



Gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Forsten und den Europäischen Landwirtschafts-
fonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)

AUFKOMMEN UND ENERGETISCHE SOWIE STOFFLICHE VERWERTUNGSMÖGLICHKEITEN BIOGENER RESTSTOFFE IN DEN LANDKREISEN PFAFFENHOFEN UND NEUBURG-SCHROBENHAUSEN

Vorstellung der Zwischenergebnisse
Landratsamt Pfaffenhofen a.d.Ilm, 11. Juli 2019



Gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)

Energieträger aus Biomasse!

Energieträger aus Biomasse sind wesentlicher stabilisierender Faktor in der Energiewende.

Die Nutzungsmöglichkeiten von Bioenergie werden in Deutschland kontrovers diskutiert. Denn „Bioenergie hat teilweise zwar eine bessere Treibhausgasbilanz als fossile Energie. Jedoch kann der Anbau von Biomasse mit vielfältigen negativen Wirkungen auf Mensch und Umwelt verbunden sein.“ UBA

Da die aufbereitete Biomasse lagerfähig ist, kann dieser erneuerbare Energieträger zu Photovoltaik und Windkraft supplementär eingesetzt werden.

Damit sind Energieträger aus Biomasse wesentlicher stabilisierender Faktor in der Energiewende.



Quelle: Marc Rathmann / UBA



Gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)

Produktionsausweitung und Intensivierungsdruck!

Die Umweltfolgen der Bioenergieförderung wurden in den letzten Jahren nur unzureichend beachtet. „Die ackerbaulich erzeugten Energiepflanzen (so genannte Anbau-Biomasse, im Unterschied zur Abfall-Biomasse), insbesondere der wegen seiner hohen Flächenerträge, hohen Gülle-Verträglichkeit und seines hohen Energieinhalts für die Biogas-Erzeugung bevorzugte Mais, lösten einen zusätzlichen Intensivierungsdruck auf vorhandenen Ackerflächen und Produktionsausweitungen zu Lasten bisheriger Grünlandstandorte aus...

... Dadurch wurden mühsam erreichte umweltentlastende Trends konterkariert, die Nitratgehalte im Grundwasser stiegen wieder an und durch Grünlandumbruch, vor allem auf Niedermoor Standorten, wurden klimawirksame Spurengase in erheblichem Umfang freigesetzt. Hinzu kommt der erhebliche Umweltdruck der intensiven Tierhaltung.“

Quelle: 30 Jahre SRU-Sondergutachten „Umweltprobleme der Landwirtschaft“ - eine Bilanz; UBA TEXTE 28/2015



Quelle: Marc Rathmann / UBA



Gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)

Die Äcker sind voll – Nitratbelastung!

Die Klage der EU-Kommission am Europäischen Gerichtshof (EuGH) gegenüber der Bundesrepublik in Bezug auf mutmaßliche Versäumnisse beim Grundwasserschutz aus dem Oktober 2016 ist nach wie vor anhängig. Die Klageschrift umfasst rund 40 Seiten und 1500 Seiten Anhang. Darin geht es um die seit Jahren in vielen Regionen Deutschlands steigende Belastung des Grundwassers mit Nitrat. Als Hauptursache werden die Landwirtschaft, sowie die Überdüngung mit Gülle und Mist genannt. (Quelle Spiegel Online vom 7.11.2016)

In der Folge werden Betriebe der industriellen Tierhaltung (siehe SZ v. 25.3.2019 und 26.4.2019) sowohl vom Bürger wie auch von den Gerichten aktuell überaus kritisch gesehen.

Gemäß dem Urteil des Verwaltungsgerichts München vom März 2019 fehlen einem Betrieb aus Wolnzach noch 30 ha zu der für die beantragte Menge von 144.600 Mastplätzen benötigten Mindestackerfläche. (> Verwaltungsgerichtshof)

Landwirtschaft

Gericht stoppt Hähnchenmast

Gigantische Anlage in Wolnzach darf nicht in Betrieb gehen, da die Betreiberfamilie zu wenig Ackerland habe, um wenigstens die Hälfte des Futters für die Tiere selbst erzeugen zu können. Bund Naturschutz sieht sich bestätigt

VON CHRISTIAN SEBALD



Bild: Sebastian Beck / OH



Gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)

Studie als Basis der Vision einer Neuordnung!

Da durch das neue Klärschlammgesetz mittelfristig Klärschlammengen nicht mehr landwirtschaftlich genutzt werden dürfen und auch langfristig auch der Phosphor verwertet werden soll, macht es mehr denn je Sinn, **die Erfassung und Verwendung organischer Reststoffe neu zu entwerfen.**

Quelle: Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost (Klärschlammverordnung - AbfKlärV) AbfKlärV vom 27.09.2017

Dies gilt umso mehr, da unter der Moderation von Alois Glück die Empfehlungen des „Runden Tisches zum Thema Artenvielfalt“ in das geplanten Begleitgesetz der Staatsregierung zur der Umsetzung des Volksbegehrens wohl Eingang finden werden. (Quelle BR 24 . Bayern, 26.4.2019)

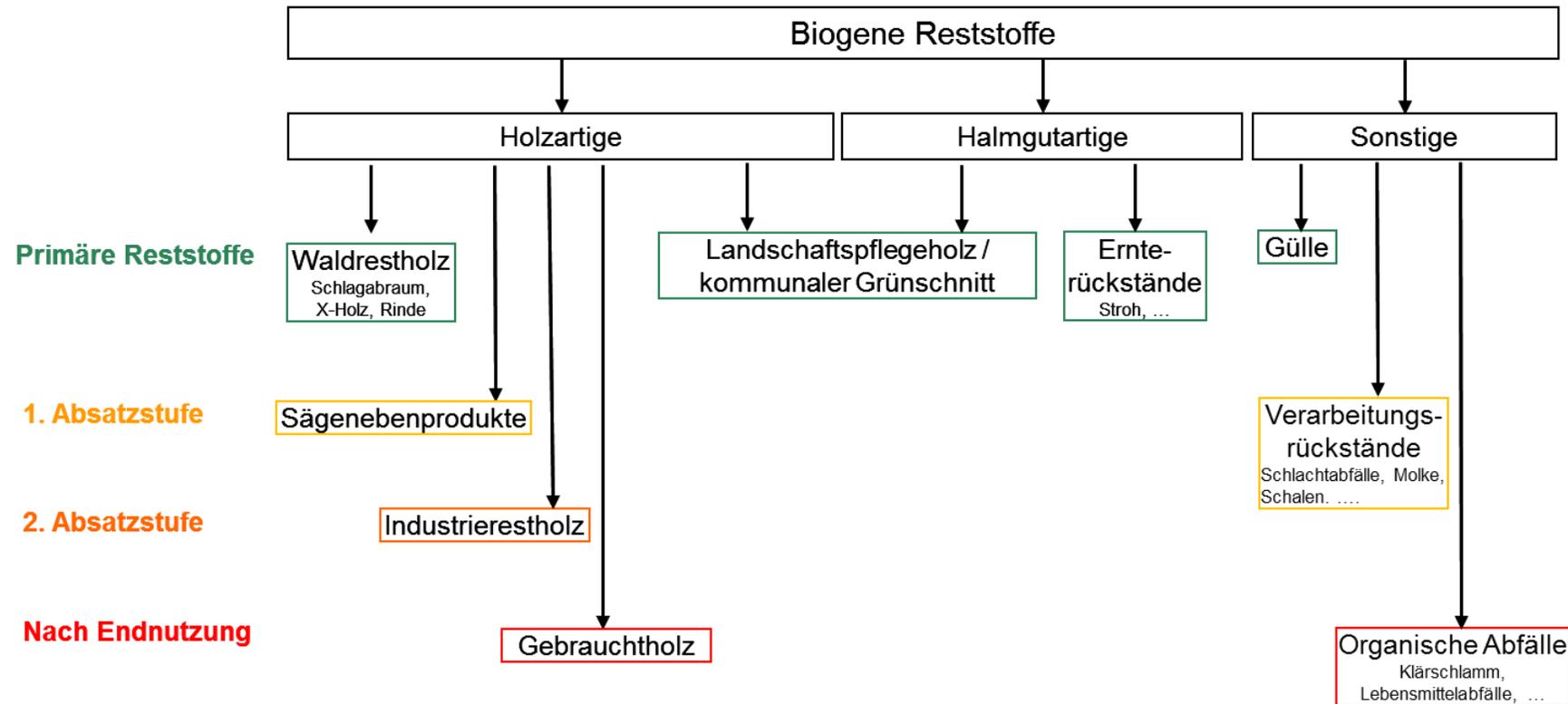


Quelle: Marc Rathmann / UBA



Gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)

Sektorenübergreifende Untersuchung biogener Reststoffe





Gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)

Zielgebiet

Das Zielgebiet der Studie umfasst die Landkreise

- Neuburg Schrobenhausen und
- Pfaffenhofen an der Ilm

Die Landkreise sind als Verbandsmitglieder fester Bestandteil des Zweckverbands Müllverwertungsanlage Ingolstadt (MVA), der neben den hier gezeigten Gebietskörperschaften auch die Landkreise Erding und Garmisch-Partenkirchen entsorgt.

Der MVA strebt aktuell an, einen Zweckverband zur Entsorgung von Klärschlamm zu entwickeln.



Teilprojekt: Aufkommen und energetische sowie stoffliche Verwertungsmöglichkeiten **kommunale** Bioabfälle

