

# Energie aus Grünland – eine nachhaltige Entwicklung?

Vortrag im Rahmen des ZAK-Seminars: „Experiment Nachhaltigkeit“ Block II

30. Januar 2014

Dr. Volker Stelzer – Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) und Schule der Nachhaltigkeit (SdN) am KIT



# Operationalisierung von Nachhaltigkeit

Inter- und intragenerative Gerechtigkeit

Global

Anthropozentrisch

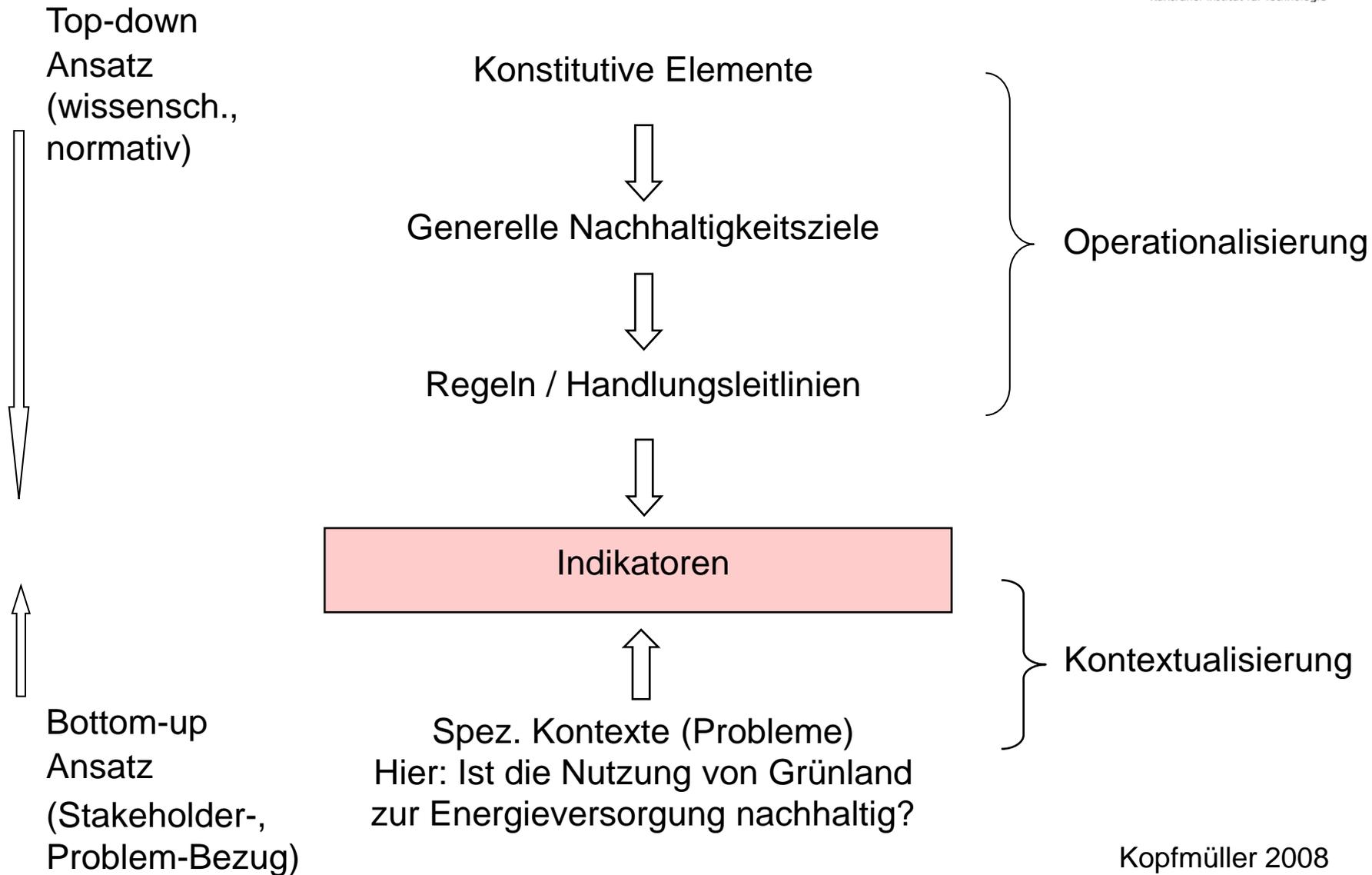
Integrativ

Universell

Nach: Jürgen Kopfmüller, Volker Brandl, Juliane Jörissen, Michael Paetau, Gerhard Banse, Reinhard Coenen, Armin Grunwald (2001): Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet – Konstitutive Elemente, Regeln, Indikatoren. sigma, Berlin.

<i>Generelle Nachhaltigkeitsziele</i>		
Sicherung der menschlichen Existenz	Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials	Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten
<i>Mindestanforderungen (Regeln)</i>		
Schutz der menschlichen Gesundheit (1)	Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen (6)	Chancengleichheit hinsichtlich Bildung, Beruf, Information (11)
Gewährleistung der Grundversorgung (2)	Nachhaltige Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen (7)	Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen (12)
Selbstständige Existenzsicherung (3)	Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke (8)	Erhaltung d kulturellen Erbes und der kulturellen Vielfalt (13)
Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten (4)	Vermeidung unvertretbarer technischer Risiken (9)	Erhaltung der kulturellen Funktion der Natur (14)
Ausgleich extremer Einkommens- und Vermögensunterschiede (5)	Nachhaltige Entwicklung des Sach-, Human- und Wissenskapitals (10)	Erhaltung der sozialen Ressourcen (15)

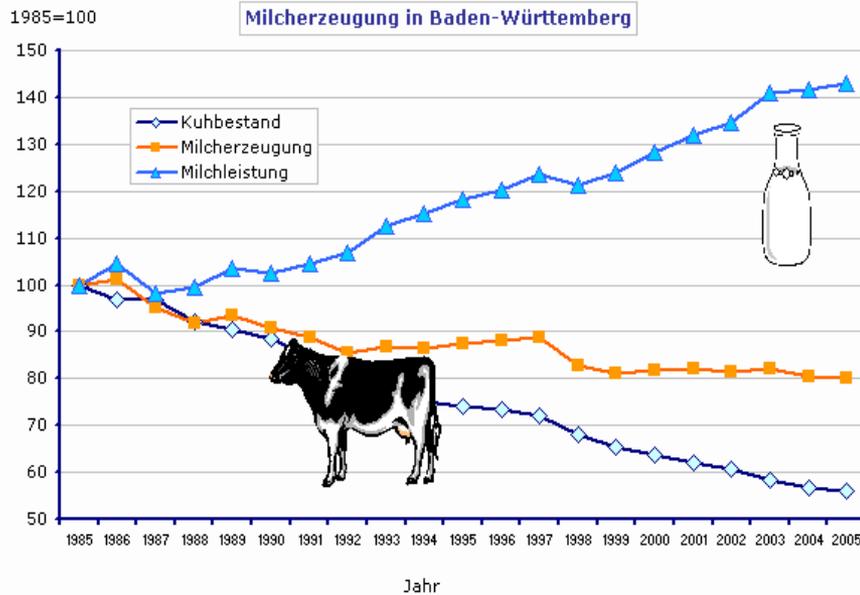
# Das Integrative Konzept Nachhaltiger Entwicklung



