

VIEWERS

Erfahrungsbericht KUP: 8 Jahre Anbau + 5 Ernteeinsätze

Dipl.-Forstw. Hans-Moritz von Harling,
M.Sc. RES

Die Viessmann Group

Familienunternehmen mit Stammsitz in Allendorf (Eder)

1917 Gründung

11.500 Mitarbeiter

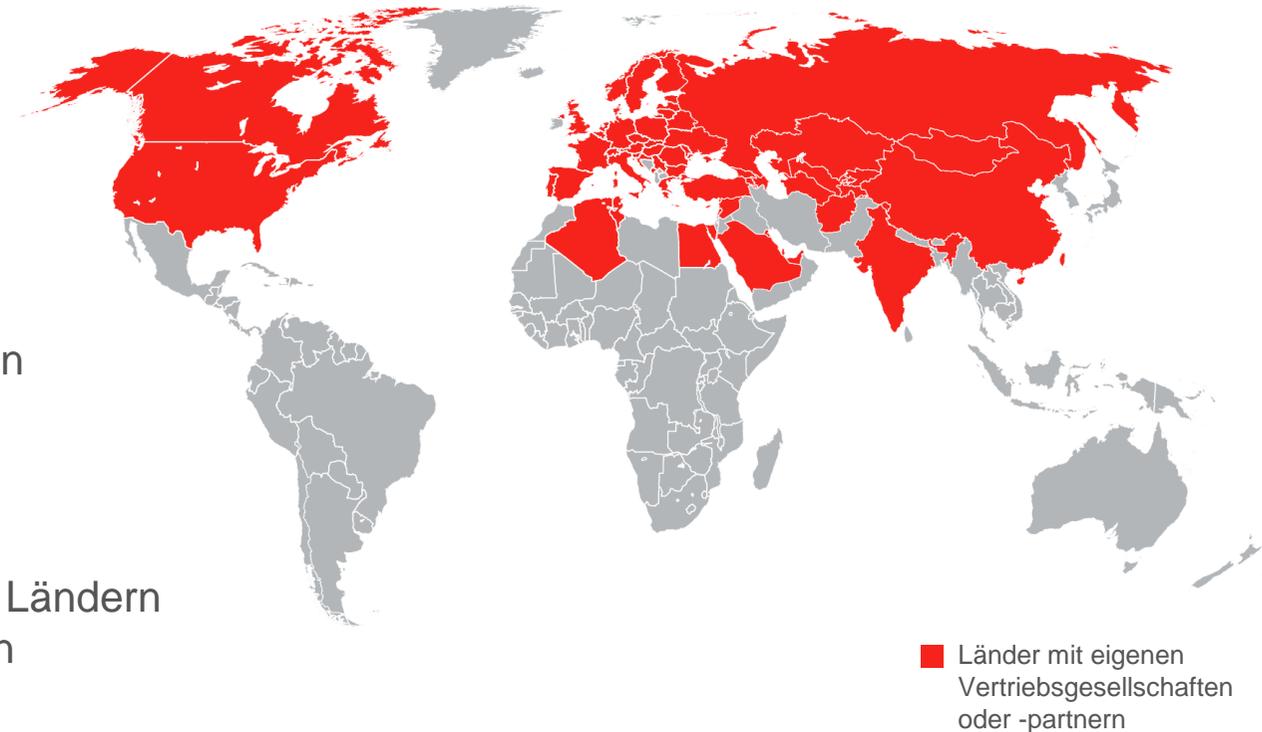
2,2 Mrd. Euro Umsatz

22 Produktionsgesellschaften
in 11 Ländern

49 Vertriebsgesellschaften,
35 Vertriebspartner in 58 Ländern
und Vertriebsaktivitäten in
insgesamt 85 Ländern

120 Verkaufsniederlassungen weltweit

56 Prozent Auslandsanteil



Strategische Ziele

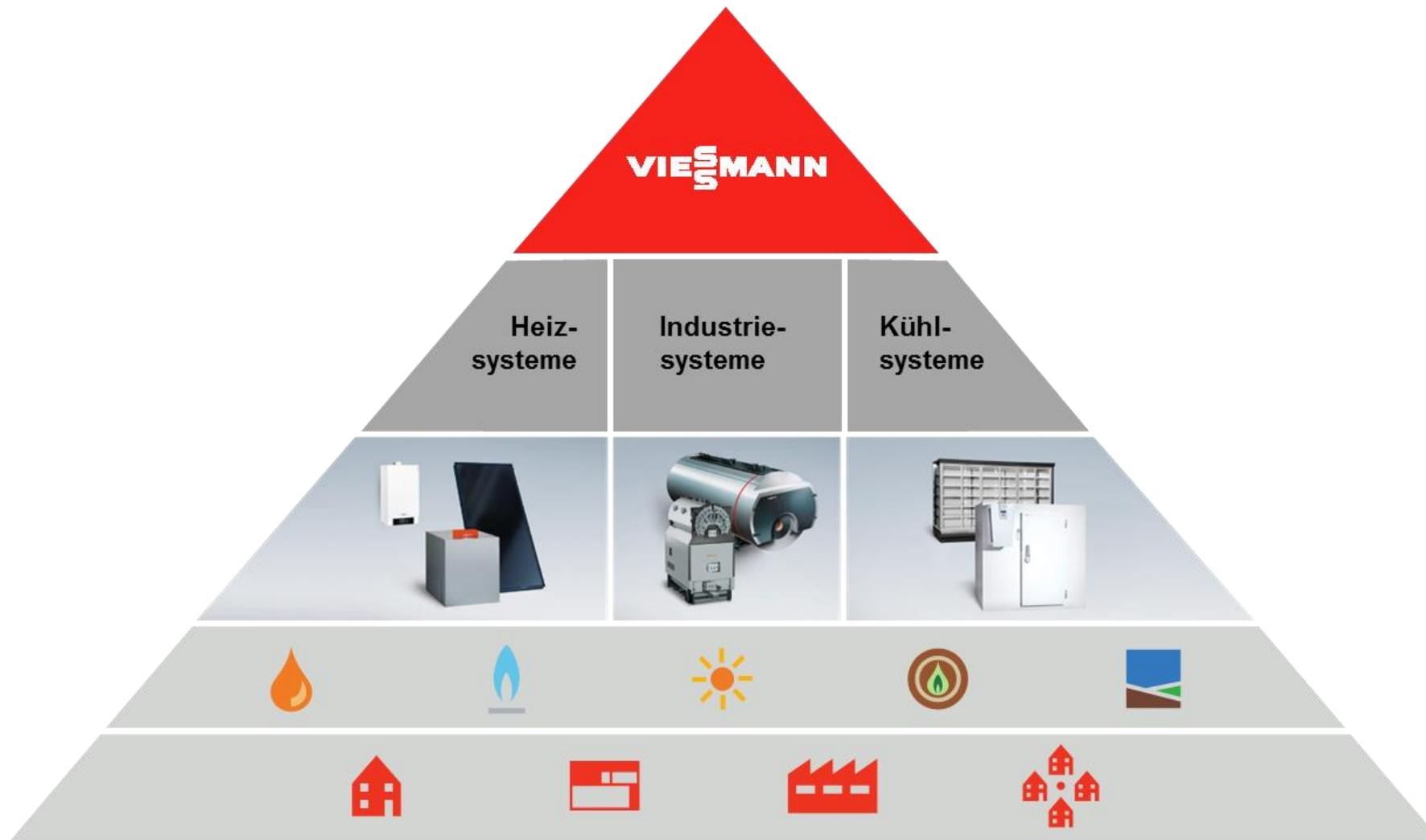
Wichtigstes Ziel: Unabhängiges Familienunternehmen bleiben



- Unabhängiges Familienunternehmen
- Nachhaltiges Wachstum
- Technologieführerschaft
- Komplettangebot effizienter Heiz-, Industrie- und Kühlsysteme
- Internationale Spitzenstellung