Dipl.-Ing (TU) Werner Bauer

ia GmbH – Wissensmanagement und
Ingenieurleistungen, München

Pfaffenhofen, 11. Juli 2019

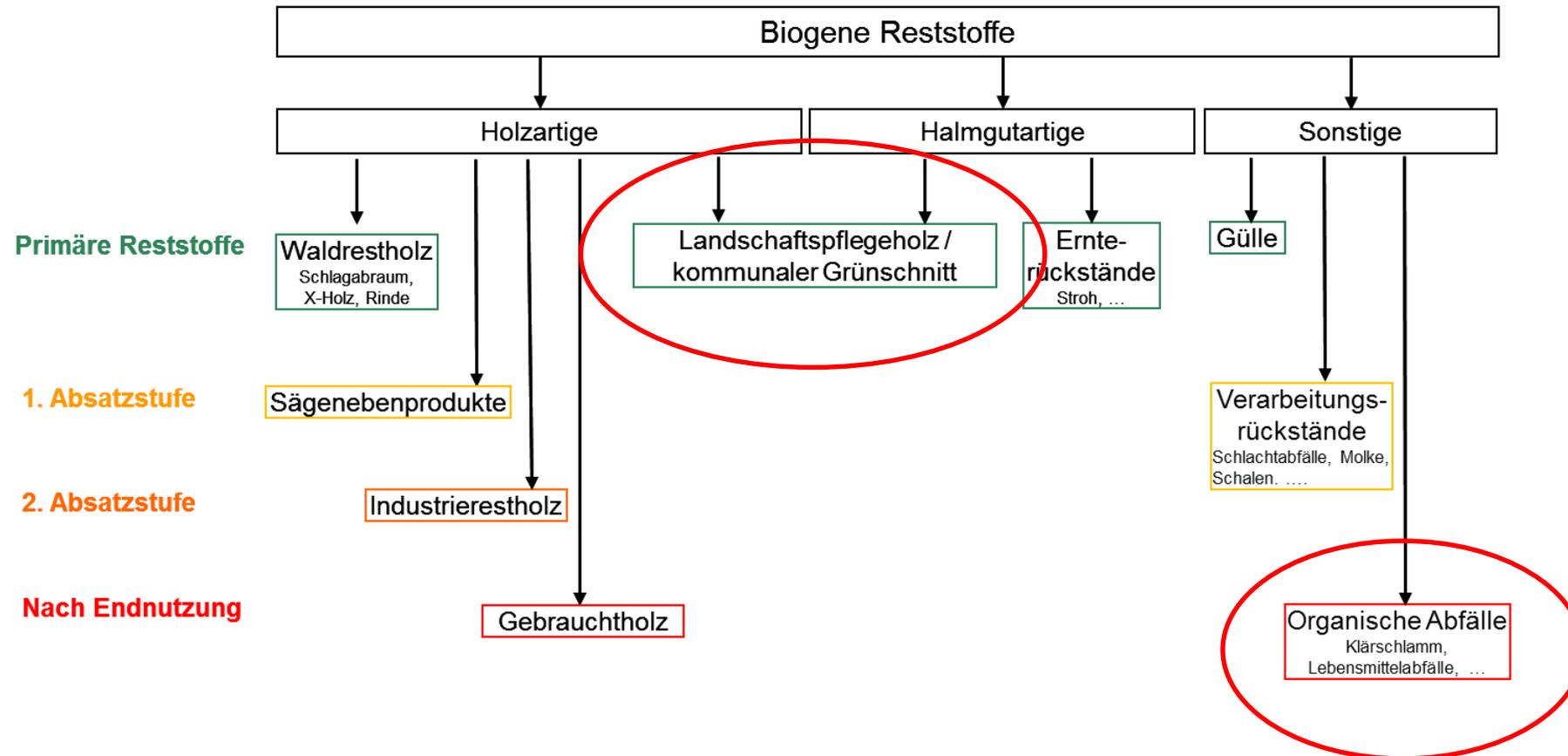


Definition Bioabfall (nach § 3 Abs. 7 KrWG)

- biologisch abbaubare pflanzliche, tierische oder aus Pilzmaterial bestehende Garten- und Parkabfälle, Landschaftspflegeabfälle, Nahrungs- und Küchenabfälle aus Haushalten
- seit 2012: auch Grüngut, zusammengesetzt aus Grüngut aus Haushalten und Grüngut aus der kommunalen Grünflächenpflege.



Kommunale Bioreststoffe



- Abfallbilanzen 2016 und 2017 der beiden Landkreise
 - Daten für 2016 frei verfügbar, 2017 auf Anfrage bei dem jeweiligen öRE (Bearbeitung dauert an)
- Telefonische Nachfragen bei den öRE
- Landratsämter der jeweiligen Landkreise (telefonisch und schriftlich)
 - Problem: Datenschutzgrundverordnung!
- Energieatlas für Bayern → Anzahl der dort aufgelisteten Biomasseanlage entspricht nicht Daten der Abfallbilanzen und Landratsämter
 - Recherche, welche Anlagen kommunale Bioreststoffe verwerten folgt

Kommunale Bioabfälle



➤ Nutzung und Potenziale: Abfälle aus der Biotonne

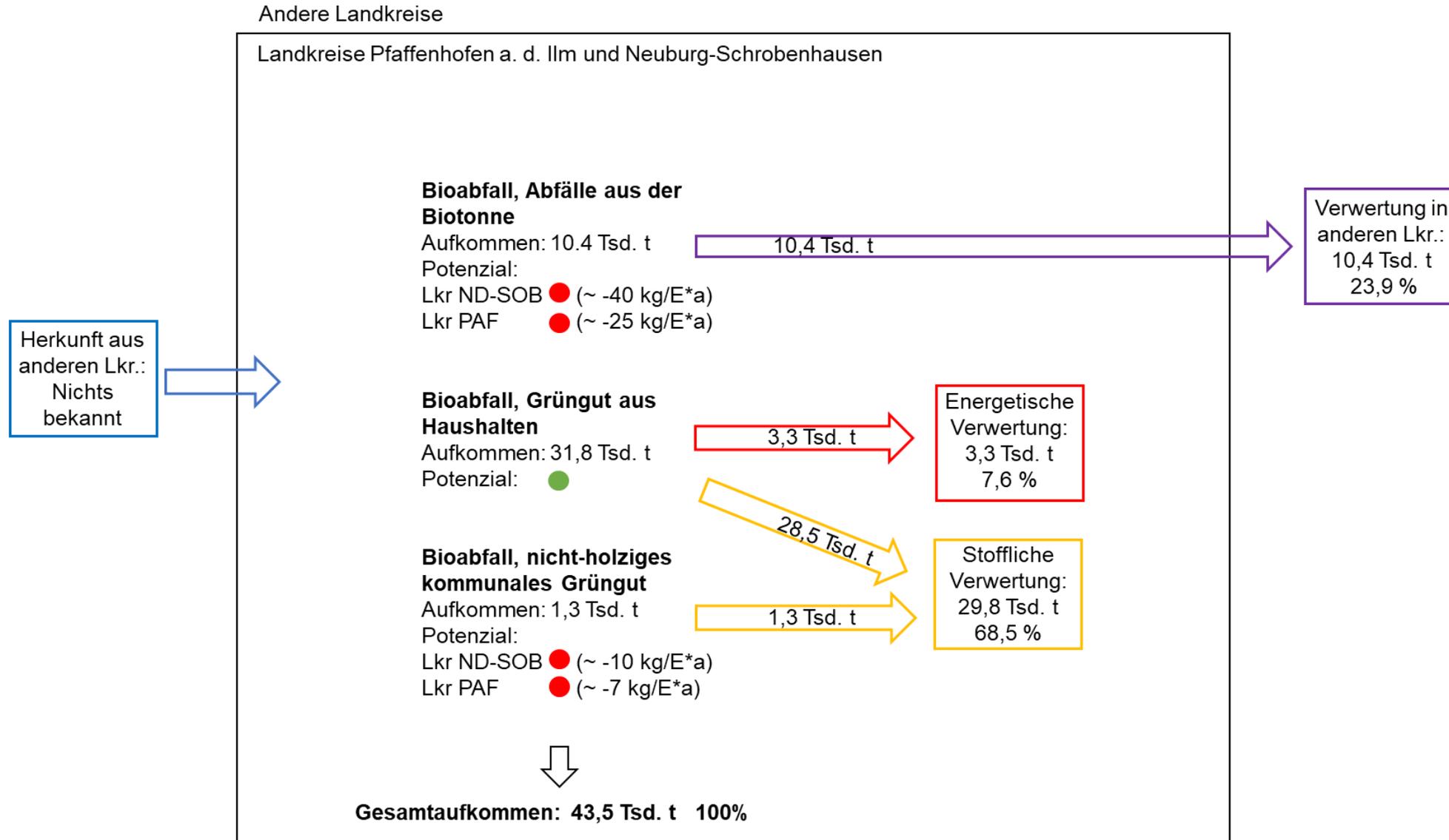
- beide Landkreise weisen eine deutlich geringere Pro-Kopf-Sammelmenge für 2016 auf
 - Erfahrungswert: 80 kg/E*a
 - der Anschlussgrad liegt im Landkreis Neuburg-Schrobenhausen bei unter 40 %
 - der gesammelte Abfall wird außerhalb der Landkreisgrenzen verwertet
- in beiden Landkreisen ist das Potenzial der Biotonne noch nicht voll ausgeschöpft



➤ Nutzung und Potenziale: Grüngut

- in beiden Landkreisen wurde 2016 überdurchschnittlich viel Grüngut aus Haushalten gesammelt
 - gemittelter Wert aus Abfallbilanz Bayern 2016: 83,4 kg/E*a
 - die Verwertung findet ausschließlich innerhalb der Landkreisgrenzen statt
- in beiden Landkreisen ist das Potenzial an Grüngut aus Haushalten voll ausgeschöpft
- eine Beurteilung des Potentials für nicht-holziges kommunales Grüngut erscheint schwierig, da ein direkter Vergleich mit anderen Landkreisen auch eine Beurteilung der Fläche von Parkanlagen, Randstreifen etc. beinhalten würde
 - bei einem Vergleich weisen beide Landkreise für 2016 deutlich geringere Pro-Kopf-Sammelmenngen auf
 - die Verwertung findet ausschließlich innerhalb der Landkreisgrenzen statt
- das Potenzial für nicht-holziges kommunales Grüngut ist schwierig zu beurteilen

Zusammenfassende Darstellung der Reststoffströme



Teilprojekt: Aufkommen und energetische sowie stoffliche Verwertungsmöglichkeiten **holzartiger** Reststoffe

