

# Vergleich der Verfahrenstechnik zur Sojaaufbereitung

Lehrstuhl für Tierernährung (TUM)<sup>1</sup>

Robert Zeindl<sup>1</sup>

Institut für Landtechnik und Tierhaltung<sup>2</sup>

**Stefan Thurner**<sup>2</sup>

Forschungsinstitut für biologischen Landbau<sup>3</sup>

Ludwig Asam<sup>3</sup>

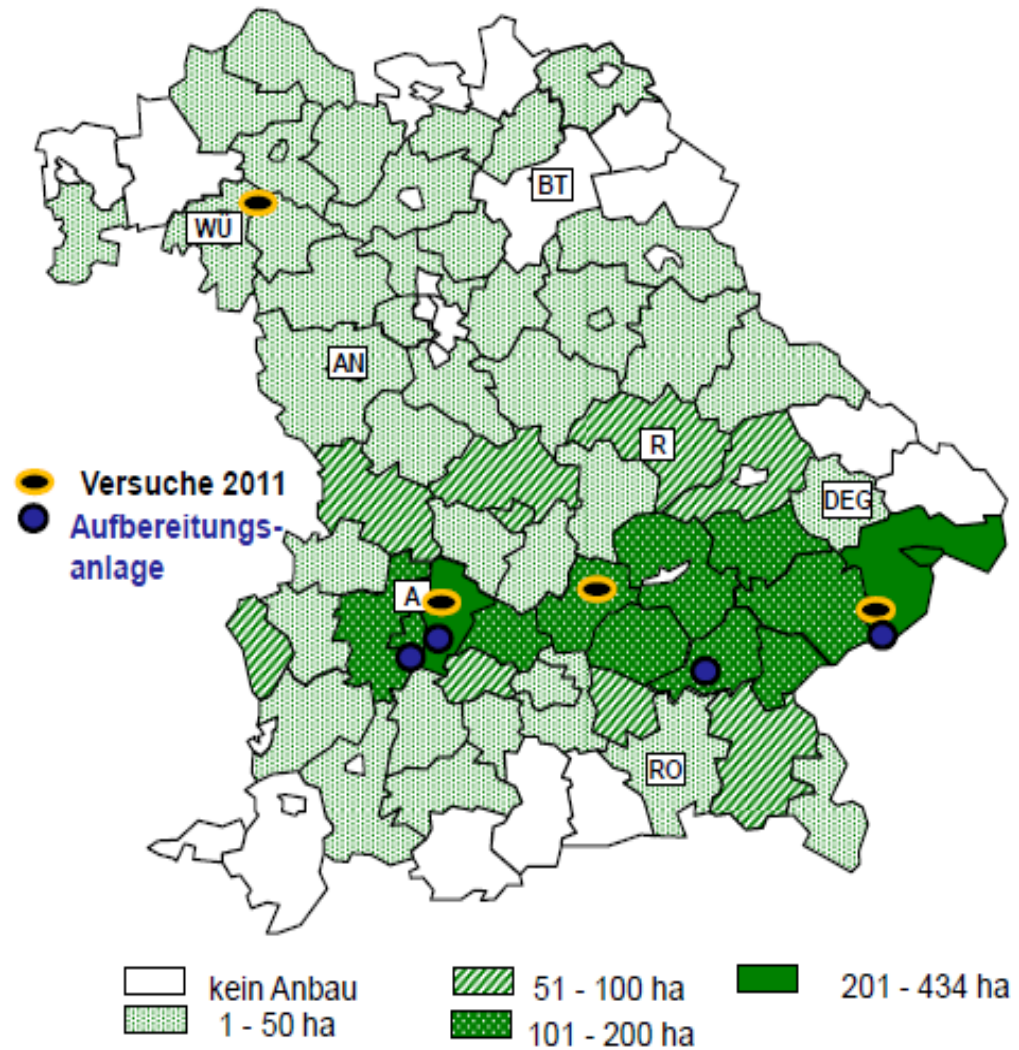
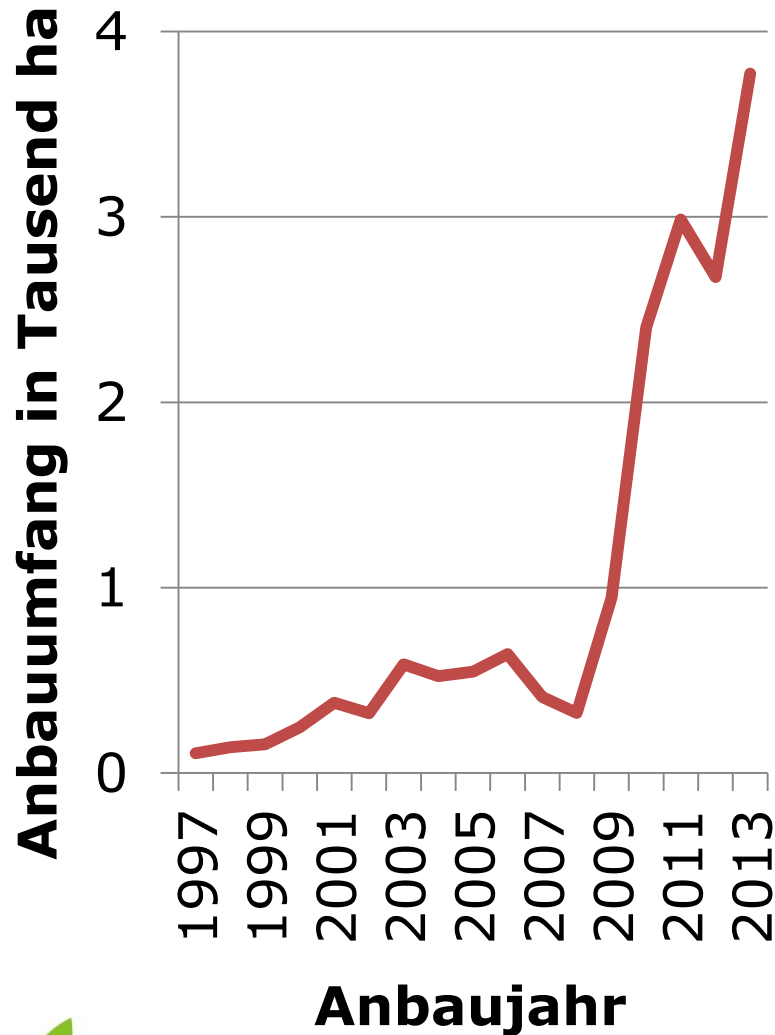
---

