



**Biomasse:
Ressource für Ernährung und mehr –
Überlegungen zu Quantität und Qualität**

BMBF-Fachforum, 15. Dezember 2010, Berlin

Markwart Kunz



- **Einleitung**

- **Biomasse-Produktion**

- **Nutzung als Energierohstoff (nicht nutritiv, Biomasseeffizienz)**

- **Nutzung in der menschlichen Ernährung**
 - ❖ Protein als Futtermittel bzw. Lebensmittel
 - ❖ Kohlenhydrate (nutritive)
 - ❖ nicht nutritive Pflanzeninhaltsstoffe

- **Fazit**

Ressourcenverknappung – das Thema der Zukunft

- ❑ Steigende Nahrungsmittelproduktion notwendig
- ❑ Steigender Fleischkonsum erwartet
- ❑ Steigende Bedeutung erneuerbarer Energien erwartet

Ökologisch nachhaltige und ökonomisch erfolgreiche Biomasseproduktion
durch Photosynthese bietet Lösungsansatz.

Herausforderungen für die Lebens- und Naturwissenschaften

Ziel des Vortrages ist es,
aus naturwissenschaftlich rationaler Sicht
die Diskussion zur Nutzung von
agrarisches erzeugter Biomasse
im Spannungsfeld von
Ernährung, Gesundheit und **Energie** anzuregen.

Stoffliche Nutzung wird in diesem Vortrag nicht betrachtet.

Ziele für Pflanzen der Zukunft

■ Ertrag, Ertrag auch unter Stress

Ja, aber eigentlich



■ Ertragsqualität im Hinblick auf

- Energie
- Proteine
- nicht nutritive Komponenten

Ökologisch nachhaltig und ökonomisch erfolgreich



SÜDZUCKER-GRUPPE



SÜDZUCKER

Agrarischer Rohstoff	Produkte (ohne Fumi)
<ul style="list-style-type: none"> ■ Zuckerrübe* 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Saccharose* <ul style="list-style-type: none"> ■ Invertzuckersirup ■ Fruktose (Glukose) ■ Palatinose™ ■ Isomalt ■ Karamellzucker
<ul style="list-style-type: none"> ■ Mais* ■ Kartoffeln* ■ Reis* 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Stärke <ul style="list-style-type: none"> ■ Derivatisierte Stärken ■ Stärkehydrolysate ■ Protein
<ul style="list-style-type: none"> ■ Zichorie 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inulin <ul style="list-style-type: none"> ■ Fructooligosaccharide ■ Fructosesirup
<ul style="list-style-type: none"> ■ Zuckerrübe ■ Mais ■ Weizen ■ Gerste 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ethanol (ferm.) ■ Protein
<ul style="list-style-type: none"> ■ Frucht* 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fruchtsaftkonzentrate ■ Fruchtzubereitungen

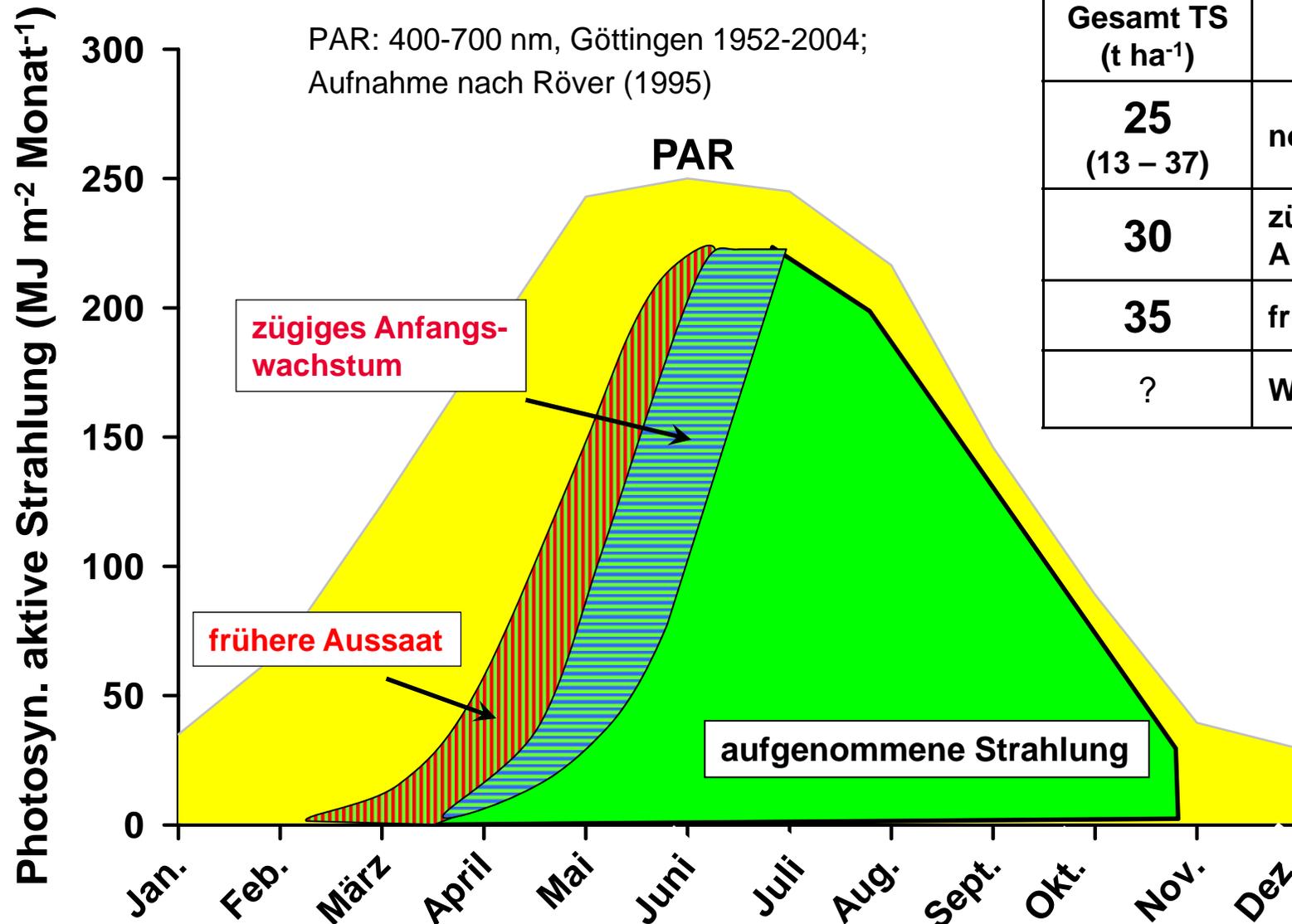
* inkl. Rohstoffe
gemäß
Ökoverordnung



- Einleitung
- **Biomasse-Produktion**
- **Nutzung als Energierohstoff (nicht nutritiv, Biomasseeffizienz)**
- **Nutzung in der menschlichen Ernährung**
 - ❖ Protein als Futtermittel bzw. Lebensmittel
 - ❖ Kohlenhydrate (nutritive)
 - ❖ nicht nutritive Pflanzeninhaltsstoffe
- **Fazit**



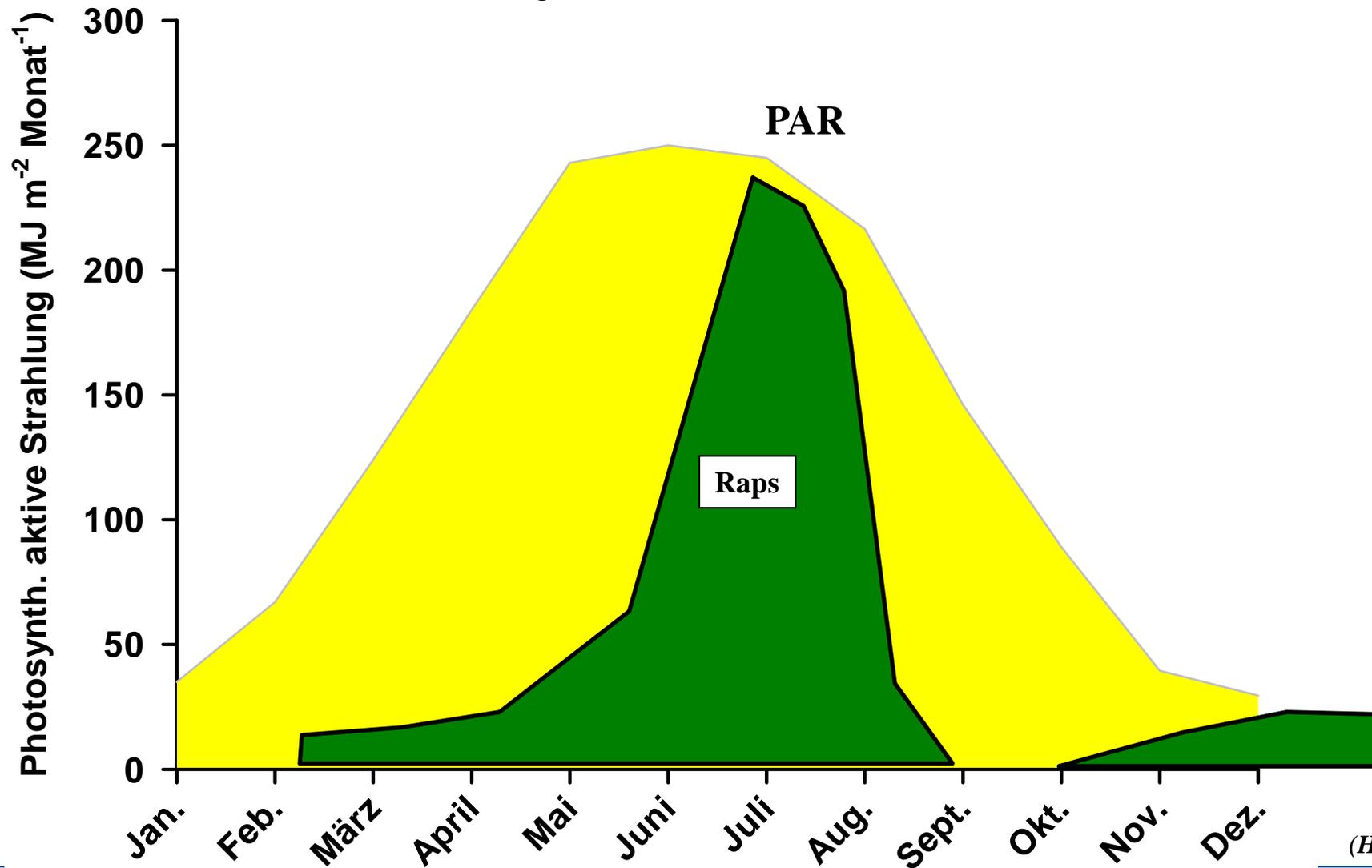
Aufnahme von Lichtenergie der Zuckerrübe in Relation zur Entwicklung der Trockensubstanz



(Hoffmann 2008)

Aufnahme von Lichtenergie bei Raps

PAR: 400-700 nm, Göttingen 1952-2004; Aufnahme nach LAI



(Hoffmann 2008)

Effiziente Umwandlung von Lichtenergie in Trockensubstanz

Biosynthese verschiedener Verbindungen aus Glukose

		Kohlenhydrate	Proteine	Lipide
Zuckerrübe	(% TS)	94	1,5	0
Weizen	(% TS)	75	14	3
Raps	(% TS)	25	25	45

* Specht et al. (1999), nach Penning de Vries et al. (1974) und McDermitt & Loomis (1981)

Erhaltene Energie/ha: Rübe: 100 % Weizen ~ 50 % Raps ~ 30 %

(Hoffmann 2008)

Fakten sind:

- Europa ist aus klimatischen Gründen besonders gut für die Produktion kohlenhydratbetonter Pflanzen geeignet.
- Europa hat große Überschüsse bei Getreide – die Überschüsse werden steigen.
- Europa hat große Defizite bei Futterproteinen.

Input/Output: Düngemittel zu Protein und Energie

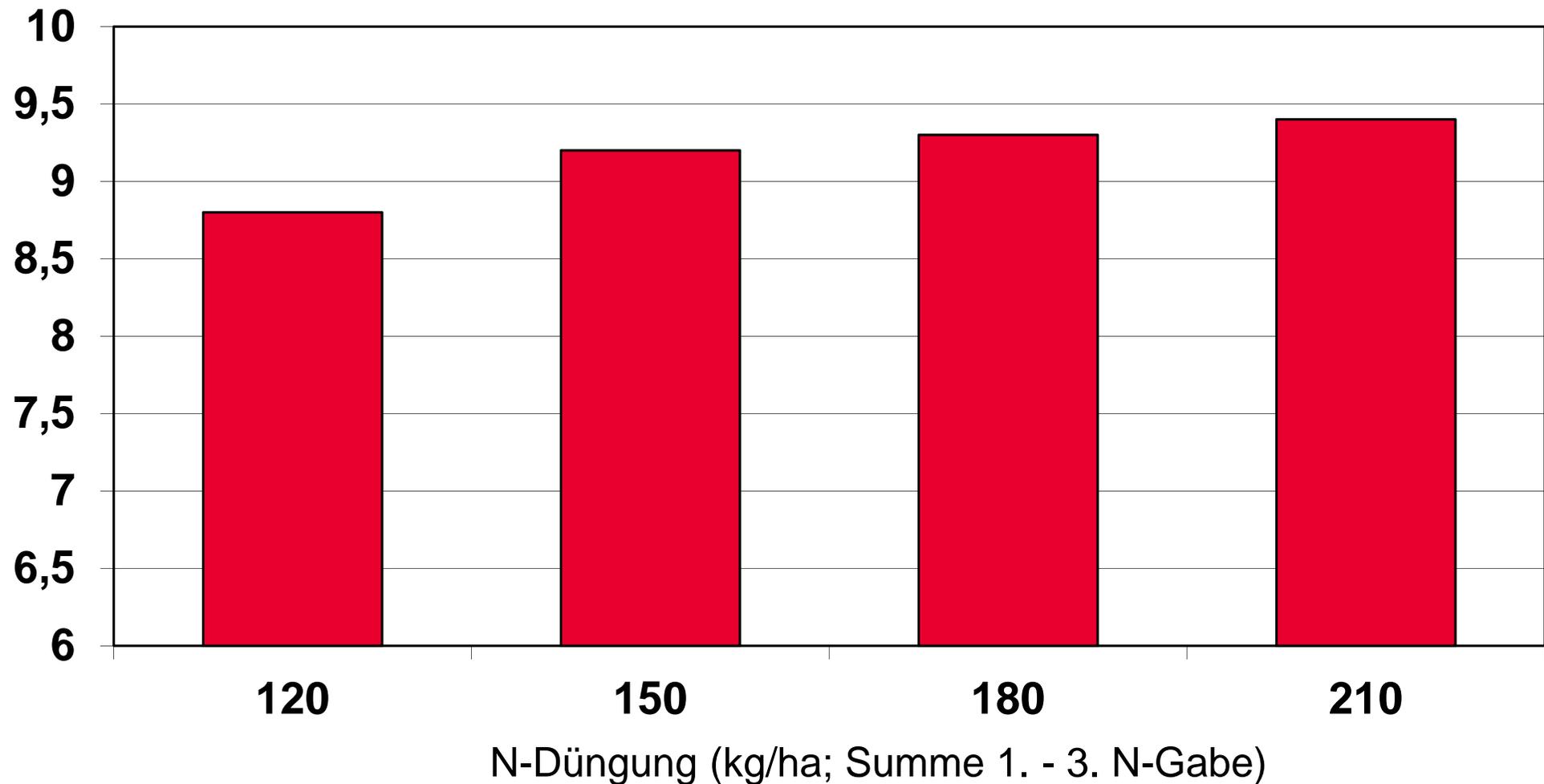
	<i>Input/Output Protein</i>		<i>Input/Output Energieertrag</i>	
	N kg/ t Eiweiß	N/P/K kg/ t Eiweiß	N kg/ GJ Energie	N/P/K kg/ GJ Energie
Weizen	152,4	270,3	2,08	3,69
Raps	154,0	282,8	2,44	4,48



Kornertrag von Winterweizen in Abhängigkeit von der N-Düngung

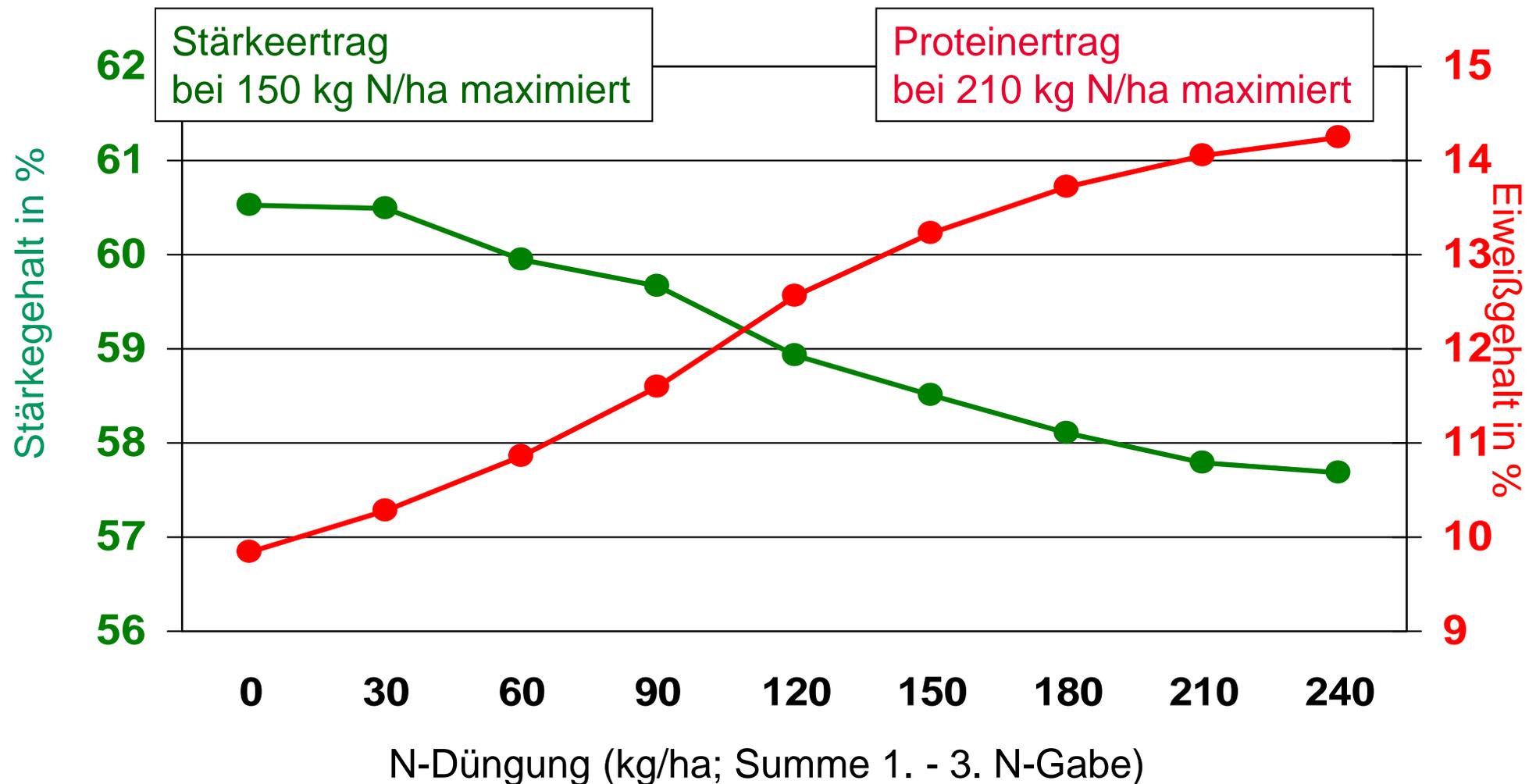
(2005 - 2008; n = 27)

Kornertrag (t/ha)



Eiweiß- und Stärkegehalt in Abhängigkeit von der N-Düngung bei Winterweizen

(2005 - 2006; n = 15)

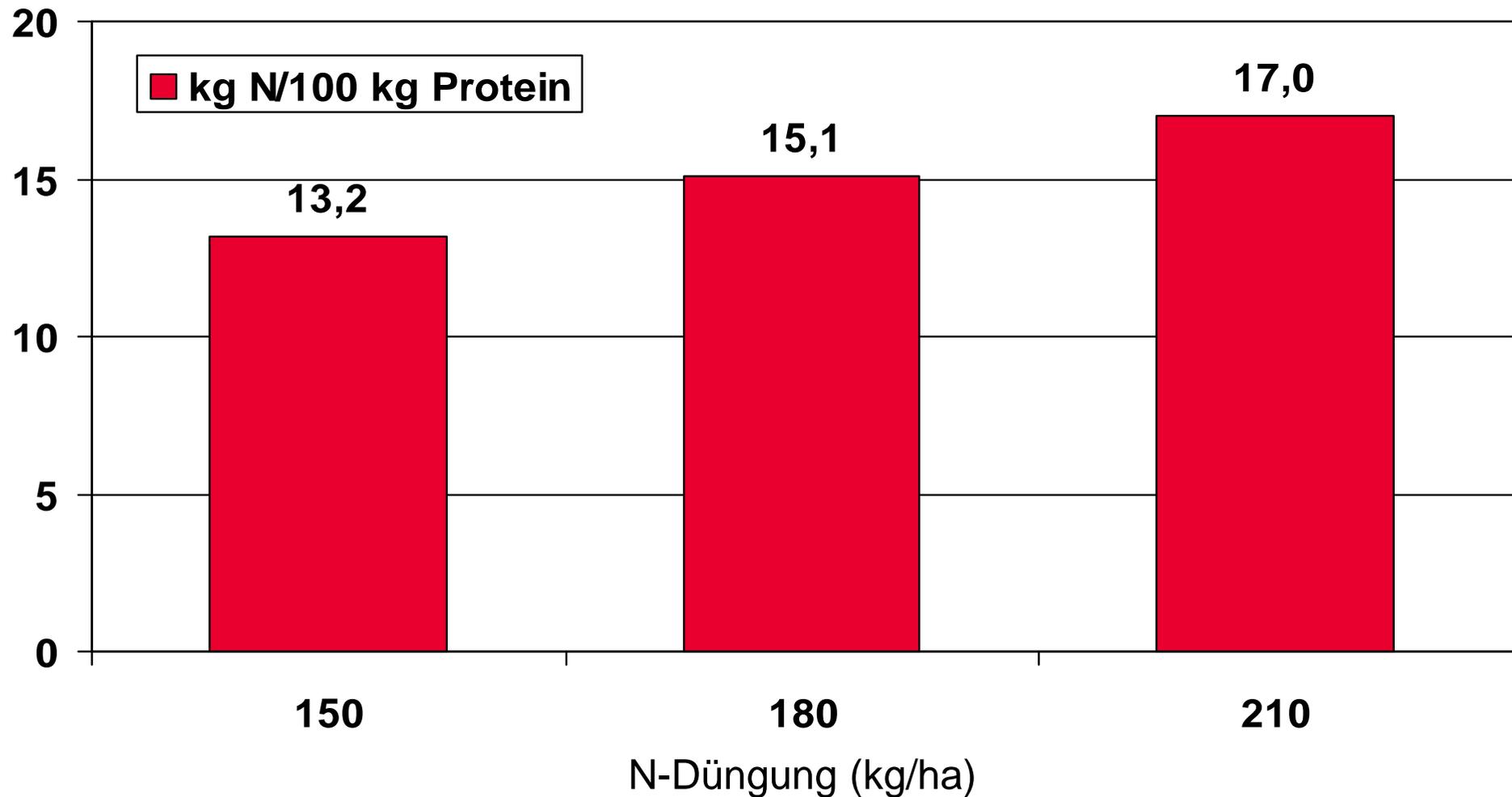




Effizienz der Stärke- und Proteinproduktion in Abhängigkeit von der N-Mineraldüngung

(1999-2009; n = 81)