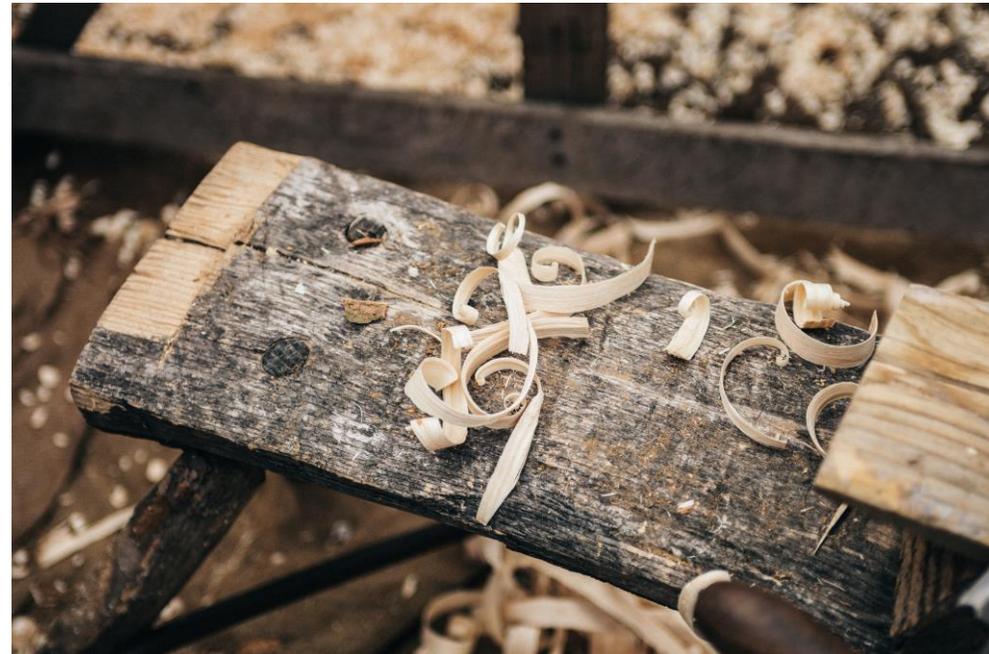
M.Sc. Sabine Helm

Prof. Dr. Gabriele Weber-Blaschke

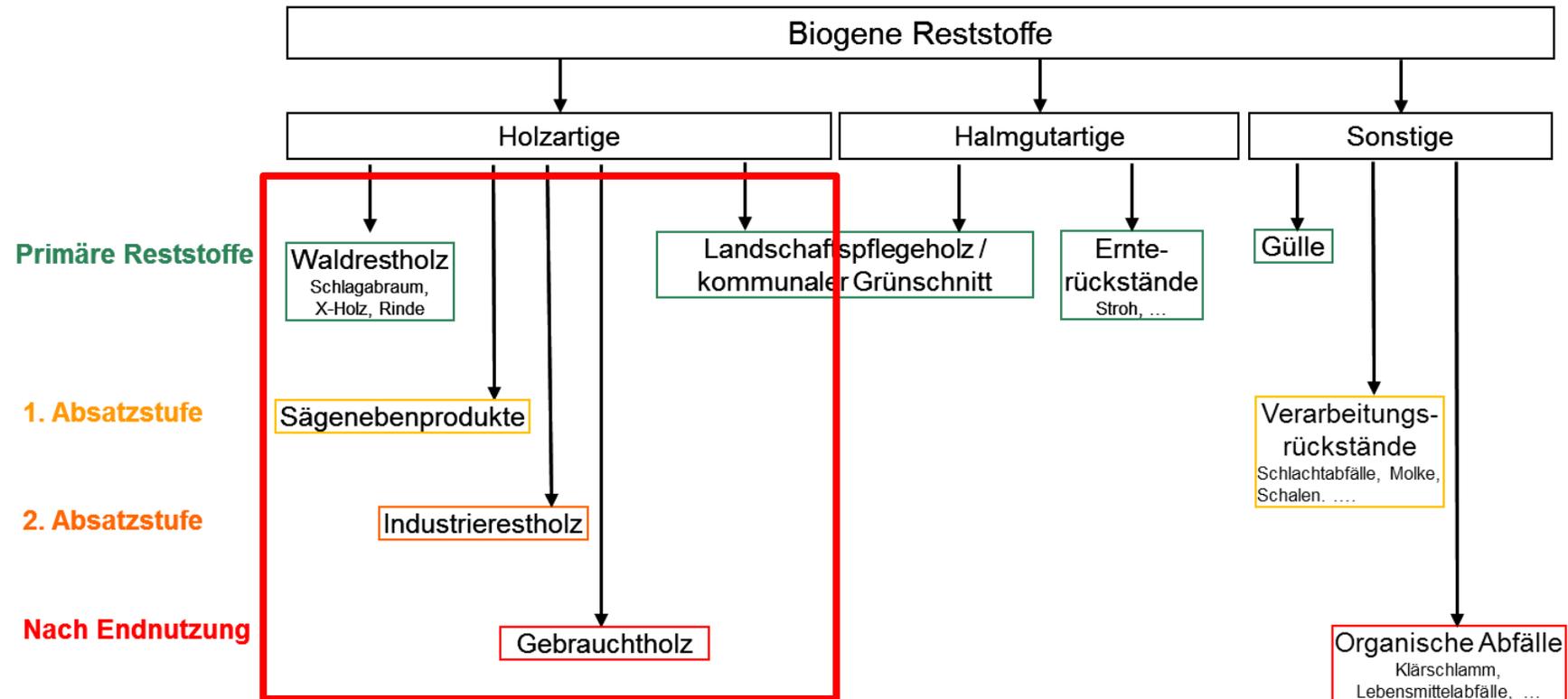
Technische Universität München

Lehrstuhl für Holzwissenschaft

Pfaffenhofen, 11. Juli 2019



Holzartige Reststoffe

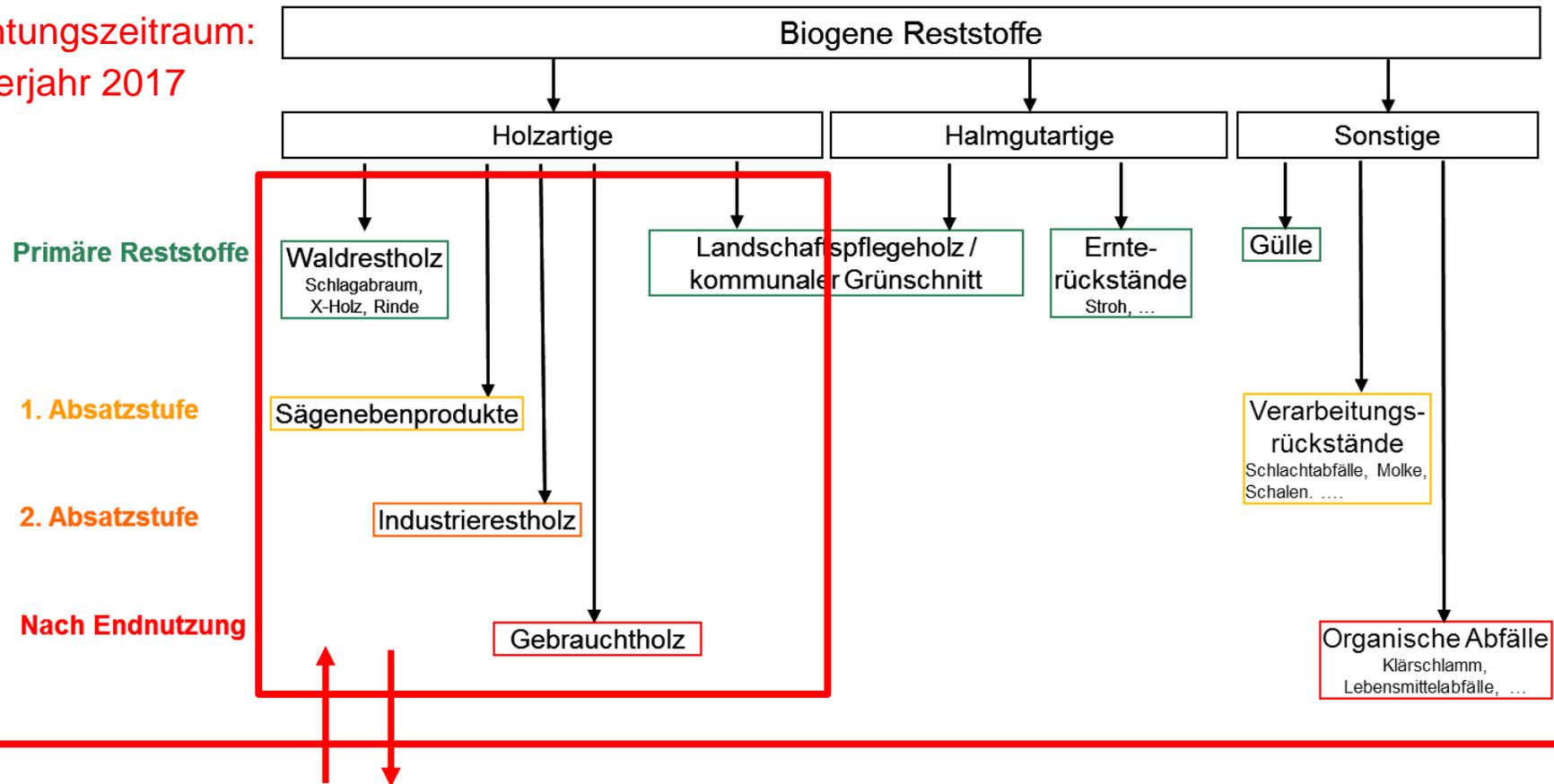


Systemgrenze und Betrachtungszeitraum

Andere Landkreise

Landkreise Pfaffenhofen a. d. Ilm und Neuburg-Schrobenhausen

Betrachtungszeitraum:
Kalenderjahr 2017



Datenerhebung

- schriftliche / telefonische Umfragen:
Waldbesitzervereinigungen, Heiz(kraft)werke, Sägewerke,
Entsorgungsunternehmen f. Gebrauch- / Landschaftspflegeholz, Zimmereien /
Schreinereien
- Experteninterviews:
Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Stadt Pfaffenhofen, AELF
Pfaffenhofen, Bayerische Staatsforsten
- Literatur- / Internetrecherche

Waldrestholz



➤ Begriffsdefinition



Waldrestholz

Energieholz		Energieholz	Vollbaumnutzung
Industrieholz	Energieholz		
Stammholz	Stammholz	Stammholz	

Energieholz in Form von Waldhackschnitzeln besteht bayernweit zu 77% aus Waldrestholz (GÖßWEIN et al. 2018)

Quelle: verändert nach Kuptz et al. 2015



➤ Regionale Gegebenheiten

Region	Bewaldung		Privatwald (davon Kleinprivatwald)	Staatswald	Körper- schaftswald
	[ha]	[%]	[%]	[%]	[%]
Bayern	2.606.000	37	56 (65)	32	12
Landkreis Neuburg- Schrobenhausen	16.600	22	63 (35)	22	15
Landkreis Pfaffenhofen	18.000	25	77 (60)	19	4

- 2017 hohes Aufkommen an Schad- / Sturmholz: Sturm „Kolle“ + Borkenkäfervermehrung, warme Witterung
- 2018 ähnliche Witterungsbedingungen
- auch 2019 und in den nächsten Jahren -> ähnliche Witterungsbedingungen erwartet

Waldrestholz



➤ Aktuelle Nutzung von Waldholz

Privatwald

Anteil an Waldfläche	Stammholz		Energieholz (Waldhackschnitzel)		Industrieholz	
	Aufkommen [Efm]	Verwertung im Lkr.	Aufkommen [Efm]	Verwertung im Lkr.	Aufkommen [Efm]	Verwertung im Lkr.
WBV Pfaffenhofen 63%	53.000	n. b. (max. 18%)	29.000	100%	1.000	0%
WBV Neuburg-Schrobenhausen 41%	ca. 30.000		ca. 15.000	10%	ca. 5000	0%

Staatswald

Pfaffenhofen: Waldhackschnitzel werden 100% außerhalb des Landkreises verwertet
 Neuburg-Schrobenhausen: Verwertung n. b.

- In den nächsten Jahren werden relativ gleichbleibende Mengen erwartet (trockene, warme Sommer, Stürme, Waldumbau)

Waldrestholz



➤ Nachfrage nach Waldhackschnitzeln

Biomasseheiz(kraft)werk (BH(K)W)	Waldhackschnitzel [srm]	Anteil aus dem eigenen Landkreis
BHW Schrobenhausen Schulzentrum (0,8 MW)	3.700	100%
BHW Schrobenhausen Krankenhaus (0,8 MW)	3.000	100%
BHW Pörnbach (0,1 MW)	300	100%
BHKW Wolnzach (2,8 MW thermisch, 0,5 MW elektrisch)	20.100	100%
BHKW Pfaffenhofen (26,7 MW thermisch, 6 MW elektrisch)	ca. 237.300 ^{54.000 srm} WBV PAF	ca. 20-50% (HERCHENBACH 2018, eigene Umfragen)
Summe	264.400	28%

→ Nachfrage BHKW Pfaffenhofen kann nicht aus dem eigenen Landkreis gedeckt werden

→ Trotzdem regionales Überangebot an Waldhackschnitzeln bei BH(K)Ws in den untersuchten Landkreisen (bayernweites Überangebot, feste Zulieferer BHKW Pfaff.)