# Gliederung

---

- Einleitung
- Zielsetzung
- Die dezentralen Aufbereitungsanlagen in Bayern
- Ergebnisse zur Aufbereitungsqualität
- Verwertung der Sojaprodukte aus den bayerischen Anlagen
- Schlussfolgerungen und Optimierung

# Sojaanbau und -aufbereitung in Bayern



Quelle: INVEKOS – Angaben 2011, Grafik: Aigner

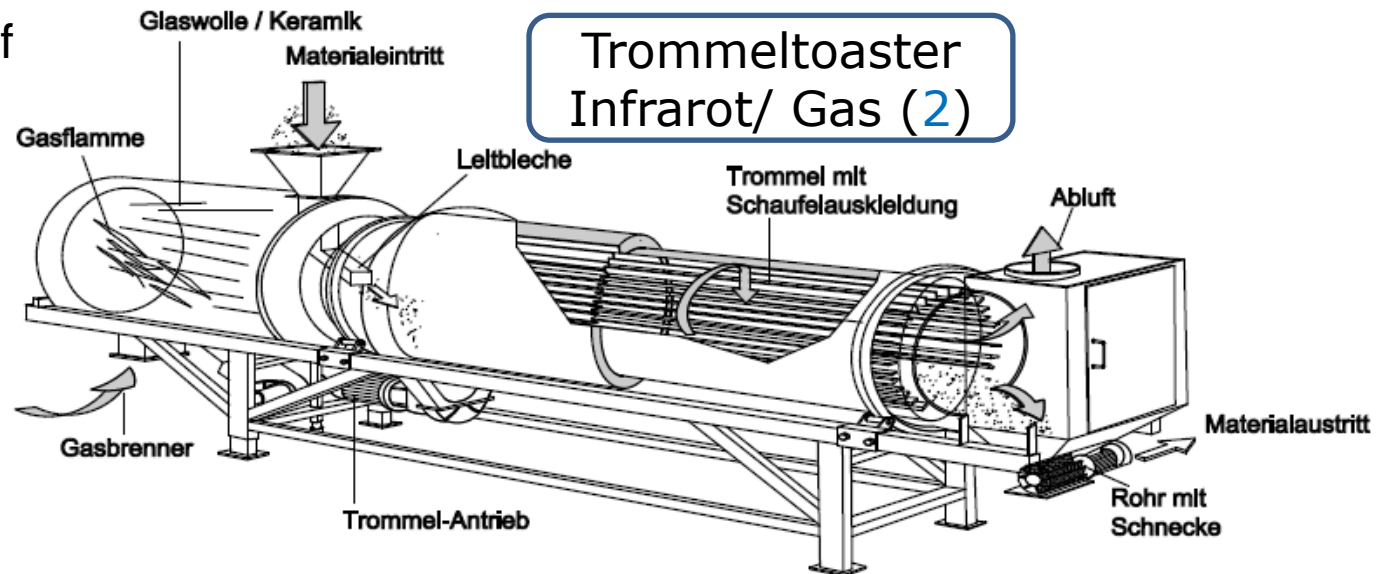
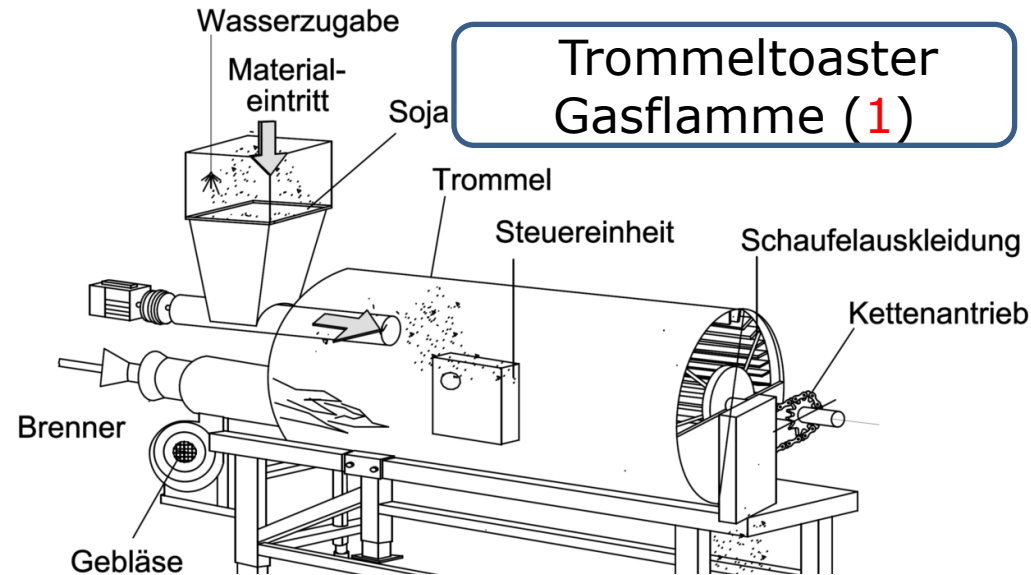
# Zielsetzung

