

# **Holzvolumen und Biomasse von Einzelbäumen:**

## **Berechnungsmethoden**

E. Kaufmann, WSL, Birmensdorf

# Schaftholzvolumen in Rinde

- Volumenfunktion für Schaftholz in Rinde:  $v=f(\text{BHD},D7,H)$  , (Kaufmann 2001)  
Datengrundlage: sektionsweise vermessene Baumschäfte

- Tariffunktion für Schaftholz in Rinde:  
 $v=f(\text{BHD},\{\text{Einzelbaum-},\text{Bestandes- und Standortmerkmale}\})$ , (Kaufmann,2001)  
Datengrundlage: Tarifprobeebäume

# Rundholz-Sortimente

- Schaftformfunktionen (Kaufmann, 2001)  
Datengrundlage: sektionsweise vermessene Baumschäfte
- Sortierungsprogramme. Einteilung des Schaftes in Rundholzsortimente anhand kritischer Stammdurchmesser und Stücklängen durch Abgreifen der Schaftform mit Schaftformfunktion (Kaufmann,2001)  
Datengrundlage: gerechnete Schaftkurven

# Biomasse / Kohlenstoff

## Volumen von:

- Schaftholz in Rinde (Kaufmann, 2001)
- Astderbholz (Kaufmann, 2001)
- Astreisig (Kaufmann, 2001)

## Umrechnung Volumen zu Gewicht

(Holzdichten nach Assmann, 1961)

## Gewicht von:

- Belaubung (Perruchoud et al., 1999)
- Wurzeln (NH: Wirth et al., 2005, LH: Wutzler et al., 2008)
- Feinwurzeln (Perruchoud et al., 1999)
- Früchte (Rohmeder, 1972)

## Umrechnung Gewicht zu Kohlenstoff

Konstanter Umrechnungsfaktor (IPCC, 2003)

# Herleitung der LFI-Tariffunktionen

- Ziehung einer Unterstichprobe in den Inventuren:  
Tarifprobebäume
- Voluminierung der Tarifprobebäume , an welchen BHD, D7 und H gemessen werden, mit Volumenfunktionen:  
 $v=f(\text{BHD}, \text{D7}, \text{H})$
- Herleitung der Tariffunktionen  
 $tv=f(\text{BHD}, \{\text{Ansprachegrößen}\})$  mit  
Hilfe der Tarifprobebäume

# Tariffunktionen LFI

- **Verteilungstyp: Exponentialfunktion**
- **1 Funktion pro Produktionsregion und Hauptbaumart**

$$v = e^{(b_0 + b_1 * \ln(BHD) + b_2 * \ln^4(BHD) + \sum_{i=3}^9 (b_i * EG_i))}$$

Methode Parameterschätzung: Nichtlineare Regression mit Hilfe 1. Ableitungen nach den Funktionsparametern b0-b9

# Suchen von signifikanten Einflussgrößen :

- mit Hilfe von Varianzanalysen

$$v = e^{(b_0 + b_1 * \ln(BHD) + b_2 * \ln^4(BHD) + \sum_{i=3}^9 (b_i * EG_i))}$$