- Nutzung und Potenziale: Ergebnisse für den Staatswald
 - Holzzuwachs bereits vollständig abgeschöpft
 - Waldhackschnitzel aus Derbholz → in anderen Landkreisen verwertet
 - Laub-Reisholz → nicht genutzt (Nährstoffnachhaltigkeit)
 - Nadel-Reisholz → nur in Ausnahmefällen (befallene Fichten, Forstschutzgründe) → thermischen Nutzung
 - zunehmenden Schadereignisse → Überversorgung Holzmarkts mit Nadelholz → Bayerische Staatsforsten (BaySF) reduzieren Nadelholzeinschlag
- **Im Staatswald besteht kein zusätzliches Potenzial an nutzbarem Waldrestholz**



➤ Nutzung und Potenzial: Ergebnisse für den Privatwald

- Waldhackschnitzel → 69 % (27 Tsd. t) in den eigenen Landkreisen in BH(K)Ws
- Thermische Holznutzung → weniger Treibhausgase (THG) im Vgl. zu anderen Heizsystemen mit anderen Energieträgern

THG Einsparungen abhängig von:

- Holzart
- Holzsortiment (Hackschnitzel, Pellets, Scheitholz)
- Feuerungssystem
- Referenzsystem (Erdgas, Heizöl, andere EE)
→ Tabelle

Waldrestholz



Mit dem Audi A1 von Pfaff. nach Ankara
Quelle: www.audi.de

Einschub: Treibhausgasvermeidung durch Wärme aus Holz

THG-Vermeidung	Erdgas	Heizöl	Sonstige Erneuerbare
	kg CO ₂ -Äq./ fm	kg CO ₂ -Äq./ fm	kg CO ₂ -Äq./fm
Fichte Hackschnitzel 50 kW (w = 20 %)	- 343	- 465	- 63
Fichte Hackschnitzel 300 kW (w = 20 %)	- 348	- 470	- 67
Fichte Hackschnitzel 300 kW (w = 50 %)	- 303	- 412	- 50
Fichte Hackschnitzelheizwerk 1 MW	- 334	- 452	- 61
Buche Scheitholz 6 kW Einzelfeuerung	- 462	- 612	-118
Buche Scheitholz 6 kW, Kessel	- 571	- 751	-159
Fichte Pellets 15 kW	- 314	- 443	-17
Fichte Pellets 50 kW	- 322	- 452	- 25
Bayerischer Holzwärmemix	- 410	- 546	- 97



➤ Nutzung und Potenzial: Ergebnisse für den Privatwald - Fortsetzung

- BHWs im Landkreis Neuburg-Schrobenhausen sparten im Jahr 2017 ca. 900 t Treibhausgase gegenüber Erdgas, bzw. 1.200 t gegenüber Heizöl



- THG-Vermeidungskosten bei der Wärmebereitstellung (DRESSLER et al. 2016)
→ im Vgl. zu Heizöl: **-27** bis 100 €/t CO_{2-eq} → im Vgl. zu Erdgas: **100** bis 250 €/t CO_{2-eq}

Reduzierung volkswirt. Kosten
um max. 32.000 Euro

Zusätzl. Volkswirt. Kosten
von min. 90.000 Euro

- Analysen der Waldholznutzung sowie Expertenbefragungen zeigen:

➤ **Im Privatwald besteht ein zusätzliches Potenzial an nutzbarem Waldrestholz**



➤ Empfehlungen Privatwald

- Theoretisch vermehrter Einschlag + intensivere Nutzung möglich (!Preise, Überangebot, Logistik)
→ AELF Pfaffenhofen = Beratung der Privatwaldbesitzer/WBV (nachhaltiger Nutzung/Nährstoffmanagement)
- Nutzung intensivieren → einfachere logistische Aufbereitung (Transportieren, Hacken, Lagern)
→ LWF und TFZ = Beratung
- Effizienzsteigerung der thermischen Verwertung → Lufttrocknung
- Auslastung der Heiz(kraft)werke
→ Wärmenetze maximal auslasten/ausbauen → neue Abnehmer finden
- Zusätzliche Mengen an Waldhackschnitzeln → regionale Konzepte zur Energieversorgung (Wärme, Strom) von Gewerben/Wohngebieten → Hackschnitzelheizungen
→ Akzeptanz betreffender Akteure notwendig (Kampagnen, Marketing, finanz. Anreize, ...)

Sägenebenprodukt



➤ Nutzung und Potenziale: Ergebnisse

- keine Großsägewerke in den Landkreisen
- anfallenden Sägenebenprodukte (SNP), ca. 14.500 srm → bereits genutzt.
- 2017 thermisch verwerteten Mengen (36%) → Einsparung von ca. 700 t Treibhausgasen (gegenüber Erdgas) bzw. von knapp 1.000 t Treibhausgasen (gegenüber Erdöl).
- THG-Vermeidungskosten bei der Wärmebereitstellung (Dressler et al. 2016)
 - im Vgl. zu Heizöl: -27 bis 100 €/t CO_{2-eq} → im Vgl. zu Erdgas: 100 bis 250 €/t CO_{2-eq}
- Menge Holzhandel außerhalb der Landkreise (52%)
 - im Landkreis nutzen: Heizungs-/Vergasungsanlagen oder Pelletproduktion



Mit dem Audi A1
133 Mal um die Welt
Quelle: www.audi.de

➤ **Es besteht kein zusätzliches Potenzial an nutzbaren Sägenebenprodukten**



➤ Nutzung und Potenziale: Ergebnisse

- keine größeren Produzenten von Industrierestholz (IRH) in den Landkreisen
- Ø ca. 150 srm IRH im Jahr pro Betrieb
- Hochrechnung auf Landkreise: ca. 14.000 srm IRH (ca. 13 GWh)
- Alles IRH → bereits genutzt (99% thermisch, 1% stofflich)
- 2017 thermisch verwertete Menge → Einsparung von ca. 2.000 t Treibhausgasen (gegenüber Erdgas) bzw. von ca. 2.700 t Treibhausgasen (gegenüber Erdöl).
- THG-Vermeidungskosten bei der Wärmebereitstellung (Dressler et al. 2016)
 - im Vgl. zu Heizöl: -27 bis 100 €/t CO_{2-eq} → im Vgl. zu Erdgas: 100 bis 250 €/t CO_{2-eq}



➤ **Es besteht kein zusätzliches Potenzial an nutzbarem Industrierestholz**



➤ Nutzung und Potenziale: Ergebnisse

- Gebrauchtholz aus Haushalten → kostenlos und effizient (Trennung holzartiger und nicht-holzartiger Sperrmüll) über kommunale Gebrauchtholzentorgung an Wertstoffhöfen erfasst
- Gewerbliche Mengen → private Unternehmen (nur zwei der sechs zur Verfügung stehenden Entsorger befragt → keine Hochrechnung)
- Erfasstes Gebrauchtholz (7.453 t) → 100% außerhalb der Landkreise verwertet
- Verbrennung in Biomasseheizkraftwerken → Treibhausgaseinsparungen, indem andere (fossile) Energieträger ersetzt werden
- Vorherige stoffliche Kaskadennutzung → kann Umweltwirkungen weiter reduzieren
Stoffliche Nutzung → sauberes, nicht verunreinigtes Holz → optimale Sortierung

➤ **Es besteht kein zusätzliches Potenzial an Gebrauchtholz**



➤ Nutzung und Potenziale: Ergebnisse

- Kommunaler Grünschnitt → kostenlos und effektiv über Wertstoffhöfe bzw. beauftragte Annahmestellen erfasst (Trennung holzartiger und nicht-holzartiger Gartenabfälle)
- Gewerbliche Mengen → kostenpflichtige Entsorgung über private Unternehmen (nur zwei der sechs zur Verfügung stehenden Entsorger befragt → keine Hochrechnung)
- Erfasstes Aufkommen (5.400 t) → 100 % außerhalb der Landkreise in BHKWs verwertet
- Verbrennung in Biomasseheizkraftwerken → Treibhausgaseinsparungen, indem andere (fossile) Energieträger ersetzt werden
- Literaturlauswertungen (KALTSCHMITT et al. 2016, BROSOWSKI et al. 2015) zeigen:

➤ **Es besteht ein zwar schwer bezifferbares aber nicht vernachlässigbares zusätzliches Potenzial**



➤ Nutzung und Potenziale: Ergebnisse

Empfehlungen

- Entsprechender Aufbereitung (mobiles Hacken) + energetischer Verwertung
→ ökologisch und ökonomisch vorteilhaft
- Verbrennung oder Kompostierung von Landschaftspflegematerial direkt auf der
→ möglichst vermeiden

Zusammenfassende Darstellung der Reststoffströme

Andere Landkreise

Landkreise Pfaffenhofen a. d. Ilm und Neuburg-Schrobenhausen

Waldrestholz Staatswald

Aufkommen: n. b.

