)\*\***

**Teilerntemethode**

**Regressionsmethode**

\*HARTMANN, K.-U. (2010): Entwicklung eines Ertragsschätzers für Kurzumtriebsbestände aus Pappel. Diss. Technische Universität Dresden. 150 IX S.

\*\*ALI, W. (2009): Modelling of biomass production potential of poplar in short rotation plantations on agricultural lands of Saxony, Germany. Diss. Technische Universität Dresden. XV, 130 S.

## 2. Standortbasierte Leistungsschätzung

## 2. Standortbasierte Leistungsschätzung für Pappel

### Schritt 1: Modellierung der Oberhöhe ( $h_0$ )

$$h_0 = a_1 \cdot \text{Alter} + a_2 \cdot N_{5-6} + a_3 \cdot \frac{T_{4-7}}{nFK}$$

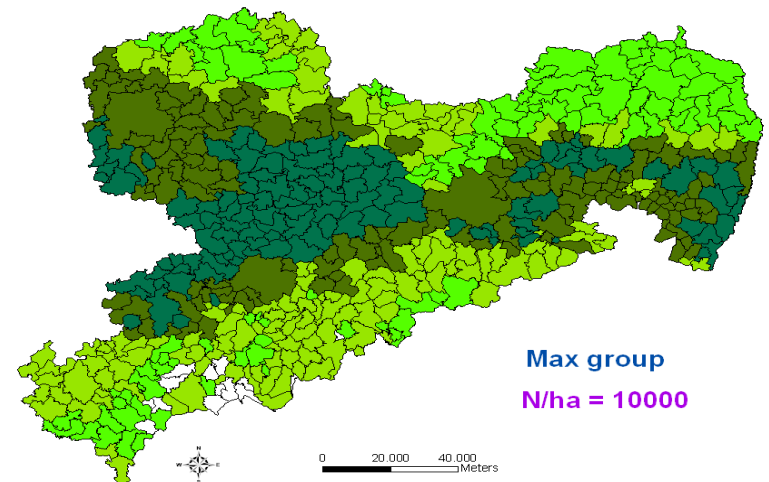
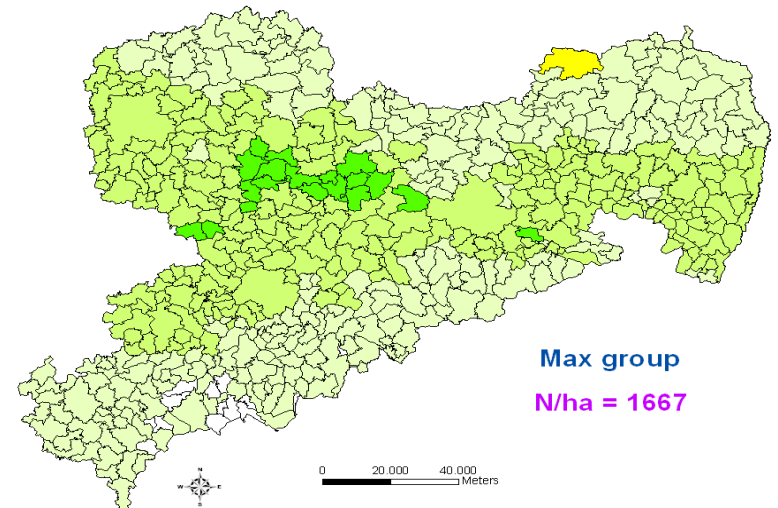
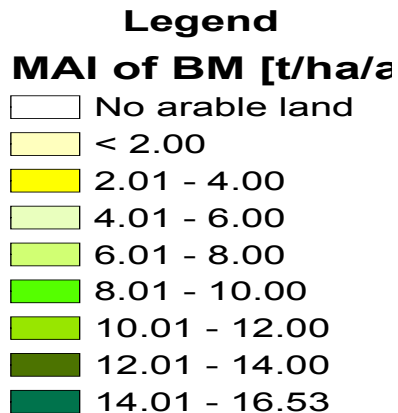
- nutzbare Feldkapazität ( $nFK$ )
- Ackerzahl ( $Az$ )
- Niederschlagssumme der Monate Mai und Juni ( $N_{5-6}$ )
- mittlere Temperatur der Monate April - Juli ( $T_{4-7}$ )
- Bestandesdichte ( $N/ha$ )

### Schritt 2: Schätzung der Bestandesbiomasse (BM)

$$BM = a_4 \cdot h_0^{a_5}$$

## 2. Standortbasierte Leistungsschätzung für Pappel

dGZ<sub>B</sub> (modelliert) bei  
verschiedenen  
Bestandesdichten



Ertragschaetzer - Mozilla Firefox

www.forst.tu-dresden.de/Waldwachstum/Ertragsschaetzer/index.php

## Standort Leistungsschätzer

- Bitte beachten Sie die Bedienungsanleitung!
- Verwenden Sie als Dezimaltrennzeichen den Punkt!
- Parametrisierungsbereiche beachten!

Einzelreihensystem - Max

Alter [Jahre]:

Niederschlag (Mai - Juni), Bereich 90 - 200 [mm]:

Ackerwertzahl, Bereich 25 - 70:

Durchschnittstemperatur (April - Juli), Bereich 10 - 15 [°C]:

Verfügbare Wasserspeicherkapazität des Bodens, Bereich 100 - 200 [mm]:

Abstand zwischen den Reihen [m]:

Abstand der Pflanzen innerhalb der Reihe [m]:

<http://www.forst.tu-dresden.de/Waldwachstum/index.php?page=kup-ertrag>

The image shows a screenshot of a Mozilla Firefox browser window. The main window displays the 'Standort Leistungsschätzer' (Site Performance Estimator) page from www.forst.tu-dresden.de. The page includes instructions and input fields for various parameters. A smaller, semi-transparent window is overlaid on the right, showing the results of a calculation. The results include: Alter: 3, Niederschlag: 170, Ackerwertzahl: 45, Durchschnittliche Temperatur: 13,4, Wasserspeicher: 230, Abstand zwischen zwei Reihen: 1, Abstand zwischen zwei Pflanzen: 1, Stammzahl pro Hektar: 10,000.000, Parameter a4: 0.169, Parameter a5: 2.454, Biomasse [t(atro)]: 16.428, and Durchschnittlicher Gesamtzuwachs [t(atro)/(ha\*a)]: 5.476. The value 5.476 is circled in red. A 'Neu Berechnen' (Recalculate) button is also visible.