**EG<sub>3</sub>: GWL**

**EG<sub>4</sub>: d<sub>dom</sub>**

**EG<sub>5</sub>: Zwiesel (0,1)**

**EG<sub>6</sub>: H.ü.Meer**

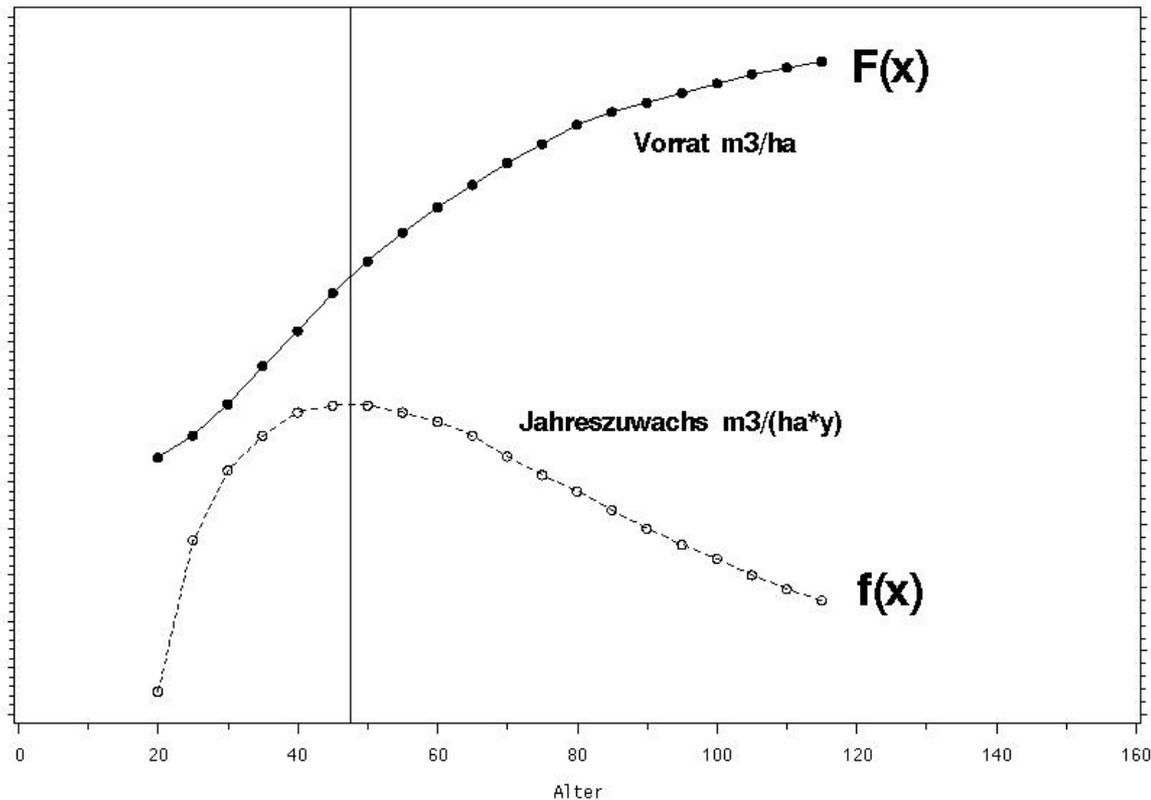
**EG<sub>7</sub>: Unterschichtbaum (0,1)**

**EG<sub>8</sub>: Messung zum Zeitpunkt LFI2 (0,1)**

**EG<sub>9</sub>: Messung zum Zeitpunkt LFI3 (0,1)**

# Wendepunkt der Vorratskurve (Beispiel Ertragstafel EAFV Fichte 22)

Wenn der Jahreszuwachs eines Bestandes den Kulminationspunkt erreicht, beginnt sich die Vorratskurve abzuflachen, d.h. sie hat einen Wendepunkt

