



... ZUR ZIRKULÄREN ZUKUNFT



Quelle: WPKunststoffe.de

Die Folien sind nur für die Teilnehmenden bestimmt. Keine Veröffentlichung, keine ungefragte Weiterleitung!

## Bioökonomie – Nachhaltigkeit, regionale Wertschöpfung und Stoffstrommanagement

Eberbach, 5.5. 2023

Prof. Dr. Peter Heck

Geschäftsführender Direktor IfaS  
Institut

<https://www.stoffstrom.org/>





# „Deutschlands **GRÜNSTE** Hochschule“ auch in 2022



- 100% Wärme aus Biogas, (Alt)Holz, Solarthermie...
- 100% Strom Biomasse-KWK und Photovoltaik
- 100% Gebäude und Effizienz
  - ✓ Klimatisierung über Erdwärme und Solar (Adsorption), WRG Lüftungsanlagen
  - ✓ Passiv und Null-Energie Studentenwohnheime, Plus-Energie Kommunikationszentrum
  - ✓ Nationalparkverwaltung in Holzbauweise (2023)
  - ✓ LED Musterstraße

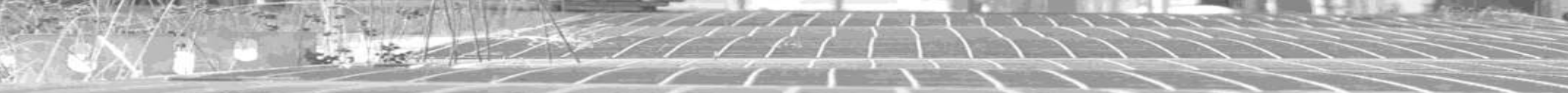


Teilnehmer:  
Über 1000 Hochschulen aus 81  
Ländern

Im Ranking belegte der Umwelt-  
Campus Birkenfeld **Platz 6** weltweit  
und **Platz 1** in Deutschland

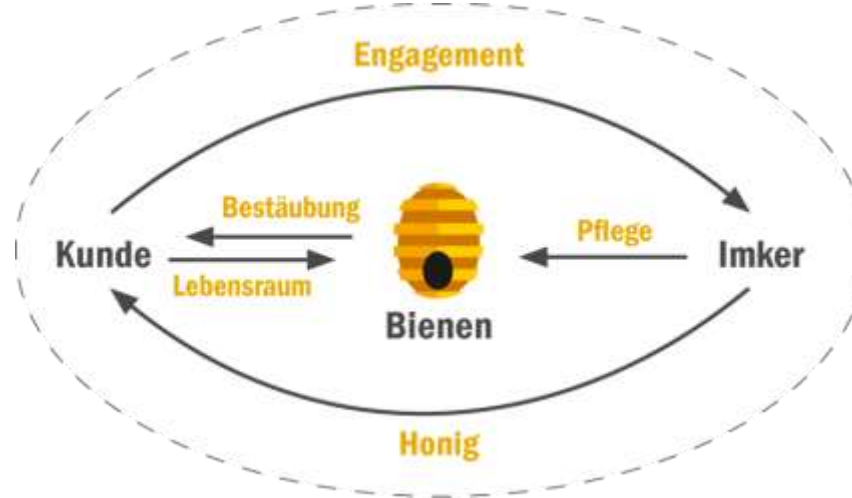


- **Ressourcen- und Naturschutzschutz**
  - ✓ Regenwassernutzung (Zisternen, Mulden, Rigolen, Teiche)
  - ✓ Campus als Biotop (standortgerechte Pflanzen, nachhaltige Pflege)
  - ✓ Grau- und Schwarzwassertrennung Wohnheim
- **Sektorenkopplung**
  - ✓ PV Carport, Stromspeicher, Ladeinfrastruktur
  - ✓ Wasserstoffproduktion mit PV Carports (in Planung)



# Rent a BEE Hive!

2400 € pro Jahr finanziert aus Einnahmen des Solar Carport Betriebes. Beginn Frühjahr 2023!



# Elektromobilität UCB - Wirtschaftlichkeitsbetrachtung PV-Carport



Solarcarport		Ausgabenart	Gesamt	pro kWp	pro kWh <sup>*1</sup>
20 a operative Lebendauer	Solarcarport (40 kWp)	CAPEX	80.000 €	2.000 €	0,109 €
	Kapitalkosten (Zinssatz: 2,0% p.a.)	CAPEX	17.851 €	446 €	0,024 €
	Betriebskosten (1,0% p.a. v. Invest.)	OPEX	16.000 €	400 €	0,022 €
	<b>Teil-Σ</b>		<b>113.851 €</b>	<b>2.846 €</b>	<b>0,155 €</b>
	EEG-Umlage	Beitrag	18.856 €	471 €	0,026 €
	<b>Teil-Σ</b>		<b>132.707 €</b>	<b>3.318 €</b>	<b>0,180 €</b>
	Einspeisevergütung	Einnahme	0 €	0 €	0,000 €
	<b>Teil-Σ</b>		<b>132.707 €</b>	<b>3.318 €</b>	<b>0,180 €</b>

Ladeinfrastruktur (LIS) <sup>*2</sup>		Ausgabenart	Gesamt	pro kWp	pro kWh <sup>*1</sup>
10 a operative Lebendauer danach Re- Investition	2 x Normalladepunkt (je 22 kW)	CAPEX	5.000 €	114 €	0,014 €
	Netzanschluss (Niederspannung)	CAPEX	5.000 €	114 €	0,014 €
	Kapitalkosten (Zinssatz: 2,0% p.a.)	CAPEX	680 €	15 €	0,002 €
	Betriebskosten	OPEX	6.000 €	136 €	0,016 €
	<b>Teil-Σ</b>		<b>16.680 €</b>	<b>379 €</b>	<b>0,045 €</b>
	BMVI - Förderung LIS	absolut	-4.000 €	-91 €	-0,011 €
		relativ		-24%	
<b>Solarcarport + LIS</b>			<b>Σ</b>		<b>0,215 €</b>

\*<sup>1</sup> bei Ø 920 kWh/kWp p.a. über 20 a

\*<sup>2</sup> bis zu 50% förderfähig durch BMVI (Aktuell: "Vierter Aufruf...") bis 30.10.19

Aktueller Strompreis	0,295 €
Einsparung	27,2%



# IfaS – Bereiche & Arbeitsfelder

## In-Institut der Hochschule Trier

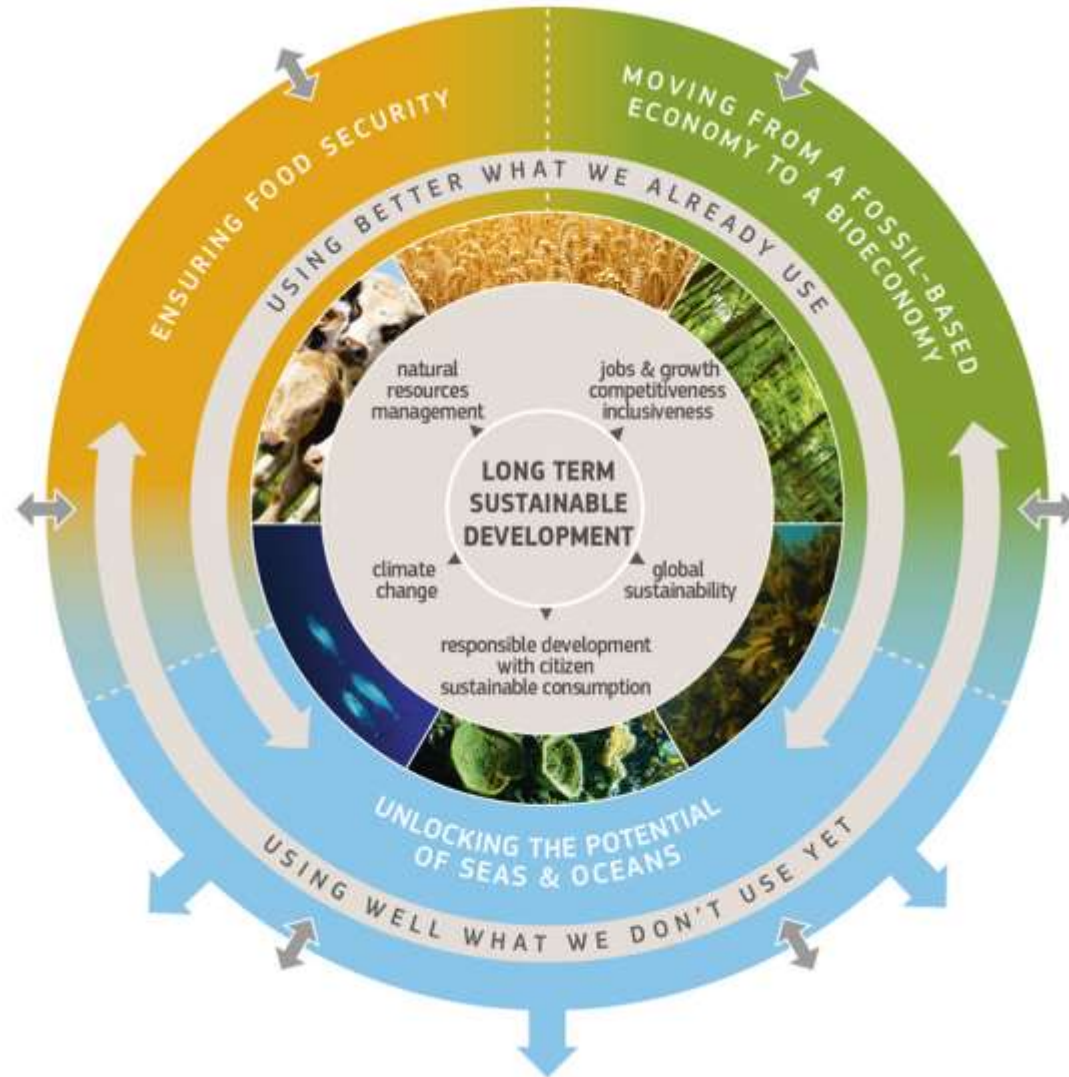
- Gründung Ende 2001
- 9 Professoren
- 5 Mio. € Umsatz
- inkl. HIWIs und Praktikanten ca. 100 Mitarbeiter
- Geschäftsführender Direktor Prof. Dr. Peter Heck

## Schwerpunkte:

- Internationales Stoffstrommanagement und EU Projekte
- Aus- und Weiterbildung
- Biomasse und Kulturlandschaftsentwicklung
- Klimawandelfolgen, Biodiversität
- Wasser- und Abwasserwirtschaft
- Energieeffizienz & Erneuerbare Energien
- Zukunftsfähige Mobilität
- Strategisches Stoffstrommanagement und Null Emission
- Marketing und Öffentlichkeitsarbeit



# Aspekte einer Bioökonomie



Source:  
<https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/index.cfm?pg=policy&lib=strategy>

## ... und „ländliche Bioökonomie“

### Ländliche Bioökonomie

„...Weiterentwicklung der Bioökonomie, bei welcher der ländliche Raum nicht nur als Rohstofflieferant für Bioökonomie-Konzepte betrachtet wird, sondern verstärkt selbst die Umsetzung von dezentralen Bioökonomie-Ansätzen vorantreibt. Dies bedeutet, **dass nach Möglichkeit ein Großteil der Wertschöpfungsstufen und –schritte innerhalb der Region realisiert** werden...“

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



- laufendes Vorhaben „Potenzialfelder einer ländlichen Bioökonomie“ (IfaS & IÖW; Förderung: BMEL/FNR)
- Erkundung von Potenzialen, Märkten, Technologien
- ökonomisch-ökologische Bewertung
- Begleitung regionaler Praxisansätze

# Biodiversität in ZENAPA - ein zentraler Baustein!

ZENAPA

Integriertes  
Projekt:

- Klima
- Biodiversität
- Bioökonomie



Abb. 8 Konzept ZENAPA





# Herausforderungen unserer Zeit !

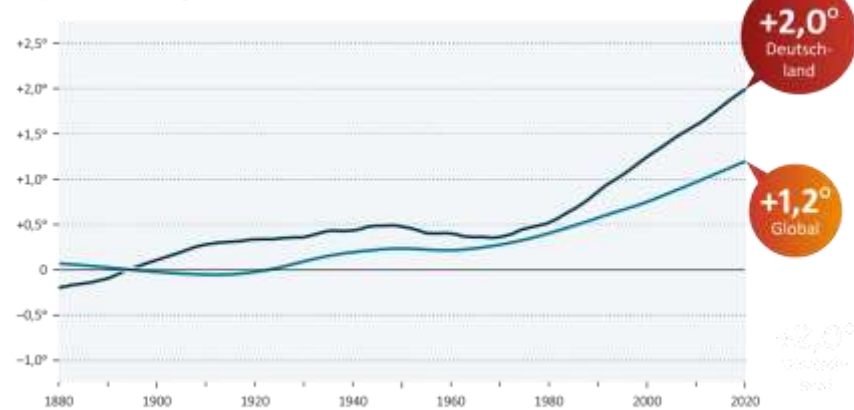


Klimaziele 2020 ausschließlich wegen Corona Krise erreicht.

Auch die Ziele 2021 reichen nicht aus, um die Ziele des Pariser Klimaschutzabkommens zu erreichen.

Es mangelt an konkreten Maßnahmen.

**Globale Temperatur und Temperatur in Deutschland seit 1880**  
Temperaturabweichung in Grad Celsius vom Mittelwert der ersten 30 Jahre



Fortschreitende Klimaerwärmung führt zu Veränderungen der Stärke, der Häufigkeit, der räumlichen Ausdehnung und der Dauer von Extremwetterereignissen (Umweltbundesamt)

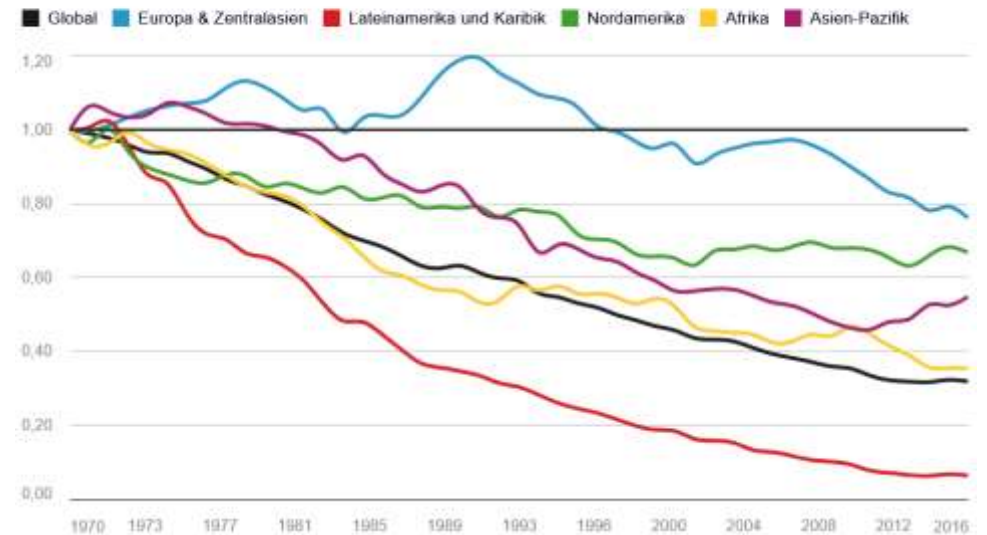
Grafik: Leopoldina Factsheet Klimawandel (2021), CC BY-ND 4.0  
Quelle: DWD/NASA GISTEMP

## Globaler Verlust an Biodiversität

**WWF Living Planet Index - Weltweite Wildtierbestände haben seit 1970 einen Rückgang von durchschnittlich 68% erlebt.**



Index der biologischen Vielfalt, 1970 = 1



Quelle: <https://app.23degrees.io/view/1quf0krbaAymbDtK-line-wwf-living-planet-index>

### Earth Overshoot Day

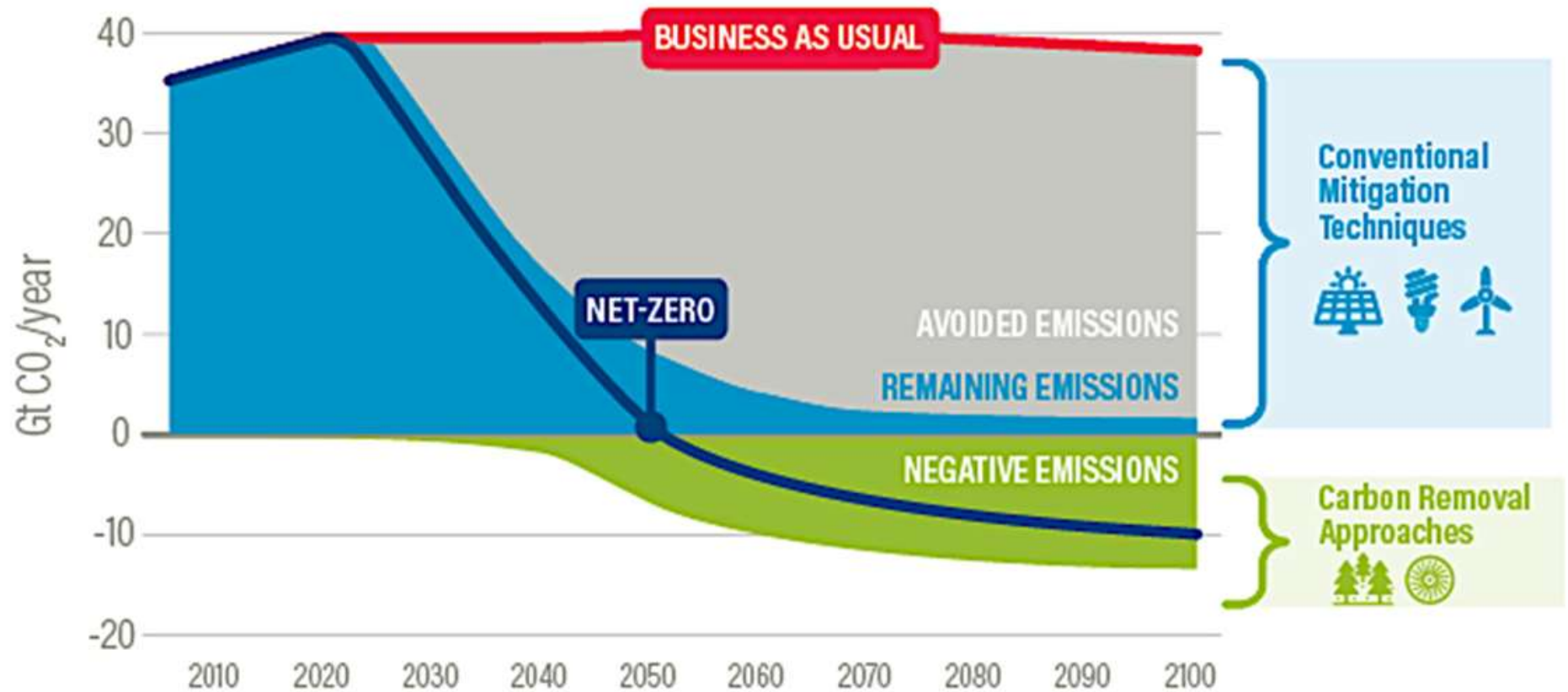
Tag an dem die menschliche Nachfrage an natürlichen Ressourcen das Angebot und die Kapazität der Erde zur Reproduktion dieser Ressourcen übersteigt