**Standort Leistungsschätzer**

- Bitte beachten Sie die Bedienungsanleitung
- Verwenden Sie als Dezimaltrennzeichen den Punkt
- Parametrisierungsbereiche beachten!

Einzelreihensystem - Max

Alter [Jahre]: 3

Niederschlag (Mai - Juni), Bereich 90 - 200 [mm]: 170

Ackerwertzahl, Bereich 25 - 70: 45

Durchschnittstemperatur (April - Juli), Bereich 10 - 18 [°C]: 13,4

Verfügbare Wasserspeicherkapazität des Bodens, Bereich 100 - 300 [mm]: 230

Abstand zwischen den Reihen [m]: 1

Abstand der Pflanzen innerhalb der Reihe [m]: 1

Berechnen

**Alter: 3**  
**Niederschlag: 170**  
**Ackerwertzahl: 45**  
**Durchschnittliche Temperatur: 13,4**  
**Wasserspeicher: 230**  
**Abstand zwischen zwei Reihen: 1**  
**Abstand zwischen zwei Pflanzen: 1**

*Stammzahl pro Hektar: 10,000.000*  
*Parameter a4: 0.169*  
*Parameter a5: 2.454*

**Biomasse [t(atro)]: 16.428**  
**Durchschnittlicher Gesamtzuwachs [t(atro)/(ha\*a)]: 5.476**

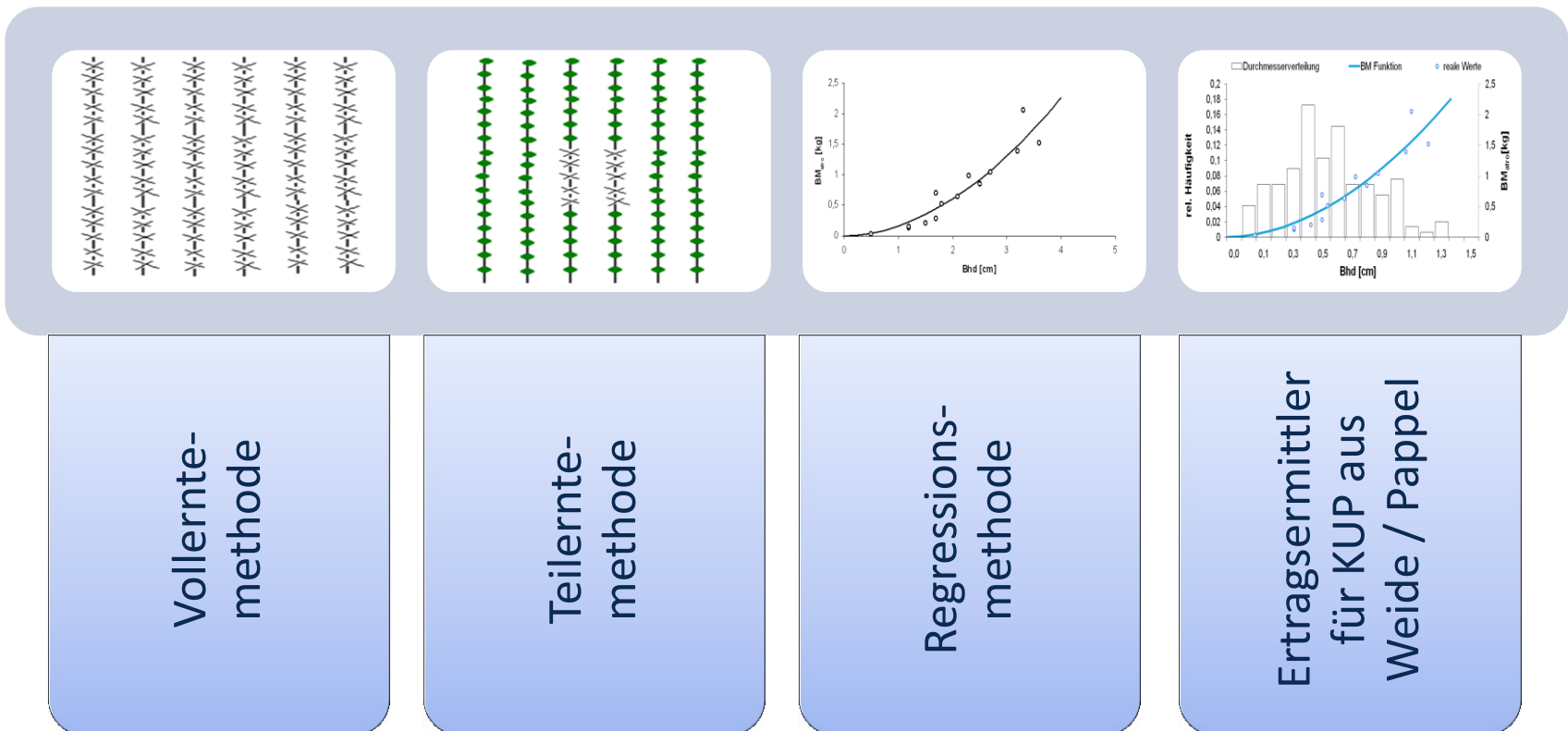
[Neu Berechnen](#)

