

Ertragsschätzung in Kurzumtriebsplantagen (KUP) aus Pappel und Weide

Prof. Dr. Heinz Röhle & Dipl. Forstw. Katja Skibbe

**Institut für Waldwachstum und Forstliche Informatik
TU Dresden**

**Symposium FastWOOD – ProLoc - Weidenzüchtung
Hann. Münden, 21.-22.09.2011**

Ertragsschätzung in Kurzumtriebsplantagen (KUP) aus Pappel und Weide

Gliederung

- 1 Einleitung
- 2 Standortbasierte Leistungsschätzung für Pappel
- 3 Verfahren zur Ertragsermittlung für Pappel
- 4 Überlegungen zur Ertragsermittlung für Weide
- 5 Ausblick

1) Einleitung

Motivation für die Anlage von KUP

- Höherer Anteil erneuerbarer Energien an Primärenergie
- Alternative Nutzung landwirtschaftlicher Flächen



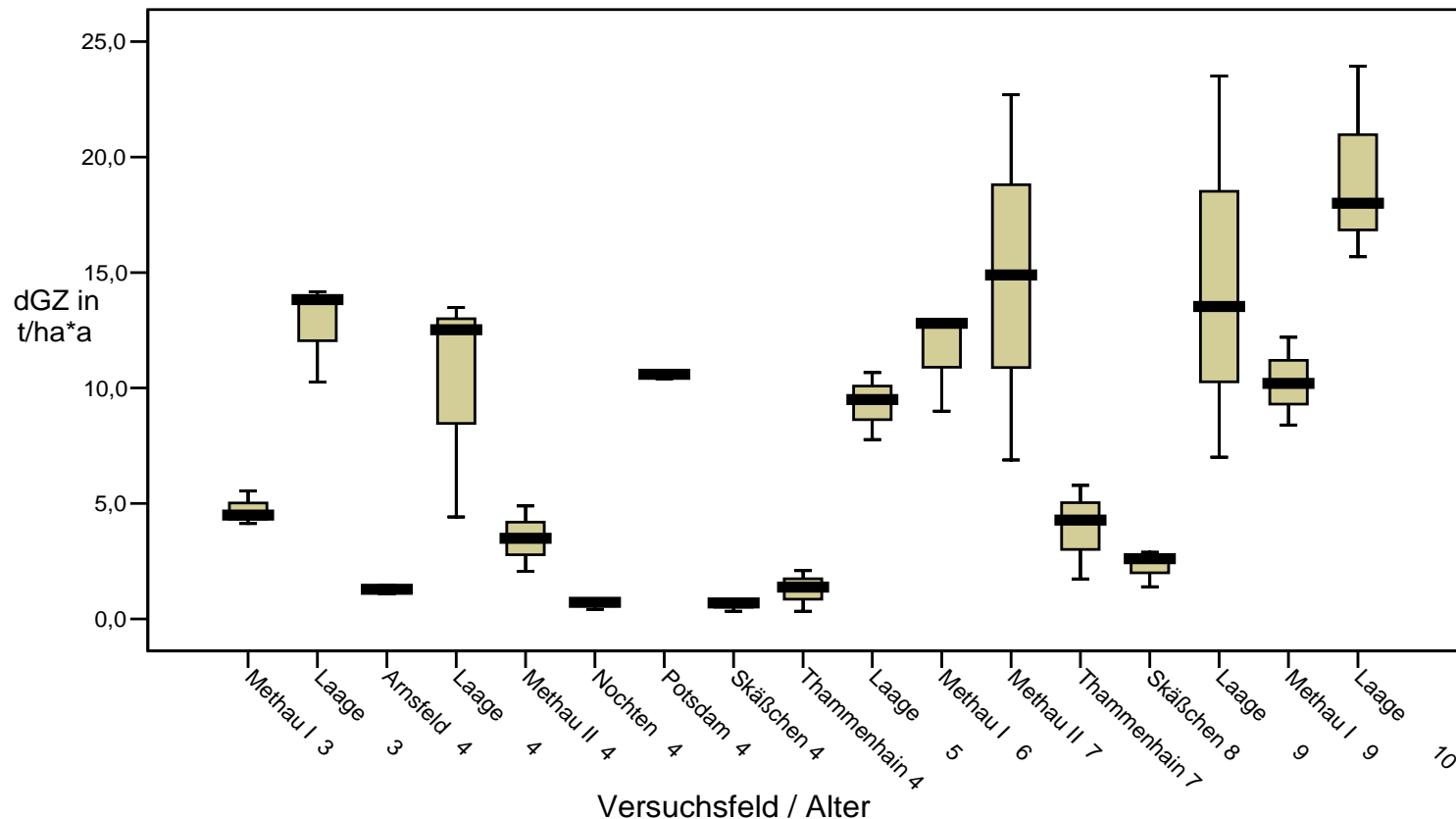
Charakteristika geeigneter Baumarten

- Rasches Jugendwachstum
- Stockausschlagfähigkeit



1) Einleitung

dGZ-Biomasse atro¹⁾ auf Pappel-Versuchsfeldern in Ostdeutschland



1) Bestimmung der Biomasse (atro): Wägung nach Trocknung bei 103 °C +/- 2K bis zur Gewichtskonstanz nach DIN 52183

Leistungsbeeinflussende Faktoren in KUP

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

2) Standortbasierte Leistungsschätzung für Pappel

Ziel der Studie¹⁾

1) Untersuchung des Einflusses der Standortfaktoren

- nutzbare Feldkapazität (**nFk**)
- Ackerzahl (**Az**)
- Niederschlag (**N**)
- Temperatur (**T**)
- Bestandesdichte (**N/ha**)

bei unterschiedlichen Bestandesaltern auf die Wuchsleistung von Pappel-KUP und

2) Modellierung des Biomasse-Produktionspotentials (atro) verschiedener Pappel-Klone in Abhängigkeit von Standortbedingungen und Bestandesalter.

