INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG HEIDELBERG

# Die Sache mit dem Kohlenstoff – Ist jede Holzverwendung gut für den Klimaschutz?

**Susanne Köppen**

6. Workshop der Verbände- und Dialogplattform Wald, Tangermünde, 11.-12. Juni 2015

# Agenda

1. Vergleich verschiedener Holznutzungen
2. Rolle der Holznutzung im Gesamtsystem „Wald und Klima“
3. Fazit und Diskussion

# Verschiedene Holznutzungen

energetisch

stofflich

oder
Kaskade?

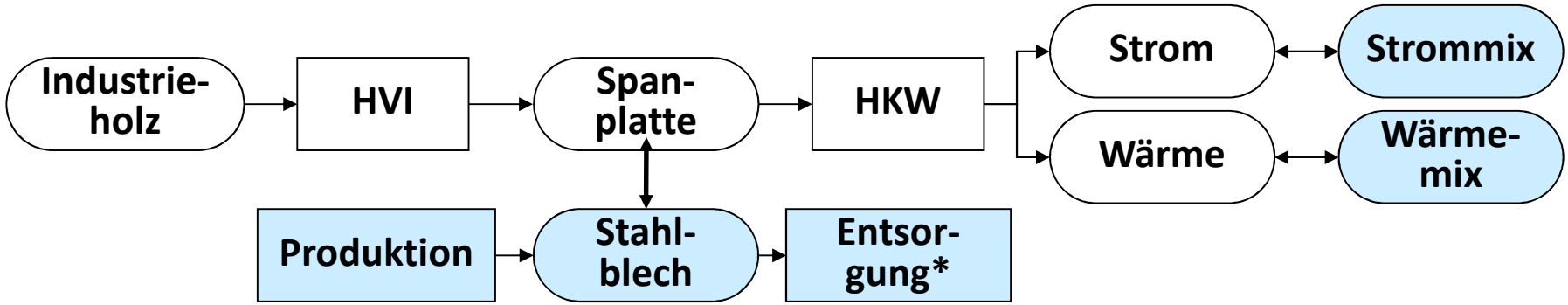
# Vergleich von Holznutzungen

- Mit Hilfe der Ökobilanz (Norm: DIN EN ISO 14040/14044)
- Vergleich **ganzer** Lebenswege von Herstellung bis Entsorgung
- Erlaubt die Untersuchung verschiedener Umweltwirkungen (z.B. Treibhausgasemissionen; Nutzung fossiler Ressourcen, Versauerung, Eutrophierung)

