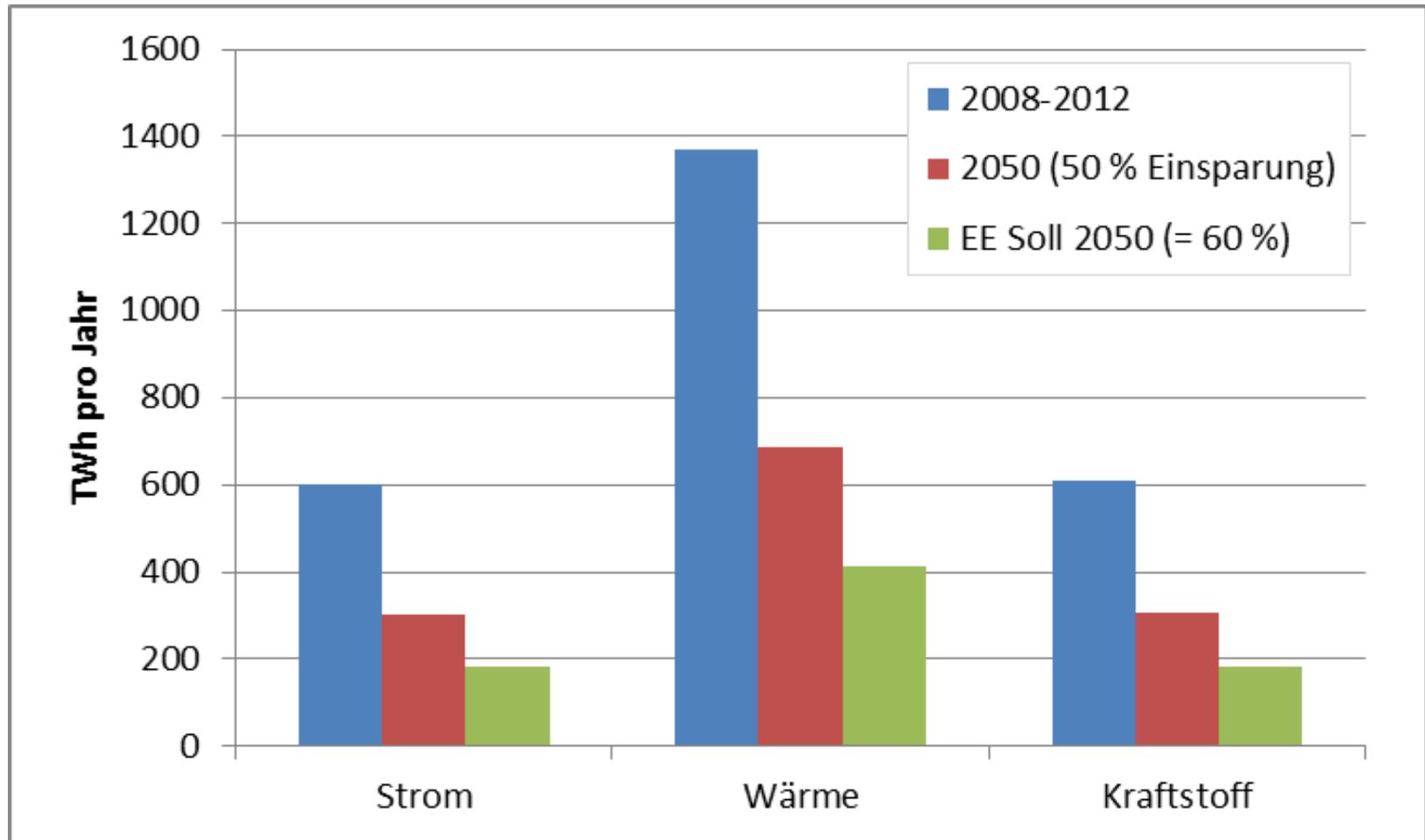


# **Perspektiven von Kurzumtriebsplantagen für die Produktion von Energieholz**

**Prof. Dr. Drs. h.c. Albrecht BEMMANN & Dr. David BUTLER MANNING**

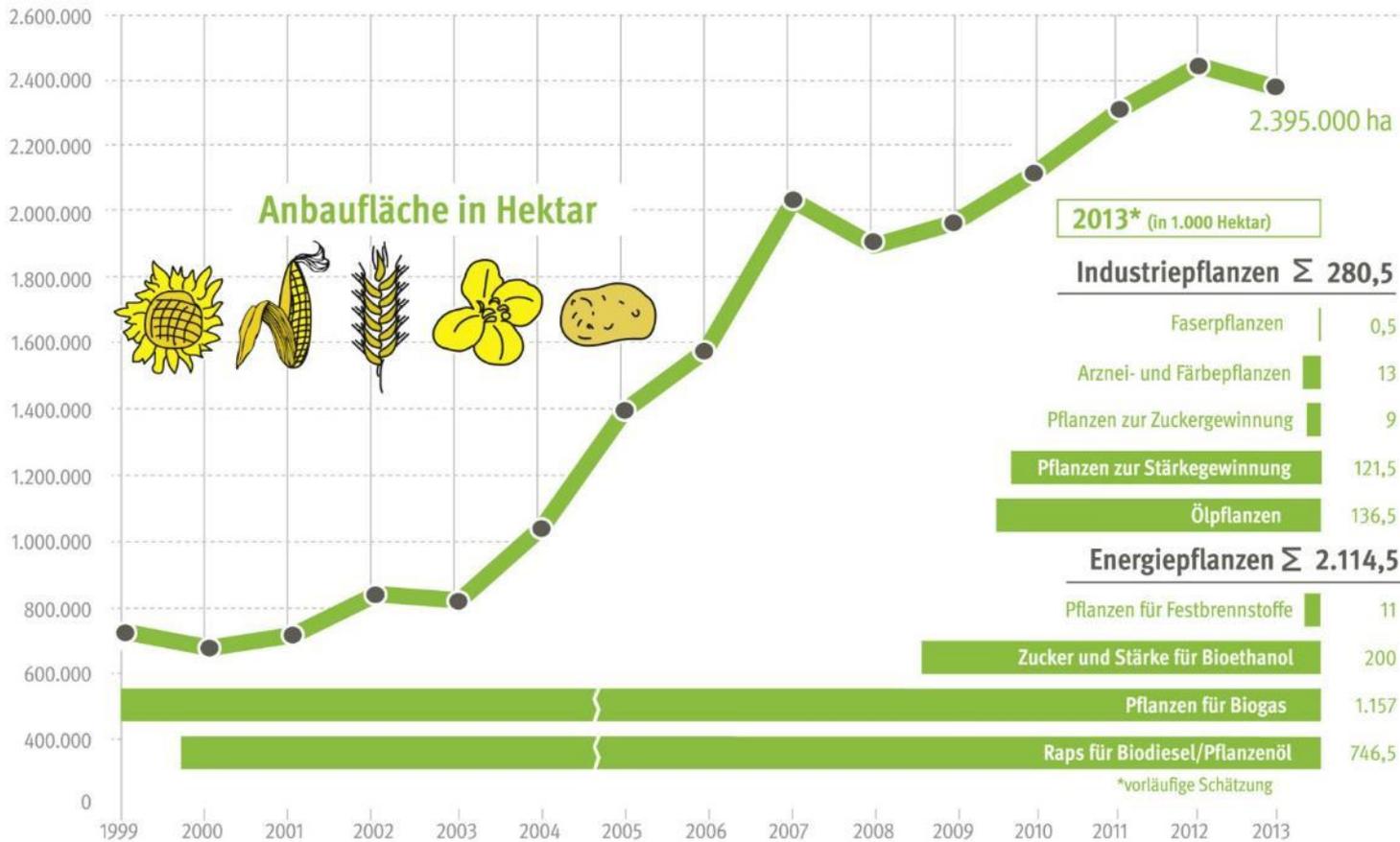
Nossen, 10. April 2014

# Primärenergieverbrauch des Zeitraums von 2008 