**Kreislaufwirtschaft als Schlüssel?!**



# Kohlenstoffeinlagerung als Gebot der Stunde!





## Wer rechnen kann .. Ist im Vorteil..



Abb. 19 Wald, Lausitz, Wiedehopf, Moorfrosch

Climate change  
threatens our

Climate change  
threatens our

# ***Nachhaltigkeit ist die bessere Wirtschaft***



Abb. 20 Cartoon

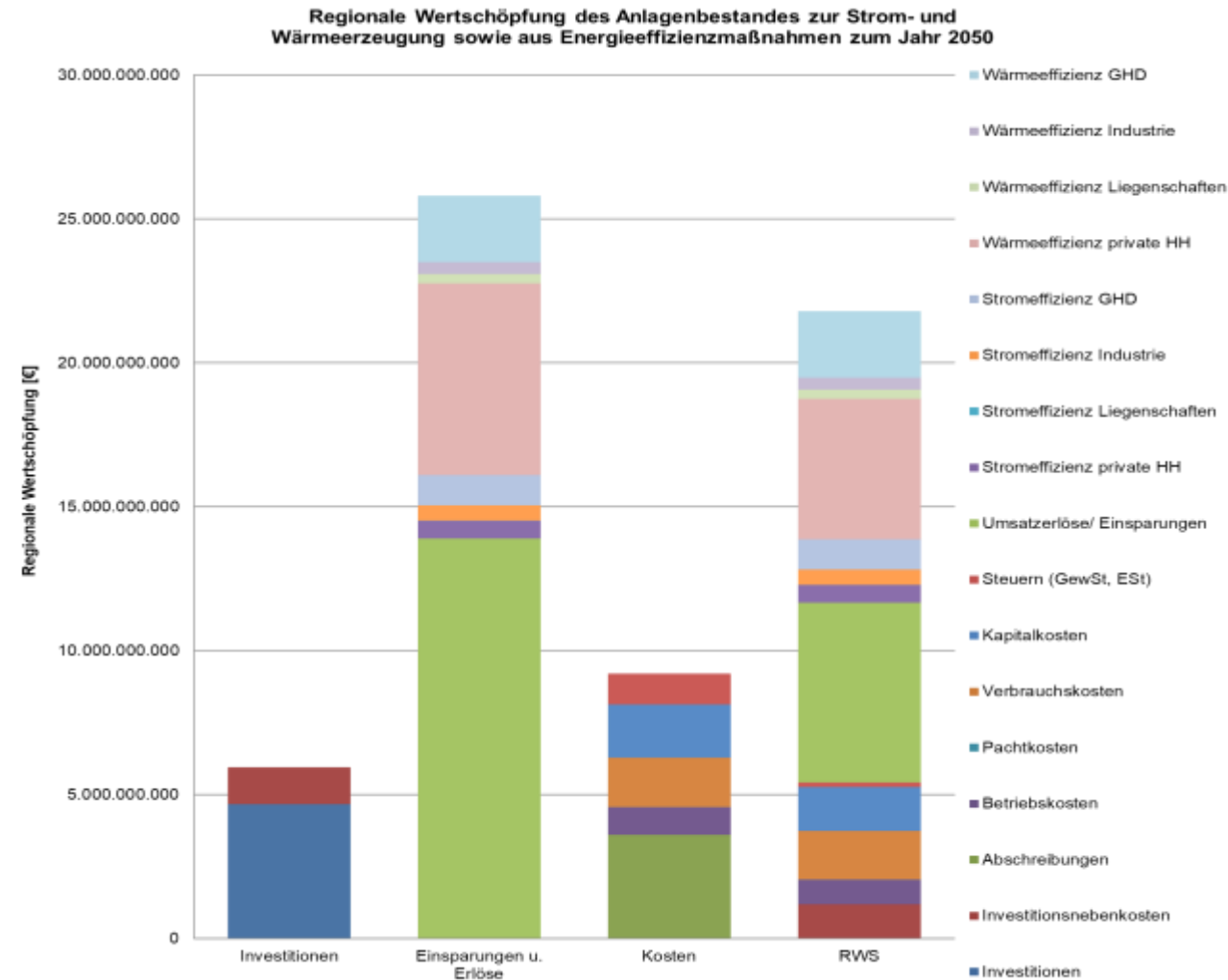


# Wirtschaftliche Auswirkungen bis zum Jahr 2050

Erhöhung der regionalen Wertschöpfung von **rd. 0,4 Mrd. € (2015)** auf **rd. 22 Mrd. € (2050)**.

- **Investitionen\***:  
ca. 6 Mrd. €
- **Einsparungen und Erlöse\***:  
ca. 26 Mrd. €
- **Kosten\***:  
ca. 9 Mrd. €
- **RWS\***:  
ca. 22 Mrd. €

\* Netto-Barwerte





# Stoffstrommanagement/Zirkuläre Wirtschaft

## HEUTIGE DURCHSATZWIRTSCHAFT

MATERIAL- & ENERGIEFLÜSSE

FINANZFLÜSSE



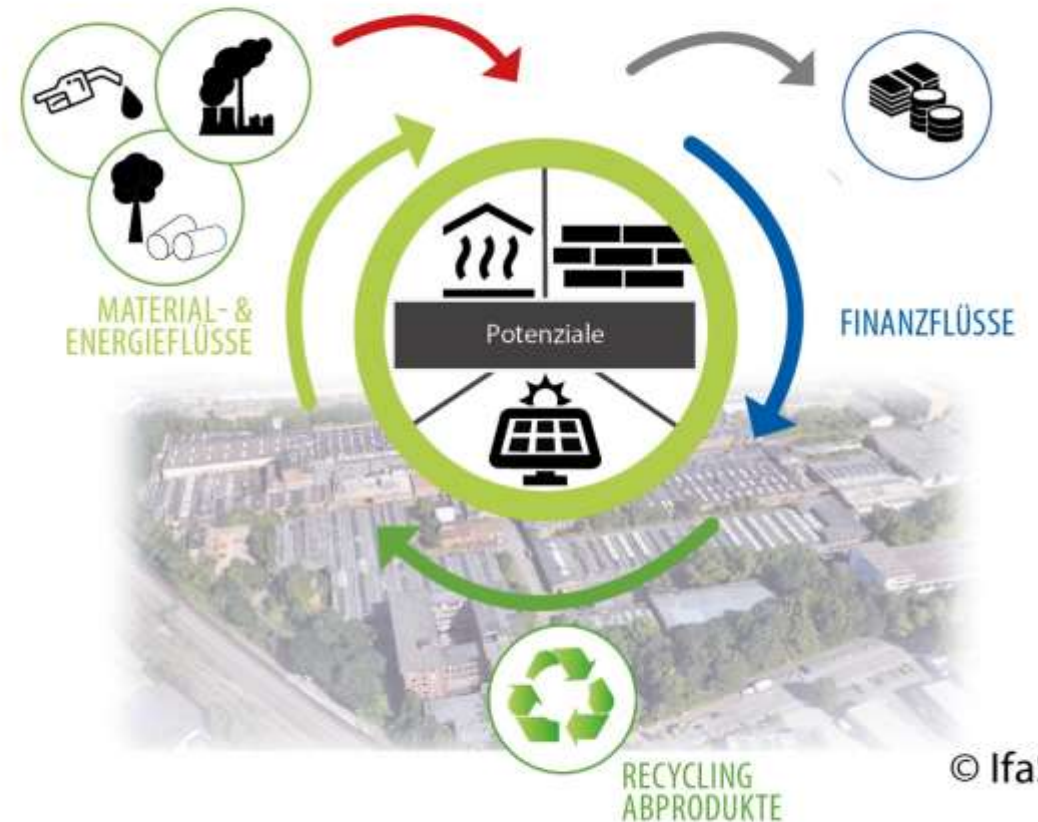
© IfaS

KONVENTIONELLES LINEARES SYSTEM

## LEITBILD ZIRKULÄRE WIRTSCHAFT

MATERIAL- & ENERGIEFLÜSSE

FINANZFLÜSSE

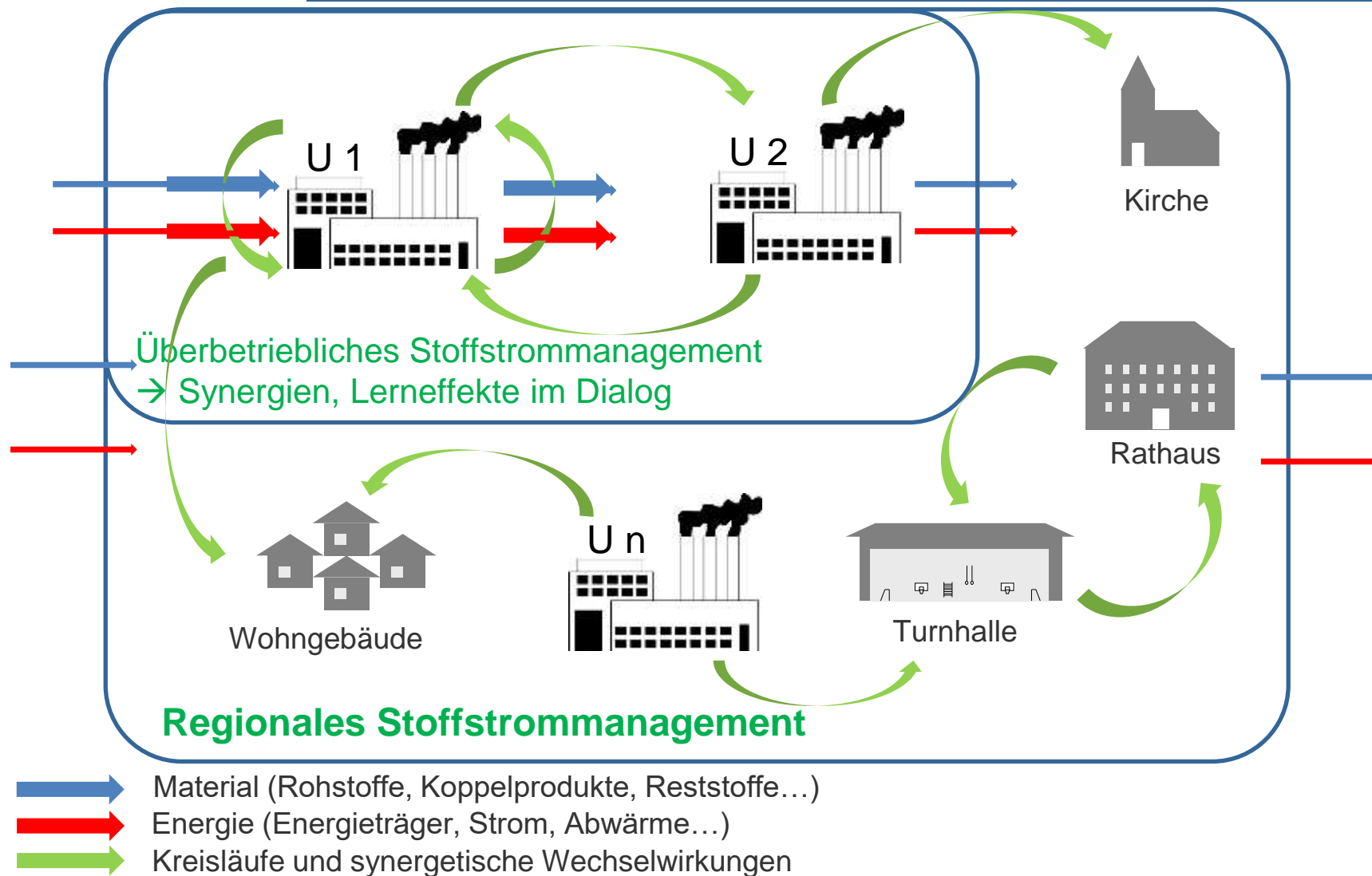


© IfaS

OPTIMIERUNG DURCH AKTIVIERUNG VON POTENZIALEN



# Vom inner- zum überbetrieblichen und regionalen Stoffstrommanagement



# Umsetzung: Grünschnittnutzung Eisenberg

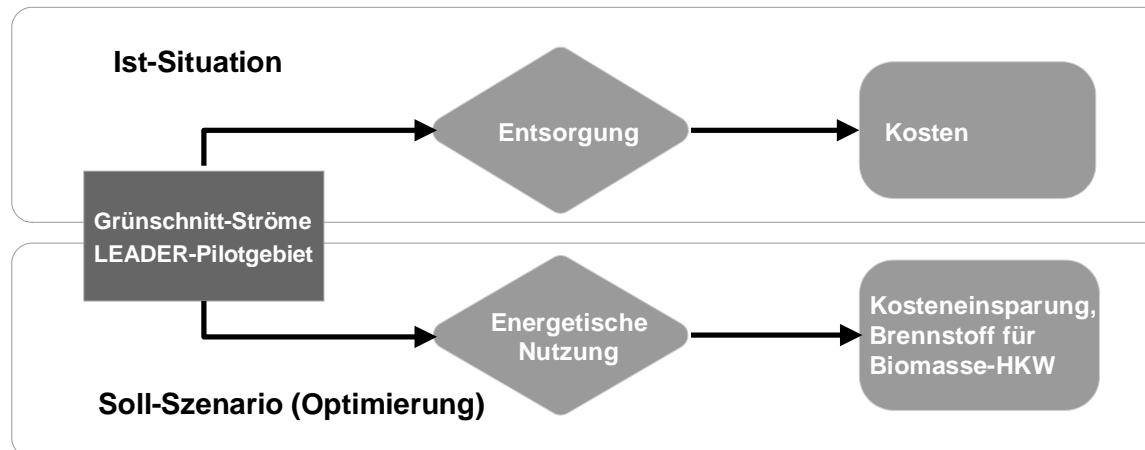


Anlieferung



Beheizung Schule

- Vom Kostenfaktor zum Ertragsfaktor
- Schaffung von Arbeitsplätzen vor Ort
- IfaS Portfolio: Vom Rohstoff bis zur Anlagentechnik





# Stoffstrommanagement

## Beispiel: Nahwärmeverbünde der RHE

Öffentliche Gebäudekomplexe werden zu Nahwärmeverbänden zusammengeführt und mit **Baum- und Strauchschnitt** beheizt (120 Sammelpunkte, zentraler Aufbereitungsplatz)



➔ Im Laufe der nächsten 20 Jahre verbleiben mind. **12,1 Millionen € Energiebezugskosten** in der Region

Vortrag von Landrat Bertram Fleck Rhein Hunsrück Kreis





## Wasserlose Urinale



Source: [www.urimat.de](http://www.urimat.de)

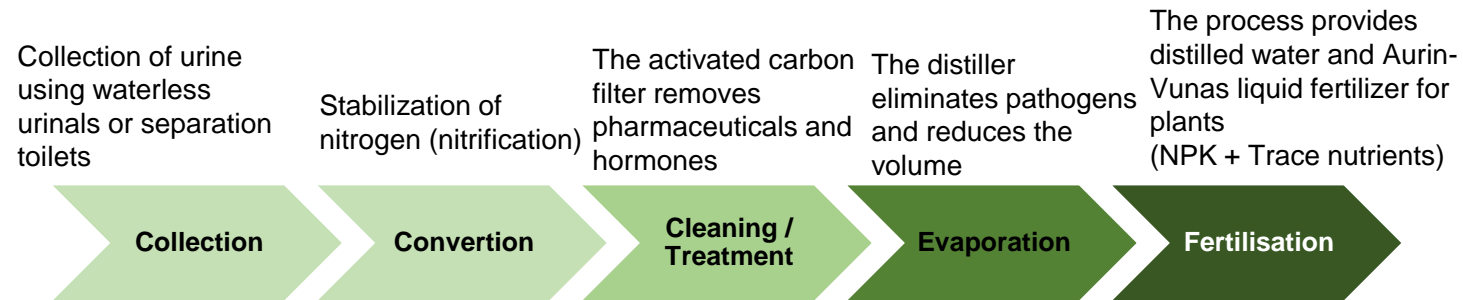
- Kein Trinkwasserverbrauch
- Kein Stromverbrauch
- 90% weniger Abwasser
- Weniger Serviceaufwand