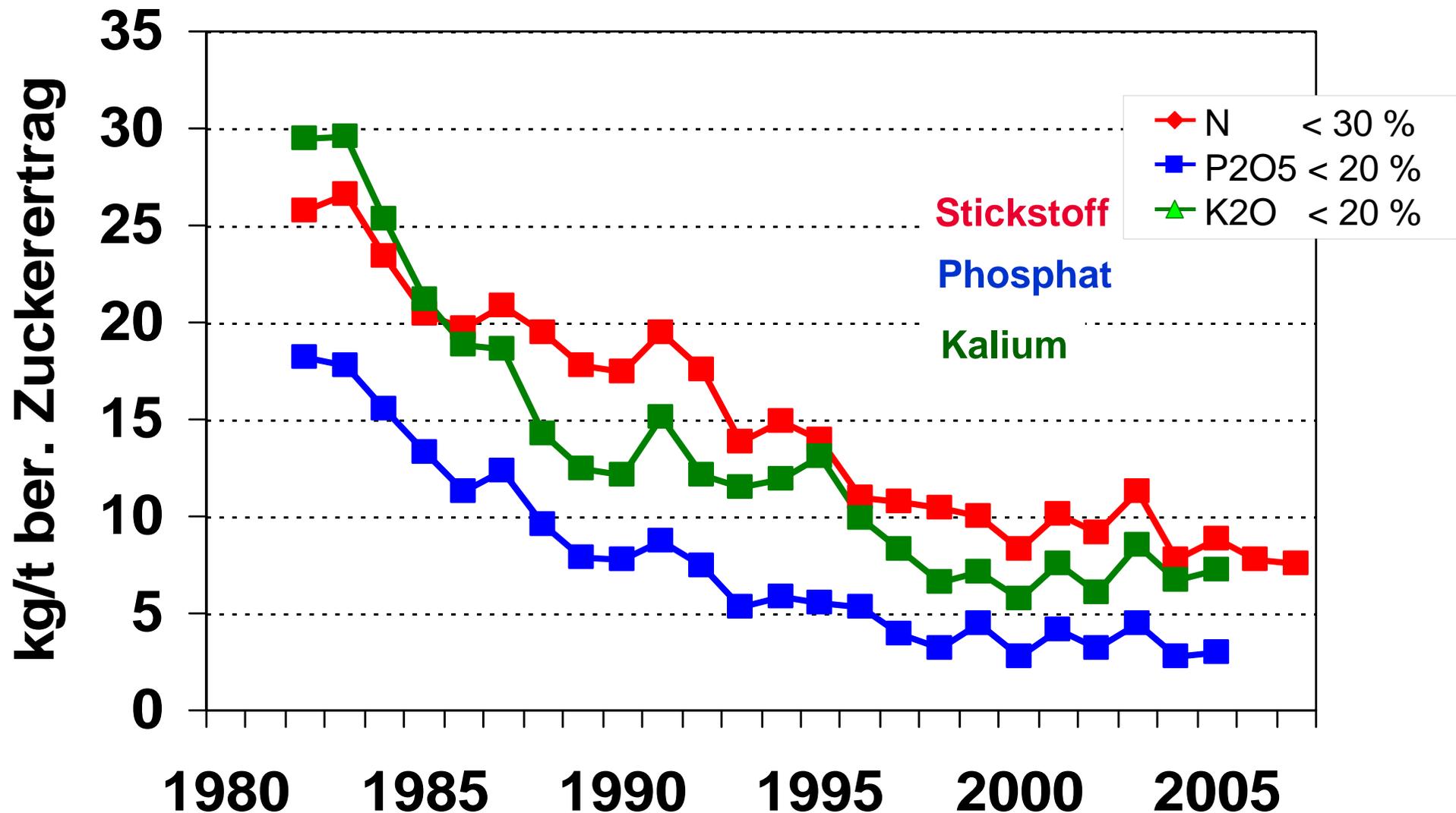
kg N/100 kg



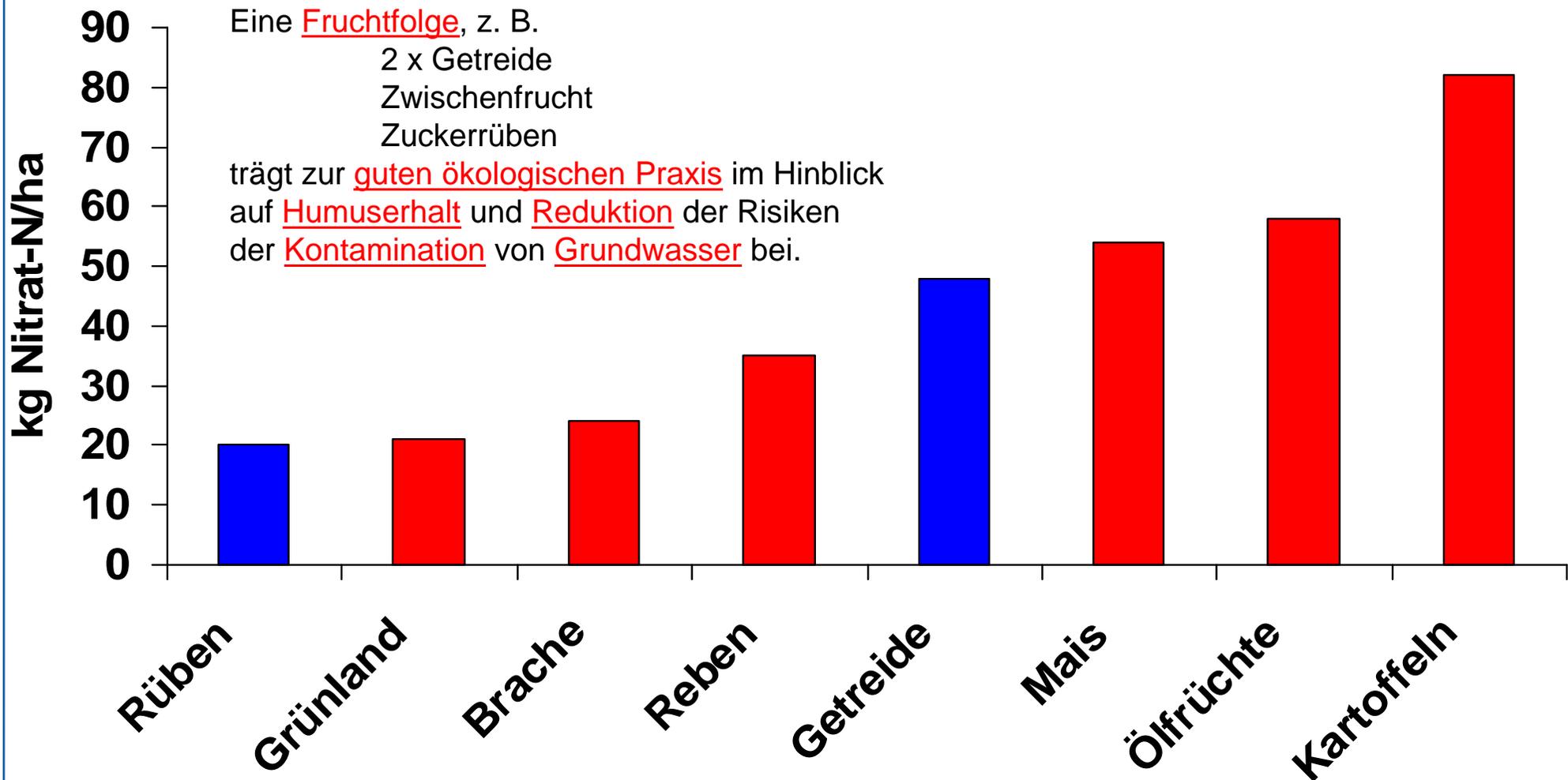


Mineraldüngeraufwand je Tonne bereinigtem Zuckerertrag

(Verband Süddeutscher Zuckerrübenanbauer e. V.; Südzucker AG)



Restnitratstickstoffgehalte im Boden in Abhängigkeit von den angebauten Kulturen



Quelle: Nitratbericht 2007 LTZ Augustenberg

Entscheidend für ökonomisch und ökologisch erfolgreiche Biomasseproduktion der Zukunft

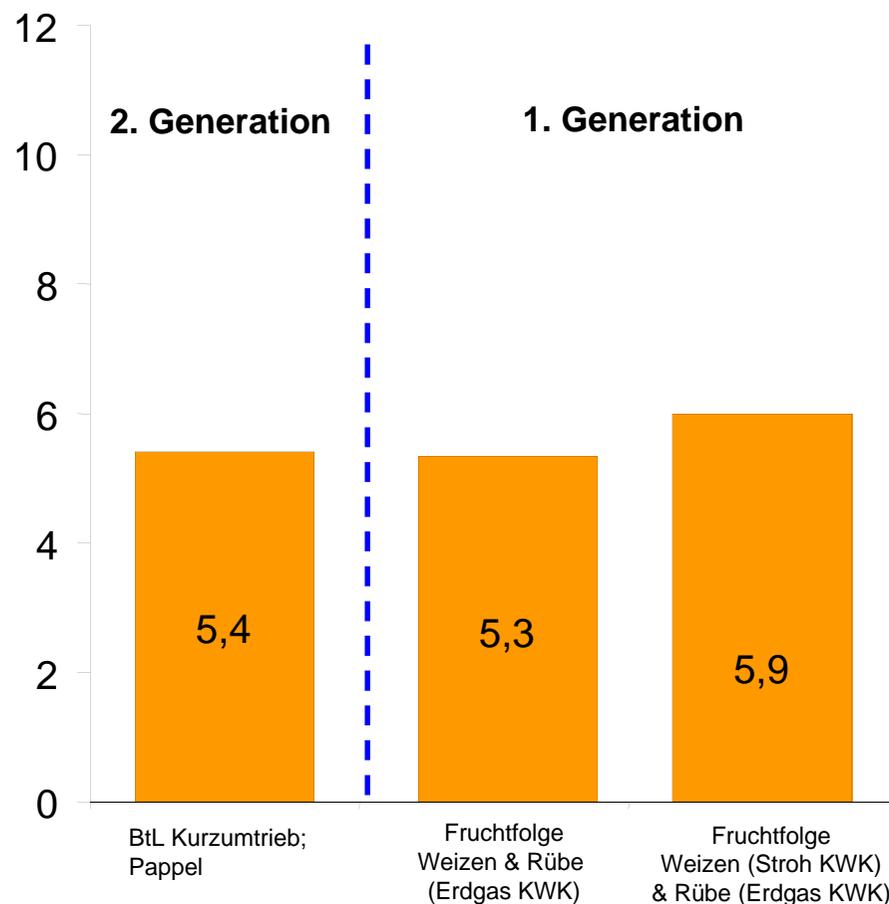
- Ausgewogene Produktion von **Energie** und **Protein** pro Hektar
- Optimierung des **Düngemittelbedarfs** der Pflanzen bezogen auf **Protein-** und **Energieoutput**
- Optimierung der Leistung in der Fruchtfolge, insbesondere im Hinblick auf
 - Bodengesundheit und
 - potentielle Grundwasserbeeinträchtigung



- **Einleitung**
- **Biomasse-Produktion**
- **Nutzung als Energierohstoff (nicht nutritiv, Biomasseeffizienz)**
- **Nutzung in der menschlichen Ernährung**
 - ❖ Protein als Futtermittel bzw. Lebensmittel
 - ❖ Kohlenhydrate (nutritive)
 - ❖ nicht nutritive Pflanzeninhaltsstoffe
- **Fazit**

Treibhausgas-Effizienz (europ. Rohstoffe)

Lebenszyklus GHG Einsparung in t CO_{2eq}/ha/a



2. Generation Biokraftstoffe

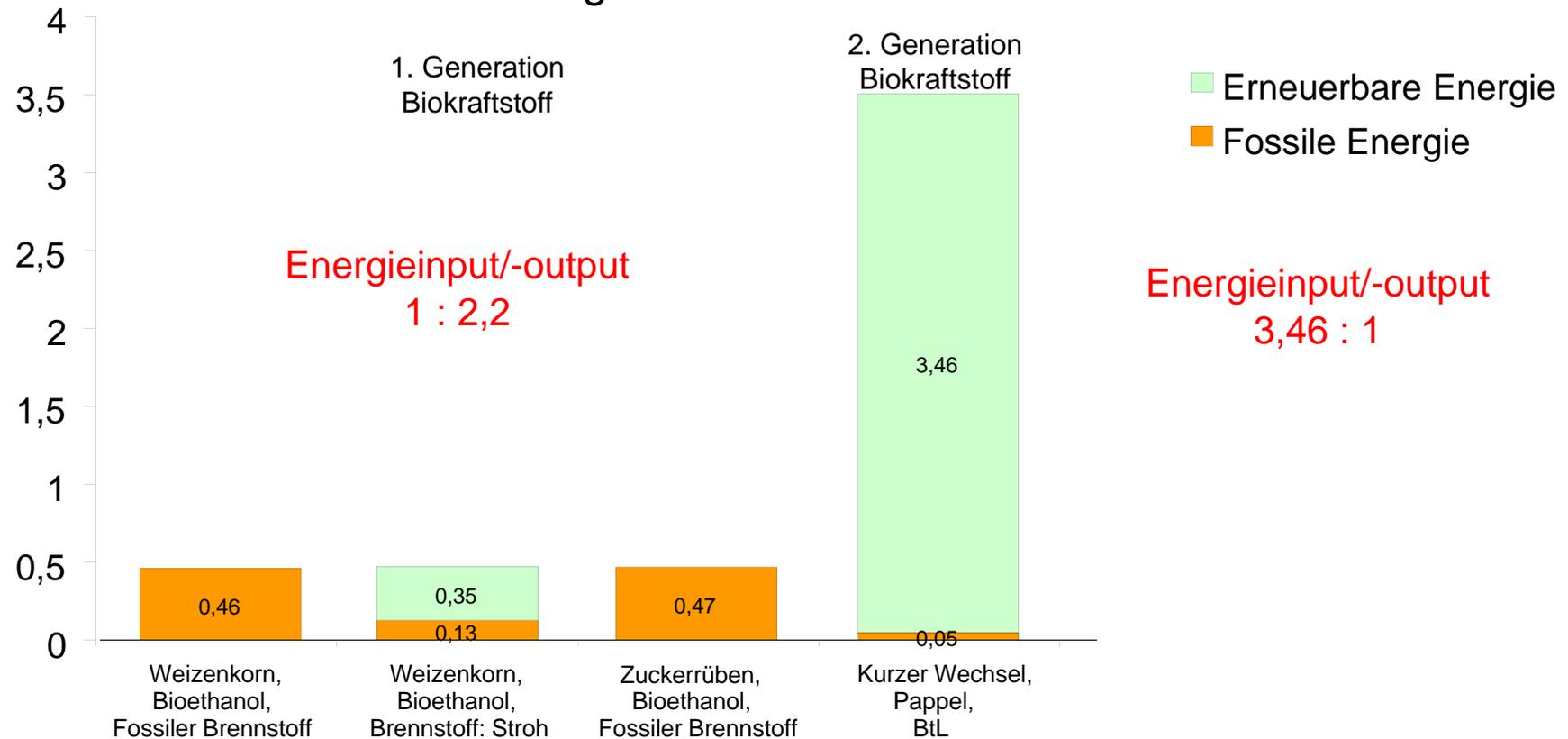
- Nutzung von sonst nicht anders genutzten Abfällen (jedoch sehr limitiert).
- Daher wird vorgeschlagen, aus Kurzumtriebsplantagen (Pappeln) 2. Generation zu produzieren.

Diese Biomasse wird üblicherweise auf zuvor agrarisch genutzten Flächen angebaut.

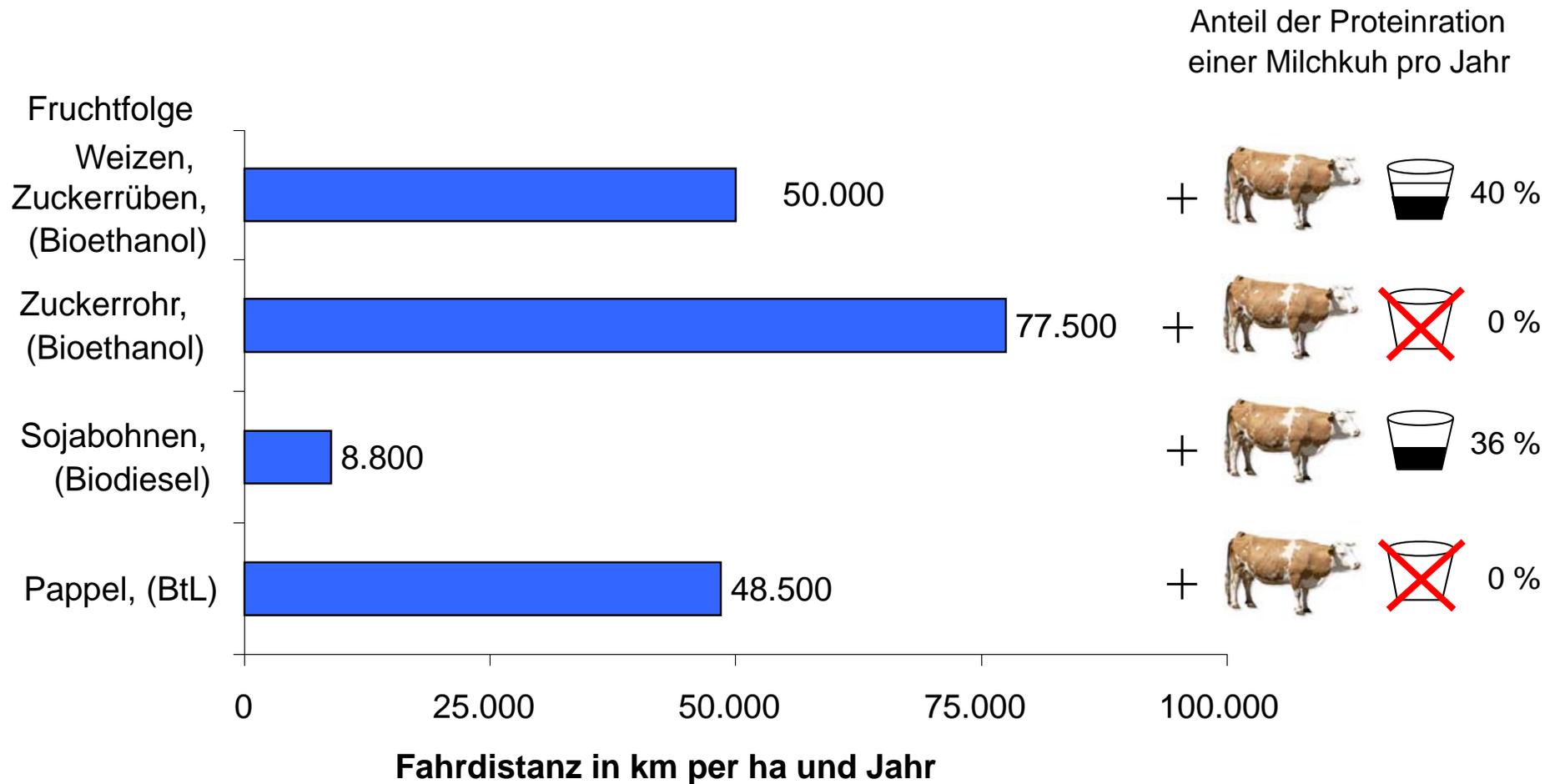
Aber Treibhausgaseffizienz allein ist nicht entscheidend für Biomasseproduktion und Nutzung der Zukunft.

Energie-Effizienz bei nicht Nahrungsnutzung

Lebenszyklus **gesamter** Prozessenergiebedarf für Biokraftstoff-Produktion
in GJ Energie / GJ **nutzbarer** Biokraftstoff

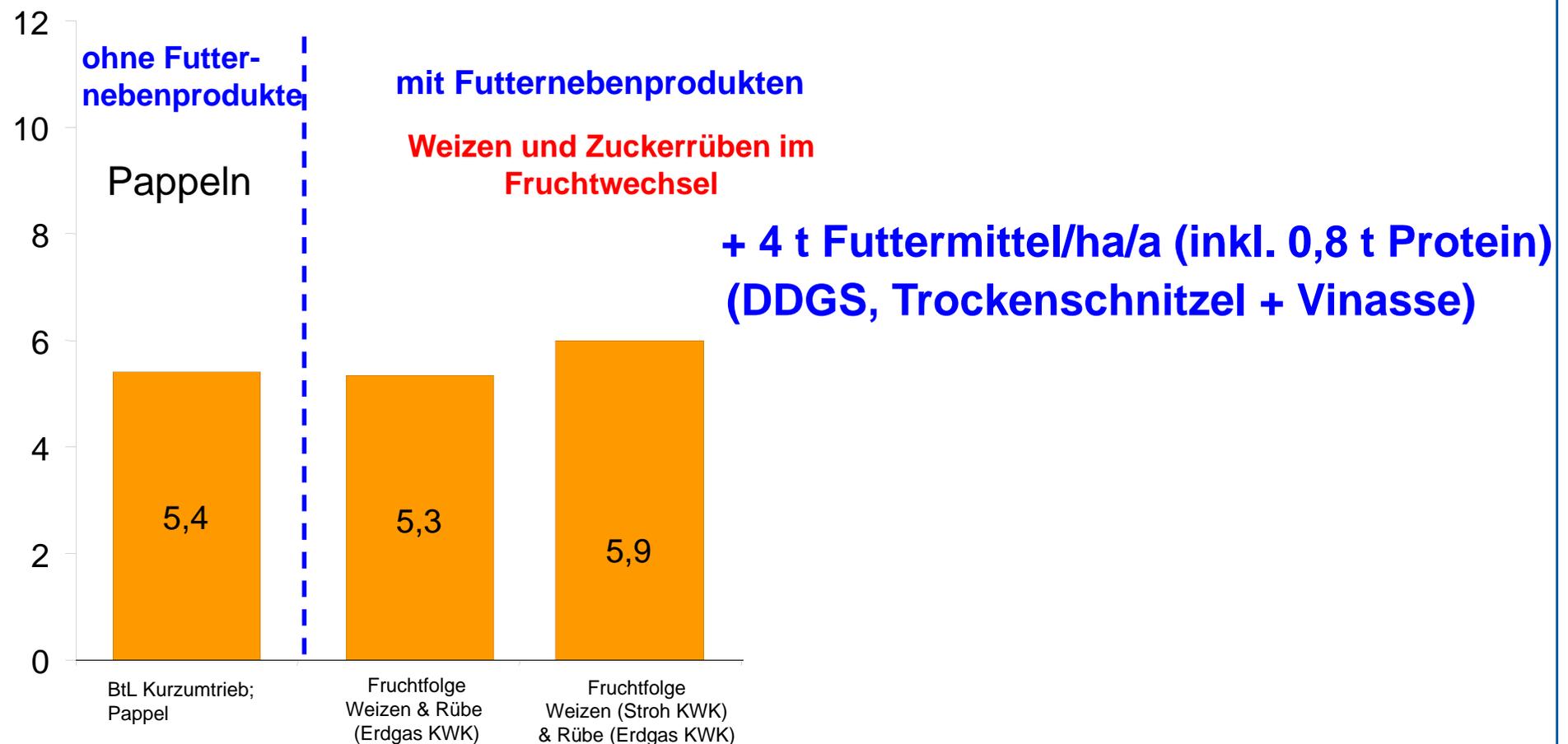


Landnutzungseffizienz variiert bei Biokraftstoffen



Treibhausgas-Effizienz (europ. Rohstoffe)

Lebenszyklus GHG Einsparung in t CO_{2eq}/ha/a



Kuppelprodukt Biokraftstoffherzeugung Europa vs. Sojabohnen Brasilien

Vergleich der pro Hektar produzierten **Proteinmenge** und der **Nettolakationsenergie**

	Proteinerzeugung (kg/ha/a)	NEL (MJ/ha/a)	Biokraftstoff (l/ha/a)
Fruchtfolge Weizen/Zuckerrüben (D) (nur Kuppelprodukte Fumi)	850	26.300	4.600
Soja (B) komplette Ernte	850	22.600	. / .