---

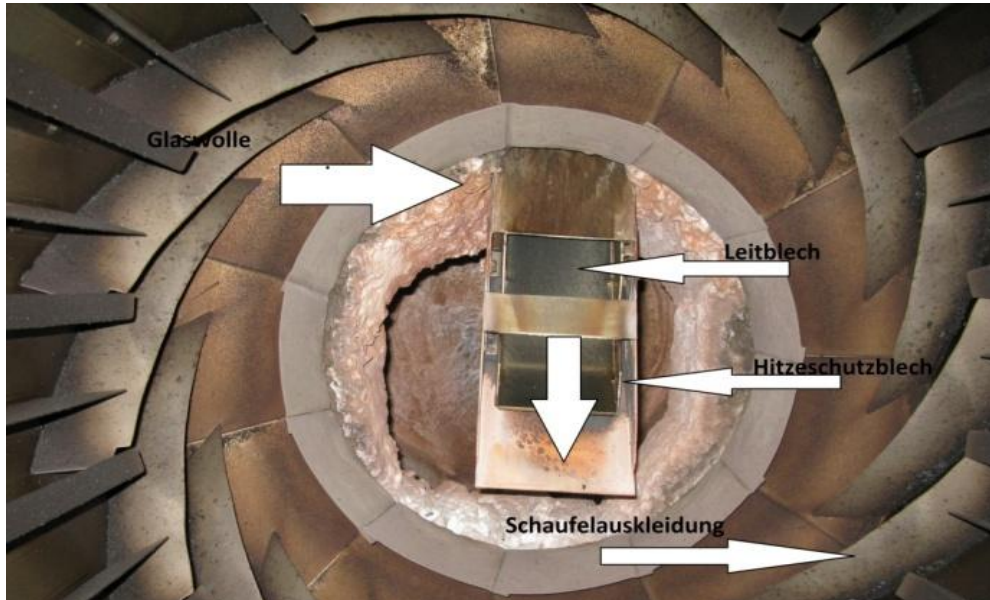
- Dokumentation der Verfahrenstechnik und Prozessparameter in den vier dezentralen Aufbereitungsanlagen in Bayern
- Untersuchung der Sojaqualität: Rohbohnen und aufbereitete Sojabohnen/-kuchen mit speziellem Augenmerk auf:
  - Rohprotein-, Ölgehalt, weitere wertgebende Inhaltsstoffe
  - Antinutritive Substanzen (v.a. Trypsininhibitoren)
  - Mögliche Eiweißschädigung durch Hitzeeinwirkung

# Thermische Aufbereitung (T)

- Angefeuchtete ganze Sojabohnen werden mit 300 C (direkte Gasflamme (1)) oder 900 C (indirekte Infrarotstrahlung (2)) in einer Trommel geröstet
- Sojabohnen werden dabei in bis zu 40s auf ca. 110-115 C erhitzt („High-Temperature-Short-Time- (HTST-) Prinzip“)
- Anschließend Abkühlung der Bohnen auf Außentemperatur  
→ **Produkt: getoastete Vollfettbohne**
- Je eine Anlage in Ober- und Niederbayern