- Wassereinsparung: 1,620 m<sup>3</sup>/Jahr
- Amortisation: 0,6 bis ca. 5 Jahre



Products

# Urin als wertvolle Ressource



Model	Unit	NX-200	NX-500	NX-1000
max. Vol. of urine processed	l/d	200	500	1.000
Average fertilizer production (7%)	l/d	14	35	70
Production of distilled water (93%)	l/d	186	465	930
<b>Electricity demand</b>				
Specific demand	kWh/l Urine	0,15	0,15	0,15
Daily demand	kWh/d	30	75	150
<b>Investments /Costs / Revenue (net)</b>				
Treatment Plant	€	120.000 €	230.000 €	350.000 €
Maintenance	€/a	5.000 €	5.000 €	6.000 €
Energy (0,28€/kWh)	€/a	3.066 €	7.665 €	15.330 €
Sales Revenue (4€/l fertilizer)	€/a	20.440 €	51.100 €	102.200 €
<b>Payback period</b>	<b>a</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>



Source: <https://vuna.ch/aurin/>; 25.10.2021

# Wertschöpfungseffekte: Photovoltaik-Gründächer

- Verbesserung des Stadtklimas
  - Kühleffekte durch Transpiration und Verdampfung
  - Natürlicher Luftfilter und Aufnahme von (Fein-) Staubpartikeln
  - Lichtreflektionseffekte durch Begrünung

**Trägt zur Photovoltaik-Ertragssteigerung von bis zu 6 %\* bei!**

- Integrierte Retentionsflächen
  - Regenwasserrückhalt in urbanen Quartieren
  - Entlastung der Kanalisation und der Vorfluter
- Biodiversität
  - Extensive Dachbegrünung (Moose, Sukkulente, Kräuter, Gräser)
  - Lebensraum für Insekten
  - Nahrungsquelle und Nisthilfe für Vögel und Fledermäuse



## Biodiversitätsdach

- Käferarten: Ø35 auf Solar-Gründächern  
Quelle: Gründachsymposium 2015
- Wildbienenarten: 17-27 (Aufbau: extensiv – intensiv)  
Quelle: Mann, G.
- Vogelarten: Gründächer: Ø14 „Normale“ Dächer: Ø14  
Quelle: Partridge et al.
- Biotopverbund durch Korridore



\*Im Vergleich zu einer Anlage über Bitumen (M. Köhler, W. Wiertalla, R. Feige, Interaction between PV-Systems and extensive green roofs, in: Fifth Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, 2014)  
Bild oben: Optigrün  
Bild unten: ZinCo



# Land“Wirtschaft“ als Resilienzstrategie



**Land ist begrenzt - Wie gehen wir damit um?**

# Flächeneffizienz erneuerbarer Energien

Benötigte Erntefläche: Strom für 2.000  
Haushalte



**1 Hektar**

1 Windrad  
(Rotorfläche 112 m)



**5,6 Hektar**

Photovoltaikanlage  
(Zellenfläche)



**270 Hektar**

Biogas (Silomais)  
(LW – Nutzfläche)



**468 Hektar**

Kurzumtrieb (Weide, Pappel)  
(LW – Nutzfläche)

© Österreichischer Biomasse-Verband, Ökoenergie Nummer 62a / Februar 2006 \*) Durchschnittlicher  
Haushaltsstromverbrauch ist 3.500 kWh / Jahr

## Gesellschaft wünscht Multifunktionalität



### Mehr Nutzen von einer Fläche am Beispiel von Agroforstsystemen in Scheyern (Modellstandort Bayern)



Energie & Rohstoffe



Lebensraum



Trinkwasser



Erholung



Nahrungsmittel

## Mehrnutzungskonzepte

# Sanierung mit natürlichen Dämmstoffen unter Berücksichtigung von Naturschutzaspekten



- **Ökologische Gebäudedämmung**
  - Erhöhung Diversität von Agrarprodukten durch Öko-Dammstoffe bei Neubau u. Sanierung (u.a. Flachs, Hanf, Stroh)
  - **Integration des Themas Artenschutz (u.a. Nisthilfen für Vögel, Fledermäuse, Insekten)**
- **Beispiel Bezirksverband Pfalz**
  - **Meisterschule Kaiserslautern**
    - Altes Bitumendach war sanierungsbedürftig
    - Dämmung des obersten Geschossdecke mit Hanf (255 m<sup>2</sup>)
    - **Integration von 70 Nisthilfen für Schwalben in den neuen Dachaufbau (Traufennistkästen)**
    - Errichtung einer PV-Anlage durch eine örtliche Genossenschaft
  - **Hofgut Neumühle**
    - **Dachstuhl wird von Fledermäusen als Sommerquartier genutzt**
    - Dämmung der obersten Geschossdecke mit recycelter Zellulose-Einblasdämmung (240 m<sup>2</sup>)
    - Nutzung von nicht ausgasender Beplankung, um die Dämmung vor der Fledermausguano zu schützen
    - **Installation während der Wintermonate, sodass die Fledermäuse im Frühjahr wie gewohnt zurückgekehrt sind**



# Schutz natürlicher Weideflächen durch die Produktion von kohlenstoffarmen Fleisch

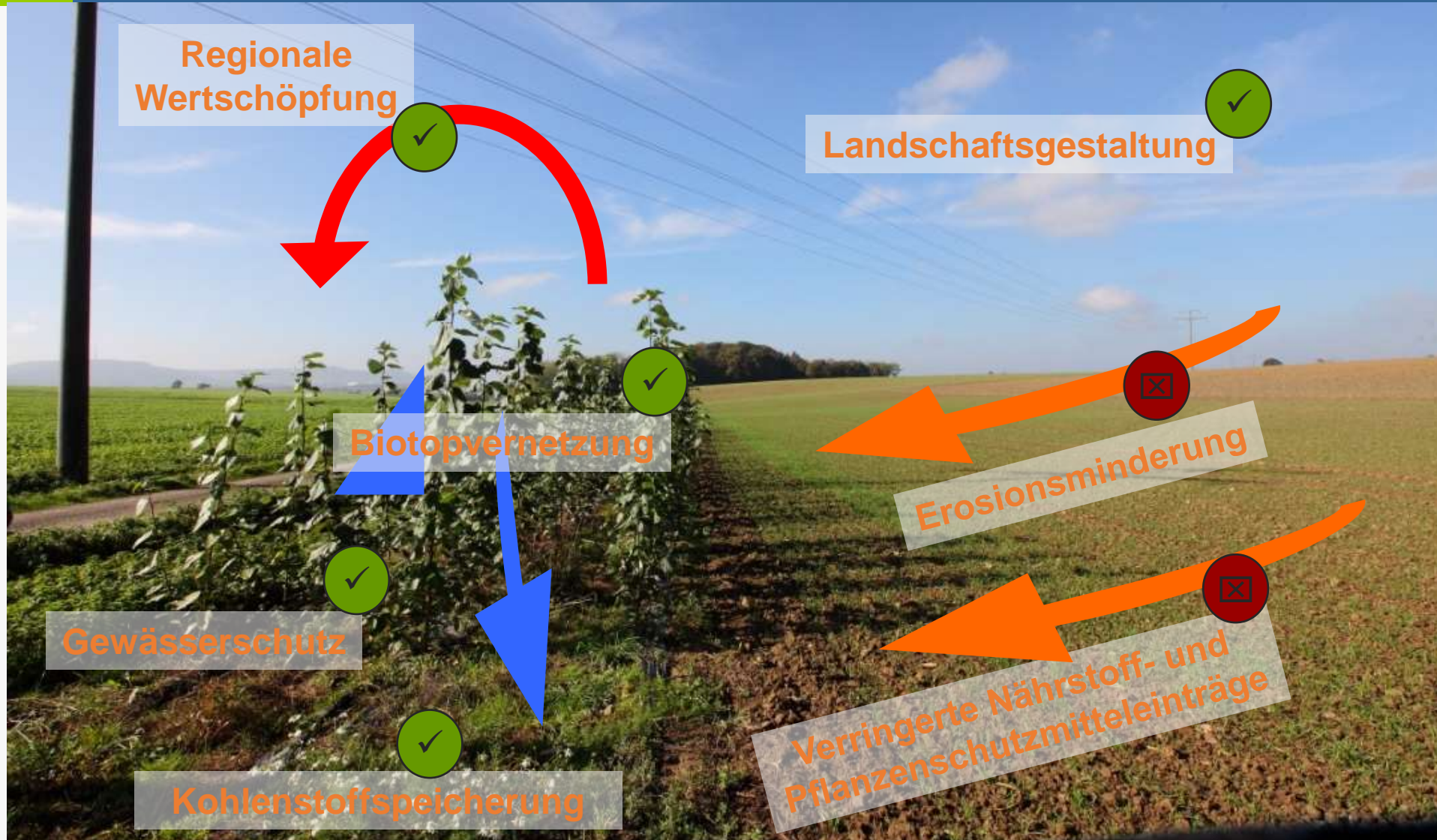


- Pacht von 200 ha Weidefläche für die Produktion von kohlenstoffarmen Fleisch über 4,5 Jahre
  - Schwerpunkt liegt auf Fleischvermarktung über regionale Strukturen
  - Region Nationalpark Hunsrück-Hochwald: Umsetzung als Best Practice
- Aufgaben:
  - Übernahme von Ergebnissen aus dem Masterplan
  - Planung, Umsetzung und Betrieb
  - Konzeption der Übertragung auf andere Projektregionen
- Folgeantrag CARENA (Carbon Removal in Nature Parks) für 2023 geplant
- Schaffung eines Netzwerks aus Naturparks in D und Polen (teilw. ZENAPA-Netzwerk) und Ideen wurden zu einen Projektvorschlag zusammengefasst





# Agrarholz als multifunktionale landwirtschaftl. Kultur



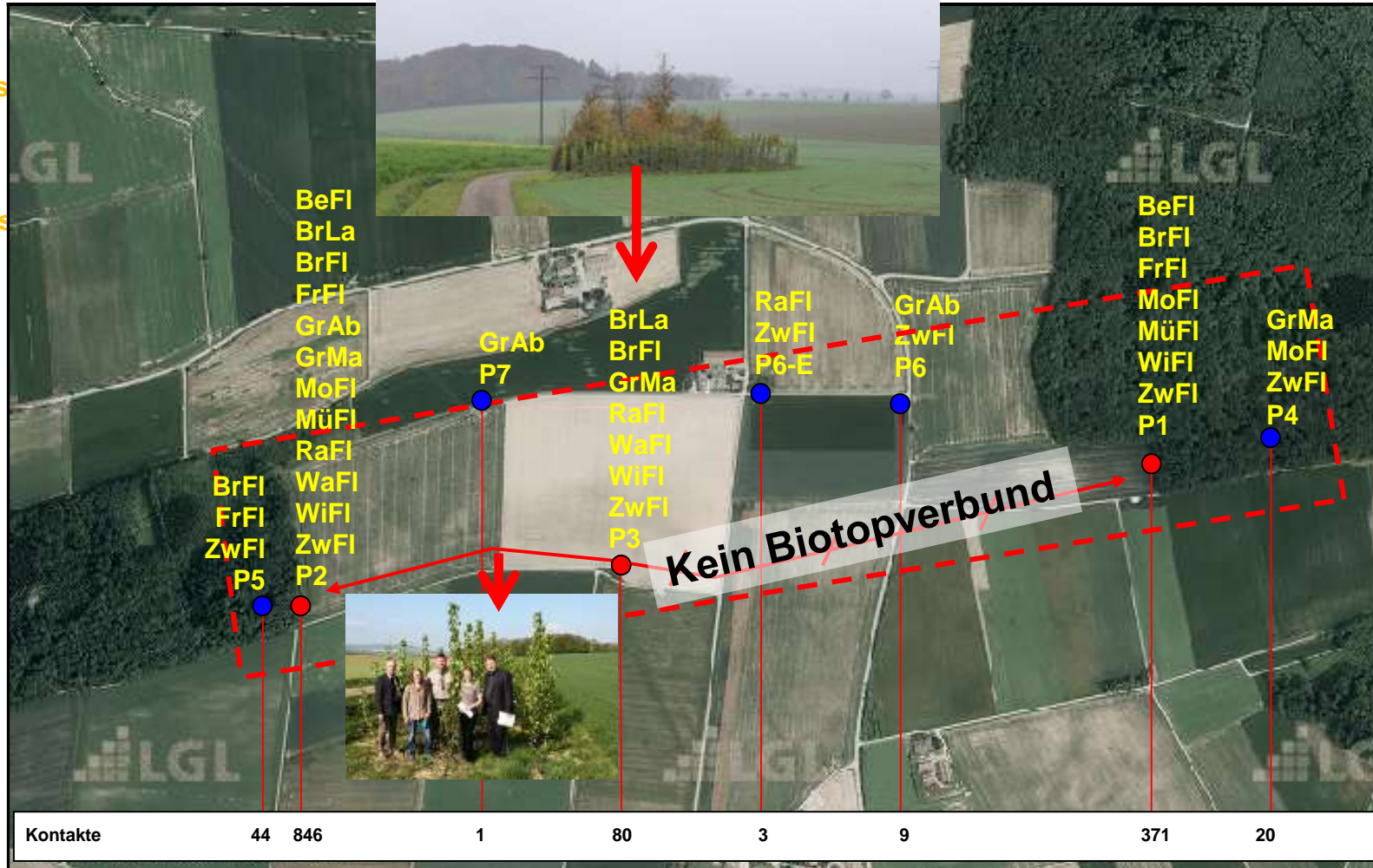


# Ökologisches Potenzial: Struktur & Artenschutz

## Fledermäuse & Leitlinie Agrarholzstreifen

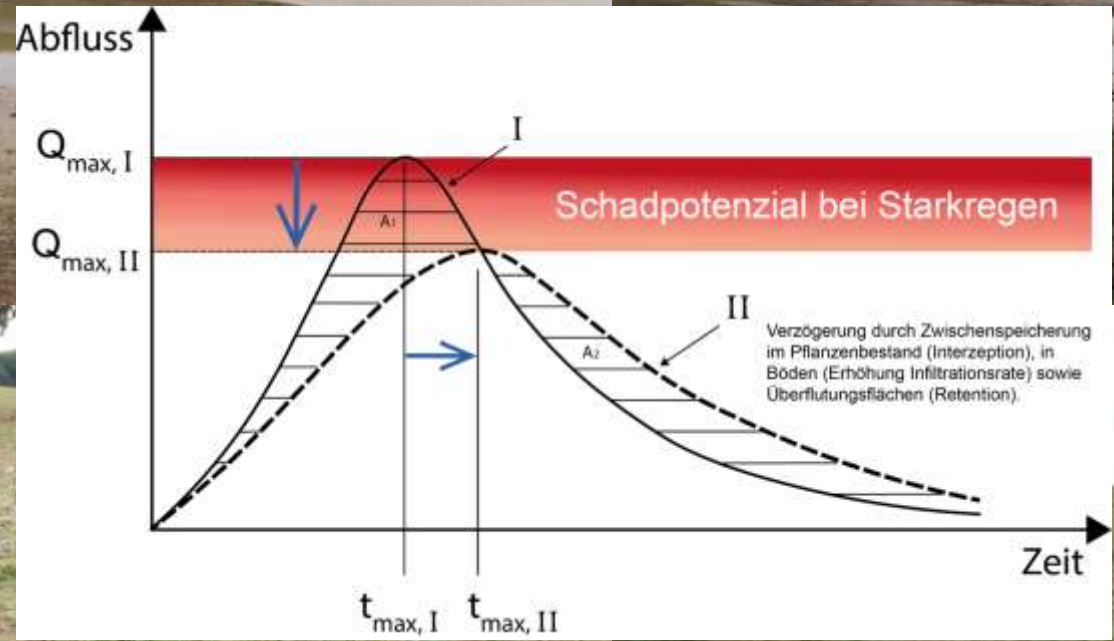
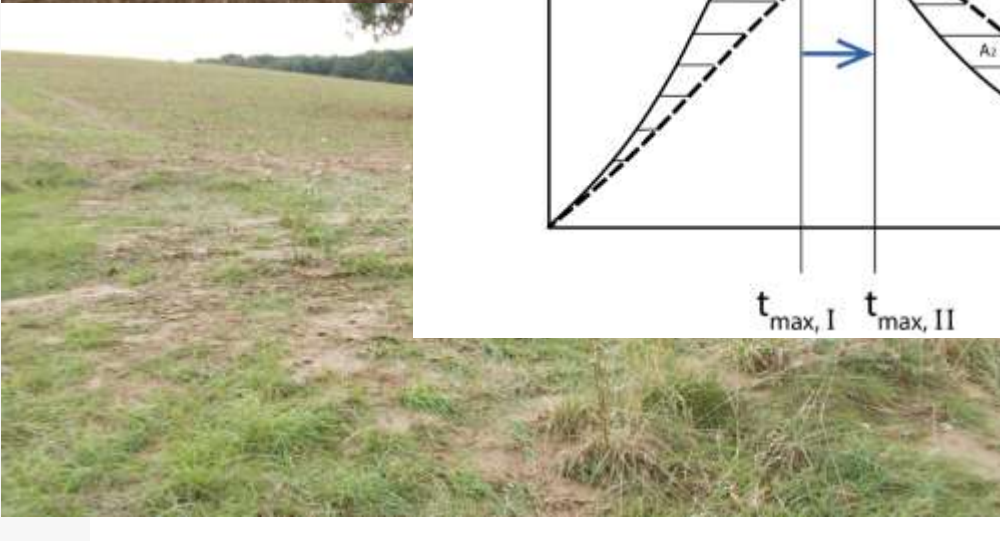
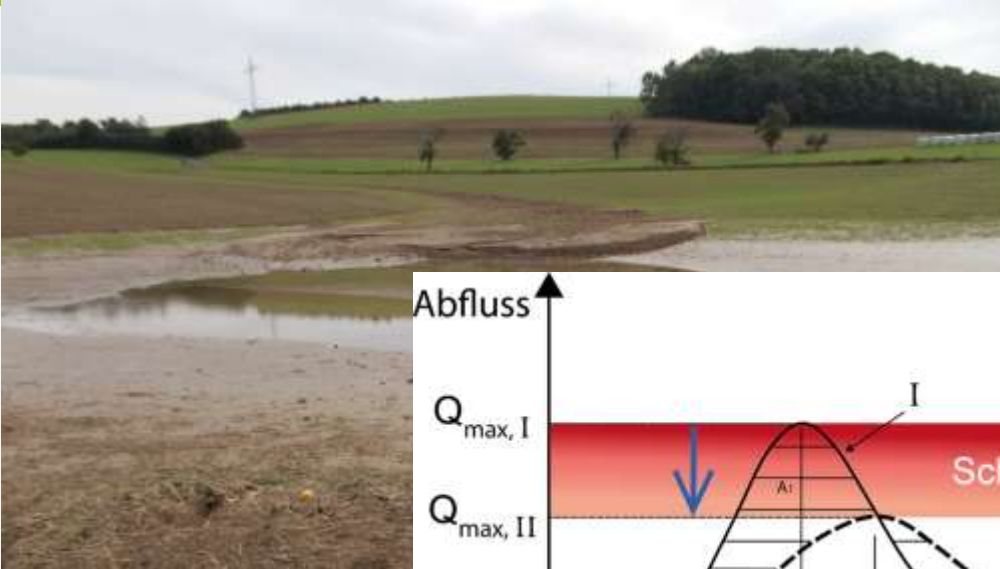
### Fledermausarten:

- BeFI =**  
Bechsteinfledermaus
- BrLa =  
Braunes Langohr
- BrFI =**  
Breitflügel-Fledermaus
- FrFI =  
Fransenfledermaus
- GrAb =  
Großer Abendsegler
- GrMa =**  
Großes Mausohr
- MoFI =**  
Mopsfledermaus
- MüFI =  
Mückenfledermaus
- RaFI =  
Rauhautfledermaus
- WaFI =  
Wasserfledermaus
- WiFI =  
Wimperfledermaus
- ZwFI =  
Zwergfledermaus



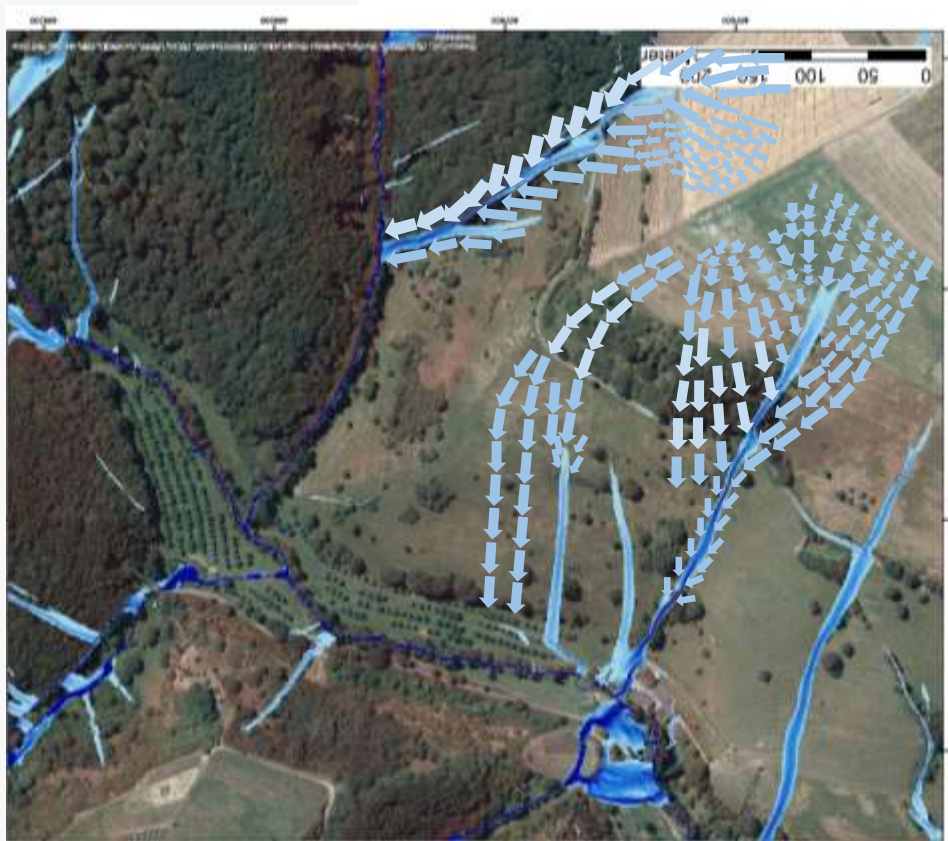


# Agrarholz als Erosionsschutz – Bisterschied 9/2014

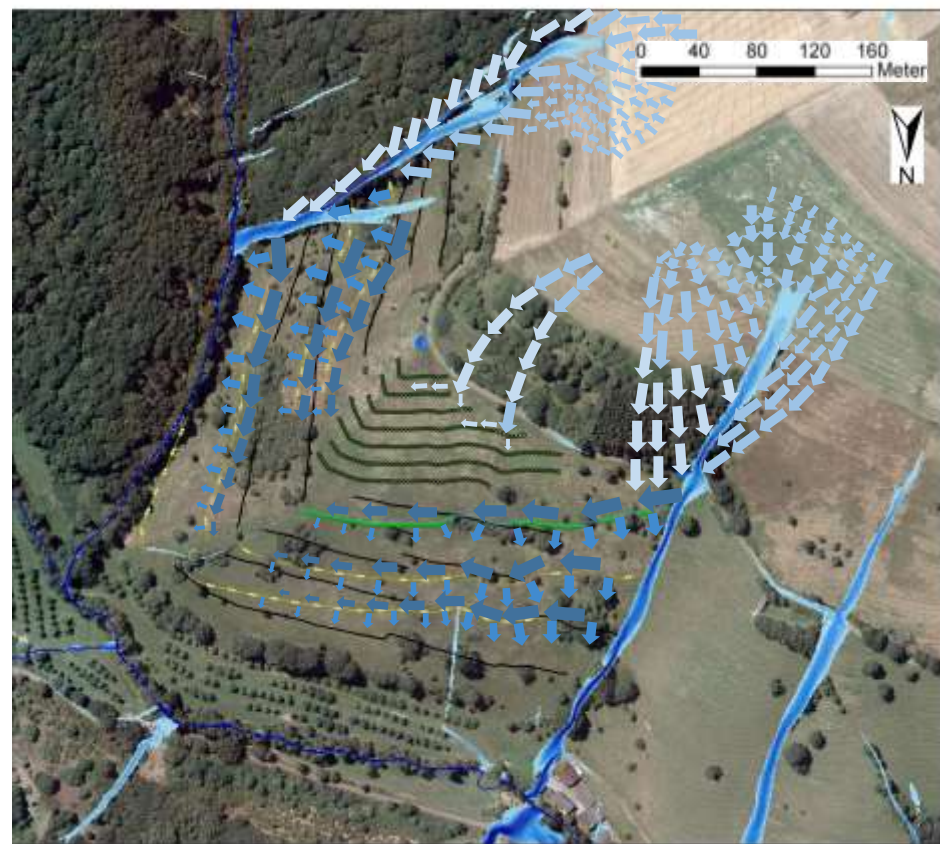


# Wasser lenken, speichern und Abfluss verzögern

vorher



nachher



## Abflussbahnen Odernheim

Beitragende Fläche "neu"

[Symbol] [Symbol]

0 - 500

501 - 1.000

1.001 - 1.500

1.501 - 2.000

2.001 - 4.000

4.001 - 6.000

6.001 - 8.000

8.001 - 10.000

10.001 - 15.000

15.001 - 20.000

>20.000

• Stauraum Wehr

• Stauraum "Falter"

• Stauraum Oberrhein

— Dammwehre

— Dämme

— "Trossenwehre"

— Hochwasserlinie vor

— Stauraum



gefördert durch



Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

# Hochwasserrückhalt mit Agrarholzkulturen



Quelle: <https://rp-darmstadt.hessen.de/umwelt/gew%C3%A4sser-und-bodenschutz/hochwasserschutz/hochwasserr%C3%BCckhaltebecken>



Quelle: <https://www.wupperverband.de/unsere-anlagen/hochwasserrueckhaltebecken>



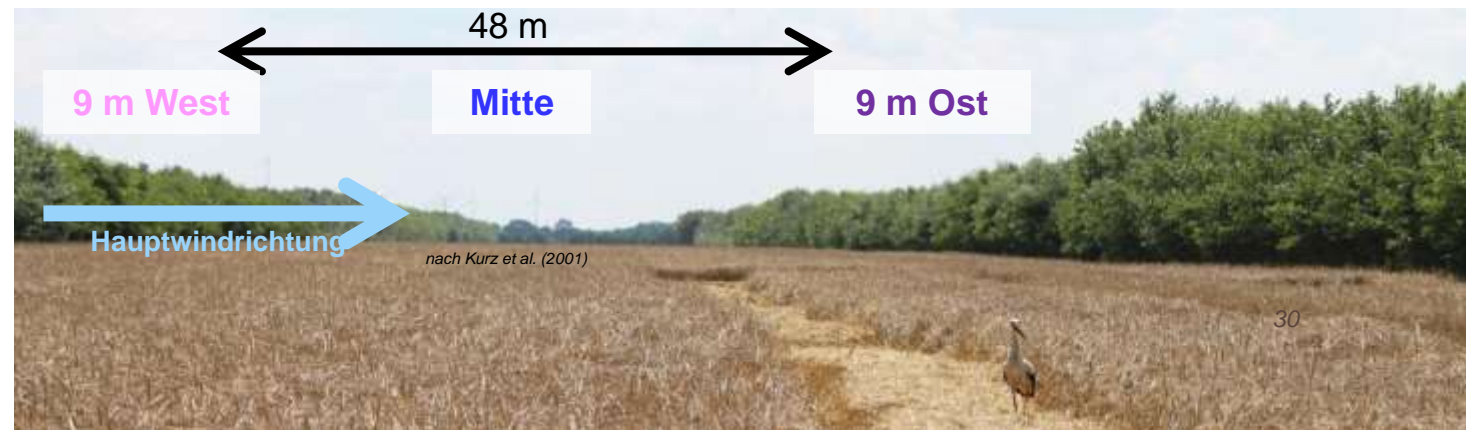
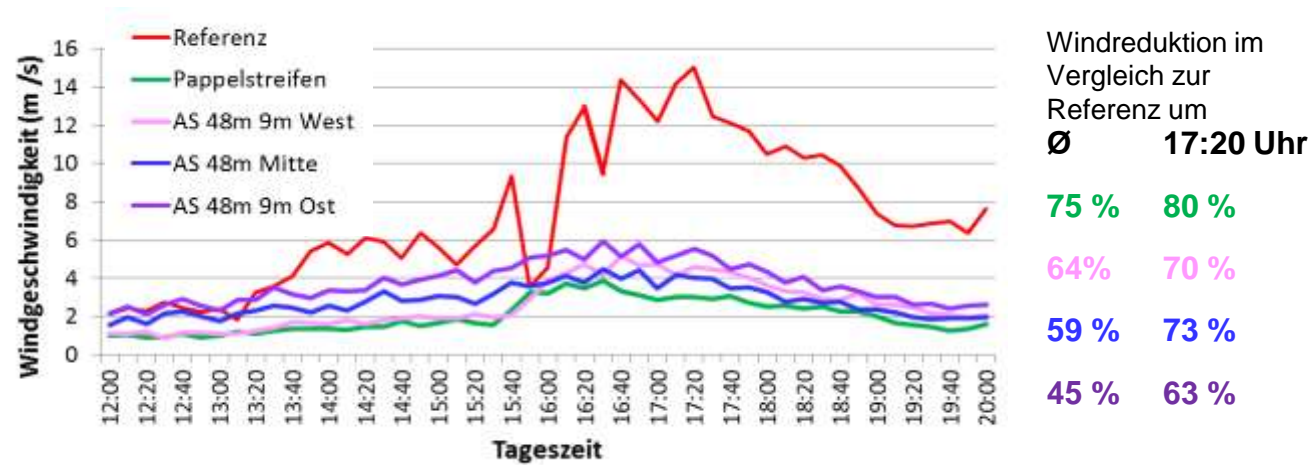
Foto: Axel Schönbeck

4. Januar 2022

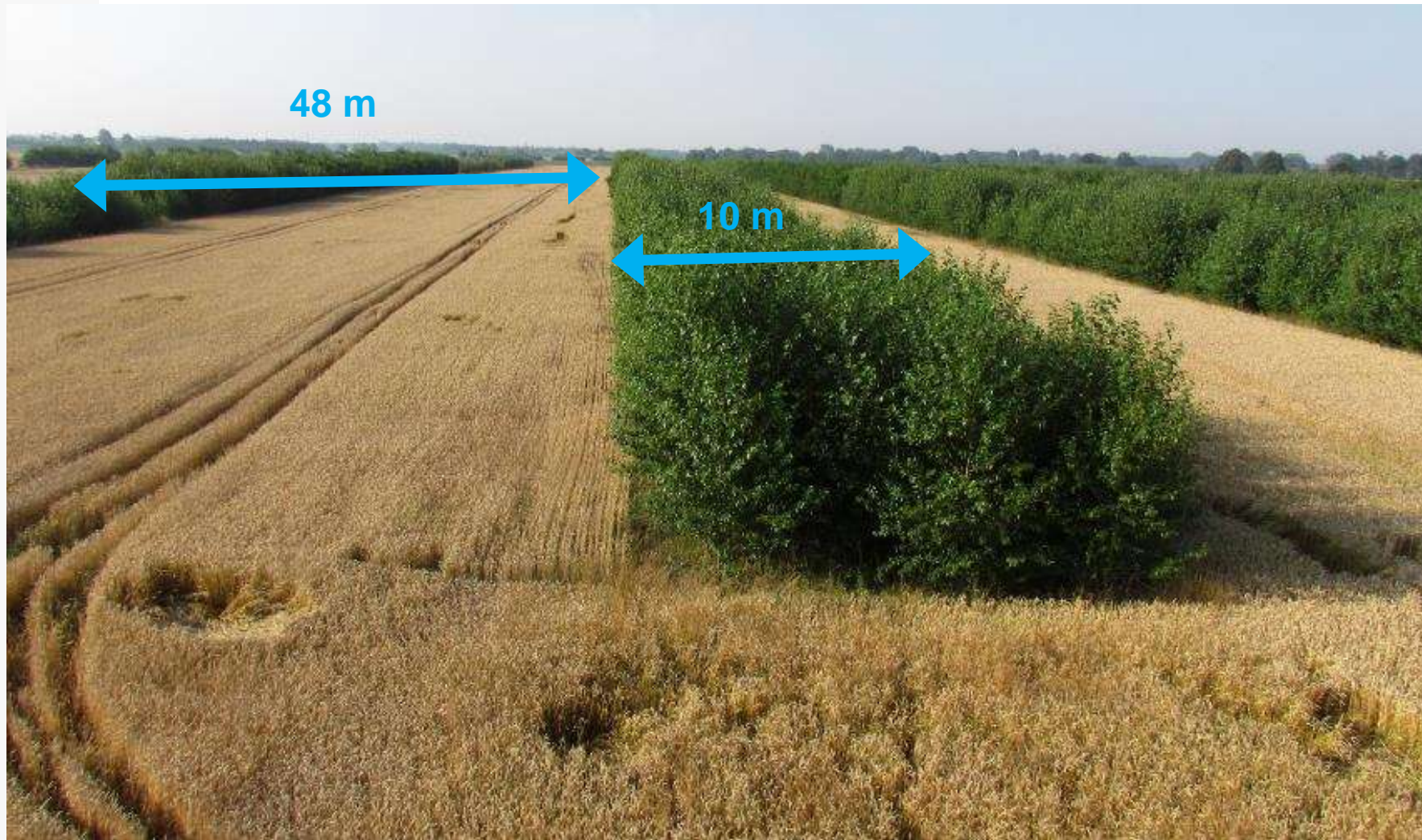
Foto: Axel Schönbeck



## Vermeidung von Feuchtigkeitsverlust und Bodenabtrag durch Windreduktion



# Agroforst Verdunstungsschutz Versuchsfläche



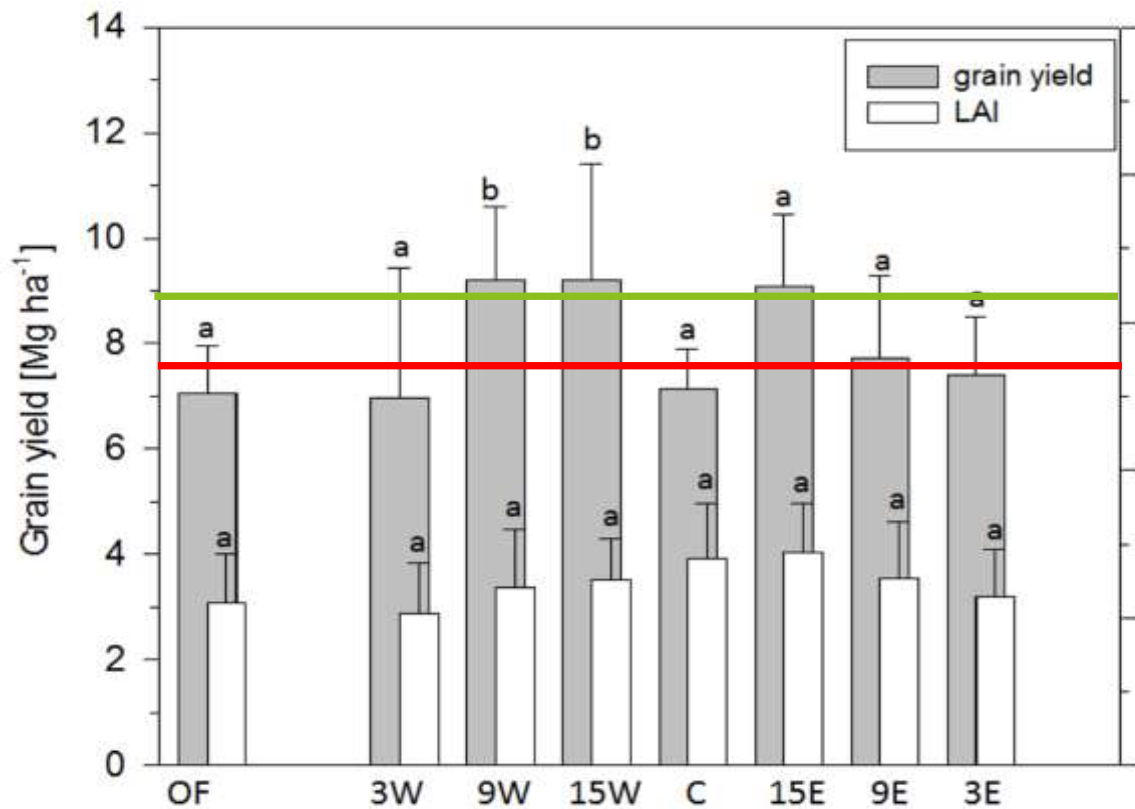
Quelle: Dr. Christian

Böhm Innovationsgruppe  
AUFWERTEN



# Agroforstwirtschaft und Ackerkulturertrag

Kornertrag Winterweizen (getrocknet bei 60 °C) auf 48 m breitem Ackerstreifen



Agroforst-Mehrertrag im direkten Vergleich der Ackerkulturflächen = **16 %**

**8,2 t/ha (AFS)**

**7,1 t/ha (Referenz)**

Bei Vergleich der Schlagflächen [herausrechnen der Gehölzkulturfläche von 17 %] = **4 % Minderertrag in AFS**