**Welche Holznutzung erzeugt am wenigstens Treibhausgasemissionen, bzw. spart am meisten Emissionen ein?**

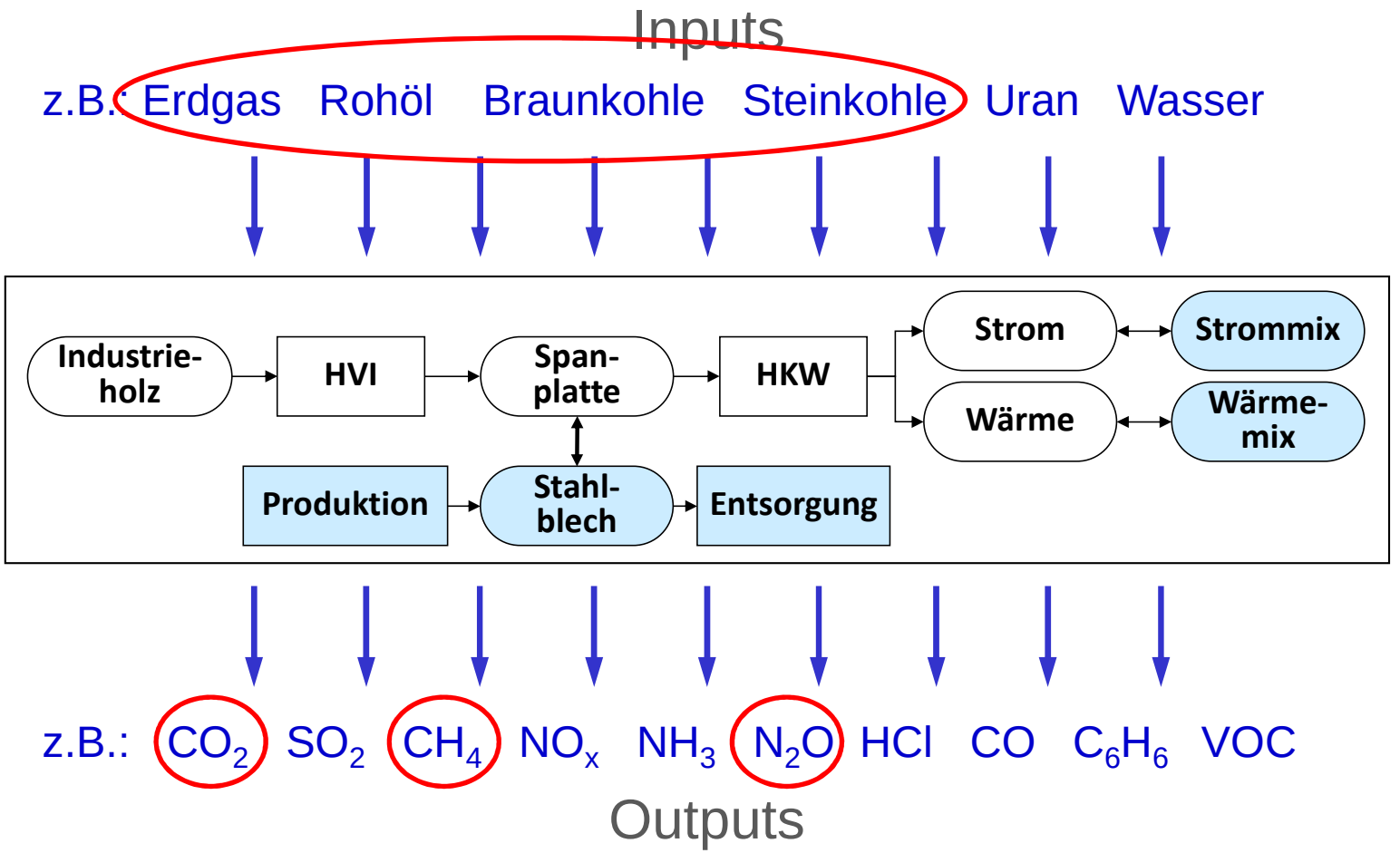
# Beispiel Spanplatte

# Beispiel Spanplatte




** incl. Recycling*

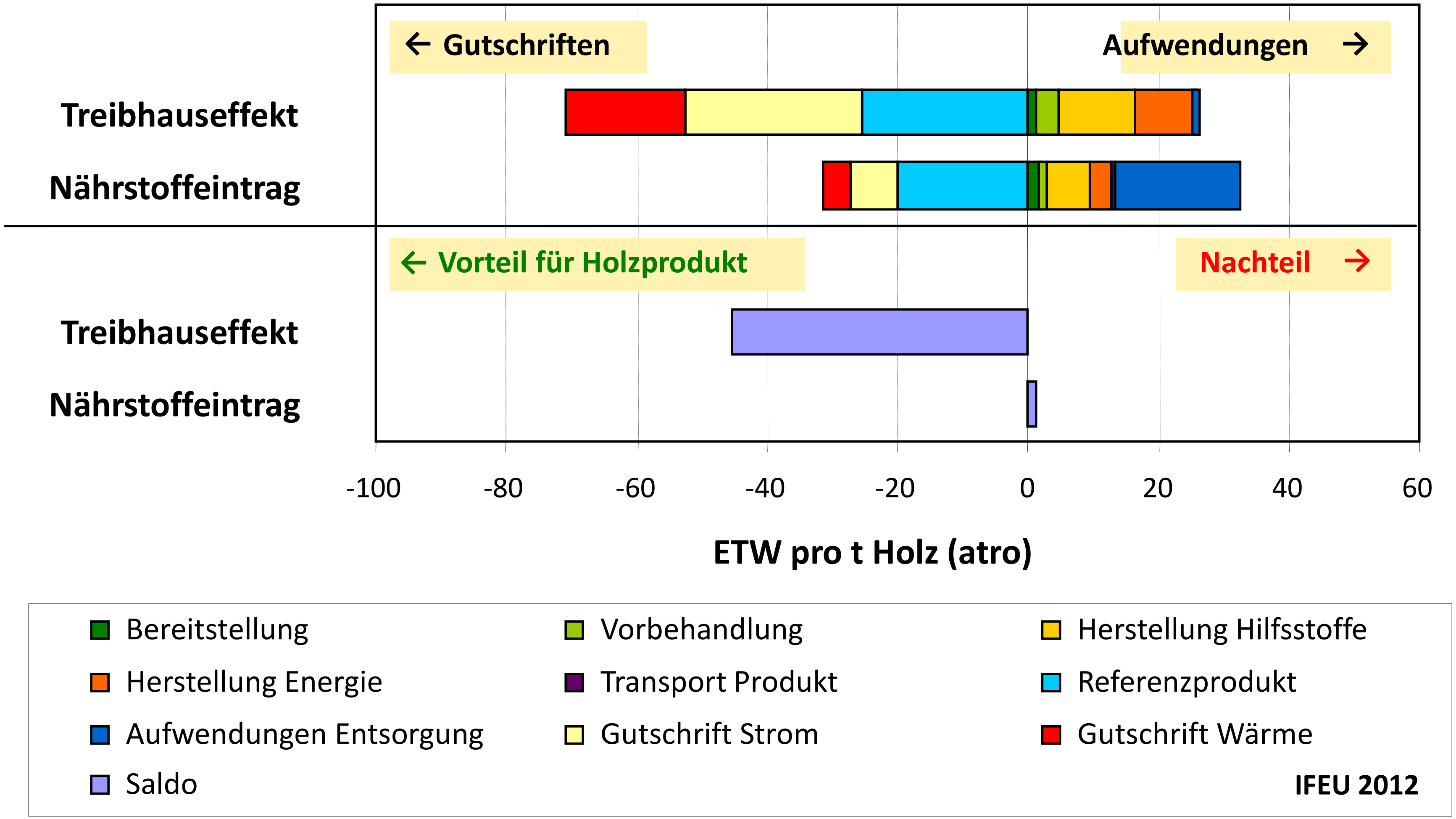
# Sachbilanz

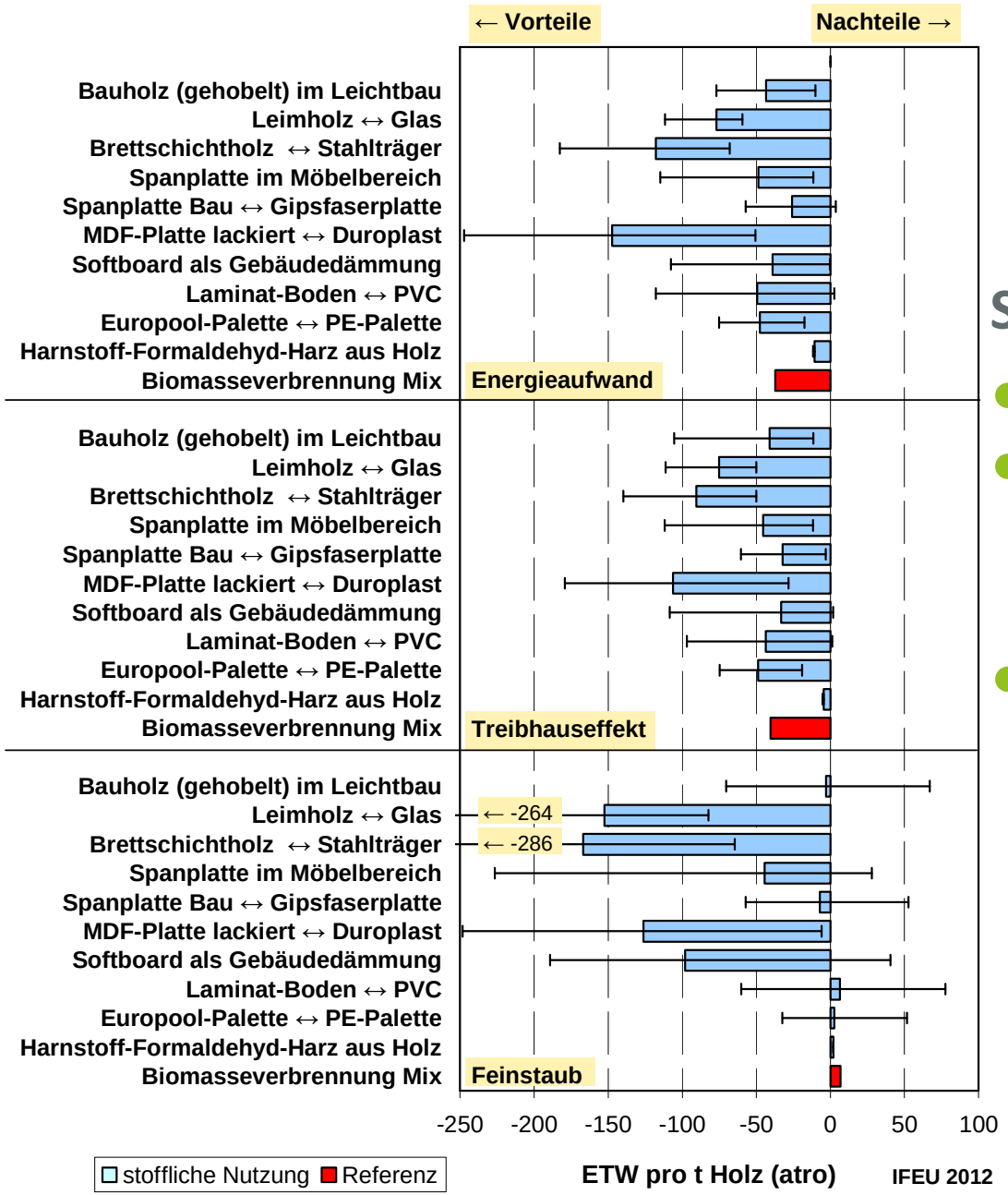

Inputs
z.B.: Erdgas
Rohöl
Braunkohle
Steinkohle
Uran
Wasser
Industrie-holz
HVI
Span-platte
HKW
Strom
Strommix
Wärme
Wärme-mix
Produktion
Stahl-blech
Entsorgung
z.B.: $CO_2$ $SO_2$ $CH_4$ $NO_x$ $NH_3$ $N_2O$ HCl CO $C_6H_6$ VOC
Outputs