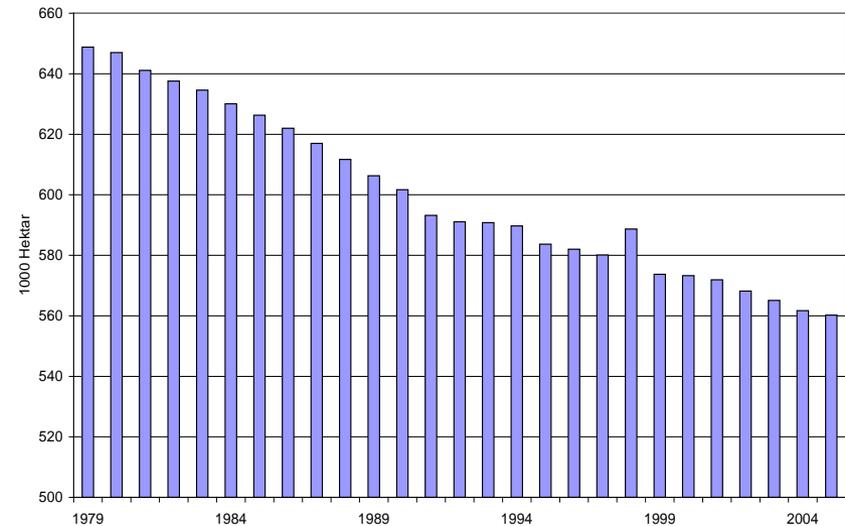
Kopfmüller 2008

# Ist die energetische Nutzung von Grünland nachhaltig?





Entwicklung des Kuhbestands in Baden-Württemberg (1985-2005)



Entwicklung der Dauergrünlandflächen in Baden-Württemberg (1979-2005)



(Konold,  
Reidl 2006)



(Wippel 2007)



(Konold,  
Reidl 2006)



(Briemle 2007)

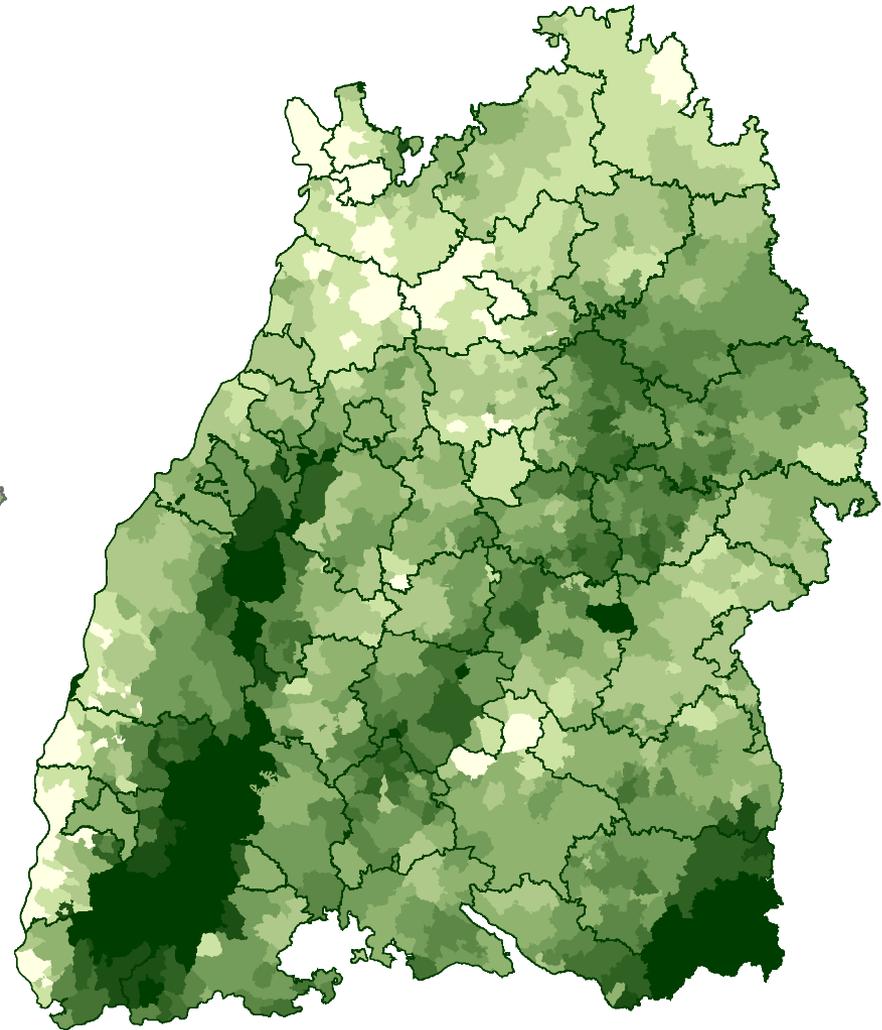
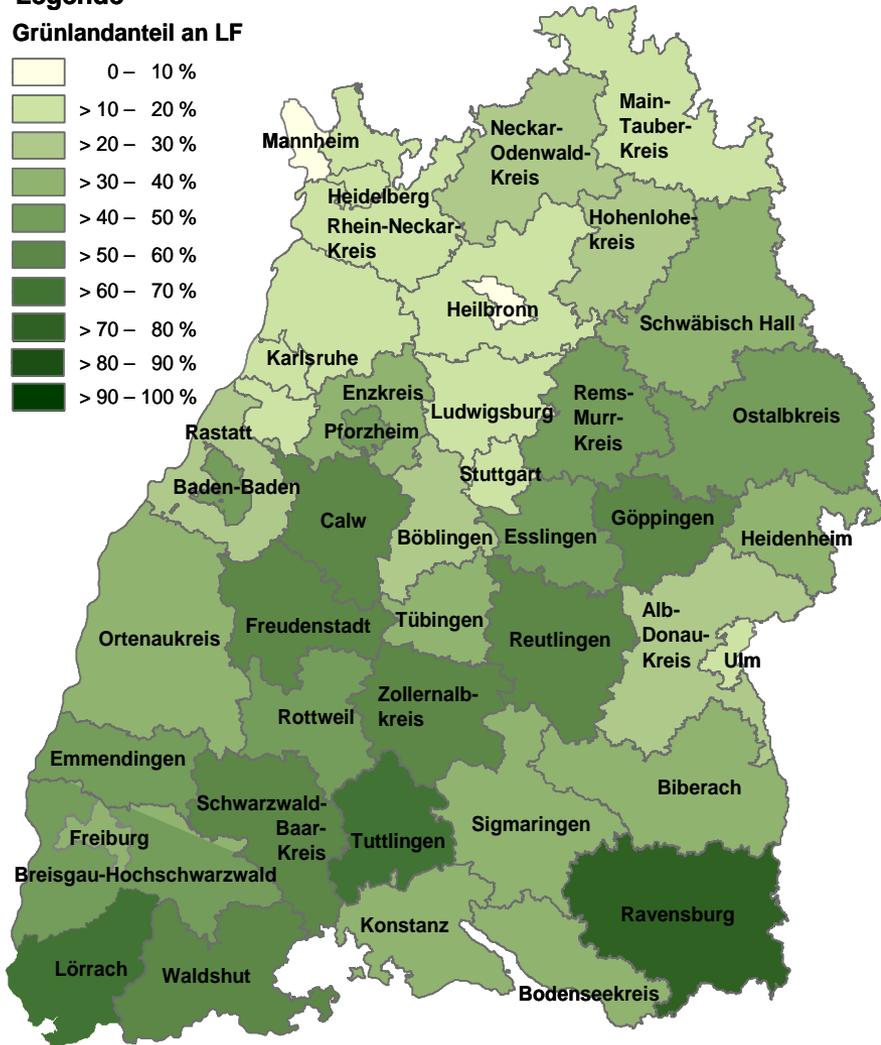
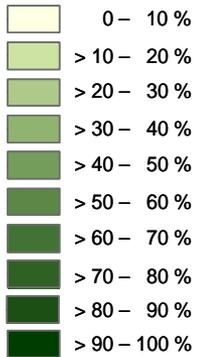