<http://www.forst.tu-dresden.de/Waldwachstum/index.php?page=kup-ertrag>

### 3. Verfahren zur Ertragsermittlung für KUP

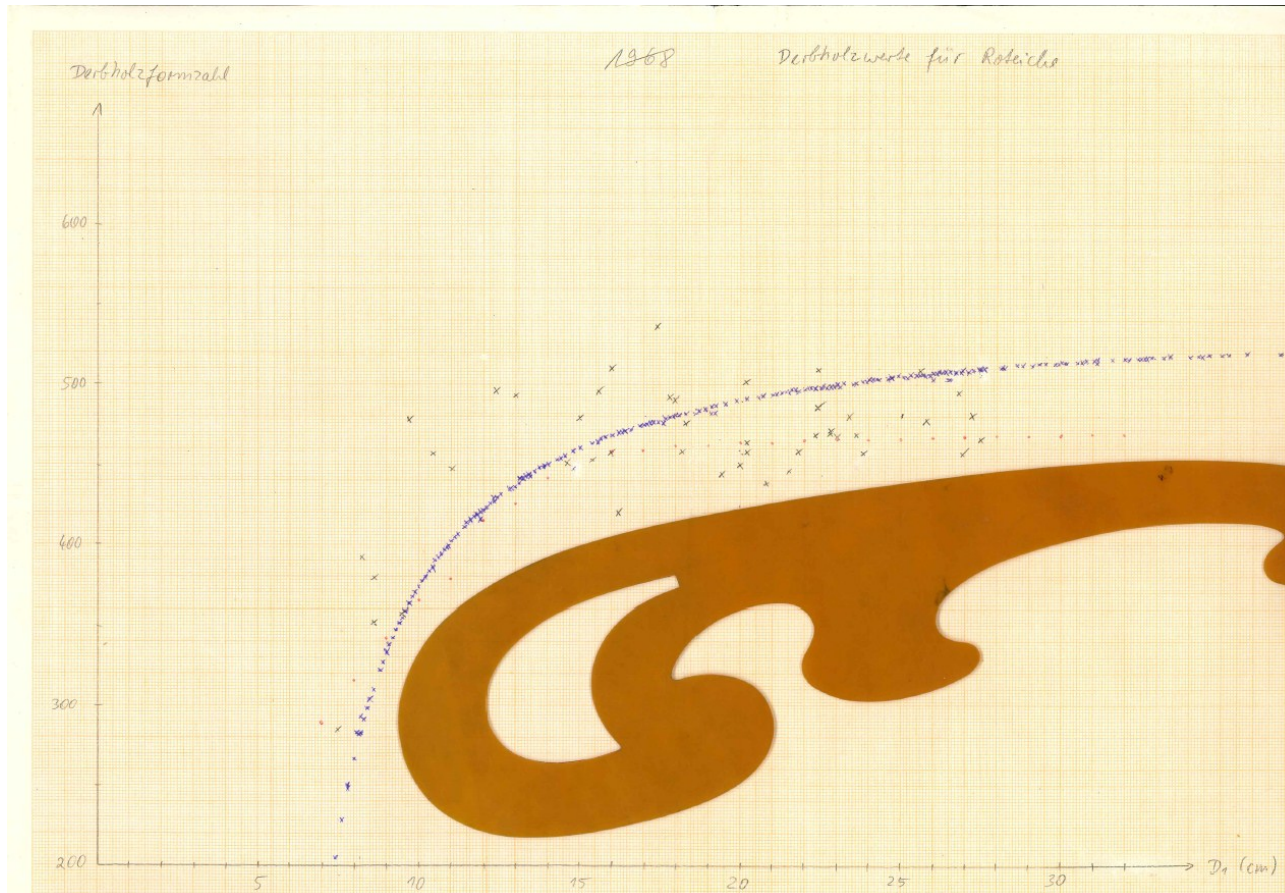


# Möglichkeiten zur Ermittlung des aktuellen Biomasseertrages



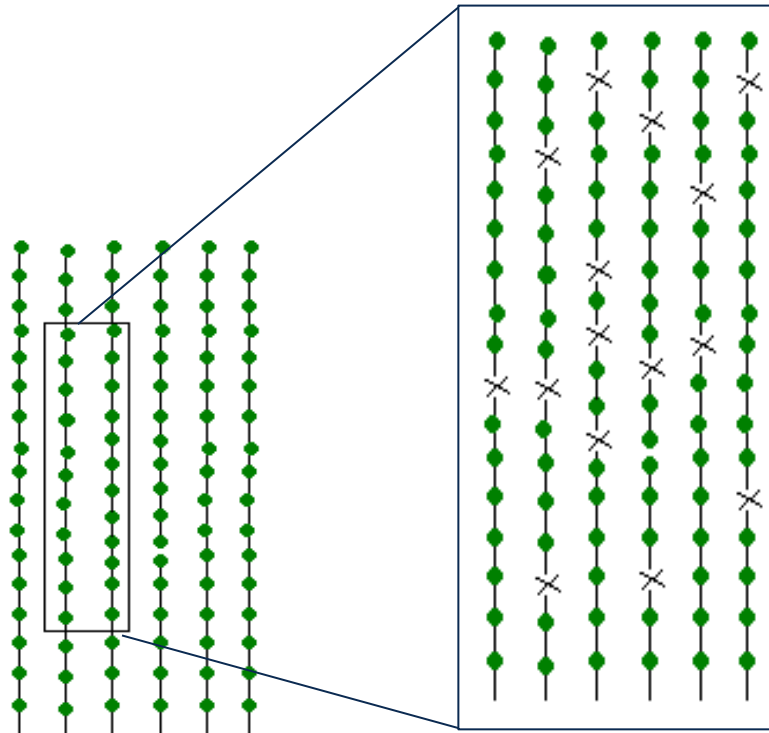


## 3.3 Regressionsmethode



## 3.4 Regressionsmethode nach RÖHLE (2010)\*

1. Anlegen einer Stichprobenfläche
2. Messung der BHD aller Austriebe auf der Stichprobenfläche

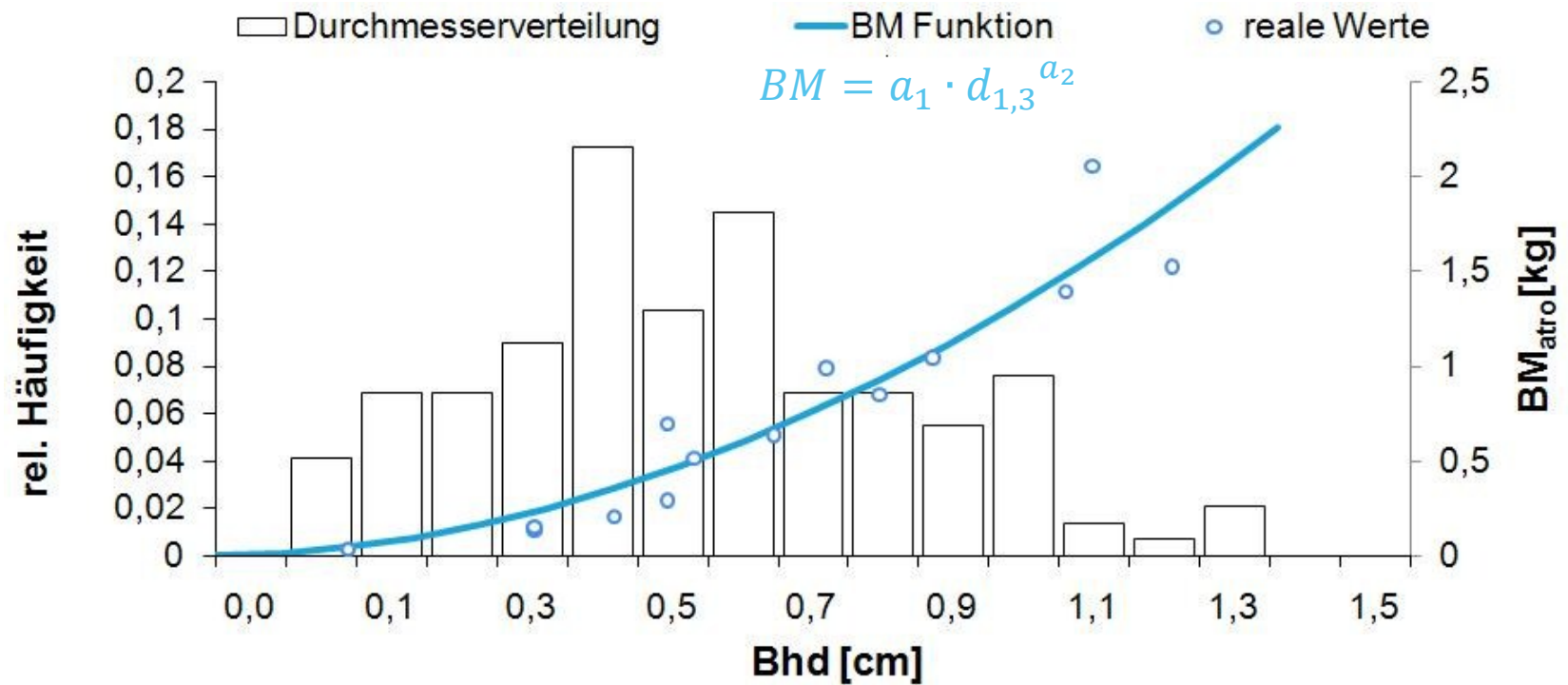


3. Entnahmen von 15 Austrieben, die über das gesamte BHD-Spektrum verteilt sind
4. Von diesen entnommenen Trieben wird der BHD und das Trockengewicht bestimmt



\*RÖHLE, H.; ALI, W.; HARTMANN, K.-U.; STEINKE, C. (2010): Wachstum und Biomasseproduktion schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb. In: Bemann, A. (Hrsg.): AGROWOOD. Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven. Weißensee-Verl. Berlin: 103–116.

## Modellierung der Bestandesbiomasse über die Verknüpfung von Biomassefunktionen und Durchmesserverteilung





[http://www.forst.tu-dresden.de/Waldwachstum/uploads/downloads/schaetzer\\_weide-pa/index.php](http://www.forst.tu-dresden.de/Waldwachstum/uploads/downloads/schaetzer_weide-pa/index.php)

## Biomassenberechnung für Kurzumtriebsplantagen (KUP)

Um den Biomasseertrag einer KUP bestimmen zu können, müssen Sie nur wenige Messwerte auf der Fläche erheben. Der Vorgang ist in drei Schritte untergliedert. Die Erhebung der Messwerte findet auf einer vom Programm vorgegebenen Stichprobenfläche statt, die Ihre KUP möglichst genau repräsentieren soll.