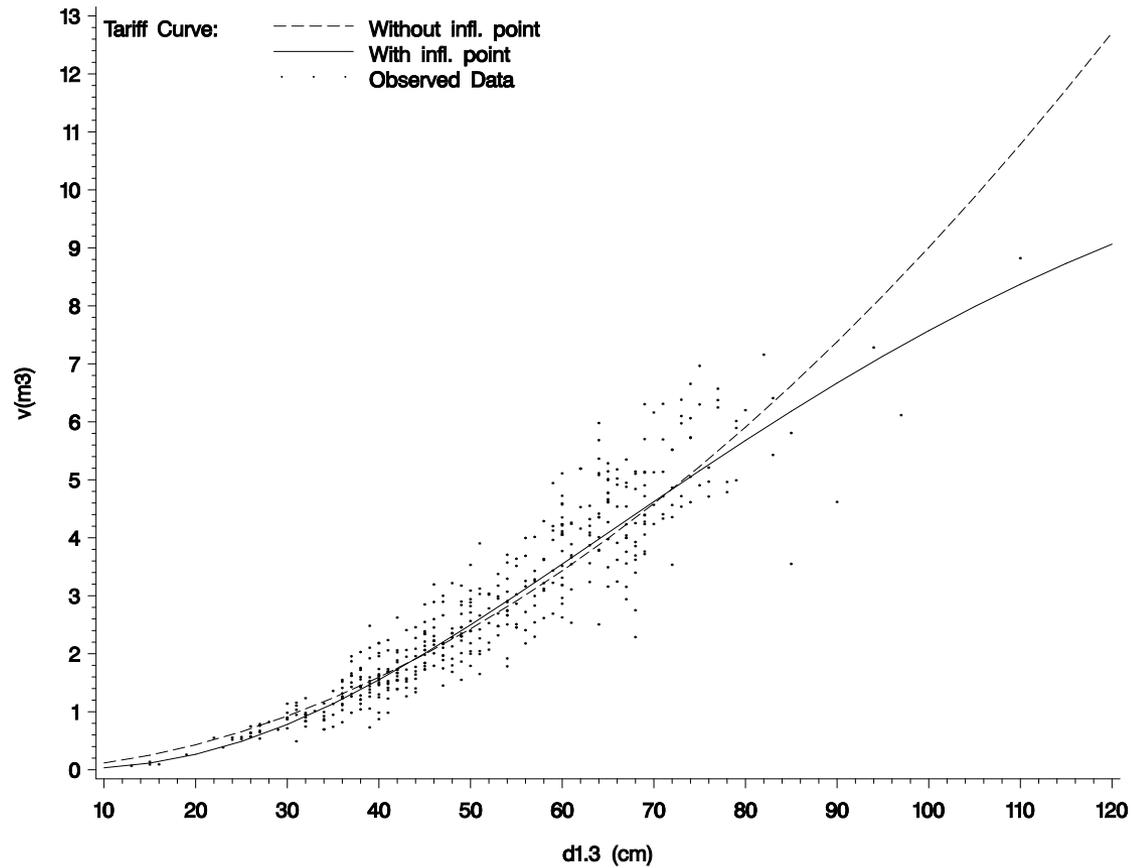


# Wendepunkte der Tariffunktionen:

- Wenn das Volumenwachstum eines Baumes den Kulminationspunkt erreicht, beginnt sich die Tarifkurve abzuflachen, d.h. sie hat einen Wendepunkt
- Ein Wendepunkt entsteht, wenn die Tariffunktion eine 2. Ableitung hat:  
wird ermöglicht durch den Term  $\ln^4(\text{BHD})$
- Der Term mit der 2. Ableitung muss negativ sein:  $b_2 < 0$

$$v = e^{(b_0 + b_1 * \ln(\text{BHD}) + b_2 * \ln^4(\text{BHD}) + \sum_{i=3}^9 (b_i * EG_i))}$$