Komplettangebot

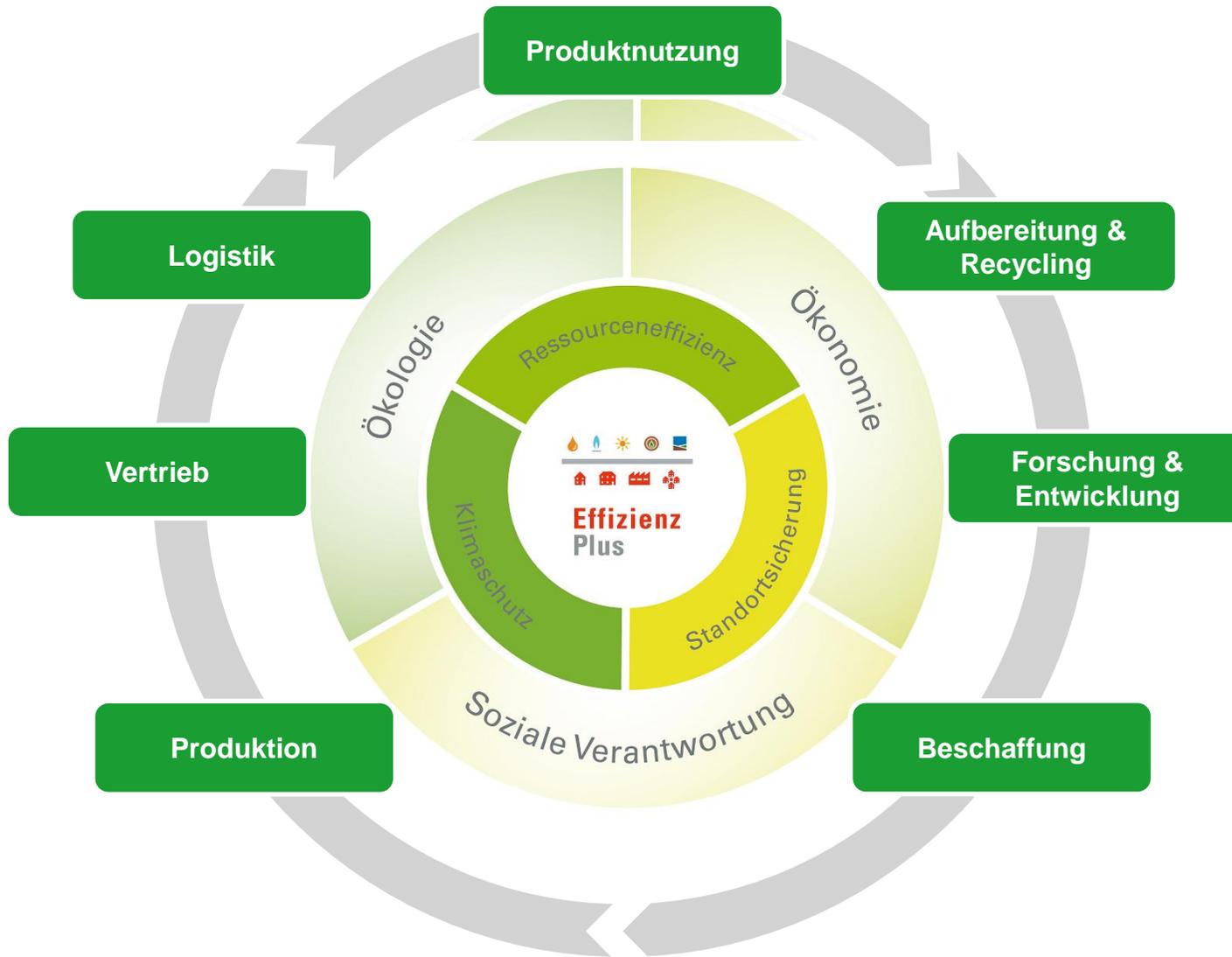
Produkte und Systemlösungen für alle Anwendungsbereiche



- Drei Divisionen: Heizsysteme, Industriesysteme, Kühlsysteme
- Zielgruppenspezifische Komplettangebote für die Anwendungsbereiche: Wohngebäude, Gewerbe, Industrie und Kommunen

Nachhaltigkeit

Ressourceneffizienz, Klimaschutz und Standortsicherung bei Viessmann



Ressourceneffizienz:
Lean Management (Vitotop)



Klimaschutz: Energieeffizienz
und Erneuerbare Energien



Standortsicherung:
Stammsitz Allendorf

- Als Familienunternehmen und Umweltpionier bekennt sich Viessmann zum Prinzip Nachhaltigkeit
- Nachhaltigkeit ist die Balance von Ökonomie, Ökologie und sozialer Verantwortung
- Effizienz+: Ganzheitliches Konzept für Ressourceneffizienz, Klimaschutz und Standortsicherung

Effizienz Plus

Ganzheitliches Konzept für Ressourceneffizienz, Klimaschutz und Standortsicherung

Arbeitseffizienz

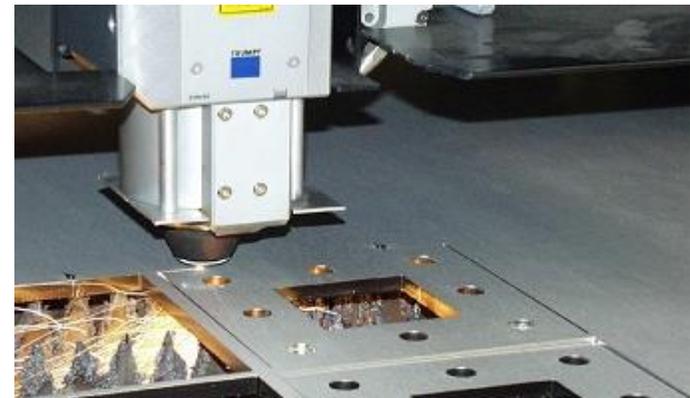
- Lean Production /Produktivitätssteigerung bis 20 Prozent
- Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
- Sicherung von Spitzenqualität
- Konzentration auf die Wertschöpfung

Materialeffizienz

- Rohstoffproduktivität teilweise verdoppelt
- Stahl- und Wasserverbrauch halbiert
- Recyclingquote > 99 Prozent

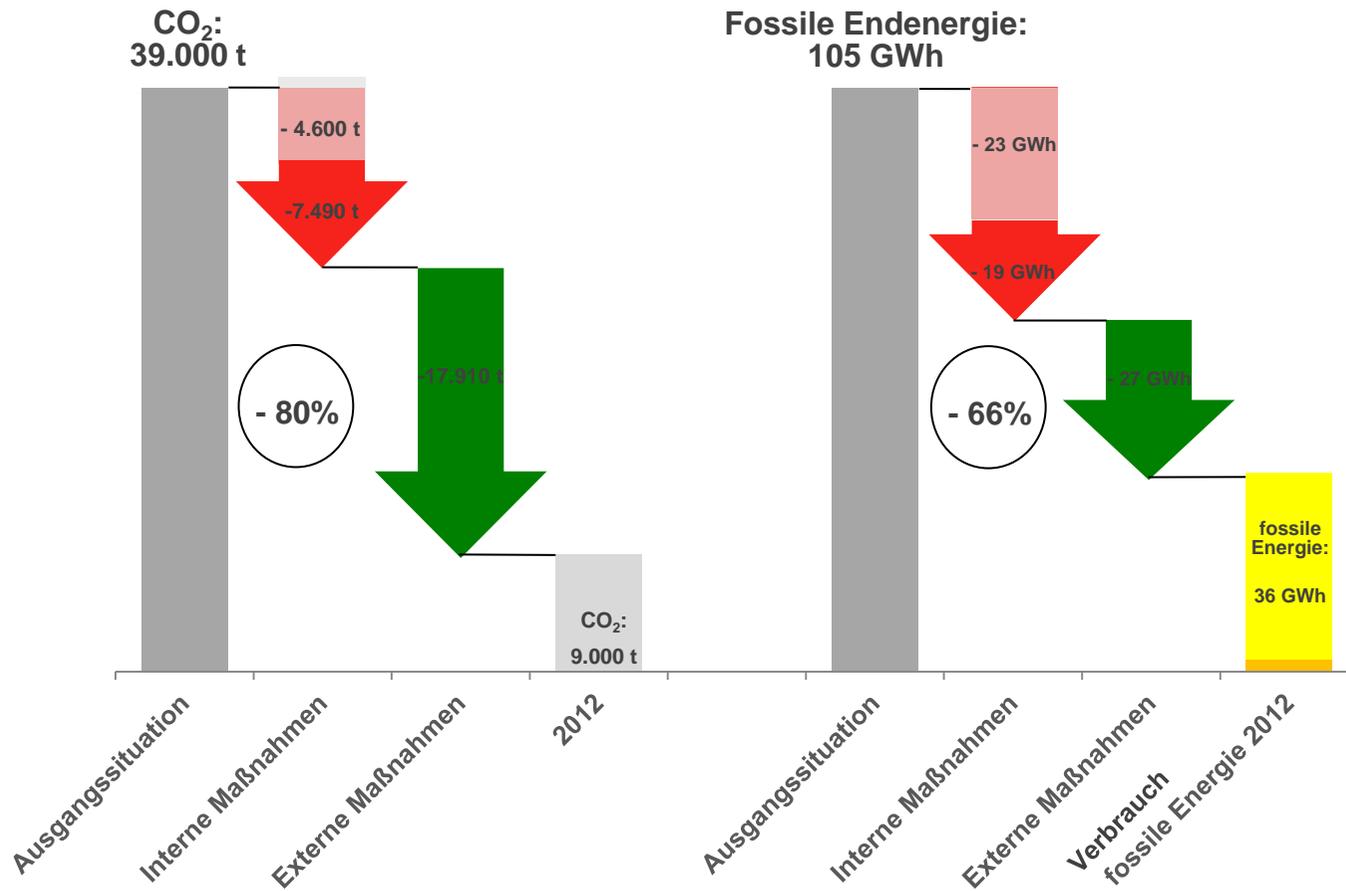
Energieeffizienz

- Innovatives Energiekonzept auf der Erzeuger- und Verbraucherseite
- Neue Produktionsanlagen mit hoher Energieeffizienz
- Zentrale Abwärmenutzung aus Prüfständen, Druckluftkompressoren, Rechenzentrum
- Dämmung der Gebäudehülle, Rohrisolation, Schnelllaufstore
- Bedarfsangepasste Beleuchtung