1) vgl. Ali (2009)

2) Standortbasierte Leistungsschätzung für Pappel

Zweistufiger Ansatz zur Leistungsschätzung:

- Schritt 1: Modellierung der Oberhöhe (h_o)

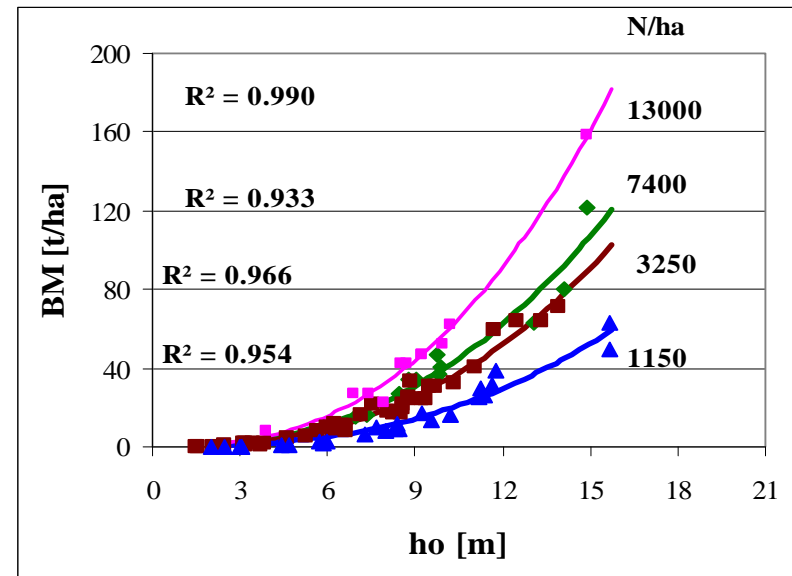
Funktion zur Schätzung von h_o für Pappeln der Max-Gruppe

$$h_o = a_1 * \text{Alter} + a_2 * N_{5-6} * Az + a_3 * T_{4-7} / nFk \quad (R^2: 0.986)$$

- Schritt 2: Schätzung der Bestandesbiomasse (BM)

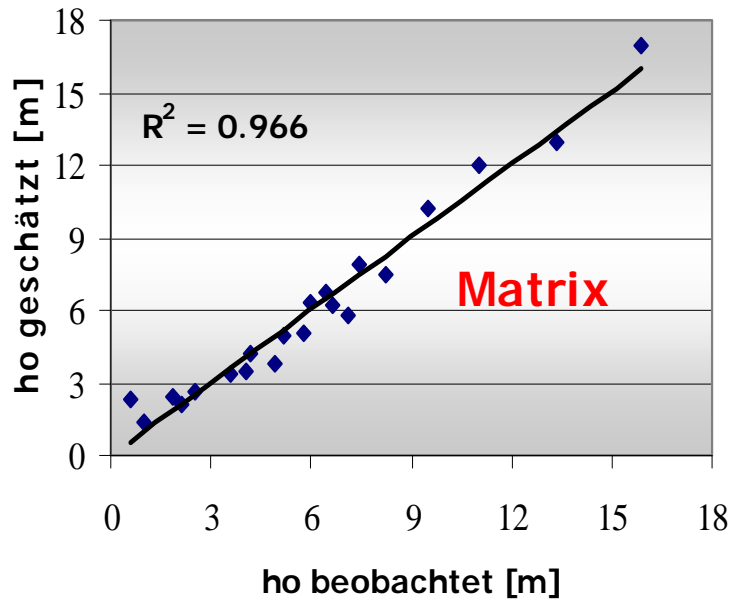
Herleitung von Biomassefunktionen bei verschiedenen Bestandesdichten für Pappeln der Max-Gruppe

$$BM = a_4 * h_o^{a5}$$

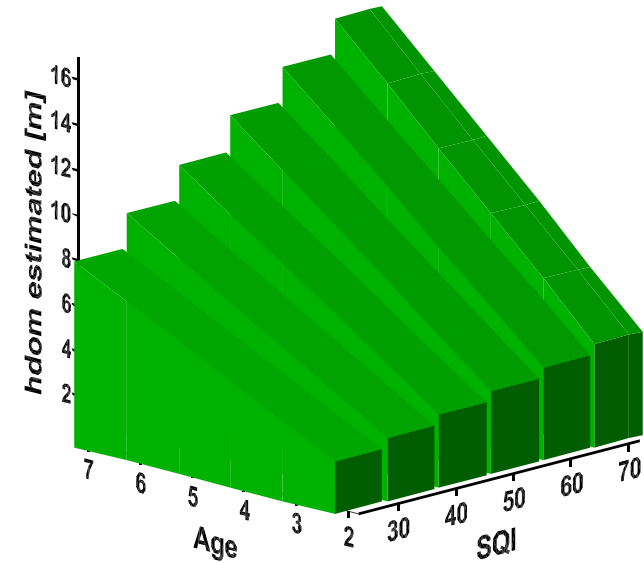


2) Standortbasierte Leistungsschätzung für Pappel

Beziehung zwischen Standort-eigenschaften und Wuchsleistung (Oberhöhe) für Max-Klone