EU-27: Überangebot an Kohlenhydraten und Defizite bei Proteinen

**Nettoexport der EU-27:
17,4 Mio. t Getreide
(davon 13,5 Mio. t Weizen)**

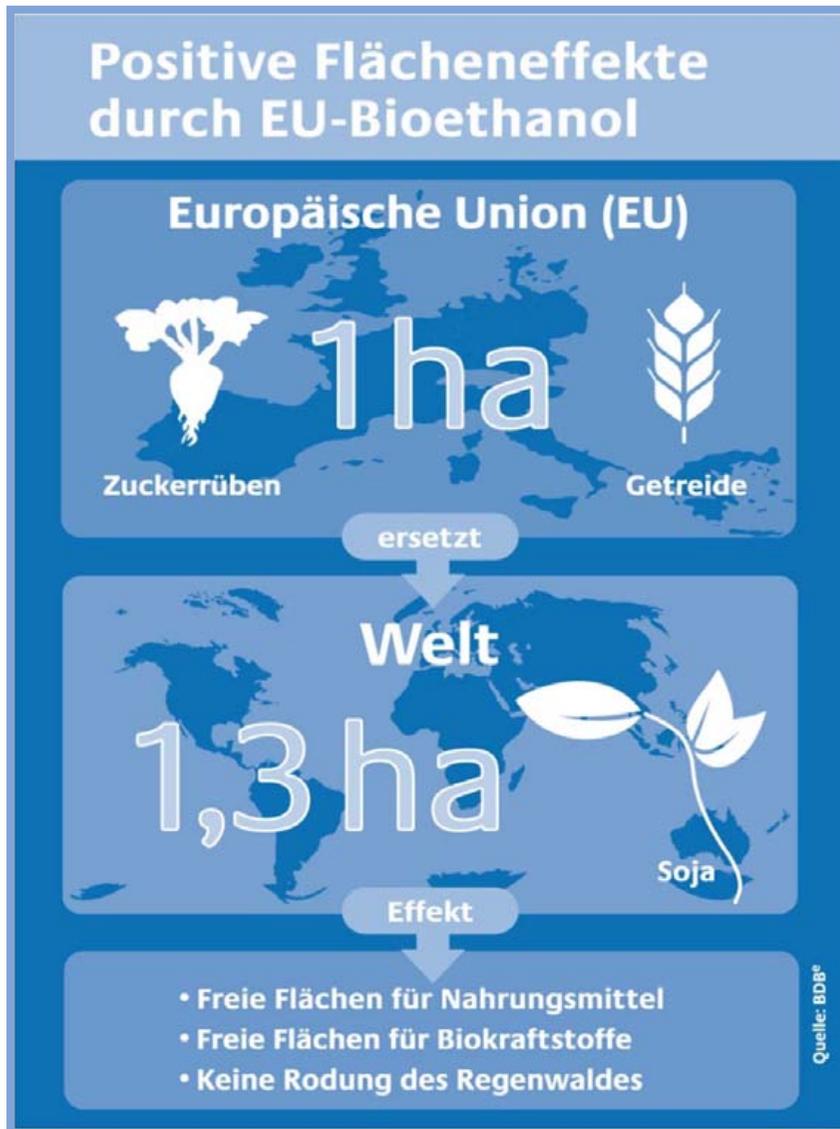
**Nettoimporte der EU-27:
16,8 Mio. t Ölsaaten
(davon 13,6 Mio. t Sojabohnen)**

**Nettoimporte der EU-27:
26,4 Mio. Ölsaaten-Schrot
(davon 22,2 Mio. t Sojamehl)**

Quelle: CropEnergies Dr. Veselka; Foreign Agricultural Service, Official USDA Estimates.

Note: Trade flows with reference to 2006/07 (Quelle: Eurostat)

EU-Bioethanol: Flächeneffekte „Tank versus Teller“



EU-Biokraftstoffe setzen Ackerflächen für die Nahrungs- und Futtermittelerzeugung in Drittländern frei.

Bei der Erzeugung von Bioethanol aus Zuckerrüben und Getreide werden gleichzeitig große Mengen an Futtermitteln produziert. Dadurch sinkt der EU-Importbedarf an Futtermitteln.

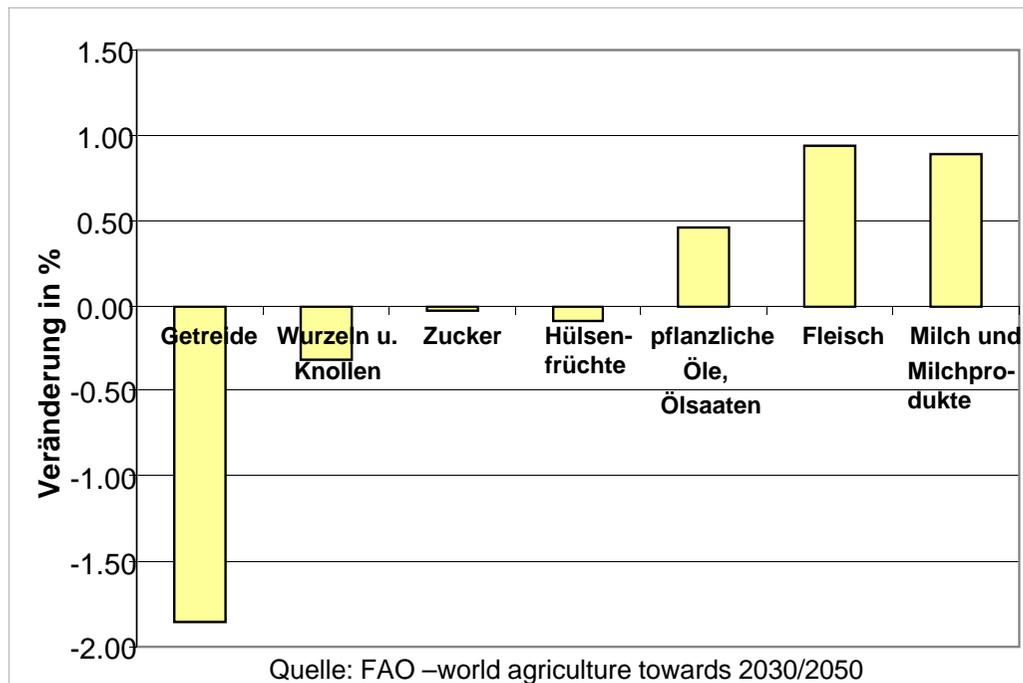
Die Nutzung eines Hektars Zuckerrüben oder Getreide in der EU für Bioethanol und Futtermittel setzt z. B. ca. 1,3 Hektar Soja in Brasilien frei.



- Einleitung
- Biomasse-Produktion
- Nutzung als Energierohstoff (nicht nutritiv, Biomasseeffizienz)
- **Nutzung in der menschlichen Ernährung**
 - ❖ **Protein als Futtermittel bzw. Lebensmittel**
 - ❖ Kohlenhydrate (nutritive)
 - ❖ nicht nutritive Pflanzeninhaltsstoffe
- Fazit

Entwicklung der Struktur des Lebensmittelbedarfs bis 2030

- Veränderung der Anteile einzelner Produkte in der Zusammensetzung von Lebensmitteln (Hauptgruppen) -



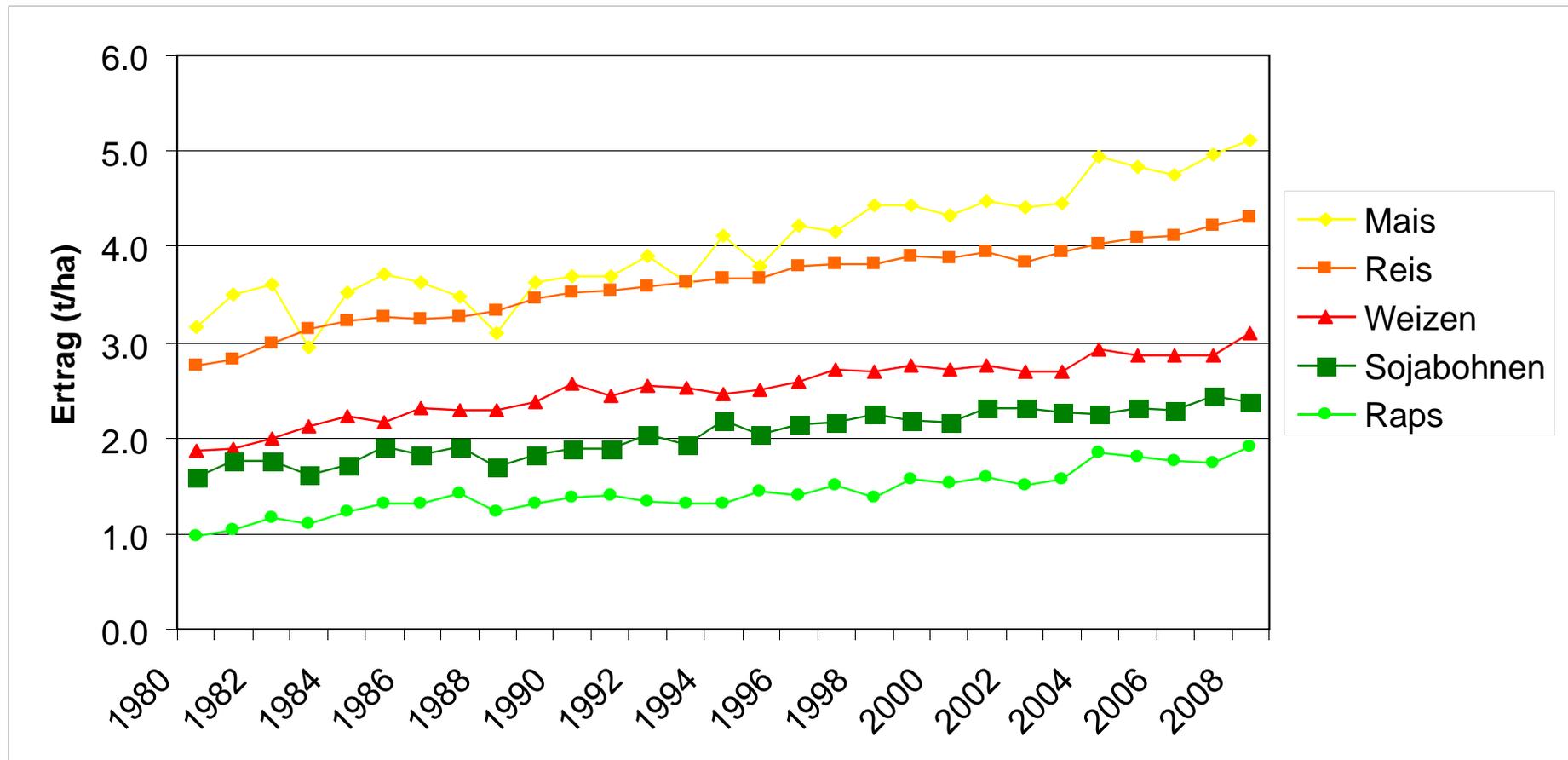
Fakten zu Fleisch

- FAO prognostiziert eine Weltbevölkerung von 9 Mrd. Menschen im Jahr 2050 und eine Fleischproduktion von 450 Mrd. kg/a.
- Um 1 kg tierisches Protein zu erzeugen, werden 3 bis 10 kg pflanzliches Protein benötigt, abhängig von Tiergattung.

➤ **Rel. Anteil von Getreide in der menschlichen Ernährung wird abnehmen.**

➤ **Rel. Bedeutung der Produktion von Proteinfutter wird zunehmen.**

Ertragsentwicklung weltweit 1980 - 2008



Source: FAO Stat

Trend: Mais: 0,06 t/a; Reis: 0,047 t/a; Weizen: 0,035 t/a;
Sojabohnen: 0,028 t/a; Raps: 0,025 t/a

Kuppelprodukt Biokraftstoffherzeugung Europa vs. Sojabohnen Brasilien

Vergleich der pro Hektar produzierten **Proteinmenge** und der **Nettolakationsenergie**

	Proteinerzeugung (kg/ha/a)	NEL (MJ/ha/a)	Biokraftstoff (l/ha/a)
Fruchtfolge Weizen/Zuckerrüben (D) (nur Kuppelprodukte Fumi)	850	26.300	4.600
Soja (B) komplette Ernte	850	22.600	. / .

Einsatzmöglichkeiten Eiweißfuttermittel

Tierartsspezifische Einsatzempfehlungen (Obergrenzen) für die Verfütterung

Tierarten	Sojaextraktionsschrot	Rapsextraktionsschrot	Trockenschlempe*
Milchkuh	bis 40 % im Mischfutter oder bis 4 kg/d	bis 40 % im Mischfutter oder bis 4 kg/d	bis 15 % im Mischfutter oder bis 2 kg/d
Mastrind	bis 40 % im Mischfutter oder bis 1,8 kg/d	bis 30 % im Mischfutter oder bis 1,2 kg/d	bis 30 % im Mischfutter oder bis 1 kg/d
Mastschwein	bis 30 %	bis 15 %	bis 15 %
Legehennen	ohne Begrenzung	bis 10 %	bis 15 %

Grund: limitierte Verfügbarkeit der Proteine und Gehalt von essentiellen Aminosäuren

Quellen:

Stellungnahmen Weizenschlempen Rind Schwein, Geflügel unter. http://www.dlg.org/fachinfos-futtermittel_allgemein.html
M. Hoffmann, O. Steinhöfel, 2009: Futtermittelspezifische Restriktionen

Pflanzliche vs. tierische Proteine

Pflanzliche Proteine

Pro	Kontra
<ul style="list-style-type: none">• Günstig und gut verfügbar• Labeling (vegan, kosher, halal)• Nachhaltigkeit• Umweltaspekte	<ul style="list-style-type: none">• Akzeptanz• Limitierte nutritive Qualität• Mäßige funktionelle Eigenschaften• Antinutritive Komponenten• Allergisches Potential (Gluten)

Grundsätzlich wäre es wichtig, tierisches „Protein“ oder „Fett“ durch pflanzliches auszutauschen, aber wenn **Fakt** (z. B. Pizza), dann durch „**NGO**“ öffentlich **diskriminiert**.

Ziele für die Züchtung

wären daher,

- die zum Teil limitierte Verfügbarkeit der Proteine und den Gehalt von essentiellen Aminosäuren, z. B. in Getreide, zu optimieren
- das allergische Potential und den Gehalt antinutritiver Komponenten zu reduzieren, sowie
- die technologischen Eigenschaften von pflanzlichen Proteinen zu verbessern.

Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr (DGE)

	m	w
Energie	2400 kcal/d	1900 kcal/d
Kohlenhydrate	> 50 % der Energie	
Protein	~10 % der Energie	
Fett	< 30 % der Energie	
Ballaststoffe	> 30 g/d	

Werte für Erwachsene 25 - 51 Jahre; D-A-CH Referenzwerte 2008 der DGE, ÖGE, SGE/SVE



Nutritive Energie

■ Zusammensetzung der Pflanzen

- Gesättigte Fette versus ungesättigte Fette

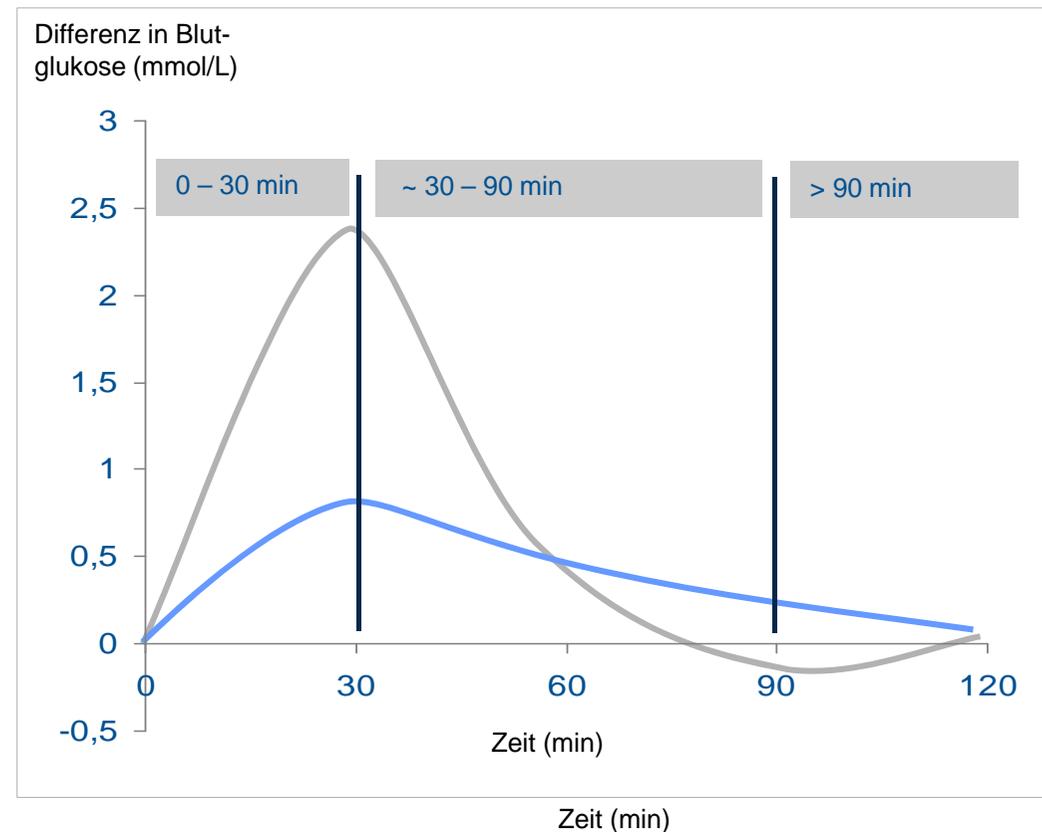
■ Nutritive Kohlenhydrate

- hoch- versus niedrigglykämisch

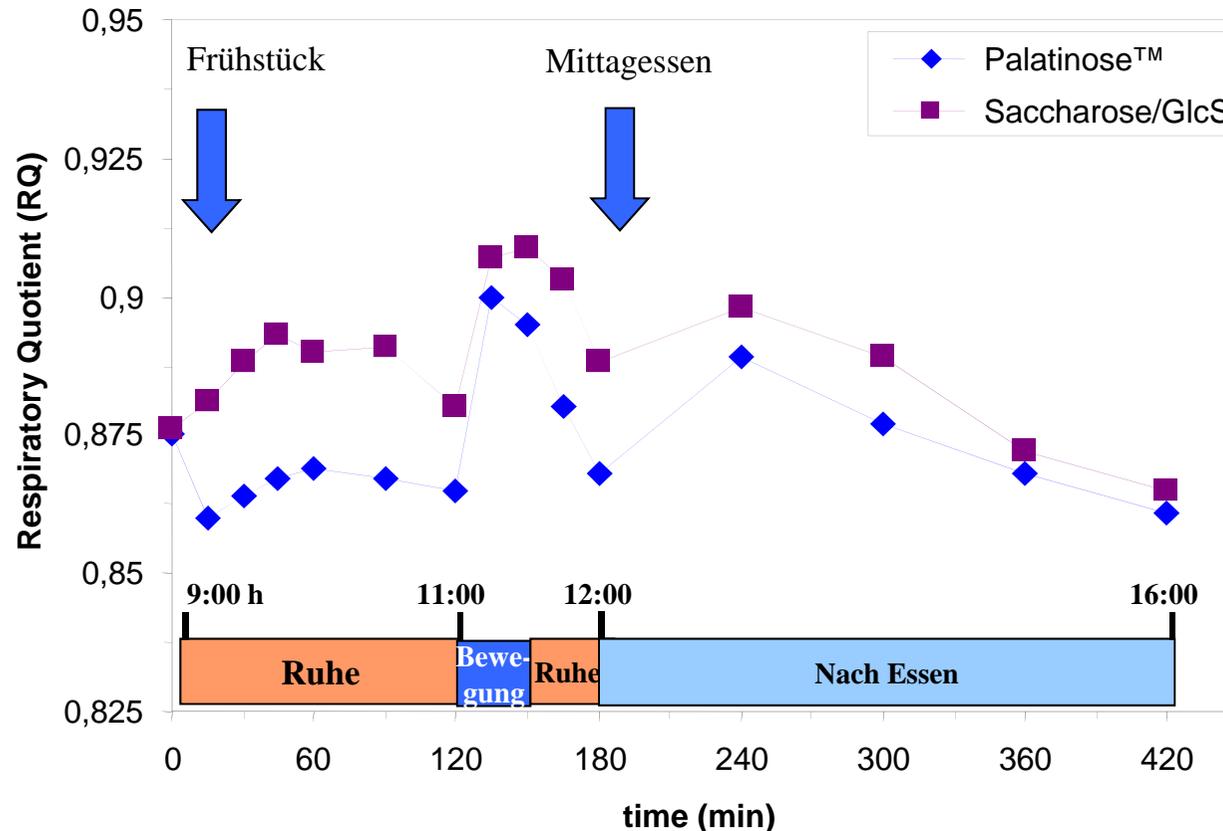


Unterschiedliche glykämische Wirkung von Glukose aus verschiedenen Lebensmitteln

- Schnell verfügbare Glukose (z. B. Getränke, Weißbrot, Kartoffeln)
- Langsam verfügbare Glukose (z. B. komplexe Kohlenhydrate)
- Lebensmittel mit niedrigem glykämischen „Load“ → geringerer Blutglukoseanstieg



Fettverbrennungsprofil nach Verzehr von Palatinose™



- Ca. 350 g glykämische KH/d üblich
davon 75 g durch niedrig glykämisch ersetzt
- Mit Palatinose werden in 7 h **50 kcal** mehr verbrannt, entsprechend **8 g Fett**

Vermutlich kombinierter Effekt von langsamer Glukose und niedrigem Insulinstieg im Blut

vielversprechend für Körperfett- und Gewichtsmodifizierung



- Einleitung
- Biomasse-Produktion
- Nutzung als Energierohstoff (nicht nutritiv, Biomasseeffizienz)
- **Nutzung in der menschlichen Ernährung**
 - ❖ Protein als Futtermittel bzw. Lebensmittel
 - ❖ Kohlenhydrate (nutritive)
 - ❖ **nicht nutritive Pflanzeninhaltsstoffe**
- Fazit

Pflanzliche Kohlenhydrate & gesundheitsfördernde Effekte

Nicht nutritive Kohlenhydrate mit EFSA **anerkannten** gesundheitsfördernden Effekten

Pflanze	Inhaltsstoff	Gesundheitsförderung durch EFSA anerkannt
Weizen	Weizenkleie	Reduktion der intestinalen Transitzeit Erhöhung des Stuhlgewichts
Gerste, Hafer, u. a. Getreide	Beta-Glukane	Aufrechterhaltung normaler Cholesterinspiegel

Andere Ballaststoffe: Effekt auf „Sättigung“ und damit auf „Energieaufnahme“ bzw. „Energieverzehr“

Ziel, z. B. Weizen: die Qualität der „Ballaststoffe“ optimieren



Ziel für die Züchtung wäre daher:

die Kohlenhydratqualität für die Lebensmittelproduktion so zu optimieren, dass z. B. eine niedrigere Resorptionsgeschwindigkeit von Glukose resultiert und/oder die Ballaststoffzusammensetzung verbessert, um gesundheitliche Effekte, z. B. im Bereich „Weight management“, zu erzielen.

Problem hierbei ist jedoch, ob - vor dem Hintergrund der derzeitigen Diskussion im Rahmen der Health Claim-Regulation - eine Auslobung möglich sein wird.

Gut gemeinte Verordnung – schlecht umgesetzt

Die Historie der Entwicklung von Golden Rice (Vitamin A-Reis)

Vitamin-A-Mangel ist ein weltweit verbreitetes Ernährungsproblem.

Golden Rice (Vitamin A-Reis/GVO) wurde erstmals 2007 in Indien im Feldversuch getestet.

Durch wissenschaftliche Studien ist bewiesen, dass das in Golden Rice enthaltene β -Carotin (Provitamin A) im Darm absorbiert und anschließend in das bioaktive Retinol umgewandelt wird. Golden Rice wäre somit in der Tat eine Quelle für Vitamin A und könnte Mangelkrankungen in der dritten Welt lindern.

Trotz des hohen Potentials des Events und seiner Unbedenklichkeit ist ein Markteintritt noch immer nicht absehbar; die betreffenden Entwicklungsländer haben unter dem Druck von EU und NGOs übertrieben strenge Regelwerke für die Zulassung implementiert.

Fazit: Scheinrisiken der grünen Gentechnik werden öffentlich hochstilisiert.

Die Folge: Durch unrealistische, wissenschaftlich nicht begründbare politische Hürden wird ein notwendiger Fortschritt verzögert oder gar in Gänze unterbunden.

Biomasse nicht per se Lebensmittel, aber:

- Lebensmittel sind aus vielen (vorrangig pflanzlichen) Zutaten zusammengesetzt.
- Der Verbraucher bevorzugt gut schmeckende Produkte.
- Gesundheit ist für den Verbraucher ein „Add-on“.