Quelle: Kanzler et al. 2018

Quelle: Dr. Christian

**Böhm** Innovationsgruppe  
**AUFWERTEN**





# August 2018 Ingweiler Hof (RLP)



# Pappelstreifen auf Hühnerauslaufflächen

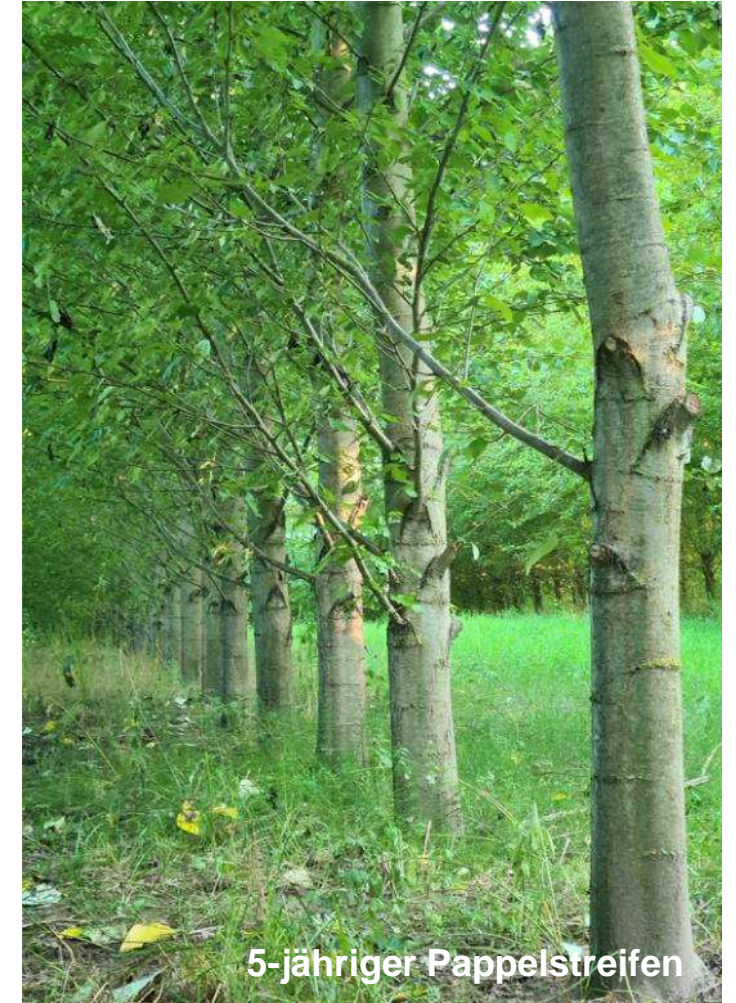
## Beispielprojekt – Hof Müller-Hartmann / Niedersachsen



2-jährige Pappelstreifen



3-jähriger Pappelstreifen



5-jähriger Pappelstreifen

# Agroforstsystem für Hühner und Rinder

## Beispielprojekt – Hof Schierholz / Niedersachsen





## ... und Energieträger

- Pappeln, 4-jährig geerntet
- Ertragsschätzung: 14-20 t Trockenmasse pro ha und Jahr
- 1 ha = 2 km KUP-Streifen (5 m)

Quelle: Betriebsgemeinschaft Deitigsmann



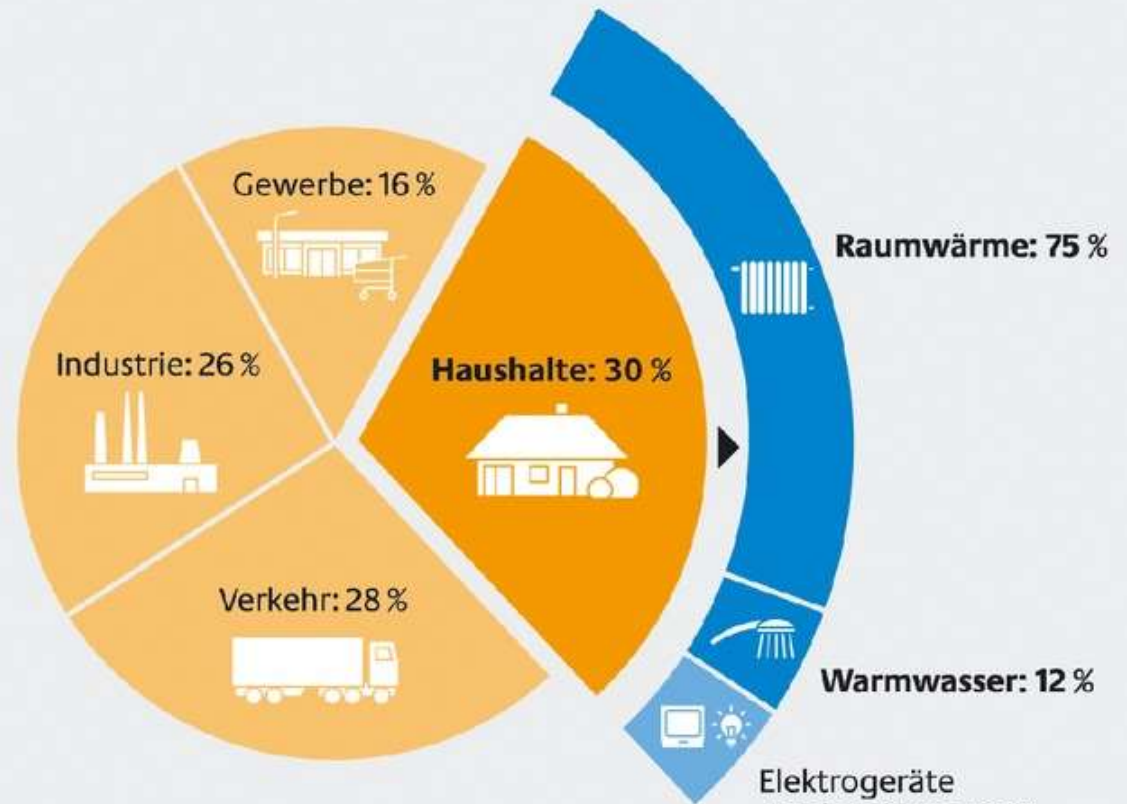
... dies entspricht  
einem Heizwert von:  
ca. 65 - 95 MWh/ha (w30)  
(6.500 – 9.500 l Heizöl)



# Deutsche Haushalte sind einer der großen Energieverbraucher

## Wer verbraucht in Deutschland die meiste Energie\*?

Energieverbrauch der Heizung oftmals unterschätzt



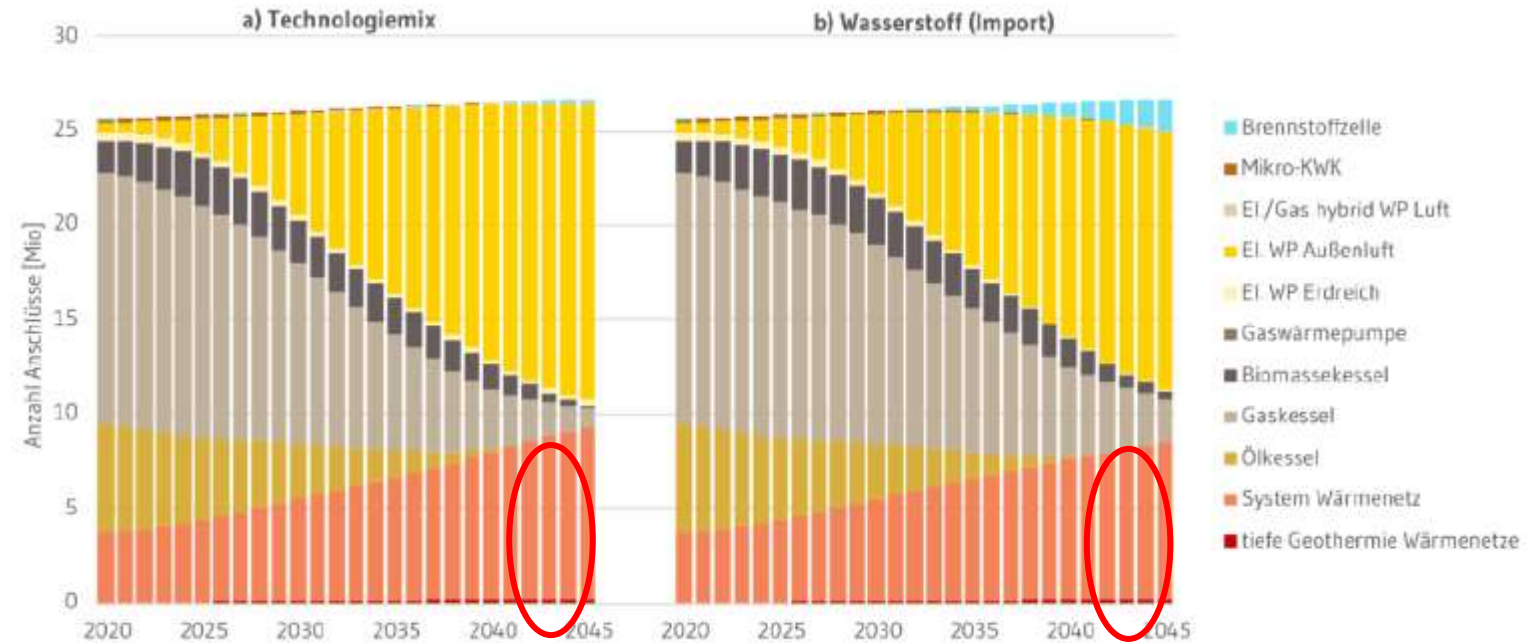
\*Endenergie

Quelle: dena / Energiedaten BMWi

# Heizträgerwechsel in Gebäuden

## Zusammensetzung der Heiztechnologien bis 2045 (Zielsetzung: 100% Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen<sup>-1</sup>)

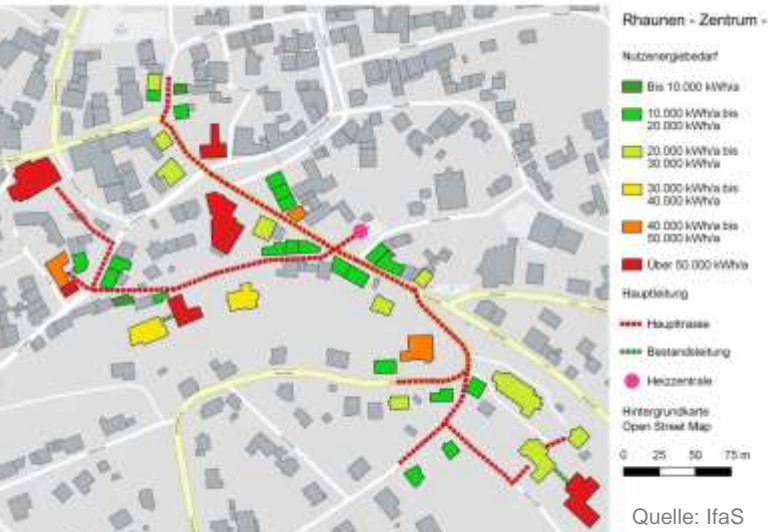
- Ca. 1/3 der Gebäude werden bis 2045 über **Wärmenetze** versorgt
- Über 50% der Gebäude werden mit elektrischen Wärmepumpen versorgt



Quelle: Ariadne-Report – Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 (Hrsg.: PIK / Fhg-ISE)



# Klimaschutz- und Biodiversitätskonzepte



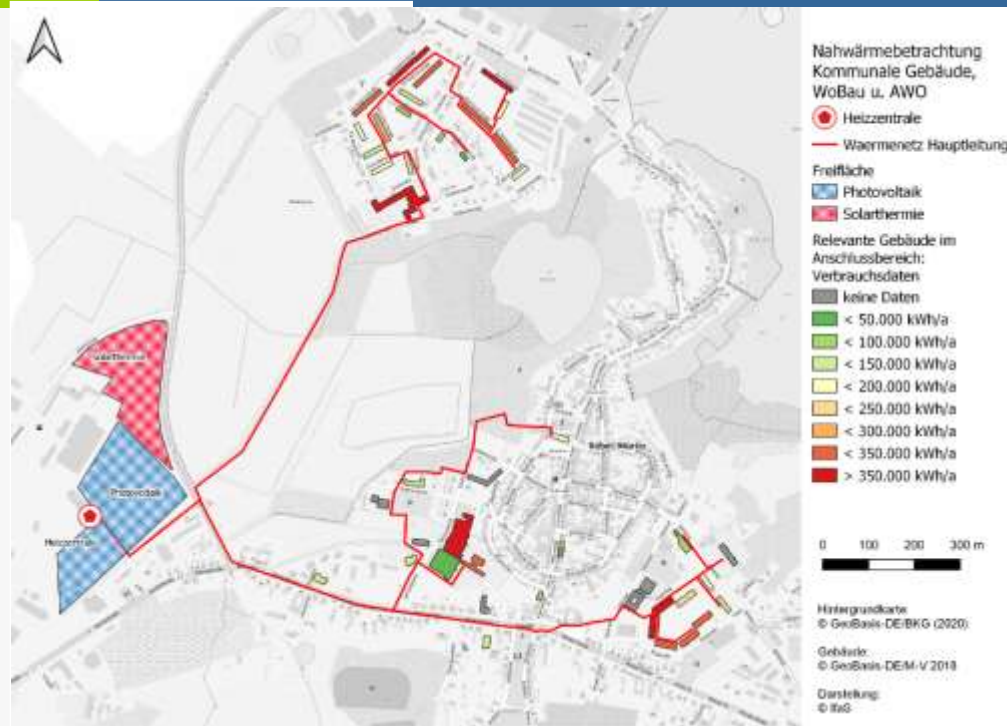
- Aktivierung von 90 Gemeinden für ein Quartierskonzept
- Insgesamt wurden über 100 Konzepte durch die Unterstützung von ZENAPA aktiviert
- Die Konzepte bringen den Klimaschutz bis in die kleinsten Verwaltungseinheiten und binden die Akteure dort ein, wo sie am meisten betroffen sind - zu Hause
- Viele Stellen „Sanierungsmanagement“ wurden geschaffen, um die Umsetzung der Konzepte zu unterstützen
- Basierend auf den Quartierskonzepten werden **Biodiversitätskonzepte** durch das IfaS erstellt
  - Praktische Maßnahmen zur Steigerung der Biodiversität
  - Drei zentrale Themenfelder: Gefahrenabwehr, Nist- und Schlafplätze und Nahrungsangebot