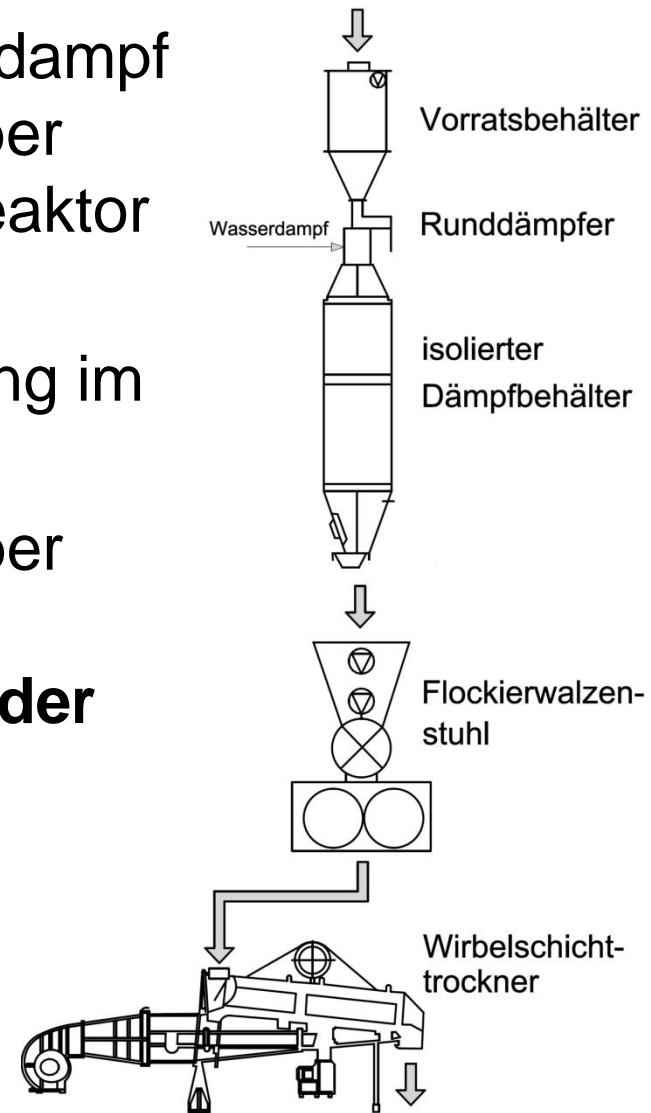


# Thermische Aufbereitung (T)

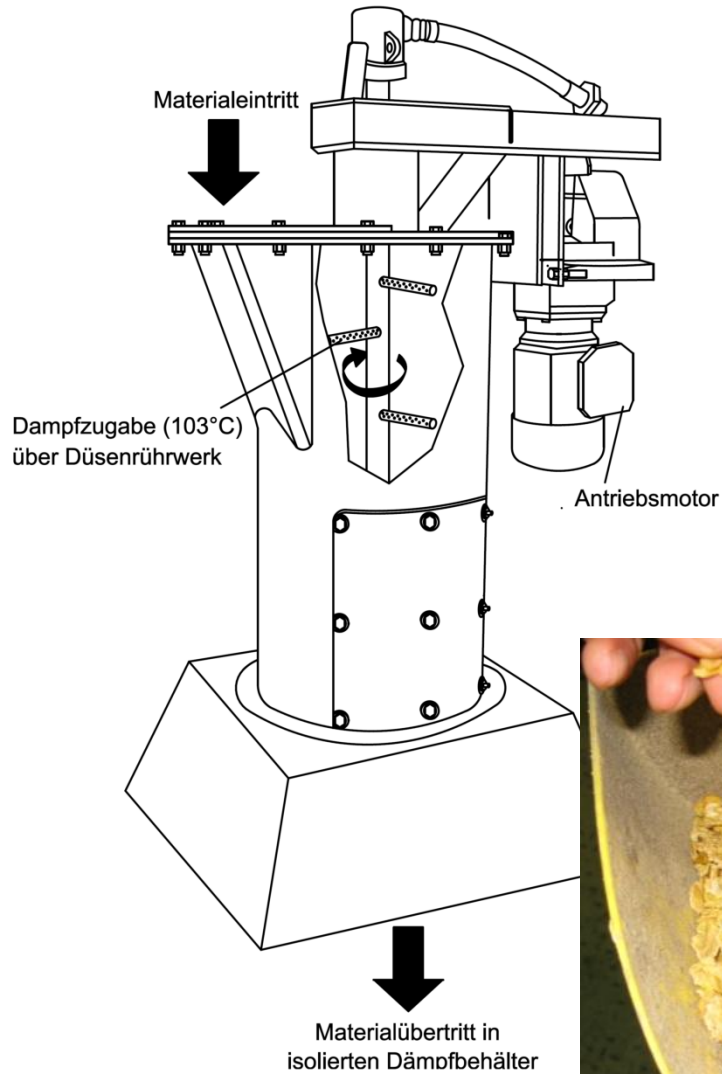


# Hydrothermische Aufbereitung (HT)

- Ganze Sojabohnen werden mit Wasserdampf (103 C) vermischt und anschließend über längere Zeit (40min) in einem Thermoreaktor der Hitze ausgesetzt
- Anschließend Flockierung und Trocknung im Wirbelstromtrockner
- Ggf. Entölung **nach** HT Aufbereitung über Schneckenpressen  
→ **Produkte: geflakte Vollfettbohne oder teilentölter Sojakuchen**
- Eine Anlage in Schwaben