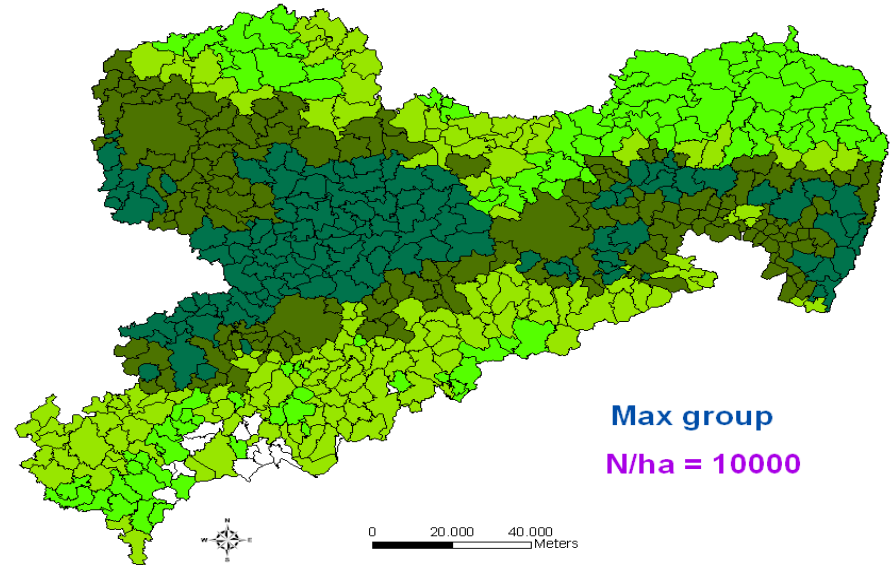
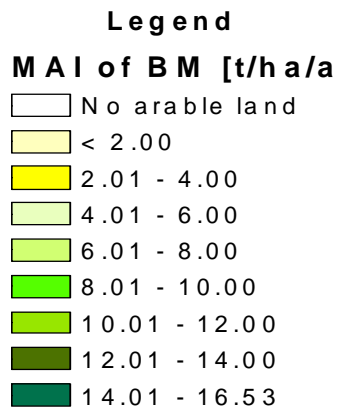
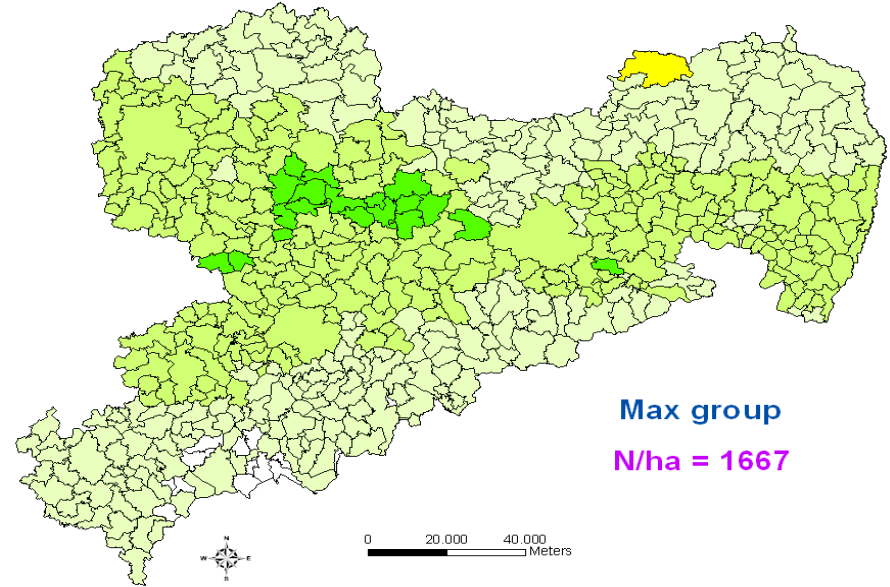
Oberhöhe über Alter und Ackerzahl



Schätzung der Oberhöhe: Modell und Realität

2) Standortbasierte Leistungsschätzung für Pappel

dGZ-Biomasse (modelliert) bei verschiedenen Bestandesdichten



3) Verfahren zur Ertragsermittlung für Pappel

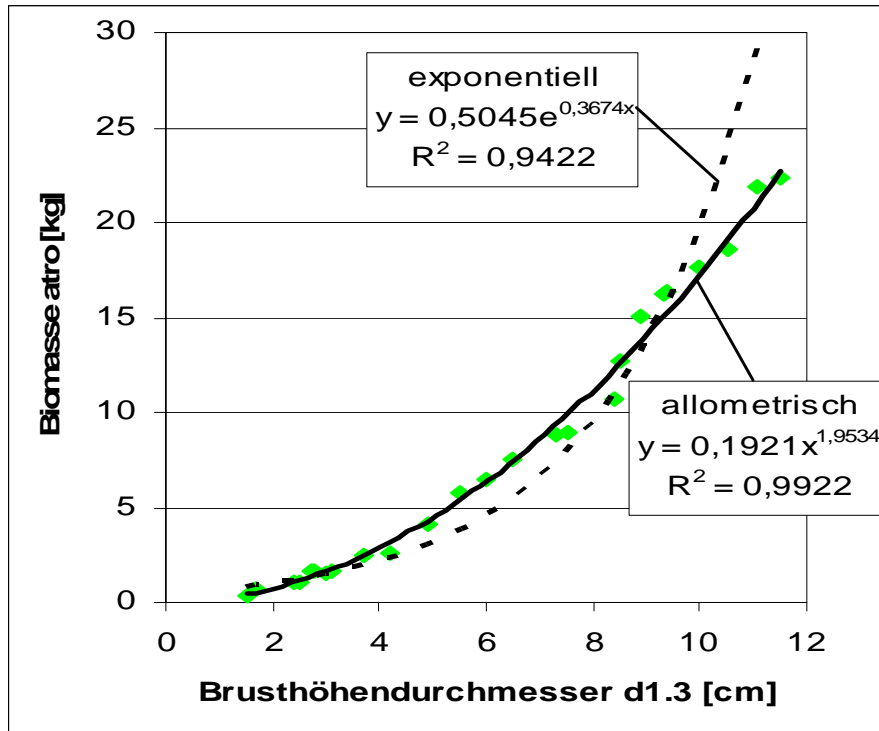
Regressionsmethode (Biomassefunktion mit destruktivem Ansatz) - Vorgehen

- Bhd-Messung aller Individuen (Bäume bzw. Triebe)
- Ernte von Individuen über das gesamte Bhd-Spektrum
- Bestimmung des Frischgewichts der geernteten Individuen
- Trocknung und Ermittlung des Trockengewichts
- Aufstellung einer Biomassefunktion (Beziehung zwischen Bhd und Trockenbiomasse)
- Berechnung der Hektardaten durch Einsetzen der Bhd-Werte aller Individuen in die Biomassefunktion

3) Verfahren zur Ertragsermittlung für Pappel

Herleitung der Biomassefunktion

- Test verschiedener Ausgleichsfunktionen mit einer (z.B. Bhd) und mehreren Erklärungsvariablen (z.B. Bhd und Höhe)
- Beurteilung der Anpassungsgüte nach Bestimmtheitsmaß (R^2) und Verlauf der Ausgleichsfunktion