Potenzial: ●

Waldrestholz Privatwald

Aufkommen: 38,9 Tsd. t

Potenzial: ●

Sägenebenprodukte

Aufkommen: 3,0 Tsd. t

Potenzial: ●

Industrierestholz

Aufkommen: 3,3 Tsd. t

Potenzial: ●

Landschaftspflegeholz

Aufkommen: 5,4 Tsd. t

Potenzial: ●

Gebrauchtholz

Aufkommen: 7,7 Tsd. t

Potenzial: ●

Gesamtaufkommen: 58,1 Tsd. t 100%

**78 Tsd. MWh
= Jahresheizbedarf
von 4.300 EFH**

Quelle:www.heizspiegel.de

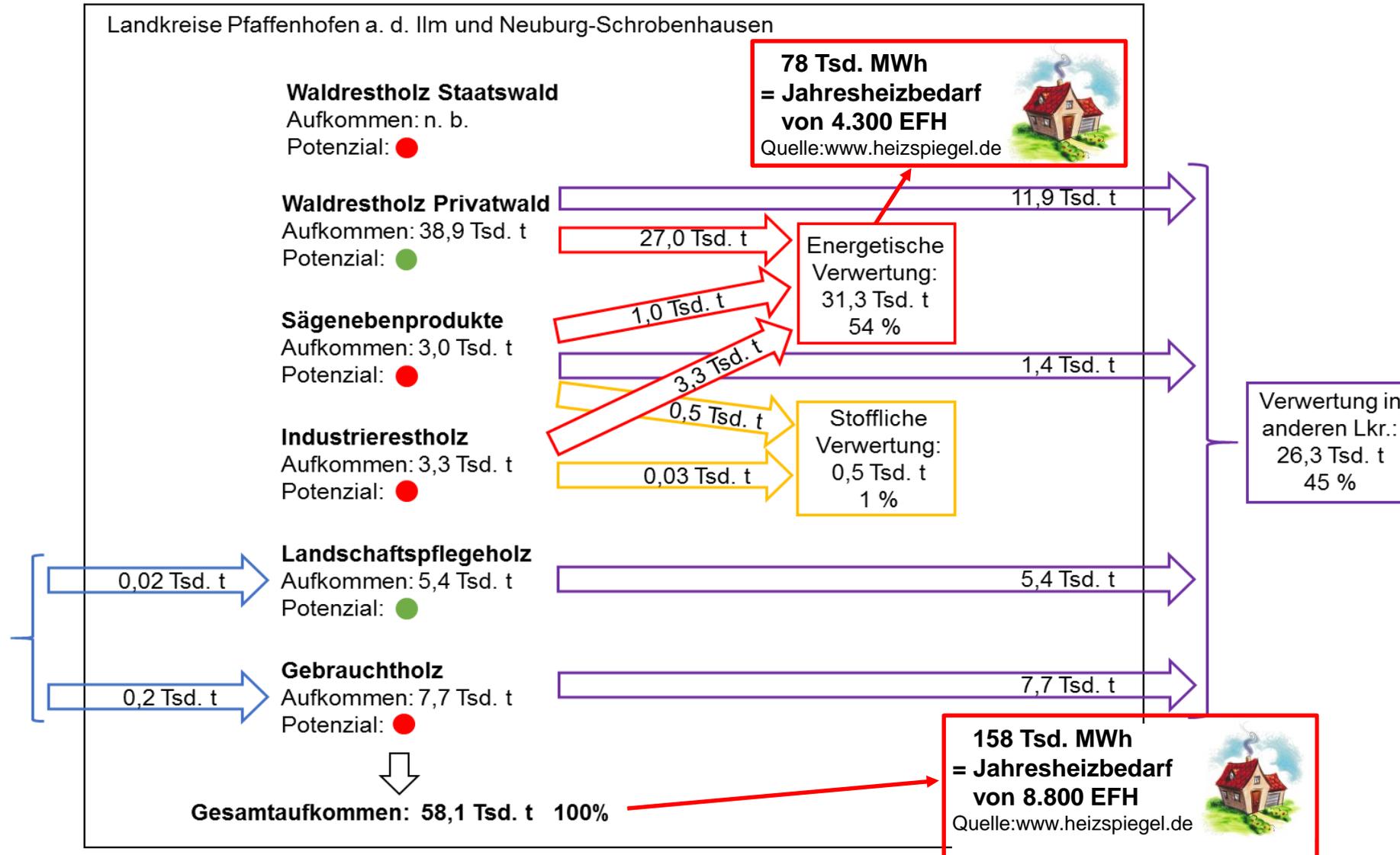


**Energetische
Verwertung:
31,3 Tsd. t
54 %**

**Stoffliche
Verwertung:
0,5 Tsd. t
1 %**

**Verwertung in
anderen Lkr.:
26,3 Tsd. t
45 %**

**Herkunft aus
anderen Lkr.:
0,2 Tsd. t
0,4 %**



**158 Tsd. MWh
= Jahresheizbedarf
von 8.800 EFH**

Quelle:www.heizspiegel.de



Teilprojekt: Aufkommen und energetische sowie stoffliche Verwertungsmöglichkeiten ...

Dr. Sarah Gehrig

Dr. Gehrig Management- & Technologieberatung
GmbH, Hannover

In Zusammenarbeit mit der HAWK – Hochschule für
angewandte Wissenschaft und Kunst in Göttingen

Pfaffenhofen, 11. Juli 2019



Arten der Reststoffe

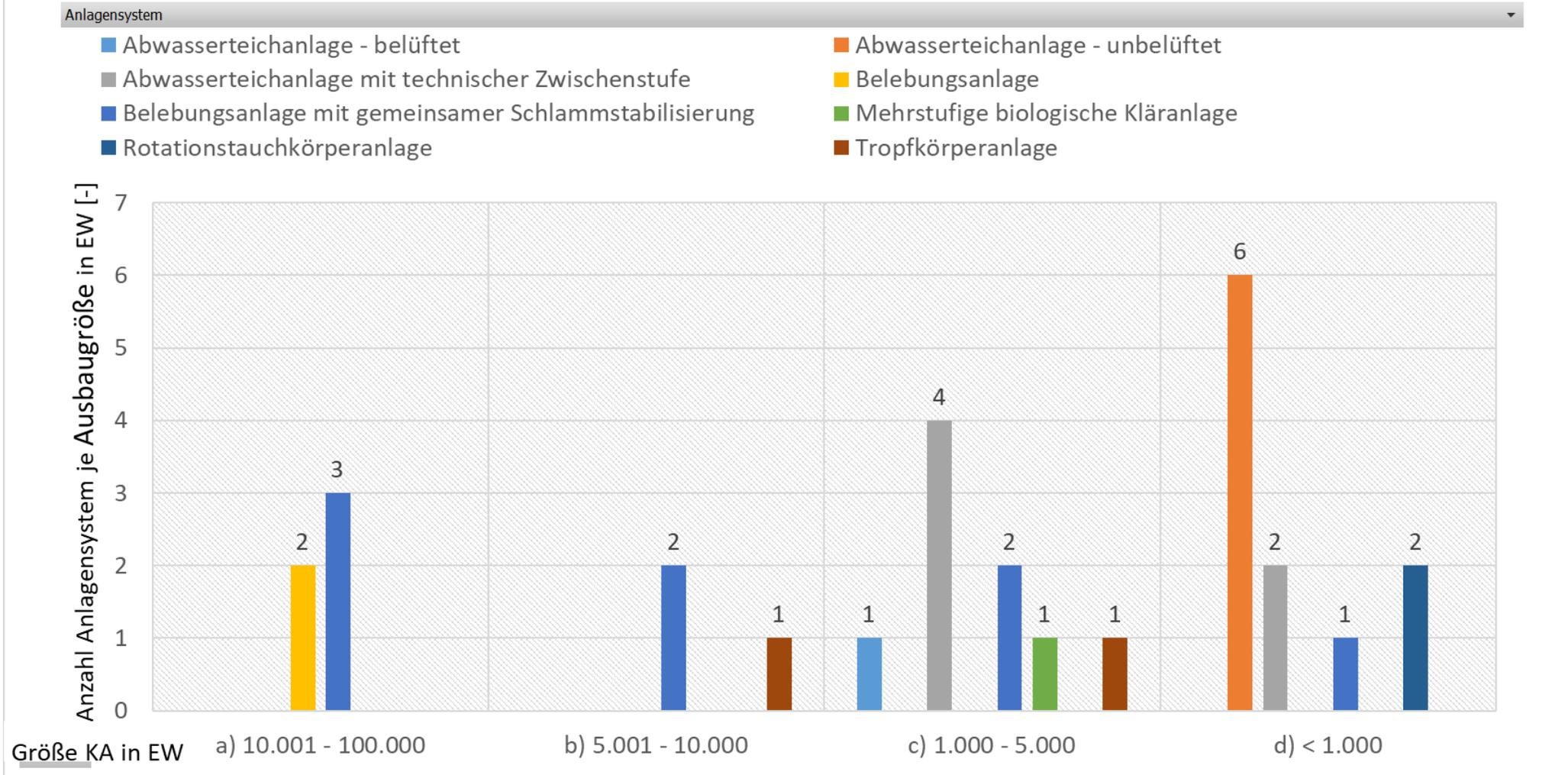
- Klärschlamm
- Landwirtschaftliche Roh- und Reststoffe
 - > Wirtschaftsdünger (flüssig, fest)
 - > sonstige Reststoffe
 - > „Energiepflanzen“ (aus extensiver Nutzung)
- Gewerbliche biogene Abfälle

Klärschlamm

- Anzahl der Anlagen, Einwohnerwerte, Klärschlammaufkommen je Anlagensystem
- Informationen über die Kläranlagen der Landkreise Pfaffenhofen a. d. Ilm und Neuburg-Schrobenhausen werden auf Basis der im Umwelt Atlas Bayern verfügbaren Daten ermittelt [BayLfU 2013]
- Die kommunalen Kläranlagen sind dabei folgendermaßen definiert: „... Kommunale Kläranlagen behandeln häusliches und gewerbliches Abwasser, das in der Regel über die öffentliche Sammelkanalisation zugeführt wird.“ [BayLfU 2013]
- Die verfügbaren Daten umfassen folgende für diese Studie relevanten Informationen:
 - Anlagensystem
 - Baujahr
 - Ausbaugröße in EW
- Die Differenzierung unterschiedlicher Anlagensysteme lässt einen Rückschluss auf unterschiedliche Qualitäten zu