# Hydrothermische Aufbereitung (HT)



## Flockier-Walzen



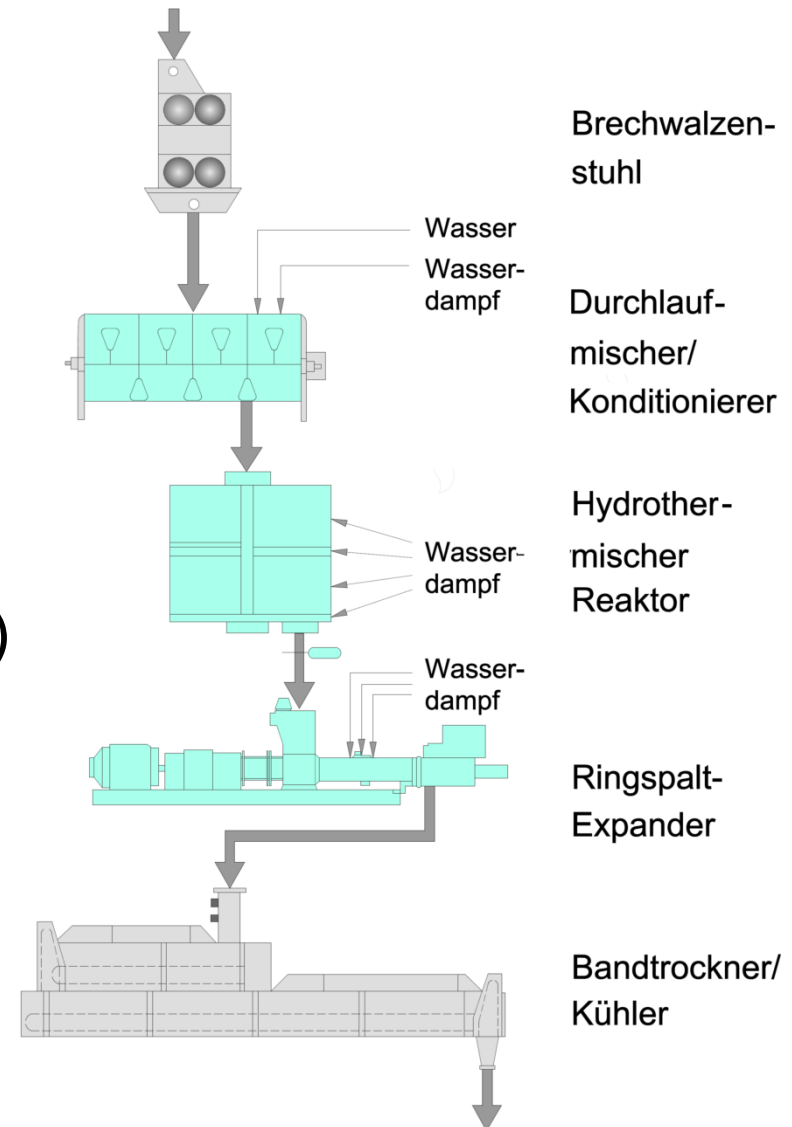
## Wirbelschicht-Trockner





# Druckthermische Aufbereitung (DT)

- Ggf. Entölung **vor** Aufbereitung über Schneckenpressen
- Geschrotete Sojabohnen werden mit Wasserdampf (102 C, 10min) gedämpft
- Anschließend mit Druck extrudiert im Ringspalt-Expander (125-145 C, 1–5s, „HTST-Prinzip“) und Trocknung im Bandtrockner → **Produkte:**  
**geschrotete Vollfettbohne oder teilentölter Sojakuchen**
- Eine Anlage in Schwaben



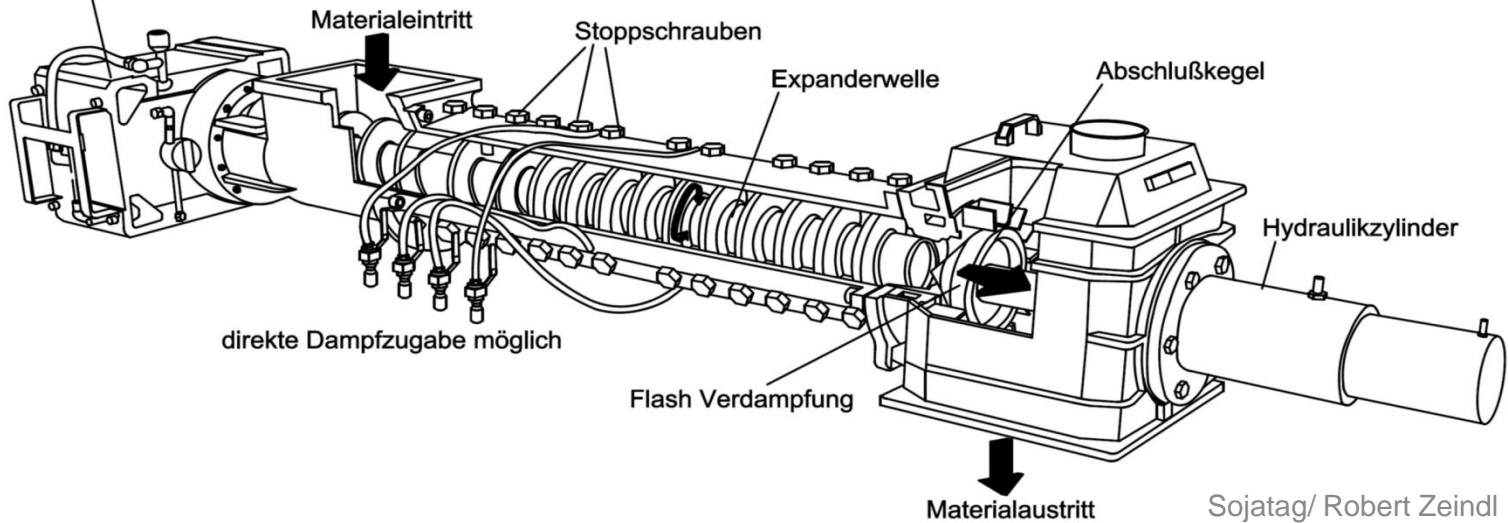
# Druckthermische Aufbereitung (DT)

## Entölung in Schneckenpresse



Motor/Getriebe Einheit

## Ringspalt-Expander



# Anbauumfang und Anlagenkapazitäten

---

- 3773 ha x 2,8 t = 10.753 t erwartete Erntemenge
  - Theoretische max. Aufbereitungskapazität: ca. 25000 t
- Nur 43 % theoretische Auslastung
- Somit mehr als genug installierte Anlagenkapazität um bayerische Sojabohnen in Bayern zu verarbeiten