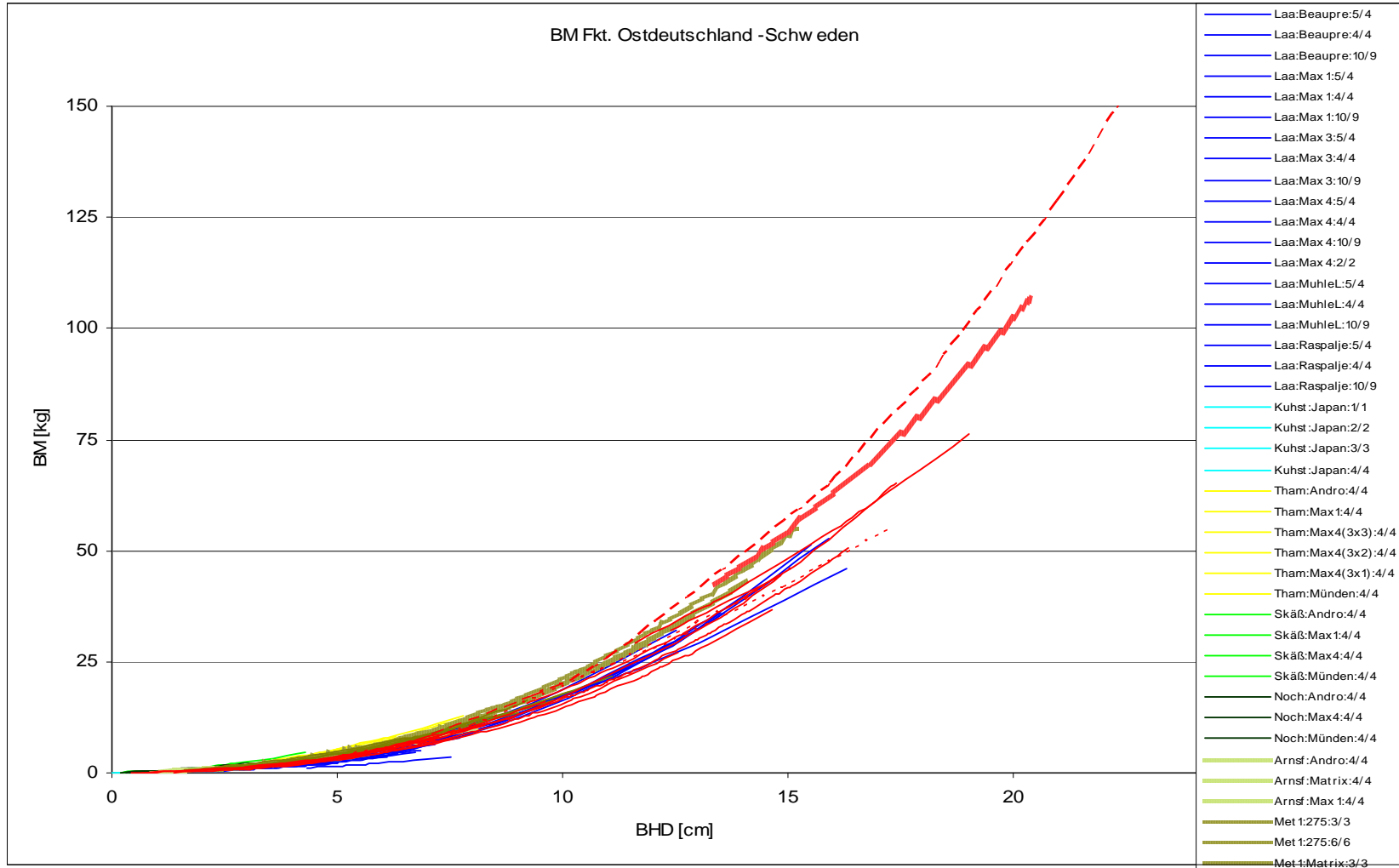
Verwendung des allometrischen Funktionstyps

$$b = a_0 \cdot \text{Bhd}^{a_1}$$

b: Einzelbaumbiomasse (atro) in kg
Bhd: Brusthöhendurchmesser in cm
 a_0, a_1 : Koeffizienten

3) Verfahren zur Ertragsermittlung für Pappel

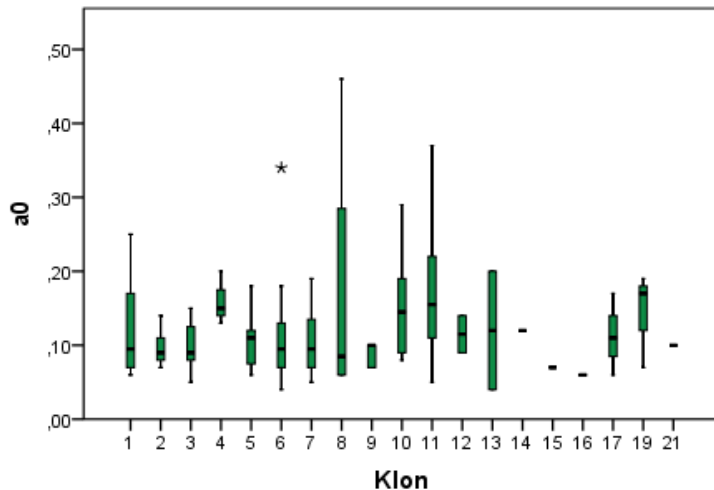
Biomassefunktionen verschiedener Versuchsfelder



3) Verfahren zur Ertragsermittlung für Pappel

Eigenschaften von Biomassefunktionen (I)

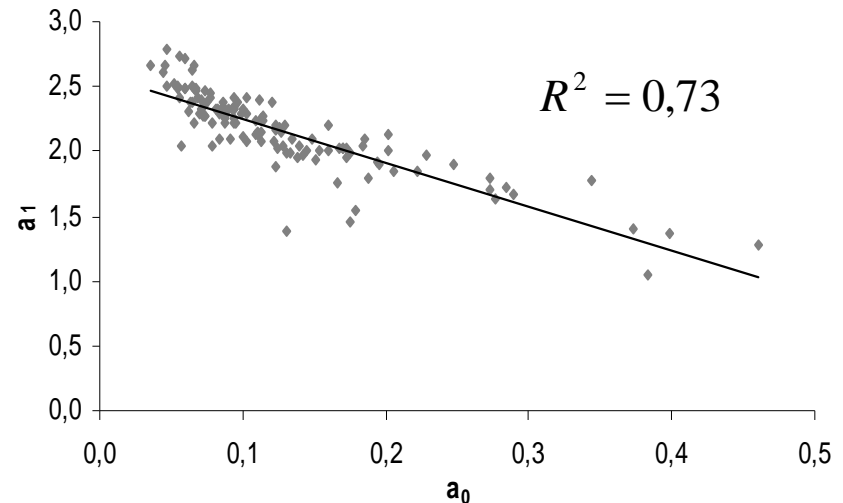
1) Die Werte der Koeffizienten a_0 und a_1 der allometrischen Funktion weisen keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beprobten Klonen auf.



Kruskal-Wallis-Test für den Koeffizienten a_0 :

Sig. 0,473 → ein statistisch nachweisbarer Unterschied zwischen den Koeffizienten besteht nicht!