(Briemle 2007)

# Anteil Dauergrünland an der Landwirtschaftsfläche

## Legende

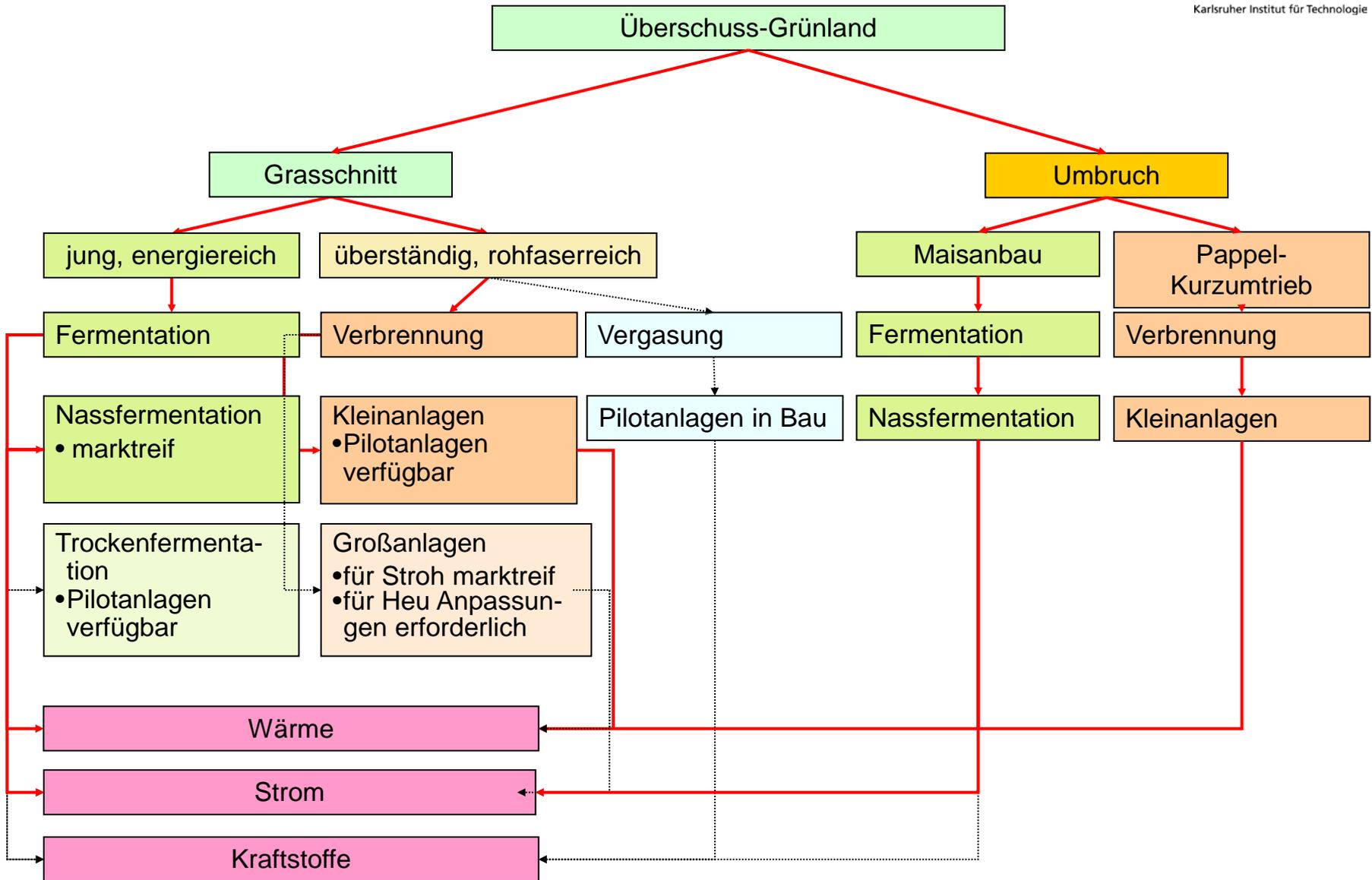
### Grünlandanteil an LF



<i>Generelle Nachhaltigkeitsziele</i>		
Sicherung der menschlichen Existenz	Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials	Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten
<i>Mindestanforderungen (Regeln)</i>		
Schutz der menschlichen Gesundheit (1)	Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen (6)	
Selbstständige Existenzsicherung (3)	Nachhaltige Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen (7)	
	Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke (8)	
Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten (4)		Erhaltung der kulturellen Funktion der Natur (14)

