

Umweltleistungsmessung von Hochleistungholztragwerken (HHT)

Forschungsbericht

Prof. Dr. Edeltraud Günther, Christian Manthey, Ramona Scheel

Aachen, 21.09.2011



1. Ziel und Untersuchungsrahmen
2. Sachbilanz
3. Wirkungsabschätzung
 1. KEA als eindimensionaler Indikator
 2. CML als mehrdimensionale Methode
4. Auswertung
 1. Wesentliche Ergebnisse
 2. Sensitivitätsanalyse
5. Diskussion

Ziel der Studie

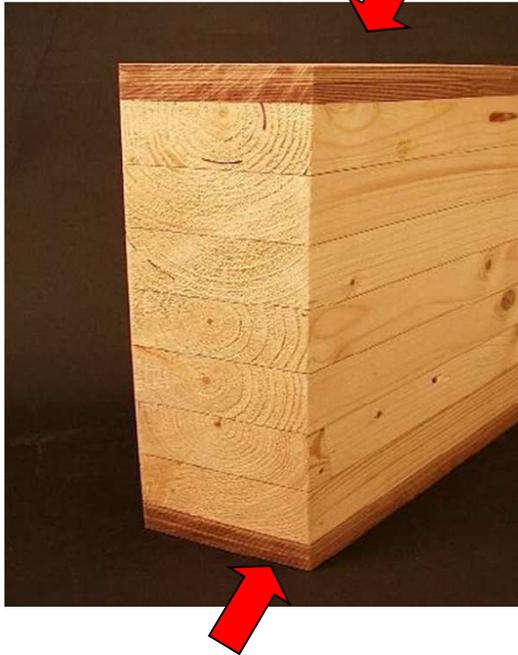
- Umweltsleistungsmessung als Teil des BMBF-Projektes
 - „Hochleistungsholztragwerke – HHT – Entwicklung von hochbelastbaren Verbundbauweisen im Holzbau mit faserverstärkten Kunststoffen, technischen Textilien und Formpressholz“
- Ziele:
 - Erkundung wesentlicher Einflussgrößen
 - Erkundung potentiell am stärksten betroffenen Wirkungskategorien
 - Untersuchung anhand von greifbaren Werten, ob die Idee einer (ökologisch) nachhaltigen Entwicklung durch den Einsatz von Hochleistungsholztragwerken (HHT) unterstützt werden kann



Untersuchungsrahmen

- Vergleich von 3 geplanten Geh- und Radwegbrücken (Berlin)
 - Herkömmliche Holz-Bauweise
 - HHT-Bauweise
 - Stahl-Bauweise
- Lebensdauern:
 - 40 Jahre für die Holzbrücken
 - 80 Jahre für die Stahlbrücke
- Systemgrenze:
 - cradle-to-grave
 - Stand der Technik von 2000, Berlin (Europa)
 - Ausschluss von Infrastrukturprozessen bei selbst erhobenen Daten
 - Allokation anhand ökonomischer Werte





Hochleistungsholztragwerke – HHT

- HHT-Bauweise: beidseitig mit Kunstharzpressholz (KHP) verkleidetes Brettschichtholz
- Einige Eigenschaften:
 - Wasserbeständigkeit
 - Temperaturbeständigkeit
 - Undurchlässig für Kraftstoffe, Öl
 - Leichtgewichtig
 - Hohe Wetterbeständigkeit
 - Niedrige thermische Leitfähigkeit
 - Anti-Statik, Korrosions- und Chemikalienbeständigkeit
 - ...

Neue Eigenschaften führen zu größerer Haltbarkeit und Tragfähigkeit durch bessere "Outdoor-Performance – längere Lebensdauer erwartet

www.dehonit.de/english



- Wirkungsabschätzungsmethoden:
 - kumulierte Energieaufwand
 - CML-Methode
- Datenbasis:
 - Ecoinvent
 - Eigene Erhebungen
- Software:
 - SimaPro

Abbildung: Übersicht Sachbilanz/ Lebenszyklus der 3 Brücken

Vergleich des gesamten Lebenszyklus
1. Ressourcenverbrauch (KEA)

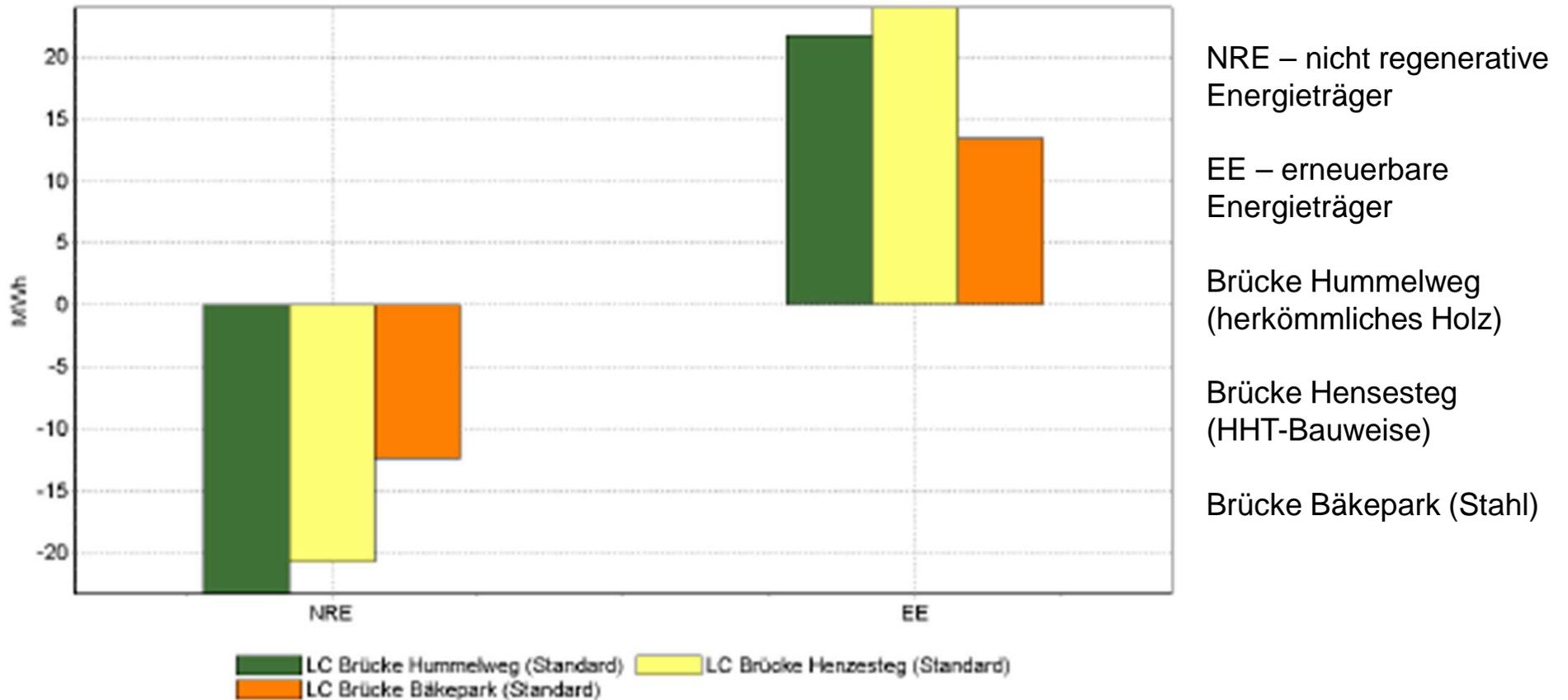


Abbildung: Ressourcenverbrauch in MWh: Lebenszyklus der drei Brücken

Vergleich des gesamten Lebenszyklus
2. CML-Methode

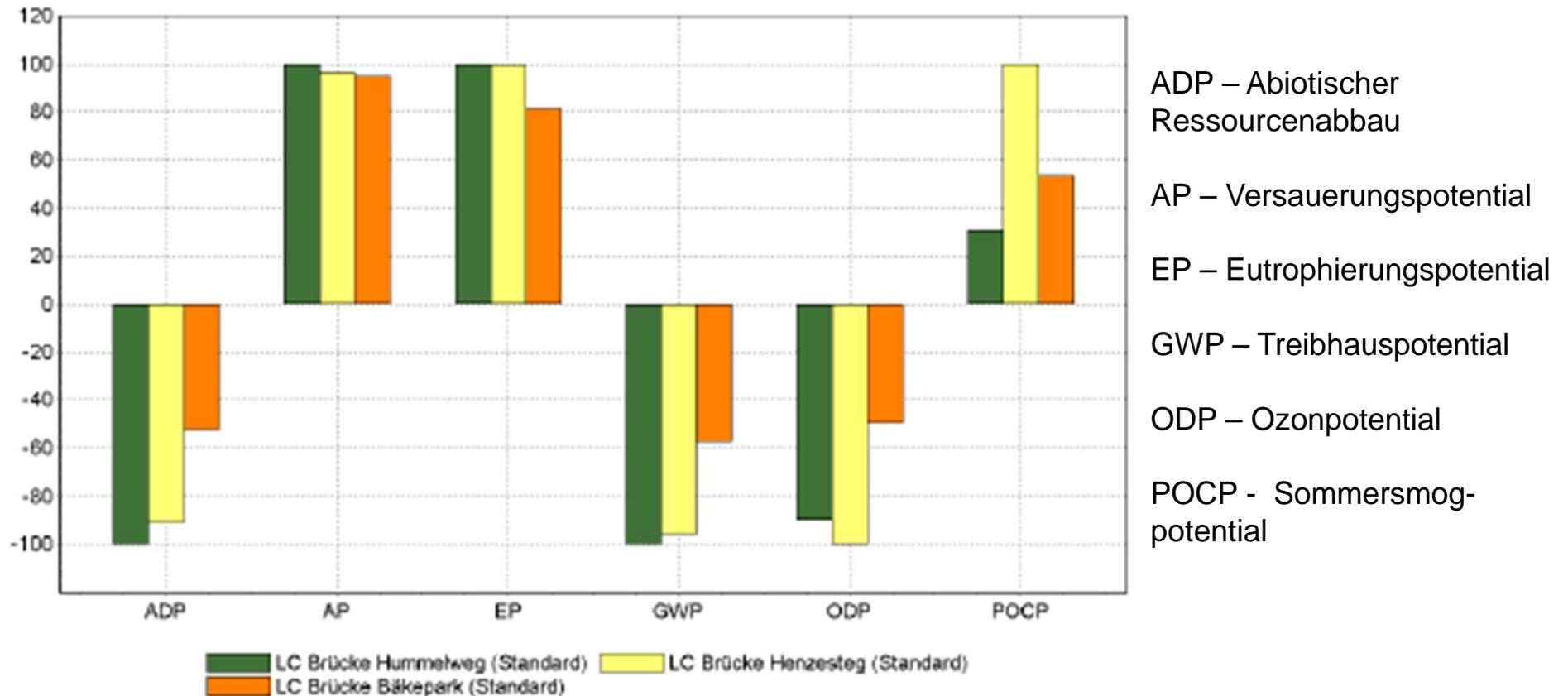
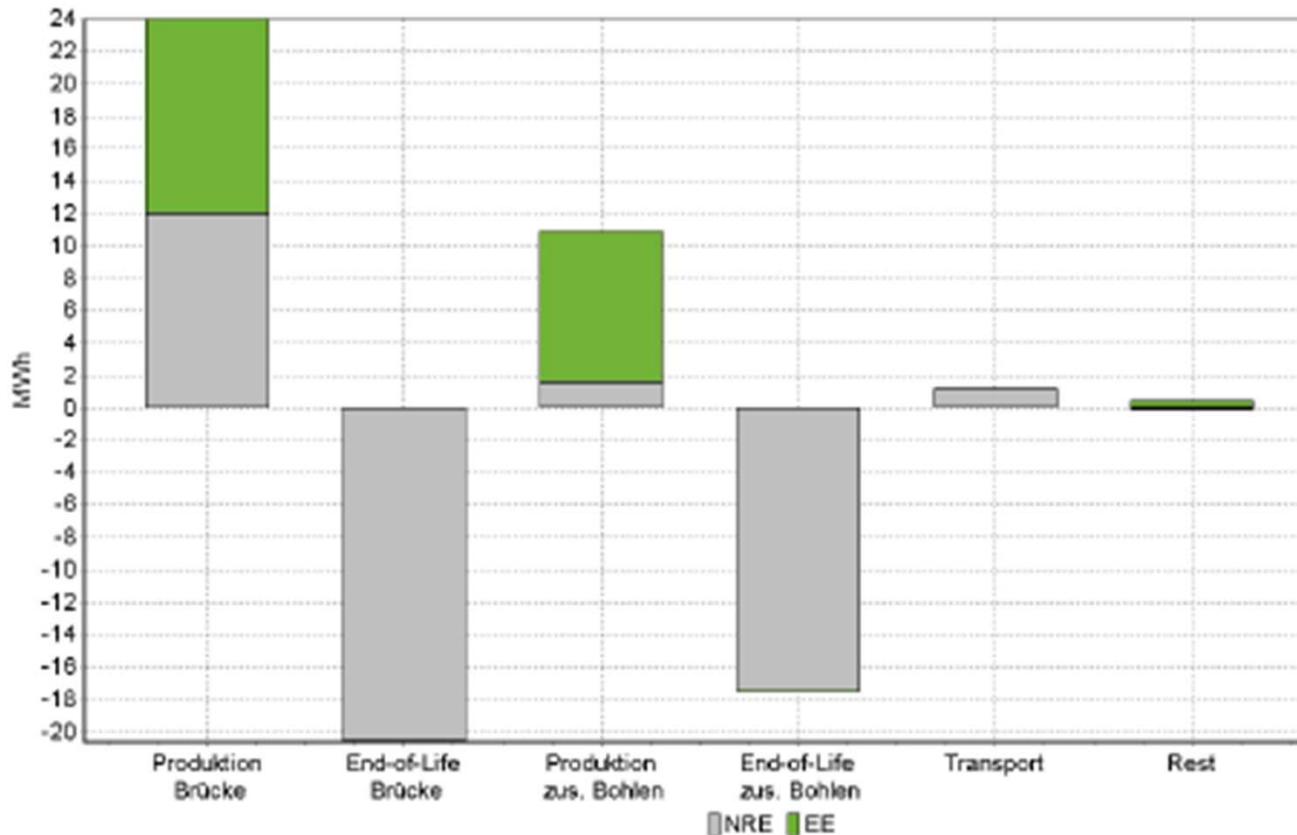


Abbildung: CML: Lebenszyklus der drei Brücken

Analyse des Lebenszyklus der Brücke aus herkömmlichem Holz

1. Ressourcenverbrauch (KEA)

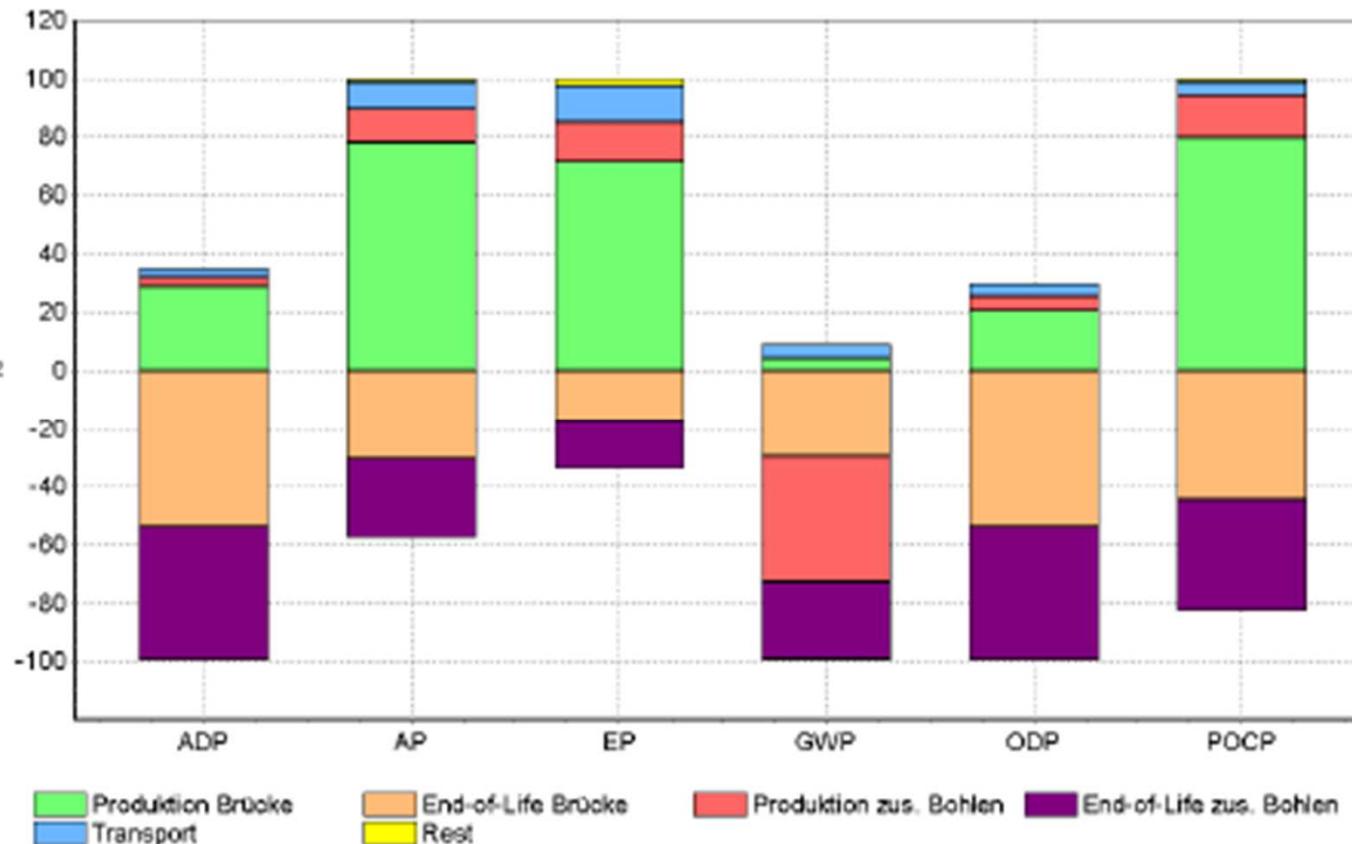


NRE – nicht regenerative Energieträger

EE – erneuerbare Energieträger

Abbildung: Ressourcenverbrauch in MWh: Lebenszyklus der Brücke aus herkömmlichem Holz

Analyse des Lebenszyklus der Brücke aus herkömmlichem Holz 2. CML-Methode



ADP – Abiotischer Ressourcenabbau

AP – Versauerungspotential

EP – Eutrophierungspotential

GWP – Treibhauspotential

ODP – Ozonpotential

POCP - Sommersmogpotential

Abbildung: CML: Lebenszyklus der Brücke aus herkömmlichem Holz

Analyse des Lebenszyklus der Brücke in HHT-Bauweise

1. Ressourcenverbrauch (KEA)

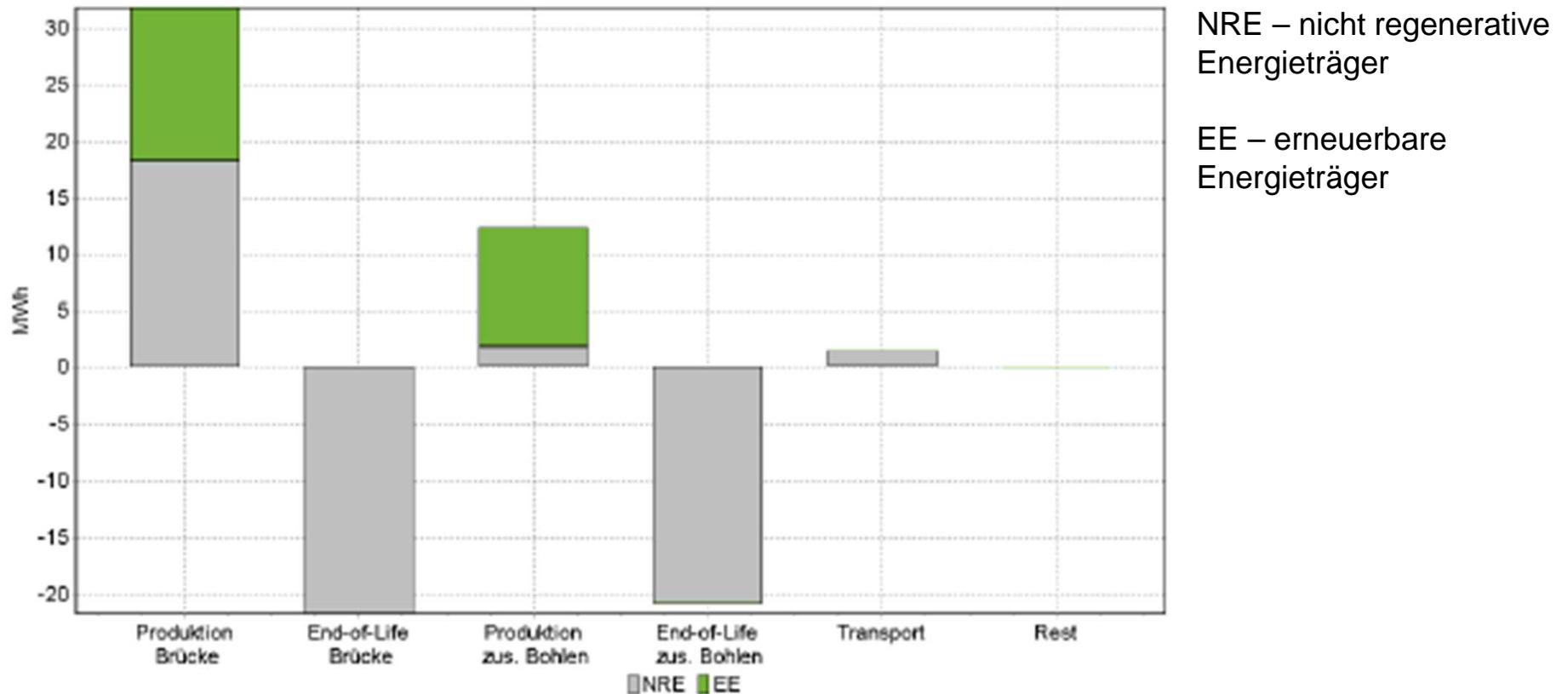
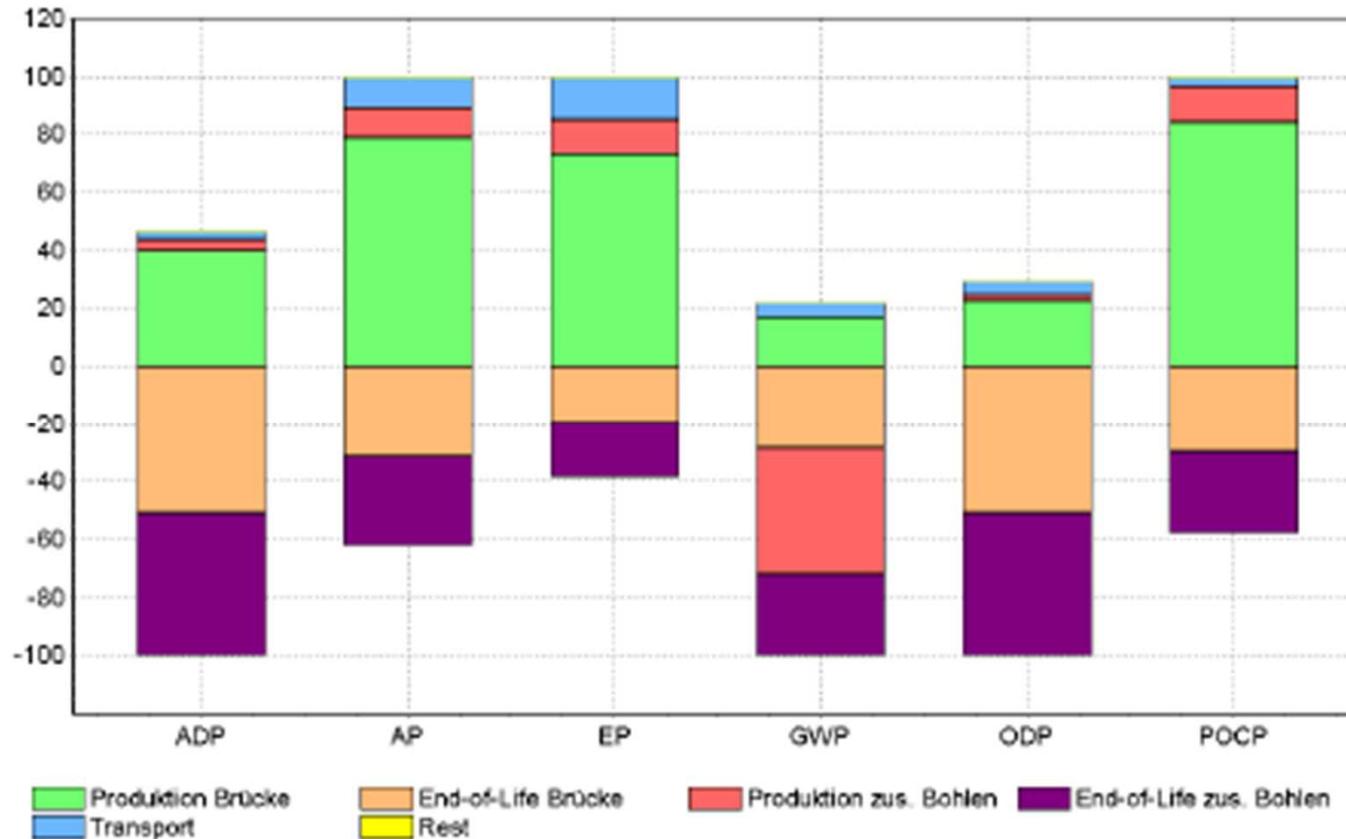


Abbildung: Ressourcenverbrauch in MWh: Lebenszyklus der Brücke in HHT-Bauweise

Analyse des Lebenszyklus der Brücke in HHT-Bauweise
2. CML-Methode



ADP – Abiotischer Ressourcenabbau

AP – Versauerungspotential

EP – Eutrophierungspotential

GWP – Treibhauspotential

ODP – Ozonpotential

POCP - Sommersmogpotential

Abbildung: CML: Lebenszyklus der Brücke in HHT-Bauweise

Analyse des Lebenszyklus der Brücke in Stahl-Bauweise

1. Ressourcenverbrauch (KEA)

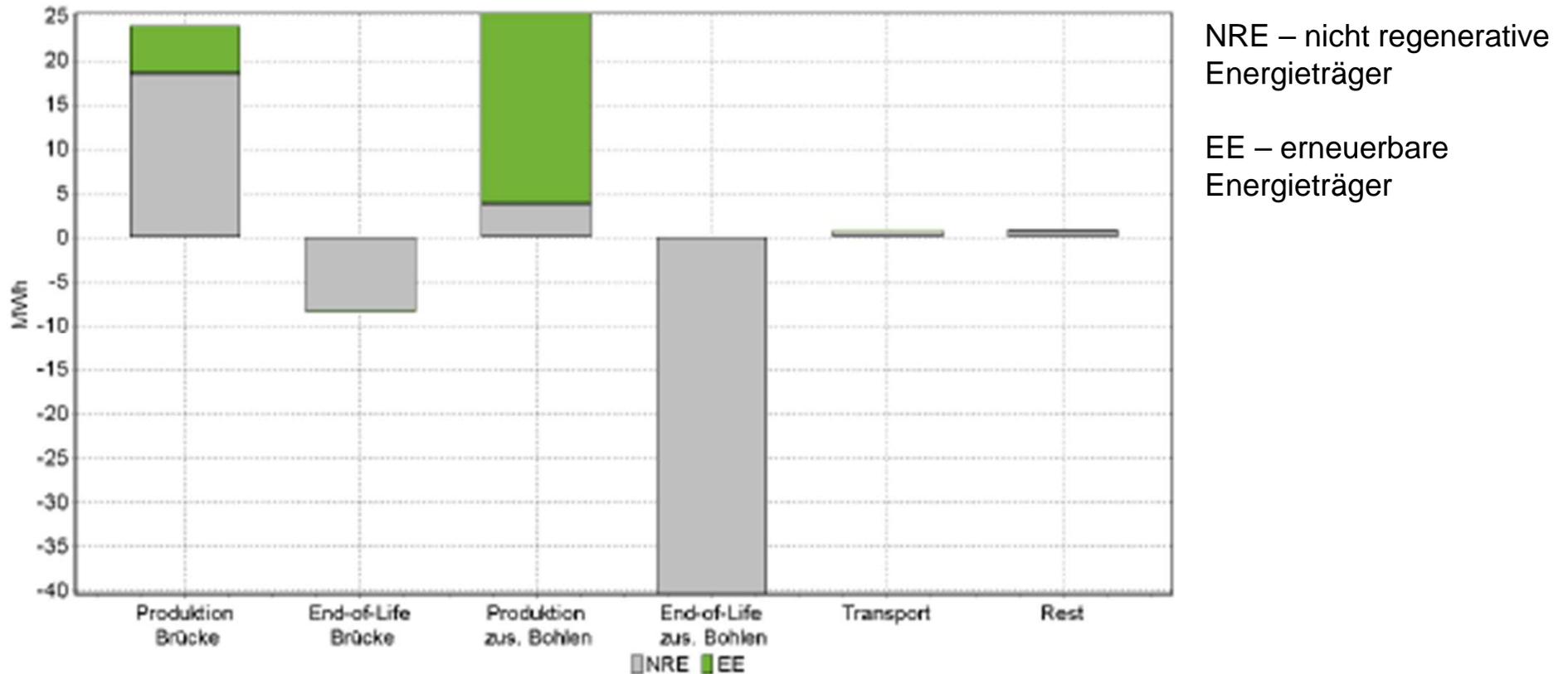


Abbildung: Ressourcenverbrauch in MWh: Lebenszyklus der Brücke in Stahl-Bauweise

Analyse des Lebenszyklus der Brücke in Stahl-Bauweise
2. CML-Methode

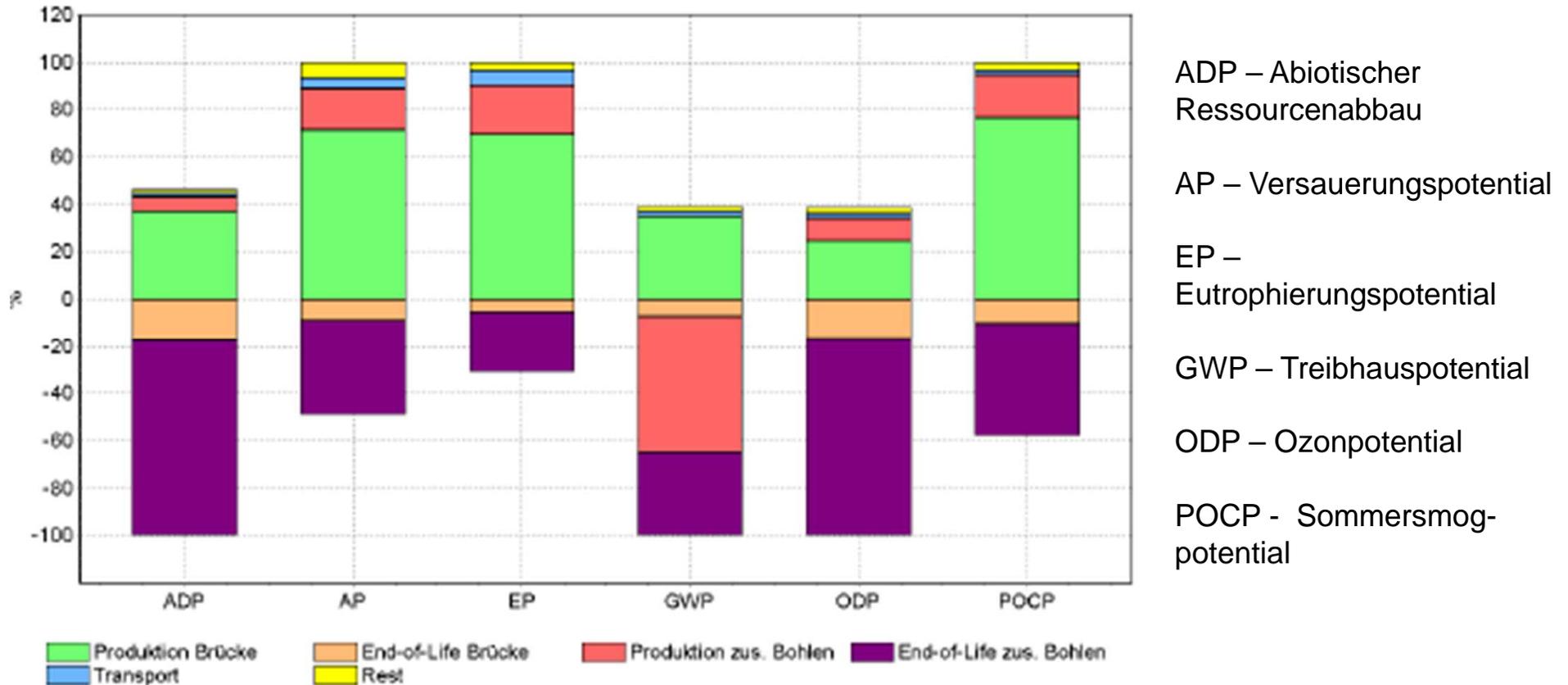


Abbildung: CML: Lebenszyklus der Brücke in Stahl-Bauweise

- Wesentliche Lebenszyklen:
 - Produktion
 - End-of-Life
- Wesentliche Einflussgrößen:
 - Fundament
 - **Tragwerke → Biegeträger → HHT: Phenolharz**
 - Bohlenbelag
- Wesentliche Wirkungskategorien:
 - Gutschriften in ADP + GWP
 - Belastungen in AP, EP
- Brücken in Holzbauweise (herkömmlich und HHT) ökologisch vorteilhafter als Brücke in Stahlbauweise
- Herkömmliche Holzbauweise grundsätzlich vorzuziehen, wo diese an ihre Grenzen stößt, kann HHT-Bauweise neue Anwendungsgebiete bieten

Analyse der Produktionsphase der Brücke in Holz-Bauweise Ressourcenverbrauch (KEA)

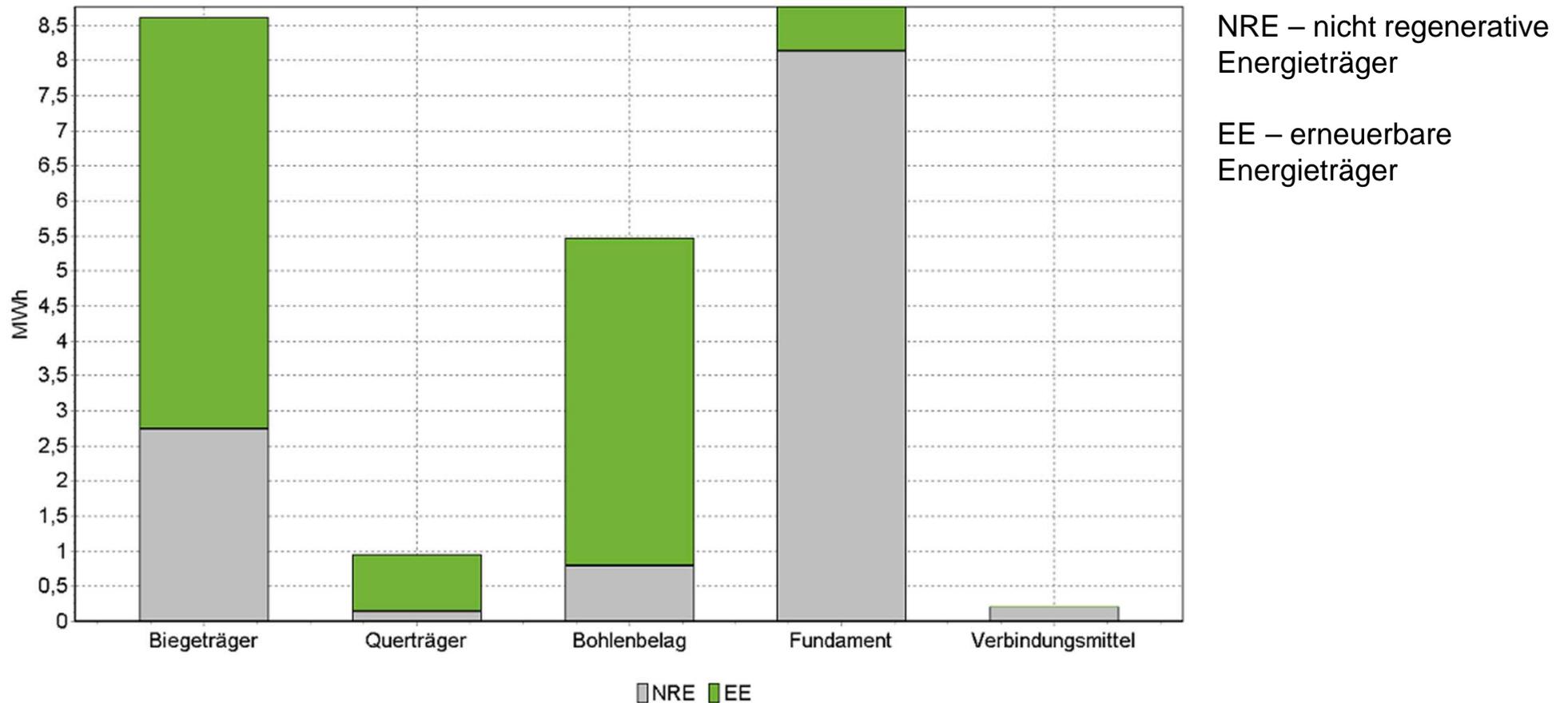


Abbildung: Ressourcenverbrauch: Produktionsphase der Brücke aus herkömmlichem Holz

Analyse der Produktionsphase der Brücke in HHT-Bauweise Ressourcenverbrauch (KEA)

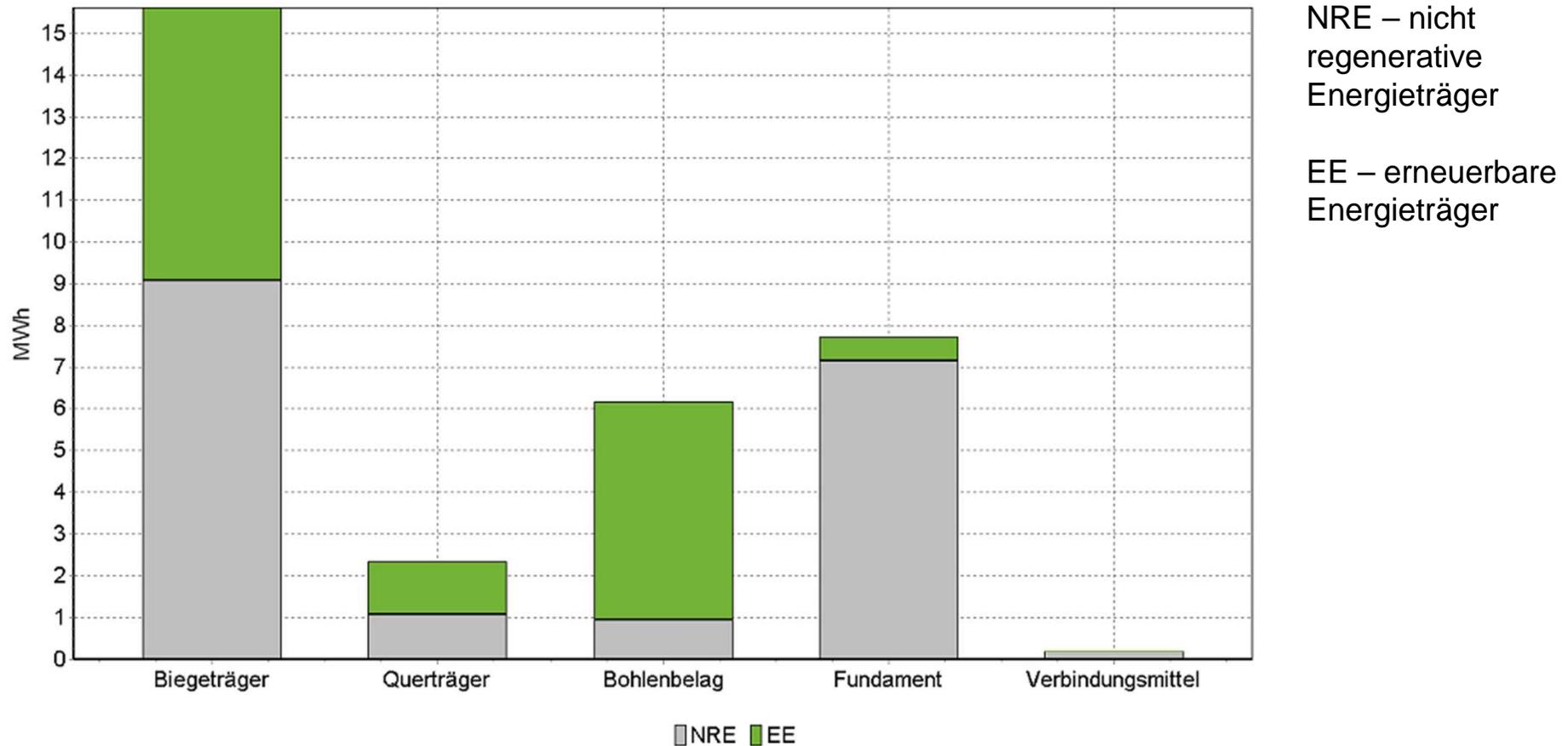


Abbildung: Ressourcenverbrauch: Produktionsphase der Brücke aus HHT-Holz

Analyse der Produktionsphase der Brücke in Stahl-Bauweise Ressourcenverbrauch (KEA)

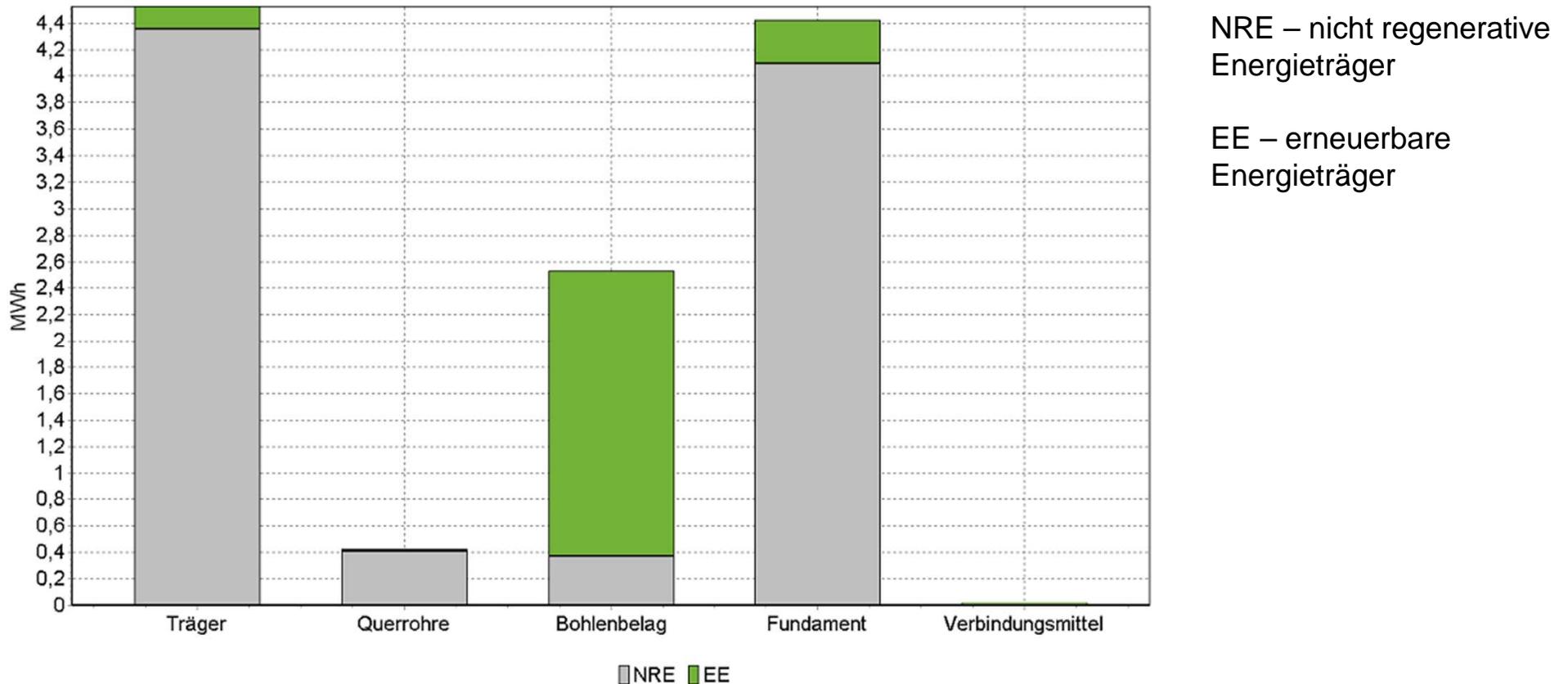


Abbildung: Ressourcenverbrauch: Produktionsphase der Brücke aus Stahl

Vergleich der Lebenszyklen der Biegeträger 1. Ressourcenverbrauch (KEA)

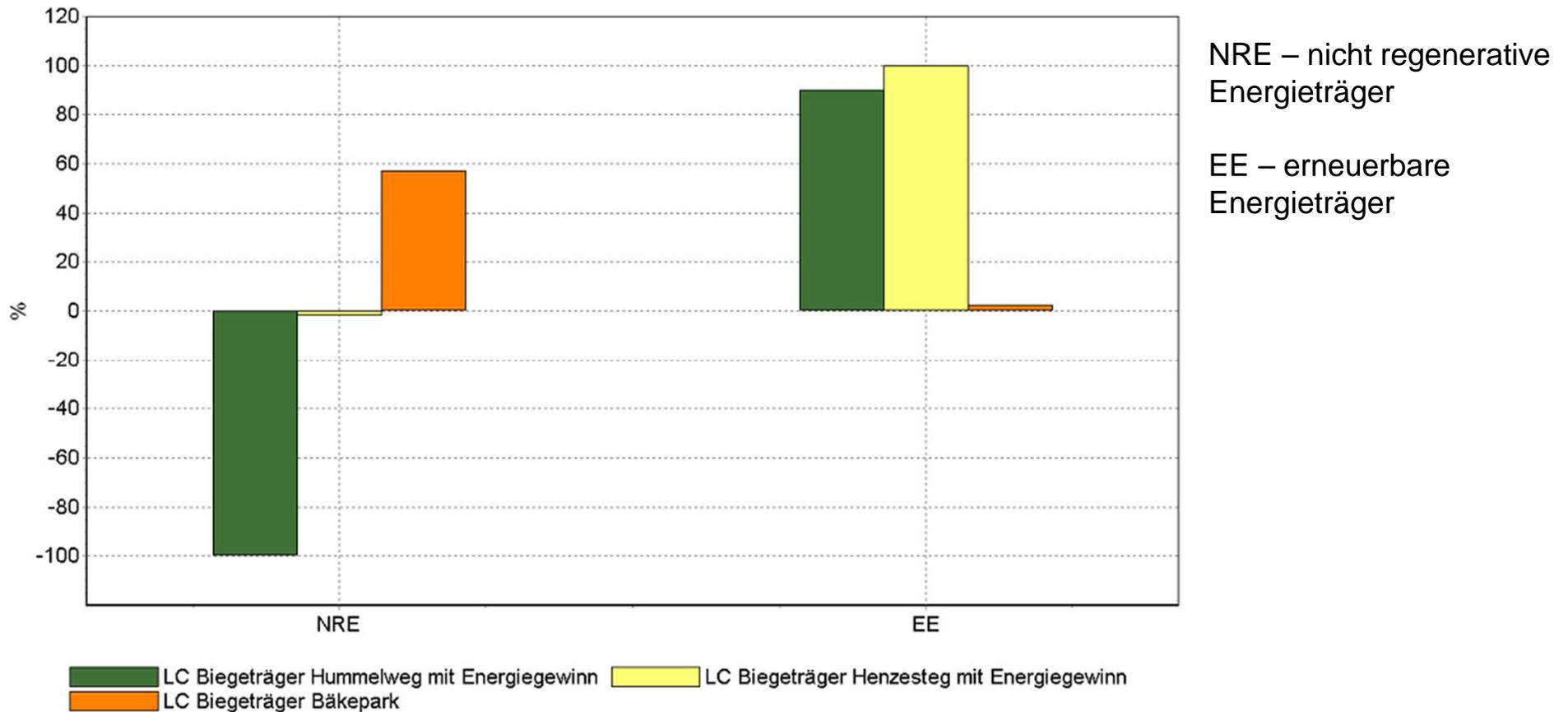


Abbildung: Ressourcenverbrauch: Vergleich der Lebenszyklen der Biegeträger

Vergleich der Lebenszyklen der Biegeträger 2. CML-Methode

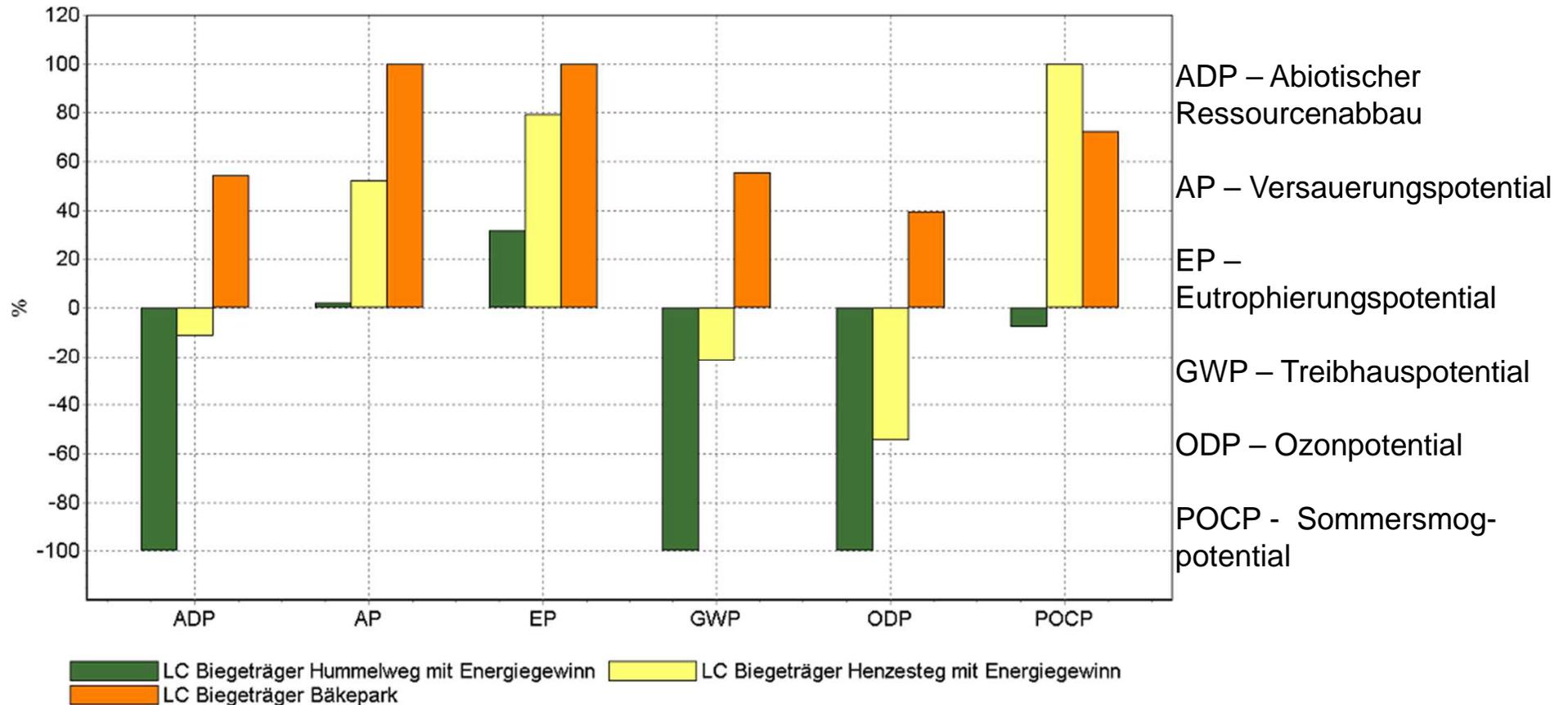
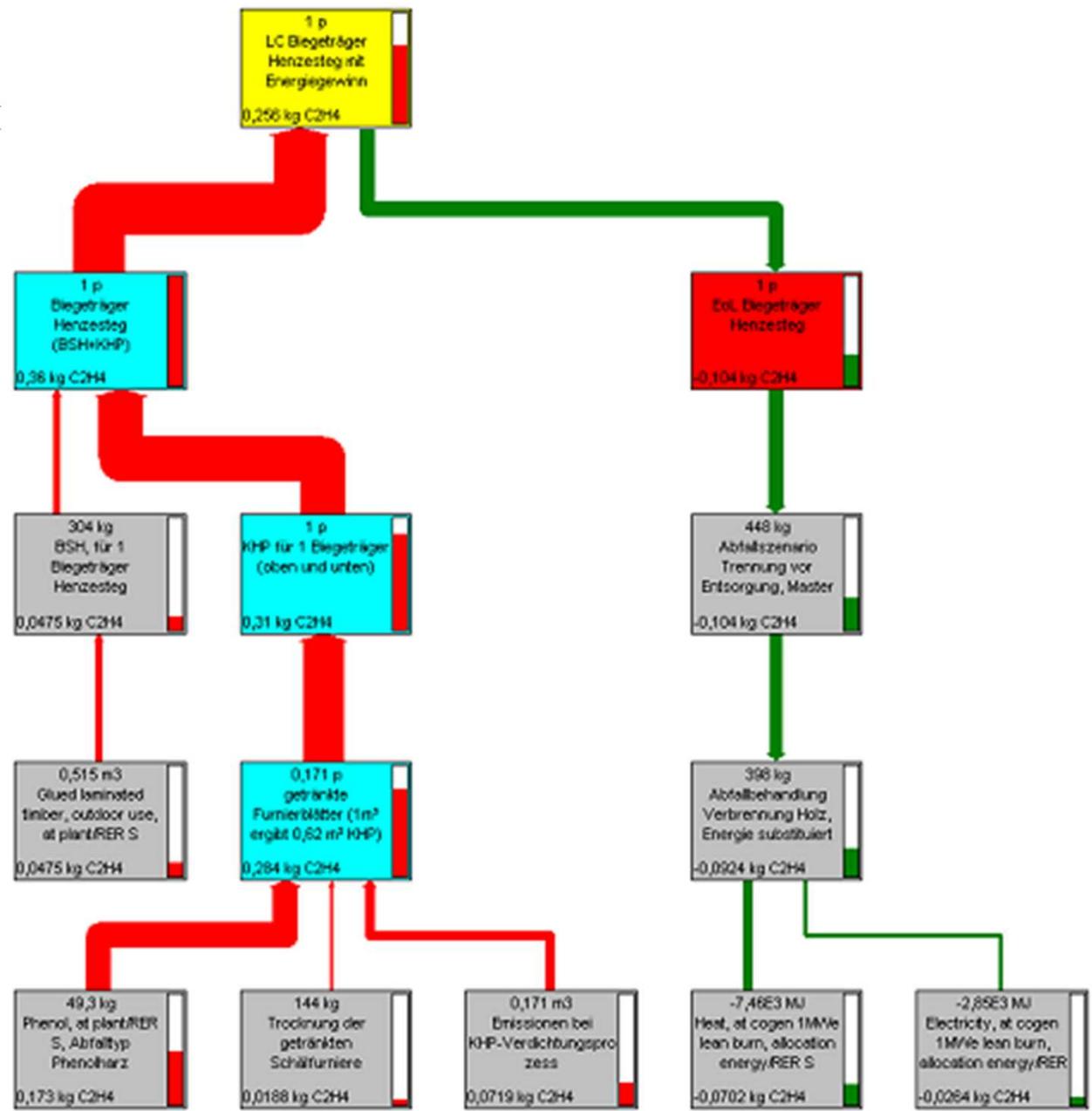


Abbildung: Ressourcenverbrauch: Vergleich der Lebenszyklen der Biegeträger



Sensitivitätsanalyse

- Vergleich der Tragwerkskonstruktionen mit/ ohne Infrastrukturprozessen:
 - i. d. R. Abweichungen von weniger als 1,5 %
 - HHT-Tragwerk hat höhere Abweichungen in den Kategorien NRE (KEA) sowie ADP und GWP (CML) bedingt durch Produktion der KHP-Biegeträger (Phenolharz)
- HHT: Überprüfung des eigenen Datensatzes für Holzleim
 - Geringere Verbräuche in ODP, aber höhere in POCP durch den Einsatz von Resorzin-Formaldehydharz statt Melaminharz
- Wirkungskategorien zur Toxizität
 - Humantoxizität mit höheren Belastungen für Holztragwerke
 - Frischwasser-, Gewässer- und Bodentoxizität mit höheren Belastungen für Stahltragwerke

Sensitivitätsanalyse

1. Infrastrukturprozesse

LC Tragwerke	Einheit	LC Tragwerk Hummelweg	LC Tragwerk Henzesteg	LC Tragwerk Bäkepark
mit Infrastrukturprozessen	NRE [MJ]	-23.481	2.693	19.286
mit Infrastrukturprozessen	EE [MJ]	26.304	28.220	793
ohne Infrastrukturprozesse	NRE [MJ]	-23.557	2.546	19.274
ohne Infrastrukturprozesse	EE [MJ]	26.301	28.208	792
Veränderung in %	NRE [MJ]	0,32%	-5,45%	-0,06%
Veränderung in %	EE [MJ]	-0,01%	-0,04%	-0,15%

Tabelle: Einfluss der Infrastrukturprozesse (Ressourcenverbrauch)



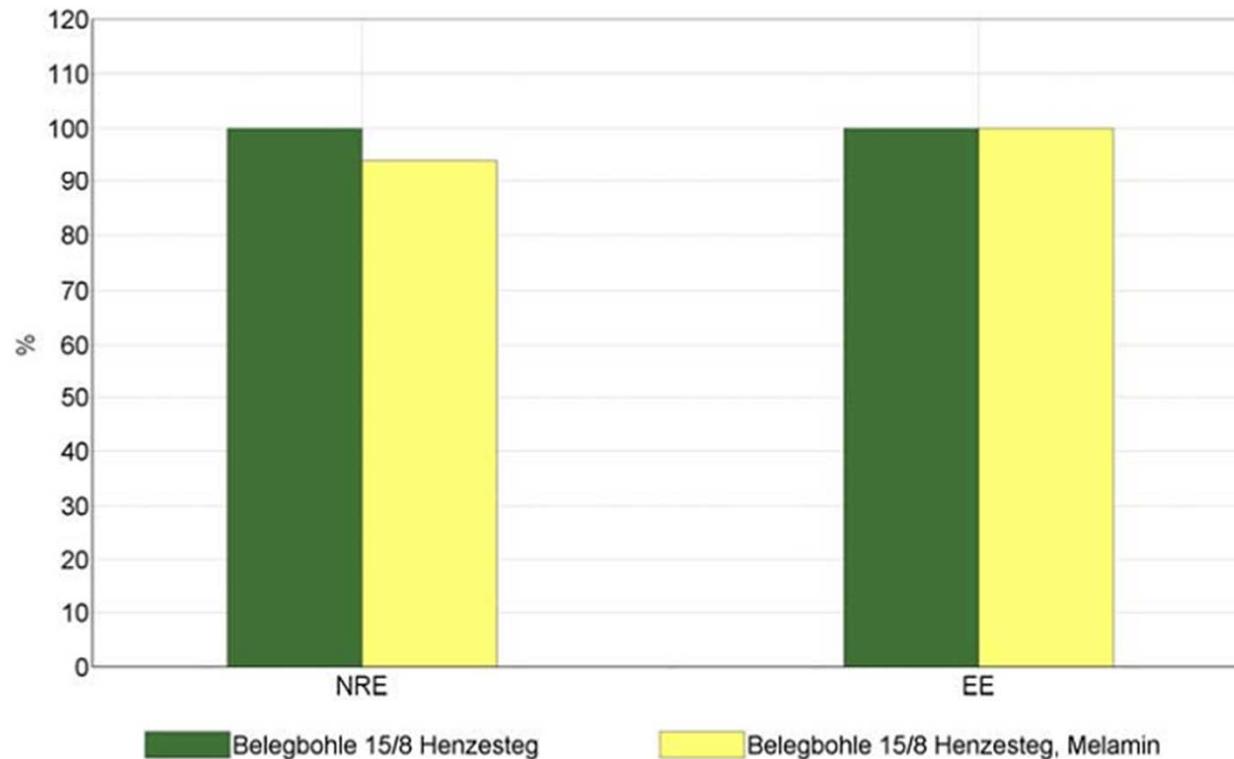
	Einheit	LC Tragwerk Hummelweg	LC Tragwerk Henzesteg	LC Tragwerk Bäkepark
mit Infrastrukturprozessen				
ADP	kg Sb	-12,49	-0,34	9,39
AP	kg SO2	3,12	4,32	5,42
EP	kg PO4	0,71	0,88	0,83
GWP	kg CO2	-1.490	-187	1.191
ODP	kg CFC	-1,94E-04	-1,11E-04	1,10E-04
POCP	kg C2H4	0,114	0,672	0,454
ohne Infrastrukturprozessen				
ADP	kg Sb	-12,53	-0,41	9,38
AP	kg SO2	3,10	4,27	5,41
EP	kg PO4	0,71	0,87	0,83
GWP	kg CO2	-1.495	-198	1.191
ODP	kg CFC	-1,94E-04	-1,12E-04	1,10E-04
POCP	kg C2H4	0,112	0,668	0,454
Differenz				
ADP	%	0,29%	20,49%	-0,06%
AP	%	-0,59%	-1,09%	-0,08%
EP	%	-0,43%	-0,88%	-0,07%
GWP	%	0,36%	5,95%	-0,06%
ODP	%	0,22%	0,71%	-0,05%
POCP	%	-1,49%	-0,52%	-0,06%

Tabelle: Einfluss der Infrastrukturprozesse (Ressourcenverbrauch)



Sensitivitätsanalyse

2. Eigener Datensatz für Holzleim (harzbasiert)



NRE – nicht regenerative
Energieträger

EE – erneuerbare Energieträger

Abbildung: Ressourcenverbrauch Holzleim (KEA)

Sensitivitätsanalyse

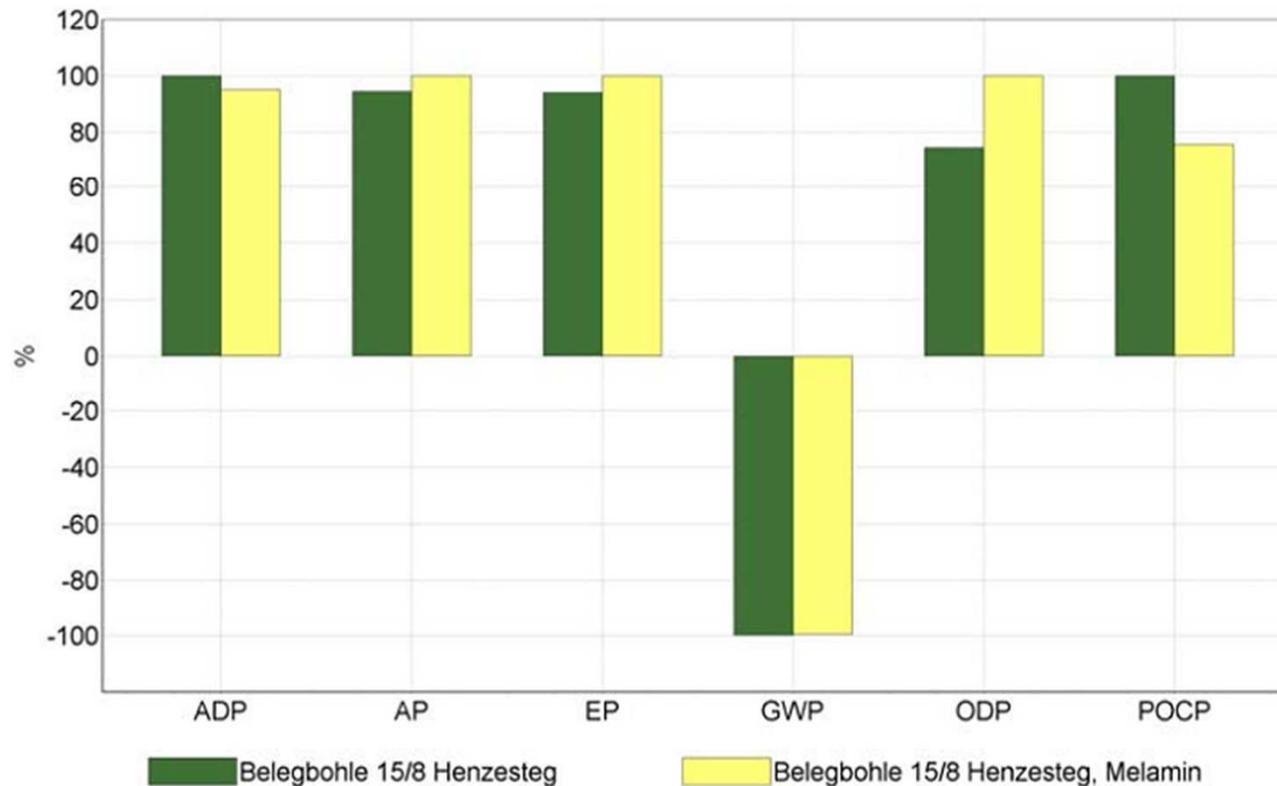
3. Wirkungskategorien zur Toxizität (CML)

Wirkungskategorie	Einheit	LC Tragwerk Hummelweg	LC Tragwerk Henzesteg	LC Tragwerk Bäkepark
Humantoxizität	kg 1,4-DB eq	5.500	5.230	868
Frischwassertoxizität	kg 1,4-DB eq	1.173	811	2.170
Gewässertoxizität	kg 1,4-DB eq	855.107	607.845	1.140.857
Bodentoxizität	kg 1,4-DB eq	13	12	45

Tabelle: CML: Wirkungskategorien zur Toxizität

Sensitivitätsanalyse

2. Eigener Datensatz für Holzleim (harzbasiert)



ADP – Abiotischer Ressourcenabbau

AP – Versauerungspotential

EP – Eutrophierungspotential

GWP – Treibhauspotential

ODP – Ozonpotential

POCP - Sommersmogpotential

Abbildung: Ressourcenverbrauch Holzleim (CML)

- Peer Review – Herausforderungen
 - Bestimmung der funktionellen Einheit
 - unterschiedliche Materialien,
 - unterschiedliche Lebensdauern und
 - unterschiedliche Dimensionen
 - Wechsel des Bohlenbelags
 - „Perpetuum Mobile“
 - Energierückgewinnung durch Holzverbrennung
 - Trockenholzgehalt
 - Verdampfungsenthalpie
 - Szenarien für Nutzungs- und End-of-Life-Phase
 - Gutschriften basierend auf heutigen Annahmen und Stand der Technik mit regionalem Kontext

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Bei weiteren Fragen: www.tu-dresden.de/wwwbwibu/

E-Mail: bu@mailbox.tu-dresden.de

Die TU Dresden ist seit Januar 2003 validiert nach EMAS.
Im Dezember 2006 und im Dezember 2009 wurde sie
erfolgreich revalidiert.

Informationen unter www.tu-dresden.de/umwelt