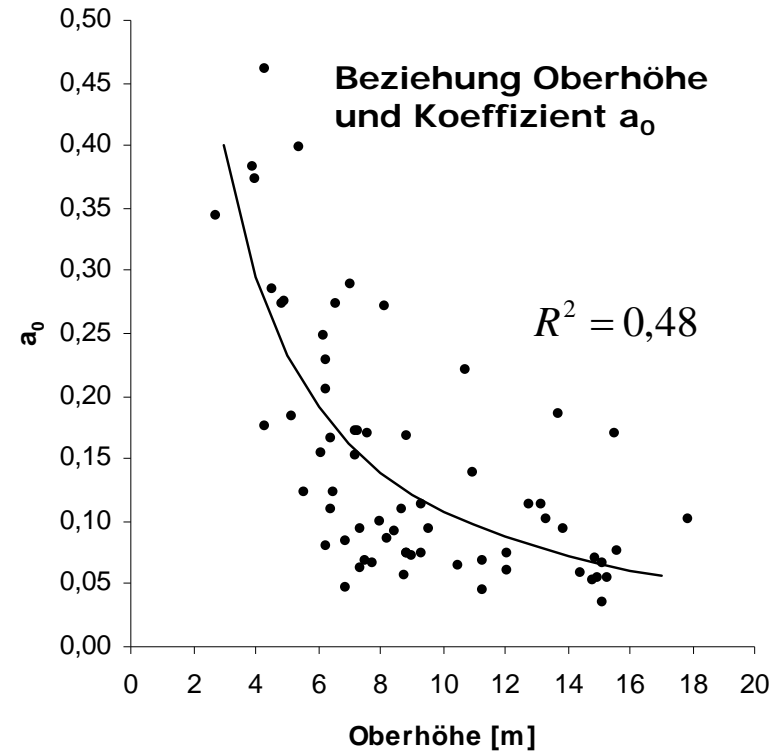
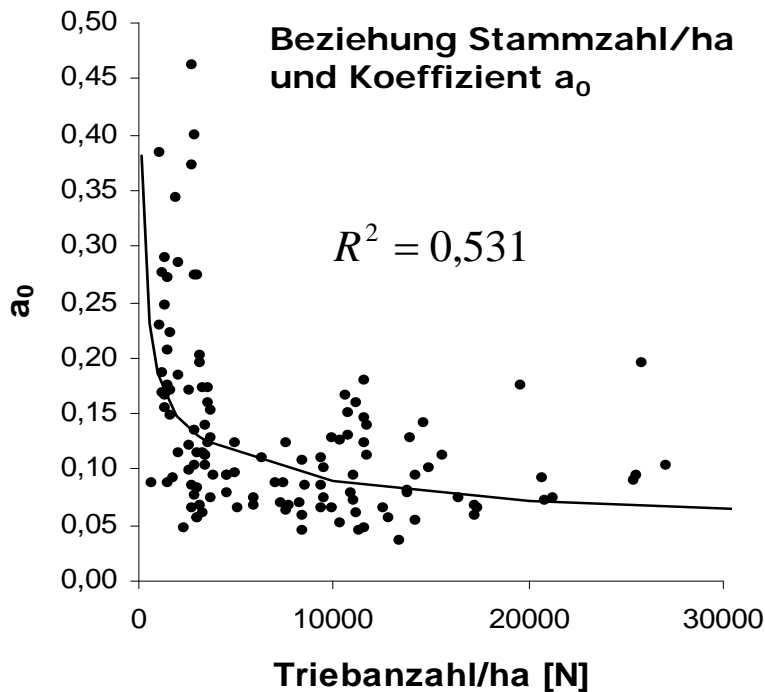
2) Zwischen den Koeffizienten a_0 und a_1 besteht eine signifikante lineare Abhängigkeit.



3) Verfahren zur Ertragsermittlung für Pappel

Eigenschaften von Biomassefunktionen (II)

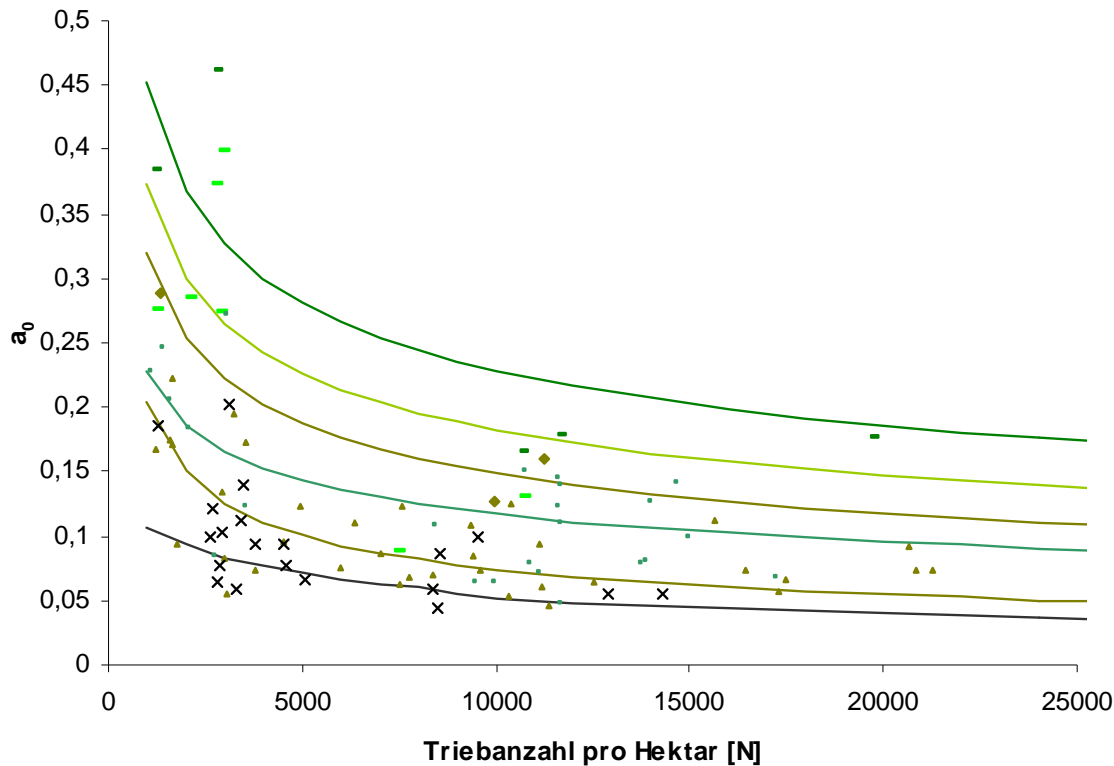
Signifikante Einflüsse sowohl der Bestandesmittel-/Oberhöhe als auch der Bestandesdichte auf die Koeffizienten a_0 und a_1 konnten belegt werden. Diese Einflüsse lassen sich regressionsanalytisch beschreiben und für beliebige Bestandesdichte-/Höhenkombinationen modellieren.