<i>Mindestbedingungen nachhaltiger Entwicklung</i>	<i>Nachhaltigkeitsindikatoren</i>
Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Substitution nicht erneuerbarer Energieträger</li> <li>• Klimarelevante Emissionen</li> </ul>
Nachhaltige Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Substitution nicht erneuerbarer Energieträger (s.o.)</li> <li>• Flächenspezifischer Primärenergieertrag</li> <li>• Flächenspezifische Vermeidung klimarelevanter E.</li> </ul>
Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimarelevante Emissionen (s.o.)</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten</li> <li>• Eutrophierend wirkende Emissionen</li> <li>• Versauernd wirkende Emissionen</li> </ul>
Schutz der menschlichen Gesundheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feinstaubemissionen, • NO<sub>x</sub>-Emissionen</li> <li>• CO-Emissionen, • Sommersmog</li> <li>• Pilzsporen</li> </ul>
Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiversität, • Boden</li> <li>• Grund- und Oberflächengewässer</li> </ul>
Erhalt der kulturellen F. d. Natur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Landschaftsbild</li> </ul>
Selbstständige Existenzsicherung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschäftigung</li> <li>• Entlohnung</li> </ul>

# Energetische Nutzungsmöglichkeiten von Grünland



## Bilanzraum

- Hauptprodukt: vom Anbau bis zur Energieerzeugung
- Vorketten für eingesetzte Ressourcen (Stahl, Beton, Düngemittel...)

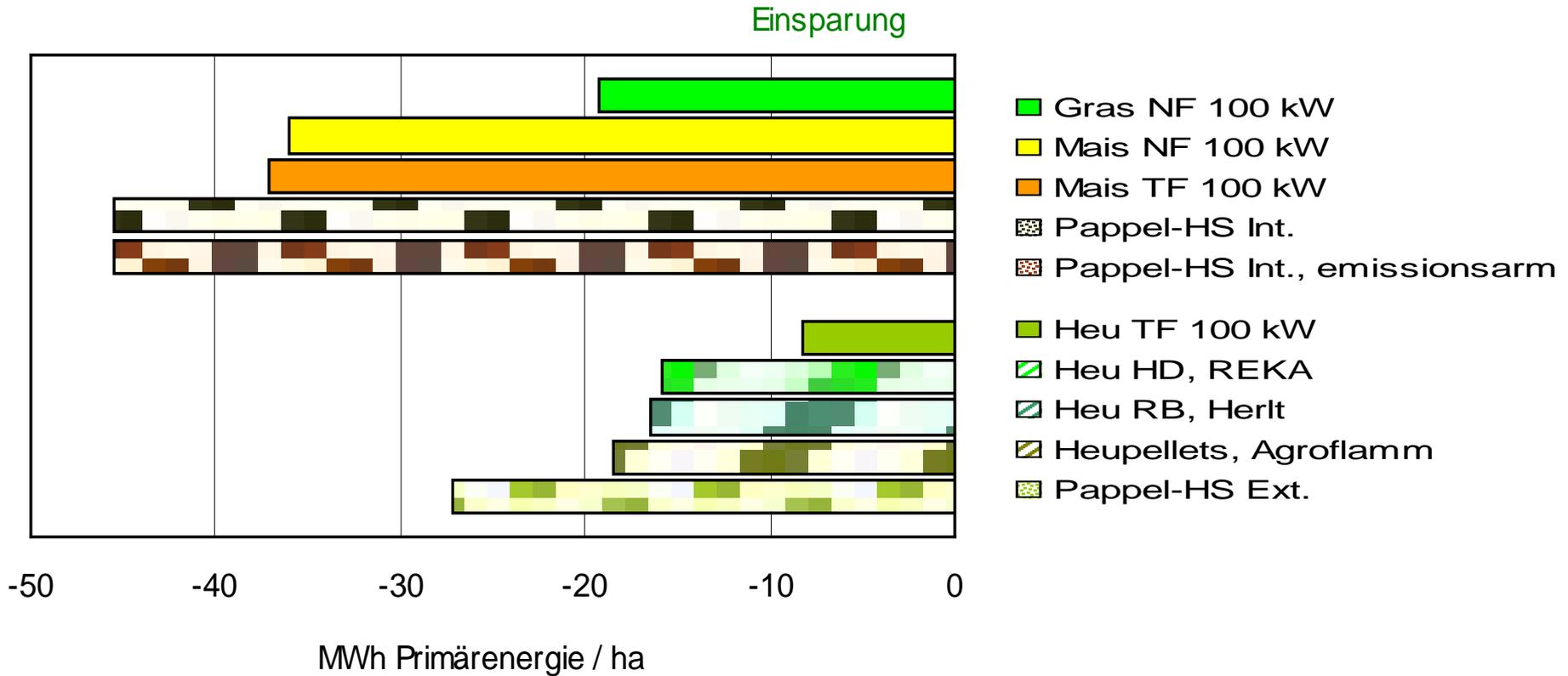
## Wichtige Annahmen

- Abgedecktes Endlager
- Gärrest wird ausgebracht
- Für Mais wird mit Mineraldünger nachgedüngt
- Heu auf ungedüngtem Extensivgrünland
- Pappeln auf Intensiv- und Extensivstandort nur P-K-Düngung, kein N