Um die Stichprobenfläche zu bestimmen klicken Sie bitte auf den blau unterlegten Bereich "1. Stichprobenumfang berechnen".

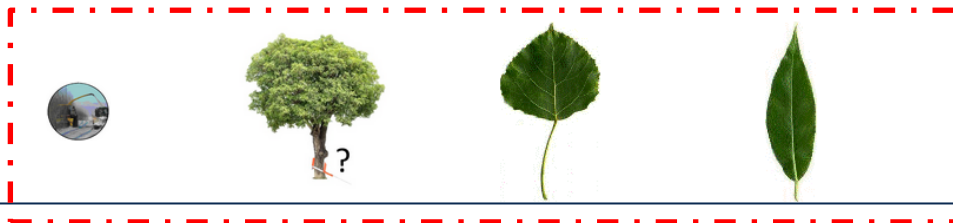
### 1. [Stichprobenumfang berechnen](#)

### 2. BHD [cm] und Höhen [m] auf der KUP messen

3. Nachdem Sie die Aufnahmen auf dem Feld vorgenommen haben, können Sie im dritten Schritt die Biomasse von [Pappel](#) oder [Weide](#) berechnen.

[Bedienungsanleitung Weide \(pdf\)](#)

[Bedienungsanleitung Pappel \(pdf\)](#)



# 3.5 Ertragsermittler für Pappel - Ausfallrate

Ertragsermittler für Pappel KUP

Daten zur Fläche - 1    Messwerte - 2    Biomasse - 3

Double     Single

Abstand zw. Doppelreihen [m]: 1.5    Abstand zw. Reihen [m]:  
Abstand inn. Doppelreihen [m]: 0.75    Abstand Pfl. in Reihe [m]:  
Abstand inn. Reihe [m]: 0.75

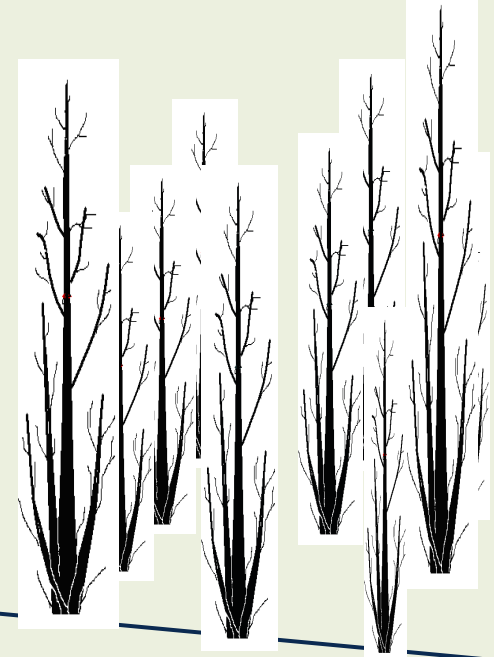
Breite der Fläche [m]: 200    Gesamtfläche [ha]: 4.0 ha  
Länge der Fläche [m]: 200    Anzahl Stöcke in Reihe [N]: 267  
Alter [a]: 3    Stockzahl Gesamt [N]: 47407  
weiter    Stockzahl pro Hektar [N/ha]: 11852

Ausfallrate: sehr niedrig/homogen

Datenerhebungsfehler in %: 5.0

Stichprobendesign

Anzahl kompletter Reihen [N]: 0  
Anzahl Pflanzplätze Folgereihe [N]: 81



Ausfallrate

**Ausfallrate in %**

- keine
- Sehr Niedrig 0-10%
- Niedrig 11-20%
- Mäßig 21-30%
- Stark 31-40%
- Hoch 41-50%
- Sehr Stark 51-60%
- Sehr Hoch 61-70%

**homogen**

**inhomogen**

The 'homogen' section shows a 6x6 grid of green dots representing trees, with a few red dots indicating loss. The 'inhomogen' section shows a 6x6 grid of green dots with a more scattered distribution of red dots, indicating higher and more irregular loss rates.