3) Verfahren zur Ertragsermittlung für Pappel

Konstruktion des Ertragsermittlers

Präzise Schätzung von a_0 durch Einteilung des Datensatzes in unterschiedliche Mittelhöhenbereiche



Mittelhöhenbereiche [m]

$$3 \leq hm \leq 3,5 \dots R^2 = 0,69$$

$$3,5 < hm \leq 4 \dots R^2 = 0,55$$

$$4 < hm \leq 4,5 \dots R^2 = 0,47$$

$$4,5 < hm \leq 7 \dots R^2 = 0,96$$

$$7 < hm \leq 9,5 \dots R^2 = 0,49$$

$$9,5 < hm \leq 12 \dots R^2 = 0,46$$

3) Verfahren zur Ertragsermittlung für Pappel

Anwendung des Ertragsermittlers

Regressionskurvenfächer

Nr.	Höhenstufe	Regressionsfunktion
1	$2 \leq hm \leq 2,5$	$a_0 = 2,901 \cdot N^{-0,245}$
2	$2,5 < hm \leq 3$	$a_0 = 3,091 \cdot N^{-0,276}$
3	$3 < hm \leq 3,5$	$a_0 = 3,034 \cdot N^{-0,293}$
4	$3,5 < hm \leq 4$	$a_0 = 3,292 \cdot N^{-0,321}$
5	$4 < hm \leq 4,5$	$a_0 = 3,237 \cdot N^{-0,334}$
6	$4,5 < hm \leq 5$	$a_0 = 3,231 \cdot N^{-0,346}$
7	$5 < hm \leq 5,5$	$a_0 = 3,127 \cdot N^{-0,355}$
8	$5 < hm \leq 6$	$a_0 = 3,061 \cdot N^{-0,363}$
9	$6 < hm \leq 7$	$a_0 = 3,419 \cdot N^{-0,397}$
10	$7 < hm \leq 8$	$a_0 = 3,790 \cdot N^{-0,427}$
11	$8 < hm \leq 9$	$a_0 = 3,717 \cdot N^{-0,439}$
12	$9 < hm \leq 10$	$a_0 = 3,573 \cdot N^{-0,449}$
13	$10 < hm \leq 11$	$a_0 = 3,871 \cdot N^{-0,470}$
14	$11 < hm \leq 12$	$a_0 = 4,011 \cdot N^{-0,486}$

1. Flächenbezogene Erhebung der Brusthöhendurchmesser (BHD) → Ermittlung von dg [cm] und der Triebanzahl pro Hektar [N]
2. Erhebung von 15 Triebhöhen → Ermittlung von hm [m], als Eingangsgröße in den Regressionskurvenfächer zur → Bestimmung von a_0
3. Berechnung von a_1 unter Einsetzen von a_0

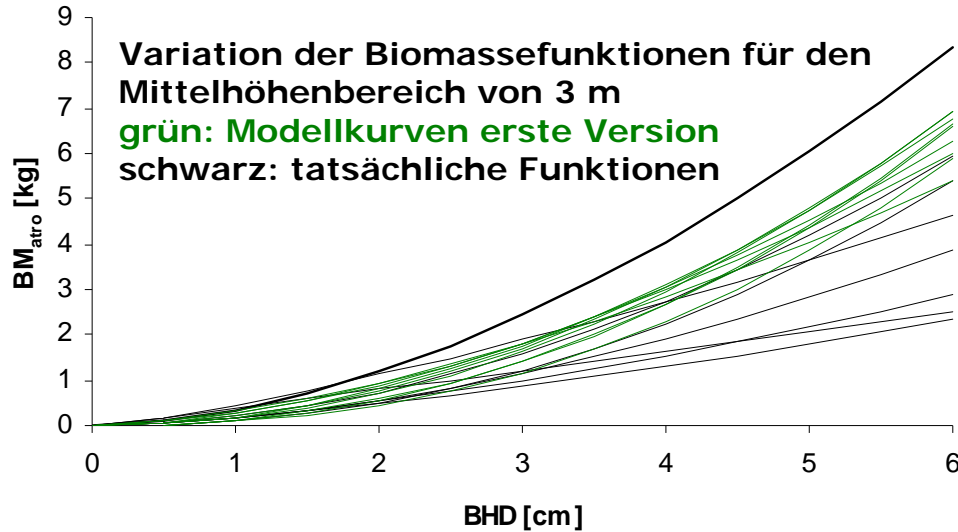
$$a_1 = -3,379 \cdot a_0 + 2,593$$

4. Bestimmung der BM mit der Formel

$$BM_{atro} = \frac{N \cdot a_0 \cdot dg^{a_1}}{1000} \dots [t_{atro} / ha]$$

3) Verfahren zur Ertragsermittlung für Pappel

Evaluierung des Ertragsermittlers



Die Evaluierung der ersten Version des Ertragsermittlers nach Hartmann (2010) erfolgte mit einem unabhängigen Datensatz.

Durchschnittliche Abweichung der modellierten von den tatsächlichen Biomasseerträgen in unterschiedlichen Mittelhöhenbereichen (Schätzer nach Hartmann)