Quelle: Darstellung in Anlehnung an Verein-Sternenpark-Rhoen



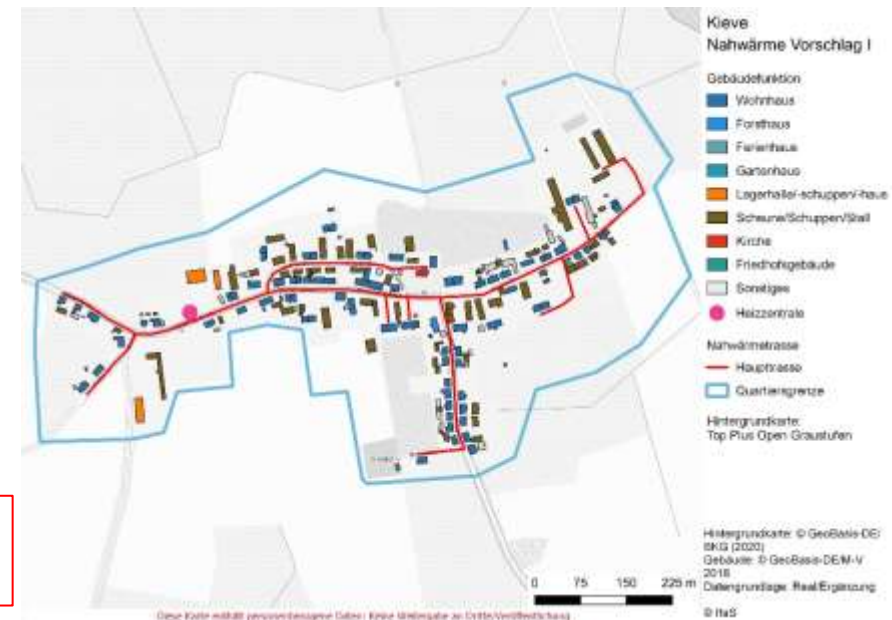
# Netzauslegungen Nahwärme: wo das Agrarholz gebraucht wird



Netzauslegung **Stadt Röbel**,  
Schwerpunkt öffentliche Gebäude  
und kommunale Wohngebäude

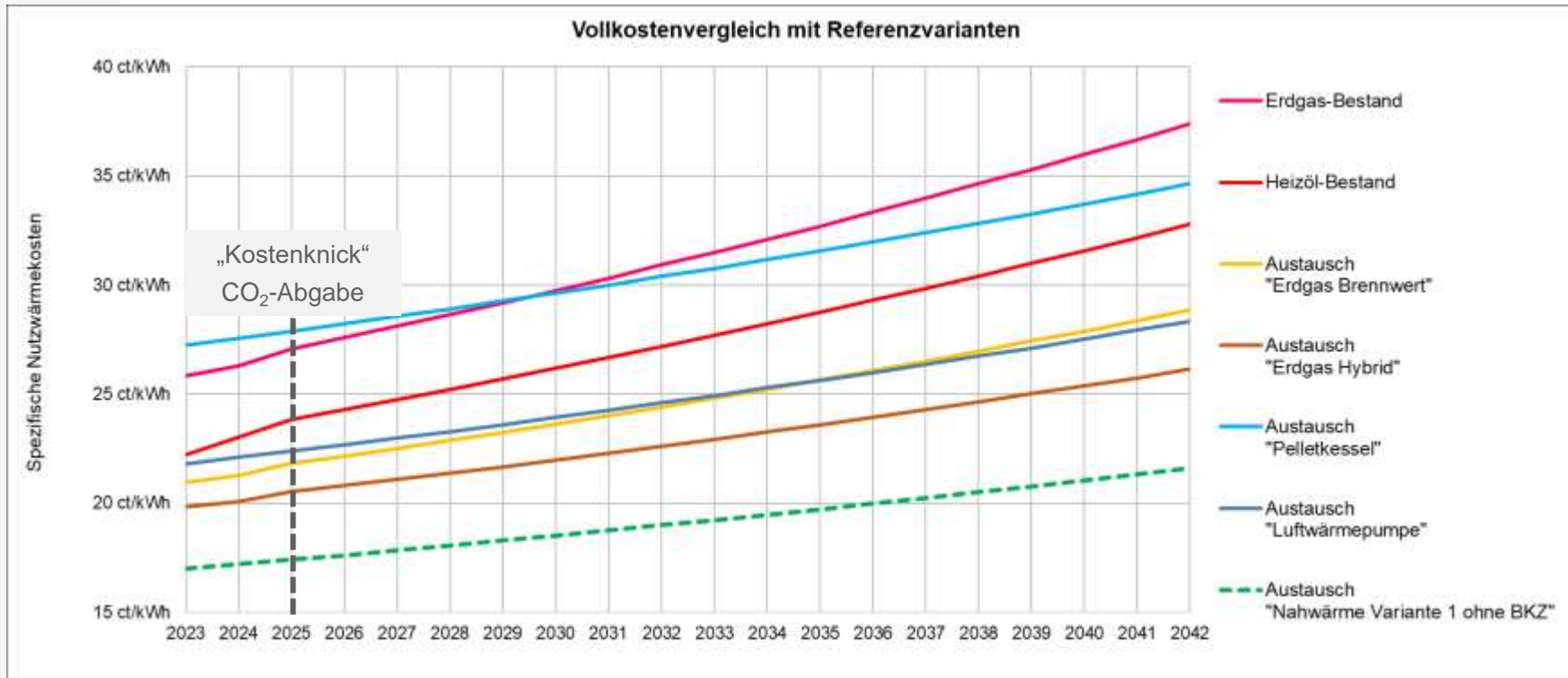
Erste Netzauslegung **Gemeinde Kieve**,  
hohe Anschlussquote anvisiert (>70%)

- Bislang **fünf Netze** im Amt Röbel projektiert
  - Stadt Röbel, Bollewick, Kieve, Dambeck und Leizen
- Weitere Netzpotenziale absehbar
- Darstellung und Berechnung der Netze in verschiedenen Varianten und Auslegungen
- **Potenzial Investition 7 – 10 Mio. €**





## Gesamtnetz-Variante: Vollkostenvergleich 80% Anschluss



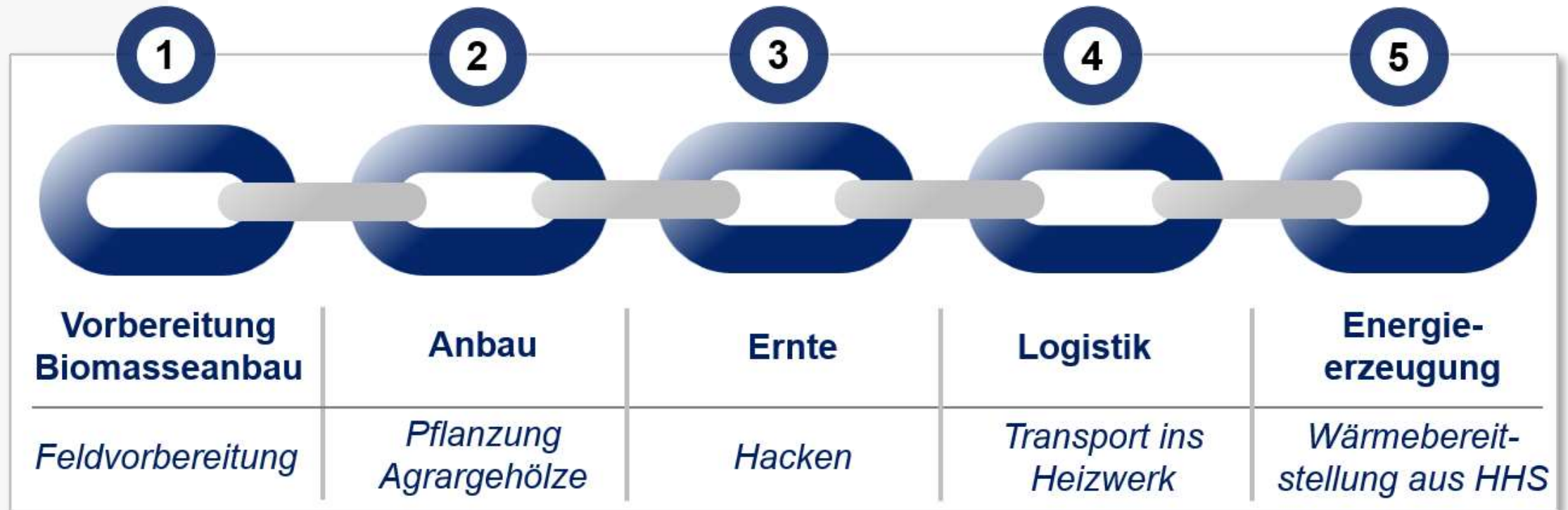
- Bestandsanlagen (Öl und Gas) mit schlechtem Systemwirkungsgrad (65%)
- Beim Anlagenaustausch werden Komponenten aufeinander abgestimmt → Systemwirkungsgrad steigt
- Fossile Energieträger sind teuer, Annahmen auf Basis der Gaspreisbremse
- **Nahwärme ist wirtschaftlich konkurrenzfähig zu anderen neuen Heizsystemen**



# Klimawirkung von 1 ha Agrarholz für ein Hackschnitzelwärmenetz

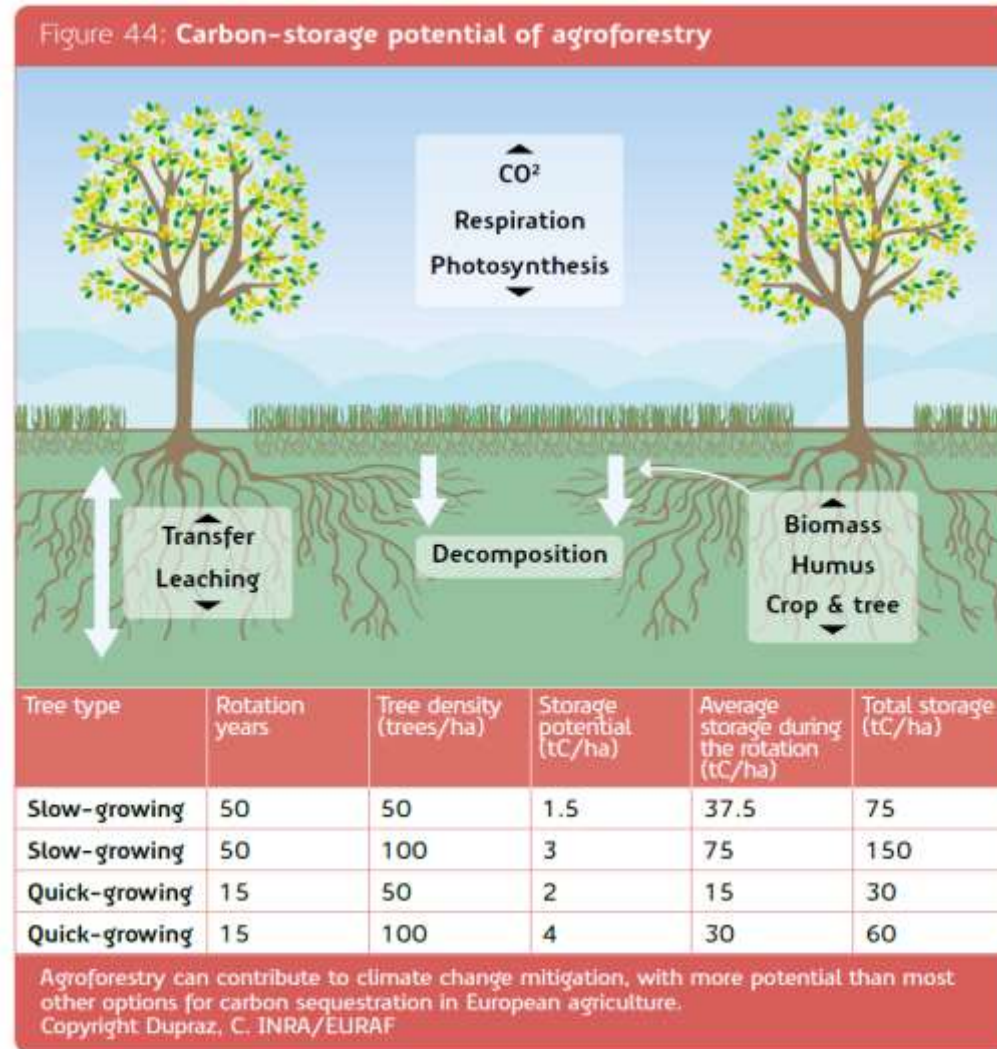


## Wertschöpfungskette Agrarholz





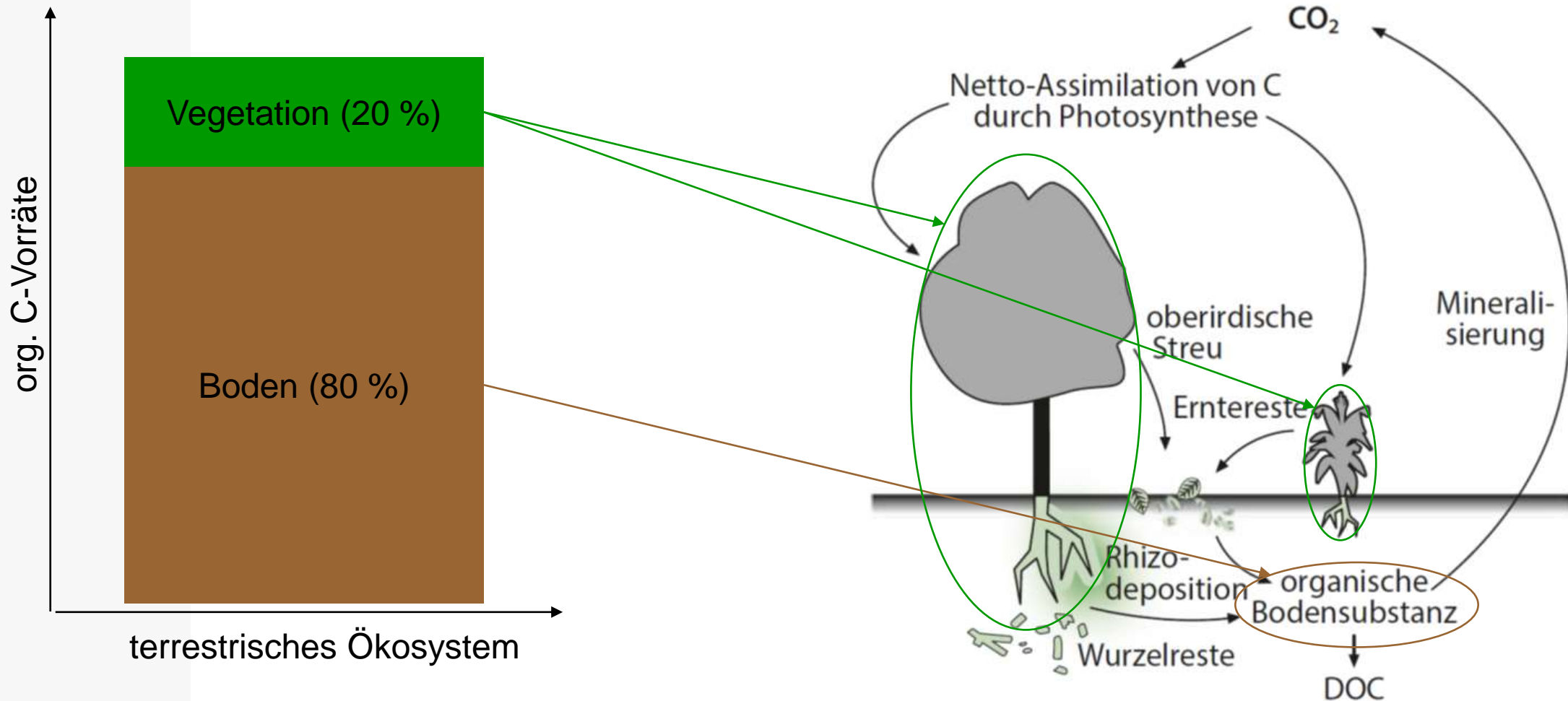
# Kohlenstoffeinlagerungspotenzial von Agroforstsystemen