- **Einleitung**
- **Biomasse-Produktion**
- **Nutzung als Energierohstoff (nicht nutritiv, Biomasseeffizienz)**
- **Nutzung in der menschlichen Ernährung**
 - ❖ Protein als Futtermittel bzw. Lebensmittel
 - ❖ Kohlenhydrate (nutritive)
 - ❖ nicht nutritive Pflanzeninhaltsstoffe
- **Fazit**

Zusammenfassendes Fazit

■ Grundsätzliche Ziele moderner Agrarpflanzen

- Ausgewogene Produktion von Energie (nutritiv, nicht nutritiv) und Proteinen
- Optimierung des Düngemittelnutzungsgrades bei gleichzeitiger Optimierung des Ertrages unter Beachtung ökologischer Kriterien
- Optimierung der physiologischen Wertigkeit, z. B. der Getreideproteine, sowohl für die menschliche als auch tierische Ernährung zur Deckung des europäischen Proteinbedarfs
- Optimierung der Kohlenhydratzusammensetzung der Pflanzen für die menschliche Ernährung
- Optimierung der nicht nutritiven Komponenten der Pflanzen für die menschliche Ernährung

Zusammenfassendes Fazit

■ Jedoch hohe gesellschaftliche Akzeptanzrisiken

- Interpretation der Health Claim-Regulation (durch Politik)
- Populistische Diskussion unter Mitverantwortung der Politik in den Bereichen
 - Was ist gesund?
 - Was ist gefährlich?
 - Problematisierung von Scheinrisiken versus realen Risiken
- Populistische Nutzung von „Minimalrisiken“ durch NGO



SÜDZUCKER

**Vielen Dank
für
Ihre Aufmerksamkeit!**

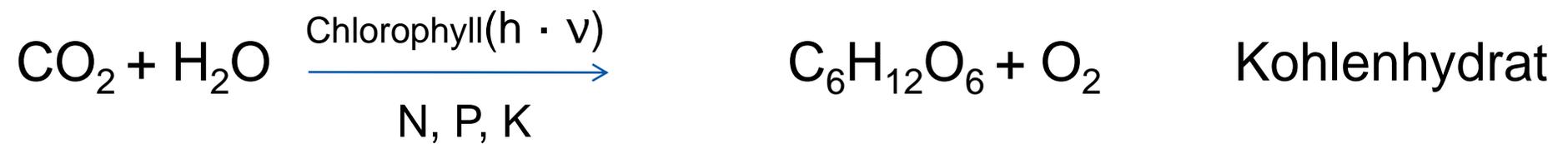


SÜDZUCKER

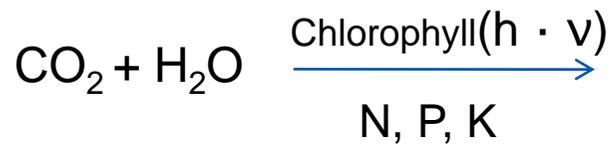


Photosynthese

Energie (chem. geb.) - Nährstoffe



Photosynthese: Energie (chem. geb.) - Nährstoffe



Kohlenhydrat

←
Energetische Nutzung

+ Energie

Stoffliche Nutzung in
den Pflanzen

Protein

Fett

Protein- und Energieerzeugung Getreide vs. Ölsaaten

		Proteinerzeugung Eiweiß kg/ha	Energieerzeugung (add.) MJ/ha (Stärke, Zucker, Öl)
Weizen (D)	8 t/ha	950	70.000
Raps (D)	4 t/ha	870	55.000
Soja* (B)	2,6 t/ha	850	19.100

*) FAO stat

EU-27: Überangebot an Kohlenhydraten und Defizite bei Proteinen

**Nettoexport der EU-27:
17,4 Mio. t Getreide
(davon 13,5 Mio. t Weizen)**

**Nettoimporte der EU-27:
16,8 Mio. t Ölsaaten
(davon 13,6 Mio. t Sojabohnen)**

**Nettoimporte der EU-27:
26,4 Mio. Ölsaaten-Schrot
(davon 22,2 Mio. t Sojamehl)**

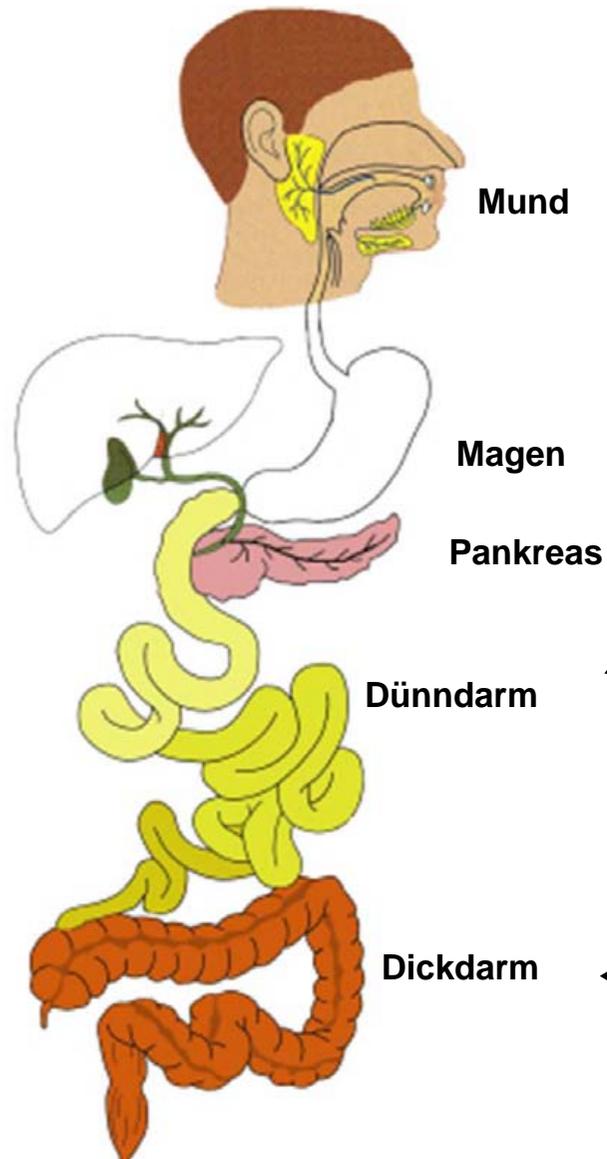
Quelle: CropEnergies Dr. Veselka; Foreign Agricultural Service, Official USDA Estimates.

Note: Trade flows with reference to 2006/07 (Quelle: Eurostat)



- Einleitung
- Biomasse-Produktion
- Nutzung als Energierohstoff (nicht nutritiv, Biomasseeffizienz)
- **Nutzung in der menschlichen Ernährung**
 - ❖ Protein als Futtermittel bzw. Lebensmittel
 - ❖ **Kohlenhydrate (nutritive)**
 - ❖ nicht nutritive Pflanzeninhaltsstoffe
- Fazit

Kohlenhydrate in der Ernährung



■ Nutritive Kohlenhydrate

- Energie- und Kohlenstoffquelle

im Dünndarm resorbiert

■ Funktionelle Kohlenhydrate

- Kohlenhydrate mit **gesundheitlichen Vorteilen** über die nutritive Funktion hinaus

im Dickdarm fermentiert

Oligofruktose: Auswirkungen auf Appetit und Nahrungsaufnahme

■ Konzept

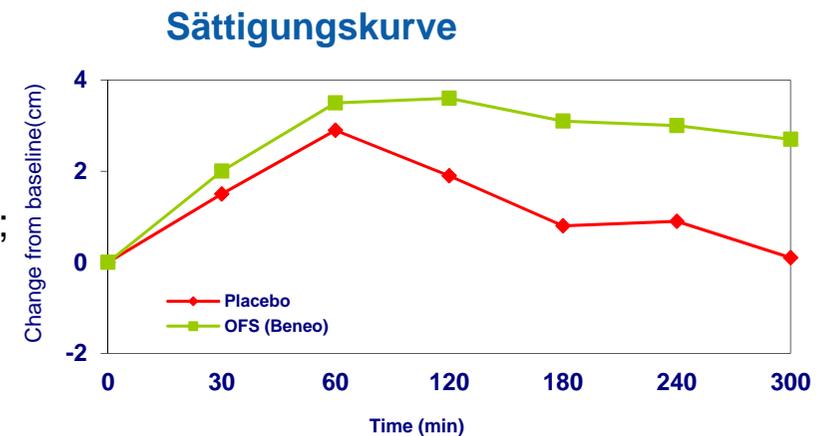
- 2 Wochen mit 8 g/d Oligofruktose oder Maltodextrin (n= 10 Probanden) (Cross-over design)

■ Ergebnisse

- eine um 5 % niedrigere Energieaufnahme
8937 kJ/d mit OF vs. **9440 kJ/d** mit MD
- parallel dazu höhere Sättigung beim Frühstück/Abendessen;
weniger Hunger/Nahrungsaufnahme beim Abendessen

■ Bemerkungen

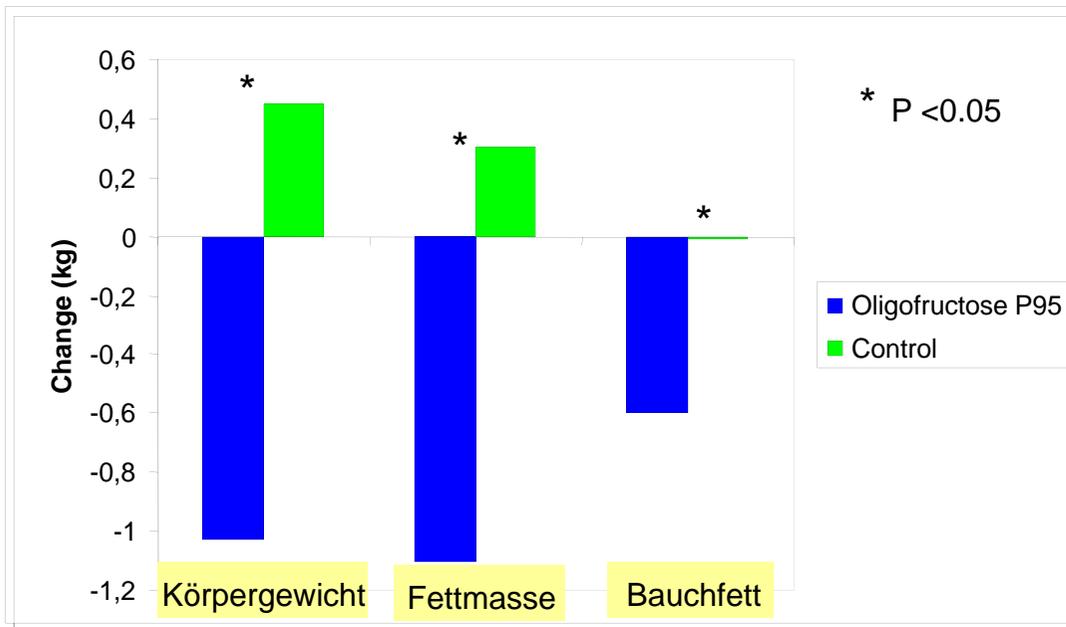
- Auch in Tierstudien inkl. Mechanismen
- Konsistent mit weiteren menschlichen Daten
- In der Prüfphase für Orafti® Synergy1



■ Vielversprechende Daten für Fruktane und Energieaufnahme

- | | | |
|---------------------------------|-------------|--|
| ■ Cani <i>et al.</i> 2006 | 16 g/d P95 | niedrige EA (normales Körpergewicht) |
| ■ Parnell und Reimer 2009: | 21 g/d P95 | niedrige EA in übergewichtigen Probanden |
| ■ Cani <i>et al.</i> 2009: | 16 g/d SYN1 | Trend für niedrige EA (normales Körpergewicht) |
| ■ BNEO finanzierte Studie 2009: | 12 g/d SYN1 | niedrige EA in übergewichtigen Probanden |

■ Konsequenzen für Körpergewichtskontrolle: Neue Ergebnisse



- 21 g/d Orafti®P95 Oligofruktose für 12 Wochen
- n= 48 Übergewicht/adipöse Erwachsene (BMI ~30)
- Körpergewichtsreduzierung: ~1 kg mit P95
 - Vor allem Körperfettmasse
 - insbesondere Bauchfettmasse

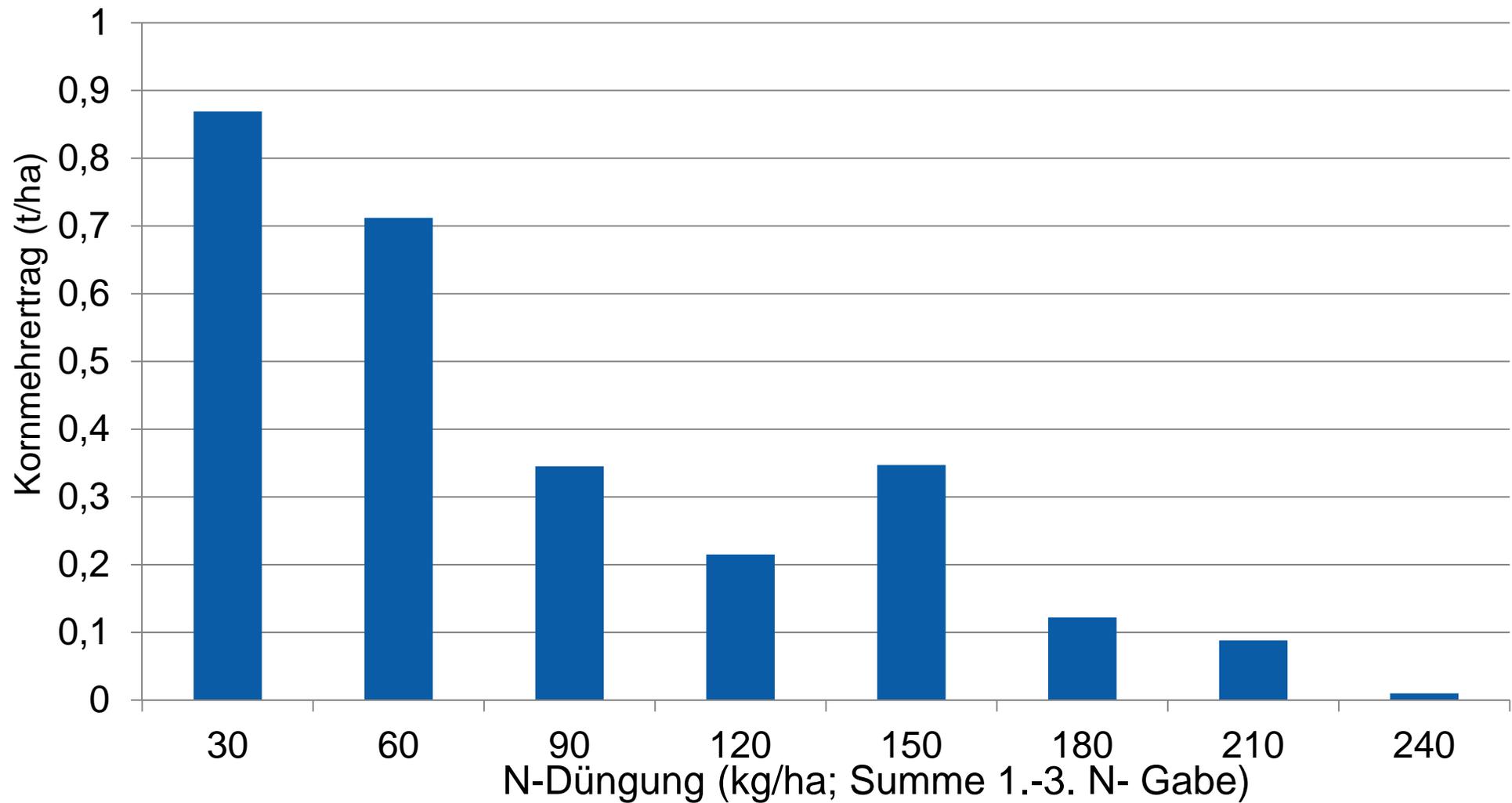
(Parnell und Reimer, Am J Clin Nutr 2009)



Kornmehrertrag von Winterweizen in Abhängigkeit von der N-Düngung

(2005 – 2008; n= 27)

Basis: 0 kg N/ha = 6,7 t/ha

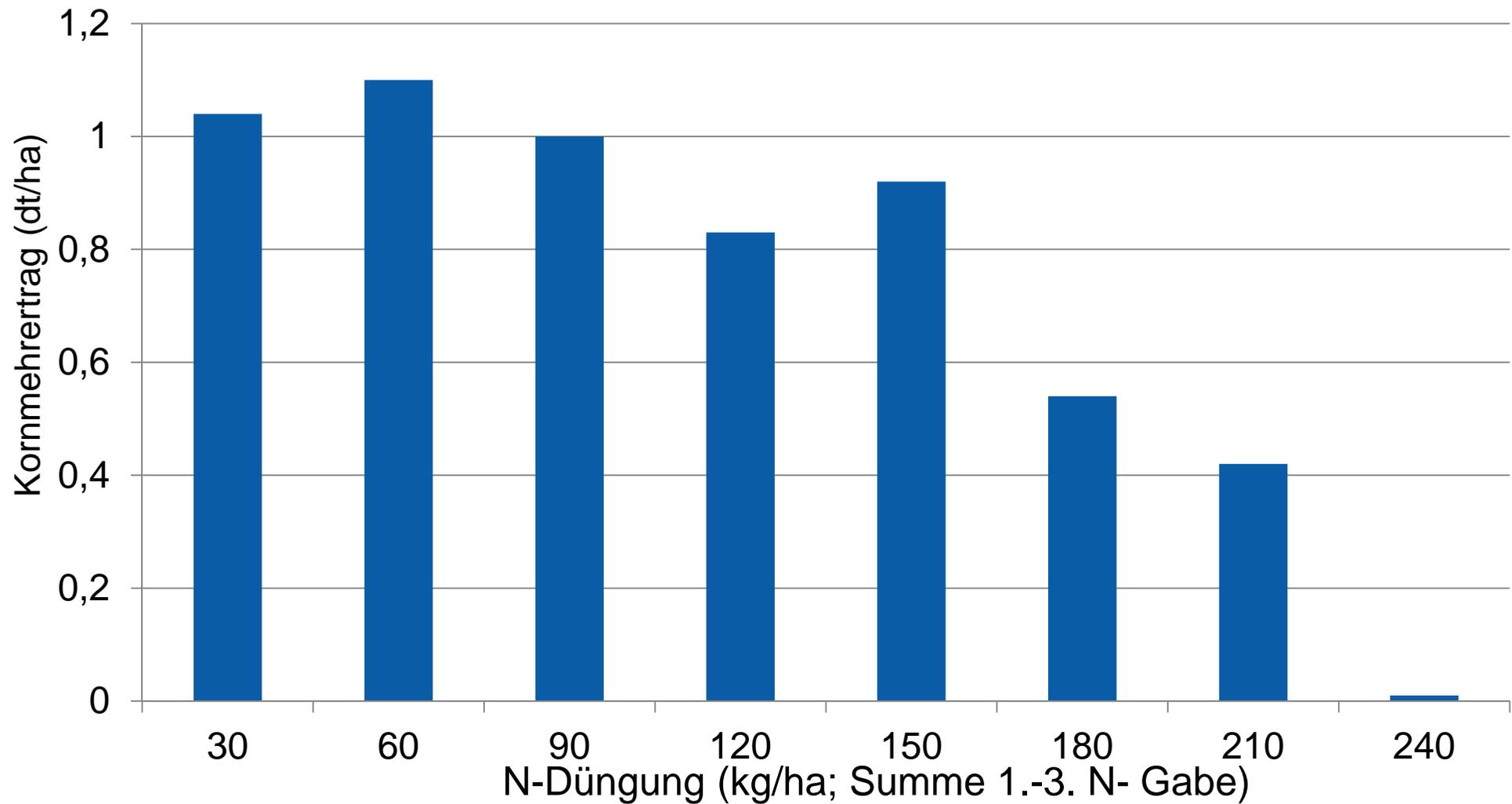




Proteinmehrertrag von Winterweizen in Abhängigkeit von der N-Düngung

(2005 – 2008; n= 27)

Basis: 0 kg N/ha = 6,5 dt/ha



“Bio-Diversität” als Rohstoffstrategie

- **Grundlage für die Bioethanolproduktion in Europa sind verschiedene Feldfrüchte:**
 - Weizen
 - Gerste
 - Triticale
 - Mais
 - Roggen
 - Zuckerrüben
 - Kartoffeln

- **Fruchtwechsel ist Standard in Europa.**

- **Verpflichtungen der Landwirte in Europa unter Anwendung von “GAP” und “CCR”:**
 - Minimierung des Einsatzes von Chemikalien und
 - keine Umwandlung von Wald oder CO₂-reichen Flächen in Ackerland.



Wie viel Getreide brauchen wir (D)?

Produkt	heute		in 10 bis 20 Jahren		
	1000 t	Anteil Ackerfläche	1000 t	Fläche 1000 ha	Anteil Ackerfläche
Weizen gesamt	25.000	31 %	29.000	3.300	30 %
Futtergerste	9.400	13 %	5.000	660	6 %
Braugerste	2.400	5 %	1.800	320	3 %
Brotroggen	1.200	2 %	700	120	1 %
Fu.Roggen/Triti	4.500	8 %	3.000	480	4 %
Getreide gesamt	42.000	59 %	39.500	4.880	44 %
Körnermais	7.000	4 %	10.000	1.000	10 %

Quelle: GetreideMagazin 3/2010

Funktionen von Protein im Organismus

■ Abwehr von Infektionen z. B. durch Antikörper

■ Strukturbildung

- In Knochen, z. B. Kollagene
- In den Muskeln: Myosine und Aktine
- in Haaren und Nägeln: Keratin

■ Metabolismus, Transport, Signalfunktion

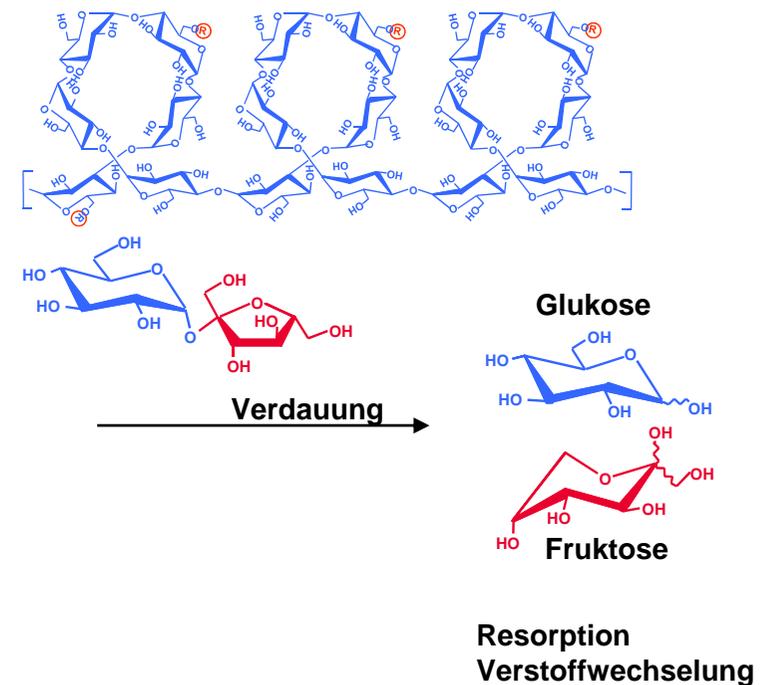
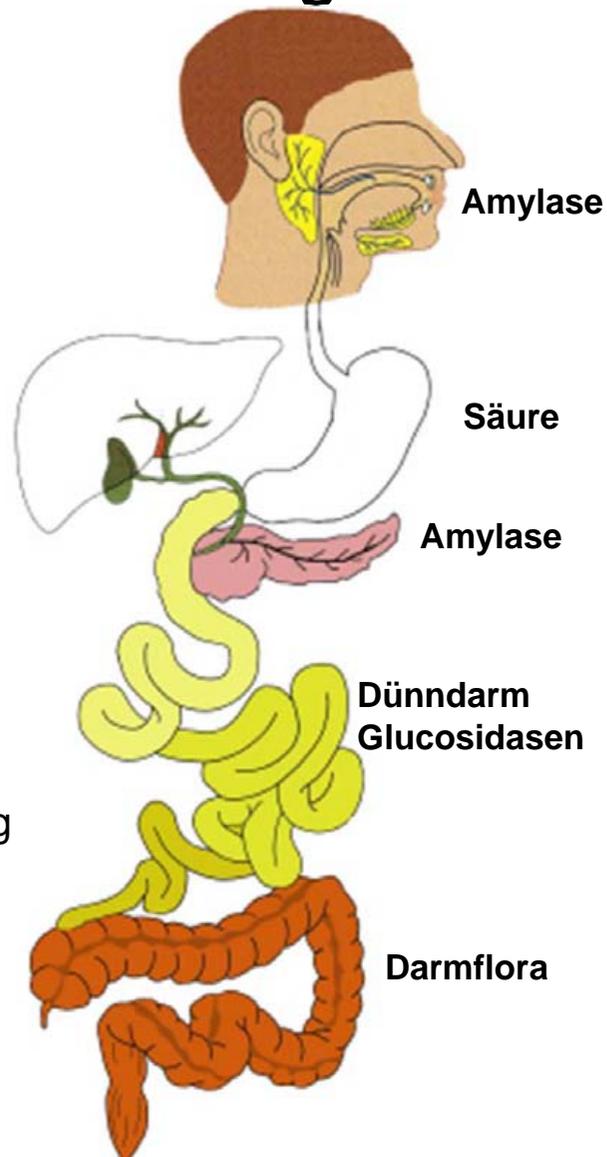
- Enzymaktivität
- Transportproteine, z. B. Hämoglobin,
- Multikomplexproteine als Membranrezeptoren
- Kleinere Proteine bzw. Peptide wirken als Hormone
- Blutgerinnungsfaktoren