Effizienz Plus: Energieeffizienz und Erneuerbare Energien

Ein innovatives Energiekonzept auf der Erzeuger- und Verbraucherseite



Einsparung fossiler Energie:

- Effizienz: - 22%
- Substitution: - 18%
- Öko-Strom: - 26%

GESAMT: - 66%

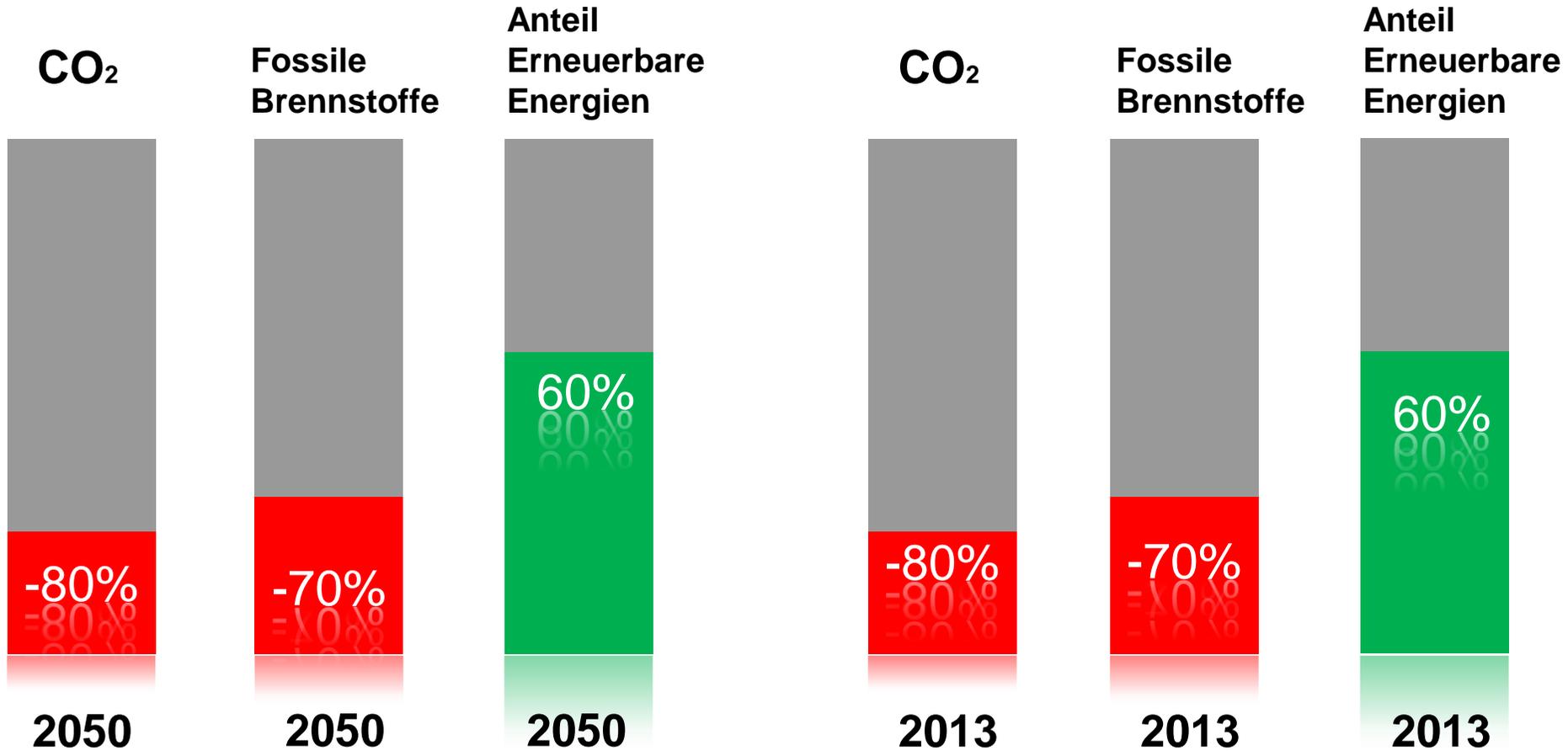
Effizienz
 Substitution
 Öko-Strom

Effizienz Plus

Ergebnis 2013 im Vergleich zu politischen Zielen 2050



Energie
für Deutschland
Das Energiekonzept der Bundesregierung



Nachweis am Beispiel des eigenen Standorts, dass die energiepolitischen Ziele der Bundesregierung für 2050 bereits heute, mit marktverfügbarer Technik, erreichbar sind.

Ausgezeichnetes Nachhaltigkeitsmanagement



Deutscher Nachhaltigkeitspreis
2009, 2011, 2013

Jury: Rat für Nachhaltige Entwicklung, Bundesregierung, UNEP, NaBu, Wuppertal Institut uvm.

Andere Preisträger: Henkel, Alnatura, GEPA, Naturstrom AG



Energy Efficiency Award
2010

Jury: dena, BMWi, BDI, Handelsblatt, uvm.

Andere Preisträger: Bosch, SCA Hygiene Products, SMA Solar, Evonik, Metro



Energy Globe World Award
2012

Jury: Maneka Ghandi, Don Baker, Franz-Josef Radermacher, uvm.

Andere Preisträger: schott solar, Migros, TU Graz, Fraunhofer,

Energieeffizienz und erneuerbare Energien

Biogasanlagen



- Biogasanlage I:
 - Prinzip: Trockenfermentation
 - Substrat: Reststoffe aus Landwirtschaft und Landschaftspflege (4.500 t/a)
 - Blockheizkraftwerk: Leistung von $190 \text{ kW}_{\text{el}}$ und $238 \text{ kW}_{\text{th}}$
- Biogasanlage II:
 - Prinzip: Nassfermentation
 - Substrat: 15.000 t/a
 - Erzeugung von 1,6 Mio. m^3 Biogas
 - Aufbereitung und Einspeisung in das Erdgasnetz
- Anlage III: Power-to-Gas mit biologischer Methanisierung

Energieeffizienz und erneuerbare Energien

Energiezentrale



- Brennwertkessel
- Biomassekessel
- KWK-Systeme
- Solarthermie
- Eis-Speicher

- Wärmepumpen
- Photovoltaik
- „Grüner Strom“
aus Wasserkraft



15.807 kW Wärme
1.296 kW Kühlung

1.162 kW Strom

Energieeffizienz und erneuerbare Energien

Energetische Nutzung von Biomasse aus eigenen Kurzumtriebsplantagen (KUP)



- Projekt: landwirtschaftlich angebaute Energiepflanzen zur Hackschnitzel-Produktion
- Fläche: 170 Hektar, überwiegend Pappeln
- Kooperationen: Hochschulen, Fachinstitute, Fachverbände
- Ernte: alle 3-7 Jahre = 25-100 t / ha
- Ertrag: 5000 Liter Öläquivalent pro ha / a

Das Projekt KUP: ein wichtiger Baustein für „Effizienz plus“

- Seit 2006 Ankauf landwirtschaftlicher Flächen für den Anbau von Pappel und anderen schnellwachsenden Energiegehölzen
- Arrondieren von Klein- und Kleinstflächen (durchschnittliche Parzellengröße ehem. <1ha) zu naturräumlich und wirtschaftlich sinnvollen Einheiten
- Auswahl und Anlage der Flächen in Zusammenarbeit mit Eigentümern, Bewirtschaftern, Gemeindevertretern, Bauernverband, Naturschutzbehörde, Landwirtschaftsamt, Jagdpächtern u.v.m.

=> Der großflächige Einfluss (momentan ca. 170 ha) wird auf mehrere Gemeinden verteilt, wobei eine Einbindung aller Projektbeteiligten im Vordergrund steht