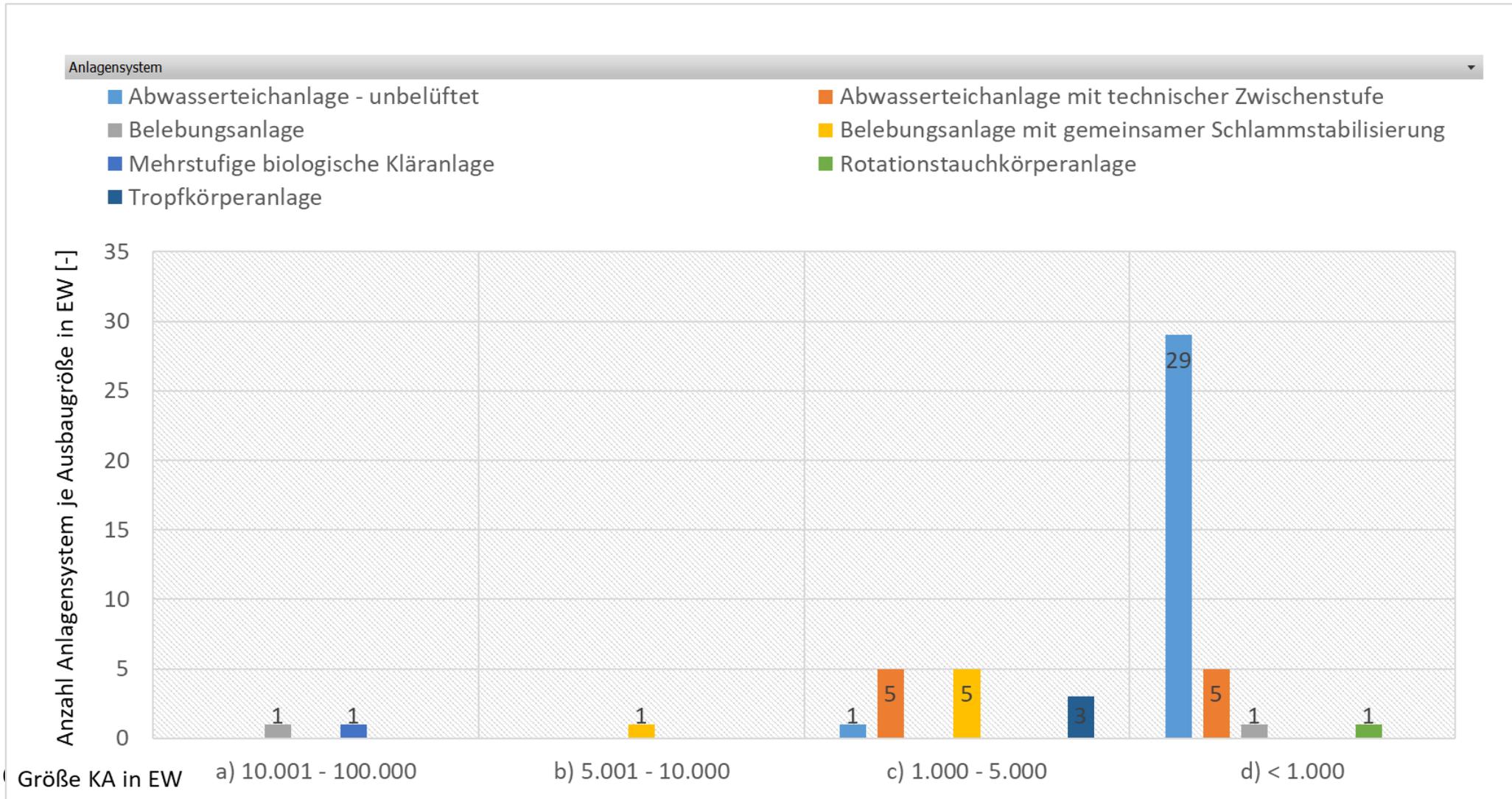
Aufkommen von Klärschlamm

➤ Anlagengrößen nach Landkreis und Anlagensystem - Pfaffenhofen



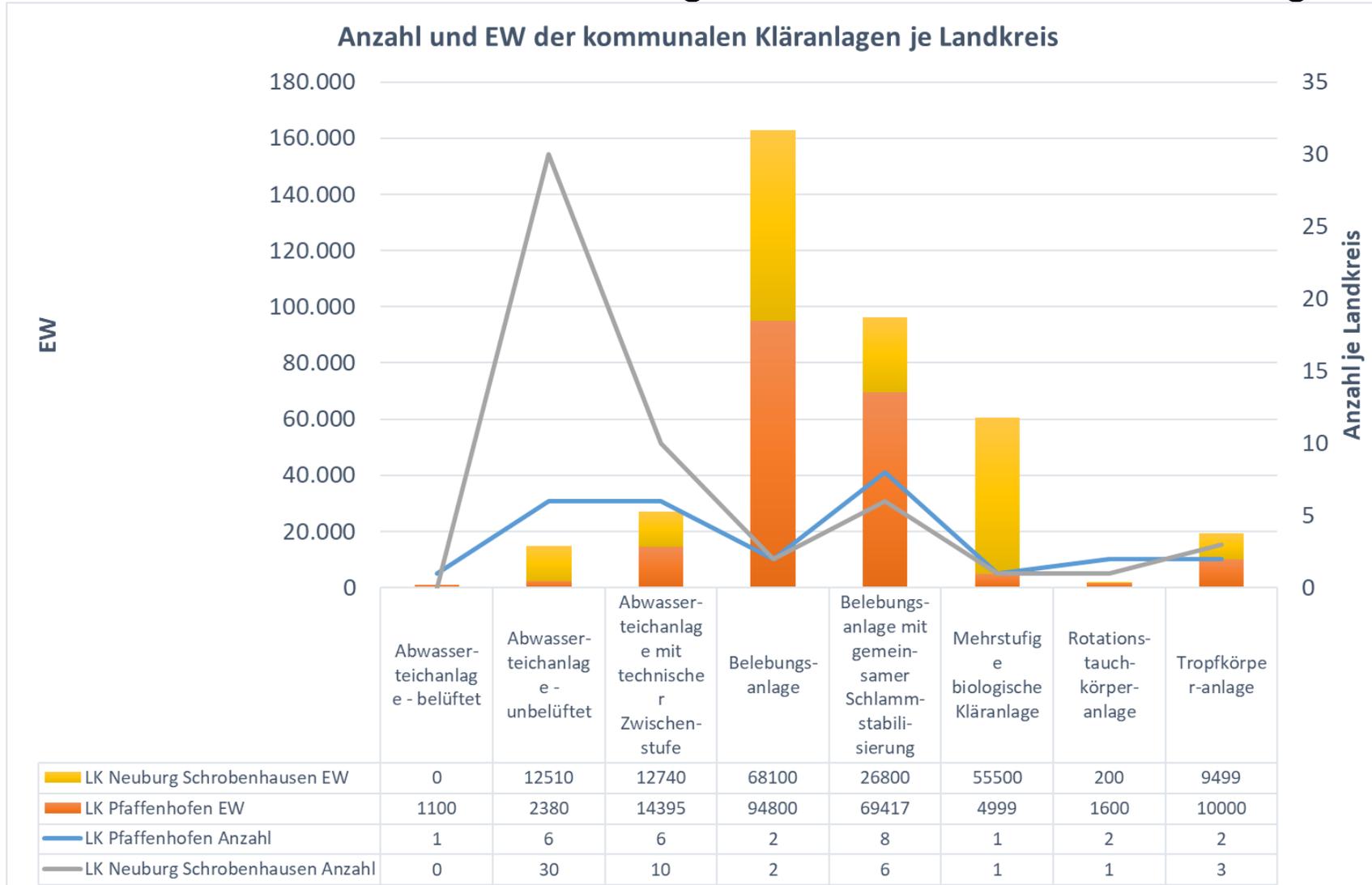
Aufkommen von Klärschlamm

➤ Anlagengrößen nach Landkreis und Anlagensystem – Neuburg Schrobenhausen



Aufkommen von Klärschlamm

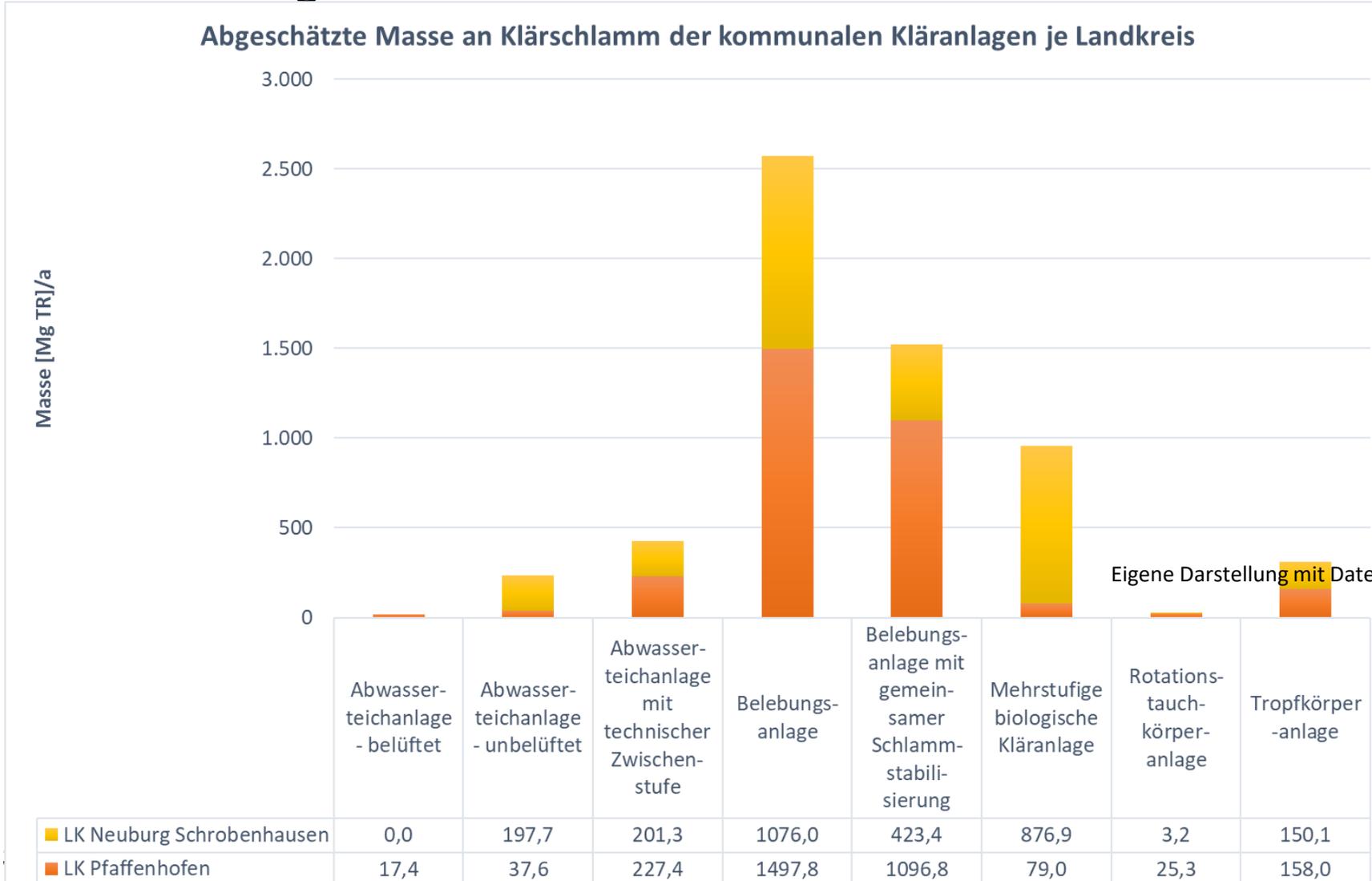
- EW und Anzahl für die Landkreise im Vergleich differenziert nach Anlagenart



Eigene Darstellung mit Daten aus BayLfU 2013

Aufkommen von Klärschlamm

➤ Abschätzung der Massen an anfallendem Klärschlamm



spezifische Klärschlammmenge von 15,8 kg TR/(EW*a) für die biologische öffentliche Abwasserbehandlung in Deutschland [DWA 2015]

Aufkommen von Klärschlamm

➤ Zusammenfassung Klärschlammaufkommen

Anlagensystem	Masse je LK		Summe je Anlagentyp Masse [MgTR/a]	Anteil [%]
	LK Pfaffenhofen Masse [Mg TR/a]	LK Neuburg Schrobenhausen Masse [MgTR/a]		
Abwasser-teichanlage - belüftet	17,4	0,0	17,4	0,3%
Abwasser-teichanlage - unbelüftet	37,6	197,7	235,3	3,9%
Abwasserteichanlage mit technischer Zwischenstufe	227,4	201,3	428,7	7,1%
Belebungsanlage	1497,8	1076,0	2573,8	42,4%
Belebungsanlage mit gemeinsamer Schlammstabilisierung	1096,8	423,4	1520,2	25,1%
Mehrstufige biologische Kläranlage	79,0	876,9	955,9	15,8%
Rotationstauchkörperanlage	25,3	3,2	28,4	0,5%
Tropfkörperanlage	158,0	150,1	308,1	5,1%
Summe je Landkreis	3139,3	2928,5	6067,8	100%

- In Summe fallen in den beiden Landkreisen ca. 6.000 t TM/a
- Dabei entfällt mit 42,4 % der größte Anteil auf die Belebungsanlagen und mit 25,1 % der zweitgrößte Anteil auf Anlagen mit gemeinsamer Schlammstabilisierung
- Basierend auf diesen Ausgangsdaten werden Verfahren der Klärschlammbehandlung und –verwertung geprüft

Verwertungsoptionen Klärschlamm

Hydrothermale Carbonisierung (HTC) / Pyrolyse / Mono-Verbrennung

HTC:

- Bis auf die Anlage von TerraNova energy in Jining existiert jedoch keine Praxisanlage, die im realen, kontinuierlichen Betrieb Erfahrungswerte sammeln konnte.
- Die Phosphorrückgewinnung während des Verfahrens möglich und erprobt, aber Prozesswasseraufbereitung schwierig.
- Energetische Nutzung der entstehenden, potentiell toxischen Hydrokohle bevorzugt.
- CO₂ Einsparungen von -75 kg/t Klärschlamm (Gievers et al., 2019)