■ Reservestoff

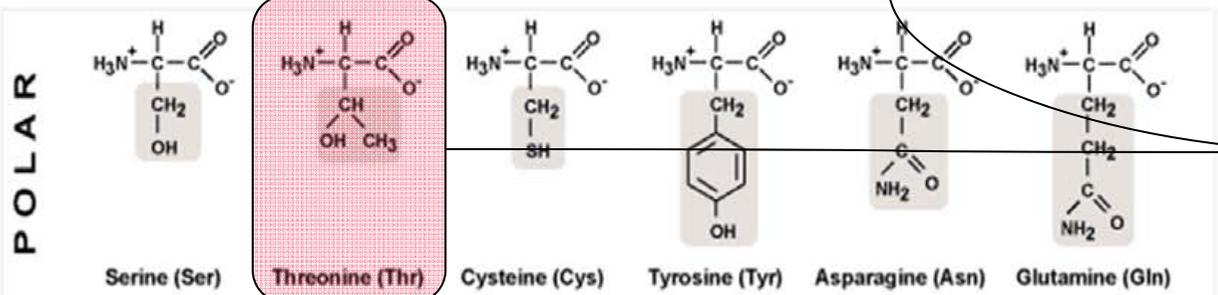
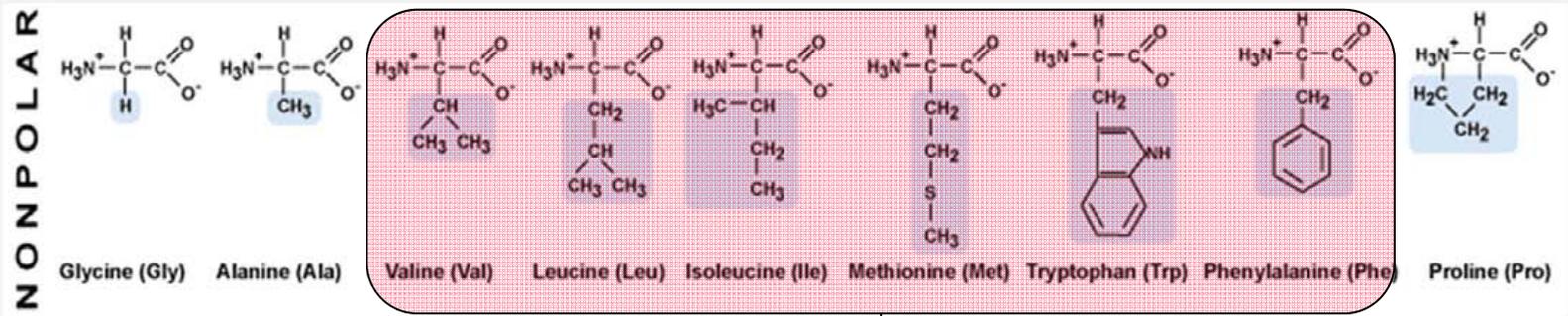
Kohlenhydrate in der Ernährung

■ Nutritive Kohlenhydrate

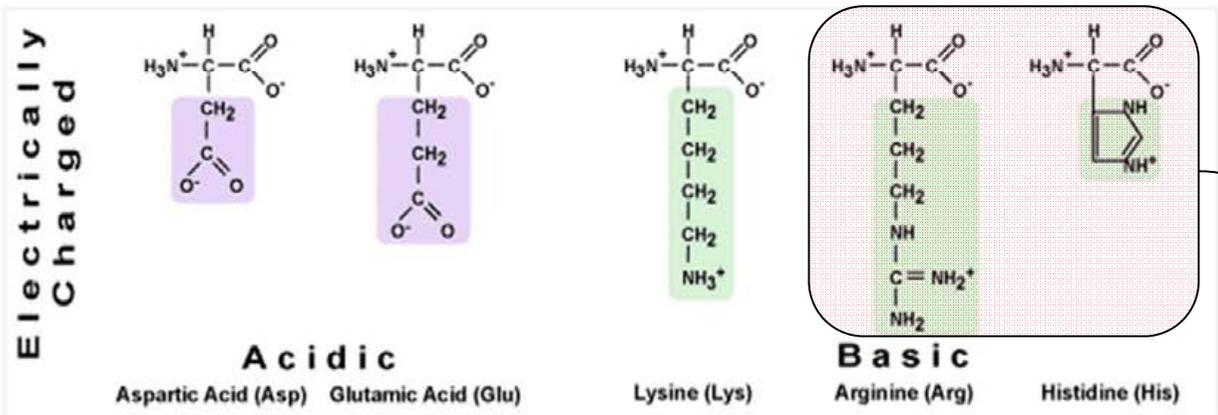
- Leicht mobilisierbare Pflanzenspeicher Materialien
- (erhitzte) Stärken, Maltodextrine
- Glukose, Fruktose, Saccharose
- Schnell verdaulich (oberer GI Trakt)
- Resorption/Verstoffwechslung der Monosaccharide
- 4 kcal/g



Aminosäuren – Bausteine der Proteine



Essentiell für die menschliche Ernährung



Essentiell für Senioren/Kleinkinder

Dept. Biol. Penn State ©2002

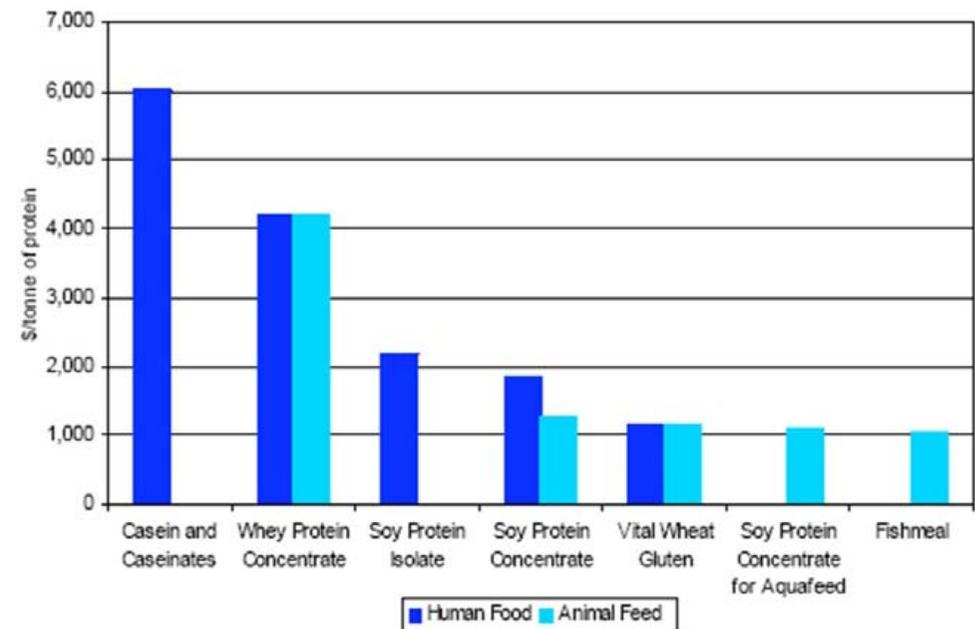
Pflanzliche vs. Tierische Proteine

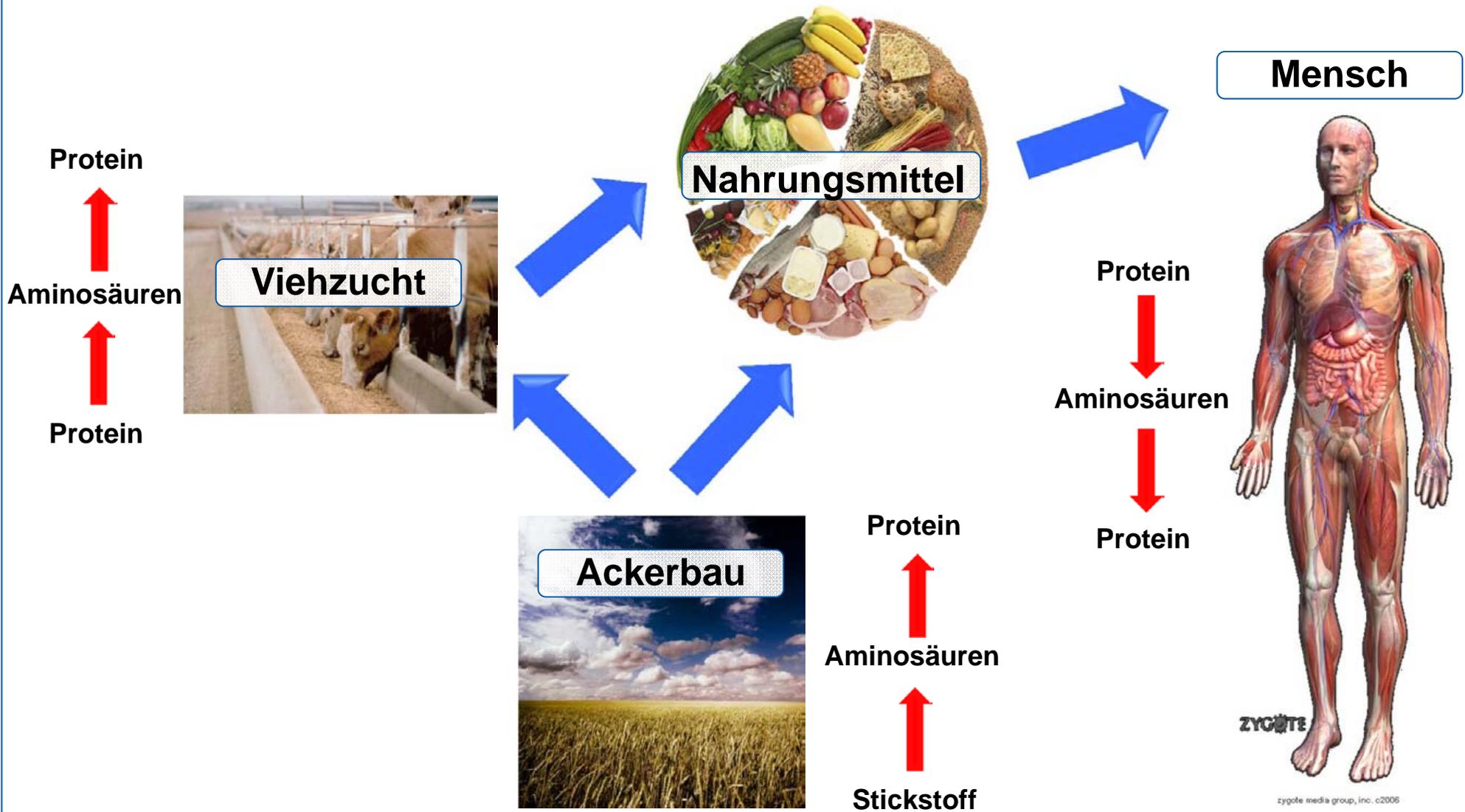
Tierische Proteine

- Milchproteine (Casein, Molkeproteine)
- Fischmehl
- Eiprotein
- Blutproteine
- Collagen
- Gelatine

Pflanzliche Proteine

- Sojaprotein
- Weizengluten
- Kartoffel, Reis, Erbsen, Mais
- Raps, Lupine

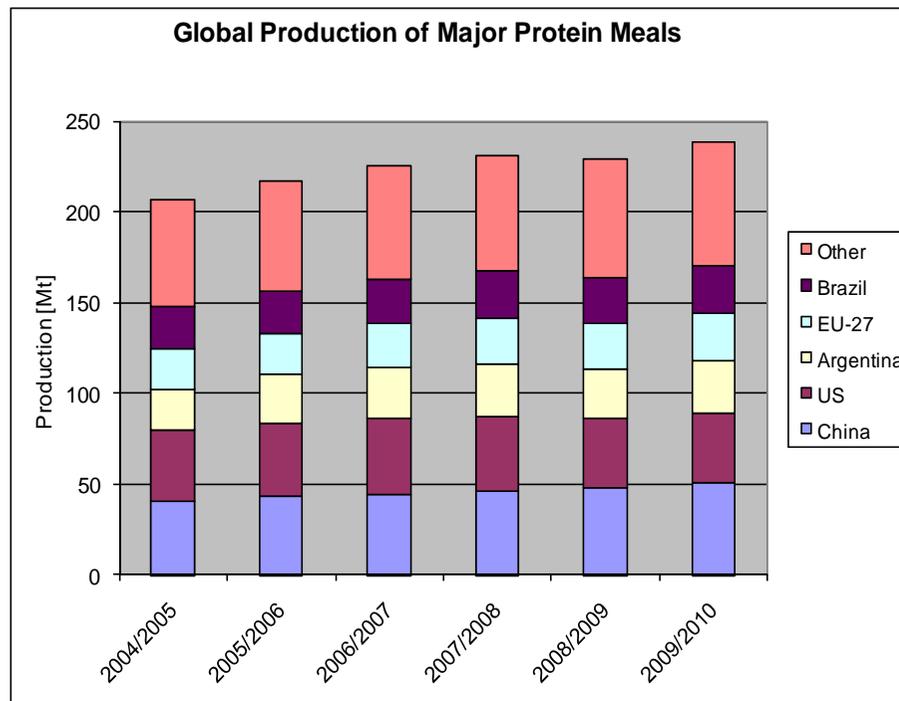




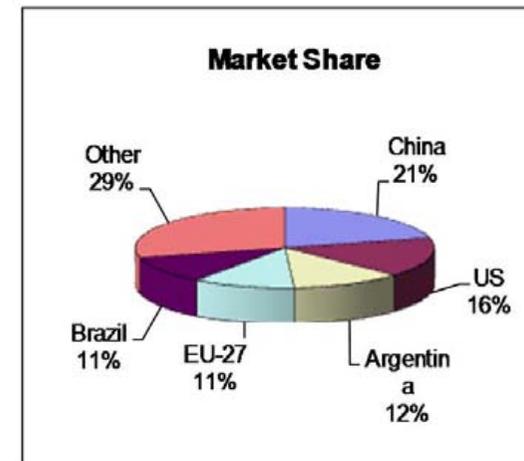
Marktentwicklung für Proteinmehl

~99,7 % des pflanzlichen Proteinmehls als Tierfuttermittel, 0,3 % für Lebensmittelanwendungen

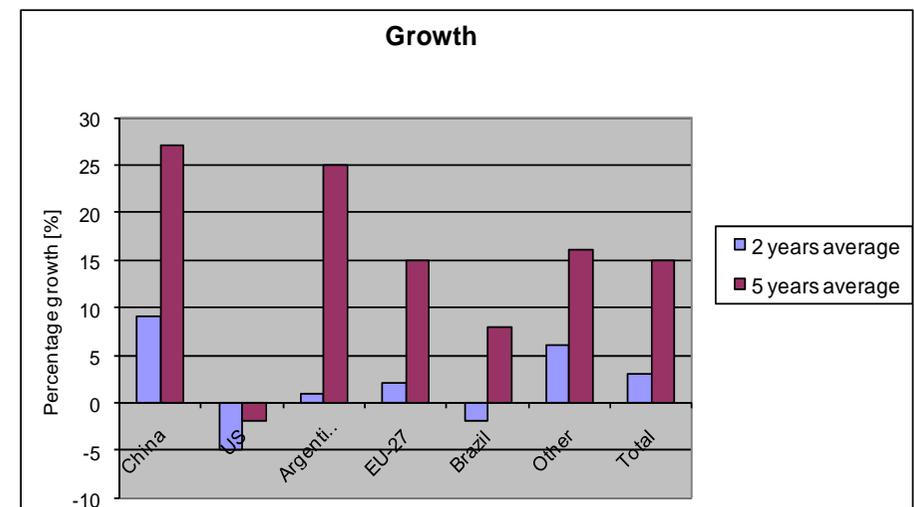
Produktion



Marktanteile



Wachstum



■ **Gehirn ist sehr aktives Organ**

- Macht nur 2 % des Körpergewichts aus
- Verbraucht ca. 20 % des aufgenommenen Sauerstoffes

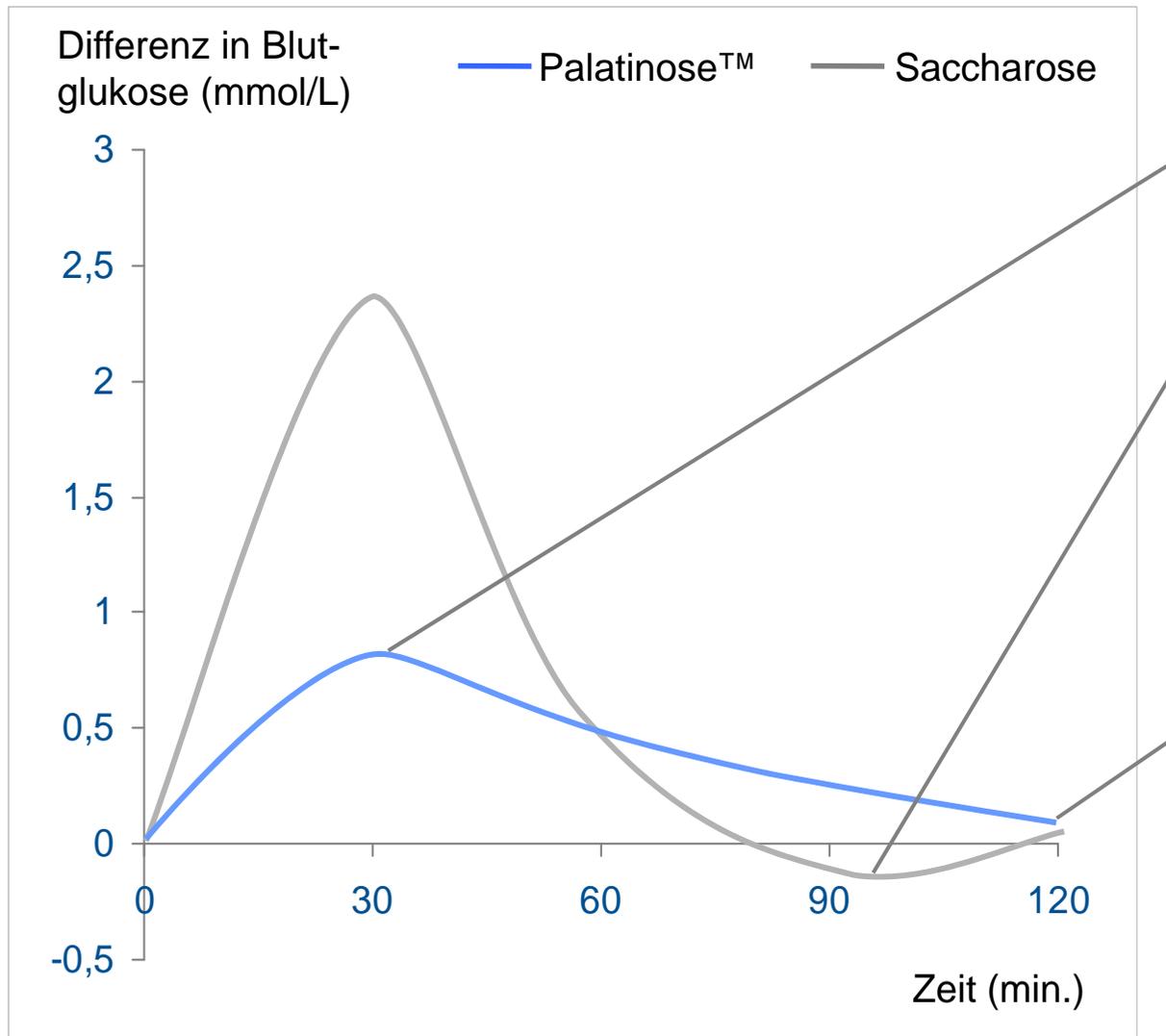
■ **Kognitive Leistungsfähigkeit abhängig von**

- Funktionsfähigkeit
- Energetischem Zustand des Gehirns

■ **Energiesubstrat Glukose**

- Gehirn ist auf ständige Glukose-Zufuhr angewiesen
- Ca. 6 g Glukose/Stunde, mindestens 100 g/Tag

⇒ Kohlenhydrate in der Ernährung sind die Bezugsquelle für Glukose



Palatinose™ =

- niedrig-glykämisch
- Geringer Blutglukose Anstieg
- Vermeiden eines hypoglykämischen Undershoots
- Zeitlich verlängerte Energiebereitstellung in Form von Glukose vs. konventionelle Zucker

Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr (DGE) - Vitamine

	m	w
Vitamin A	1,0 mg/d	0,8 mg/d
Vitamin D	5 µg/d	
Vitamin E	14 mg/d	12 mg/d
Vitamin K	70 µg/d	60 µg/d
Vitamin B1 (Thiamin)	1,2 mg/d	1,0 mg/d
Vitamin B2 (Riboflavin)	1,4 mg/d	1,2 mg/d
Vitamin B6 (Pyridoxin)	1,5 mg/d	1,2 mg/d
Vitamin B12 (Cobalamin)	3,0 µg/d	
Vitamin C	100 mg/d	
Folsäure	400 µg/d	
Biotin	30-60 µg/d	
Pantothensäure	6 mg/d	
Niacin	16 mg/d	13 mg/d

Werte für Erwachsene 25-51 Jahre; D-A-CH Referenzwerte 2008 der DGE, ÖGE, SGE/SVE



Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr (DGE) – Mineralstoffe und Spurenelemente

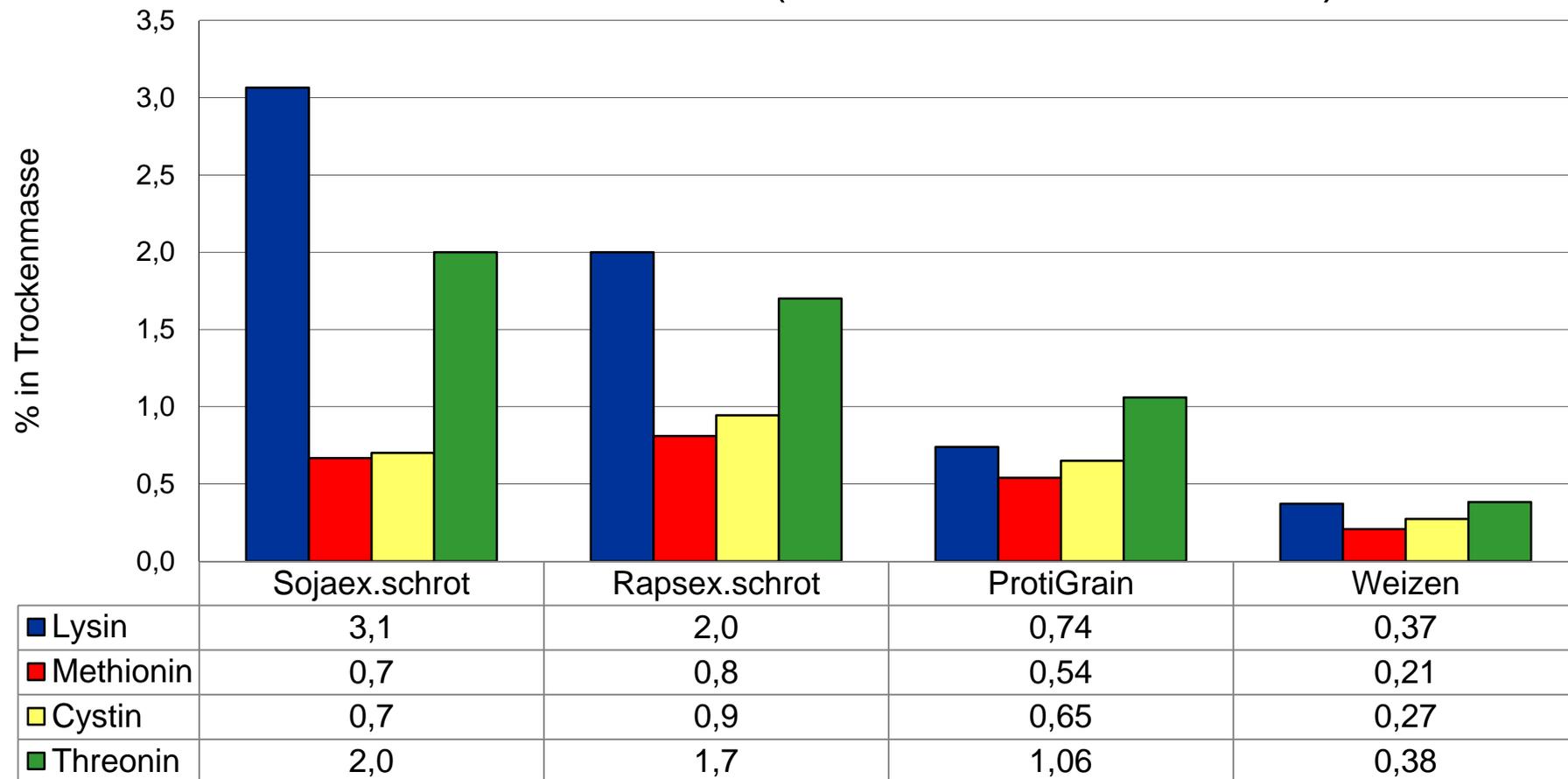
	m	w
Natrium	550 mg/d	
Chlorid	830 mg/d	
Kalium	2000 mg/d	
Calcium	1000 mg/d	
Magnesium	350 mg/d	300 mg/d
Phosphor	700 mg/d	
Eisen	10 mg/d	15 mg/d
Fluorid	3,8 mg/d	3,1 mg/d
Zink	10 mg/d	7 mg/d
Jod	200 µg/d	
Selen	30-70 µg/d	
Chrom	30-100 µg/d	
Kupfer	1,0 – 1,5 mg/d	
Mangan	2 – 5 mg/d	
Molybdän	50 - 100 µg/d	