Für die Anlage von KUP bevorzugte Flächen



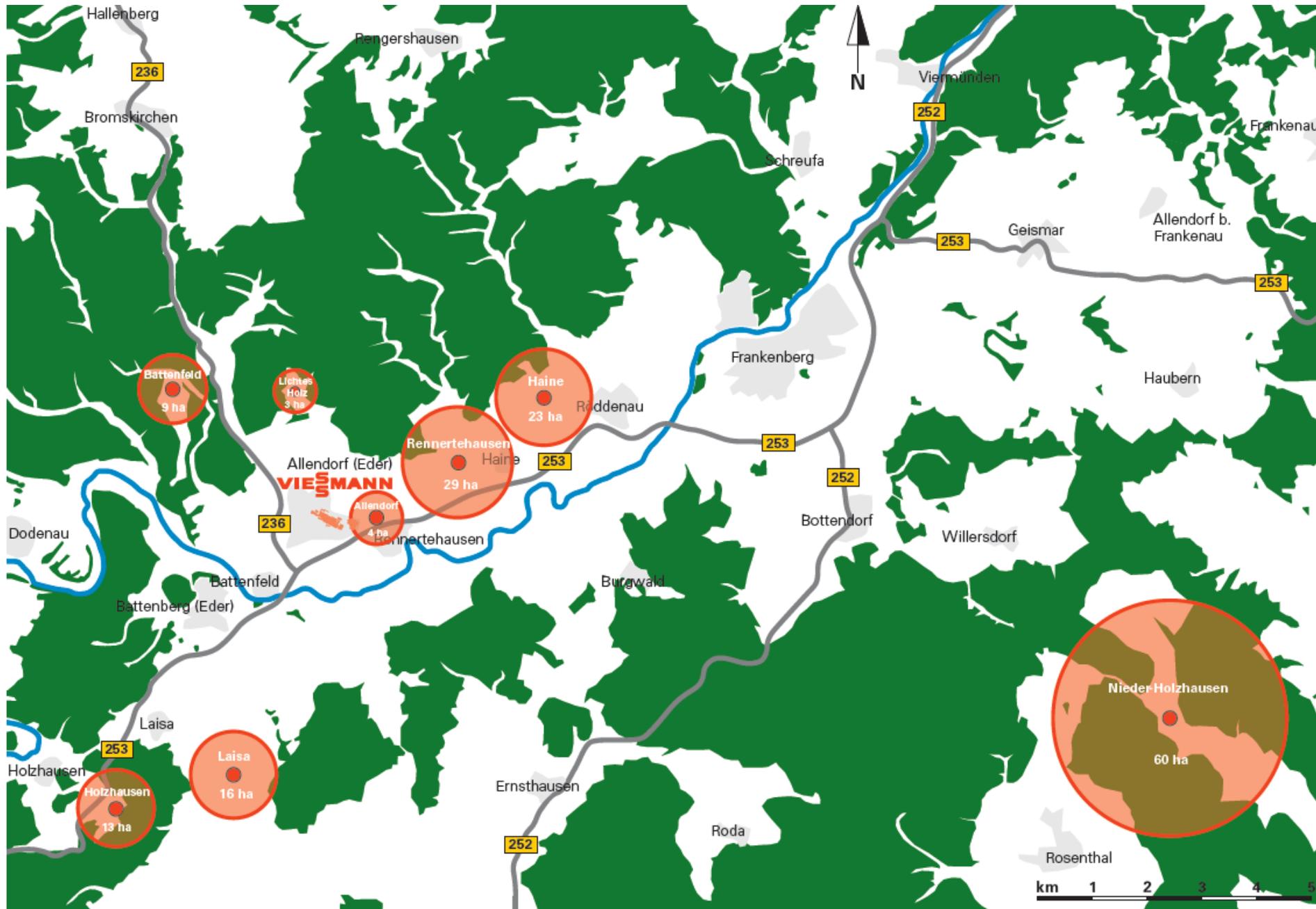
- kleine Felder
- ungünstig geformte Felder
- zur Vernässung neigende Flächen
- starke Hangneigung
- stark steinige Flächen
- Entfernt von der Hofstelle gelegene Flächen

Steckbrief Pappel (populus)

USPs ggü. anderen Energiepflanzen

- **Sortenwahl:** Vor allem Hybride der Balsampappel und untereinander gekreuzte Hybride sind den Schwarzpappelhybriden bei der Anlage von Kurzumtriebsflächen vorzuziehen
 - höhere Wachstumsleistung
 - stärkeres Regenerationsvermögen (Wiederausschlagsfähigkeit nach der Ernte)
 - Einmal Pflanzen => mehrmals Ernten
 - besseres Resistenzverhalten gegen Rinden- und Blattkrankheiten
 - Bedeutendste Arten: p. maximoviczii (Asiatische Balsampappel), p. trichocarpa (Amerik. B.)
 - Breites Spektrum an Standortansprüchen: Sand (leicht) bis Lehmböden (schwer).
 - Gute Zuwachsraten auch bei nur mittlerer Nährstoffversorgung
(im Durchschnitt >10 t TM*ha*a entspricht ca. 50 MWh*ha*a)
 - Kurze Umtriebszeiten von 3-9 (-20) Jahren möglich, d.h. sinnvoll
-
- Der **Pflanzverband** ist in Abhängigkeit zur vorgesehenen Umtriebszeit (Erntezyklus) zu wählen. Zwischen 5.000 und 20.000 Stk/ha können sinnvoll sein.
 - Überlegungen zur evtl. Bodenbearbeitung und Erntetechnik sollten bereits bei der Wahl des Pflanzverbandes hinzugezogen werden. Für die Pappel wird momentan die Einzelreihe als besonders sinnvoll erachtet.

Übersichtskarte: Lage der Viessmann Holzfelder (KUP, ca.170 ha)



Schritte auf dem Weg zur Umsetzung

Frühzeitige Zusammenarbeit mit allen Beteiligten & Betroffenen

Frühzeitige Zusammenarbeit ist empfehlenswert, vor allem mit

- Naturschutzbehörde
 - Wasserwirtschaftsamt
 - Gemeinden und Kommunen
 - Landwirtschaftsverwaltung
 - Kreisbauernverband
 - Naturschutzverbände
 - Jagdgenossenschaften und –pächtern
-
- Arrondierung von Kleinstflächen (<1ha zu wirtschaftlich sinnvoll nutzbaren Schlaggrößen)
 - Informationsveranstaltungen
 - Auswahl der Pflanzen
 - Reihenausrichtung erfolgte individuell über die Fläche

Prozesskette

Stecklingsproduktion und Lagerhaltung



- Einschneiden zu Stecklingen mit Kreissäge in der Werkshalle
- Das Einschneiden mittels Kreissäge sollte mit scharfem Sägeblatt erfolgen um glatte Schnittflächen zu garantieren
- Das Sortieren (Dicke: 8mm -20mm) sollte im Zuge der Einlagerung erfolgen; auf der Pflanzmaschine ist dafür keine Zeit!



- Einlagern in Kisten zur Kühlung in der Wildkammer (+ 0°C)

Überblick über die gängigen Pflanzmethoden (Auswahl)



Egedal
– Energy Planter

Befüllung mit Ruten -->
Verarbeitung zu
Stecklingen kann
entfallen

Leistung:
ca. 1 ha / Std



Diemelstädter
Pflanzmaschine

Technisch kaum anfällig
tiefer Pflanzspalt auch bei
hochanstehender fester
Pflugfurche

Leistung: ca. 1/3 ha / Std



Alasia
EnergiePlant

Technisch sehr anfällig
Stecklinge werden „ge-
schossen“ (ohne
Pflanzspalt)

Leistung: max. 5 ha / Tag

Mögliche Alternative: Handpflanzung (insbes. bei Kleinflächen)

wetterunabhängig, technisch nicht anfällig, Leistung: Personaleinsatz abhängig

Austrieb der im Frühjahr gepflanzten Stecklinge (14. Mai)



Beobachtungen:

- Stecklinge treiben sichtbar aus und entwickeln optimales Blattwachstum ohne nennenswerte Ausfälle
- Stellenweise sehr starke Begleitvegetation die wachstumshemmend wirkt.
- Einsatz von Herbizidmitteln ca. im Juni zwingend erforderlich

Anwachsen der im Frühjahr gepflanzten Stecklinge



Beobachtungen:

- Pflanzenwachstum entwickelt sich unterschiedlich:
- Kleinflächig Totalausfälle. Ursache: Vermutlich Wasser- und Nährstoffmangel
- Großflächig hervorragender Anwuchserfolg u.a bei optimalen Wetter- und Bodenverhältnissen
- Augenscheinlich sortenspezifische Unterschiede

Ertrag der gepflanzten Stecklinge

Zuwachs: jährlich ca. 10 t Trockenmasse (TM*) pro ha
Energiegehalt: 5 MWh pro t TM
⇒ jährlicher Energiezuwachs = 50 MWh = 50.000 kWh

Öläquivalent: 10 kWh pro Liter Heizöl
(50.000 kWh / 10 kWh/Lit. = 5.000 Liter)

⇒ **Ernteertrag:**
5000 Liter Heizöl-Äquivalent
wachsen pro Jahr und Hektar



Juni 3. Jahr

Juli 2. Jahr



August 1. Jahr



**Steckling
1. Jahr**



* absolut trocken; Wassergehalt 0%

Störfaktoren im Pappelfeld (Auswahl)