# Problematik

---

## 1. Antinutritive Faktoren (ANF) in der Rohbohne, z.B. Trypsininhibitoren

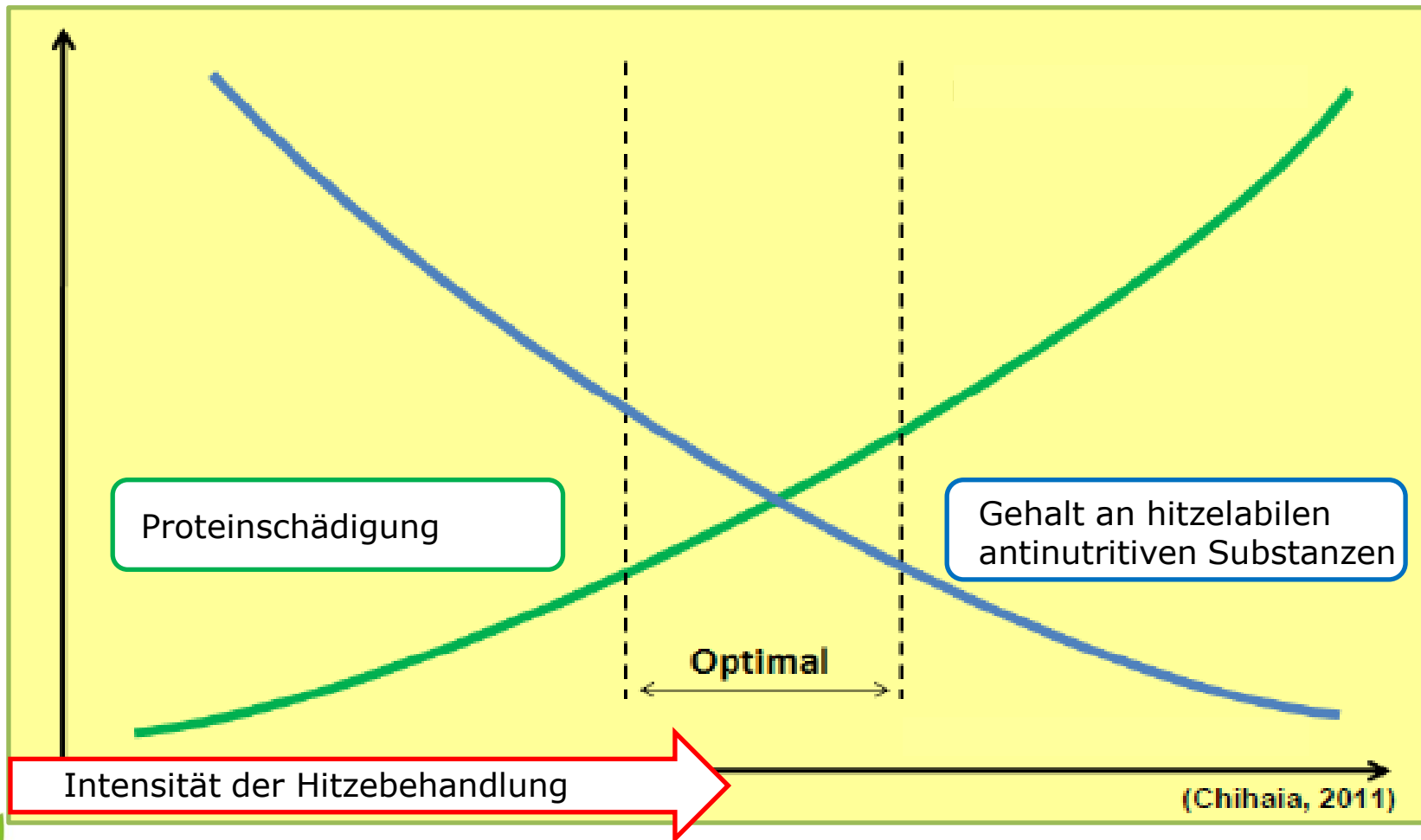
→ hemmen das körpereigene Verdauungsenzym Trypsin/Chymotrypsin

- Bedeutendste ANF, die es durch Wärmebehandlung zu denaturieren gilt → müssen vor Fütterung um mind. 90% verringert werden

## 2. Überhitzung

- Durch zu starke Erhitzung vor allem Verlust an den essenziellen Aminosäuren Lysin und Tryptophan
  - moderat überhitzt: 84% verfügbares (reaktives) Lys statt 92 %
  - Proteinlöslichkeit sinkt