# Wirkungsabschätzung

| Wirkungskategorie | Parameter | Substanzen (Sachbilanz) |
|---|---|---|
| **Energieaufwand** | **Summe erschöpflicher Primärenergieträger**<br>Summe biogener Primärenergieträger | Rohöl, Erdgas, Kohle, Uranerz, …<br>Nutzholz |
| **Treibhauseffekt** | **$CO_2$-Äquivalente** | Kohlendioxid, Distickstoffoxid, Methan, voll- und teilhalogenierte Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe, Methylbromid, … |
| **Versauerung** | **$SO_2$-Äquivalente** | Schwefeldioxid, Salzsäure, Stickstoffoxid, Ammoniak, Flusssäure, … |
| **Nährstoffeintrag** | **$PO_4$-Äquivalente** | Stickoxide, Ammoniak, Phosphat, Nitrat |
| **Humantoxizität** | **$PM_{10}$-Äquivalente (für Feinstaub)** | Schwefeldioxid, Stickoxide, Staub, Diesel-Partikel, Kohlenwasserstoffe, … |
| **Fotosmog** | **Ethen-Äquivalente** | Kohlenwasserstoffe, Stickoxide, Kohlenstoff-monoxid, chlorierte Kohlenwasserstoffe, … |
| **Ozonabbau** | **R-11-Äquivalente** | CFCs, Halone, Methylbromid, … |

# Beispiel Spanplatte





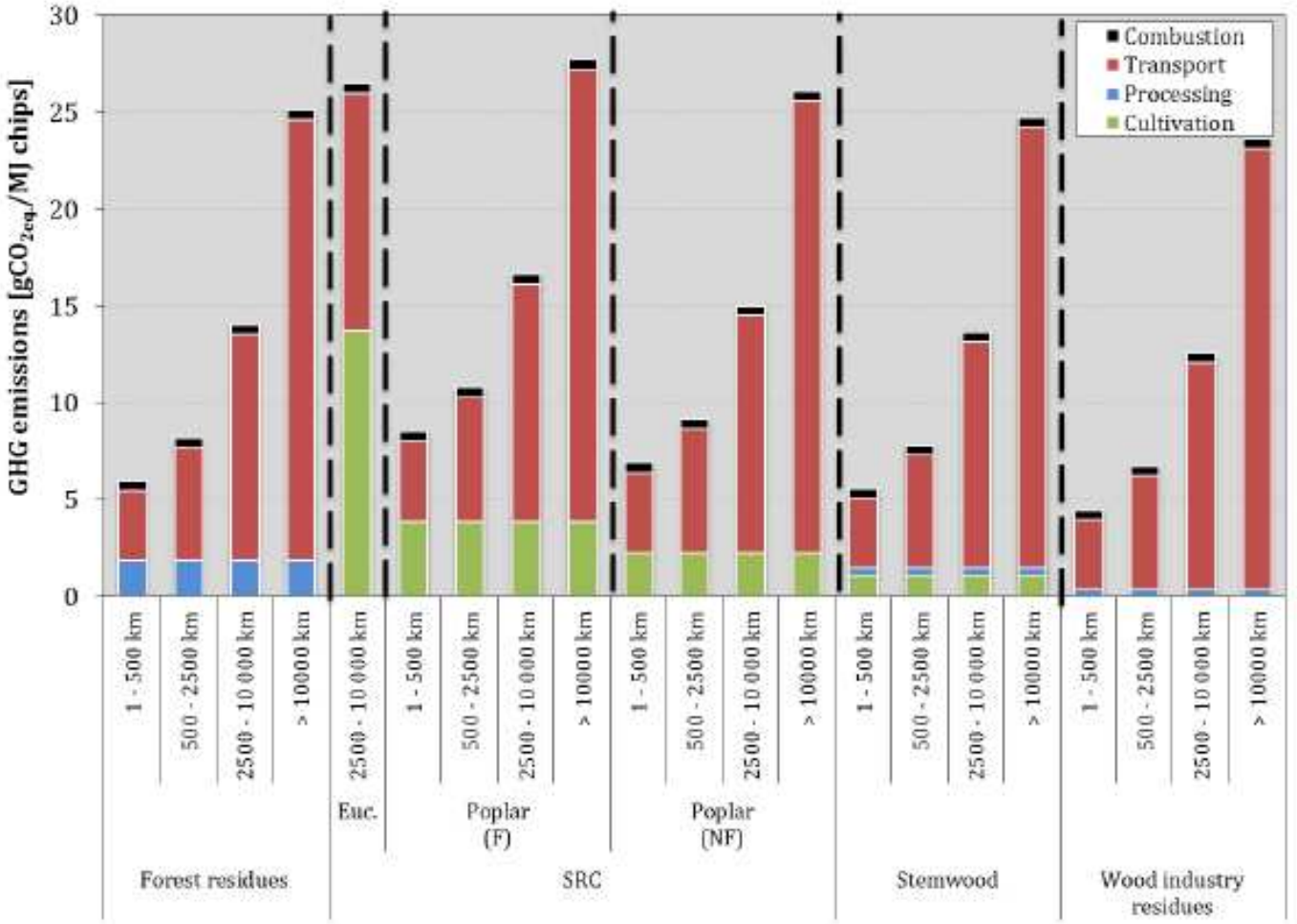

## Stoffliche Nutzung

- Große Bandbreiten
- Stoffliche Nutzung meist vorteilhaft gegenüber energetischer Nutzung
- Nachteile, wenn Technologien nicht ausgereift sind oder nicht aufwendige Nicht-Holz-Produkte substituiert werden


(Quelle: Eigene Berechnungen)