Quelle: Raskin & Osborn 2019



# terrestrische organische C-Vorräte und deren Einbindung in den terrestrischen Kohlenstoffkreislauf



Quellen: Amelung et al. 2018



## Wurzelsysteme (Scheyern 2011, im 3. Standjahr)



Schwarzerle

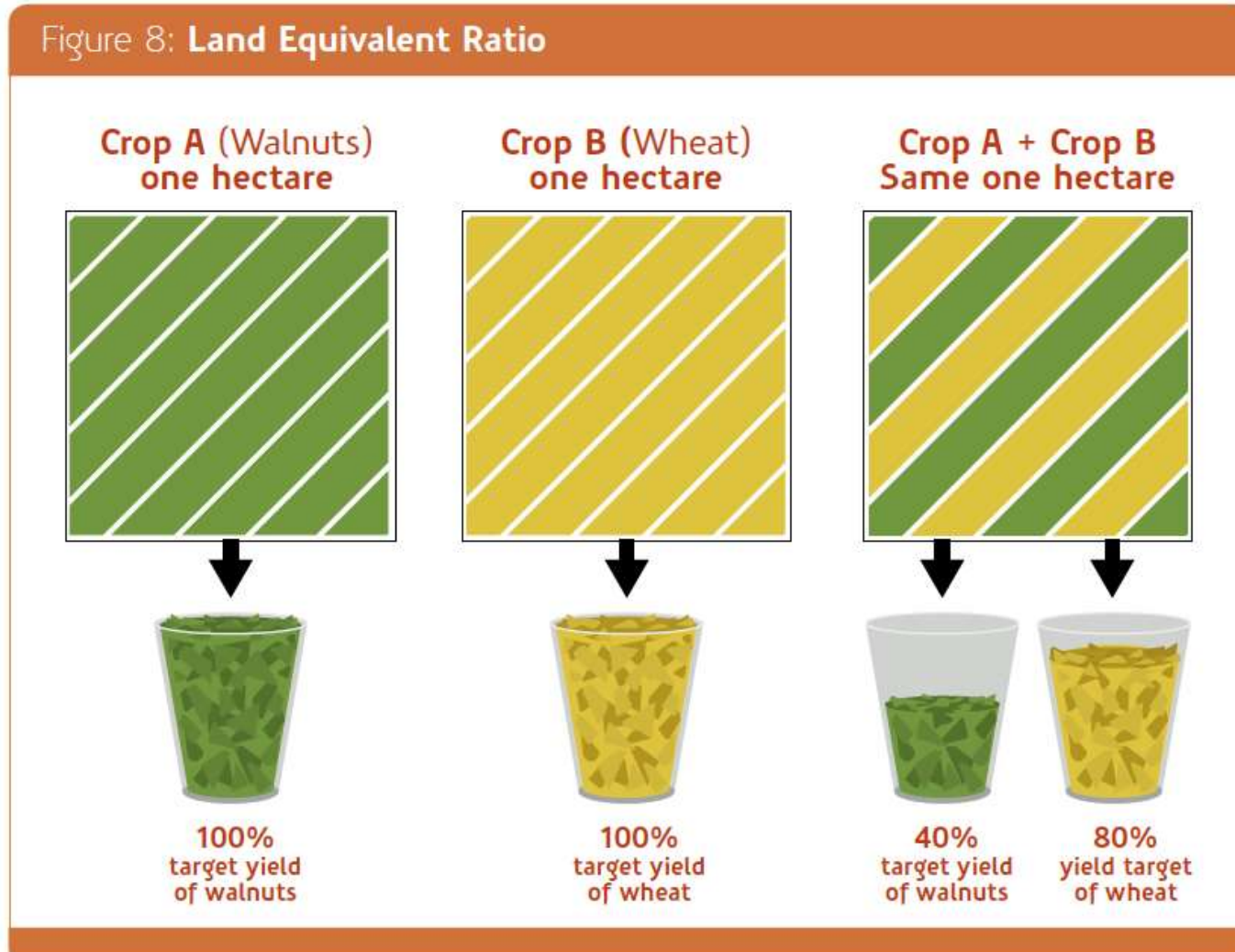
Pappel

Weide

Robinie



# Landäquivalenzverhältnis (LER)



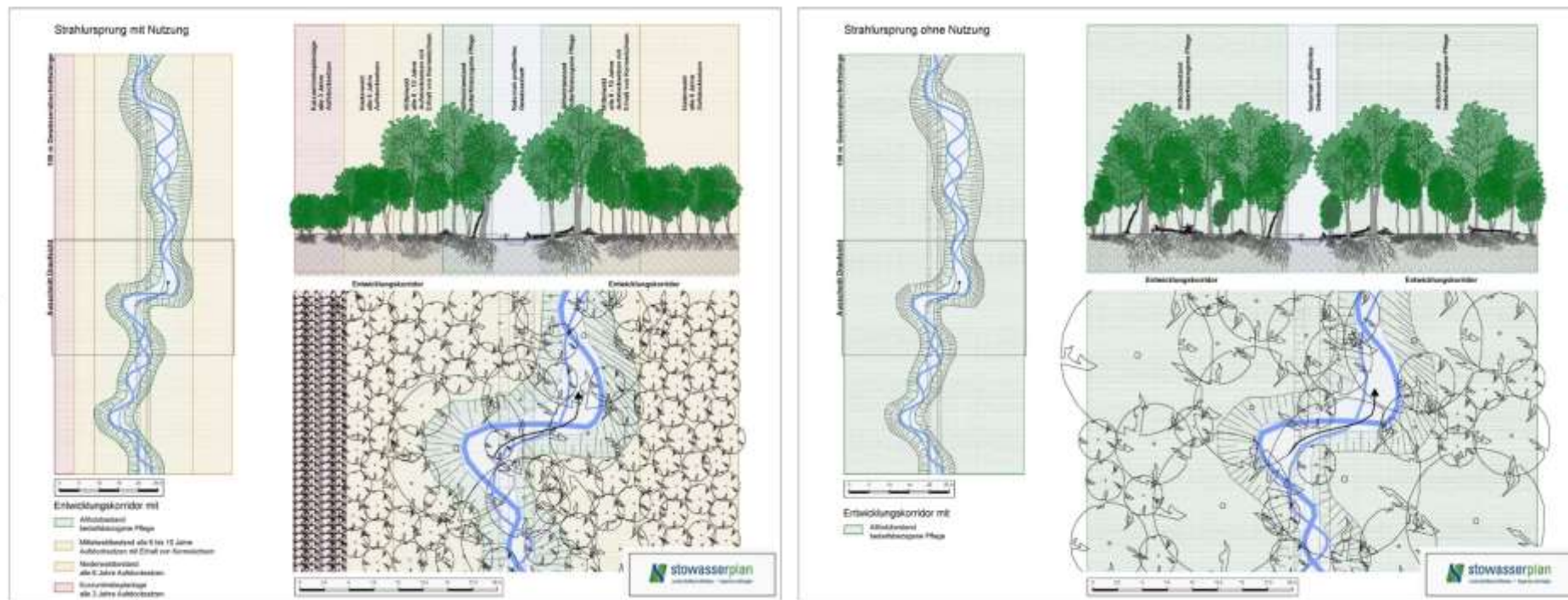
- Mehrkulturen-Ertrag: Ist es agronomisch effizienter, zwei oder mehr Einheiten auf demselben Grundstück zu kombinieren?
- 120% bedeutet, dass es einen Ertragsvorteil von 20% gibt oder, anders ausgedrückt, 20% mehr Land benötigt wird, um den gleichen Ertrag aus Monokulturen zu erzielen.
- Formal gesehen wird diese Berechnung als Landäquivalenzverhältnis (Land Equivalent Ratio = LER) bezeichnet.



# Land klug bewirtschaften: Mehrwerte schaffen

1/3 der Flächen bleiben in Nutzung = MehrWert	1/3 der Flächen sind für eine lw. Nutzung verloren	1/3 der Flächen bleiben in Nutzung = MehrWert
---	--	---

Flächen sind für eine lw. Nutzung verloren



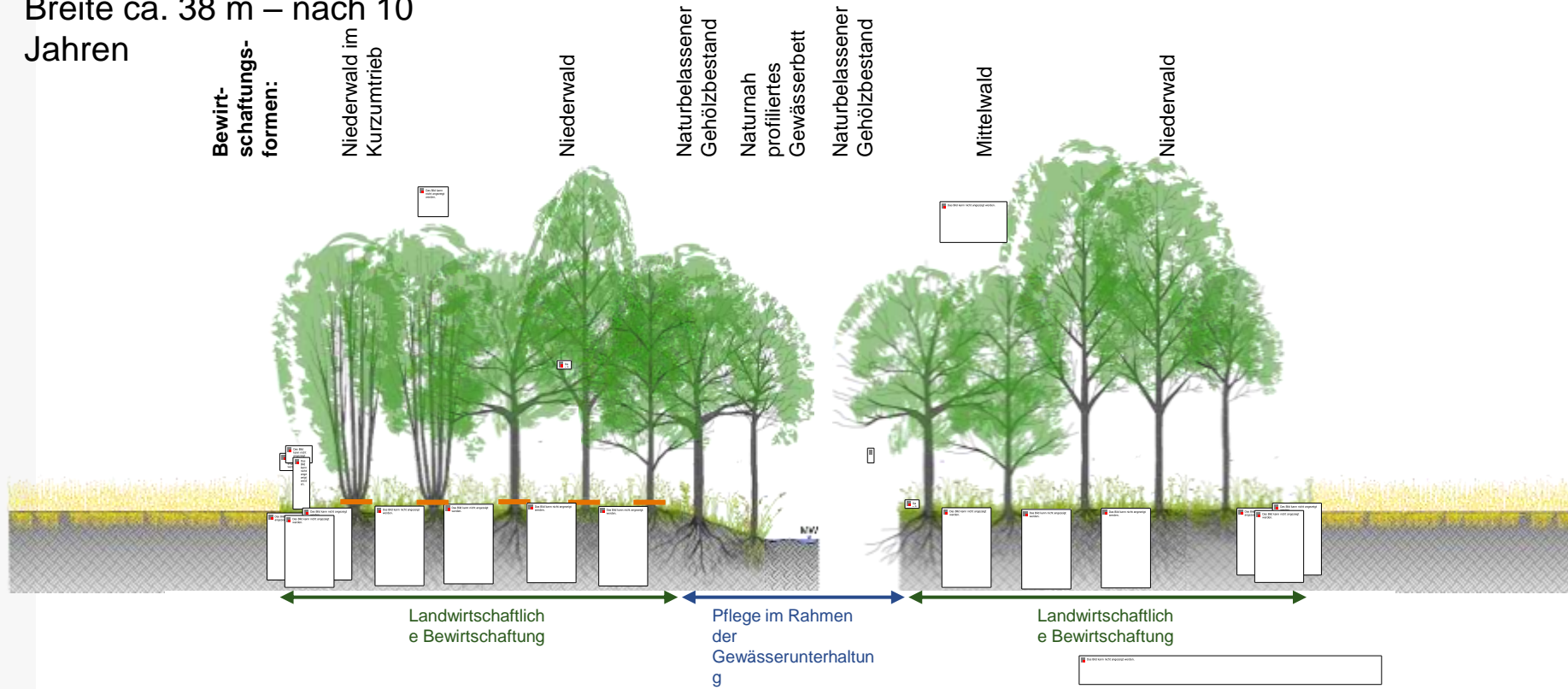
Quelle: LfULG Sachsen (2017): Erste Ergebnisse aus dem laufenden F+E-Vorhaben „Entwicklung eines aktiven und mehrschichtigen Handlungsrahmens zur Umsetzung der Ziele der EG-WRRL im Freistaat Sachsen – Projekt ElmaR“ (unveröffentlicht). Ausführender: Stowasserplan GmbH & Co. KG, Radebeul.



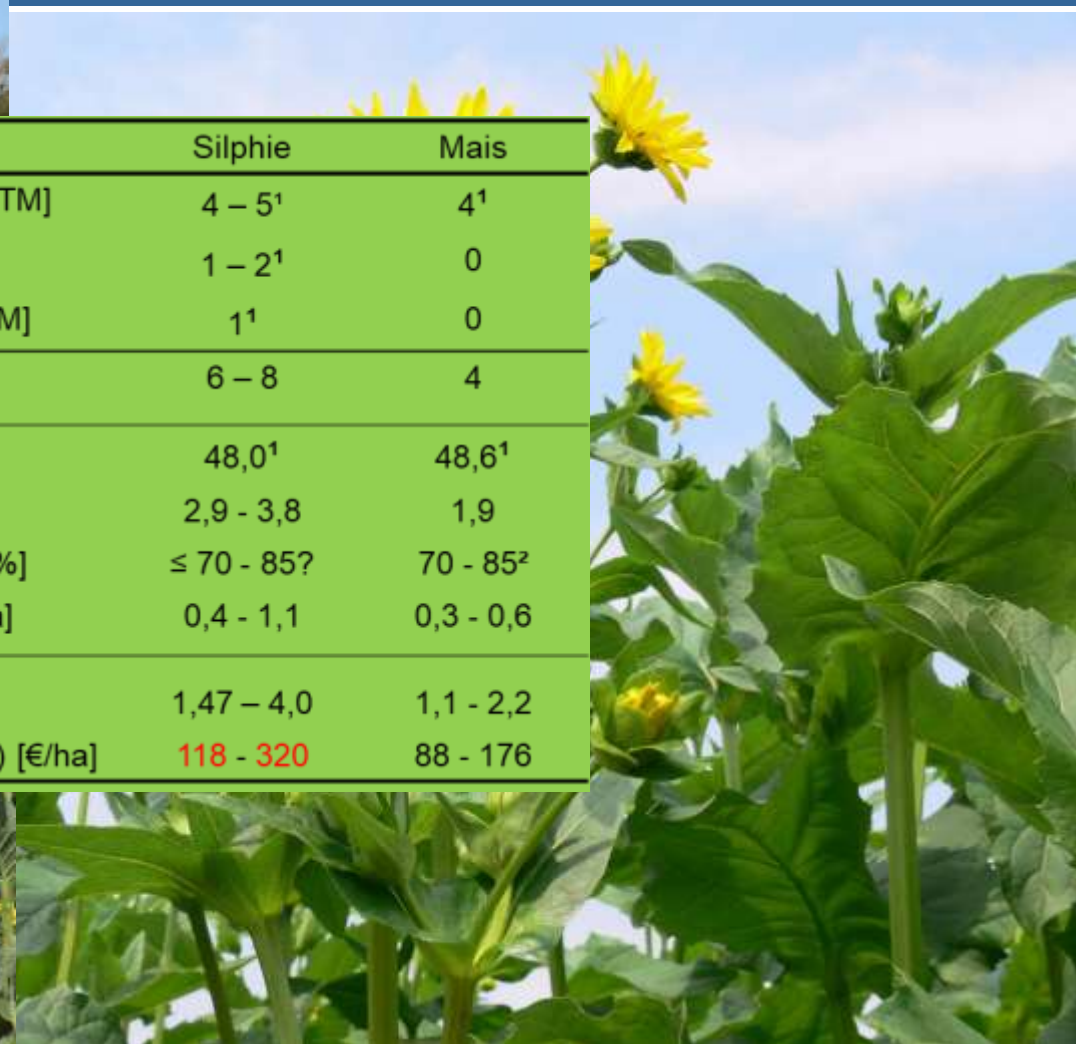
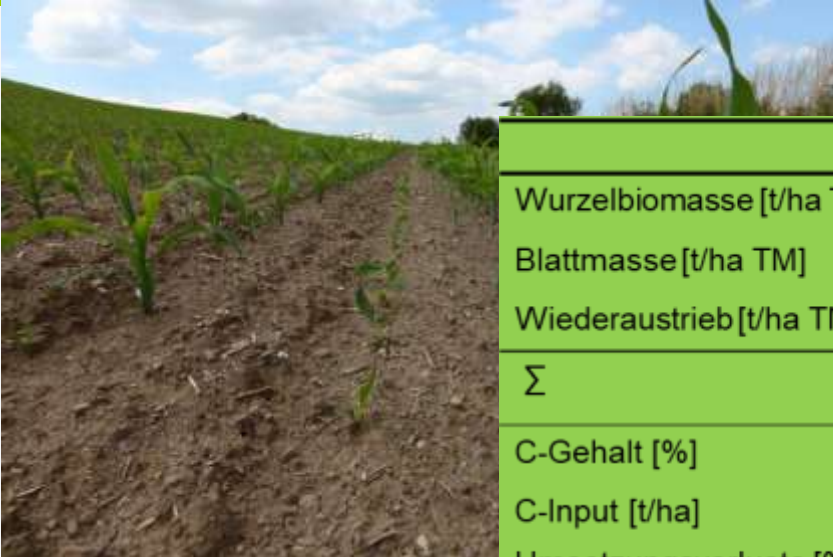


# Gewässerrahmenrichtlinie nachhaltig umgesetzt

Breite ca. 38 m – nach 10 Jahren



# Durchwachsene Sylphie als Maisersatz



	Sylphie	Mais
Wurzelbiomasse [t/ha TM]	4 – 5 <sup>1</sup>	4 <sup>1</sup>
Blattmasse [t/ha TM]	1 – 2 <sup>1</sup>	0
Wiederaustrieb [t/ha TM]	1 <sup>1</sup>	0
Σ	6 – 8	4
C-Gehalt [%]	48,0 <sup>1</sup>	48,6 <sup>1</sup>
C-Input [t/ha]	2,9 - 3,8	1,9
Umsetzungsverluste [%]	≤ 70 - 85 <sup>2</sup>	70 - 85 <sup>2</sup>
C-Sequestrierung [t/ha]	0,4 - 1,1	0,3 - 0,6
CO <sub>2</sub> -Äquivalent [t/ha]	1,47 – 4,0	1,1 - 2,2
Vergütung (80 €/t CO <sub>2</sub> ) [€/ha]	<b>118 - 320</b>	88 - 176

## Energiepflanzenanbau – Durchwachsene Silphie (DS)



Verschiedene  
Wachstumsstadien von  
*Silphium perfoliatum*  
Quelle: © mediathek.fnr.de

- Die Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*) ist nicht nur eine gute Alternative zu Mais für die Biogasproduktion, sondern bietet auch eine Reihe von **Ökosystemleistungen**:
  - Dienstleistungen für die biologische Vielfalt
    - Hochwertige Bienenweide
    - mehr "Bodenleben" durch tiefere Wurzeln
  - Klimadienstleistungen
    - weniger Lachgasemissionen (N<sub>2</sub>O) auf Standorten mit schwankender Feuchtigkeit
    - weniger Bodenerosion
    - mehr C-Sequestrierung (laut Literaturdaten höher als bei Mais)
- ZENAPA-Maßnahme → **Umstellung von konventionellem Energiepflanzenanbau (Mais) auf DS in einem Pilotbetrieb (11 ha)**
- Erntemengen konnten kontinuierlich seit 2019 gesteigert werden, 2021 konnte ein Ertrag von insgesamt 810 t erzielt werden
- Die Ergebnisse zeigen, dass der Anbau der DS wirtschaftlich ist

## Pilotanlage Kavitation – Materialaufschluss



- Die Kavitationsanlage kann an bestehende Biogasanlagen angeschlossen werden
- Der Zweck einer Kavitationsanlage ist es, den Rohstoff einer Biogasanlage aufzubrechen
  - Durch das Verfahren wird die Verweilzeit des Substrats im Gärbehälter verkürzt
  - Es wird ein höherer Gasertrag erreicht
  - Biomasse, die bisher als wirtschaftlich unrentabel galten, werden somit nutzbar (z. B. Faserreiche Gewächse)
  - Durch den erhöhten Gasertrag können Flächen für die Nahrungsmittelproduktion verfügbar gemacht werden
  - die Technologie erhöht nicht nur den Ertrag der Biogasanlage, sondern kann auch zur Erhöhung der Biodiversität beitragen
- Im ersten Jahr nach der Umstellung wurde eine **Steigerung des Gasertrages von 12 bis 15 %** festgestellt