Feld- und Erdmaus



Rehwild & Rotwild



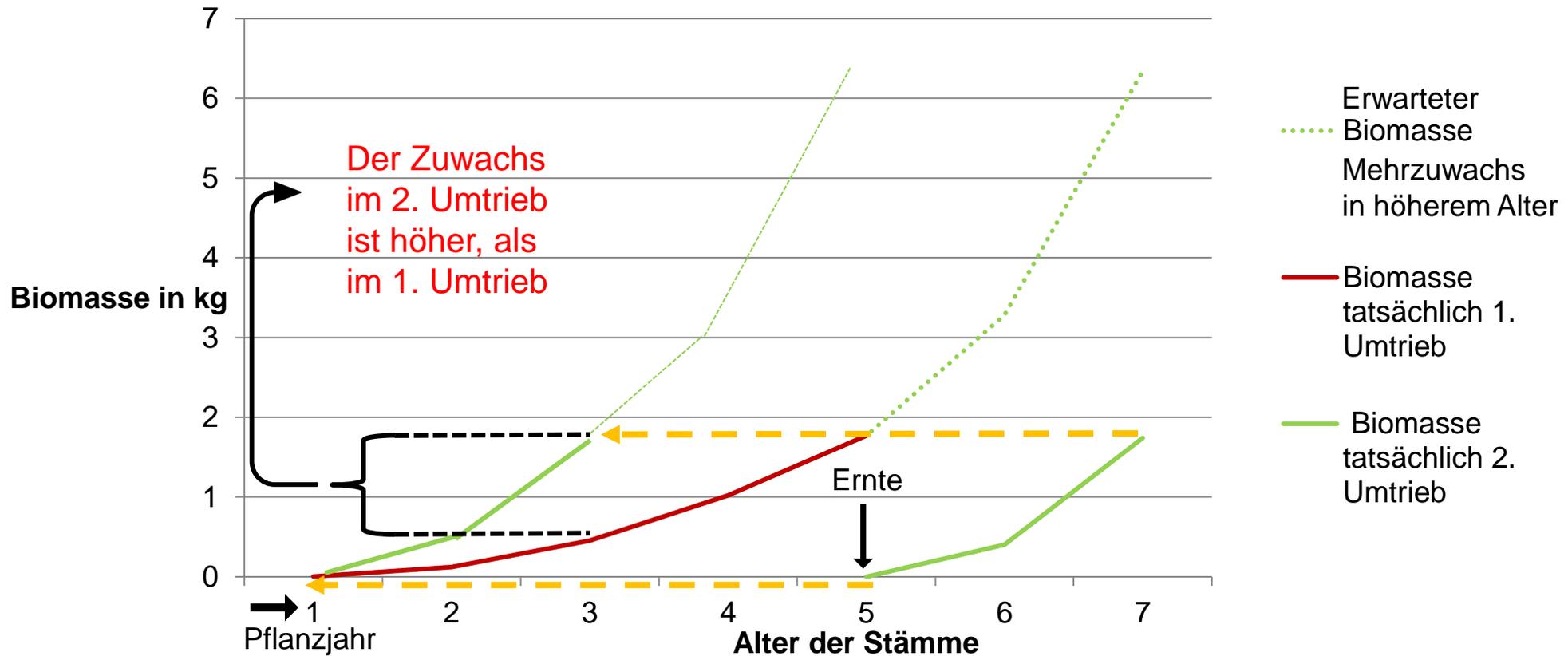
Pappelblattkäfer & Bblattwespe



Pappelblattrost

Kontinuierliche Steigerung der durchschnittl. Jahreszuwächse

Biomassezuwachs, Einzelbaum *)



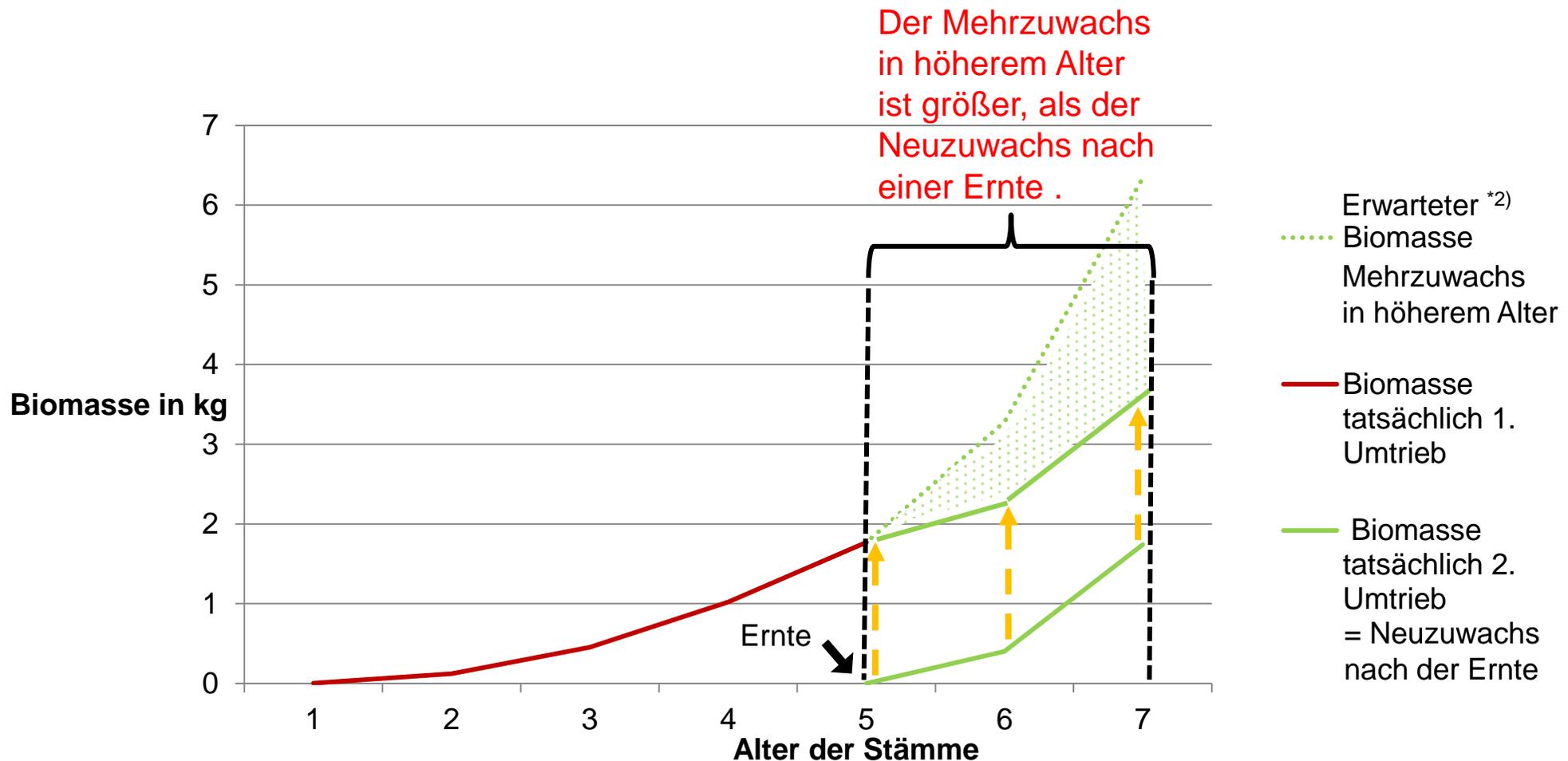
Die jährlichen Zuwächse eines Wurzelstockes steigen mit dem Alter an !

Die durchschnittlichen Erträge bezogen auf die Gesamtleistung (hier: 20-Jahres-Zeitraum) steigen mit fortschreitendem Wurzelwachstum (Laufzeit).

*) Hier am Beispiel: KUP Battenfelder Driescher, Schlag 11
Quelle: Projektwoche der HSWT bei Viessmann, März 2015

Entscheidung zum Erntezeitpunkt

Biomassezuwachs, Einzelbaum ^{*1)}



Die KUP-Pappeln haben im Alter 5 noch nicht ihren höchsten Zuwachs (t/a) erreicht.

Der Erntezeitpunkt sollte verschoben werden, und zwar bis der Zuwachs kulminiert, d.h. der lfd. jährliche Zuwachs (t/a) maximal ist! (vermutlich ca. 8-11 Jahre)

^{*1)} Hier am Beispiel: KUP Battenfelder Driescher, Schlag 11, Quelle: Projektwoche der HSWT bei Viessmann, März 2015

^{*2)} aus: Züchtung, Anbau und Leistung der Pappel, Fröhlich u. Grosscurth, 1973