bis 2012 und Ziele bis 2050



Quelle: BMU & BMELV 2010

# ANBAU NACHWACHSENDER ROHSTOFFE IN DEUTSCHLAND



Quelle: FNR (2013)

© FNR 2013

Quelle: FNR 2013

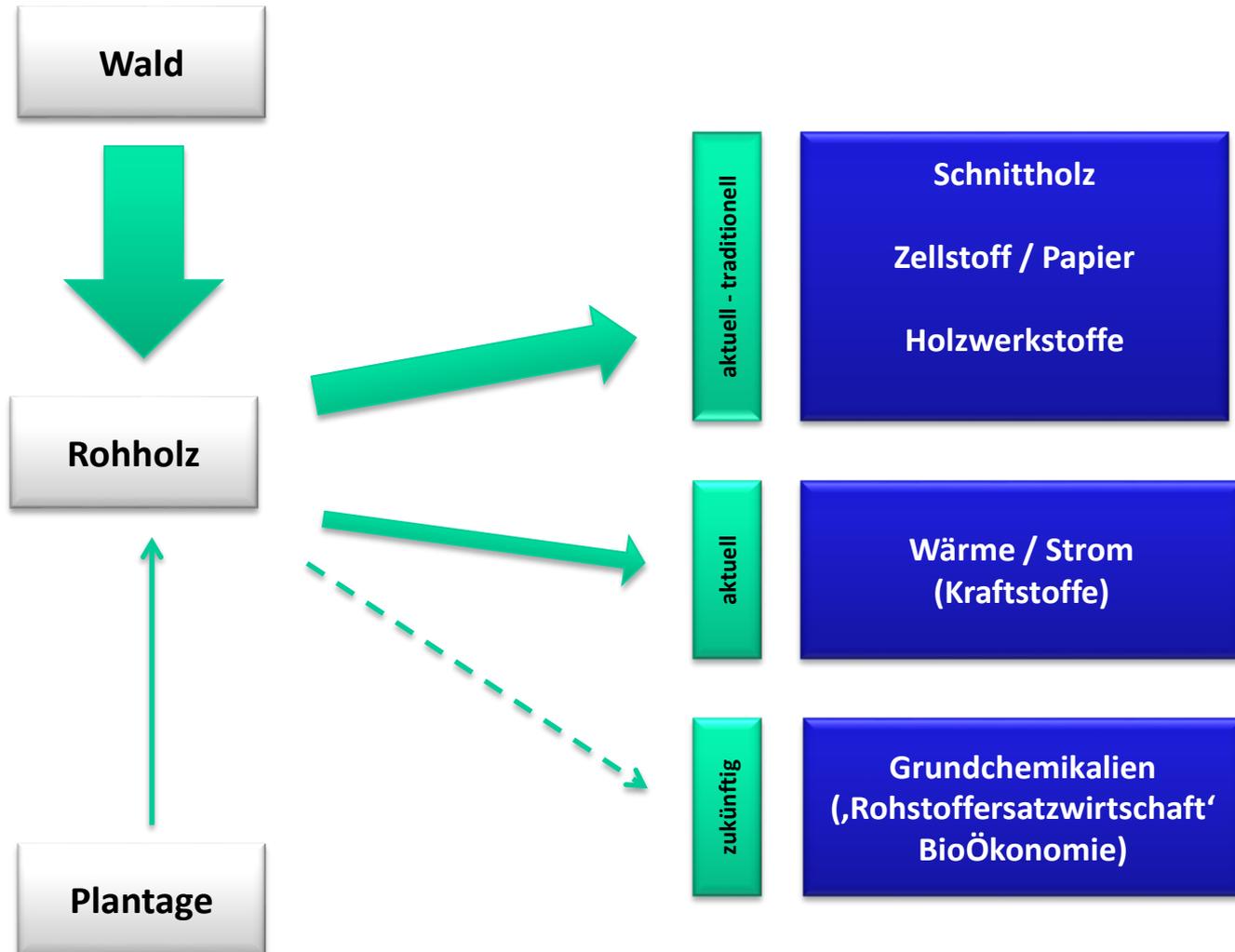
# Energetische Effizienz und energetische Effektivität für ausgewählte nachwachsende Rohstoffe (Auswahl)