# 3.5 Ertragsermittler für Pappel - Stichprobendesign

Ertragsermittler für Pappel KUP

Daten zur Fläche - 1    Messwerte - 2    Biomasse - 3

Double     Single

Abstand zw. Doppelreihen [m]: 1.5    Abstand zw. Reihen [m]:

Abstand inn. Doppelreihen [m]: 0.75    Abstand Pfl. in Reihe [m]:

Abstand inn. Reihe [m]: 0.75

Breite der Fläche [m]: 200    Gesamtfläche [ha]: 4.0 ha

Länge der Fläche [m]: 200    Anzahl Stöcke in Reihe [N]: 267

Alter [a]: 3    Stockzahl Gesamt [N]: 47407

weiter    Stockzahl pro Hektar [N/ha]: 11852

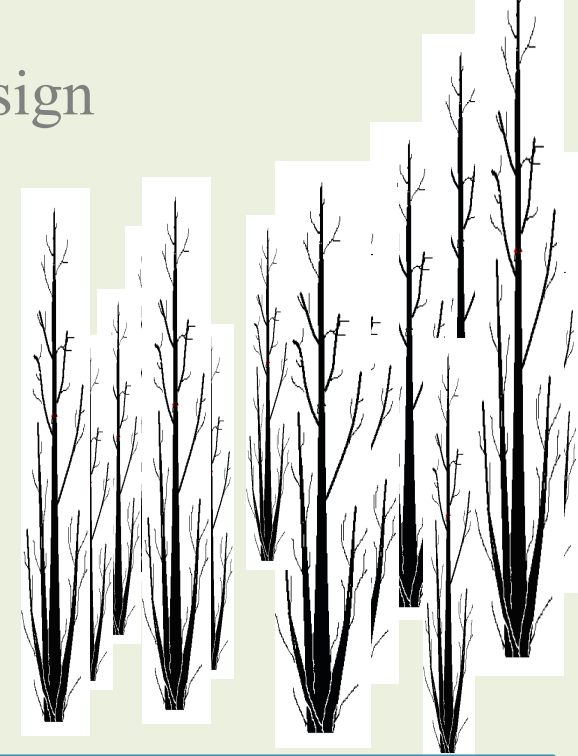
Ausfallrate    sehr niedrig/homogen

Datenerhebungsfehler in %: 5.0

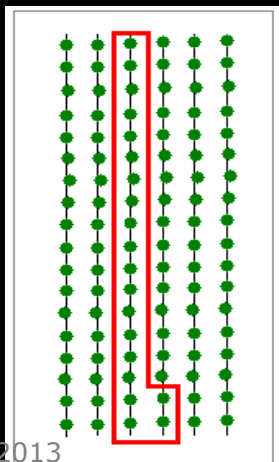
Stichprobendesign

Anzahl kompletter Reihen [N]: 0

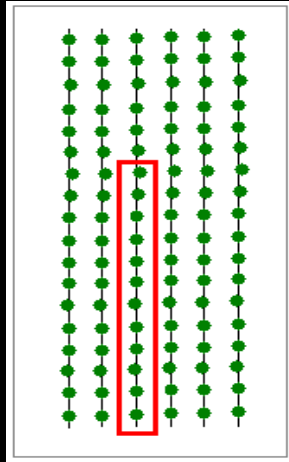
Anzahl Pflanzplätze Folgereihe [N]: 81



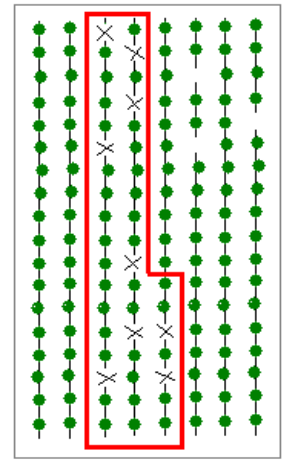
Anzahl kompletter Reihen [N]: 1  
Anzahl Pflanzplätze Folgereihe [N]: 2



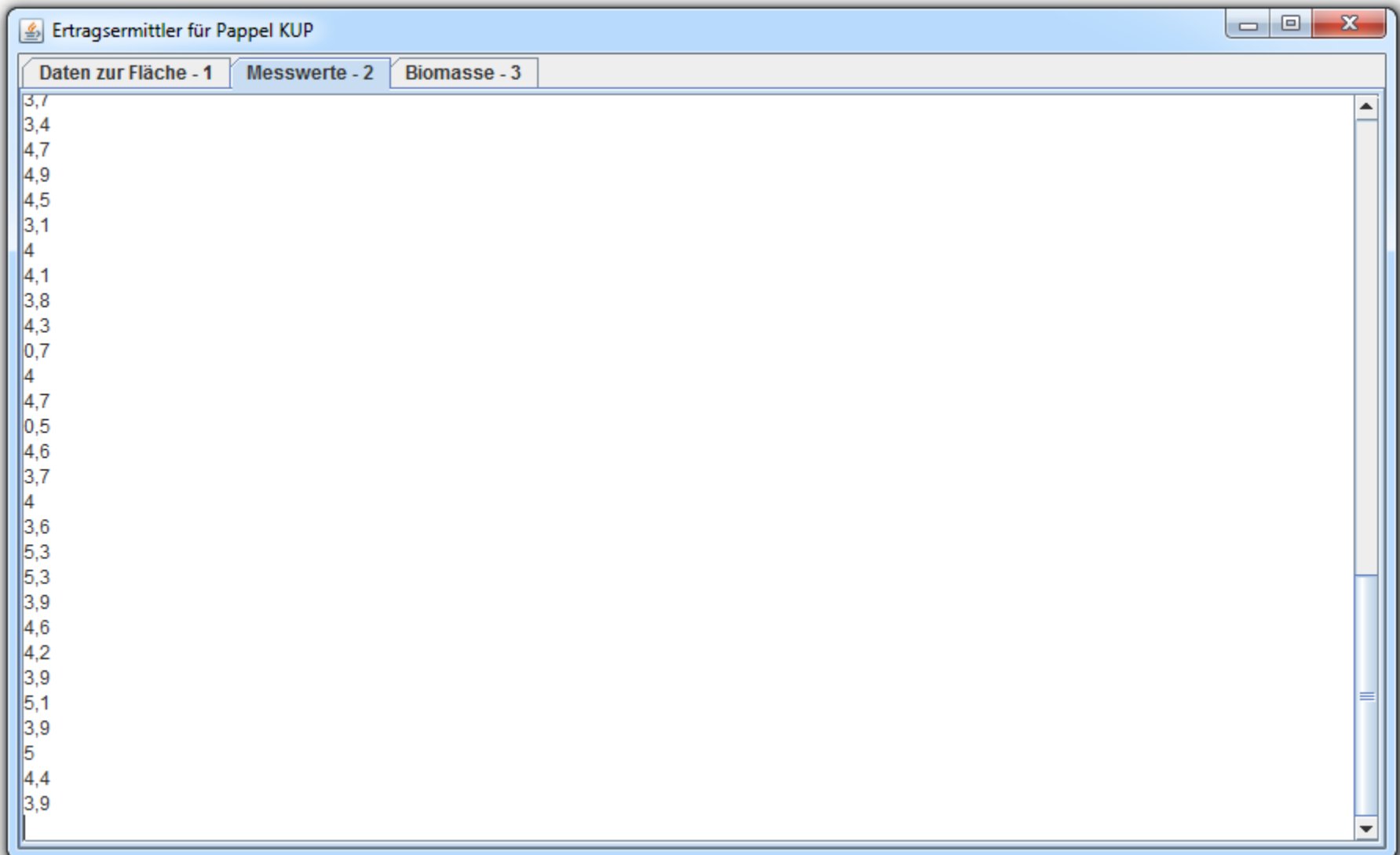
Anzahl kompletter Reihen [N]: 12  
Anzahl Pflanzplätze Folgereihe [N]: 12