Pyrolyse:

- Drei Praxisanlagen zur Klärschlammpyrolyse bereits im Betrieb
- Die gewonnene Pflanzenkohle ist europaweit für die direkte stoffliche Nutzung als Phosphor-Düngersubstrat zugelassen.
- CO₂ Einsparungen: -193 kg/t Klärschlamm (Mills et al., 2017)

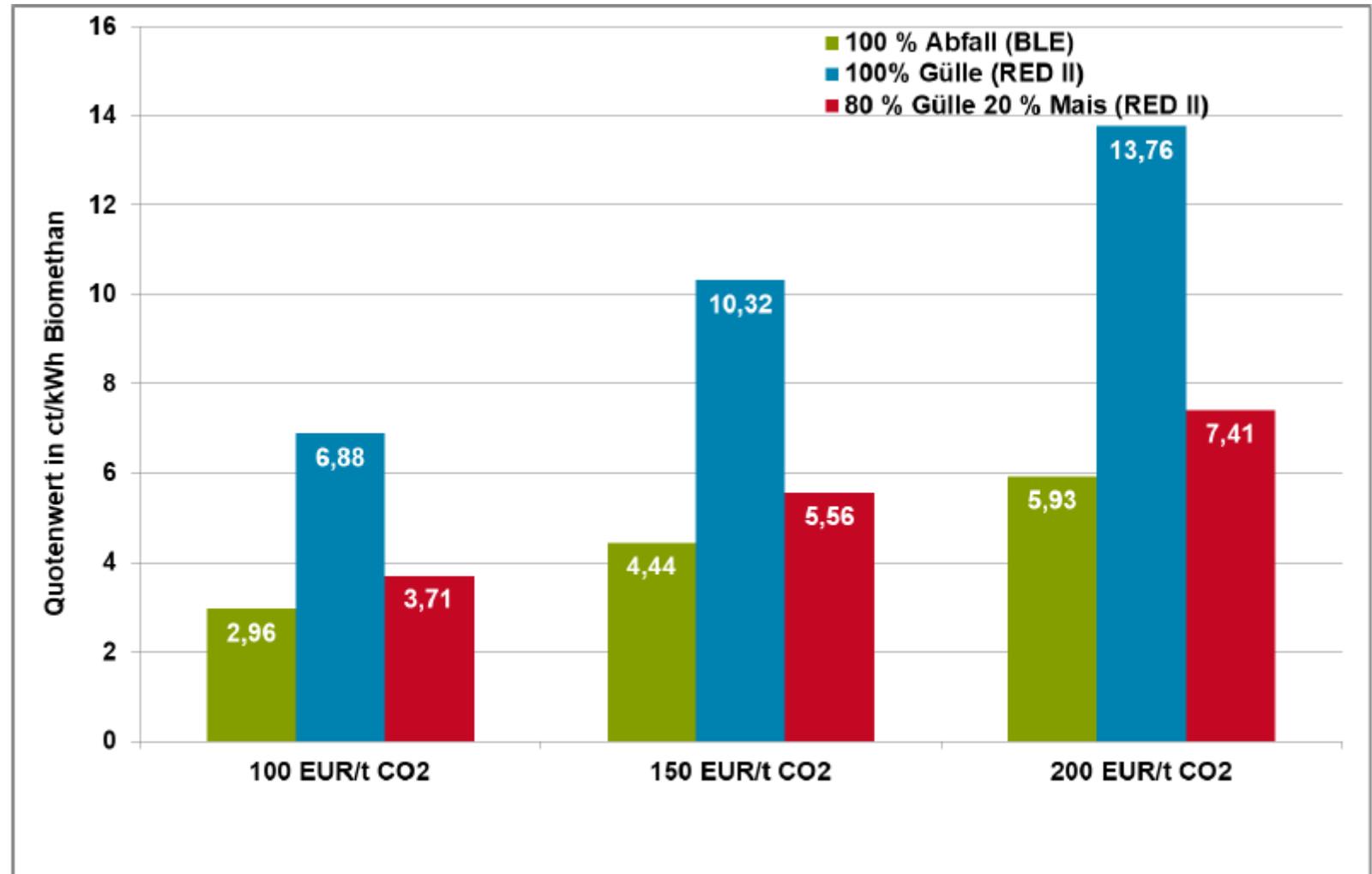
Mono-Verbrennung:

- Die geplante Mono-Verbrennung bzw. Mitverbrennung in Nürnberg bietet zwar Entsorgungssicherheit, hat aber die höchsten CO₂ Emissionen 13 kg/t Klärschlamm und (noch) keine Phosphorrückgewinnung zur Folge.

Wirtschaftsdünger

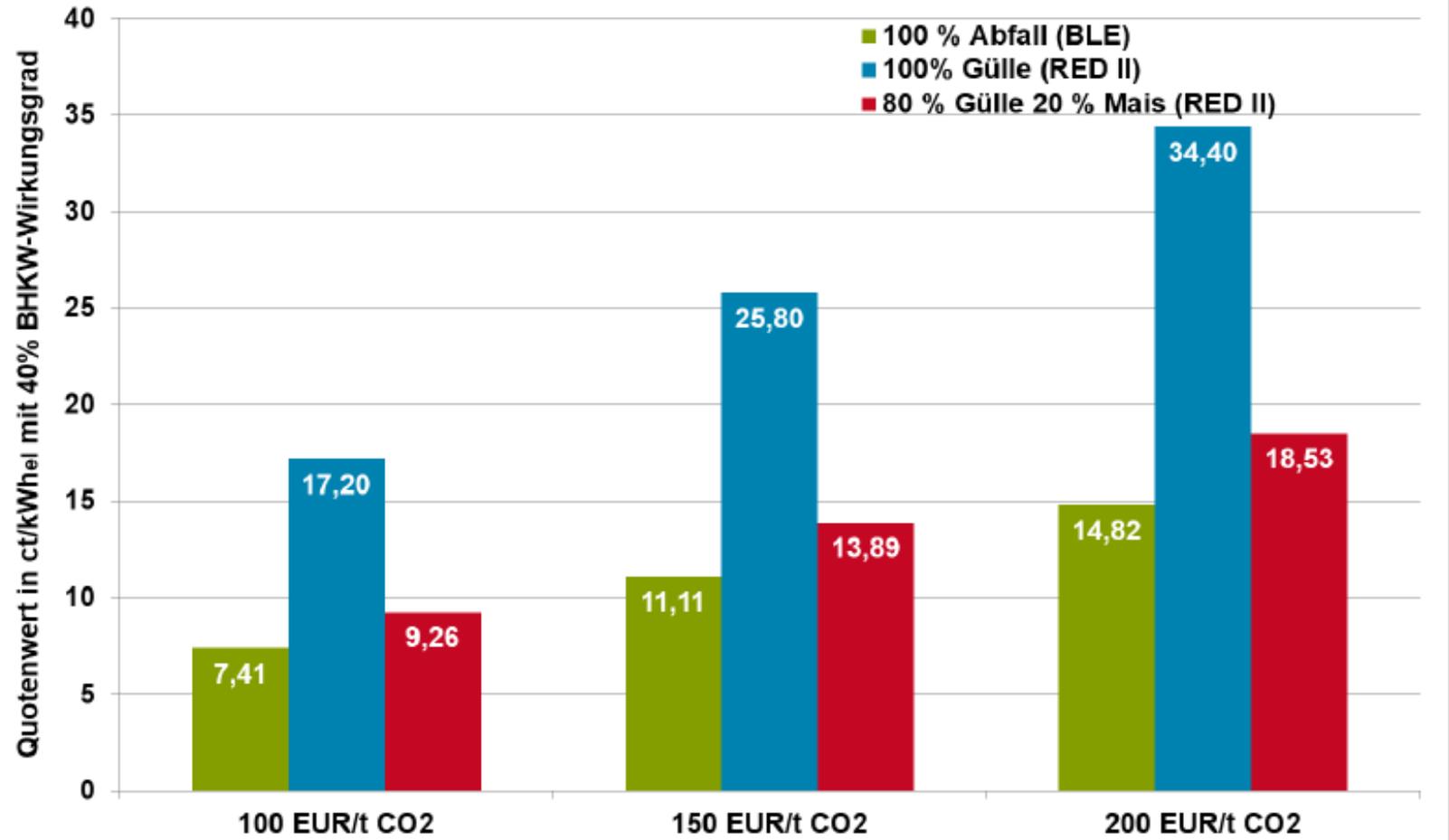
- Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik, Statistische Berichte – C31223 201800 – Viehbestände in Bayern Mai 2018
- Rindermist/-gülle 610.000 t/a
- Schweinegülle ca. 100.000 t/a
- Geflügelmist/-kot ca. 14.000 t/a
- Pferdemist ca. 11.000 t/a
- Teilweise Verwertung in insgesamt 38 Biogasanlagen (Neuburg-Schrobenhausen 21, Pfaffenhofen a.d.Ilm 17)
- Gemeinsame Umfrage des Fachverbandes Biogas e.V. und renergie Allgäu e.V. zu detaillierteren Ergebnissen der bisherigen Nutzung

Wirtschaftsdünger



Quellen: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Evaluations und Erfahrungsbericht für das Jahr 2017
RICHTLINIE (EU) 2018/2001 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen

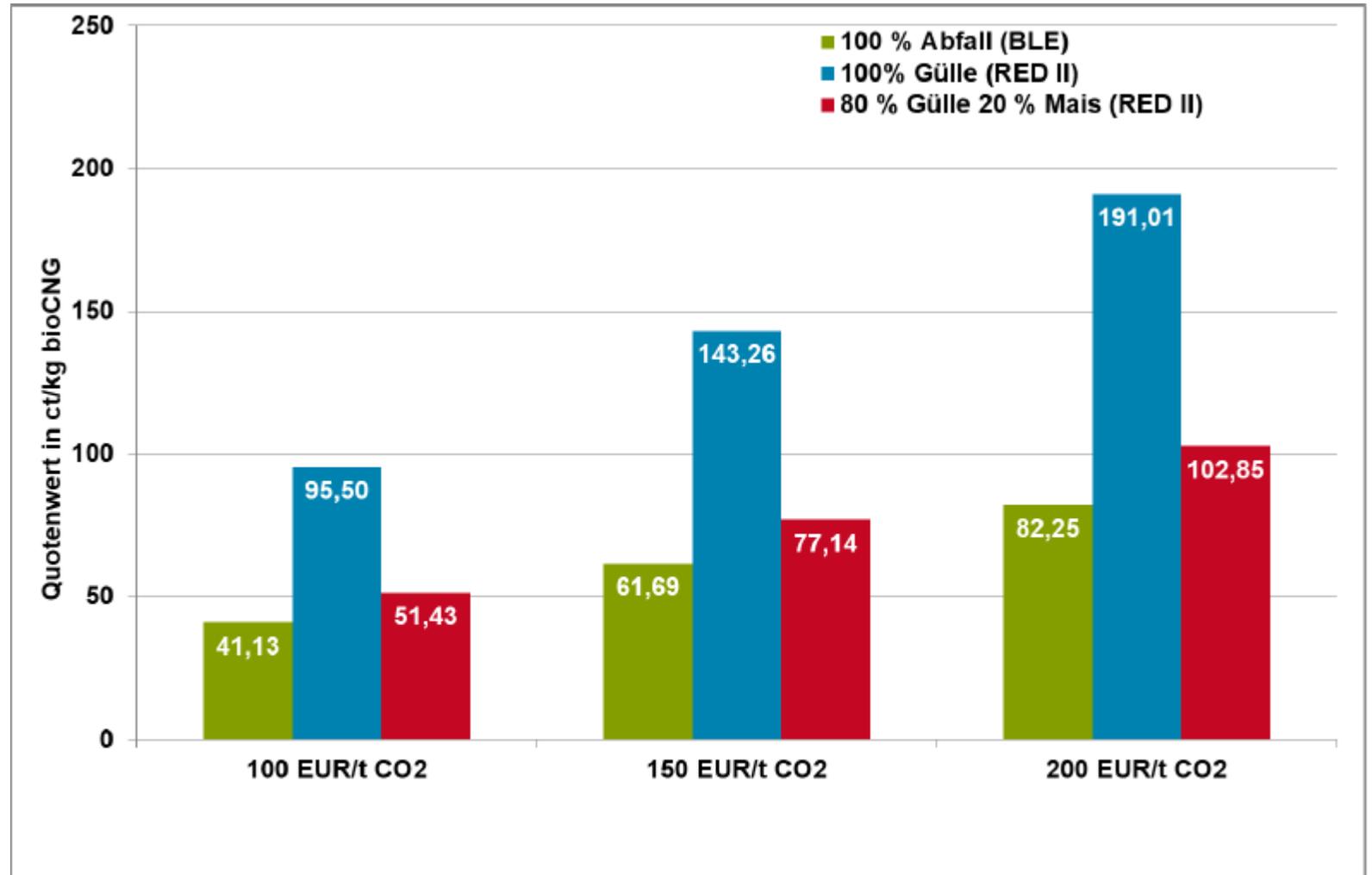
Wirtschaftsdünger



Quellen: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Evaluations und Erfahrungsbericht für das Jahr 2017

RICHTLINIE (EU) 2018/2001 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von

Wirtschaftsdünger



Quellen: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Evaluations und Erfahrungsbericht für das Jahr 2017
RICHTLINIE (EU) 2018/2001 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von
Energie aus erneuerbaren Quellen

Wirtschaftsdünger

- Die Gülleverwertung muss ab Umsetzung der RED II und weiterer (EU-)Gesetzgebungsvorhaben zur CO₂-Beregelung komplett neu gedacht werden!
- Neue Anbieter und Player formieren sich, um die Kraftstoffquoten zu bedienen.
- Insbesondere LNG (LBM) rückt in den Fokus des Schwerlast- und Schifffahrtgewerbes, aber auch für CNG besteht ein Markt. Fahrzeuge sind ausreichend verfügbar. Die Logistikbranche sortiert sich aktuell neu.
- LBM kann ab dem Wirksamwerden der Quoten aus der RED II für 75- 80 % des aktuellen Dieselpreises an den Endverbraucher abgegeben werden
- Technologie für die Aufbereitung von Biogas zu Biomethan bereits ab einer Anlagengröße von 75 – 80 kW verfügbar (Wirtschaftlichkeitsgrenzen werden derzeit geprüft)
- Große Vorbehalte seitens der finanzierenden Institute was den Finanzierungsbedarf für Bestandsanlagen betrifft.

Landwirtschaftliche Reststoffe

Stroh, Gras und Blühpflanzen

- Von ca. 165.000 t/a Stroh auf gut 28.000 ha Anbaufläche bleiben nach Abzügen für Einstreu und Humusbildung 15.000 bis 20.000 t/a nutzbares Potenzial
 - > allenfalls dezentrale Nutzung
 - > ggf. komplett für Humusbildung vorsehen
- Die ca. 85.000 t/a Gras von 14.500 ha Dauergrünland und Weiden wurden vollständig der Verwendung in der (Nutz-)Tierhaltung zugerechnet
 - > d.h. kein nutzbares Potenzial
- Eine starke Veränderung wird für den Anbau von biodiversitätsrelevanten Kulturen wie mehrjährigen Stauden(-mischungen) oder einjährigen Blühmischungen erwartet
 - > Regelungen aus dem Klimaschutzgesetz?
 - > Fehlbeträge von 4 bis 10 €/t Substrat bei Einsatz in Biogasanlagen

Gewerbliche und industrielle Abfälle

- Abschätzung der Massen auf Basis älterer Studien (2013) und anschließender Telefonrecherche, Experteninterviews mit Branchenkennern (Verwertern der Region)
- Insgesamt ca. 3.500 bis 4.000 t/a an erfassbaren Reststoffen aus dem Gewerbe
- Mengen werden durch Maßnahmen des Bundes zur Vermeidung der Nahrungsmittelverschwendung mittelfristig zurückgehen
- Verwertung in bestehenden Abfallbiogasanlagen ist sowohl sinnvoll als auch gut organisiert. Der Markt für die Verwerter jetzt schon schwierig.
- Empfehlung für die Studie lautet daher, diese Ströme grundsätzlich nicht für eine andere Verwertung vorzusehen.
- Der Nutzungspfad des Abfallbiogases könnte sich hin zur Biomethannutzung ändern.

Anwendung von Pyrolysetechnik

Kenngößen einer sinnvoller Anlagenauslegung im Projektgebiet (Anlage 1):

Inputmaterial (Frischmasse):

- Hackschnitzel (KUP, Landschaftspflegeholz, Waldrestholz): 1200 t (FM)/a
- Klärschlamm/Klärschlamm: 800 t (FM)/a
- Stroh/Spelze/Getreideputz: 500 t (FM)/a

Investition: *ca. 2 Mio. €*

Output Wärme: *ca. 2.000 MWh/a*

Output Pflanzenkohle: *ca. 450 t/a*

CO₂-Einsparung: ca. 1940 t/a ($0,193 \cdot 800 + 0,7 \cdot 500 + 1,2 \cdot 1200$) (Alhashimi and Aktas, 2017; Mills et al., 2014).

Standortbedingungen: Standort mit gesicherter Wärmeabnahme und Pflanzenkohleabnahme (Landwirtschaftlicher Betrieb/Hortikultur),

Rechtliche Einordnung: Anwendung nach DüMV (noch) nicht zulässig (nur reines Holz + 80% C)

Anwendung von Pyrolysetechnik

Kenngroßen einer sinnvoller Anlagenauslegung im Projektgebiet (Anlage 2):

Inputmaterial: Hackschnitzel (KUP, Landschaftspflegeholz, Waldrestholz): 2200 t (FM)/a

Investition: *ca. 2 Mio. €*

Output Wärme: *ca. 4.000 MWh/a*

Output Pflanzenkohle: *ca. 600 t/a*

Erlösmöglichkeiten Pflanzenkohle(EBC-Zertifiziert): *500 – 1.200 €/t*

CO₂-Einsparung: *ca. 2600 t/a* (Alhashimi and Aktas, 2017)

Standortbedingungen: Standort mit gesicherter Wärmeabnahme, möglichst über die Heizperiode hinaus (z.B. Prozesswärmebereitstellung durch Pyrolyseanlage)

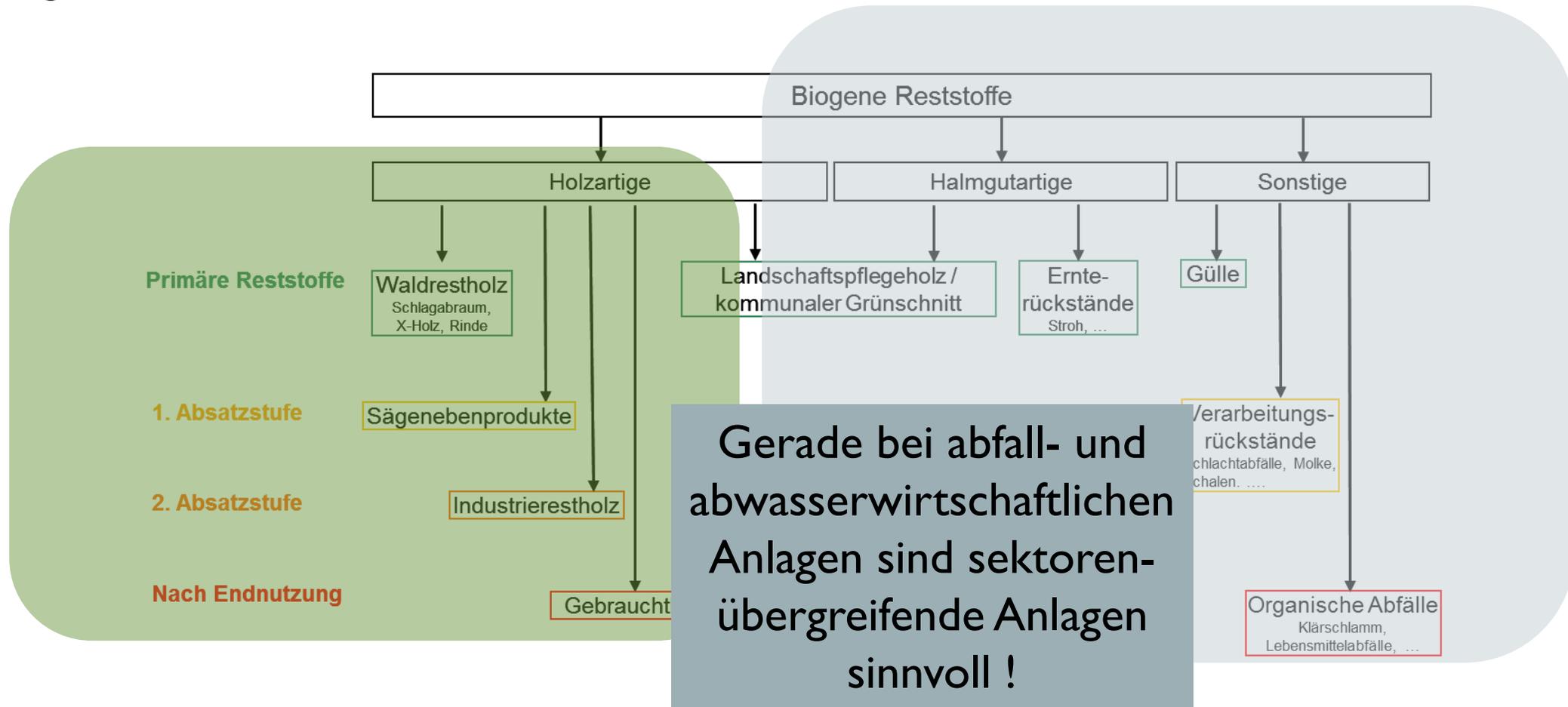
Rechtliche Einordnung: Nach DüMV Anwendung in der Landwirtschaft zulässig.

Anwendung Pflanzenkohle: Durch Erwerb des European Biochar Certificate (EBC) Breites stoffliches Anwendungsfeld: (Futterzuschlagstoff, technischer Kohlenstoff in der Industrie, ...)



Gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)

Sektorenübergreifende Verwertung biogener Reststoffe





Gefördert durch das Bayerische Staatsministerium
Landwirtschaft und Forsten und den Europäische
fonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