Werte für Erwachsene 25-51 Jahre; D-A-CH Referenzwerte 2008 der DGE, ÖGE, SGE/SVE



Proteinqualität I

Die Gehalte der wichtigsten limitierenden Aminosäuren in Eiweißfuttermitteln und Weizen (in % der Trockenmasse)



Quellen: AmiPig 2000; Produktdaten ProtiGrain



Proteinqualität II

Verdaulichkeit der wichtigsten limitierenden Aminosäuren beim Broiler
(Kluth et. al 2008)

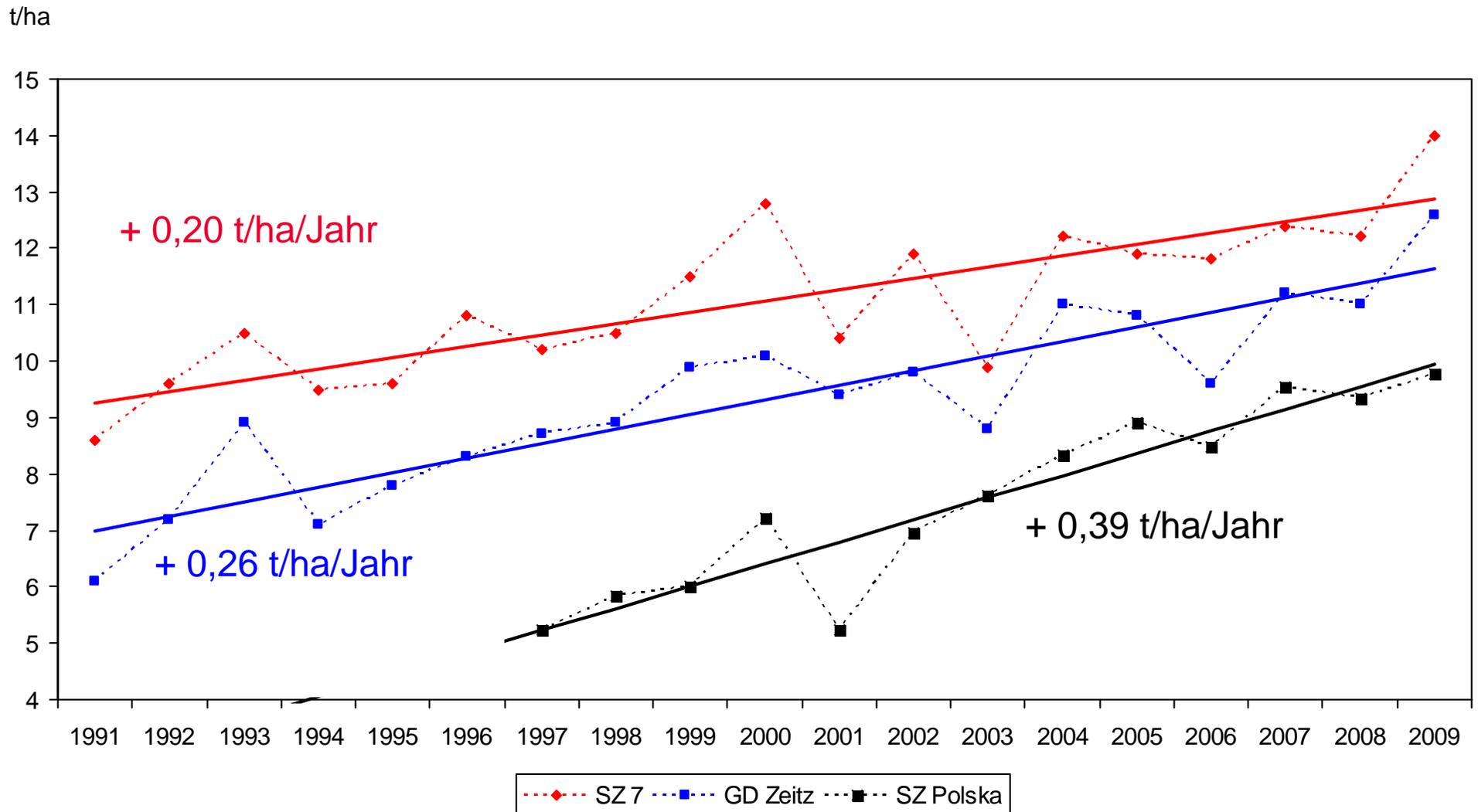
	Sojaextraktions- schrot (SES)	Rapsextraktions- schrot (RES)	Trocken- schlempe*
Lysin	84	82	79
Methionin	87	88	76
Cystin	73	68	67
Threonin	78	73	71

* ProtiGrain

Die Historie der Entwicklung von Golden Rice (1)

- Ende des letzten Jahrhunderts gelang es Forschern um Ingo Potrykus und Peter Beyer mittels der Übertragung zweier Gene einen Reis zu etablieren, der im Korn β -Carotin synthetisiert. Nach 10 Jahren Forschungsarbeit war das ein wissenschaftlicher Durchbruch.
- Das ursprüngliche Golden Rice Event wurde später durch Forscher der Firma Syngenta weiter optimiert (*Golden Rice 2*):
 - Endosperm-spezifische Expression
 - Nutzung eines Gens aus Mais (anstatt des ursprünglichen Gens aus Narzisse)
 - → 23-fach höhere Mengen an β -Carotin im Vergleich zum ursprünglichen Event
- Trotz Patentschutz ist das Event für humanitäre Zwecke in Entwicklungsländern von den Eigentümern freigegeben worden und dadurch vor Ort mittels kostenloser Lizenzen nutzbar.
- Den Freedom to operate nutzen derzeit verschiedene öffentliche Reiserforschungsinstitute in Bangladesch, Indien, China, Indonesien, Philippinen, Nepal, Südafrika und Vietnam, um das Event in lokal adaptierte Reissorten einzukreuzen. Die Markteinführung obliegt lokalen Instituten und Behörden.
- Federführend im Golden Rice Konsortium ist das IRRI (International Rice Research Institute, Los Baños, Philippinen)

Zuckererträge 1991 – 2009 Südzucker



Flächenfreisetzung in der EU aufgrund



FAZIT:

≈ 20 Mio. ha verfügbar ohne Einfluss auf die heutige Lebens- und Futtermittelproduktion

■ Bedarf im Jahr 2020 gemäß der Erneuerbare Energien Richtlinie

- **Benzinverbrauch ca. 85 Mio. t** (Quelle: MWV)
- **Pflichtbeimischung gemäß EE-Richtlinie 10 Energieprozent**
(davon 2 % nicht-konventionelle Produkte)
- **Bedarf an Bioethanolbeimischungen ca. 14 Mio. m³**
 - “Selbstversorgungs-“Anteil ca. 2/3 in Europa
 - Freigesetzte Flächen in Drittländern durch Reduzierung von Futtermittelimporten nicht berücksichtigt

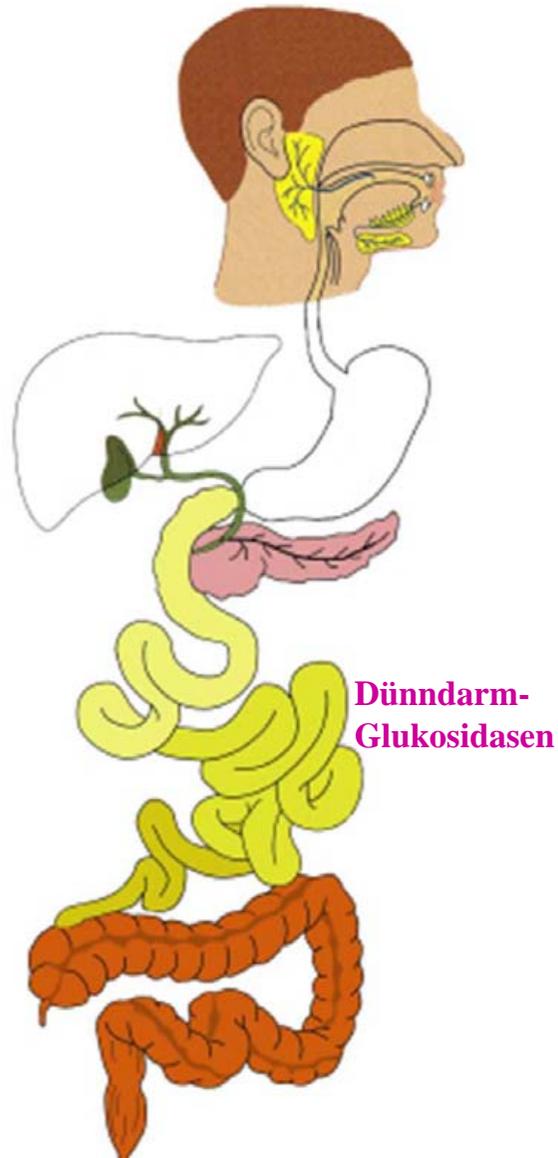
Flächenbedarf bis 2020 ca. 2 Mio. ha in Europa für **Bioethanol; das sind nur etwa 10 % der freigesetzten Flächen ohne Einfluss auf die erwartete Lebensmittel- und Futtermittelproduktion.**

Pflanzen der Zukunft

- Besserer Stickstoffnutzungsgrad bei
 - hohen Energie- und
 - hohen Proteinerträgen
- Optimierung der physiologischen Wertigkeit (Tier/Mensch) der Proteine von Nutzpflanzen (insbesondere Getreide)
- Optimierung des Wirkungsgrades von Düngemitteln
- Optimierung der Fruchtfolgen (regional, überregional)

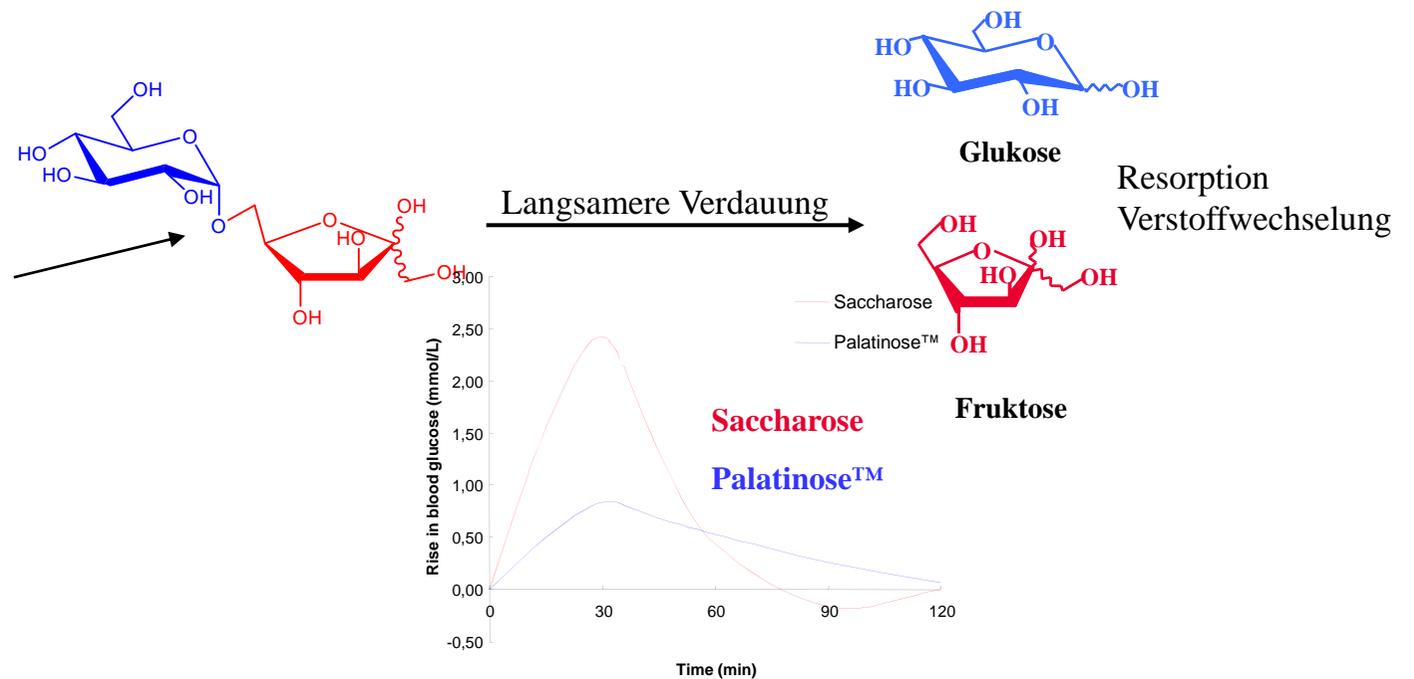


Verdauung von Palatinose™: langsame Abgabe



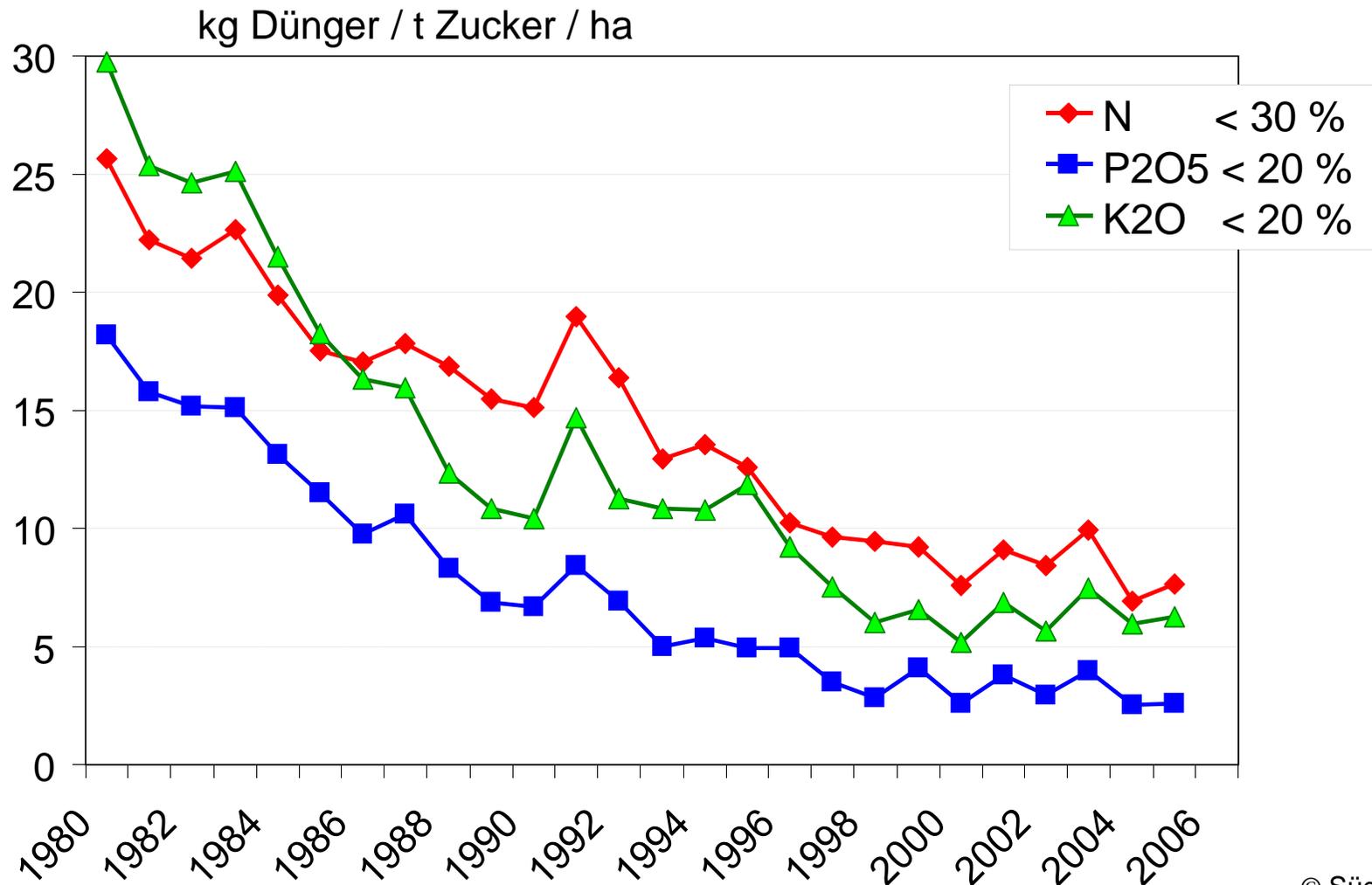
■ Direkte Konsequenzen

- niedriger glykämisch
- längere Blutglukosefreisetzung (Energie)
- niedriger insulinämisch
- vermeidet hypoglykämische Phasen





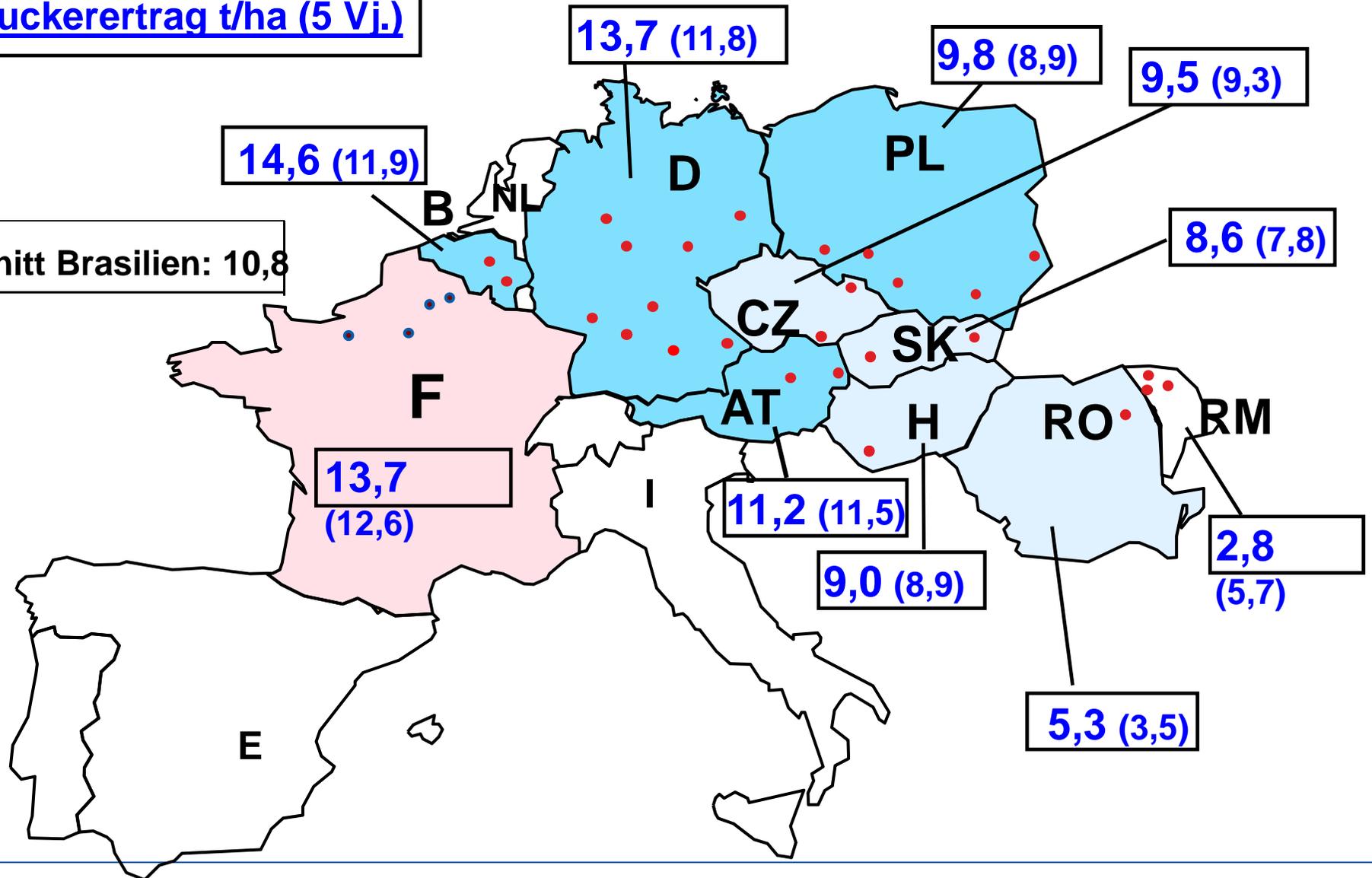
Einsatz von Mineraldünger im Rübenanbau



Südzucker-Gruppe 2009

Theo. Zuckerertrag t/ha (5 Vj.)

Durchschnitt Brasilien: 10,8

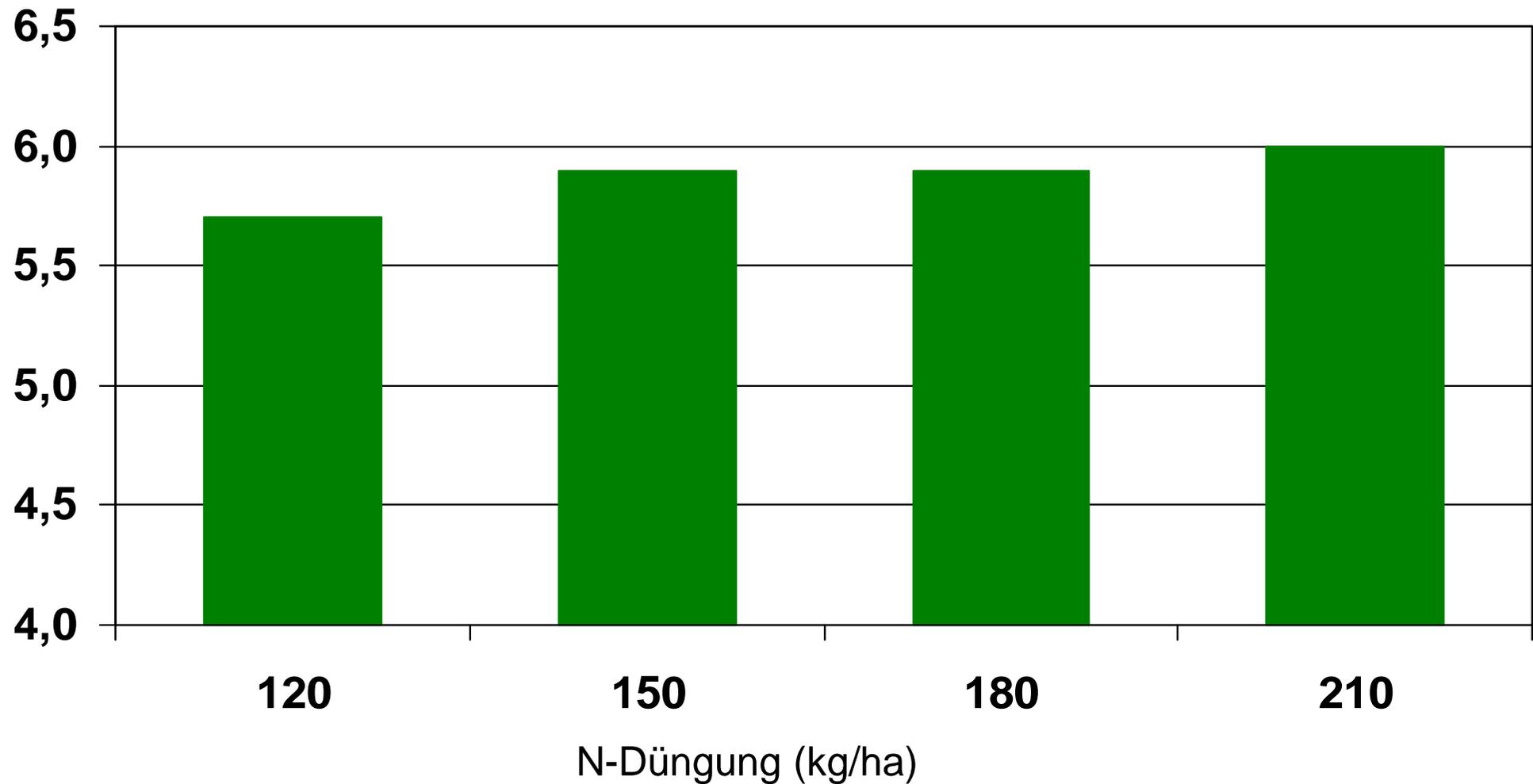




Stärkeertrag von Winterweizen in Abhängigkeit von der N-Düngung

(2005-2009; n = 33)

Stärkeertrag (t/ha)