PRODUKT	BILANZGRENZEN	EFFIZIENZ OUTPUT : INPUT	EFFEKTIVITÄT (OUTPUT – INPUT)  GJ HA <sup>-1</sup> A <sup>-1</sup>	BEMERKUNGEN	QUELLE
Pappelholz	KUP - Anlage bis Ernte, Trocknung, Rückwandlung, incl. HS-Nahtransport frei Werk	60 : 1	177	keine Min.-Düngung , Ertrag 10 t ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> bzw. 180 GJ t <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	SCHOLZ & KAULFUß (1995)
	KUP - Anlage bis Ernte, Trocknung HS, Rückwandlung	64 : 1	177	Hackschnitzel frei Feldrand, keine Min.-Düngung; Ertrag 10 t ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> bzw. 180 GJ t <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> , Dombelüftungsverfahren	KANZLER (2010) (ergänzt)
Raps	Bodenbearbeitung bis Ernte	2 : 1	23	Ertrag Rapskorn 2 t ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> bzw. 24 GJ t <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	VENTURI & VENTURI (2003)
	Bodenbearbeitung bis Ernte	5 : 1	54	Ertrag Rapskorn 3 t ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> bzw. 70 GJ ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	BÖRJESSON (1996)
	Bodenbearbeitung bis Ernte , frei Werk	7 : 1	163	50-km-LKW-Transport zum Werk incl.	BÖRJESSON (1996)
	Bodenbearbeitung bis Ernte	15 : 1	262	Minimale Input-Intensität und opt. Management	REINEKE et al. (2010)
Silomais	Bodenbearbeitung bis Ernte, frei Feld	3 : 1	62	Ertrag: 15,8 t ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> bzw. 86 GJ ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	VENTURI & VENTURI (2003)
	Bodenbearbeitung bis Ernte und Bereitstellung Biogasanlage	15 : 1	407	Ertrag: 23,6 t ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> bzw. 435 GJ ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	EDER et al. (2009)

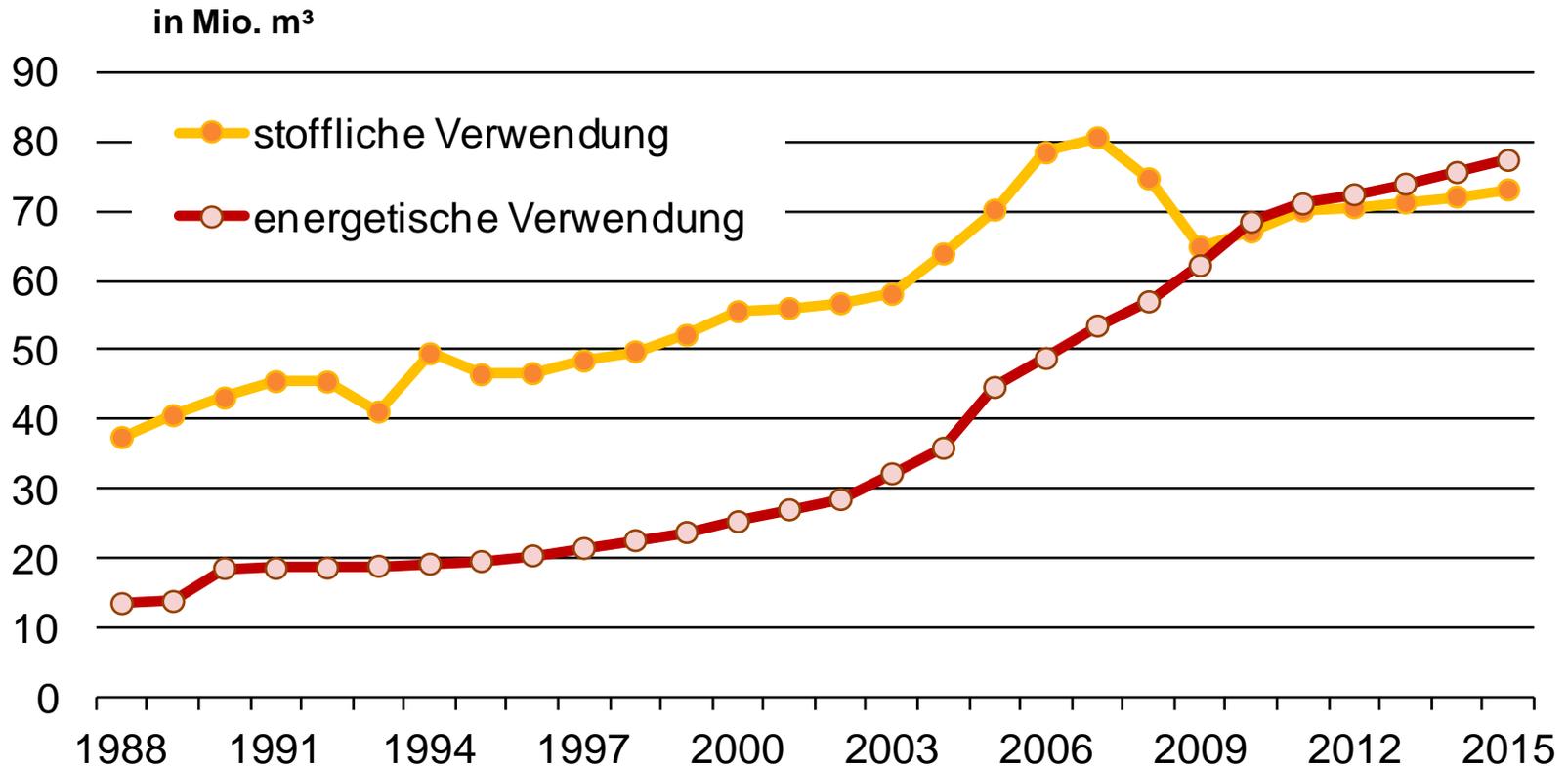
KUP – Kurzumtriebsplantage; HS – Hackschnitzel

Quelle: BEMMANN & GROBE 2011

# Rohholz-Herkunft und Holz-Verwendung in Deutschland



# Stoffliche und energetische Holzverwendung in Deutschland -Gesamtholzverbrauch-



Quelle: MANTAU 2012

# Steigender Holzbedarf in Deutschland kann zunehmend - *aber nicht unbegrenzt (!)* - gedeckt werden durch:

## ● Erhöhung des Holz-Angebotes in Deutschland

Kurzfristig (< 10 Jahre)

→ Mobilisierung vorhandener, nachhaltig nutzbarer Waldholz-Potenziale

Mittelfristig (5 ... 20 Jahre)

→ Anbau / Nutzung von Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen

Langfristig (> 50 Jahre)

→ Veränderung Waldbaustrategie zur nachhaltigen Erzeugung von Dendromasse

## ● Erhöhung des Holz-Importes nach Deutschland

- Verringerung Wertschöpfung in Deutschland
- Holz aus nicht nachhaltig bewirtschafteten Wäldern
- Transport / Energie

o d e r

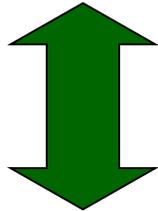
## ● Holz-Nachfrage in Deutschland wird an das (gegenwärtige) Holz-Angebot angepasst

- Kein weiterer Ausbau bzw. Abbau von Kapazitäten
- Verlagerung von Kapazitäten in das Ausland

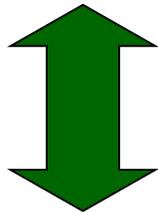
## Art der Landnutzung

## Wirtschaftsziele

**Landwirtschaft**  
FELD



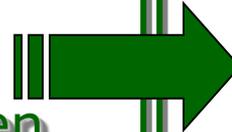
**Kurzumtriebsplantagen**  
auf landwirtschaftlichen Flächen



**Forstwirtschaft**  
WALD



- traditionelle landwirtschaftliche Marktfrüchte u.a.



- neues Produkt Holz
- landeskulturelle/ökologische Leistungen



- Holz
- landeskulturelle / ökologische Leistungen

# ***Kurzumtriebsplantage*** **eine Form *komplementärer Landnutzung* zwischen**

## ***i n t e n s i v e r* Landwirtschaft**

- hoher Energieinput,
- geringe Akzeptanz beim Naturschutz,
- hohes betriebswirtschaftliches Ergebnis je Flächen- und Zeiteinheit

**und**

## ***e x t e n s i v e r* Forstwirtschaft**

- geringer Energieinput,
- hohe Akzeptanz Naturschutz,
- geringes betriebswirtschaftliches Ergebnis je Flächen- und Zeiteinheit.



Fotos: SCHMIDT & GEROLD

# Plantagen in Deutschland



## Pappel-Plantagen der Firma Hüttmann in Soltau

Links: Plantage in der 2. Rotation (2-3 Jahre)

Rechts: Plantage im ersten (vorn) und im zweiten Jahr (hinten)

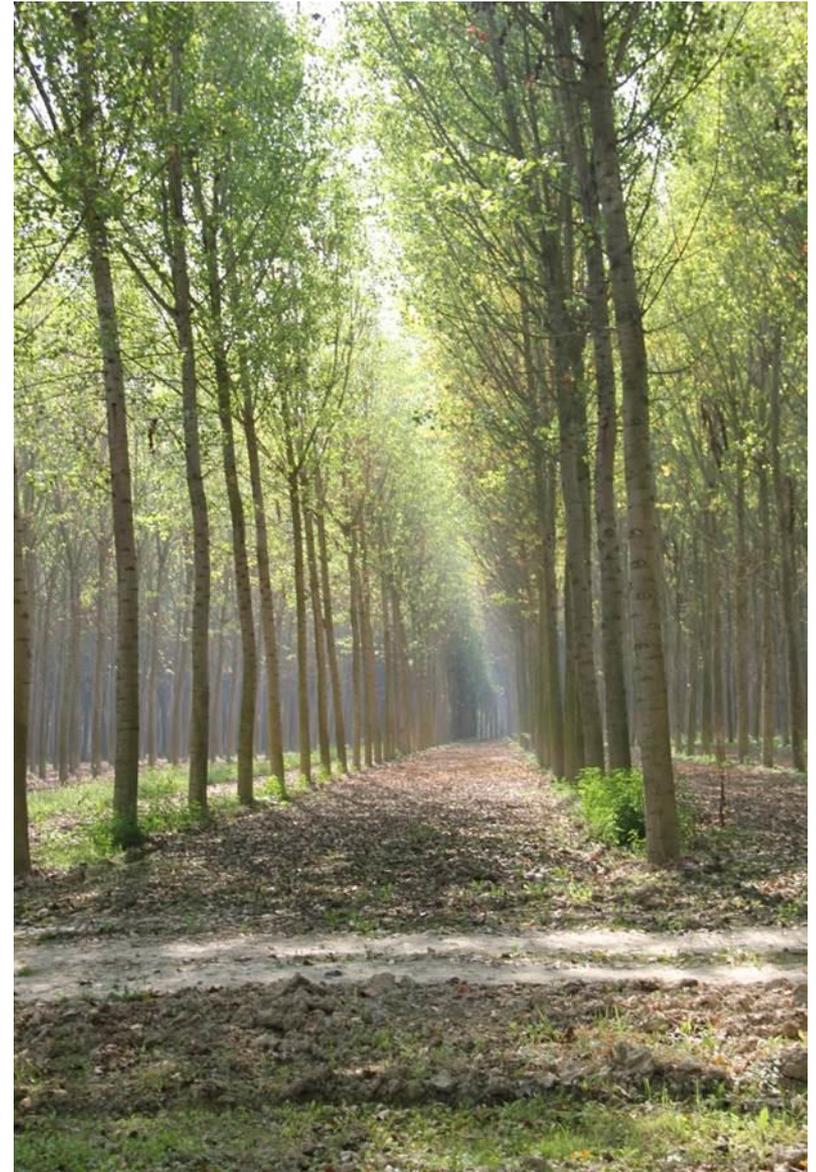
Fotos: BUTLER MANNING



**4-jährig**

**Pappel-Plantagen in Norditalien,  
660 Bäume pro Hektar**

**10-jährig**



Fotos: BEMMANN

# Plantagen in Neuseeland



## Kiefern-Plantage

Foto: USDA Forest Service

Quelle: <http://www.nzffa.org.nz>

## 25-jährige Kiefern (Hintergrund) auf Tihoi-Böden.

Foto: PALMER

Quelle: [www.sci.waikato.ac.nz/farm/content/soils.html](http://www.sci.waikato.ac.nz/farm/content/soils.html)



Quelle: [www.panoramio.com](http://www.panoramio.com)

David Anderson

# Ertragsschätzung

## Ertragsmodelle für Pappeln

- Entwicklung von Ertragsmodellen für Pappel-KUP unter Berücksichtigung der Standortgüte
- Messung der Baumparameter Durchmesser und Höhe
- Erstellung einer Regressionsfunktion
- Regressionskoeffizienten hängen ab von dem Klon, dem Pflanzverband und der Standortgüte

$$b = a_0 \cdot d^{a_1}$$

$b$  = Biomasse

$d$  = Durchmesser

$a_0$   $a_1$  = Regressionskoeffizienten



Foto: RÖHLE

# Ertragsschätzung

## Beispiel: Großenhain

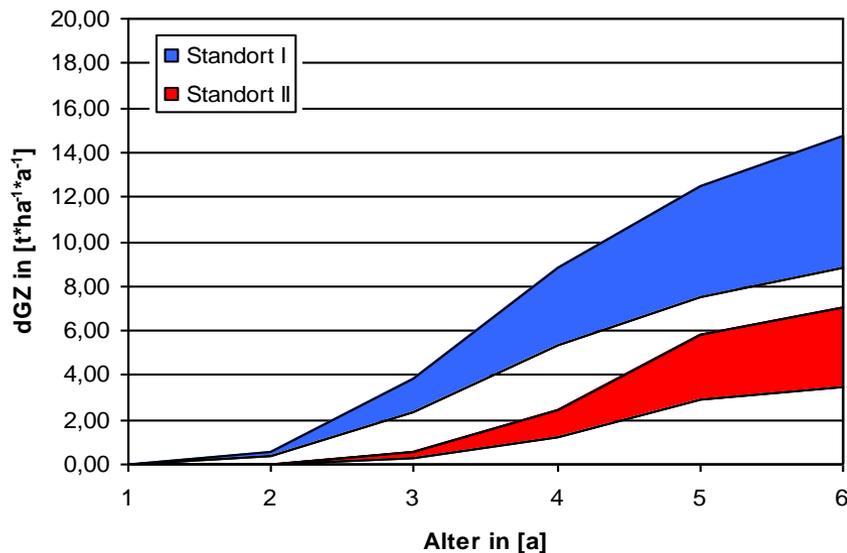
### Standortseigenschaften

### Standort I

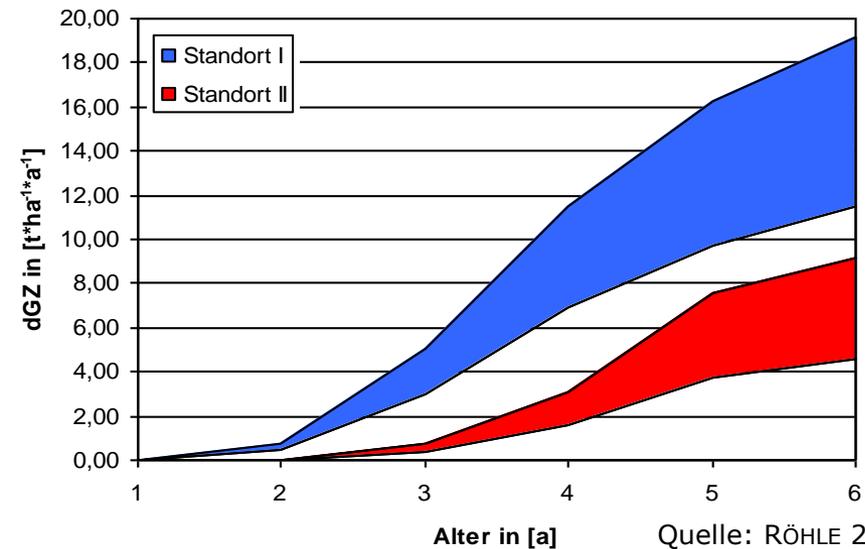
### Standort II

Niederschläge in der Vegetationszeit [mm]	300 ... 340	270 ... 300
Jahresmitteltemperatur [°C]	8,8 ... 9,3	9,0 ... 9,5
nFKWe + Kapillaraufstieg [mm]	220 ... 300	100 ... 200
häufiger Bodentyp	Parabraunerde	Parabraunerde, Pseudogley
Ackerwertzahl	55 ... 80	30 ... 40

Leistungsspektrum auf unterschiedlichen Standorten der Modellregion in der 1. Rotation  
Verband 1,5x0,6 m bzw. N-11000 St/ha



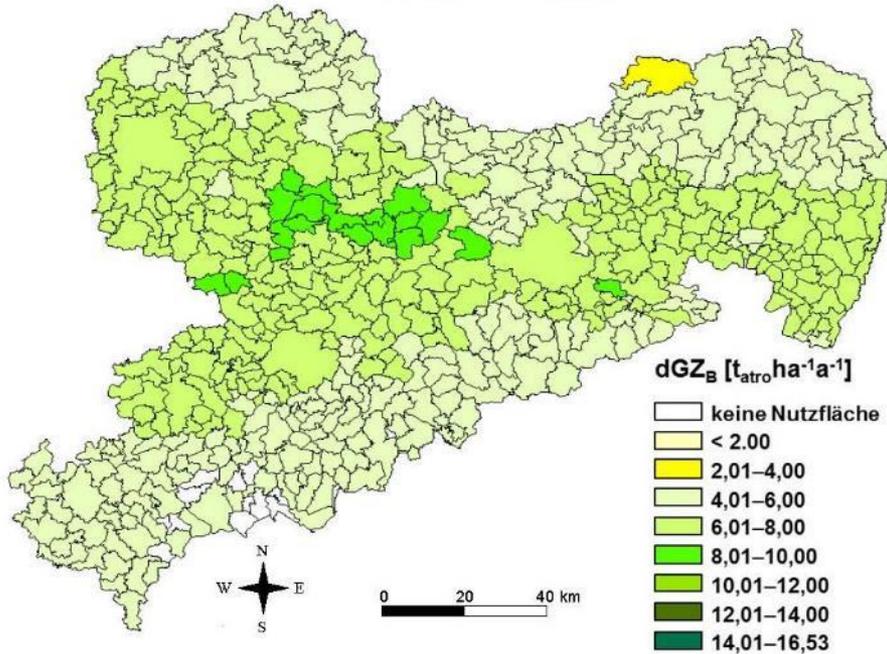
Leistungsspektrum auf unterschiedlichen Standorten der Modellregion in der 2. Rotation  
Verband 1,5x0,6 m bzw. N-11000 St/ha



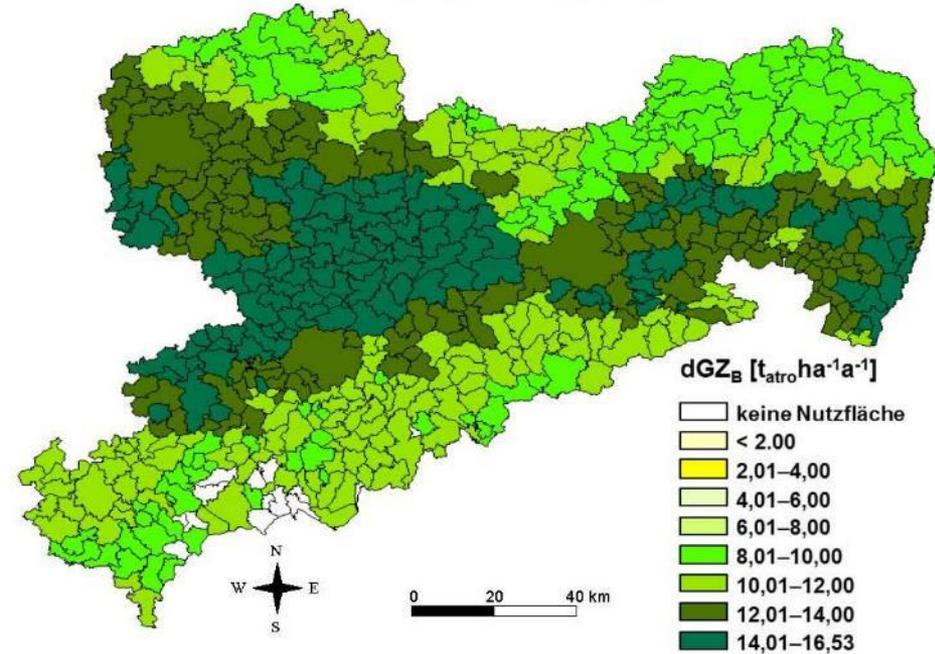
Quelle: RÖHLE 2008

# Ertragspotenzial von KUP in Sachsen

Max-Gruppe  
 $N\ ha^{-1} = 1.667$



Max-Gruppe  
 $N\ ha^{-1} = 10.000$



Quelle: ALI 2009



**Pappelholz aus  
12-jähriger  
Plantage  
in Methau,  
Sachsen**

Foto: BEMMANN

# Darstellung der Zahlungsströme und Ermittlung der Annuität (Pappel)

STAND- JAHR	ETABLIER- UNGS- KOSTEN	FLÄCHEN- UND GEMEIN- KOSTEN	ERNTE- UND TRANSPORT- KOSTEN	RÜCK- WANDLUNGS- KOSTEN	SUMME KOSTEN	ERLÖSE	SALDO KOSTEN UND ERLÖSE	AB- ZINSUNG (3,5%)
t	€							
0	-2.586,00	-350,00			-2.936,00		-2.936,00	-2.936,00
1		-350,00			-350,00		-350,00	-338,16
2		-350,00			-350,00		-350,00	-326,73
3		-350,00	-715,00		-1.065,00	2.100,00	1.035,00	933,51
4		-350,00			-350,00		-350,00	-305,00
5		-350,00			-350,00		-350,00	-294,69
6		-350,00	-919,75		-1.269,75	3.465,00	2.195,25	1.785,84
7		-350,00			-350,00		-350,00	-275,10
8		-350,00			-350,00		-350,00	-265,79
9		-350,00	-922,35		-1.272,35	3.482,33	2.209,98	1.621,53
10		-350,00			-350,00		-350,00	-248,12
11		-350,00			-350,00		-350,00	-239,73
12		-350,00	-924,96		-1.274,96	3.499,74	2.224,78	1.472,32
13		-350,00			-350,00		-350,00	-223,79
14		-350,00			-350,00		-350,00	-216,22
15		-350,00	-927,59		-1.277,59	3.517,24	2.239,65	1.336,83
16		-350,00			-350,00		-350,00	-201,85
17		-350,00			-350,00		-350,00	-195,02
18		-350,00	-930,22		-1.280,22	3.534,82	2.254,60	1.213,79
19		-350,00			-350,00		-350,00	-182,05
20		-350,00			-350,00		-350,00	-175,90
21		-350,00	-932,87		-1.282,87	3.552,50	2.269,62	1.102,06
22		-350,00			-350,00		-350,00	-164,20
23		-350,00			-350,00		-350,00	-158,65
24			-935,54	-1.000,00	-1.935,54	3.570,26	1.634,72	715,94
							<b>Kapitalwert:</b>	<b>3.434,79</b>
							<b>Annuität:</b>	<b>213,89</b>

Quelle: WAGNER et al., 2013

# Entwicklung der Annuität bei **zehnprozentiger** Veränderung der Eingangswerte

Variable	N <sup>1)</sup>	Einheit	Eingangswert	Annuität [€ ha <sup>-1</sup> ]	Δ Annuität [€ ha <sup>-1</sup> ]
<b>Unkrautbekämpfung</b>	1	€ ha <sup>-1</sup>	21,00	213,89	± 0,13
<b>Pflügen</b>	1	€ ha <sup>-1</sup>	70,00	213,89	± 0,43
<b>Saatbettbereitung</b>	1	€ ha <sup>-1</sup>	45,00	213,89	± 0,28
<b>Pflanzgut</b>	1	€ ha <sup>-1</sup>	1.760,00	213,89	± 10,96
<b>Pflanzung</b>	1	€ ha <sup>-1</sup>	550,00	213,89	± 3,42
<b>Pflege</b>	1	€ ha <sup>-1</sup>	140,00	213,89	± 0,87
<b>Ernte</b>	8	€ ha <sup>-1</sup>	400,00	213,89	± 12,87
<b>Transport</b>	8	€ t <sub>atro</sub> <sup>-1</sup>	15,00	213,89	± 15,76
<b>Rückwandlung</b>	1	€ ha <sup>-1</sup>	1.000,00	213,89	± 2,72
<b>Flächenkosten</b>	24	€ ha <sup>-1</sup>	200,00	213,89	± 20,70
<b>Gemeinkosten</b>	24	€ ha <sup>-1</sup>	150,00	213,89	± 15,52
<b>Biomassevorrat</b>	8	t <sub>atro</sub> ha <sup>-1</sup>	33,00	213,89	± 89,33
<b>Hackschnitzelpreis</b>		€ t <sub>atro</sub> <sup>-1</sup>	<b>100,00</b>	<b>213,89</b>	<b>± 105,09</b>

1) Häufigkeit je Nutzungsdauer; Δ ... Veränderung

Quelle: WAGNER et al. 2013

# Ökologische Vorteile von Kurzumtriebsplantagen (1)

- Extensives Produktionsverfahren
  - Bodenruhe bis zu 30 Jahren
  - Befahrung nur nach Anlage und Ernte
- Verbesserung der Bodenstruktur
- Erhöhte Humusbildung
- Erosionsschutz (Wind und Wasser) durch dauerhafte Bestockung und tiefe Durchwurzelung
- (Weitgehender) Verzicht auf Düngemittel und reduzierten Spritzmitteleinsatz
- Steigerung der C-Sequestrierung