# Energetische Nutzung

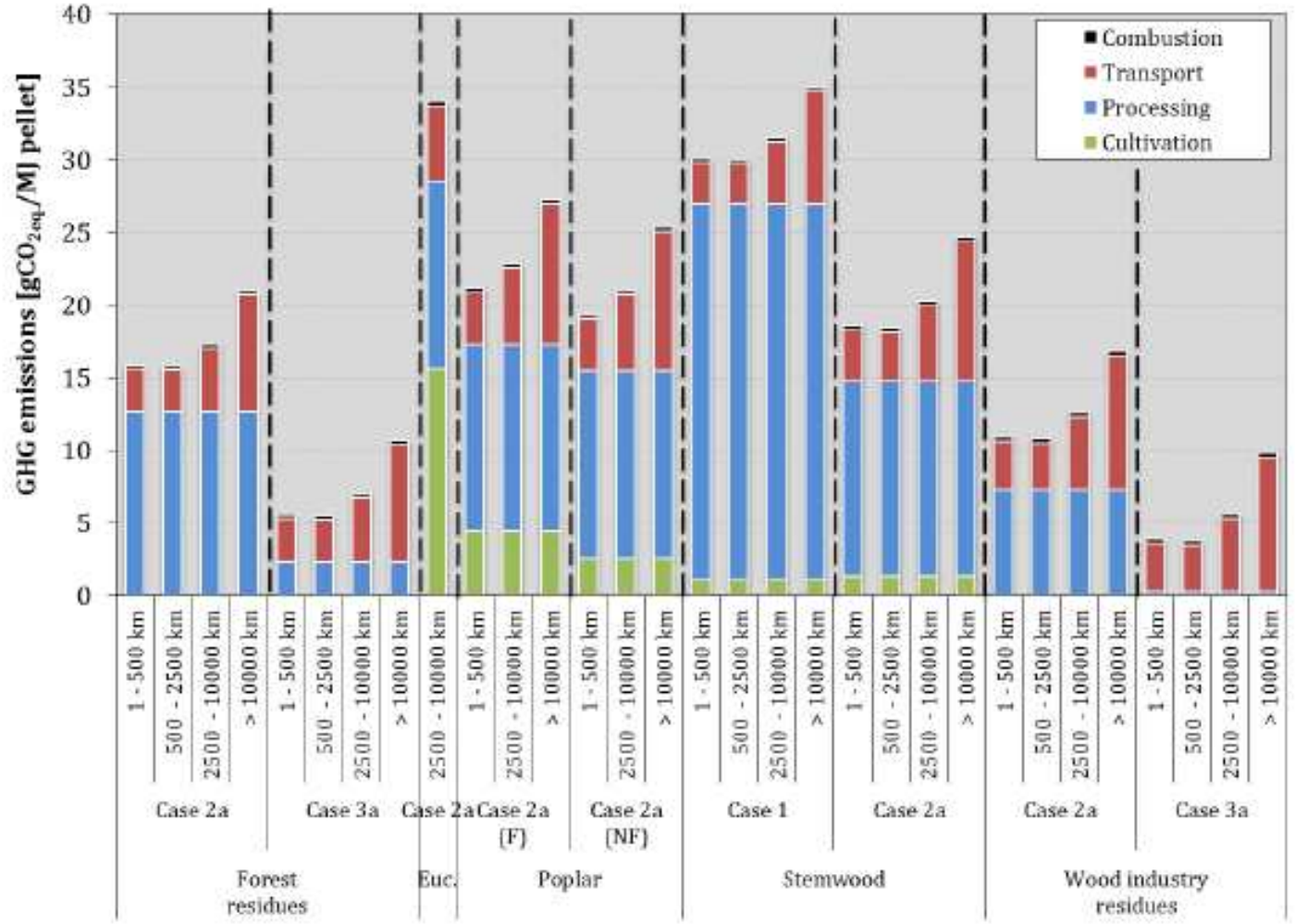
BIOGRACE II
Harmonised Greenhouse Gas Calculations for Electricity, Heating and Cooling from Biomass



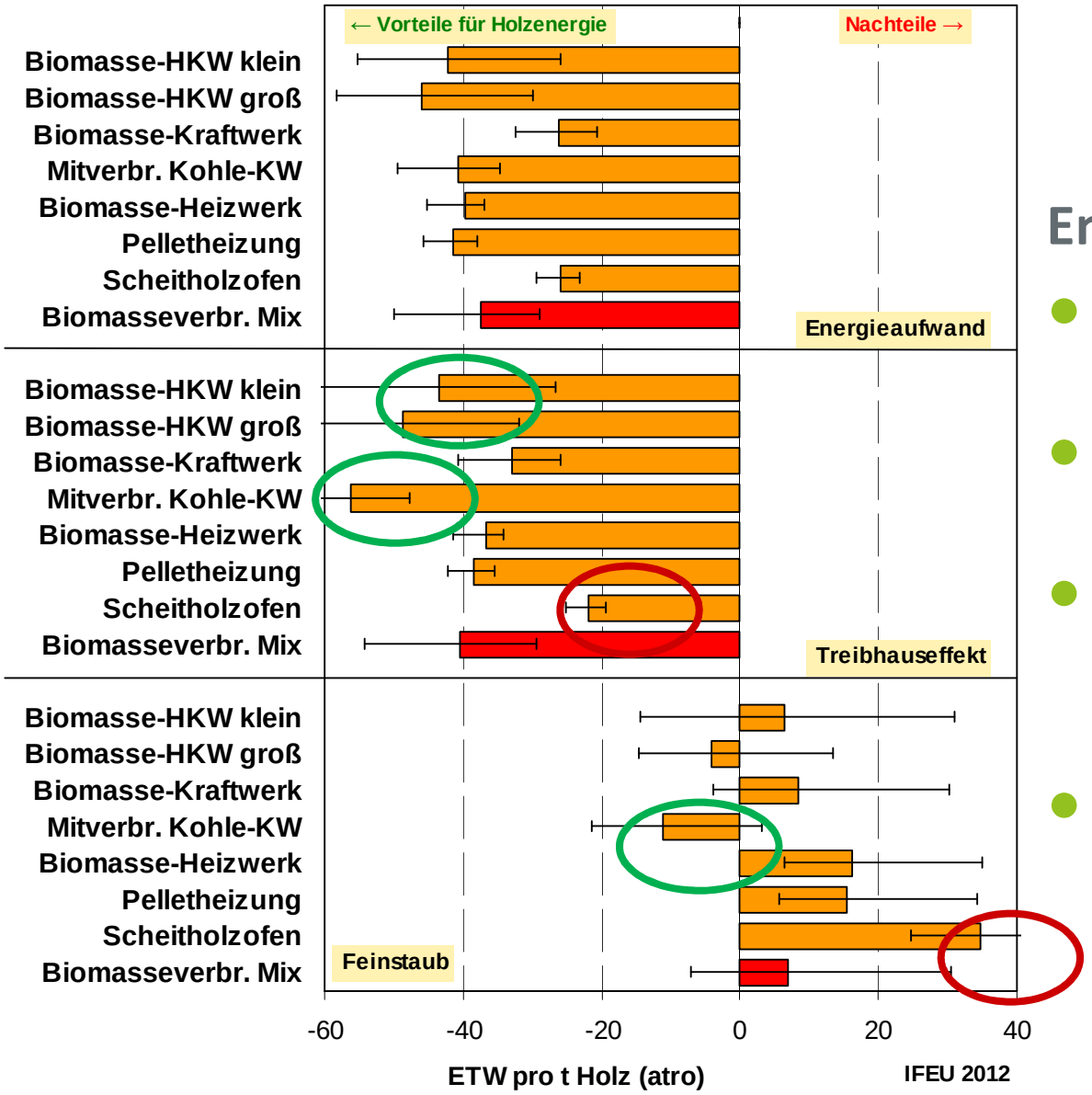

 Quelle: JRC 2014

# Energetische Nutzung

BIOGRACE II
Harmonised Greenhouse Gas Calculations for Electricity, Heating and Cooling from Biomass