Ernteverfahren I

Ernte mit Mäh-Häcksler „Claas Jaguar“



Ernteverfahren II

Ernte mit Fäller-Sammler „Stemster“, nordic biomass



Ernteverfahren II, Prozesskette

Ernte mit Fäller-Sammler



Ernteverfahren II, Prozesskette

Ernte mit Fäller-Sammler, Rücken der Ruten zum Feldrand



Ernteverfahren II, Prozesskette

Hacken der Ruten



Ernteverfahren III

JENZ-Gehölmäh Hacker GMHS 100 + Class Xerion 3800



Ernteverfahren III, Prozesskette

JENZ-Gehölmähacker GMHS 100 + Class Xerion 3800



Ernteverfahren IV

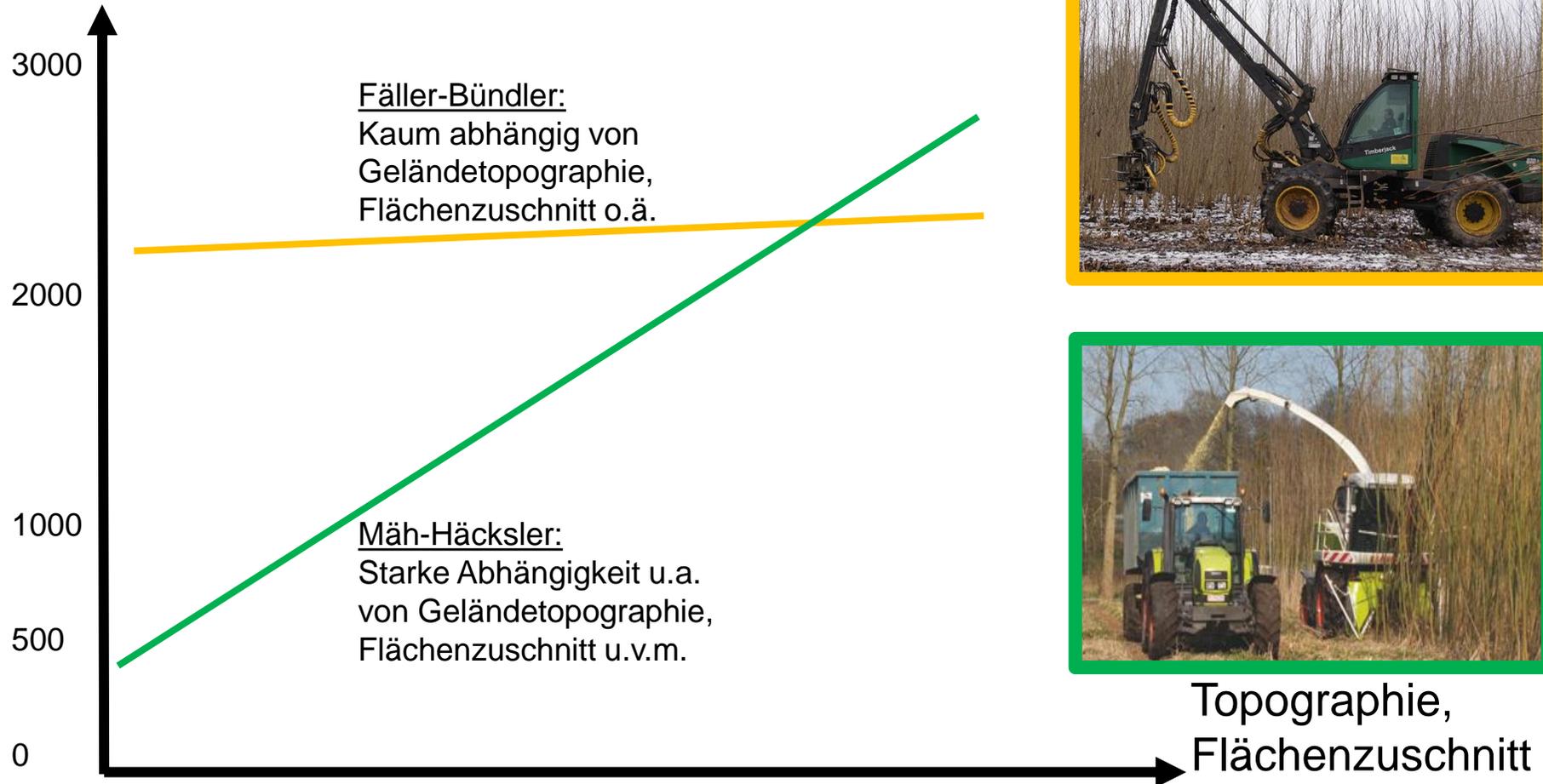
Fäller-Bündler-Zange „woodcracker 250“ an Minibagger



Erntekosten pro Fläche

Abhängigkeit von Topographie und Flächenzuschnitt

Erntekosten (€/ha)



Ebene

Auch in Gegenrichtung zu beernten + Abfuhrfahrzeug kann nebenherfahren, kein zusätzlicher Umladevorgang erforderlich

Hang, Gefälle

Beerntbarkeit ggf. nur hangabwärts + oftmals Huckepack-Container erforderlich mit zusätzliche Umladevorgang

Lange Reihen

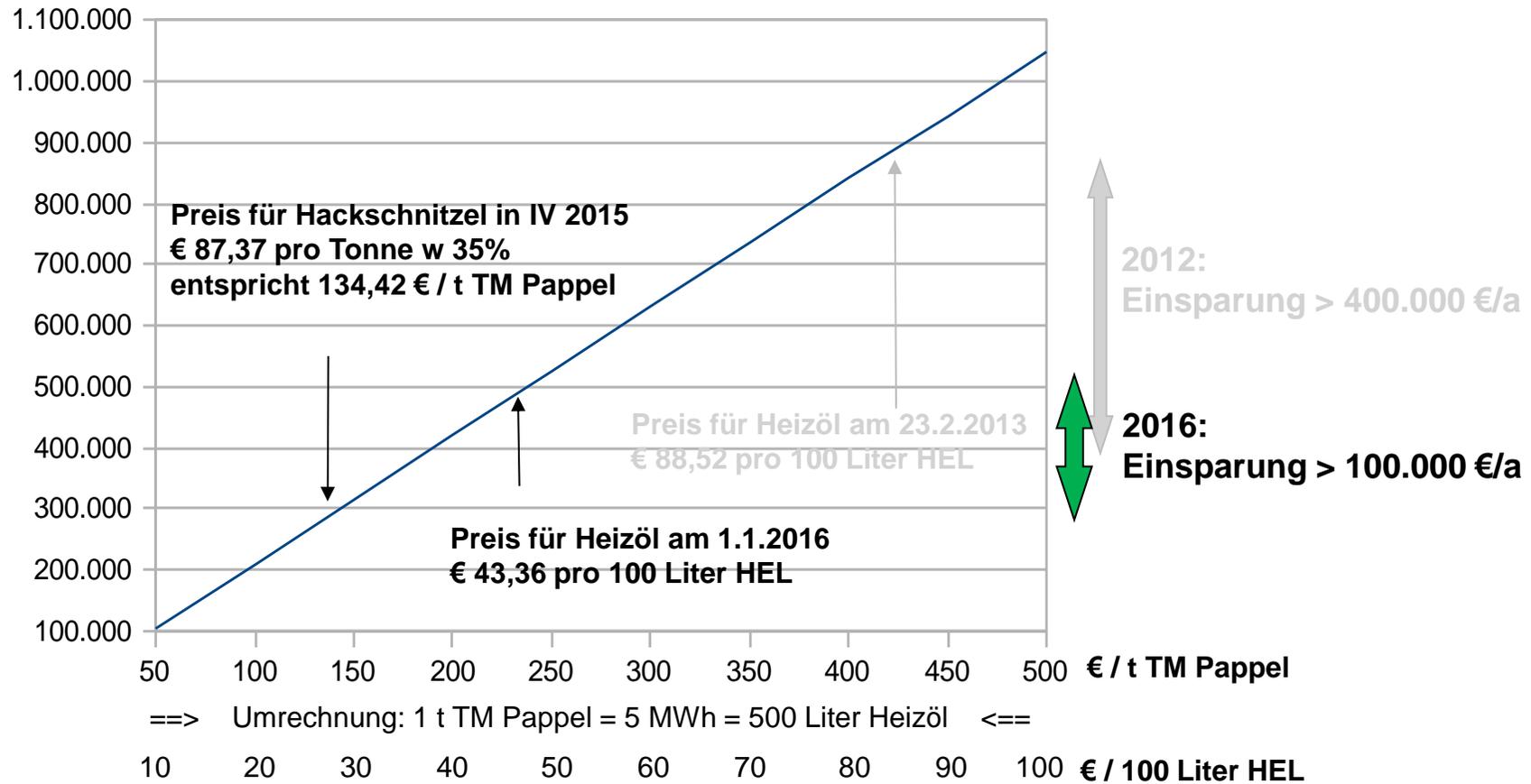
Je länger die Erntereihen, desto weniger unproduktive, zeitintensive Wendevorgänge sind erforderlich!

kurze Reihen

Kosten in Abhängigkeit vom Energieträger

Beispiel: Viessmann Werke, Allendorf

Kosten in €



Quelle

- www.carmen-ev.de => Carmen-Preisindices => Holzhackschnitzel aus KUP, Stand 27.1.2016
- www.esyoil.de => Preise pro 100 Liter inkl. MwSt. bei 3000 Liter Abnahme für [Heizöl EL nach DIN 51603-1](#) mit max. Schwefelgehalt von 0,005 %, Stand 1.1.2016
- Viessmann Werke Allendorf, Energiezentrale, nur HHS-Verbrauch 2012



Vielen Dank!