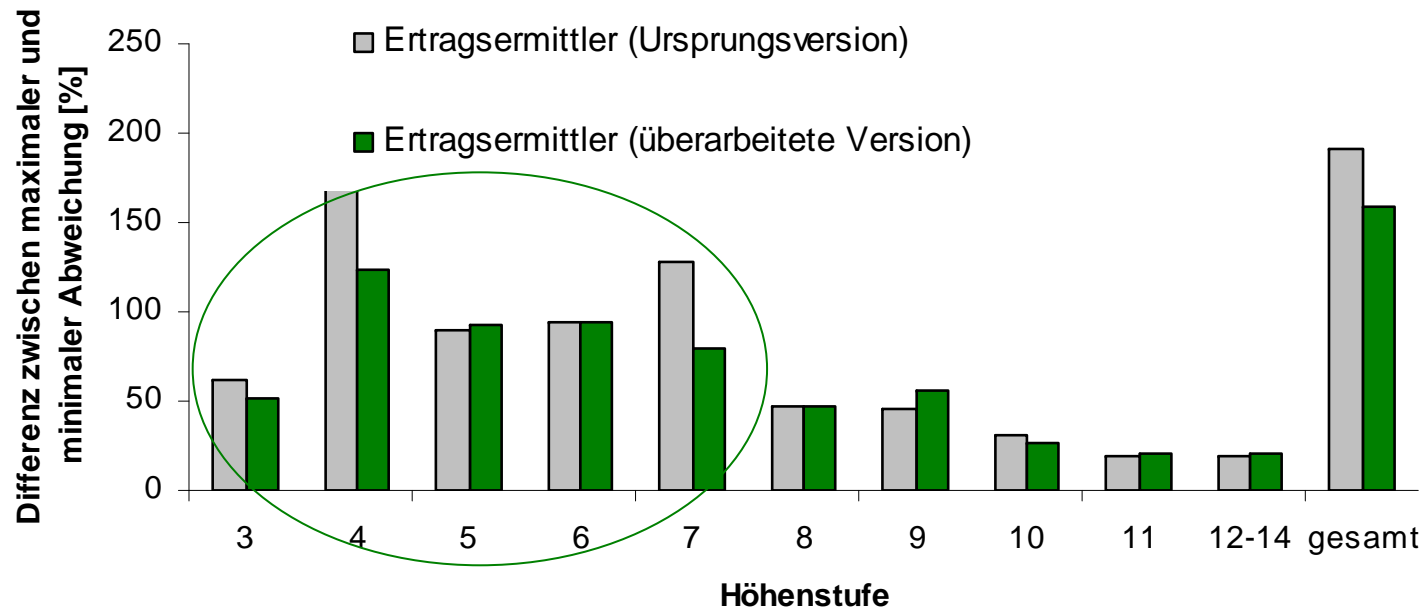
	3	4	5	6	7	8	9	10	12	gesamt
Bias in t _{atro} /ha	-1,88	0,04	1,46	2,29	-4,97	-4,82	-0,26	-12,2	2,47	-0,21
Bias %	-23,70	6,42	10,35	9,57	-19,06	-15,17	-1,08	-13,52	6,78	-0,98
N	9	8	11	10	1	1	3	3	5	51
P _w	0,058	0,6	0,305	0,165	0,317	0,317	0,827	0,513	0,602	0,88

P_w: P-Wert des Wilcoxon-Rang-Test

3) Verfahren zur Ertragsermittlung für Pappel

Ergebnis der Neu-Parametrisierung

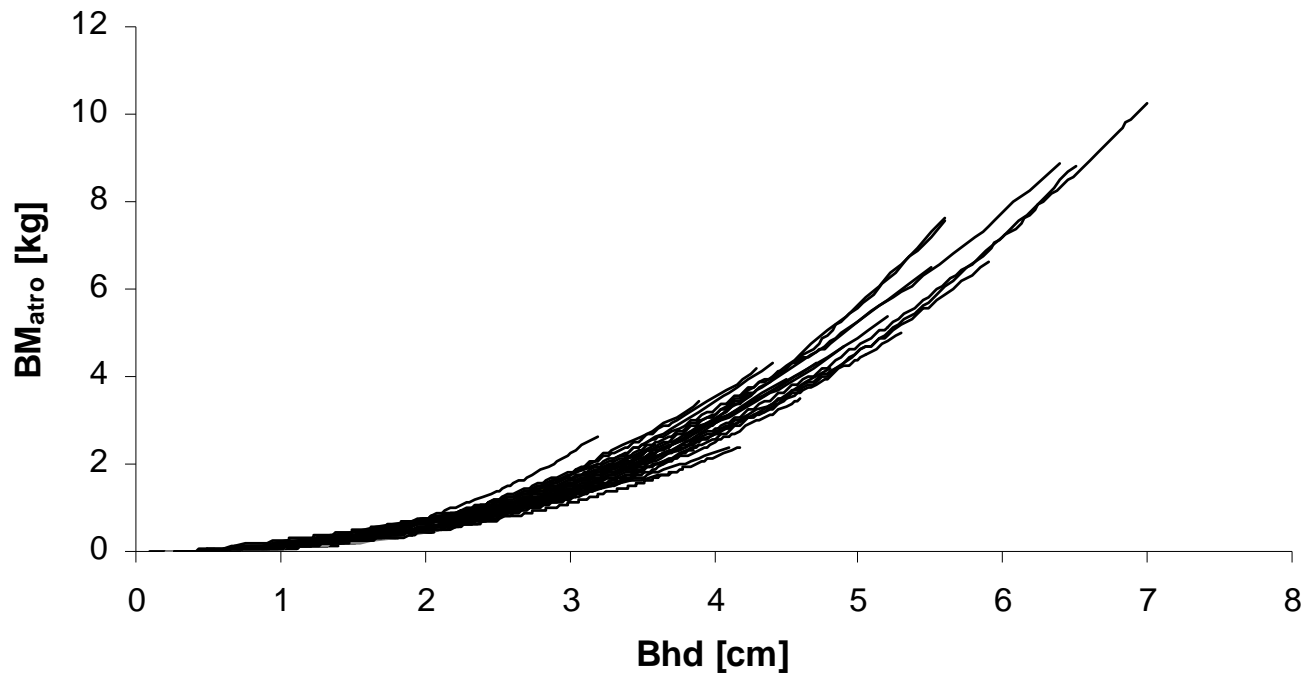
Die Ertragsermittlung konnte in den Höhenstufen 3 bis 7 deutlich verbessert werden.



4) Überlegungen zur Ertragsermittlung für Weide

Vorüberlegungen zur Entwicklung eines Ertragsermittlers für KUP aus Weide (I)