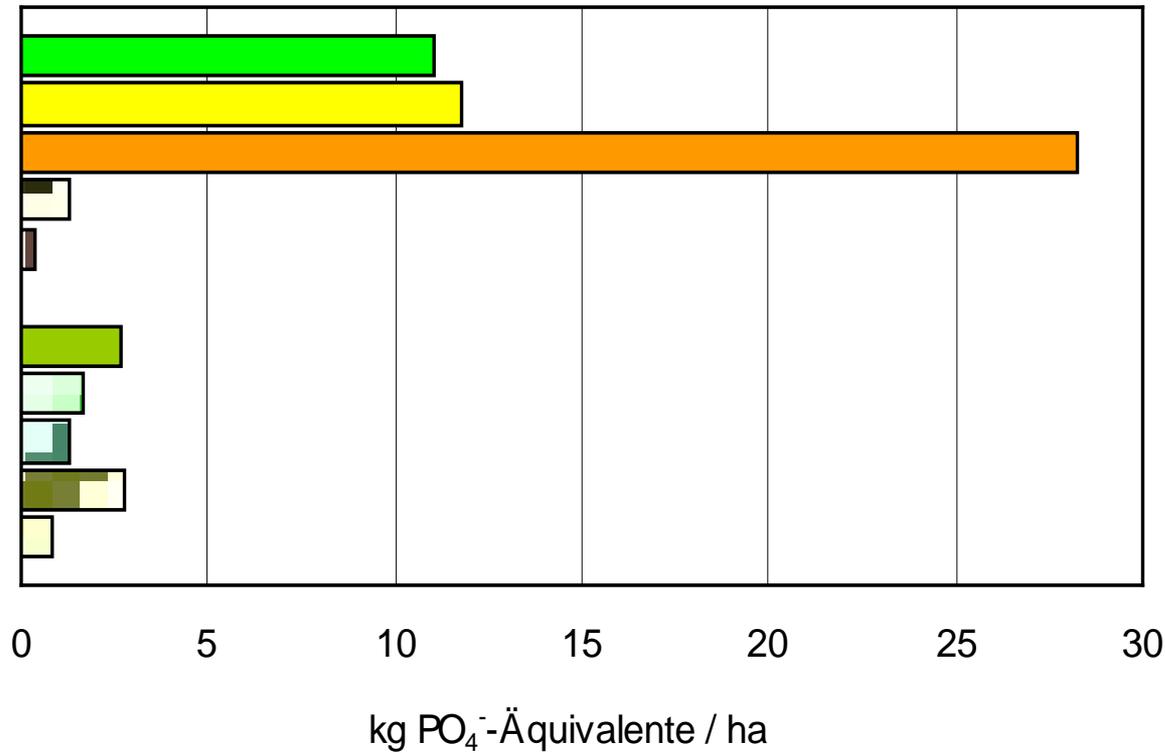
## Berücksichtigte Parameter

- Emissionen aus der Landwirtschaft ( $N_2O$ ,  $NH_3$ )
- Anlagenbürtige Emissionen
- Einsatz von Hilfsenergie in der Landwirtschaft und der Produktumwandlung
- Ressourcen und Transport für Infrastruktur (ohne Herstellung bzw. Bau)

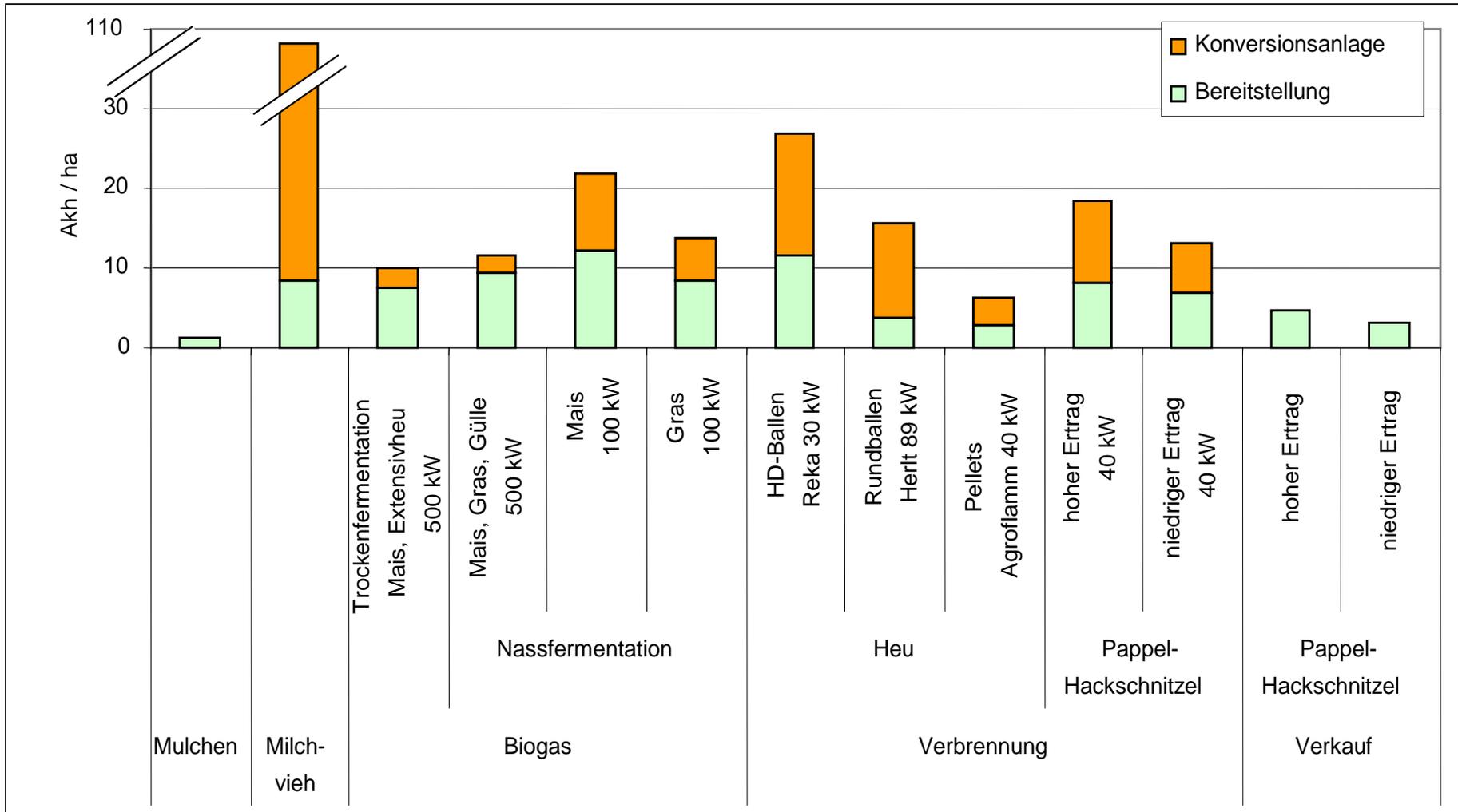
# Verbrauch nicht erneuerbarer Energieträger