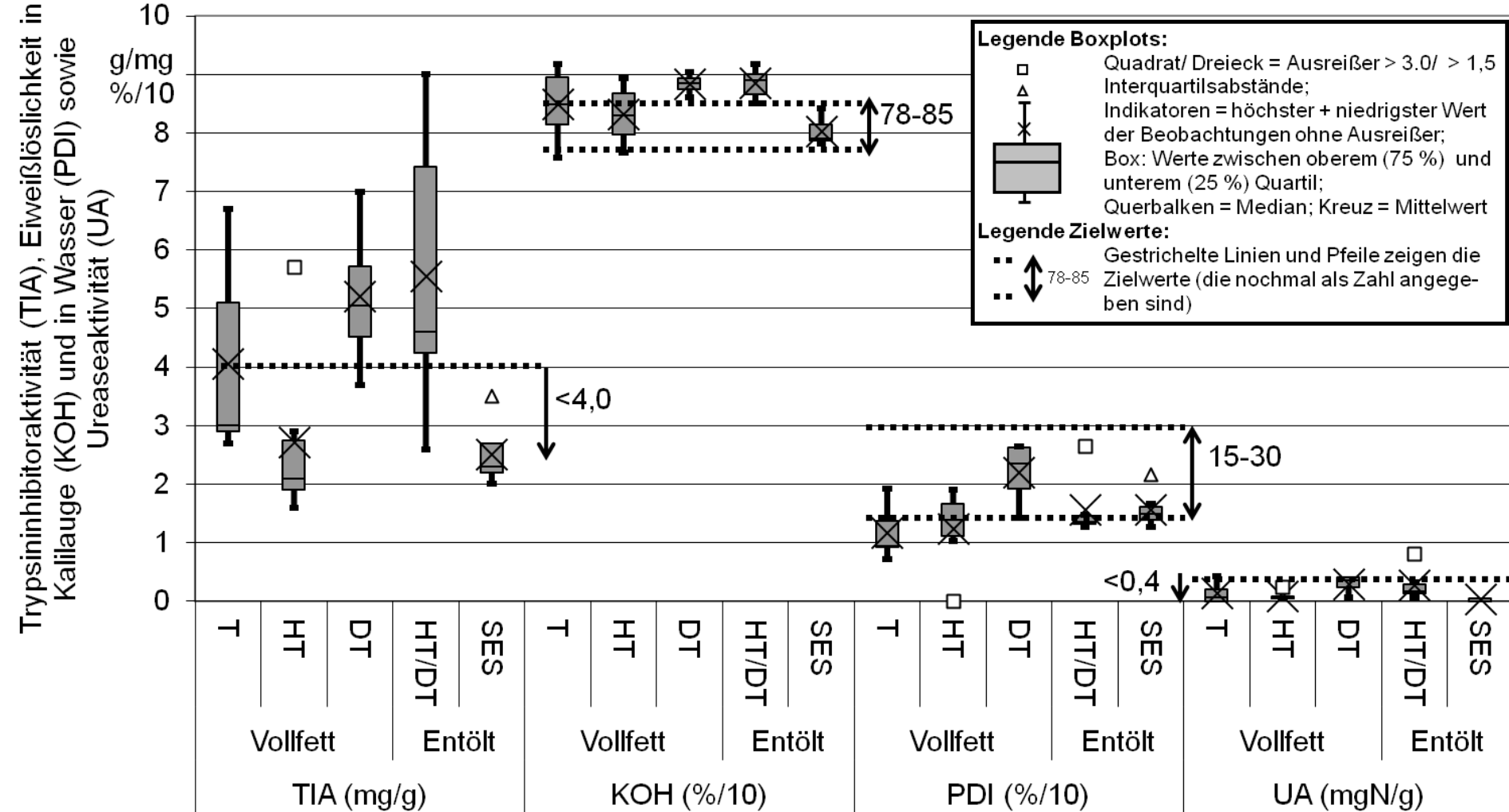
# Trade off Behandlungsintensität



# Überprüfung des Aufbereitungserfolges

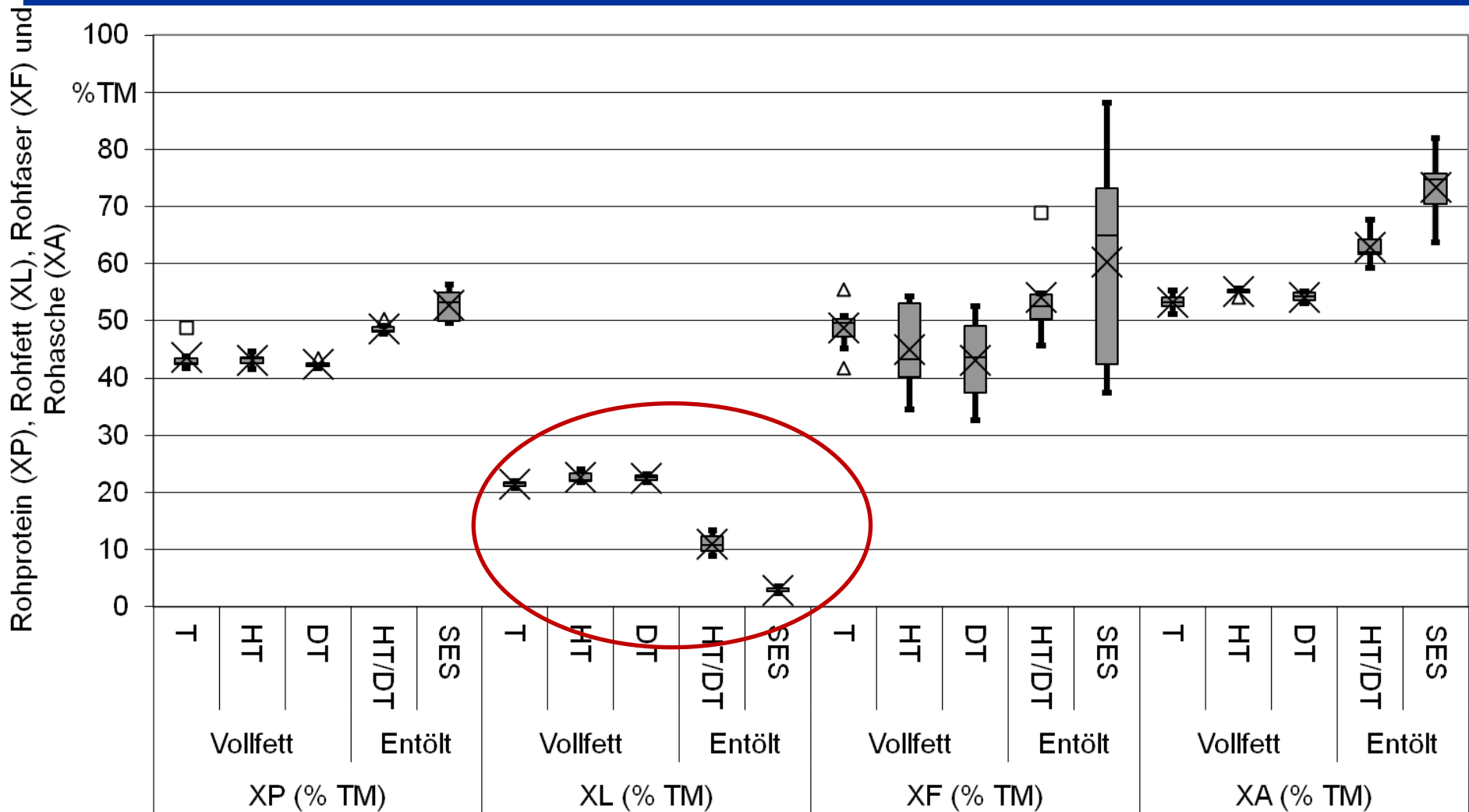
Indikator	TIA (Trypsin- inhibitor- aktivität)	UA (Urease- aktivität)	KOH (Protein- löslichkeit in Kalilauge)	PDI (Protein- löslichkeit in Wasser)	AMINORED (NIRS- Verfahren)
Zielwerte	< 4-5 mg/ g	<0,3gN/min	78-85 %	15-28 %	KA
Kommentar	schwierig	üblich	üblich	einfach	innovativ
Unter- behandlung	+++++	++++	+++	+	+
Über- behandlung	Nicht geeignet	Nicht geeignet	+++++	+++	+++++
Literaturstelle	(CLARKE&WISE- MAN, 2005)	(MONARY, 1989)	(VAN EYS, 2012)	(MONARY, 1989)	(HELMBRECHT et al., 2010)