Anzahl kompletter Reihen [N]: 2  
Anzahl Pflanzplätze Folgereihe [N]: 7



## 3.5 Ertragsermittler für Pappel



The screenshot shows a software window titled "Ertragsermittler für Pappel KUP". The window has three tabs: "Daten zur Fläche - 1", "Messwerte - 2", and "Biomasse - 3". The "Messwerte - 2" tab is selected, and it displays a list of 25 numerical values. The values are: 3,7, 3,4, 4,7, 4,9, 4,5, 3,1, 4, 4,1, 3,8, 4,3, 0,7, 4, 4,7, 0,5, 4,6, 3,7, 4, 3,6, 5,3, 5,3, 3,9, 4,6, 4,2, 3,9, 5,1, 3,9, 5, 4,4, and 3,9.

Value
3,7
3,4
4,7
4,9
4,5
3,1
4
4,1
3,8
4,3
0,7
4
4,7
0,5
4,6
3,7
4
3,6
5,3
5,3
3,9
4,6
4,2
3,9
5,1
3,9
5
4,4
3,9



## 3.5 Ertragsermittler für Pappel

Ertragsermittler für Pappel KUP

Daten zur Fläche - 1   Messwerte - 2   Biomasse - 3

ID	Durchmesser [cm]	Höhe [m]
1	6	6.9
2	3	4.8
3	3.3	5.3
4	2.8	4.7
5	1.1	2.7
6	3.9	6.7
7	0.6	2.0
8	3.7	6.2
9	5.5	7.1
10	1.6	3.6
11	2.6	5
12	0.9	2.3
13	3.4	5.5
14	4.3	6.2
15	5	6.3
16	4.6	6.5
17	6	6.9
18	3	4.8
19	3.3	5.3
20	2.8	4.7
21	1.1	2.7
22	3.9	6.2
23	0.6	2.0
24	3.7	6.2
25	5.5	7.1

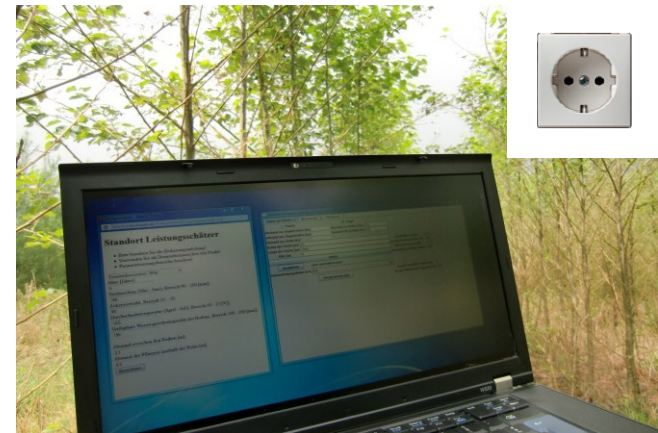
zum Ergebnis

Biomasse [t atro / ha]: **24,98**

DGZ [t atro / ( ha \* a )]: **8,32**

## 4. Aus der aktuellen Forschung ...

- Ertragsschätzer für Weide (SKIBBE, 2013)
- Vorläufiges Modell für die Ertragsschätzung in Folgerotationen (HORN, 2013)



# Aus der aktuellen Forschung ...

Ertragsermittlung

Schätzverfahren (Modelle)

Ertragsschätzer

Standortsleistungsschätzer

Vollerntemethode

Verbesserter  
Ertragsschätzer für Pappel  
(HARTMANN & SKIBBE, 2012)

Standortsleistungsschätzer  
für Pappel (ALI, 2009)

Teilerntemethode

Regressionsmethode

Ertragsschätzer für Weide  
(SKIBBE, 2013)

Standortsleistungsschätzer  
für Pappel u. Weide  
(AMTHAUER-GALLARDO, 2013)