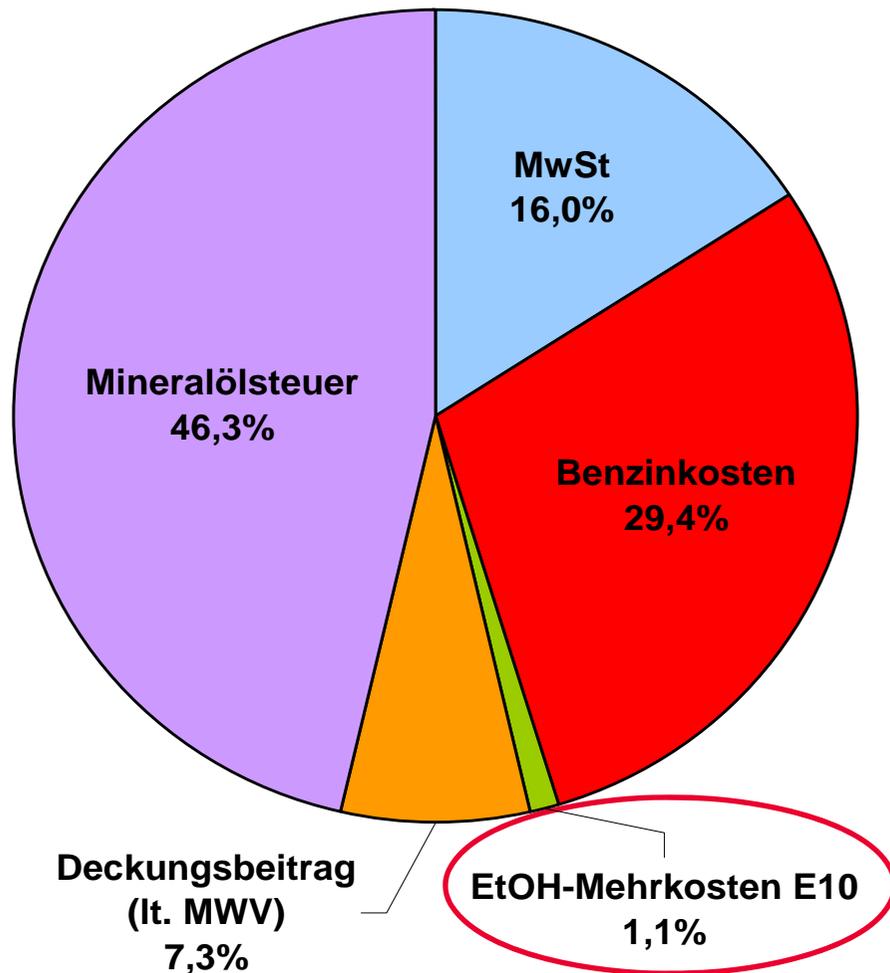
Kosteneffiziente CO₂-Einsparung mit E-10

ADAC-Daten: VW Golf 1,4 TSI (122 PS)		
Gesamtfahrleistung [km]	150.000	150.000
Kosten pro Kilometer [€/km]	0,41	0,41
Gesamtkosten	61.500	61.500
Mehrkosten* Ethanol geg. Benzin [€/l]	10	20
--> Mehrkosten für E-10 [€/l]	1	2
Durchschn. Verbrauch laut Herstellerangabe [l/100 km]	6,3	6,3
Kraftstoffbedarf im Lebenszyklus [l]	9.450	9.450
Mehrkosten im Lebenszyklus [€]	94,5	189,00
--> Mehrkosten Lebenszyklus (%)	0,15 %	0,30 %

*rohstoffpreisbedingt

Anteile am Verbraucherpreis (brutto) für E10

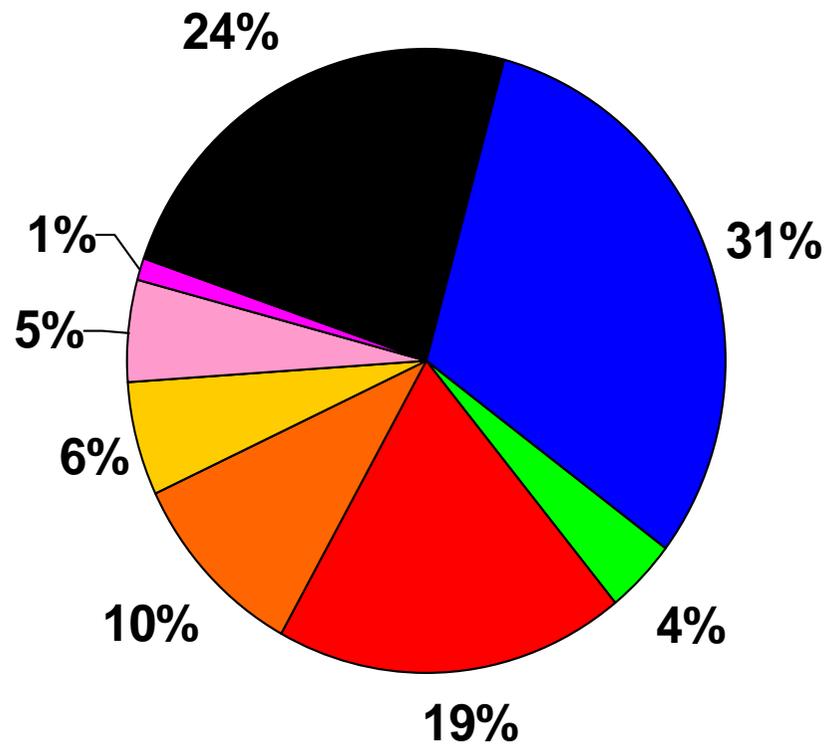
Basis: Preise 2008



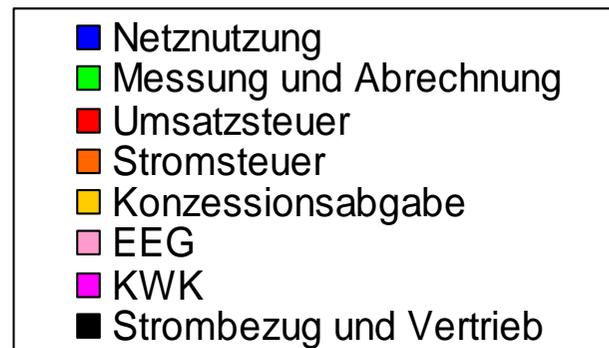
Kategorie	Einheit	2008	
Rohstoffkosten für fossiles Superbenzin	€Cent/l	41,61	29,4 %
	€Cent/kWh	4,78	
Rohstoffmehrkosten durch EtOH-Beimischung	€Cent/l	1,53	1,1 %
	€Cent/kWh	0,18	
Deckungsbeitrag	€Cent/l	10,26	7,3 %
	€Cent/kWh	1,18	
Mineralölsteuer	€Cent/l	65,50	46,3 %
	€Cent/kWh	7,52	
MwSt	€Cent/l	22,59	16,0 %
	€Cent/kWh	2,59	
Brutto-Verbraucherpreis	€Cent/l	141,49	100,0 %
	€Cent/kWh	16,24	

Hinweis: Deckungsbeitrag (u. a. Kosten für Transport, Lagerhaltung, gesetzliche Bevorratung, Verwaltung und Vertrieb) wurde unverändert vom MWV übernommen.

Zusammensetzung des Elektroenergiepreises (beispielhaft für Haushalt)



	Anteil	Preis	Einheit
Netznutzung	0,31	6,51	ct/kWh
Messung und Abrechnung	0,04	0,84	ct/kWh
Umsatzsteuer	0,19	3,99	ct/kWh
Stromsteuer	0,10	2,05	ct/kWh
Konzessionsabgabe	0,06	1,24	ct/kWh
EEG	0,05	1,10	ct/kWh
KWK	0,01	0,23	ct/kWh
Strombezug und Vertrieb	0,24	5,04	ct/kWh
Summe	1,00	21,00	ct/kWh



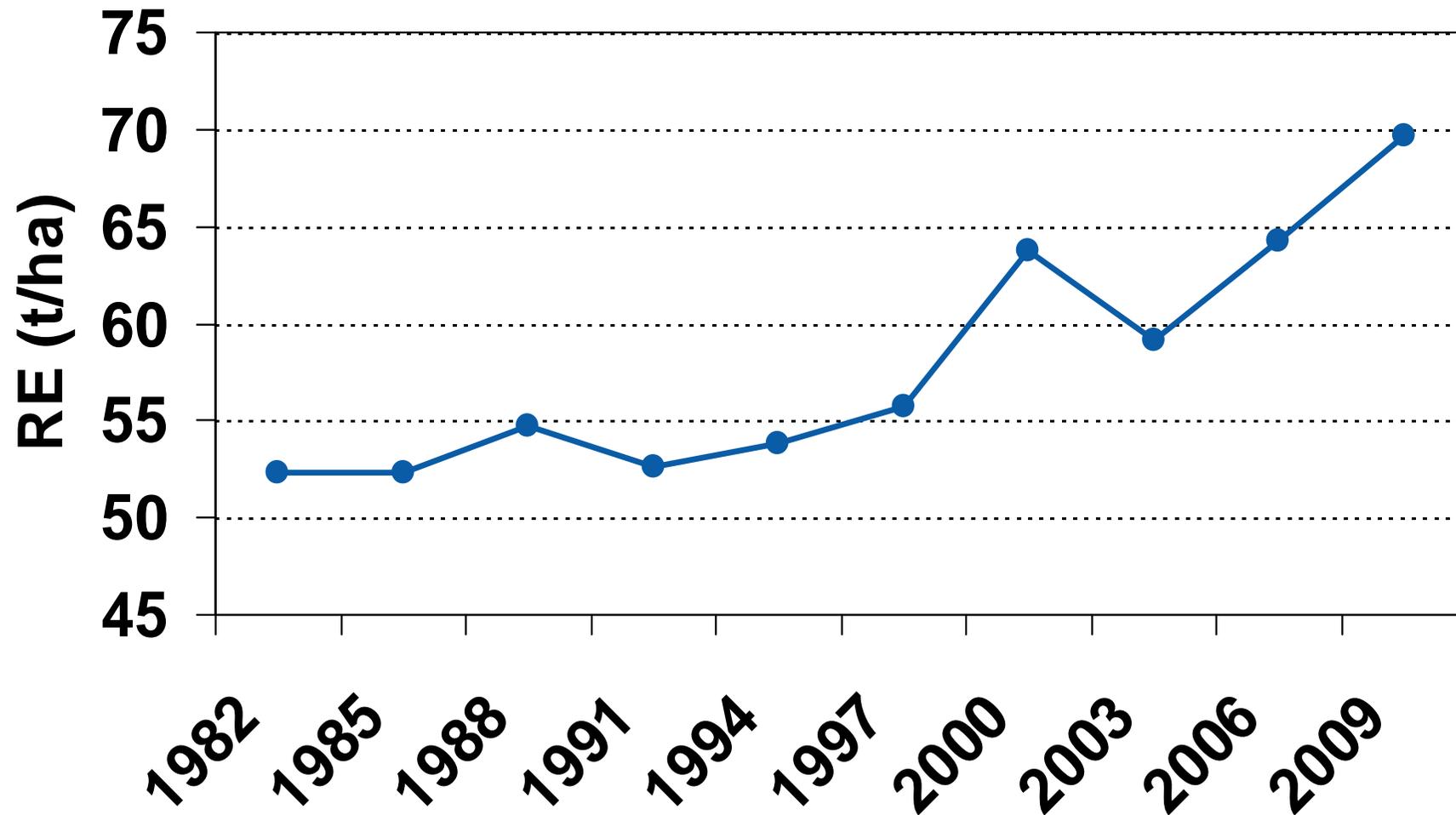
Quelle: Bundesnetzagentur

http://www.bundesnetzagentur.de/enid/9789688c4ed0a64468297dd18fd3dda9,0/Informationen_zu_haeufig_gestellten_Fragen/Preise_und_Entgelte_3yx.html

WIKIPEDIA.DE

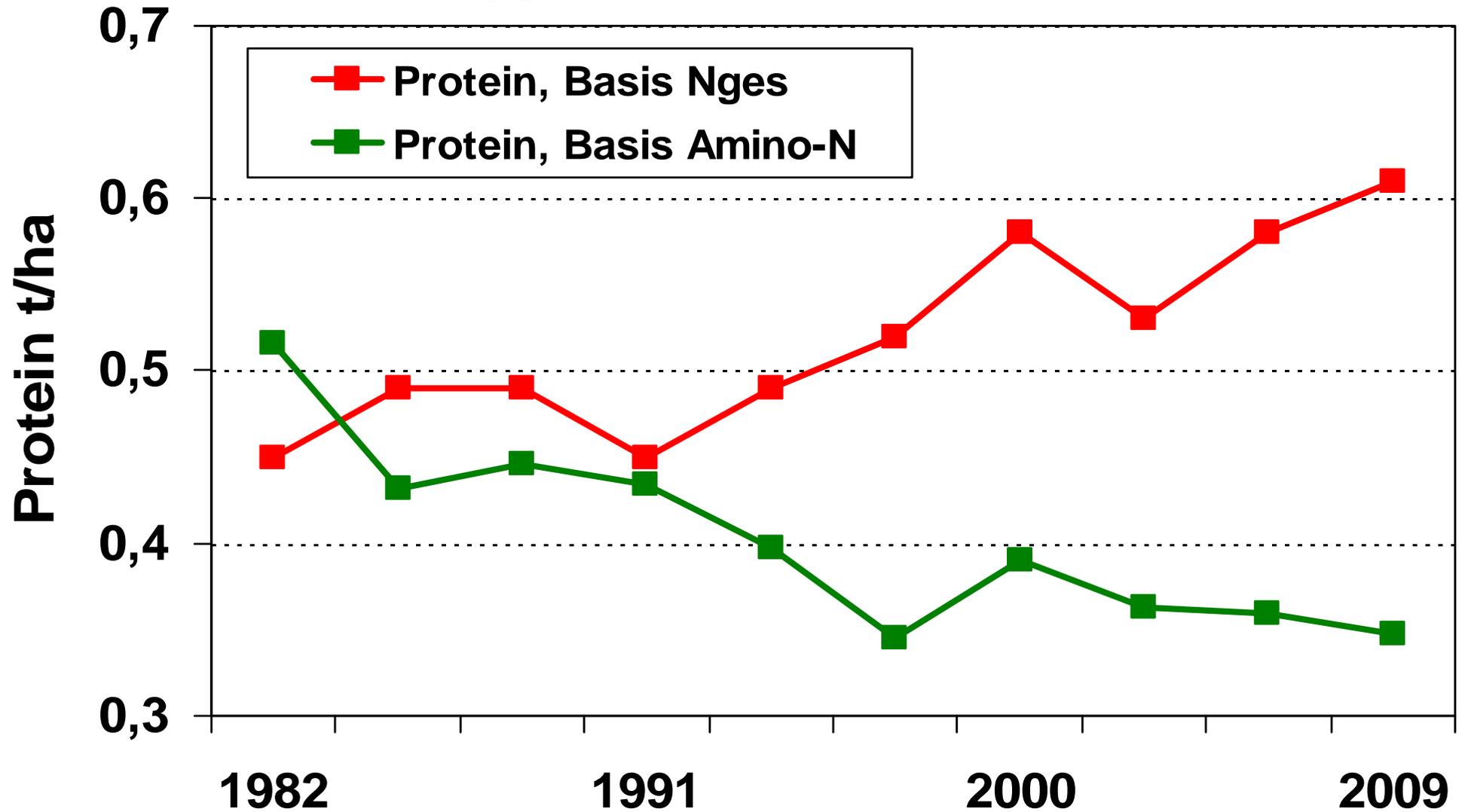
Entwicklung des Rübenenertrages

(Südzucker 1982 – 2009; 3- jähriges Mittel)





„Proteinertrag“ bei Zuckerrüben (Südzucker AG; 3- jährig gemittelt)



Basis: RE* 23,5%TS*0,6%Nges*6,25

Carbohydrates in Nutrition

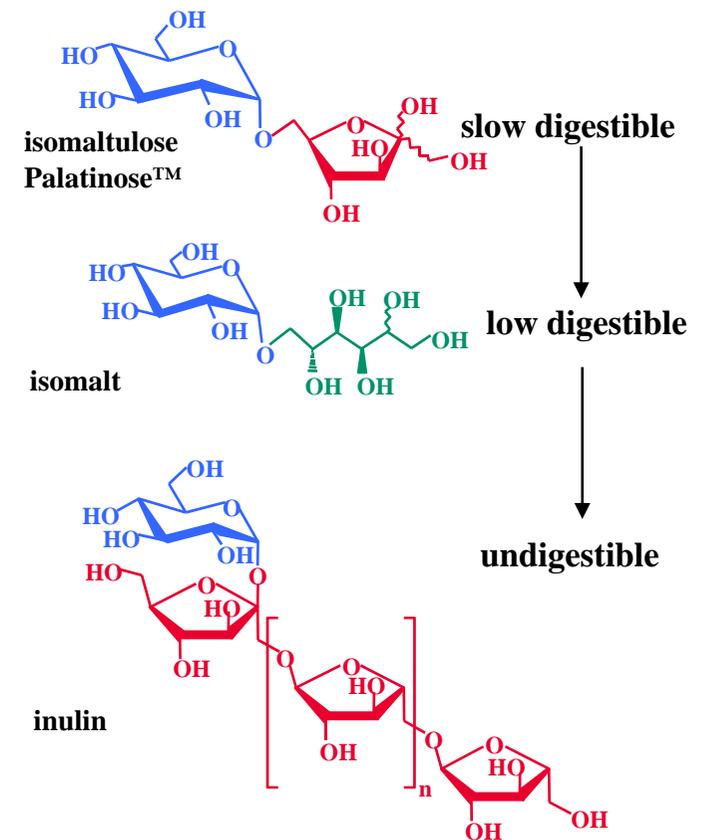
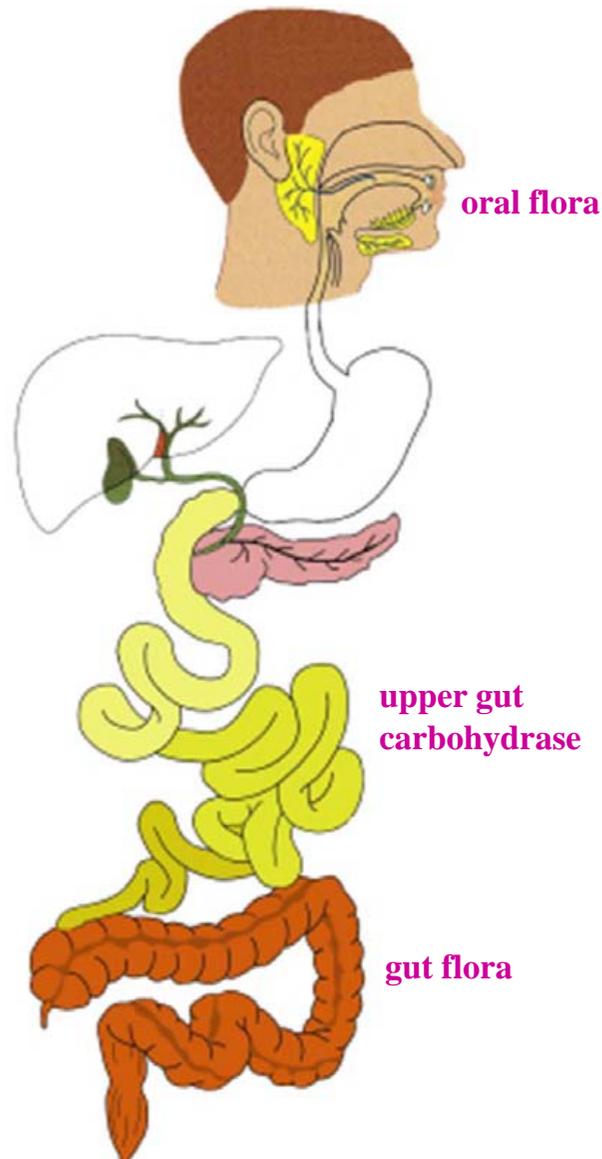
■ Functional Carbohydrates

■ Specific digestive properties

- lower rate ("prolonged energy")
- undigestibility ("fibre-like")

■ Specific fermentable properties

- non-oral fermentability
- selective growth stimulation "prebiotic"
- short chain fatty acids (butyrate, propionate)



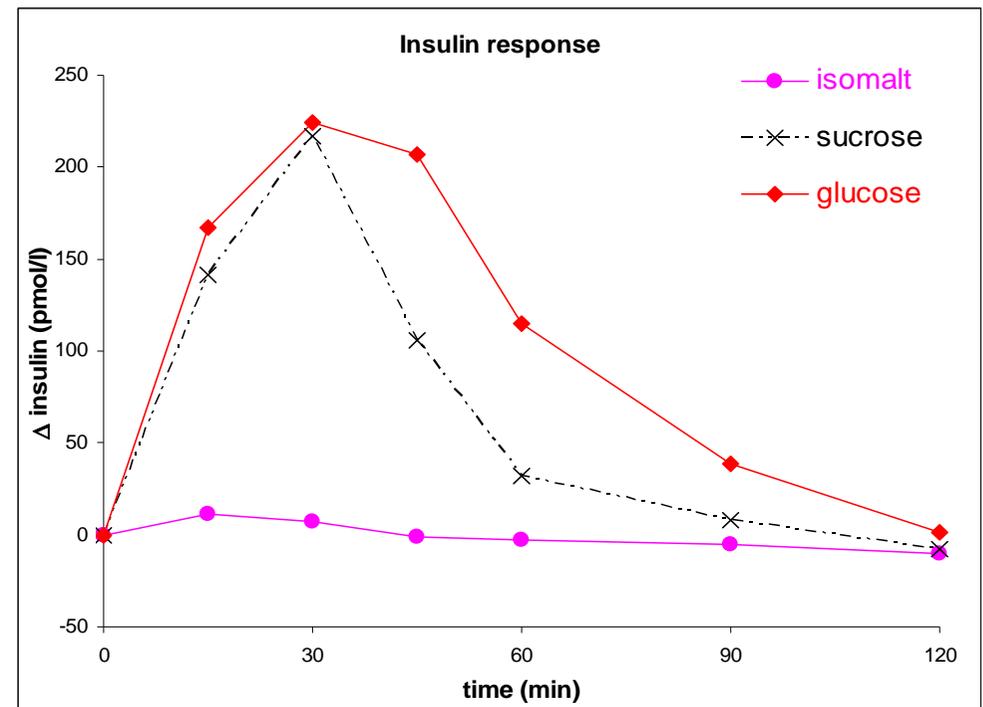
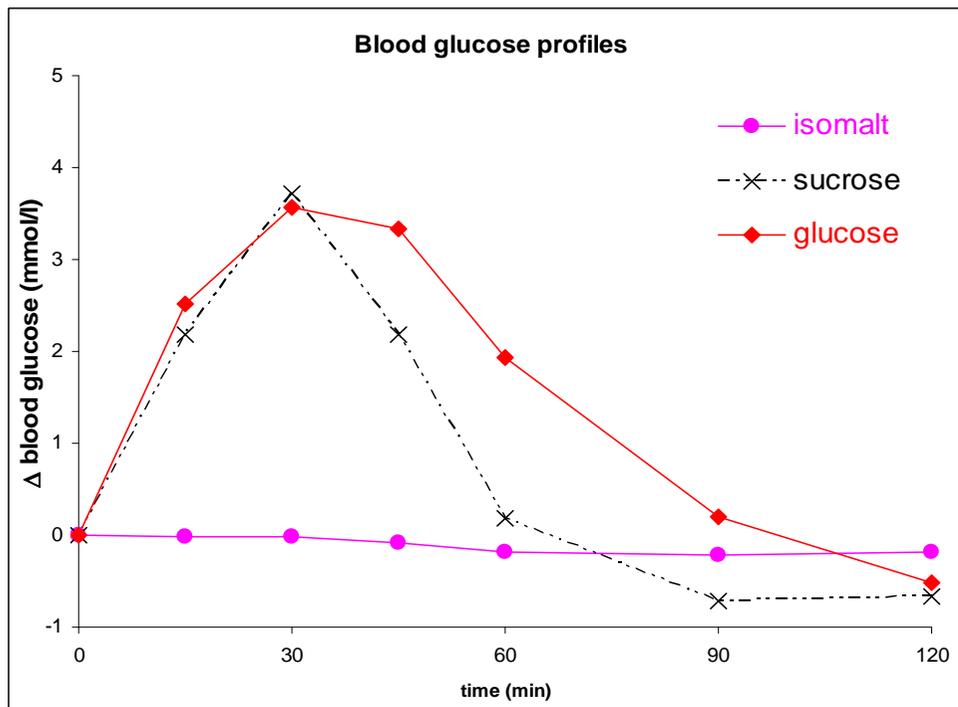
"compound complex carbohydrates"

e. g. rice bran connecting nutrition and health

Blood glucose and insulin profiles

- **Isomalt:** hardly hydrolysed by upper gut carbohydrases
- hardly glycemic, insulinemic
- benefit for people suffering from disorders of the blood glucose control (metabolic syndrome, diabetes incl predispositions)