 Quelle: JRC 2014

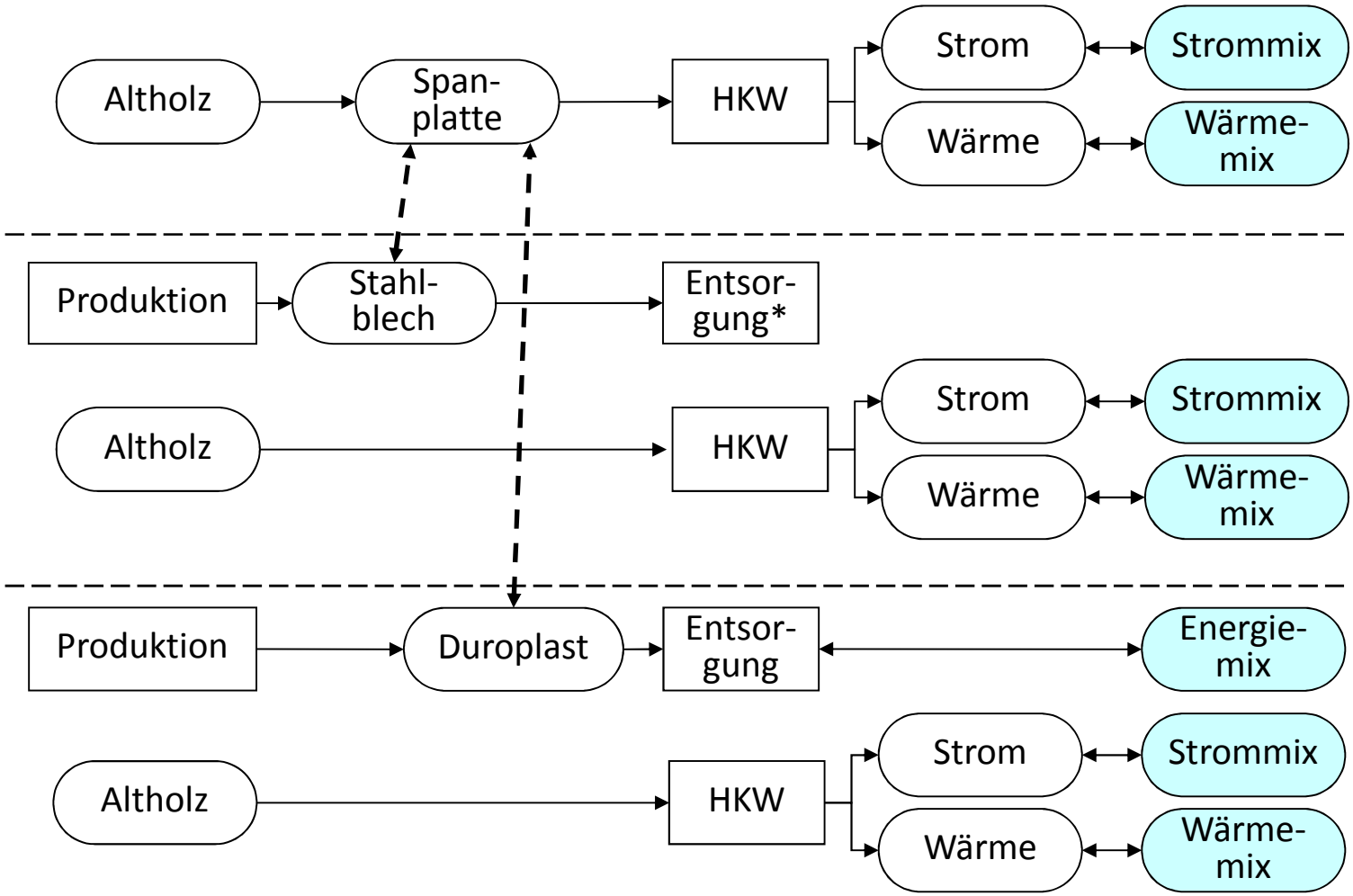



## Energetische Nutzung

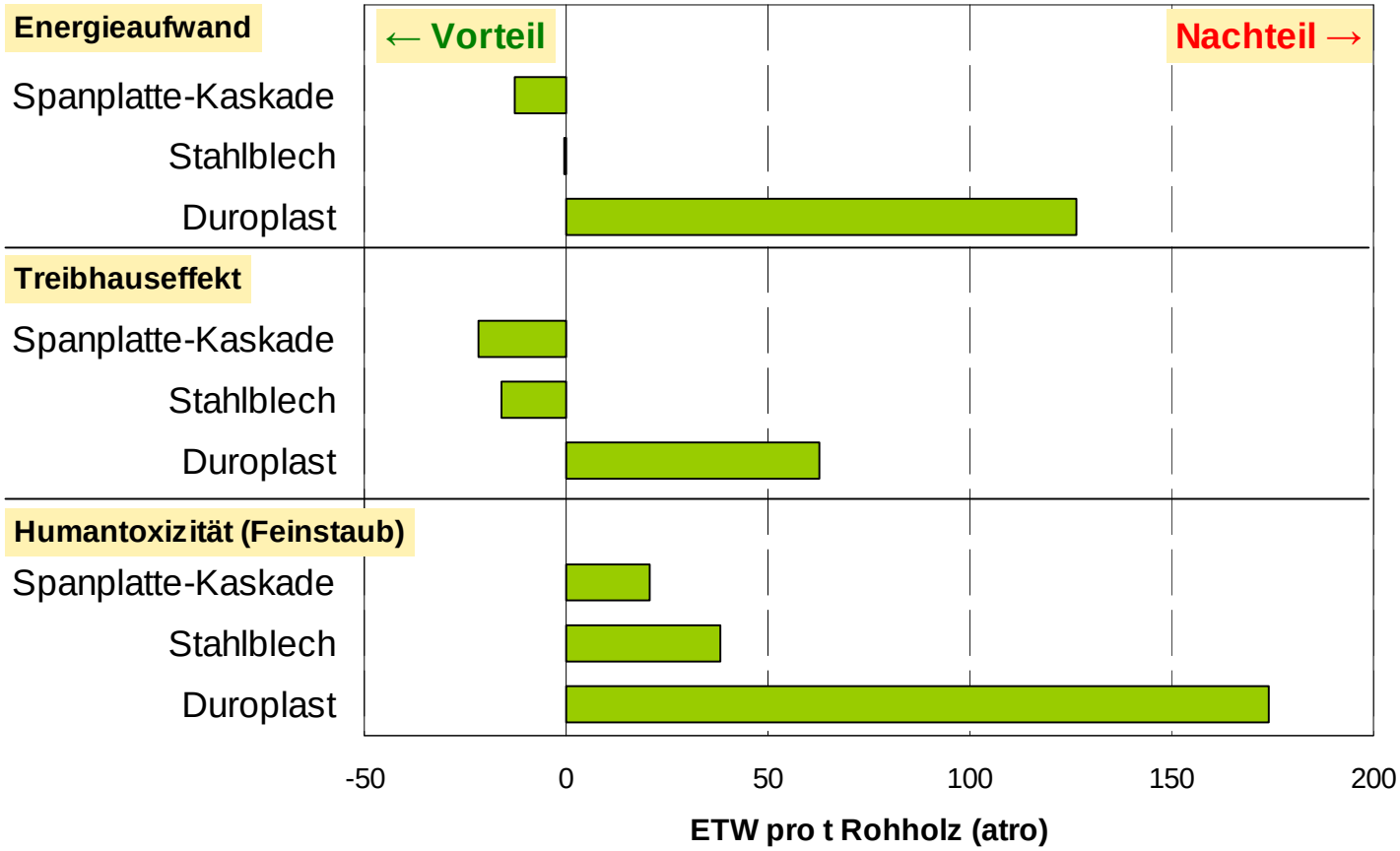
- Geringere Bandbreite als stofflichen Nutzung
- Größte Vorteile für Heizkraftwerke
- Vorteile für Mitverbrennung in Steinkohle-Kraftwerken
- Schlechteste Ergebnisse für Scheitholzöfen

(Quelle: Eigene Berechnungen)

# Kaskadennutzung - Szenario 1

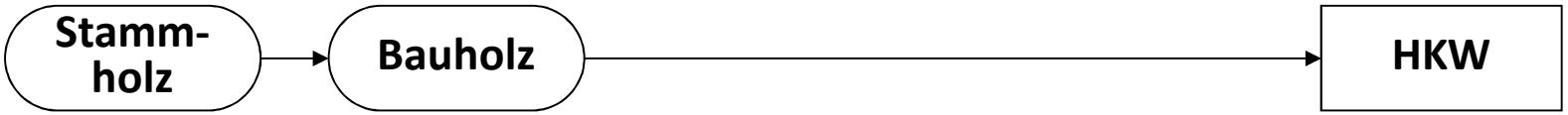


# Kaskadennutzung - Szenario 1



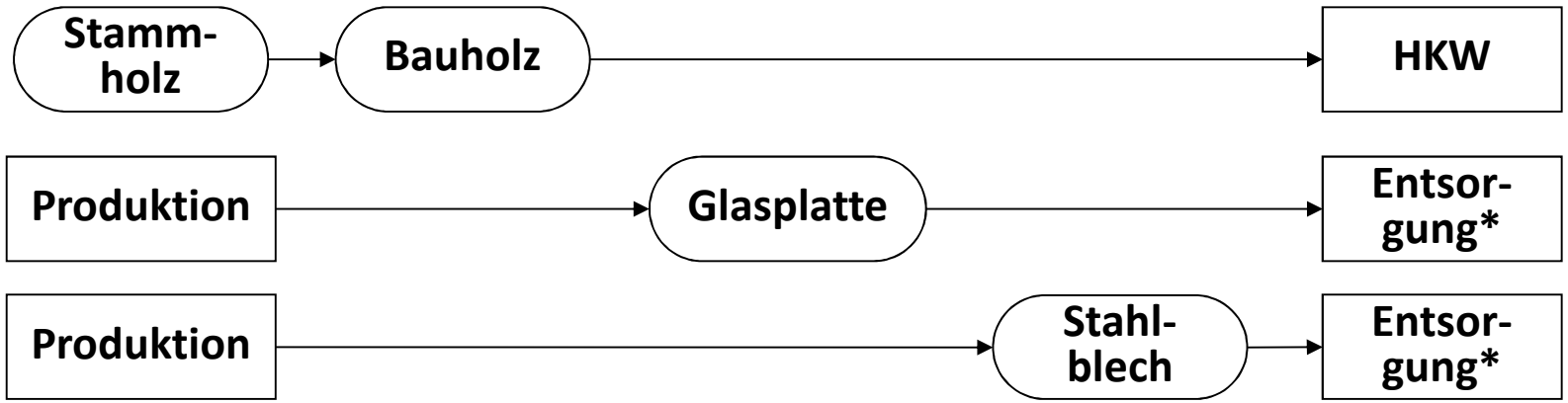

➔ **Vorteile für Altholz in Spanplatten verglichen mit Alternativen**

# Kaskadennutzung - Szenario 2



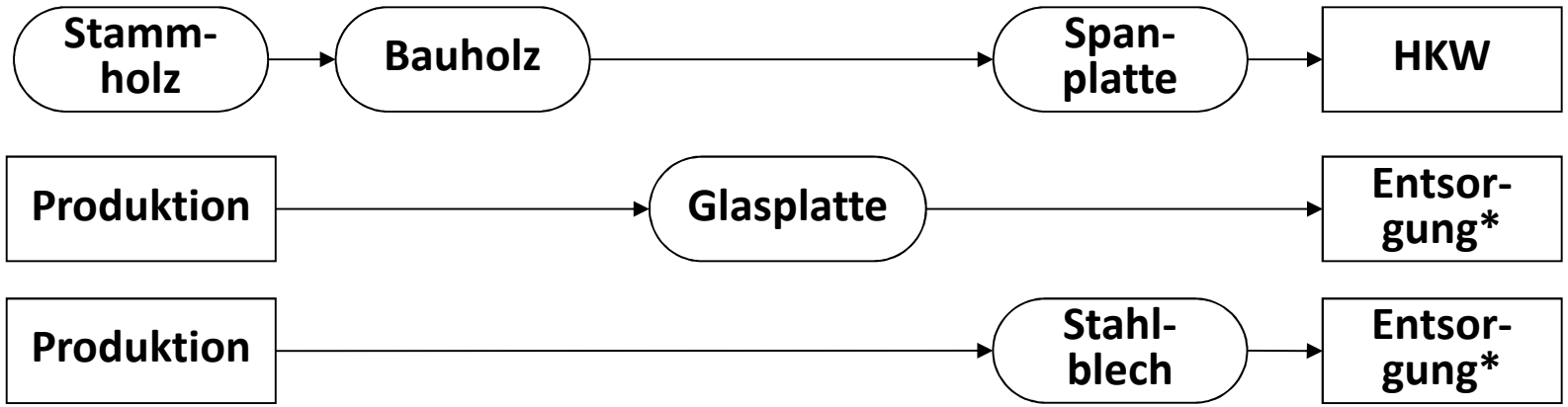
# Kaskadennutzung - Szenario 2

# Kaskadennutzung - Szenario 2



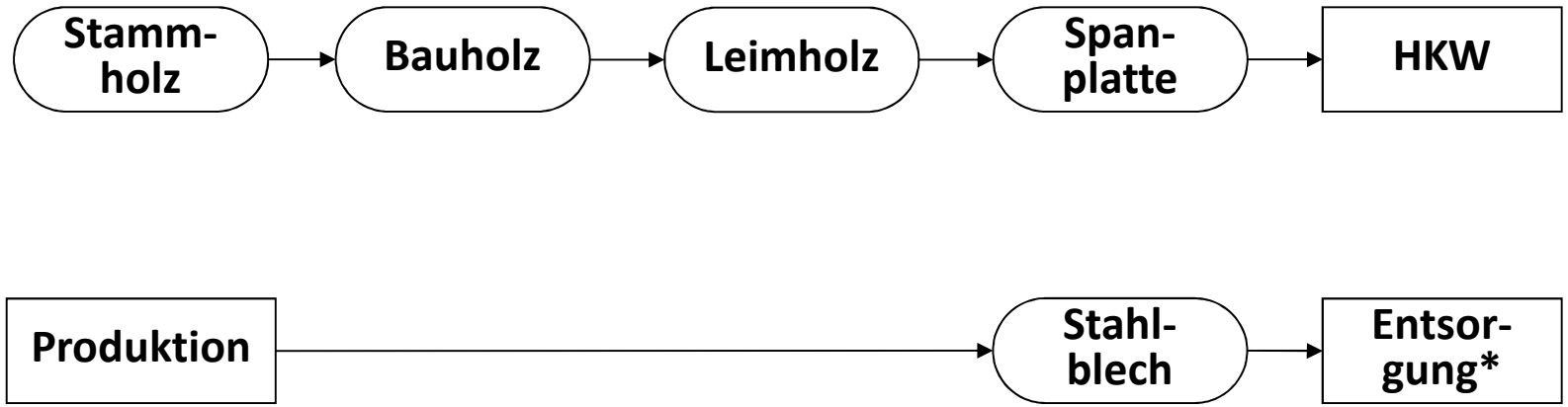

**Bereitstellung und Entsorgung von Referenzprodukten beinhalten Recycling*

# Kaskadennutzung - Szenario 2




**Bereitstellung und Entsorgung von Referenzprodukten beinhalten Recycling*

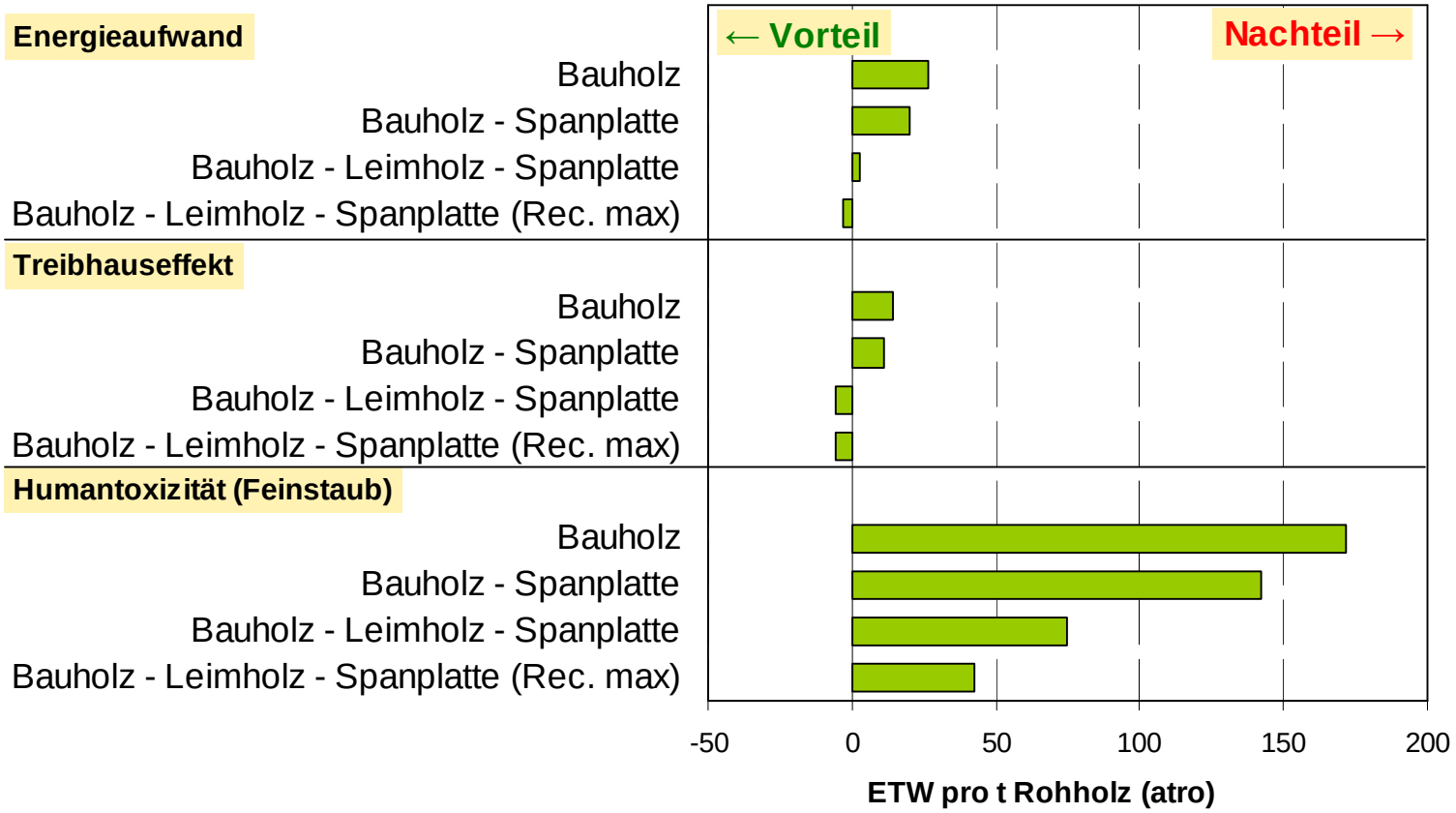
# Kaskadennutzung - Szenario 2




**Bereitstellung und Entsorgung von Referenzprodukten beinhalten Recycling*

# Kaskadennutzung - Szenario 2

# Kaskadennutzung - Szenario 2




➔ **Einsparungen steigen mit steigender Anzahl an Downcycling-Schritten**

# Kaskadennutzu

**Download:**
**www.ifeu.de**

# Agenda

1. Vergleich verschiedener Holznutzungen
2. Rolle der Holznutzung im Gesamtsystem „Wald und Klima“
3. Fazit und Diskussion

# Klimawirkung des Waldes

**Waldspeicher** + **Produktspeicher** + **Substitution**

# Produktspeicher

- Aufteilung des Holzes anhand eines Holznutzungsschlüssels in Produktgruppen

| Produktklasse | | Zersetzungs-konstante (k) [Jahre$^{-1}$] | Halbwertszeit ($t_{50}$) [Jahre] | Mittlere Lebensdauer ($t_{63}$) [Jahre] | Lebensdauer ($t_{95}$) [Jahre] | Haupt-produkte |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Produkte mit | langer Lebens-dauer | 0,02 | 35 | 50 | 150 | Bauholz |
| | mittlerer Lebens-dauer | 0,039 | 18 | 25 | 77 | Holzwerkstoffe wie Span- und Tischlerplat-ten, Furniere und Vollholz-möbel |
| | kurzer Lebens-dauer | | | | | |
| Energieholz | | | | | | |

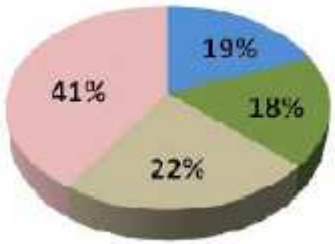
| Produktgruppe | Abbaurate k | MRT (Jahre) | Gruppierung nach Verweildauer |
|---|---|---|---|
| **PG 1** | 0,99425 | 1 | kurzlebig |
| **PG 2** | 0,33142 | 3 | |
| **PG 4** | 0,03977 | 25 | langlebig |
| **PG 6** | 0,01989 | 50 | |



Quellen: Mund et al. 2015; Knauf & Frühwald 2013

# Produktspeicher

Produktgruppen



- weitere stoffliche Nutzung
- energetische Nutzung / Verwertung

Betrachtungszeitraum
(z.B. 50 Jahre)

# Substitution

- Vermeidung von CO2-Emissionen durch die Verwendung von Holz anstelle von
  - a) anderen, mit höherem Energieaufwand und somit höheren CO2–Emissionen herzustellenden Materialien bzw.
    ➔ **materielle Substitution**
  - b) fossilen Energieträgern.
    ➔ e**nergetische Substitution**
- Angabe über Substitutionsfaktoren
  - Wie viel t C (CO2-Emissionen) werden pro t C im Holz vermieden?

# Energetische Substitution

- Direkte Nutzung des Holzes als Energieträger (Strom & Wärme)
- Ersatz von fossilen Energieträgern
- Mögliche Variationen:
  - Wahl des ersetzten Energieträgers / -mix (künftig wachsender Anteil an EE)
- Entspricht kurzer Lebensdauer ➔ bleibt innerhalb des Produktspeichers konstant

# Materielle Substitution

- Substitutionsfaktoren sehr unterschiedlich für verschiedene Produkte
- Annahme über Anteil des
  - der Verwertung / energetischen Nutzung am Lebensende
    ➔ Kombination mit energetischem Substitutionsfaktor
  - Recyclingquote (Kaskadennutzung)

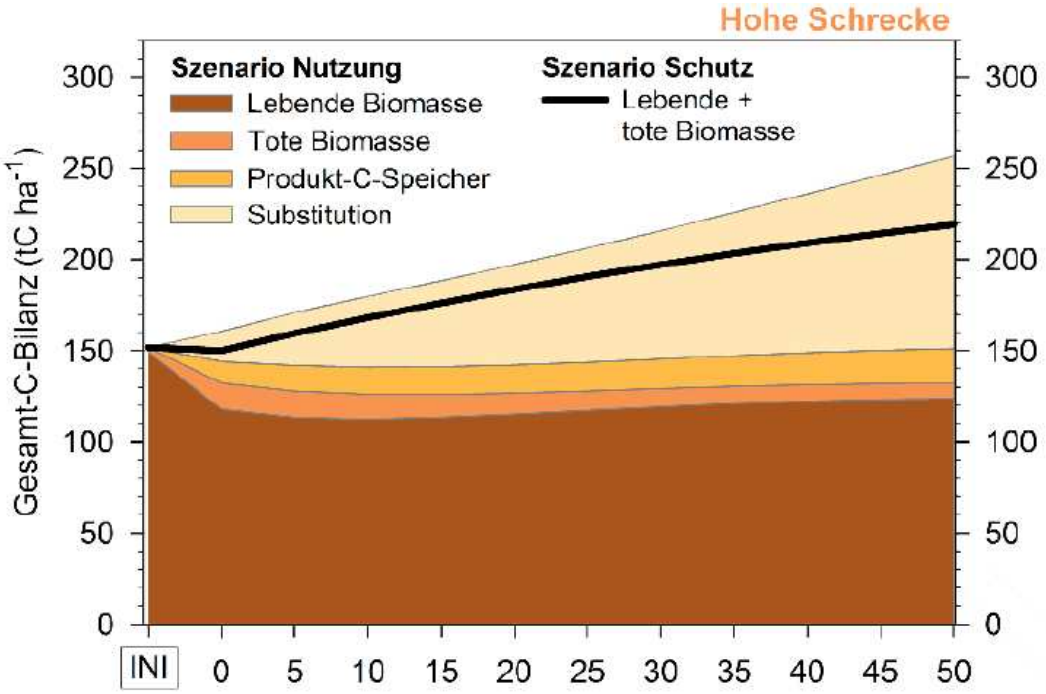
# Substitutionsfaktoren materielle Nutzung

| Systemvergleich | kg $CO_2$-Emiss./ kg Holz | kg C-Emiss./ kg C Holz |
|---|---|---|
| 1. Rundholz (Masten, Gala Bau, auch getränkt gegen Stahl, Beton (Aluminium) | | -2,40<br>Gala Bau 2,20<br>Masten 2,60 |
| 2. Nadelschnittholz sägerau, feucht z. B. Verpackungen, Schalung gegen Kunststoff (Folie, Formteile) | -3,2 | -1,80 |
| 3. Nadelschnittholz gehobelt, getrocknet z. B. Baukonstruktionen gegen Beton, Stahl, Ziegel | -2,6 | -1,40 |
| 4. Nadelholz – verleimte Vollholzprodukte z. B. BSH, BSP gegen Stahl, Beton, Ziegel | -2,4 | -1,30 |
| 5. Sperrholz, auch beschichtet gegen Alu-Profile, GFK | -3,0 | -1,62 |


Quelle: Mund et al. 2015

# Zusammenspiel von Speicher und Nutzung

- Klimaschutzeffekt aus der Holzverwendung (Produktspeicher + Substitution) höher als Waldspeicher
  - Effekte der Substitution akkumulieren sich




 Quelle: Mund et al. 2015

# Einflussfaktoren

- Ausgangsspeicher und Bewirtschaftung (Einschlagmenge)
- Baumarten (Laubbaum oder Nadelholz)
  - Unterschiedliche Dichte
- Aufteilung auf Produktgruppen
  - Lebensdauer und Abbaurate ➔ Produktspeicher
  - Verwendung ➔ energetische und materielle Substitution
- Höhe der (energetischen & materiellen) Substitutionsfaktoren
- Länge des betrachteten Zeitraums
  - Bei kurzfristiger Betrachtung schneiden schutzorientierte Szenarien besser ab (Altersklasseneffekt, Speicheraufbau im Totholz)

# Sensitivitäten der Ergebnisse

- Entwicklung von Leitplanken:
  - Anteil energetische Verwertung des Altholzes (75 % - 100 %)
  - Materieller Substitutionsfaktor (1,5 – 1,8 tC/tC)
  - Holzverwendung (mehr energetisch als stofflich)
- Kombination der Leitplanken:
  - Im ungünstigsten Fall 30 tC / ha weniger Einsparung (20% der gesamten C-Bilanz)


Quelle: Mund et al. 2015

# Agenda

1. Vergleich verschiedener Holznutzungen
2. Rolle der Holznutzung im Gesamtsystem „Wald und Klima“
3. Fazit und Diskussion

# Ist jede Holzverwendung gut?

- Holznutzung trägt im Wald / Holz-Cluster einen großen Teil zur Klimawirkung bei
  - Substitution & Produktspeicher
- Große Variationen der Einsparungen je nach Nutzung
- Holznutzung sollte so hochwertig wie möglich sein
  - Stoffliche Nutzung wo möglich
  - Kaskadennutzung in den meisten Fällen vorteilhaft
- Wo nur energetische Nutzung möglich ist:
  - KWK mit Komplettnutzung der Wärme am besten
- Langfristig hat stoffliche Nutzung immer größere Vorteile gegenüber der energetischen Nutzung

# Diskussionsansätze

- Produktspeicher
  - Welche Aussagekraft hat er (Erweiterung des Waldspeichers)?
  - Wie beliebig beeinflussbar ist er (Nachfrage)?
  - Welche Bedeutung messen wir zeitlichen Aspekten bei?
- Materielle Substitution:
  - Wie viel Alternativprodukte kann Holz ersetzen?
  - Wie ist Erhöhung der Kaskadennutzung möglich?
    ➔ Hemmnisse

INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG HEIDELBERG

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Susanne Köppen**

susanne.koeppen@ifeu.de; +49 30 284 45 78-25