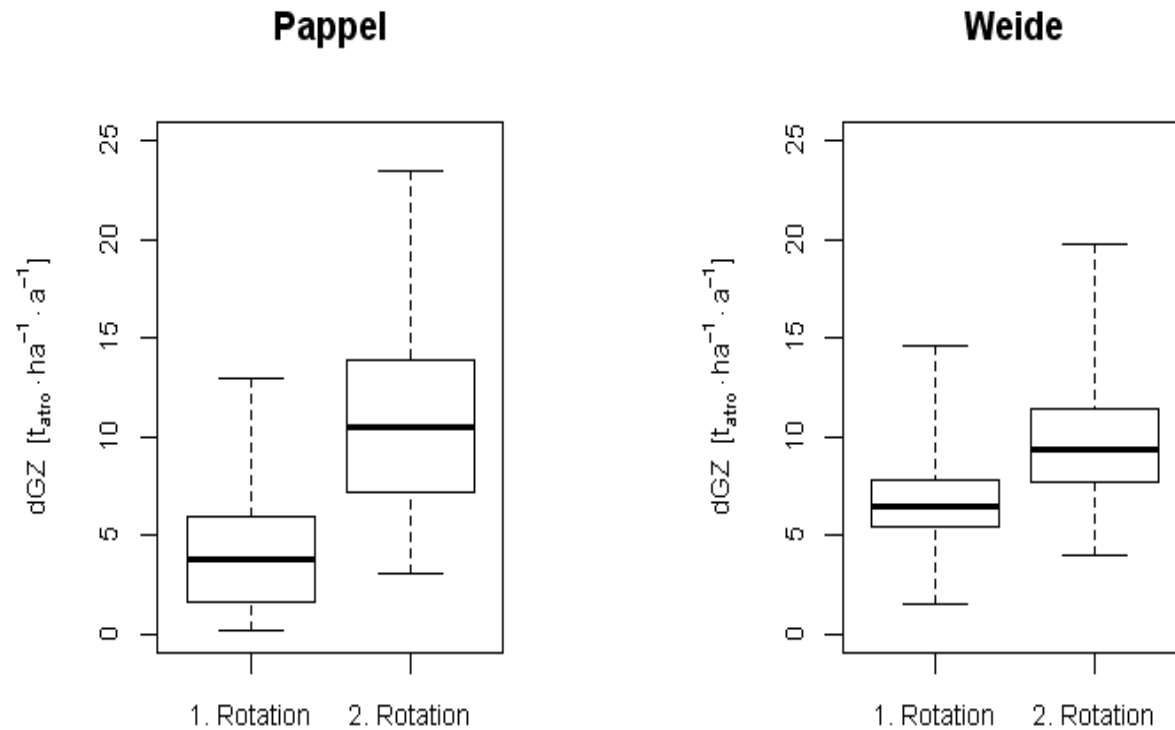
Ertragssteigerung in der 2. Rotation (HORN, 2013)

28.11.2013

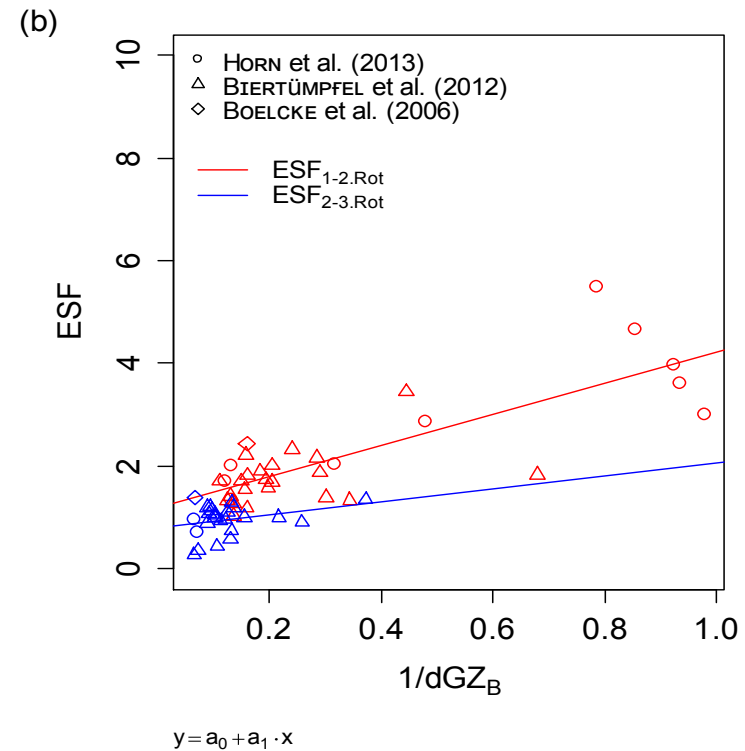
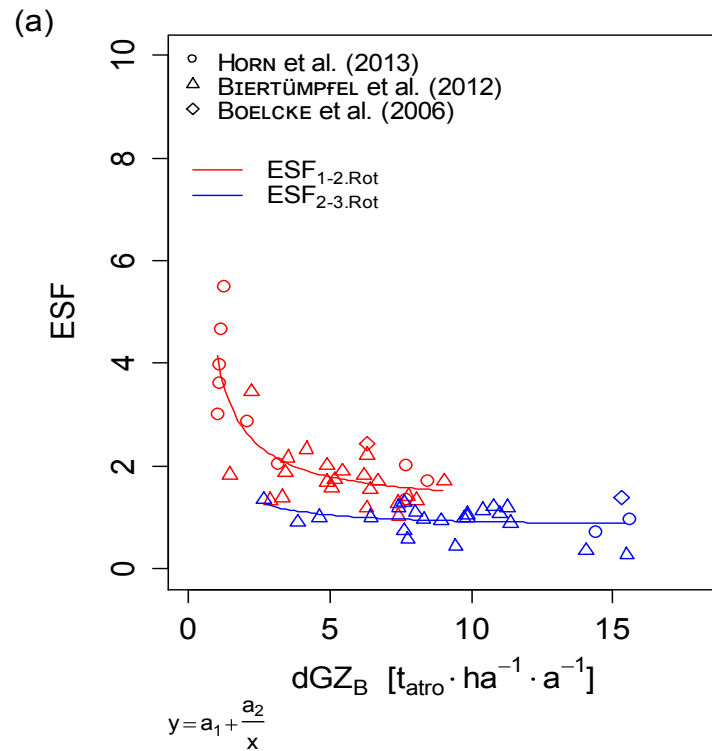
## Vorläufiges Modell für die Ertragsschätzung in Folgerotationen