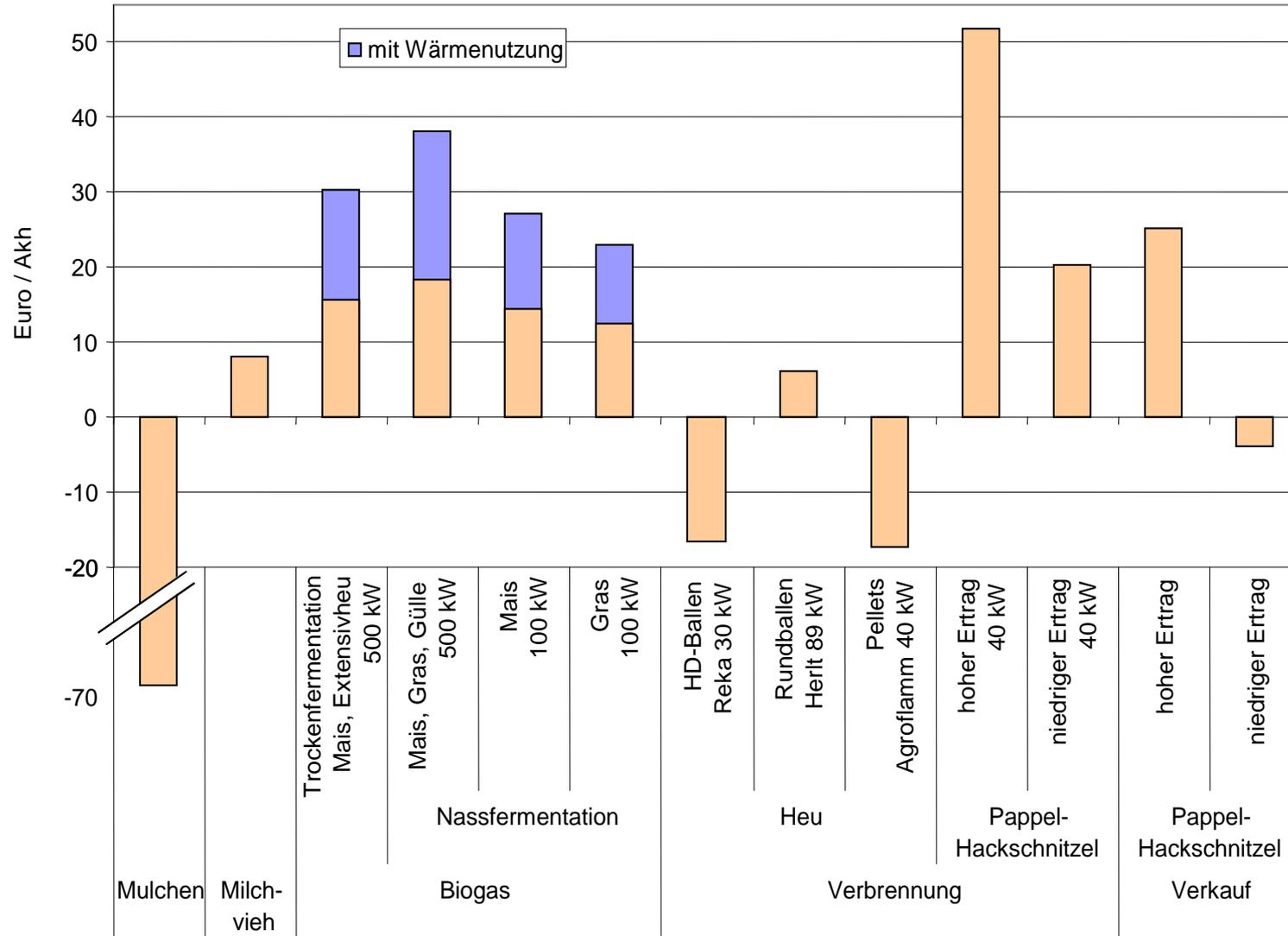
Erhöhung



- Gras NF 100 kW
- Mais NF 100 kW
- Mais TF 100 kW
- Pappel-HS Int.
- Pappel-HS Int., emissionsarm
- Heu TF 100 kW
- Heu HD, REKA
- Heu RB, Herlt
- Heupellets, Agroflamm
- Pappel-HS Ext.



# Entlohnung der Arbeitszeit



<b>Nutzung</b>	<b>Auswirkungen auf die Biodiversität</b>
Mulchen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruhe- und Deckungsraum für Vögel und Säugetiere</li> <li>• Teilweise Lebensraum für seltene Insekten</li> </ul>
Heu - Verbrennung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausbildung kräuterreicher Wiesen</li> <li>• Lebensraum für zahlreiche Insektenarten</li> </ul>
Grassilage - Biogas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relativ Kräuter- und Insektenarmes Grünland</li> <li>• Verlust an Biodiversität bei Nutzung artenreicher Wiesen</li> </ul>
Umbruch - Pappel-KUP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andere, teilweise auch bedrohte Pflanzenarten</li> <li>• Ruhe- und Deckungsraum für Vögel und Säugetiere</li> <li>• Veränderung des Artenspektrums</li> </ul>
Umbruch - Maisanbau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Längere Zeit ohne Vegetation</li> <li>• Wenig Begleitvegetation</li> <li>• Geringe Wertigkeit für Pflanzen und Tiere</li> </ul>

<b>Nutzung</b>	<b>Auswirkungen auf Boden und Grundwasser</b>
Mulchen Heu - Verbrennung Heu - Trocken- fermentation Grassilage - Biogas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Keine Bodenerosion</li><li>• Kein Eintrag von Stickstoff und Pflanzenschutz-mittel</li></ul>
Umbruch - Pappeln	<ul style="list-style-type: none"><li>• Temporäre Beeinträchtigung der Bodenfunktionen mit Gefahr der Erosion und Nitratauswaschung</li><li>• Gefahr der Verdichtung durch Maschinen</li></ul>
Umbruch - Maisanbau	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gefahr von Bodenerosion und Humusabbau</li><li>• Gefahr der Auswaschung von Nitrat und Pflanzenschutzmitteln</li><li>• Dauerhafte Beeinträchtigung Bodenfunktionen</li></ul>

<b>Nutzung</b>	<b>Positiv</b>	<b>Negativ</b>
Mulchen Heu - Verbrennung Grassilage - Biogas	Grünland mit unterschiedlichen Blühaspekten, traditionelle Nutzung	
Umbruch - Pappel-KUP	Neues Strukturelement	Kein Grünland mehr, keine freien Sichtachsen mehr, kaum Blühaspekte
Umbruch - Maisanbau		Kein Grünland mehr, zeitweise ohne Vegetation, zeitweise eingeschränkte Fernsicht, keine Blühaspekte