**Viessmann Werke Allendorf
Hans-Moritz von Harling
Projektleiter Biomasse
Tel.: 0 64 52 70-1526
Fax.: 0 64 52 70-4526
HALH@viessmann.com**

VIESMANN

climate of innovation

Anhang

Standortbeschreibung Oberes Edertal / LK Waldeck-Frankenberg

„Hessisch Sibirien“

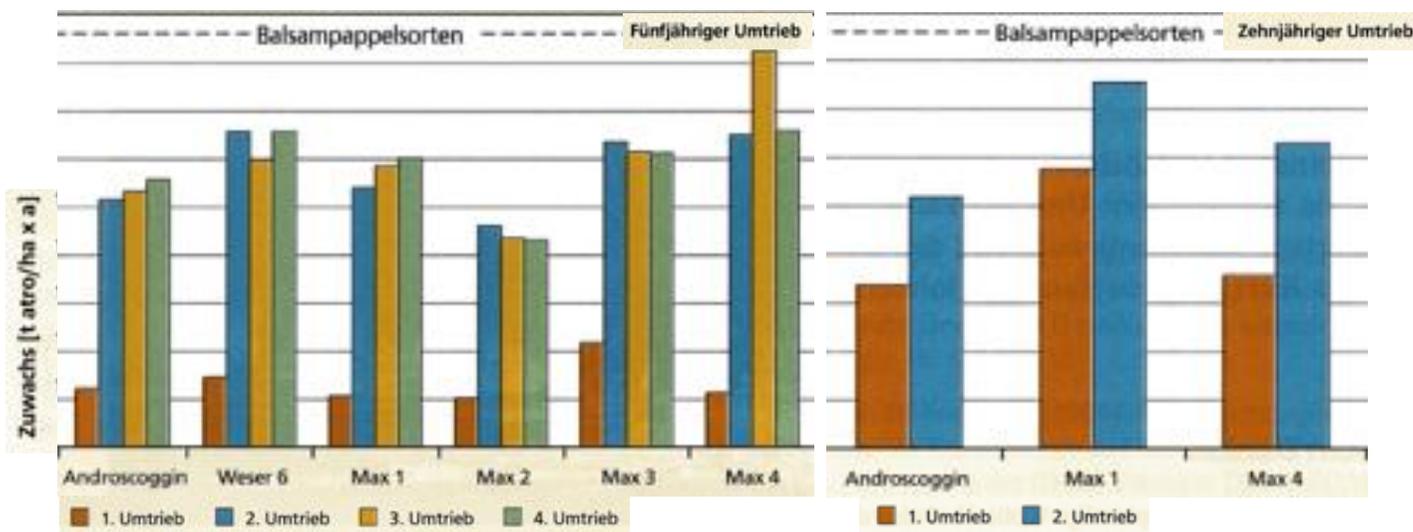
- Höhenlagen: ca. 250 - 708 m.ü.NN
- Oberer Buntsandstein, Schiefergeröll- und Grauwackeauflagen
- Jahresdurchschnittstemperatur 6,5° – 8,5° C
- Jahresniederschläge: 600-750 mm / Jahr
- Bodenqualität: 15% durchschnittl, 60% unterdurchschnittl., 25% ungünstig
- Ca. 87.000 ha Wald
- Ca. 70.000 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche im LK Wa-Fkb (40.000 Acker + 30.000 Grünland)
- Ackernutzung: 60% Getreide (Weizen (40%), Wintergerste (33%), Roggen, Triticale (12%)) Körnerraps (15%), Mais (12%), Rest Klee gras, sonstiges
- Grünlandnutzung: Futtergewinnung 3-4 Schnitte (2/3), staatl. Extensivierungsprogramm (35%)
- Von. Ca. 2.300 Betrieben ca. 1.700 im Nebenerwerb
- Durchschnittlich 0,85 GV/ha



Zur Wiederausschlagsfähigkeit aus älteren Stöcken

Aus: „Es wächst und wächst“; Stoll, Burger und Blick. In LWF aktuell 105/2015

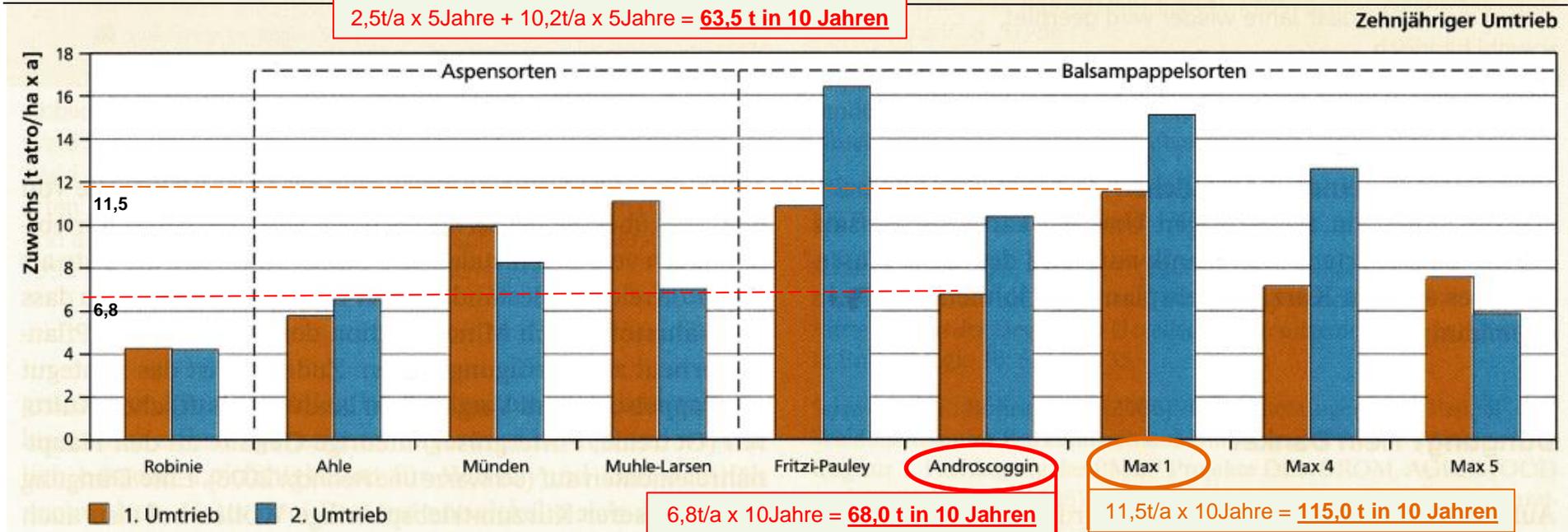
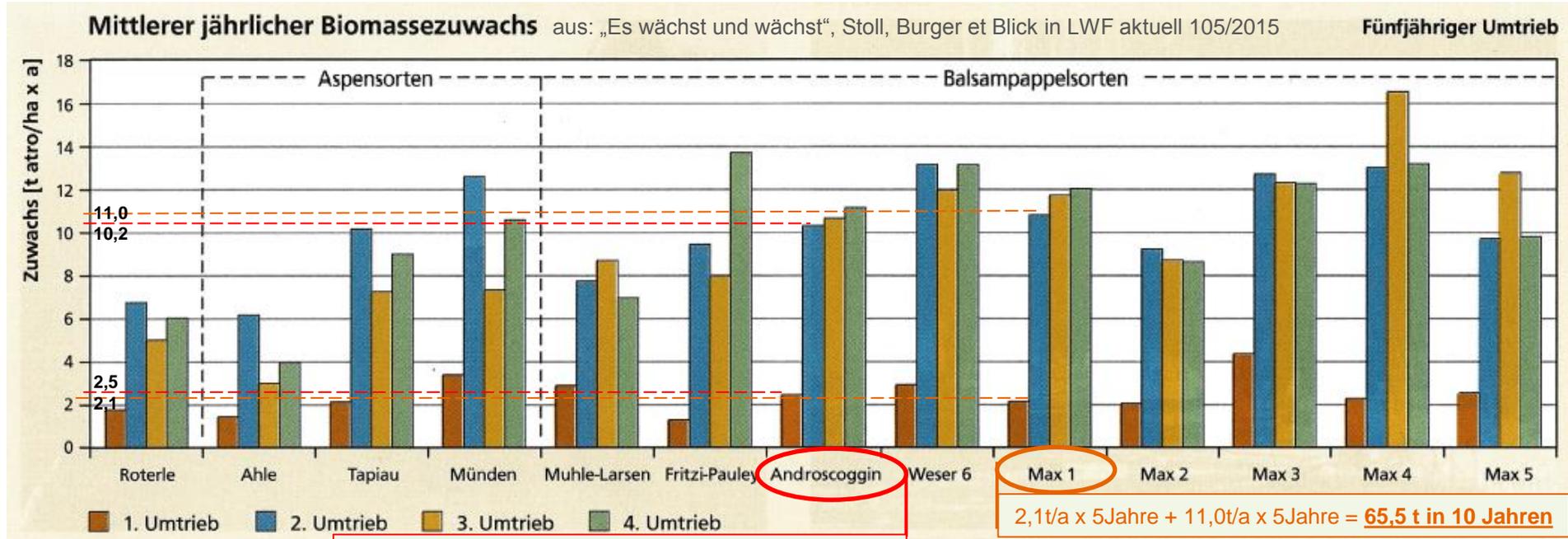
- Versuchsfläche: KUP Wöllershof, Neustadt/Naab, Anpflanzung 1992, Ackerzahl/BWP 30-40
- 5jähriger Umtrieb mit 6.600 Pfl/ha, bereits 4x beerntet
- 10jähriger Umtrieb mit 3.300 Pfl/ha, bereits 2x beerntet
- Erkenntnisse:
 - In der 2. bis 4. Rotation (jeweils fünfjährig) zeigte die KUP wesentlich höhere Zuwachsleistungen als in der 1. Rotation
 - => Mit der Wahl einer zehnjährigen Umtriebszeit kann bereits in der ersten Rotation eine höhere Biomasseleistung erzielt werden als im fünfjährigen Umtrieb... Der zehnjährige Wuchszeitraum entspricht dem natürlichen Wuchsverhalten von ...Pappel... besser als der fünfjährige.*1
 - => ein „Schröpfungsschnitt“ ist aus Ertragssicht kontraproduktiv
 - => „Auch nach über 20 Jahren ist noch kein erkennbarer Trend zu einer verringerten Austriebsfähigkeit und Wuchskraft der Stöcke zu verzeichnen.