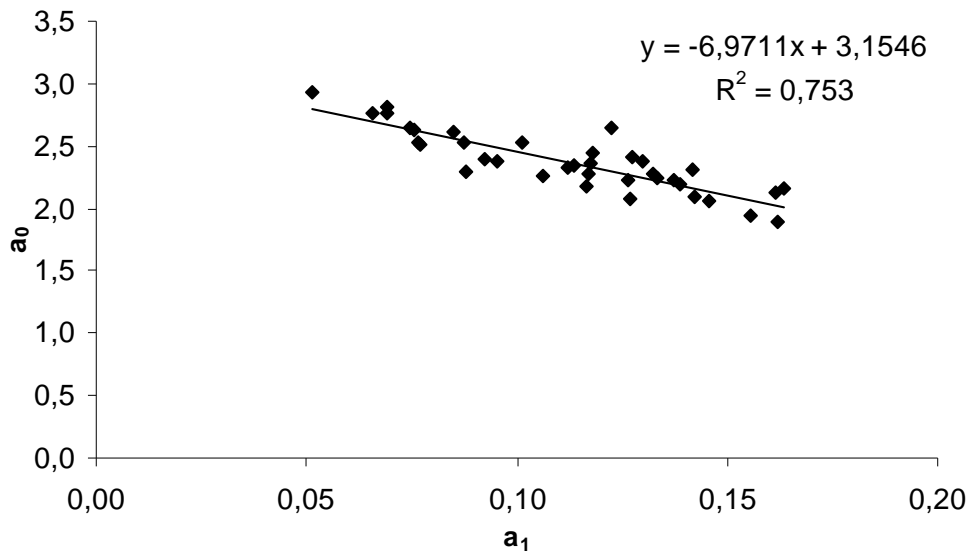
Datengrundlage sind individuell erstellte Biomassefunktionen und waldwachstumskundliche Parameter aus über 70 KUP



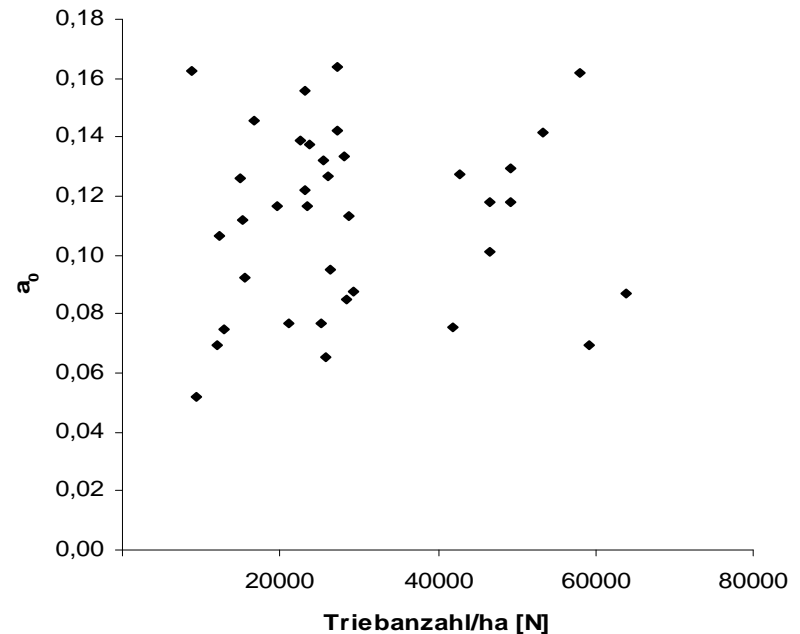
4) Überlegungen zur Ertragsermittlung für Weide

Vorüberlegungen zur Entwicklung eines Ertragsermittlers für KUP aus Weide (I)

Die Koeffizienten der Biomassefunktion zeigen einen signifikanten Zusammenhang, der über eine lineare Funktion beschrieben werden kann.



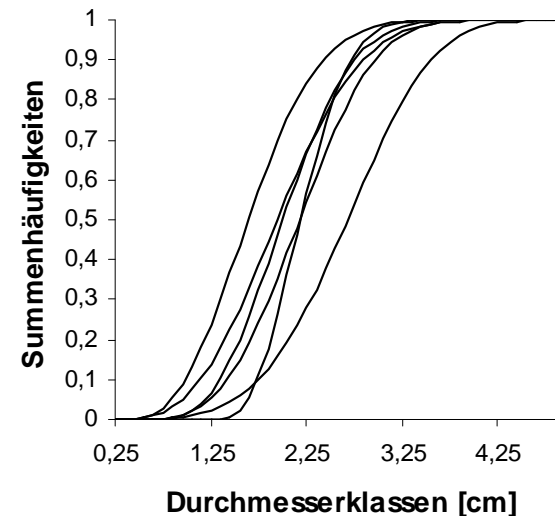
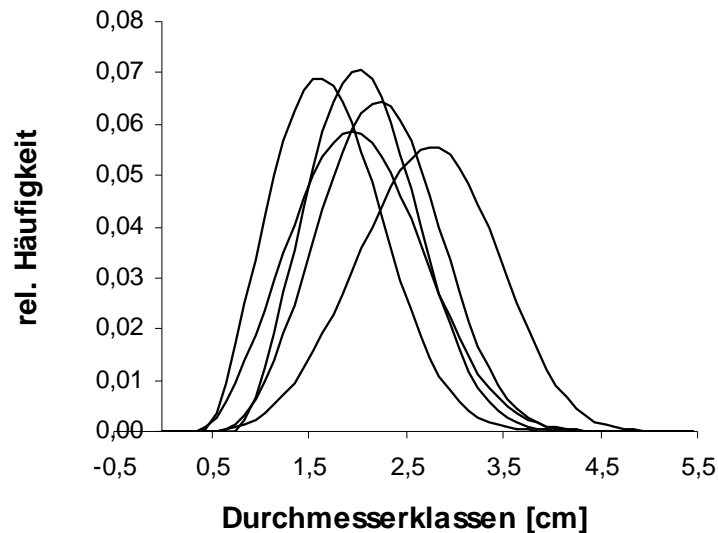
Es besteht kein Zusammenhang zwischen der Triebanzahl pro Hektar und dem Koeffizienten a_0 .



4) Überlegungen zur Ertragsermittlung für Weide

Vorüberlegungen zur Ertragsermittlung in KUP aus Weide (II)

Modellierung des Biomasseertrags auf Basis von
Durchmesser-Häufigkeitsverteilungen ?



Durchmesserverteilung dreijähriger Weidenklone (Tordis) auf
unterschiedlichen Standorten

5) Ausblick

- **Die Biomasse von KUP aus Pappel und Weide variiert je nach Standortbedingungen und Bestandesdichten in einem weiten Rahmen.**
- **Standort-Leistungsbeziehungen ermöglichen eine Schätzung der Erträge (dGZ-Biomasse) für Pappel bei verschiedenen Bestandesdichten.**
- **Mit Hilfe der Regressionsmethode wurde für Pappel eine Schätzhilfe entwickelt, die eine zerstörungsfreie Ermittlung der Biomasse erlaubt und als Downloadversion zur Verfügung steht. Ob die Herleitung eines entsprechenden Schätzers für Weide darstellbar ist, wird derzeit geprüft.**

..... Vielen Dank für ´s Zuhören !