Erosion Luppä, Sachsen. Foto: GRUNERT



Streifen-KUP, Thüringen. Foto: BÄRWOLFF

# Ökologische Vorteile von Kurzumtriebsplantagen (2)

- Bindung Hauptnährelemente und Spurenelemente
- Bindung von Schadstoffen
- Deutlich verminderte N<sub>2</sub>O-Freisetzung
- Beeinflussung des Landschaftsbildes
  - Strukturierung von ausgeräumten Landschaften
- Biotopvernetzung
- Steigerung der Biodiversität
  - Vögel, Insekten, Bodenlebewesen, zumindest in Randbereichen; Rückzugsgebiet für Wild
- Verbesserung der Luftqualität
  - Staubfilterung

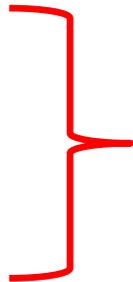


Foto: BUTLER MANNING

# Hemmnisse für die Anlage von (Kurzumtriebs-) Plantagen in Deutschland

- Eine Reihe technisch-technologischer und administrativer Probleme.
- Gute ökonomische Situation in der Landwirtschaft: Steigende Deckungsbeiträge für landwirtschaftliche Marktfrüchte.
- Fehlender Markt für einen mittelfristig sicheren Absatz von Holz aus diesen Plantagen.

Voraussetzungen für den Aufbau innovativer Marktbeziehungen



- Umdenken bei der ‚Versorgungssicherheit‘
- Marktpartner wären Landwirte (‚Psychologie‘)
- Verträge mit einer Laufzeit bis zu 20 Jahren und ‚Preisanpassungsklauseln‘



Fotos: BUTLER MANNING

# Hemmnisse für die Anlage von (Kurzumtriebs-)Plantagen in Deutschland

- ‚Plantagen-Wirtschaft‘ hat in Deutschland keine Tradition: Sie ist kein Teil der Landwirtschaft, aber auch kein Teil der Forstwirtschaft.
- ‚Innovationen‘, wie die Anlage von Plantagen auf Grünland werden administrativ (u. a. Naturschutz, Förderung) verhindert.
- Bisher konnte die Wirtschaft (problemlos) mit Holz aus der Forstwirtschaft versorgt werden. (Bislang) kein Engagement der Industrie für Plantagen.
- Plantagen politisch nicht so gefördert wie andere Biomasse (z. B. Mais zu Biogas, EEG).



Foto: BUTLER MANNING

# Folgerungen

**Holz – eine regenerative Ressource** – bei nachhaltiger Bewirtschaftung quantitativ begrenzt, zeitlich unbegrenzt verfügbar.

**Weitere Erschließung der Waldholzpotenziale** in Deutschland wird auf Grund natürlicher, technischer, administrativer und naturschutzfachlicher Hemmnisse (multifunktionale Forstwirtschaft, ‚Ökologisierung‘ der Forstwirtschaft) schwieriger.

**Nachfrage nach Holz** für eine energetische und stoffliche Nutzung sowie eine Substitution knapper Rohstoffe (**BioÖkonomie**, WPC, Chemierohstoffe) wird weltweit steigen.

**Holzimporte** nach Deutschland werden aufgrund nationaler Initiativen zur Wertschöpfung im eigenen Land und der Forstpolitik-Ausrichtung (Nachhaltigkeit) problematischer.

**Rohstoffverfügbarkeit** und **Versorgungssicherheit** werden - **parallel zu technischen Innovationen** – zunehmend zu entscheidende innovativen Faktoren für eine erfolgreiche wirtschaftliche Entwicklung.

Weltweit erfolgreiche **Baumplantagen-Anlagen** zur Holzproduktion (u. a. Brasilien, Chile, China, Neuseeland, Südafrika, USA, Italien, Polen, Ungarn) werden von **Industrieunternehmen in Deutschland** zur Verbesserung ihrer Versorgungssicherheit (bisher) **nicht genutzt**.

# Folgerungen

Bei Umtriebszeiten / Rotationen der Plantagen von 3 bis 5 (maximal 20) Jahren können ein hoher durchschnittlicher **Holz-Zuwachs** (**8 ... 12 t<sub>atro</sub>ha<sup>-1</sup>a<sup>-1</sup>**) und damit ein hoher **Ernteertrag** (**24 ... 60 t<sub>atro</sub>ha<sup>-1</sup>a<sup>-1</sup>**) erreicht werden.

Bei einem durchschnittlichen **Holz-Zuwachs von 10 t<sub>atro</sub>ha<sup>-1</sup>a<sup>-1</sup>** ist bei einer hypothetisch angenommenen Anbaufläche für Plantagen von 400.000 ha in Deutschland ein jährlicher Ertrag von **4 Mio. t<sub>atro</sub>** (d. i. **etwa 11,5 Mio. m<sup>3</sup>**) zu erwarten; das entspräche etwa **22 % des Holzeinschlages** von Deutschland 2012 (52,34 Mio. m<sup>3</sup>).

→ Zum Vergleich: ‚Energie-Mais‘-Fläche Deutschland: 800.000 ha  
Plantagen-Fläche Deutschland: etwa 10.000 ha



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

**Kontakt:** Prof. Dr. Drs. h. c. Albrecht BEMMANN  
TU Dresden  
Professur für Forst- und Holzwirtschaft Osteuropas  
Tel.: 035203 – 3831287  
Fax: 035203 – 3831283  
E-Mail: [albrecht.bemmann@forst.tu-dresden.de](mailto:albrecht.bemmann@forst.tu-dresden.de)