(*1) Diesen Schluß zogen auch Unseld (1999) und Hofmann (2005), die für die ...Pappel eine längere zuwachsoptimale Umtriebszeit von 8 bzw. 10-13 Jahren ermittelten.

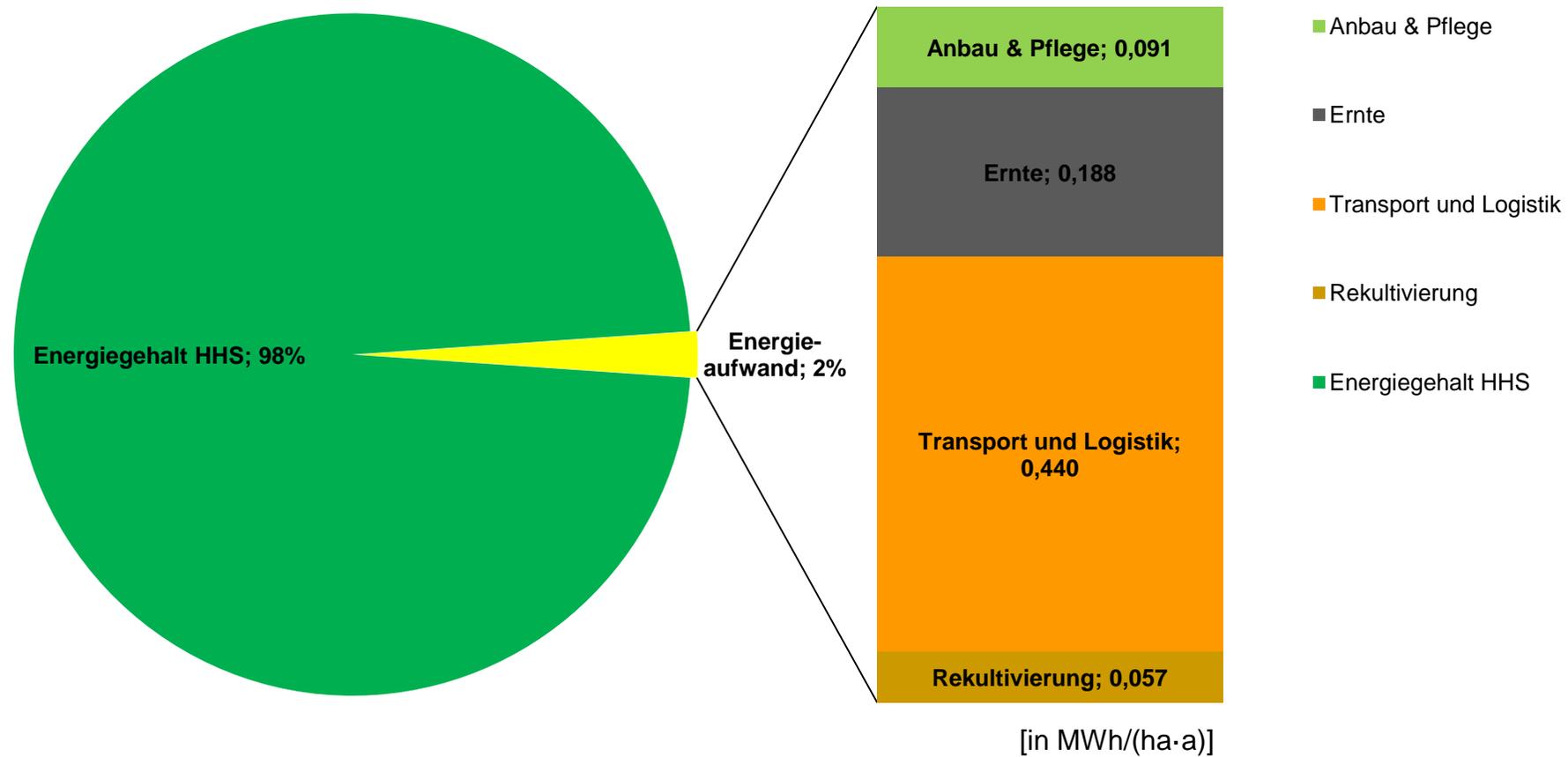
Zuwachs und Ertrag in späteren Umtrieben

5- bzw. 10-jähriger Umtrieb, 2- 4x geerntet



Energieaufwand im KUP-Anbau

Anteile der einzelnen Verfahrensschritte am Gesamtenergieaufwand



Annahmen:

Energiegehalt HHS: Zuwachs: 7 t TM/(ha*a) ; Heizwert: 5 MWh/t TM
Ernte: Mähhäcksler (Mittelwert aus drei- und fünfjährigem Umtrieb)
Transport und Logistik: Container-LKW; Entfernung < 60 km

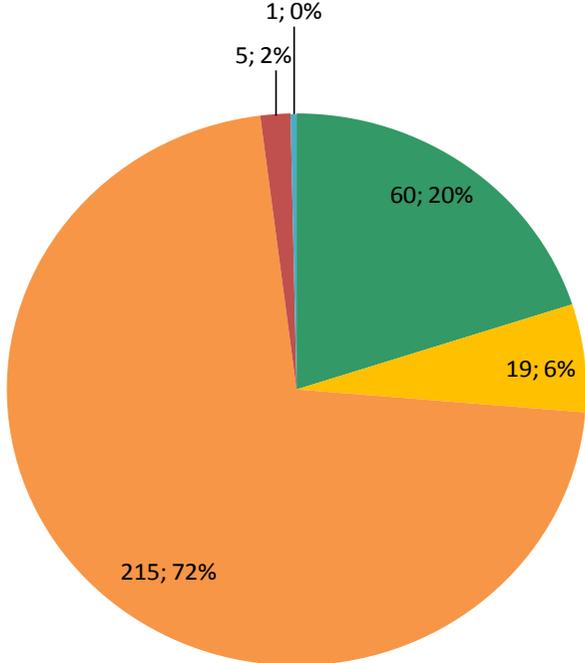
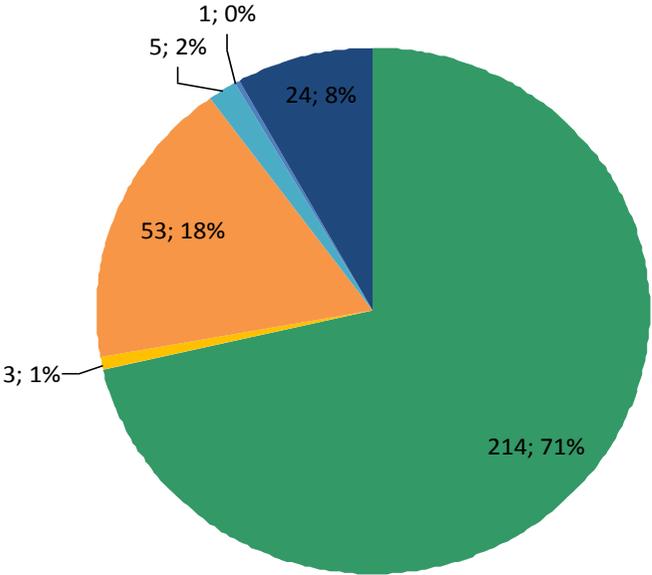
Quelle: Susanne Wangert, Bachelorarbeit „Erstellung einer CO2-Bilanz konventioneller...Agrarholzkulturen“, Uni Bonn/Viessmann, 2012

Wildverbiss: KUP Laisa vs. KUP Battenfeld

Stark abhängig von Größe und Lage der KUP in der Landschaftsumgebung

Wildschäden Laisa_Max_ges

Wildschäden Battenfeld_M-L_ges



Erntekosten pro Tonne

Abhängigkeit von Masse des Erntebestands und Wahl der Erntetechnik

- Annahme 10.000-12.000 Bäume / ha
- WHD = Wurzelhalsdurchmesser, in Schnitthöhe der Erntemaschine
- Kosten pro t atro in € 2010-2014: Ernte 85-100; Transport Feld-Lager 20-35; Lagern/Mischen/Laden/NK 30; Rückliefern 20-30
=> Bei z.B. 160€ Erlös: abzgl. 30€Transport+ 30€LMV+ 20€Rückliefern = für „DB positiv“ max 80 €/t_{atro} Kosten Erntemaschine!

Erntekosten (€/ha)		500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	
Mäh-Häcksler:	1	50,00	100,00	150,00	200,00	250,00	300,00	350,00	10
	4	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	175,00	20
	9	16,67	33,33	50,00	66,67	83,33	100,00	116,67	30
	12	12,50	25,00	37,50	50,00	62,50	75,00	87,50	40
	15					50,00	60,00	70,00	50
	17					41,67	50,00	58,33	60
	19					35,71	42,86	50,00	70
	21					31,25	37,50	43,75	80
ca. WHD (cm)	22					27,78	33,33	38,89	90
	23					25,00	30,00	35,00	100

Aufwuchs = Erntemenge (t_{atro}/ha)

< 50 €/t _{atro}	DB positiv
~ 65 €/t _{atro}	Grenzbereich
> 80 €/t _{atro}	DB negativ

Unterhalb 2.300 €/ha
nicht realisierbar.

Fäller-Bündler: