



Bereitstellung von Waldhackgut

Energieeffizienz und ökologische Bewertung

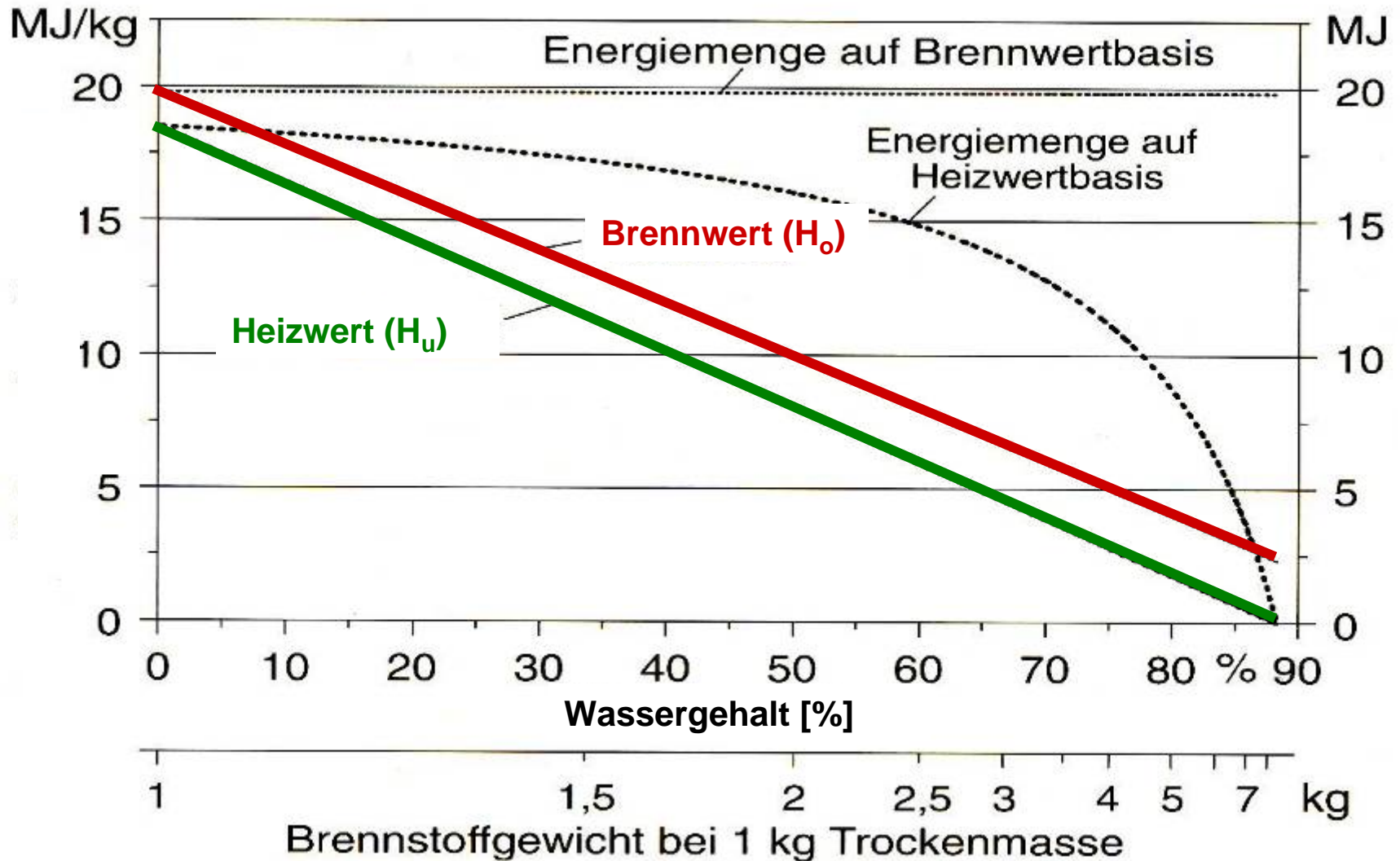
FH-Prof. Dr. Bernhard Zimmer
Fachbereichsleiter Holztechnologie & Ökologie

Fachhochschule Salzburg GmbH
Studiengang : Holztechnik & Holzwirtschaft

Markt 136a; A-5431 Kuchl

bernhard.zimmer@fh-salzburg.ac.at

Zusammenhang von Energieinhalt und Wassergehalt



Waldhackgut: Umweltwirkungen – Problemkreise

- Einsatz bzw. Verbrauch von Primärenergie
- Emissionen aus der Verbrennung (z.B. Feinstaub, ...)
- Reststoffe (Asche, Filterasche, ...)
- Flächenverbrauch – Naturraumbeanspruchung
(Qualität der Bewirtschaftung, Nährstoffe, ...)
- Flächenkonkurrenz (z.B. Energie – Nahrungsmittel)

Methodischer Rahmen der LCA

DIN EN ISO 14.040 (08:1997; 2006):

Umweltmanagement - Ökobilanz - Prinzipien und allgemeine Anforderungen

DIN EN ISO 14.041 (11:1998):

Umweltmanagement - Ökobilanz – Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens sowie Sachbilanz

DIN EN ISO 14.042 (07:2000):

Umweltmanagement - Ökobilanz - Wirkungsabschätzung

DIN EN ISO 14.043 (07:2000):

Umweltmanagement - Ökobilanz – Auswertung

DIN EN ISO 14.044 (2006):

Umweltmanagement – produktbezogene Ökobilanz

LCA - Wirkungsabschätzung

am Input orientierte Wirkungskategorien

- **Primärenergieeinsatz**
- Ressourcenverbrauch
- **Naturraumbeanspruchung (land use)**

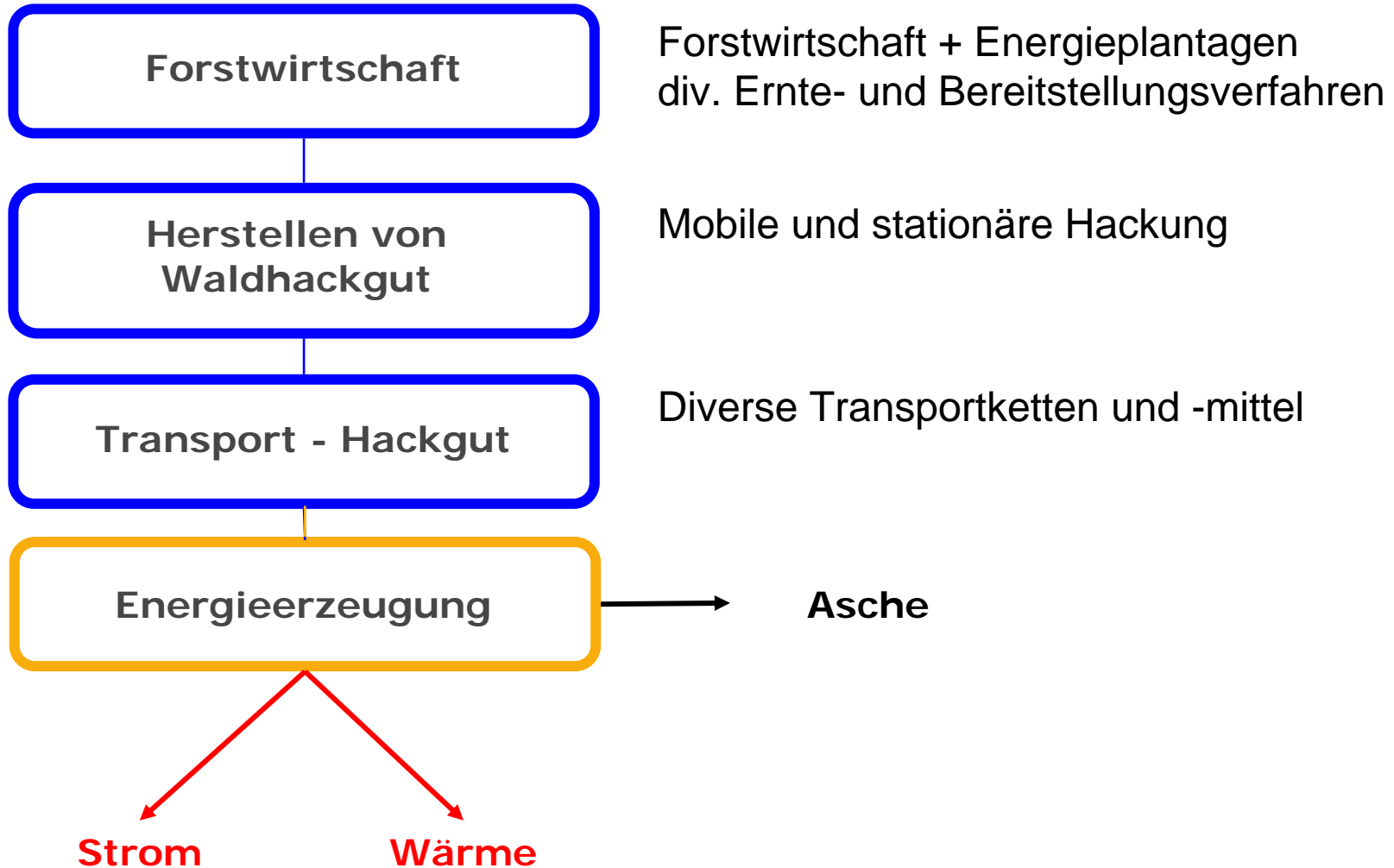
am Output orientierte Wirkungskategorien

- **Global Warming Potential (GWP₁₀₀)**
- Ozonabbaupotential
- Versauerungspotential
- Eutrophierungspotential
- Ökotoxizität
- Humantoxizität
- . . .

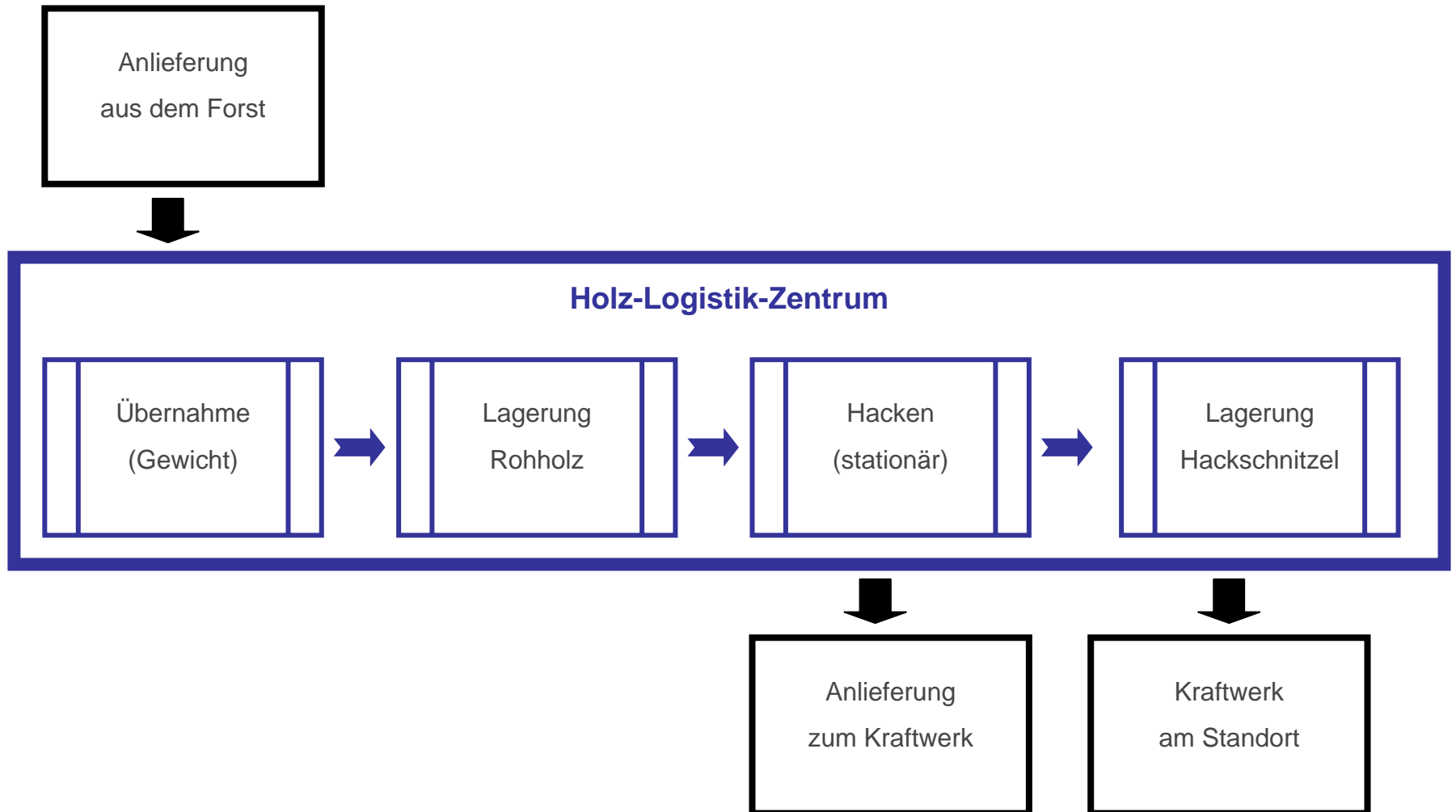
Darstellung der Volumina [Srm] sowie der Kohlendioxid-Inputs im Modul „biologische Produktion“ bezogen auf jeweils einen Heizwert von einer MWh.

	Nadelholz	Mix	Laubholz
Wassergehalt 0%:			
Volumen [Srm/MWh]	1,27	0,98	0,90
Kohlendioxid [kg/MWh]	356	364	370
Wassergehalt 30%:			
Volumen [Srm/MWh]	1,34	1,04	0,95
Kohlendioxid [kg/MWh]	377	384	393
Wassergehalt 50%:			
Volumen [Srm/MWh]	1,46	1,13	1,04
Kohlendioxid [kg/MWh]	410	419	428

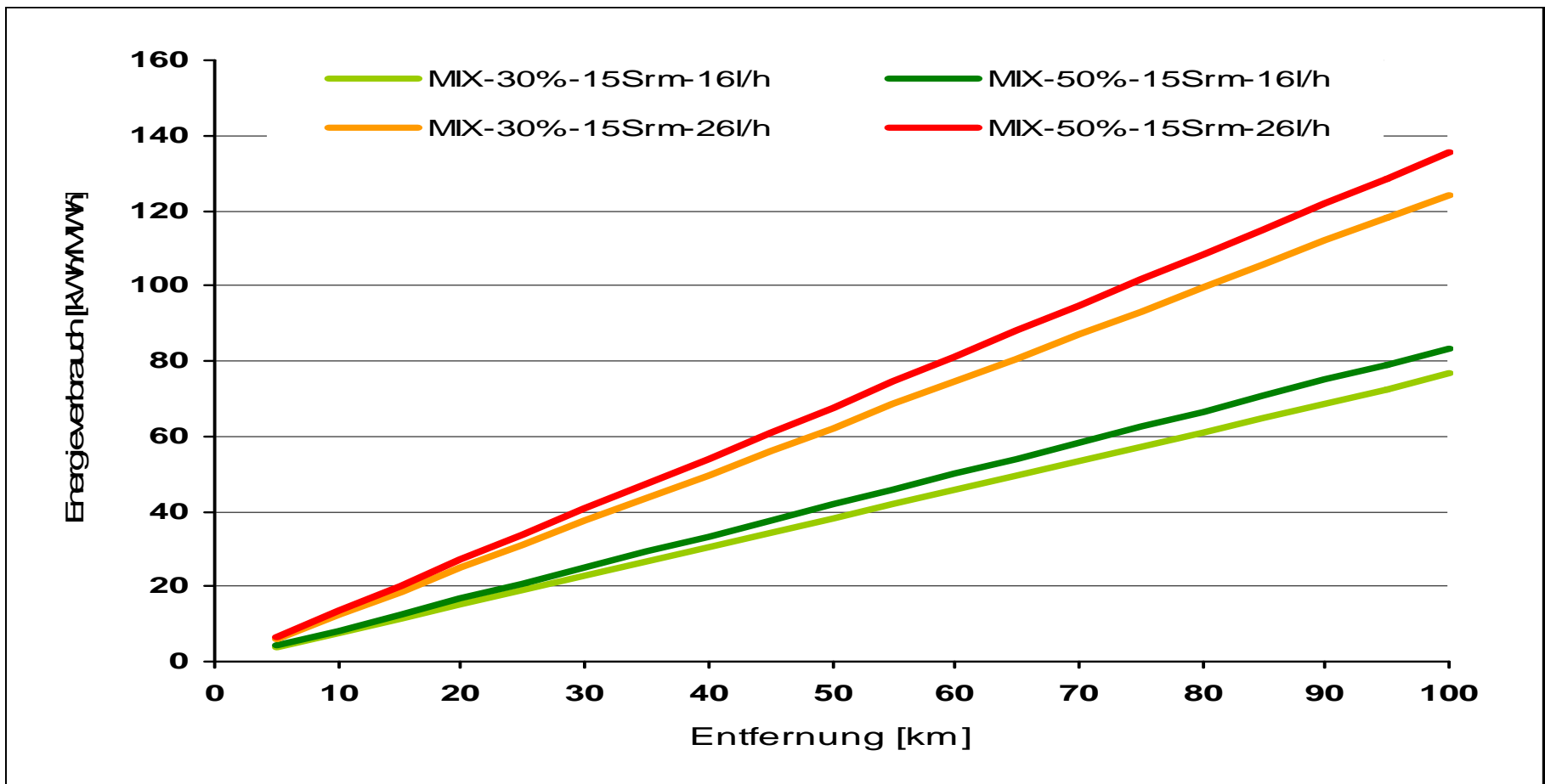
Energie aus Waldhackgut – Ökologische Bewertung



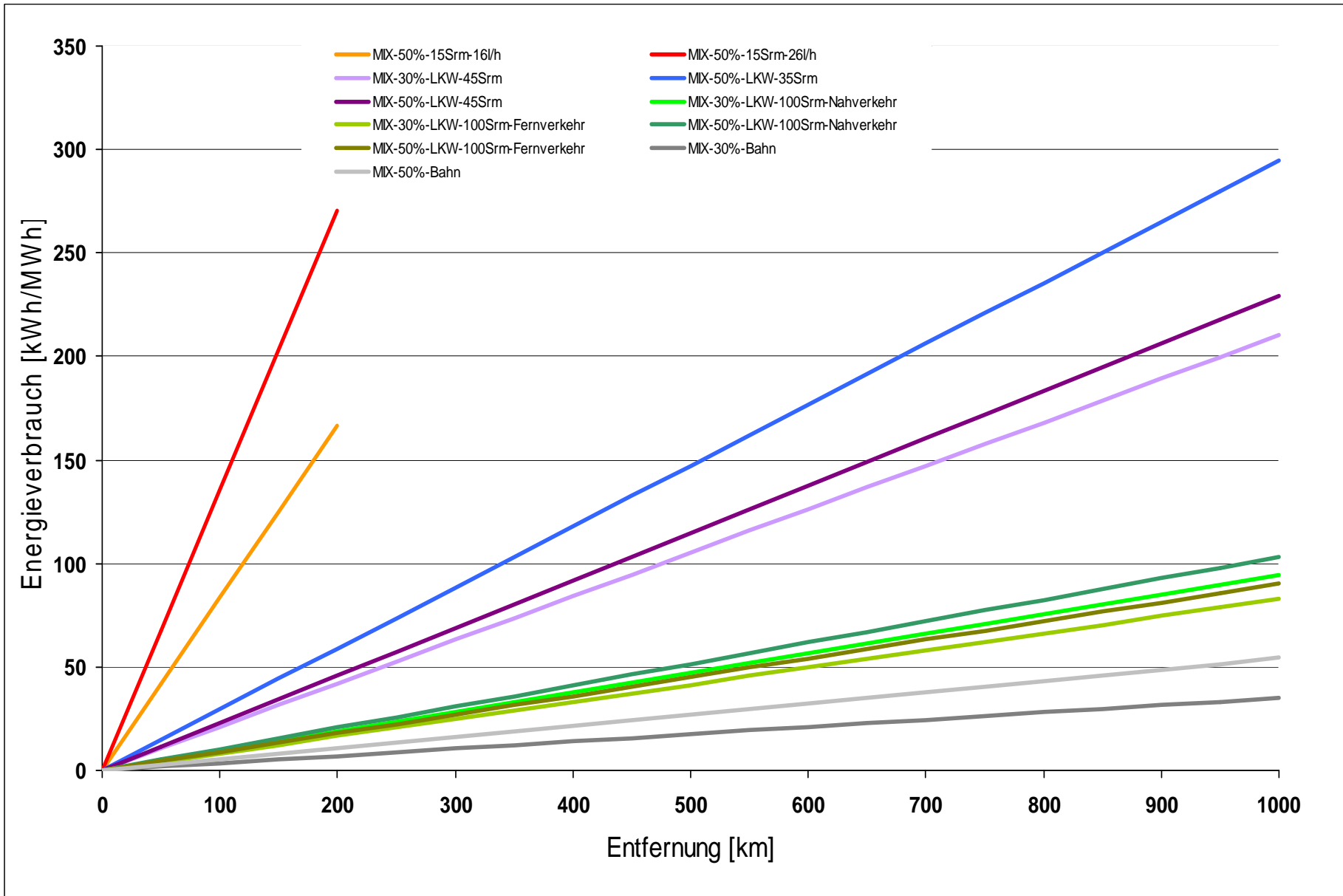
Zentrales Holzlogistikzentrum



Spezifischer Energieverbrauch für den Transport von Waldhackschnitzeln mittels Schlepper (15m³-Anhänger) in kWh pro MWh Energieinhalt dargestellt für verschiedene Wassergehalte und Dieserverbräuche pro Stunde in Abhängigkeit von der Entfernung.



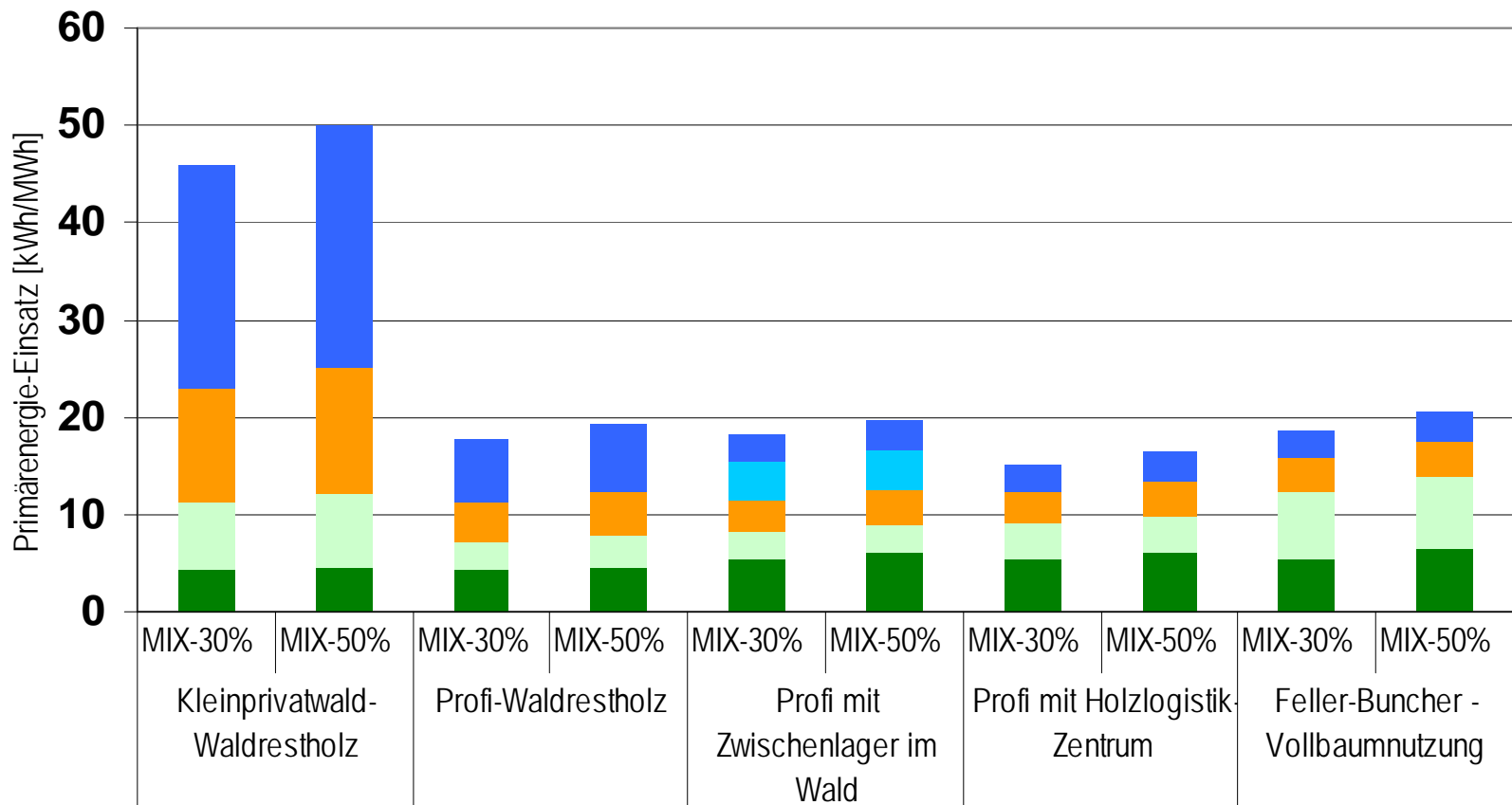
Ferntransporte



Einsatz von Primärenergie in den einzelnen Szenarien in Prozent der im jeweiligen Hackschnitzel-Sortiment enthaltenen nutzbaren Energie (Hu).

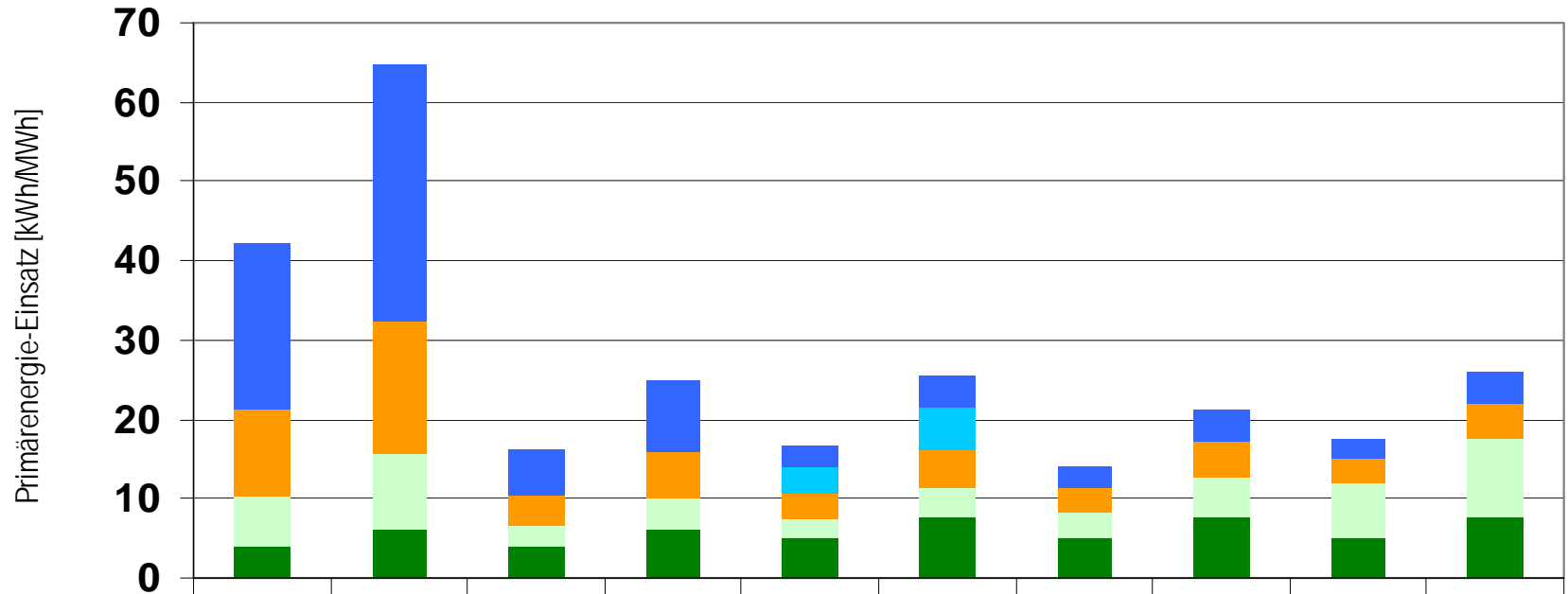
Szenario	LH-30% [% von H _u]	MIX-30% [% von H _u]	MIX-50% [% von H _u]	NH-50% [% von H _u]
Kleinprivatwald – Waldrestholz	4,2	4,6	5,0	6,5
Profi - Waldrestholz	1,6	1,8	1,9	2,5
Profi mit Zwischenlager im Wald	1,8	1,8	2,0	2,5
Profi mit Holzlogistik-Zentrum	1,4	1,5	1,7	2,1
Feller-Buncher - Vollbaumnutzung	1,8	1,9	2,1	2,6

Einsatz von Primärenergie für die gemischten Waldhackschnitzel-Sortimente in den einzelnen Szenarien in kWh pro MWh (Hackschnitzel). Deutlich wird der Einfluss des Wassergehaltes.



■ Transport 2	22,9	25,0	6,3	6,9	2,8	3,1	2,8	3,1	2,8	3,1
■ Transport 1					3,8	4,2				
■ Hacken	11,8	12,9	4,1	4,5	3,3	3,6	3,3	3,6	3,3	3,6
■ Rücken	6,9	7,5	3,0	3,2	2,6	2,9	3,5	3,8	6,9	7,5
■ Holzzernte	4,3	4,7	4,3	4,7	5,5	6,0	5,5	6,0	5,5	6,4

Einsatz von Primärenergie für Waldhackschnitzel-Sortimente in den einzelnen Szenarien in kWh pro MWh (Hackschnitzel) dargestellt für die wesentlichen Prozesse. Deutlich wird der Einfluss der Holzarten

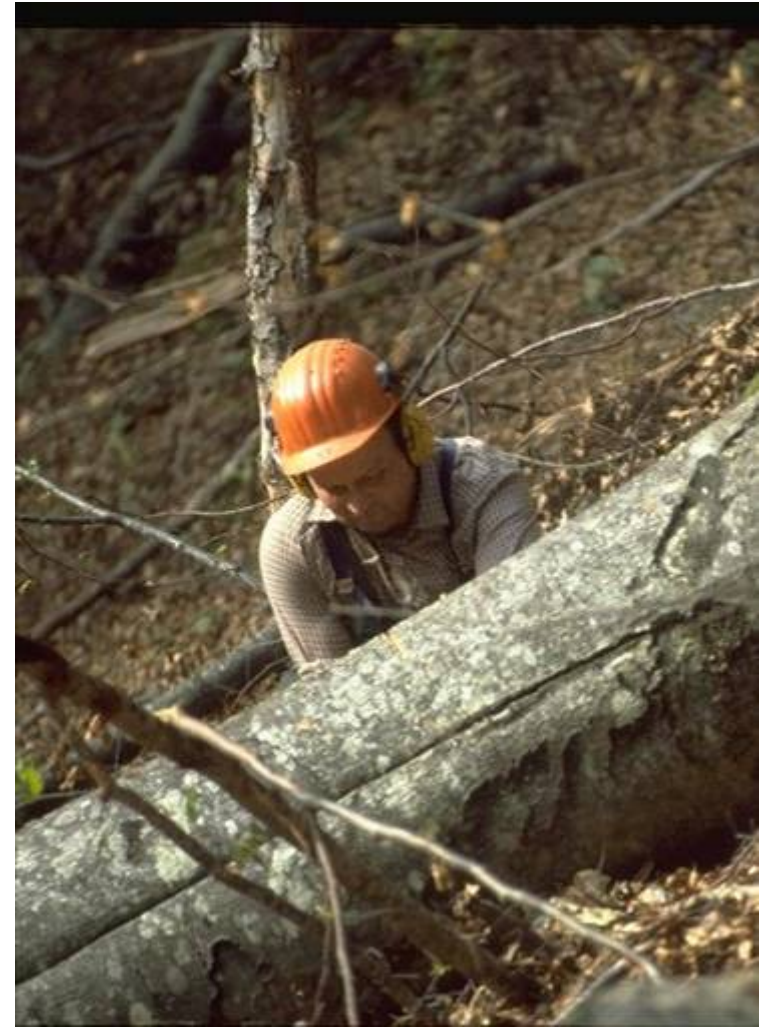
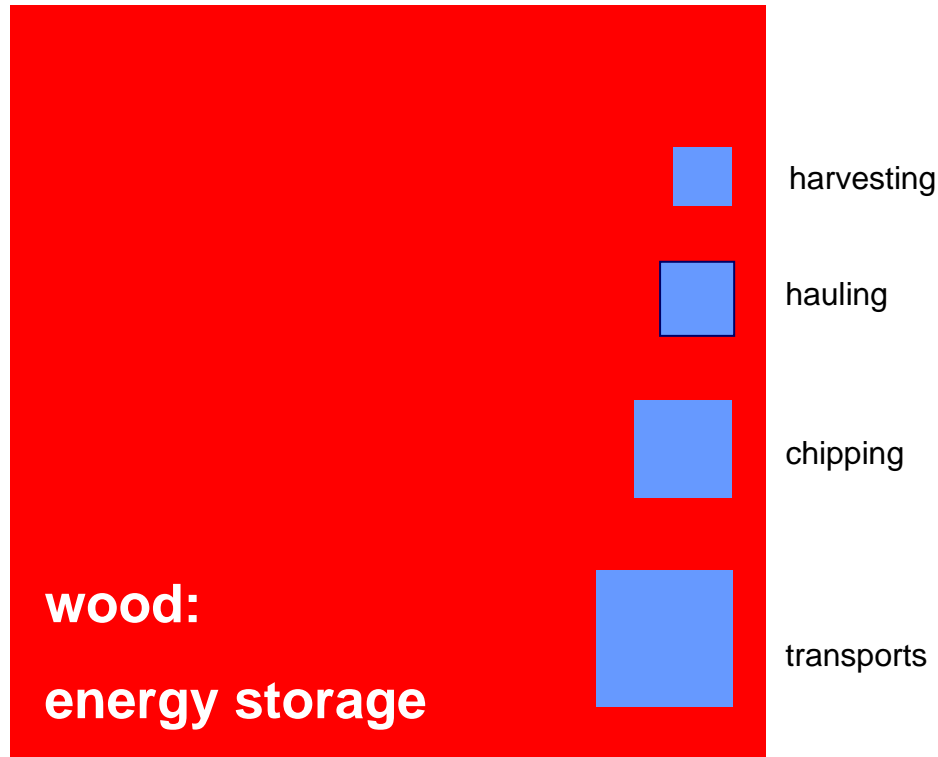


	LH-30%	NH-50%	LH-30%	NH-50%	LH-30%	NH-50%	LH-30%	NH-50%	LH-30%	NH-50%
	Kleinprivatwald-Waldrestholz		Profi-Waldrestholz		Profi mit Zwischenlager im Wald		Profi mit Holzlogistik-Zentrum		Feller-Buncher - Vollbaumnutzung	
Transport 2	21,1	32,3	5,8	8,9	2,6	4,0	2,6	4,0	2,6	4,0
Transport 1					3,5	5,4				
Hacken	10,9	16,6	3,8	5,8	3,0	4,7	3,0	4,7	3,0	4,7
Rücken	6,3	9,7	2,7	4,2	2,4	3,7	3,2	4,9	6,9	9,7
Holzernte	3,9	6,0	3,9	6,0	5,1	7,8	5,1	7,8	5,1	7,8

Primary energy consumption versus H_u

softwood – water content $x=50\%$)

■ scenario: „private forest owners“

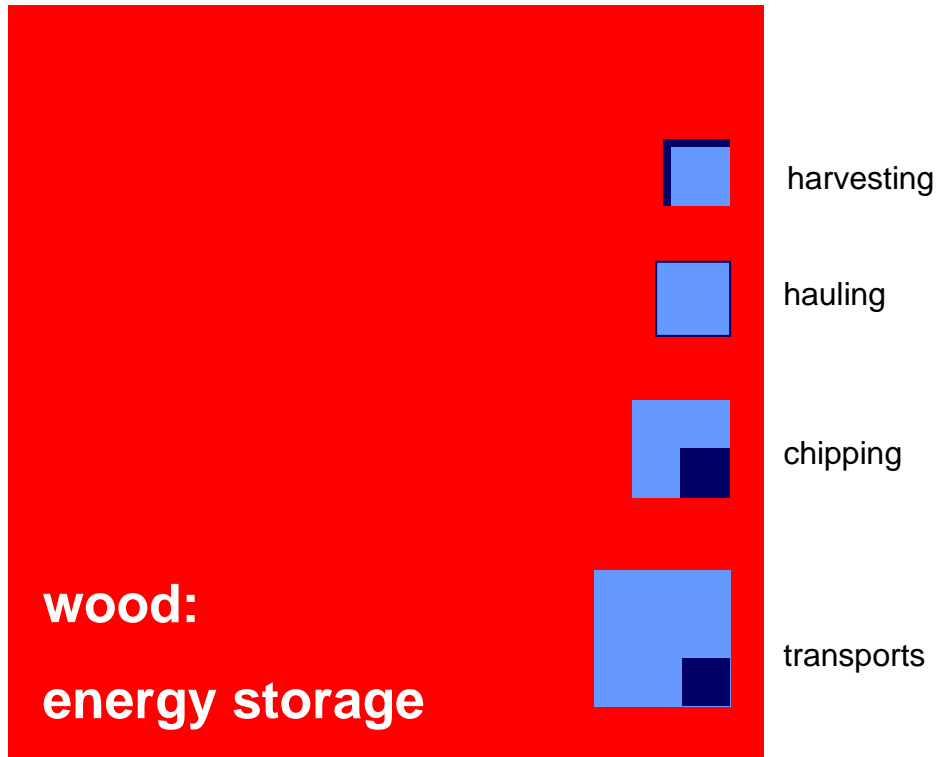


Primary energy consumption versus H_u

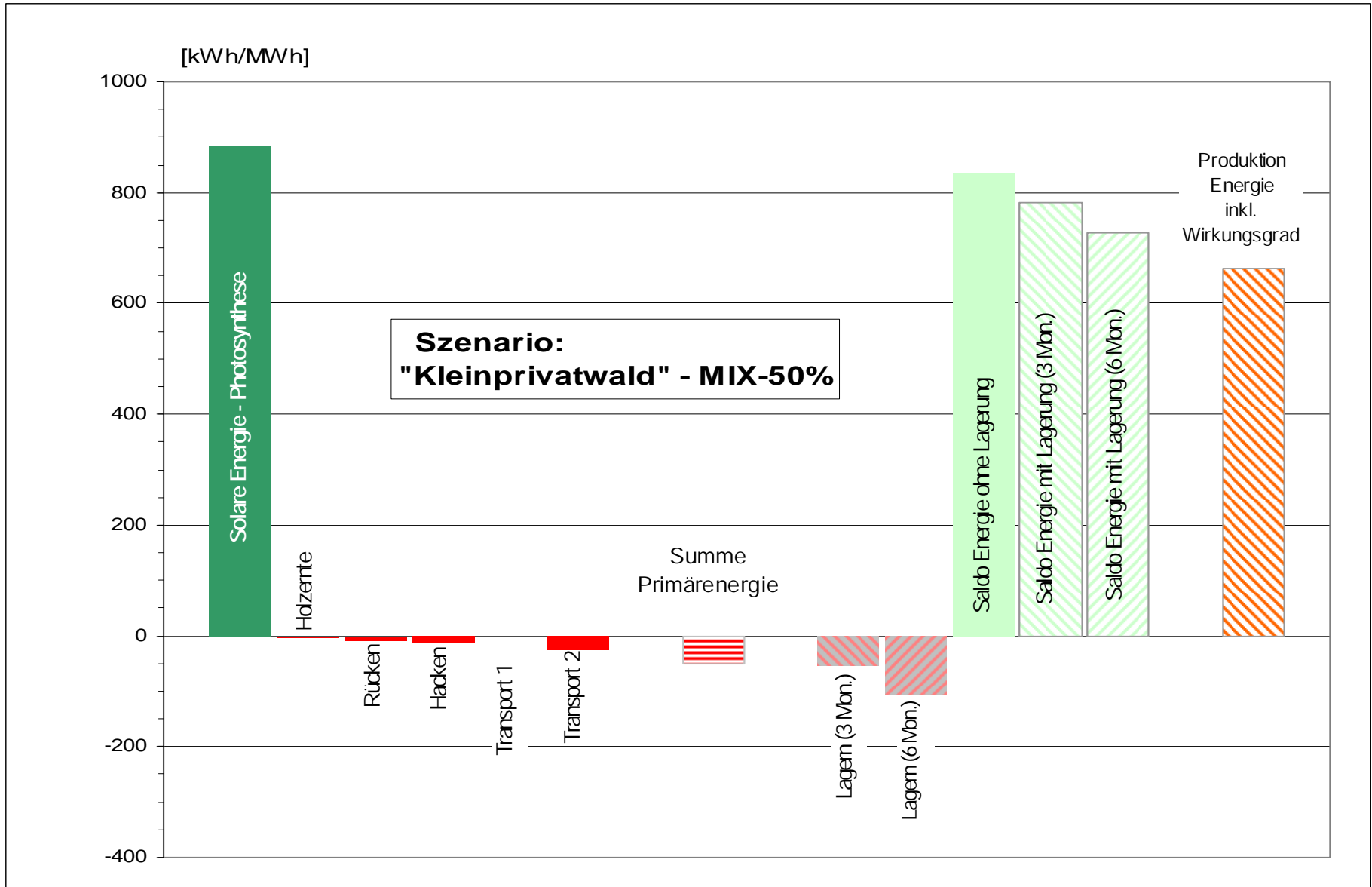
softwood – water content $x=50\%$)

■ scenario: „private forest owners“

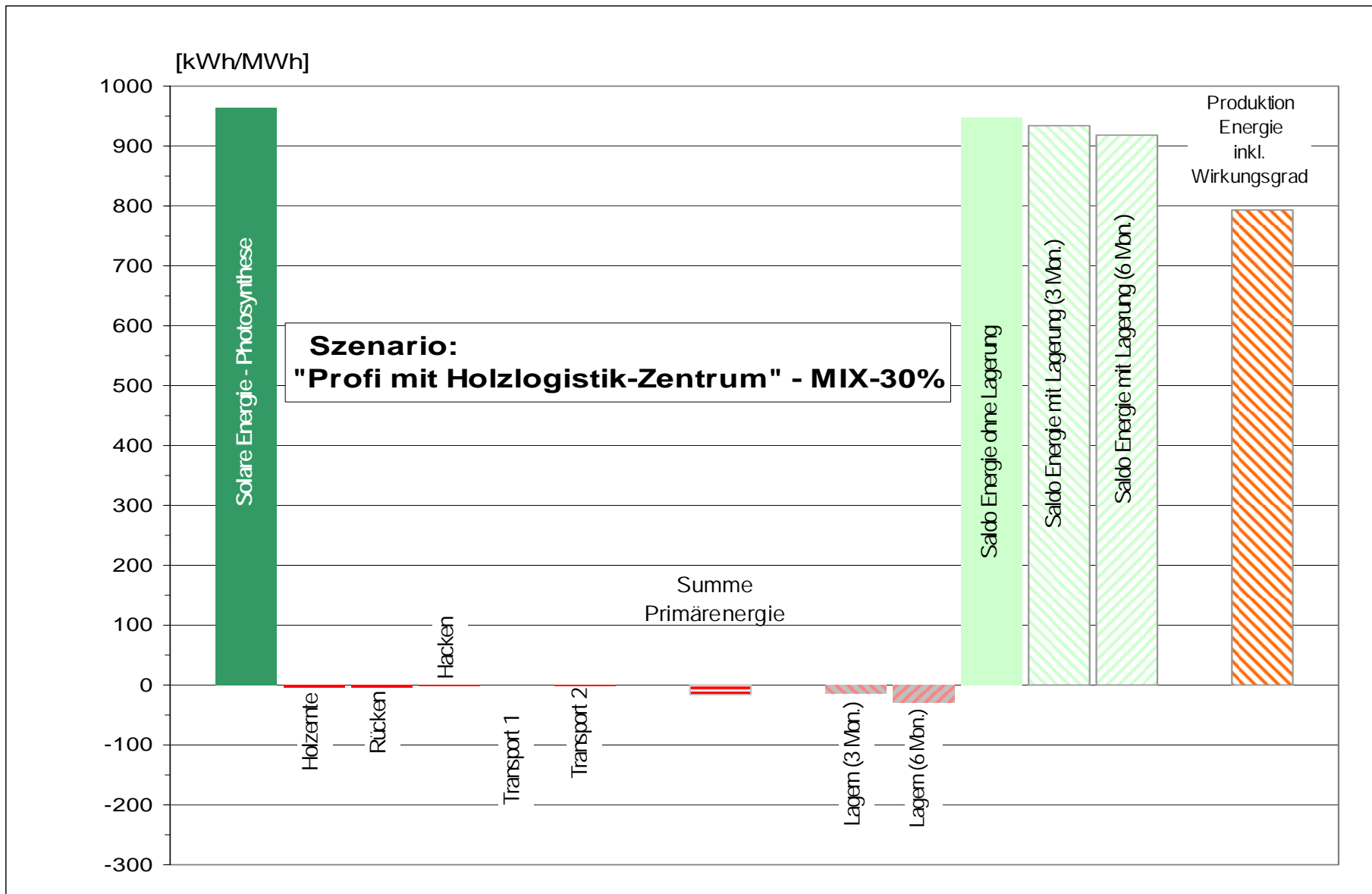
■ scenario: „feller-buncher-system“



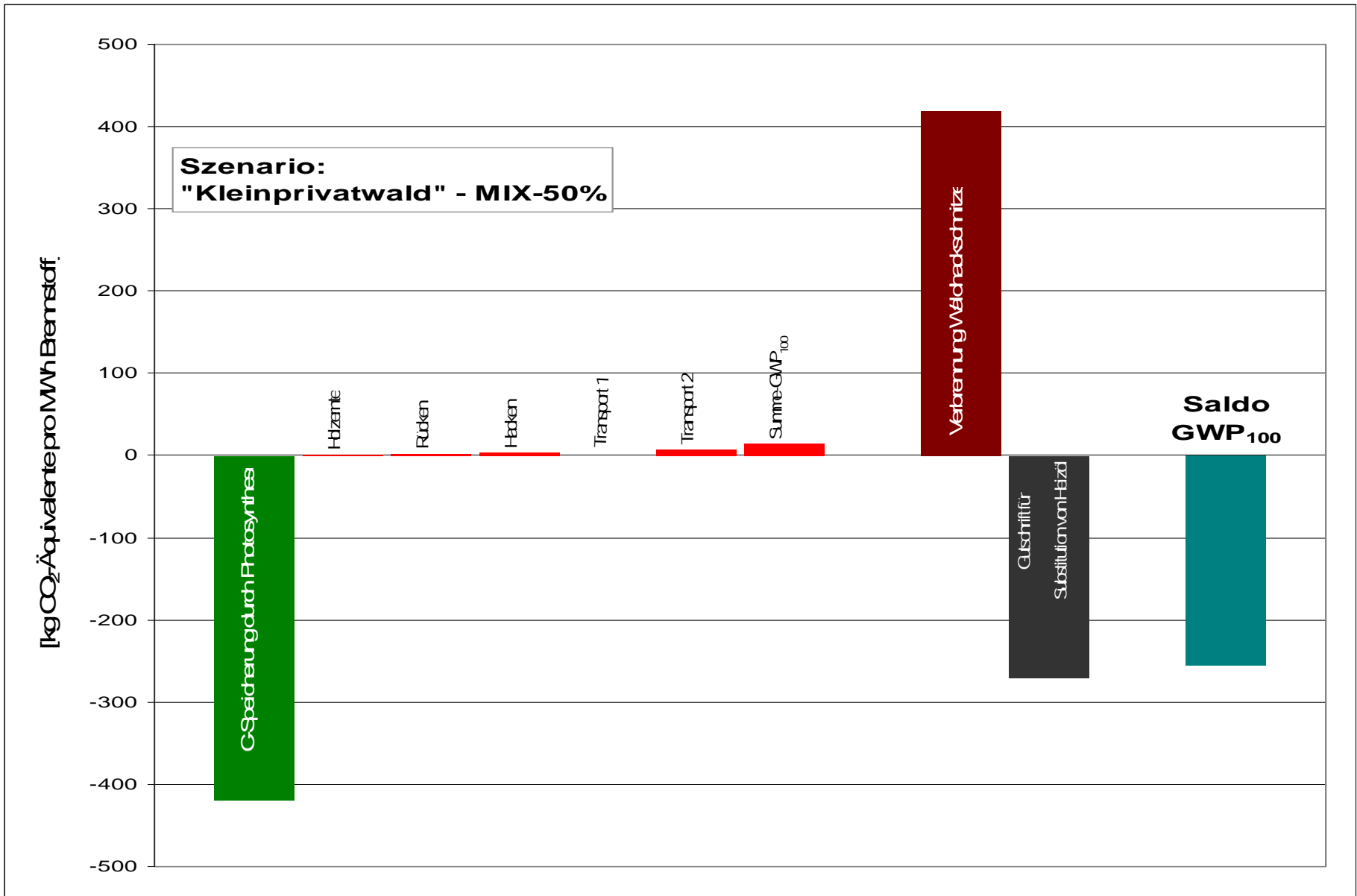
Einsatz von Primärenergie [kWh] pro MWh bereitgestellter Brennstoff (MIX-50%) für das Szenario „Kleinprivatwald – Waldrestholz“. Dargestellt ist auch die im Holz gespeicherte, technisch nutzbare Sonnenenergie (Hu) sowie die Verluste durch Lagerung. Der Wirkungsgrad des Kraftwerkes wurde mit 80% angenommen.



Einsatz von Primärenergie [kWh] pro MWh bereitgestellter Brennstoff (MIX-30%) für das Szenario „Profi – mit Holzlogistik-Zentrum“. Dargestellt ist auch die im Holz gespeicherte, technisch nutzbare Sonnenenergie (Hu) sowie die Verluste durch Lagerung. Der Wirkungsgrad des Kraftwerkes wurde mit 80% angenommen



Treibhauspotenzial – GWP₁₀₀



Schlußfolgerungen

- ✓ Die Bereitstellung von Waldhackschnitzeln verfügt über eine sehr hohe Energieeffizienz. Eine Erhöhung der Produktivität führt auch zu einer Verbesserung der Energiebilanzen.
- ✓ Transporte verschlechtern die Energiebilanzen. Je größer die Entfernung umso höher der Energieverbrauch, diese Aussage stimmt nur dann, wenn das Transportmittel dasselbe ist. In der Regel werden aber für größere Entfernungen leistungsfähigere Transportsysteme eingesetzt.
- ✓ Heizkraftwerke im oberen Leistungsbereich (>20MW) sollten über einen Gleisanschluss verfügen, denn die Transportentfernungen werden sich aufgrund der steigenden Dichte der Kraftwerke gerade für diese Werke erhöhen.

Schlußfolgerungen

- ✓ Brennstoffqualität und Wassergehalt haben einen großen Einfluss auf die Ökobilanz, er ist sehr viel größer als derjenige der Bereitstellungslogistik.