# Nachhaltigkeitsbewertung – Zusammenfassung (1)



	Extensive Grünlandflächen					Intensive Grünlandflächen			
	Nutzung				Um Wand- lung	Nut- zung	Umwandlung		
	Heu HD	Heu RB	Heu Pellets	Heu TF	KUP ext.	Gras silage	Mais silage	KUP int.	KUP
<i>Nachhaltige Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen</i>									
Primärenergieertrag	++ (7)	++ (6)	++ (5)	++ (8)	++ (3)	++ (4)	++ (2)	++ (1)	++ (1)
<i>Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke</i>									
Klimarelevante Emissionen	++ (6)	++ (5)	++ (4)	+ (8)	++ (2)	++ (7)	++ (3)	++ (1)	++ (1)
CO <sub>2</sub> -Vermeidungs-kosten	- (5)	- (3)	- (3)	-- (6)	+ (2)	-- (4)	-- (4)	++ (1)	++ (1)
Eutrophierende Emissionen	- (5)	0 (3)	- (6)	-- (9)	0 (2)	-- (8)	-- (7)	0 (3)	0 (1)
Versauernde Emissionen	- (5)	0 (4)	- (6)	-- (9)	+ (3)	-- (8)	-- (7)	+ (2)	+ (1)

	Extensive Grünlandflächen					Intensive Grünlandflächen			
	Nutzung				Um- wand- lung	Nut- zung	Umwandlung		
	Heu HD	Heu RB	Heu Pellets	Heu TF	KUP ext.	Gras silage	Mais silage	KUP int.	KUP
<i>Schutz der menschlichen Gesundheit</i>									
Feinstaubemissionen	0 (4)	- (7)	- (5)	+ (1)	- (8)	0 (2)	0 (3)	-- (9)	- (6)
NO <sub>x</sub> -Emissionen	-- (7)	-- (6)	-- (8)	+ (1)	- (4)	- (3)	- (5)	-- (6)	- (2)
CO-Emissionen	-- (9)	+ (2)	0 (3)	0 (4)	- (6)	- (5)	-- (7)	-- (8)	+ (1)
Sommersmog	-- (8)	- (7)	-- (9)	+ (1)	- (4)	- (3)	- (5)	- (6)	0 (2)
Pilzsporen	0	0	0	-	-	0	0	-	-
<i>Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen</i>									
Biodiversität	+ (1)	+ (1)	+ (1)	+ (1)	- (4)	0 (2)	-- (5)	0 (3)	0 (3)
Boden	0 (1)	0 (1)	0 (1)	0 (1)	- (2)	0 (1)	-- (3)	- (2)	- (2)
Grund- und Oberflächengewässer	0 (1)	0 (1)	0 (1)	0 (1)	- (2)	0 (1)	-- (3)	- (2)	- (2)

# Nachhaltigkeitsbewertung – Zusammenfassung (3)

	Extensive Grünlandflächen					Intensive Grünlandflächen			
	Nutzung				Um Wand lung	Nut zung	Umwandlung		
	Heu HD	Heu RB	Heu Pellets	Heu TF	KUP ext.	Gras silage	Mais silage	KUP int.	KUP
<i>Kulturelle Funktion der Natur</i>									
Landschaft	+	+	+	+	-/+	+	-	-/+	-/+
	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)	(1)	(3)	(2)	(2)
<i>Selbstständige Existenzsicherung</i>									
Beschäftigung	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	(1)	(4)	(8)	(7)	(6)	(5)	(2)	(3)	(3)
Entlohnung	-	+	-	+	++	+	+	++	++
	(7)	(5)	(8)	(6)	(2)	(4)	(3)	(1)	(1)

**Grassilagenutzung:** Erhalt Grünland und Einkommen und Beschäftigung im ländlichen Raum, erneuerbare Energiequelle, aber auch Herausforderungen: Anstieg Umwelt belastender und gesundheitsgefährdender Emissionen, z.T. Verringerung der Artenvielfalt.

**Heuverbrennung:** Ähnlich wie Grassilagenutzung, jedoch mit Vorteilen bei der Artenvielfalt und Nachteilen bei den Emissionen und beim Einkommen. Trockenfermentation Heu mit Ausnahme gesundheitsgefährdender Emissionen schlechter als Heuverbrennung.

**Umwandlung in Pappel-KUP** und Pappelverbrennung in emissionsarmen Kesseln: bei 50 % der Nachhaltigkeitsindikatoren die besten Werte. Nachteile bei gesundheitsgefährdenden Emissionen (Feinstaub), teilweise durch Veränderungen des Landschaftsbilds und temporär beim Boden- und Grundwasserschutz.

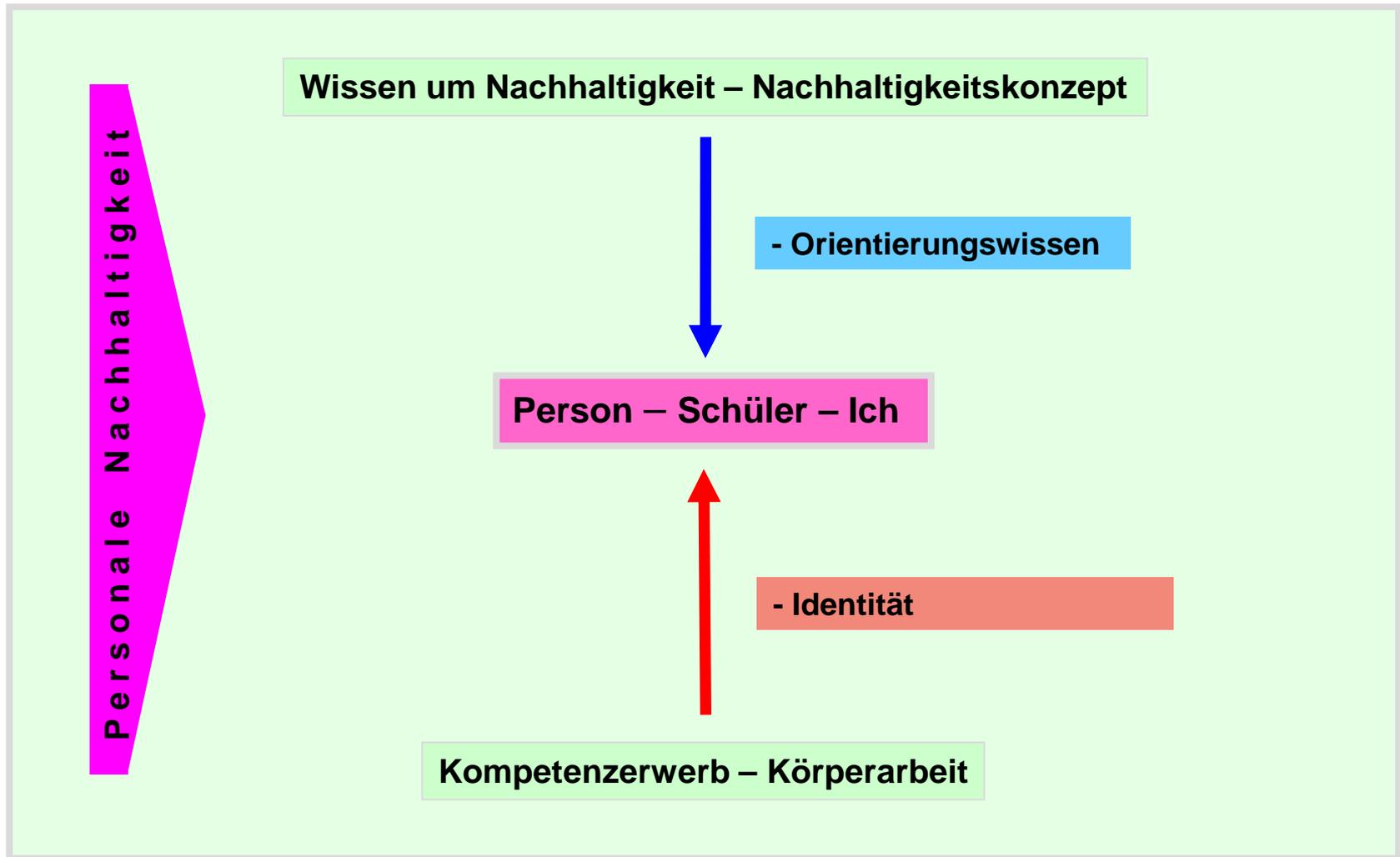
- Aktivitätsfelder-Analysen (Wohnen u. Bauen; Freizeit u. Tourismus)
- Analysen zu Schlüsseltechnologien (Nano, IuK, REG, Bio-, Gentechnik)
- Energiesystem
- Abfallwirtschaft
- (Energetische) Nutzung von Biomasse
- Megacities (Lateinamerika)
- Integrated Water Resources Management (Indonesien)
- Nachhaltige Energiebilanzen (Deutschland)