# Wendepunkt der Tarifkurve

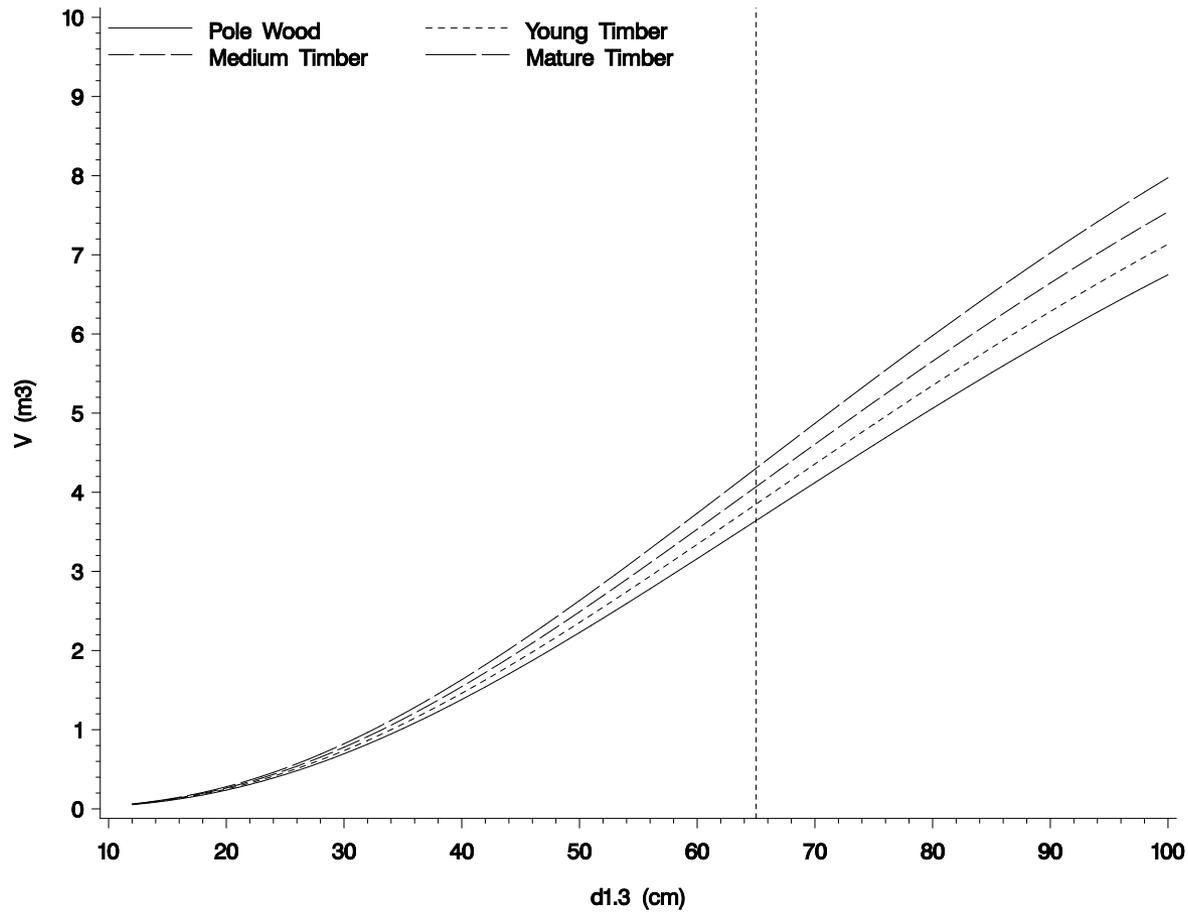


# Verknüpfung der Einflussgrößen

$$v = e^{(b_0 + b_1 * \ln(BHD) + b_2 * \ln^4(BHD) + \sum_{i=3}^9 (b_i * EG_i))}$$

$$= e^{b_0} * e^{b_1 * \ln(BHD)} * e^{b_2 * \ln^4(BHD)} * \prod_{i=3}^9 e^{b_i * ZG_i}$$

# Einfluss der Entwicklungsstufe (ddom)



# Rundholz-Sortimente

Schaftformfunktion:

1. Schätzung obere Durchmesser auf 10%, 30%, 50%, 70% und 90% der Baumhöhe:  $d_i=f(\text{BHD},D7,H)$
- 2 .Kubische Splines:  
Knotenpunkte der Splines knickfrei, gleiche Krümmung beidseitig (1. und 2. Abl. beidseitig gleich) → glatt verlaufende Schaftkurve
3. Einteilung der Schaftachse nach kritischen Durchmessern und Stücklängen
4. Voluminierung:

$$\pi * \sum_{i=1}^q \int_{x=h_i-1}^{h_i} (f(x) - r(x))^2 * dx$$

q: Anzahl Stammabschnitte

h: Integrationsgrenzen

- Knotenpunkte der Splines
- Stammabschnitte der Rindenabzugsfunktion
- Kritische Durchmesser bei der Sortierung

## Volumen Astderholz und Reisig

Zielgrösse p:astdh/vmrd

- logistische Regression → Logittransformation der Zielgrösse p
- $\text{logit}(p) = b_0 + b_1 * \text{BHD} + b_2 * \text{montan} + b_2 * \text{subalpin}$
- Rücktransformation:  $p = e^{\text{logit}(p)} / (1 + e^{\text{logit}(p)})$
- nach Hauptbaumart und Produktionsregion

## Gewicht Laub/Nadeln (n):

- $n = b_0 + b_1 * \text{BHD}^2 + b_2 * \text{BHD}^4$
- nach Hauptbaumart

## Gewicht Grobwurzeln (w):

Nadelholz:  $w = e^{(-5.37891 + 2.92111 * \log(\text{BHD}))}$

Laubholz:  $w = 0.0282 * \text{BHD}^{2.39}$

## Gewicht Feinwurzeln:

5% der Grobwurzeln , Lebensdauer 1.5-2.5 Jahre

## Fruechte (f):

$f = \text{Normgewicht}(\text{Gruppe}) * \text{BHD}^2 / (b_0 * b_1)$

- Gruppe: 1 Fichte , Tanne, Lärche, ü. Nh.  
2 Föhre  
3 Laubholz