- ✓ Unsachgemäße Lagerung der Waldhackschnitzel führt sehr schnell zu hohen Verlusten und zu deutlich schlechteren Energiebilanzen.
- ✓ Wärmegeführte Heizwerke und Heizkraftwerke haben bessere Gesamtwirkungsgrade als stromgeführte und damit auch eine bessere Ökobilanz. Der Wirkungsgrad der Feuerungsanlage beeinflusst die Ökobilanz ebenfalls sehr viel stärker als die Bereitstellungskette.

Schlußfolgerungen

- ✓ Die Nährstoffverluste im Wald sind in jedem Fall zu minimieren, eine Rückführung der Nährelemente durch Ausbringung von Aschen ist derzeit in Diskussion, hier besteht bezüglich der Ökobilanz noch Forschungsbedarf.
- ✓ Die Bewertung des Nutzungskonfliktes durch zukünftige Intensivierung ist derzeit mit der Methode der Ökobilanzierung nicht befriedigend zu lösen. Die Ansätze zur Wirkungskategorie „Naturraumbeanspruchung“ sind in Diskussion, hier müssen zusätzlich auch andere Methoden der „Zielfindung“ und „Risikoabwägung“ eingesetzt werden.
- ✓ Die zukünftig steigende Nachfrage nach Energie aus regenerativen Quellen kann zu Verschiebungen der Anteile der stofflichen und energetischen Nutzung von Holz führen. Die höchstmögliche Effizienz durch die kaskadische Nutzung des Holzes ist anzustreben. Die staatliche Förderung der Nutzung von Waldhackschnitzeln ist zu hinterfragen. Es besteht weiterer Forschungsbedarf über Lebenswegbilanzen die ökologisch optimalen Nutzungswege zu finden.



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

FH-Prof. Dr. Bernhard Zimmer
Leiter Forschung und Entwicklung.
Fachbereichsleiter Holztechnologie & Ökologie

Fachhochschule Salzburg GmbH
Markt 136a; A-5431 Kuchl

bernhard.zimmer@fh-salzburg.ac.at