## Außerhalb ITAS

- Kommunale Nachhaltigkeitsberichterstattung für Leipzig-Halle (UFZ)
- Nachhaltigkeitsberichterstattung im Verkehrsbereich (DLR Köln/Berlin)
- Regionale Branchenanalyse in Brandenburg (TU Berlin)
- Bausteine einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (Uni Leipzig)
- Bewertung börsennotierter Unternehmen in Österreich (WU Wien)
- Grüne Bioraffinerie (Österreichische Akademie der Wissenschaften)

u.a.





## KIT-Intro



**Ziel:** Befähigung zur gesellschaftlichen Verantwortungsübernahme

**Durch:**

- Das Fachliche in den Horizont übergreifender Orientierung stellen.
- Disziplinär Unverbundenes in einem größeren Kontext sehen
- Zweck und Sinn des Studiums und späteren Tuns erkennen können.
- Sensibilisierung für die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Gesellschaft
- Sensibilisierung für die Wechselwirkungen zwischen Technik und Wissenschaft.
- Voraussichtlich zu Beginn des zweiten Studienjahres in Form von (ein- bis zweiwöchigen) fachübergreifenden Einführungswochen am KIT.

## Zertifikatsstudium Nachhaltigkeit und Transformation



Gemeinsam mit dem Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft (ZAK) startete die *Karlsruher Schule der Nachhaltigkeit* im Wintersemester 2012/13 das Lehrmodul Nachhaltigkeit und Transformation (NATAN). Das Modul bietet einen interdisziplinären Einstieg in die Nachhaltigkeitsthematik, kann studienbegleitend belegt und mit einem gesonderten Zertifikat abgeschlossen werden. Das Modul soll bis 2014 zum eigenständigen *Zertifikatsstudium Nachhaltigkeit und Transformation* ausgebaut werden, das die Karlsruher Studierenden auf dem Weg ihrer je fachspezifischen Ausbildung begleitet.

## Masterstudiengang Sustainable Development



**Ziel:** Kompetenzen für die nachhaltige Gestaltung technischer, wirtschaftlicher und sozialer Prozesse zu vermitteln.

**Adressaten:** (künftige) Führungskräfte und Mitarbeiter in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft, die ihr Handeln an der Idee der Nachhaltigkeit ausrichten.

**Profil:** Kombination von drei Faktoren: Wissen, Reflexion von Handlungsnormen/Handlungsfolgen und persönliche Kompetenz.

**Erster Realisierungsschritt:** Ein Lehrgang für Führungskräfte aus der Automobilbranche an der Hector School geplant und in der Startphase.

## Graduiertenmodul Sustainable Background



**Hintergrund:** Viele der vor allem naturwissenschaftlich-technisch orientierten Promotionsprogramme am KIT weisen in ihrer thematischen Ausrichtung einen klaren Nachhaltigkeitsbezug auf, wie z.B. die Graduiertenprogramme der beiden großen KIT-Zentren „Energie“ und „Klima und Umwelt“, das Promotionskolleg „e-drive“ oder auch das Graduiertenkolleg „Informationswirtschaft und Market Engineering“. Allerdings wird das Themenfeld „nachhaltige Entwicklung“ als eigenständiges Konzept in den Graduiertenprogrammen bislang nicht, bzw. nicht als solches, thematisiert.

**Ziel:** Die *Karlsruher Schule der Nachhaltigkeit* wird künftig grundlegende Lehreinheiten im Themenbereich Nachhaltigkeit für diese Graduiertenprogramme entwickeln und zur Verfügung stellen. Dies geschieht in Kooperation mit den jeweiligen Promotionsprogrammen.

## Lokalbildung - Responsible Public Science



Neben der Verantwortung für die eigenen Absolventen, kommt dem KIT als großem Akteur und Bildungsinstitution auch jenseits der Hochschulgrenzen vor Ort, in der Region Karlsruhe, eine bedeutende Rolle zu. Nachhaltige Entwicklung ist per se transdisziplinär und auf Handeln ausgerichtet, möchte Impulse und soziale Innovationen setzen, dies soll sich auch in der Karlsruher Schule der Nachhaltigkeit widerspiegeln.

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Weitere Informationen unter:

<http://www.itas.fzk.de/deu/itas-profil/urm.htm>

[http://www.itas.kit.edu/num\\_lp\\_paro09\\_schuna.php](http://www.itas.kit.edu/num_lp_paro09_schuna.php)

oder bei:

stelzer@kit.edu