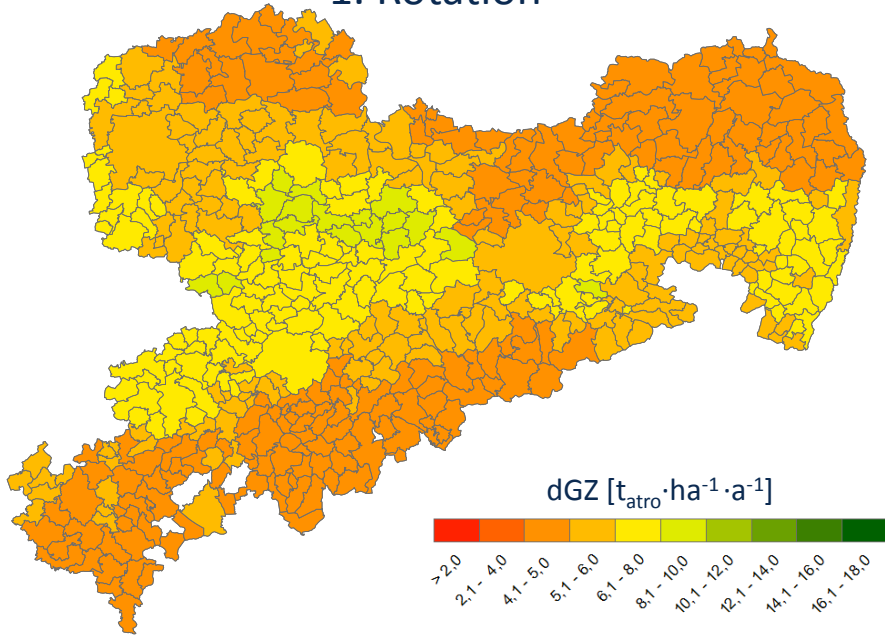
## Ertragserwartungen in KUP aus Weide



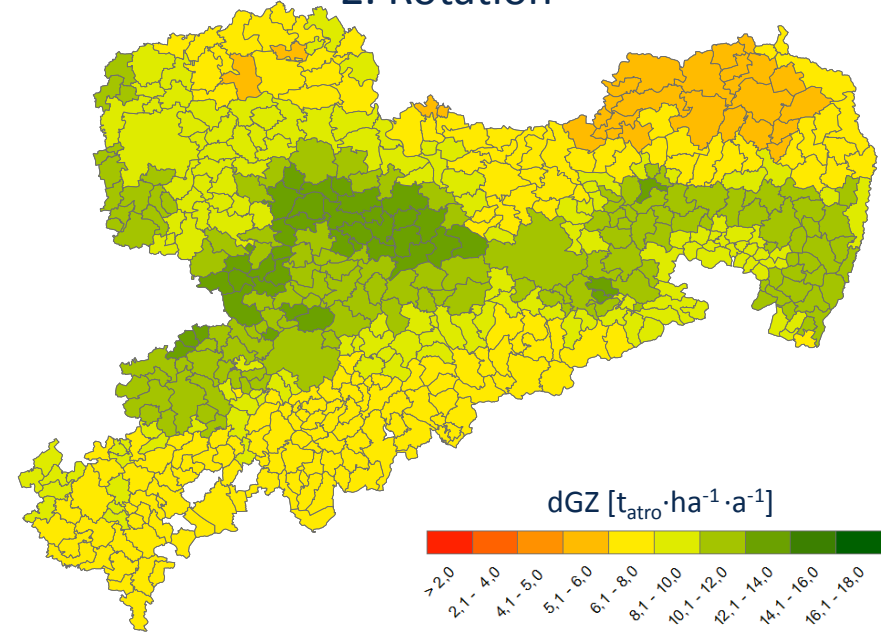
Gegenüberstellung der Ertragssteigerungs-Faktoren von 1. auf 2. ( $ESF_{1-2.Rot}$ ) bzw. 2. auf 3. ( $ESF_{2-3.Rot}$ ) Rotation im Verhältnis zum jeweiligen  $dGZ_B$  der Vorrotation (a) ohne bzw. (b) mit linearisierender Transformation für Kurzumtriebsplantagen aus Pappel



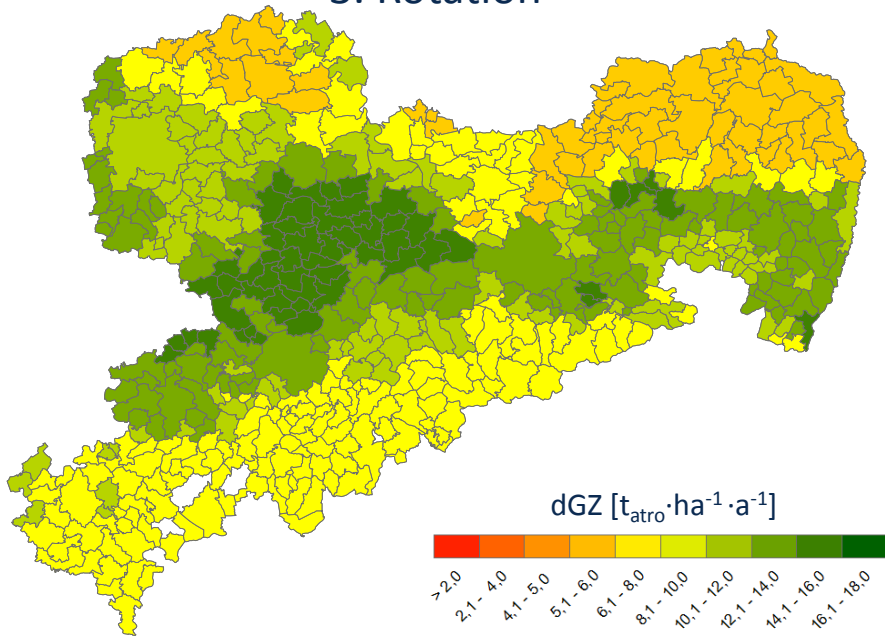
### 1. Rotation



### 2. Rotation



### 3. Rotation



### Szenario

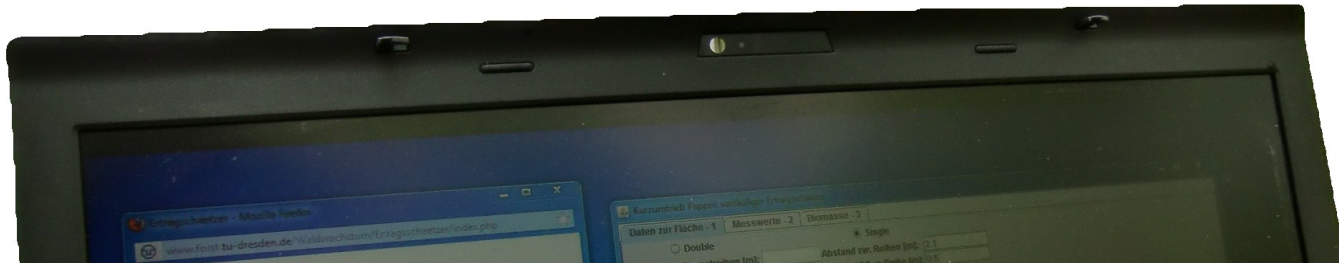
Klon:	Klongruppe Max
Rotationslänge:	5 Jahre
Begründungspflanzzahl:	10.000 Stück
Bewirtschaftungszeitraum:	20 Jahre

<http://www.energieholz-portal.de/89-0-Abstract.html>

AGROFORNET







**Vielen Dank für Ihr Interesse**