	GI
glucose	100
isomalt	2
sucrose	68

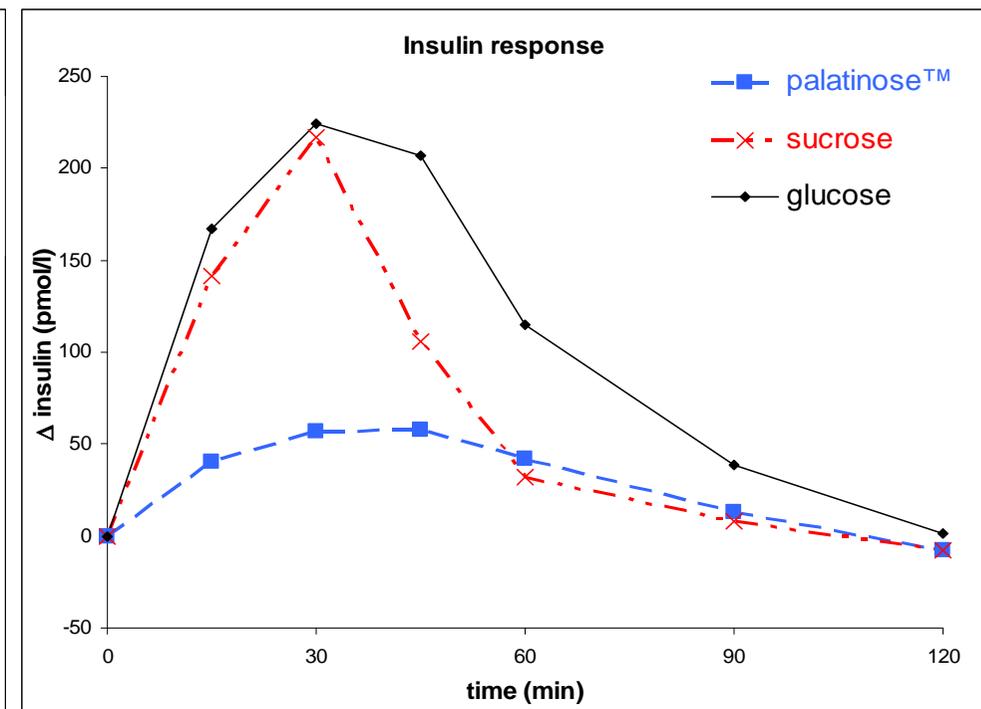
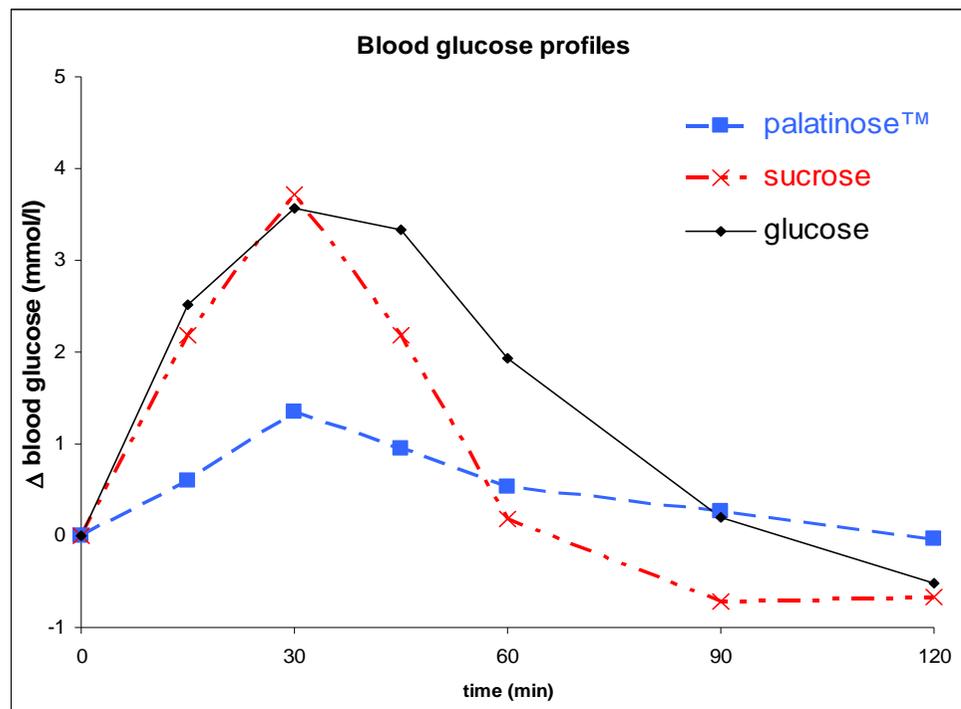


n = 10 healthy volunteers; Isomalt: 25 CHO g in 250 ml, SUGiRs database

Blood glucose and insulin profiles

- **Palatinose™** lower smooth blood glucose supply (**slow release**)
- benefit for people suffering from diabetes including predispositions
- helps reducing the **glycemic load of foods/diet**
- **prolonged** blood glucose **energy for body function** (brain, muscles)

	GI
glucose	100
Palatinose™	32
sucrose	68

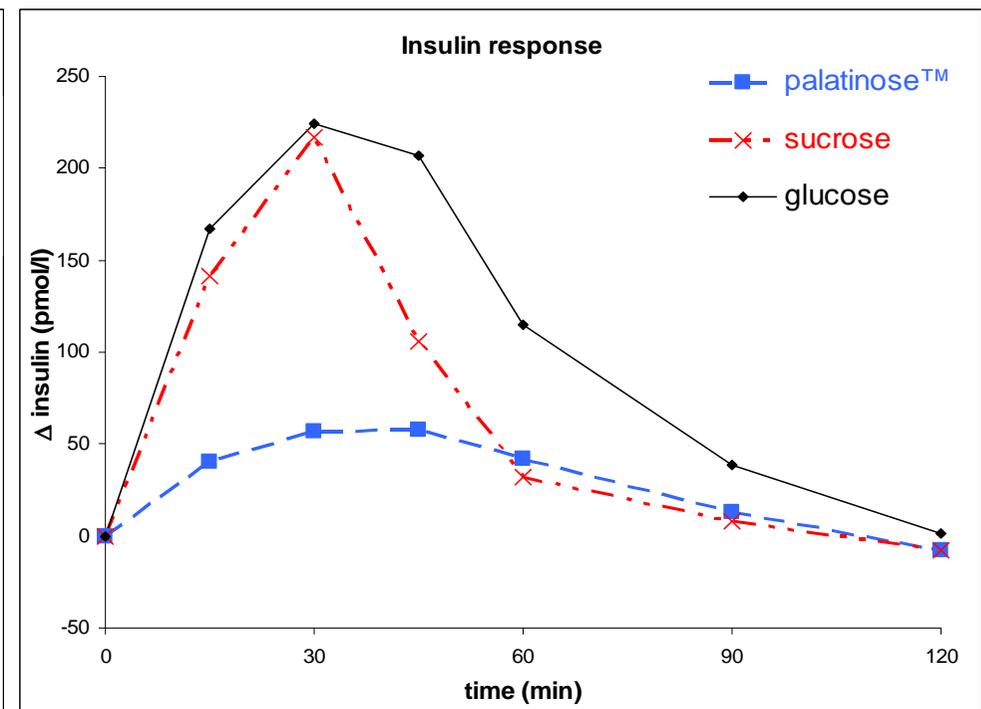
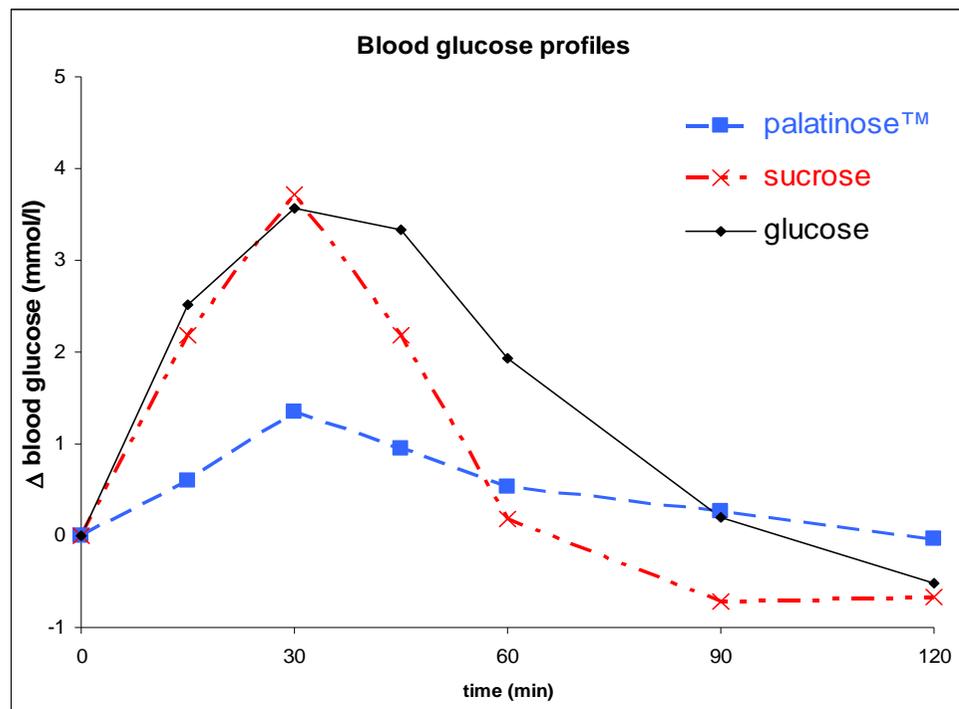


n = 10 healthy volunteers; 50g CHO in 250 ml SUGiRS database

Blutglukose und Insulinprofile

- **Palatinose™** senkt gleichmäßiges Blutglukose Angebot (**langsame Abgabe**)
- Nützlich für Menschen mit Diabetes und vorhandener Erbanlage
- Hilft bei der Reduzierung der **glykämischen Belastung von Lebensmitteln /Diät**
- **Anhaltende** Blutglukose **Energie für Körperfunktion** (Gehirn, Muskeln)

	GI
Glukose	100
Palatinose™	32
Saccharose	68



n = 10 healthy volunteers; 50g CHO in 250 ml SUGiRS database

Beneo Orafti: Inulin and Oligofructose

■ Digestive properties

- undigestible
- fermented
- **fibre**
- low caloric **1.5 kcal/g**

■ (Distinct) Physiological properties

- **prebiotic/healthy flora**
stimulating bifidobacteria
- enhances mineral absorption
- appetite & food intake regulation

■ Health targets

- stool regulation
- improved gut transit time
- short chain fatty acid formation

■ **gut functions & well being**

■ **immune modulation**

■ **inflammation?**

■ bone health

■ body weight management

Inulin und Oligofructose (Synergy 1)

■ Etablierte Eigenschaften

- nicht verdauliches Kohlenhydrat
- fermentierbare **Ballaststoffe**
- niedrig kalorisch: **1.5 kcal/g**

■ Generische Claims für Fructane

- **präbiotisch, bifidogen**

■ Geschützte Claims für Synergy1?

- Förderung der **Mineralstoffresorption**
- **Sättigung, Körpergewicht?**

■ Allgemeine Gesundheitseffekte

- Stuhlregulation
- Darmfunktionalität
- Bildung kurzkettiger Fettsäuren

■ Besondere Gesundheitseffekte

- besondere Darmgesundheit
- Immunabwehr?
- Knochenstärkung
- Körpergewichtsregulierung?
- Übergewicht?

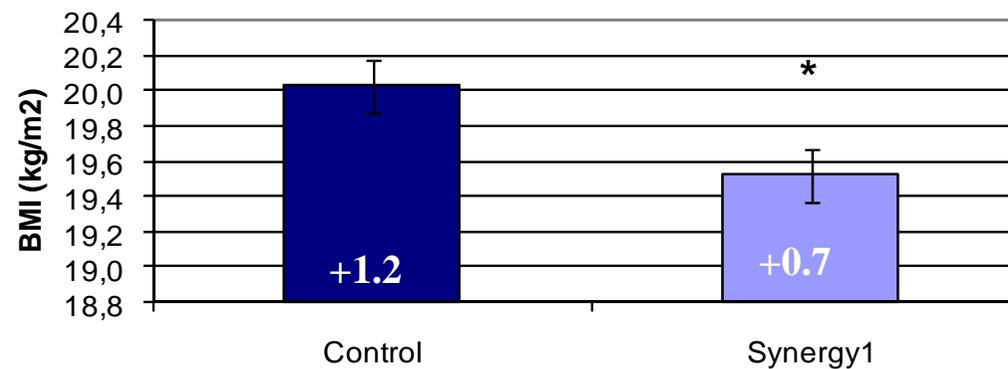
Synergy 1: Effects on body weight

■ Design

- 97 adolescents (9-13 years)
- 1 year DBPC with 8g Orafti®Synergy1 vs maltodextrin (Ca-fortified juice or milk)

■ Results

Effect of Synergy1 on BMI



- supplemented group

normal weight gain for this age group: 0.7-0.8 kg/m²

- maltodextrin group

overproportional BMI increase, i. e. 1.2 kg/m²

Synergy 1 supplementation supported normal weight gain and prevented early tendencies towards obesity

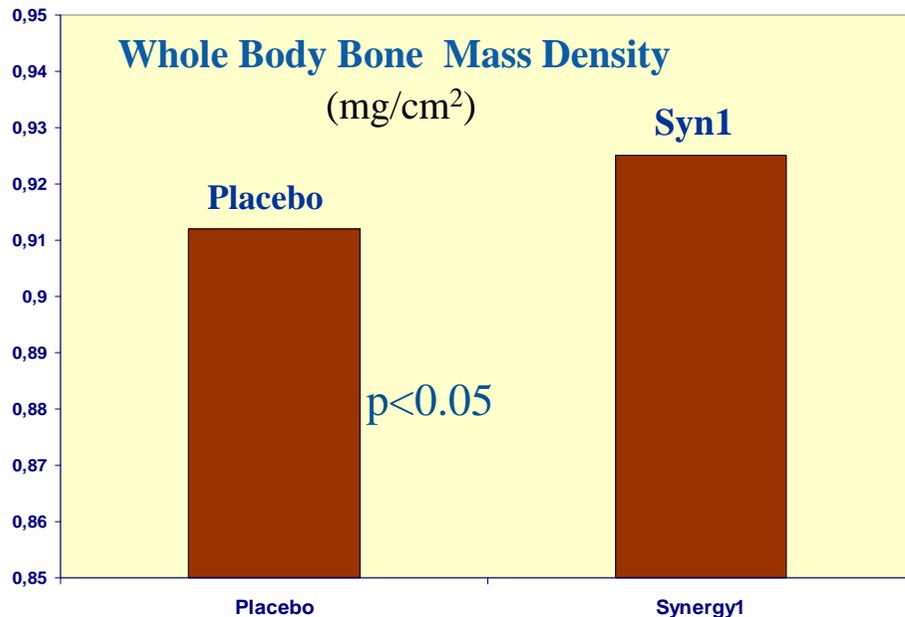
The specific case of Synergy 1: Calcium absorption

■ Facts

- recommended Ca intake: 800 -1200 mg/d
- only 30 % is absorbed (360 mg)

■ Physiological evidence

- Increase in Ca absorption in 6 human studies
- Chain length effect
- Effects on bone density in animal models



■ Unique findings for Synergy 1

- Synergy 1 (8g/d)
- 1 yr to adolescents (n =100) was shown
 - increase Ca absorption and
 - bone mineral density (BMD)

Abrams et al., 2006 (NIH funded)

Ziele für Pflanzen der Zukunft

- Ertrag, Ertrag auch unter Stress

Ja, aber eigentlich

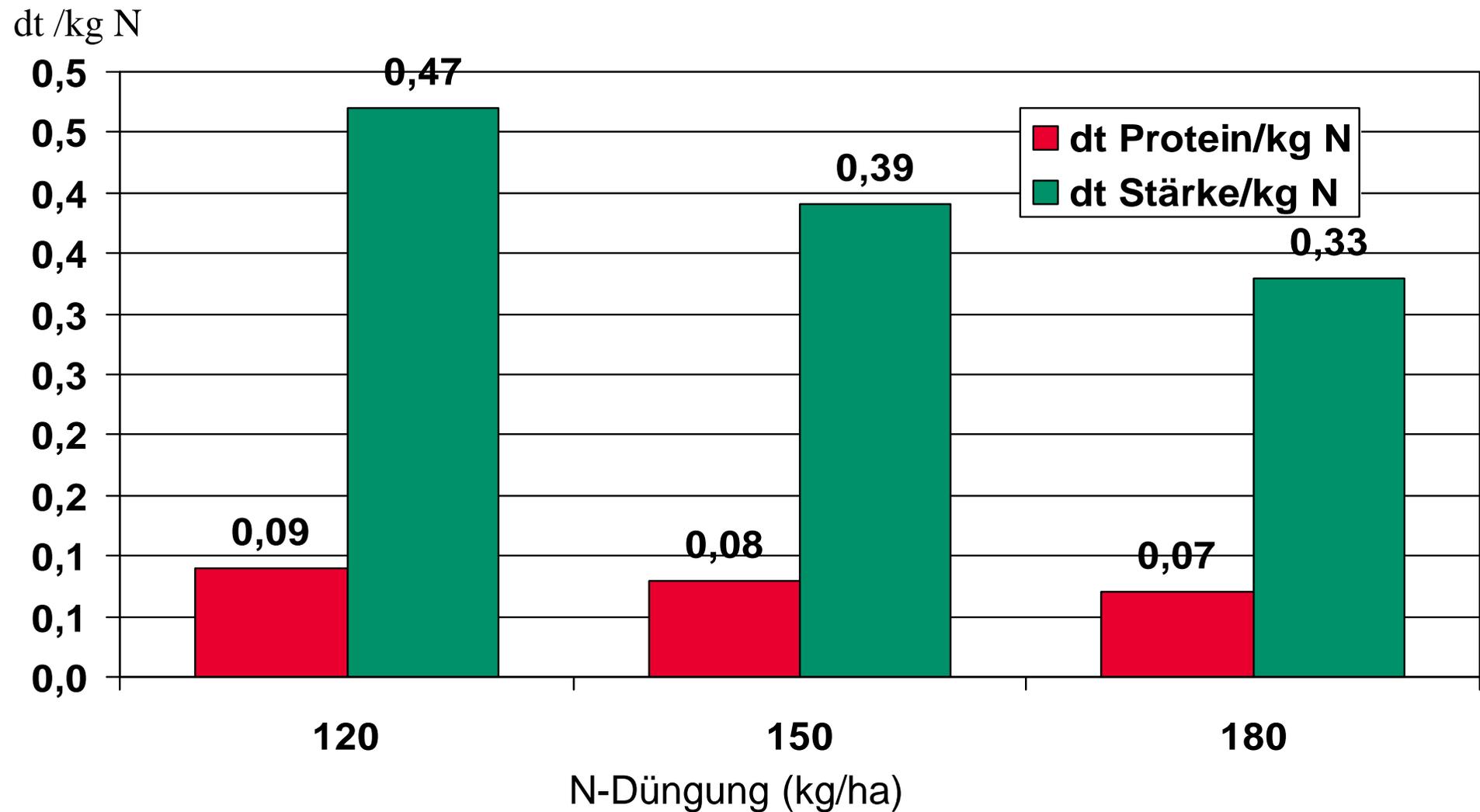


- Ertragsqualität im Hinblick auf
 - Energie
 - Proteine
 - nicht nutritive Komponenten



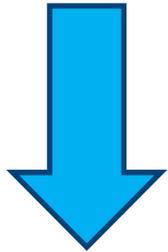
Effizienz der Protein- bzw. Stärkeproduktion in Abhängigkeit von der N-Mineraldüngung

(1999-2009; n = 81)



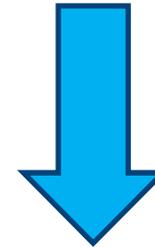
Herausforderungen

Bevölkerungswachstum



- Junge Gesellschaft
- Hunger
- Arm
- Verstärkung der Bevölkerung

Bevölkerungsstagnation



- Alternde Gesellschaft
- Überfluss
- Wohlhabend
- Bevölkerung verteilt (Stadt, Land)

Ertragsqualität der Pflanzen für Ernährung

- Proteine
- Energie - nutritive Nutzung
- Nicht nutritive Pflanzeninhaltsstoffe, z. B. Ballaststoffe, Vitamine



Ziel bei steigendem Bedarf

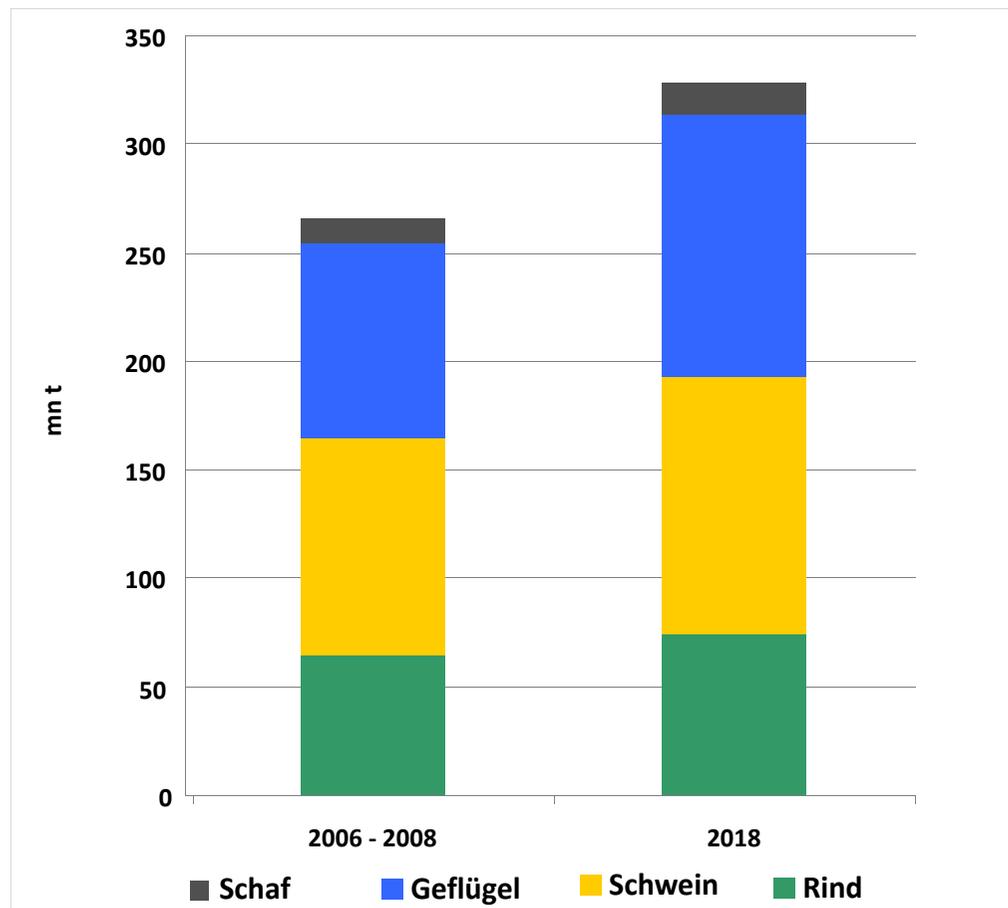
Angemessene Versorgung der Weltbevölkerung mit

- Energie (nutritiv, nicht nutritiv)
- Proteinen
- nicht nutritiven Komponenten (z. B. Ballaststoffe, Vitamine, etc.)

Angemessen bedeutet,

- weder Unter- noch Überversorgung (**regional!**)
- ökologisch nachhaltig
- ökonomisch erfolgreich

Entwicklung des weltweiten Fleischverbrauchs (Mio. t)



Fakten zu Fleisch

- FAO prognostiziert eine Weltbevölkerung von 9 Mrd. Menschen im Jahr 2050 und eine Fleischproduktion von 450 Mrd. kg/a.
- Um 1 kg tierisches Protein zu erzeugen, werden 3 bis 10 kg pflanzliches Protein benötigt, abhängig von Gattung.

Quelle: OECD-FAO AGRICULTURAL OUTLOOK 2009-2018 – OECD/FAO 2009

Hintergrund zur Entwicklung von Golden Rice

Vitamin-A-Mangel (Vitamin-A-Deficiency, VAD) ist ein weltweit verbreitetes Ernährungsproblem. WHO-Schätzungen zufolge leiden 100 bis 140 Millionen Kinder unter VAD. VAD führt zu einer Beeinträchtigung der Sehkraft und einer Schwächung des Immunsystems. Erhöhte Anfälligkeit gegenüber Infektionskrankheiten und Diarrhöe sind die Folge. Die Mangelkrankung tritt vor allem in Ländern auf, in denen geschälter, Provitamin-A-freier (β -Carotin-freier) Reis das Hauptnahrungsmittel der Bevölkerung darstellt.

Reisanbau weltweit