→ **Dieses Projekt zeigt, dass der ZENAPA-Ansatz, Ökonomie, Ökologie und Klimaschutz zu verbinden, erfolgreich umgesetzt werden kann**

Kavitationsanlage  
Quelle: IfaS

Input-Material



Quelle: IfaS

Ergebnis



Quelle: IfaS



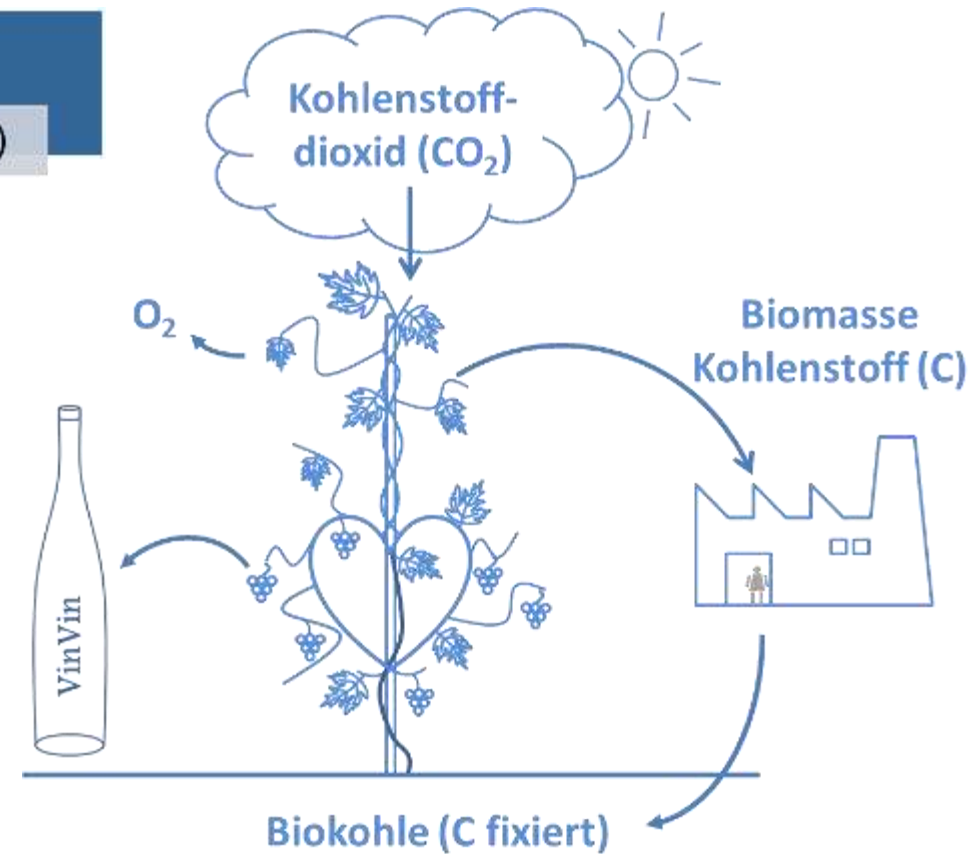
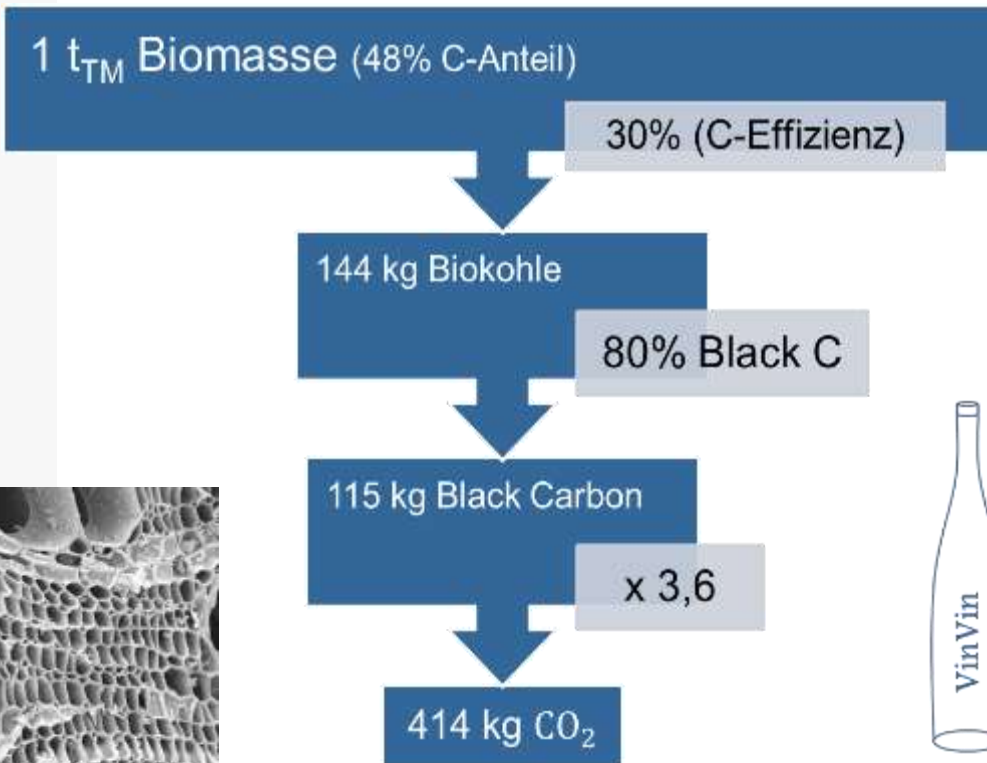
Quelle: IfaS



Quelle: IfaS



# CO<sub>2</sub> Sequestration – Einlagerung im Boden



# Pflanzenkohle – eine Negative Emissionstechnologie

- Nutzung von Heckengehölzen zur Herstellung einer hochwertigen Pflanzenkohle
  - Installation in der Region des Nationalparks Hunsrück-Hochwald
- Nutzung der Abwärme zur Beheizung eines Nahwärmenetzes
- Mögliche Abnehmer der Biokohle: Landwirte, BGA-Betreiber, Terra Preta Produzenten, Aktivkohlehersteller, Gartenbauer
- Biokohle wird über ein noch zu entwickelndes Nationalpark-Label regional vermarktet (u.a. als Torfalternative zur Bodenverbesserung)
- Durch die Abwärme der Biokohleproduktion werden pro Jahr ca. 65.000 m<sup>3</sup> Erdgas ersetzt und ca. 13 t CO<sub>2</sub> vermieden
- Begleitforschung mit der TU Kaiserslautern
  - ✓ Einsatz von Pflanzenkohle im Gewächshaus
  - ✓ Einsatz von Pflanzenkohle im Freiland
    - Einsatz von Pflanzenkohle bei der Wiederaufforstung (Container-Pflanzen) – in Planung
    - Einsatz von Pflanzenkohle Viehzucht – in Planung



© Risutec

# Ergebnisse der Gewächshausversuche

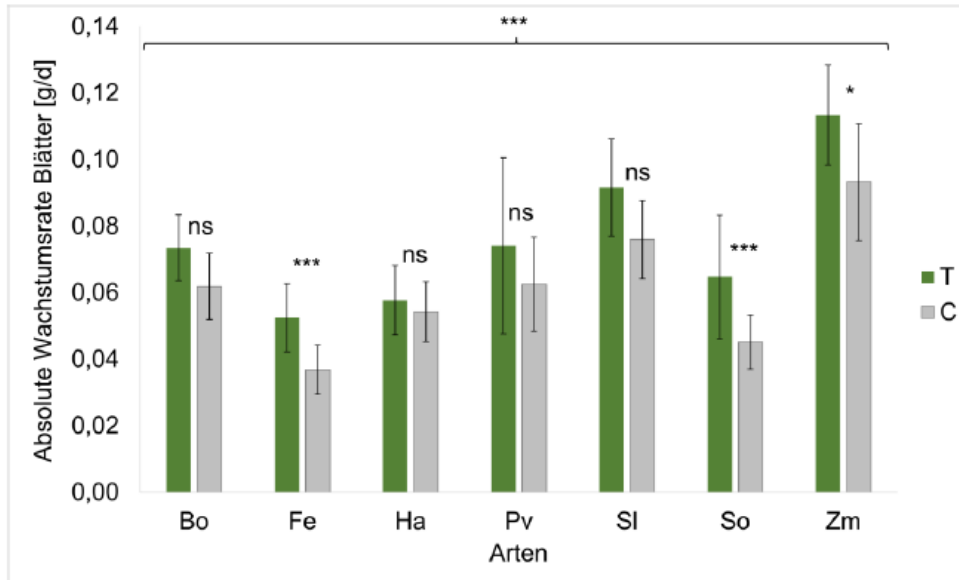


Abbildung 5: Auf Trockengewicht basierende Wachstumsraten der verschiedenen Arten bei Kontroll (C)- und Biokohlebehandlung (T). Höchst signifikant ist der Unterschied zwischen T und C bei *F. esculentum* ( $p < 0,001$ ) und *S. oleracea* ( $p < 0,001$ ). *Z. mays* weist einen signifikanten Effekt auf ( $p = 0,048$ ). Der Arteffekt ist höchst signifikant mit  $F(6, 133) = 69,737$ ;  $p < 0,001$ . Für die ANOVA wurden die Werte logarithmisch transformiert.

Gesteigerte Wachstumsrate (dw/t) durch Kohle-Zugabe

## Legende:

T: "treatment,, → mit Kohle-Kompost gewachsen  
 C: "control,, → mit Kompost gewachsen

Liste der Arten von links nach rechts:

- Bo: *Brassica oleracea* var. *Gongylodes* → Kohlrabi
- Fe: *Fagopyrum esculentum* → Echter Buchweizen
- Ha: *Helianthus annuus* → Sonnenblume
- Pv: *Phaseolus vulgaris* → Gartenbohne
- Sl: *Solanum lycopersicum* → Tomate
- So: *Spinacia oleracea* → Spinat
- Zm: *Zea mays* → Mais

Dw/t → Trockengewicht/Zeit über die das Wachstum stattfand

➤ Kohle führt zu mehr Biomasse!

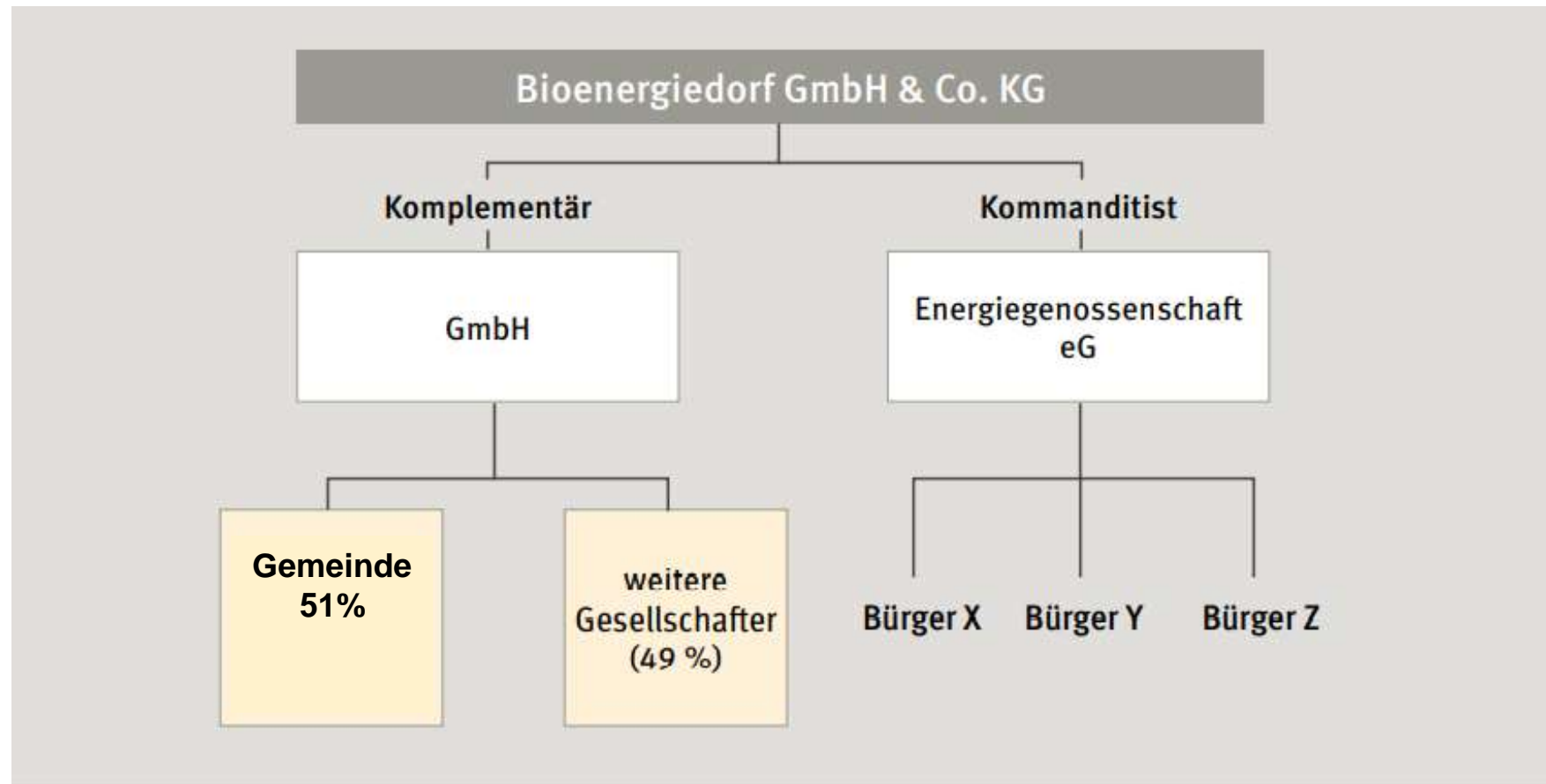




# Beispiel Losheim: Pflanzenkohle



# Mögliches Betreibermodell und Beteiligungsmöglichkeiten





# Umsetzungsmodelle Nahwärme / Betreibermodelle



Aus Bürger-/Gemeindesicht:

Mitsprache	+
Aufwand	+
Förderfähigkeit	+



... es wird nicht genug sein!

- ***40 Gt pro Jahr GHG Emissionen weltweit***
- ***Ca. 800 Mill t GHG Emissionen aus Deutschland***
- ***Ca 1 Tera Tonne CO<sub>2</sub> zu viel in der Atmosphäre***

This area could be a **green** carbon storage and (bio)**oil** producing land!!

*Storing up to 130 t CO<sub>2</sub>/ha/year*

*Producing approx. 2,000 liter biofuel/ha/year*

*Producing up to 80 t dry matter woody  
biomass / year/ha*

*Generating 2000 jobs per 10.000 ha*



Pilot stage (1): One tile 100 ha

Commercial stage: 2 mill. ha

200 land plots, each 10,000 ha

## Mauretanien

Lage von 3 10.000-ha Einheiten

Östlich von Lemhaisrat, dort östlich von N2-Strasse

Hauptverlaufsrichtung: Nord-Ost

(Hauptwindrichtung: aus Nord-Ost)

erlicher Höhenunterschiede:

nd bis 50 m ü.NN.

und III: 0 – 10 m ü.NN.

erung von Wasservorratsspeichern.

idwest-Ende bis Meer: 5000 m

der Bewässerungsperimeter 60 km

I: 3 – 6 km

I: 6 – 4 km

II: 4 km

hoher Personaleinsatz)

entsalzung, PV, offshore-Windstrom,

itung zwischen I und Küste,



IfaS, Ohlde, 2022

## Kohlenstoff im Boden

One year growth potential



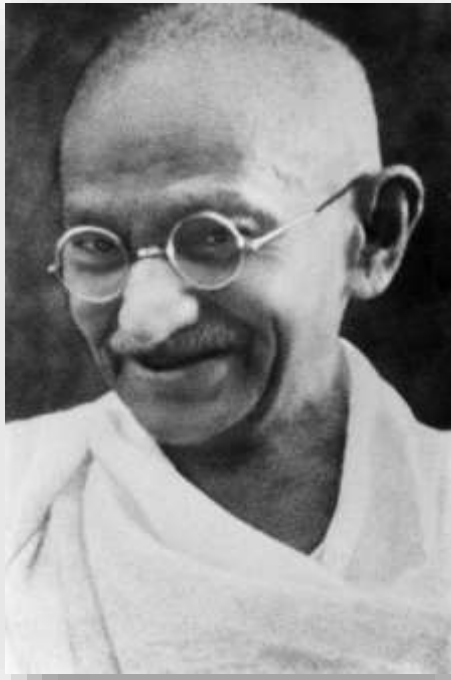
- Soil carbon sequestration (SCS) describes methods of soil cultivation which increases the organic carbon content of soil, by capturing atmospheric CO<sub>2</sub>
- Soils contain approx. 2,600 billion tonnes of carbon. This is roughly **three times more than in the atmosphere**
- Small changes in carbon storage in soil can have a massive impact on CO<sub>2</sub> concentration in the atmosphere

***Desert soils as carbon storage can be a game changer!***



„Die Zukunft hängt davon ab, was wir  
heute tun.“

(Mahatma Gandhi)



Quelle: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

## Klimaschutz, Biodiversität und Bioökonomie, eine Frage des lokalen/regionalen Engagements



ZENAPA 

Prof. Dr. Peter Heck  
Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)  
Hochschule Trier / Umwelt-Campus Birkenfeld  
Postfach 1380, D- 55761 Birkenfeld  
Tel.: 0049 (0)6782 / 17 - 1221  
Fax: 0049 (0)6782 / 17 - 1264  
Mail: [p.heck@umwelt-campus.de](mailto:p.heck@umwelt-campus.de)  
Internet: [www.stoffstrom.org](http://www.stoffstrom.org)