# Aufbereitungsqualität der dezentralen Anlagen



Inhaltsstoffe und Kennwerte bei unterschiedlichen Aufbereitungs- und Entölungsverfahren (T = thermisch, HT = hydrothermisch, DT = druckthermisch, SES = Sojaextraktionsschrot)

# Aufbereitungsqualität der dezentralen Anlagen

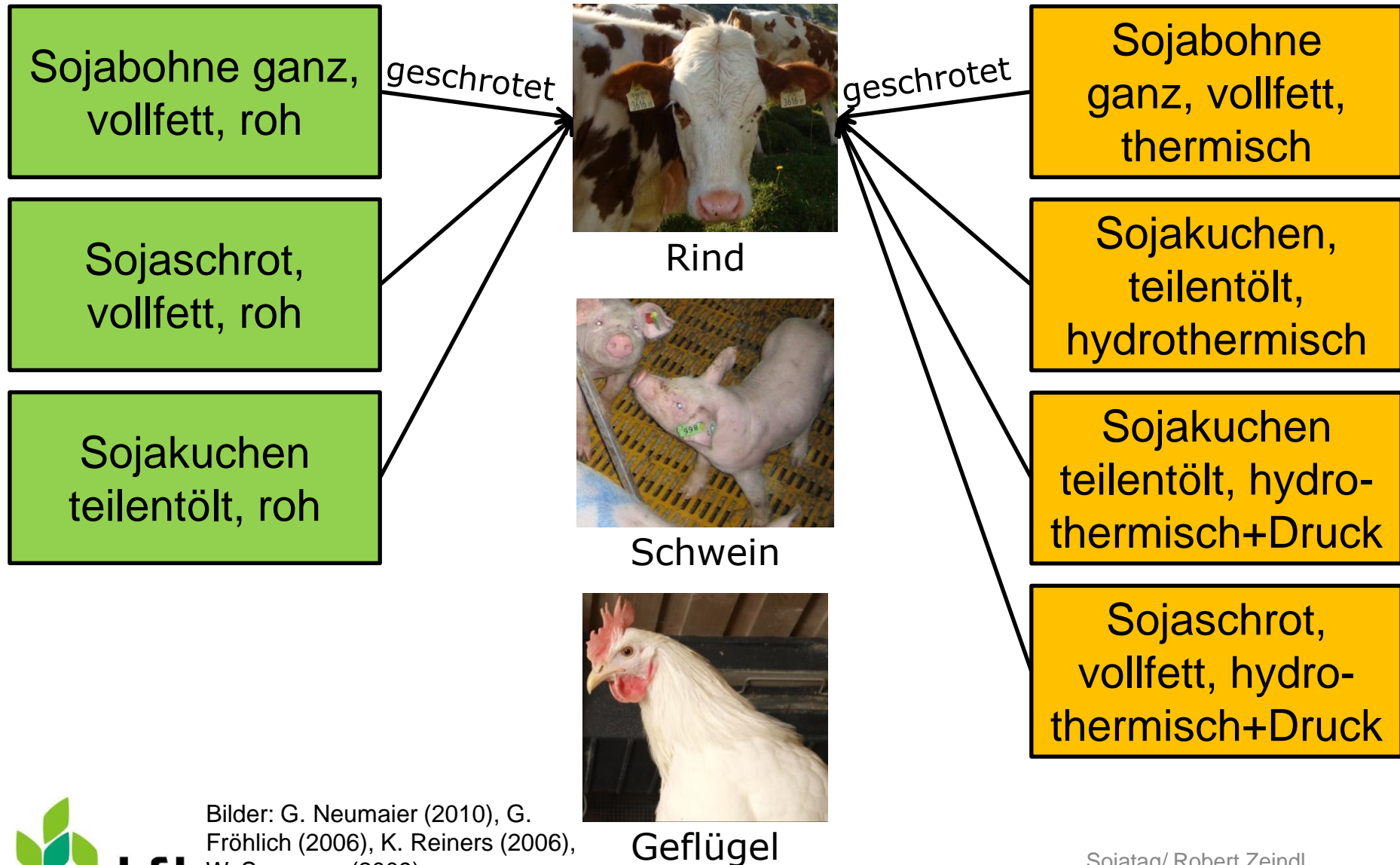


Inhaltsstoffe bei unterschiedlichen Aufbereitungs- und Entölungsverfahren

(T = thermisch, HT = hydrothermisch, DT = druckthermisch, SES = Sojaextraktionsschrot)

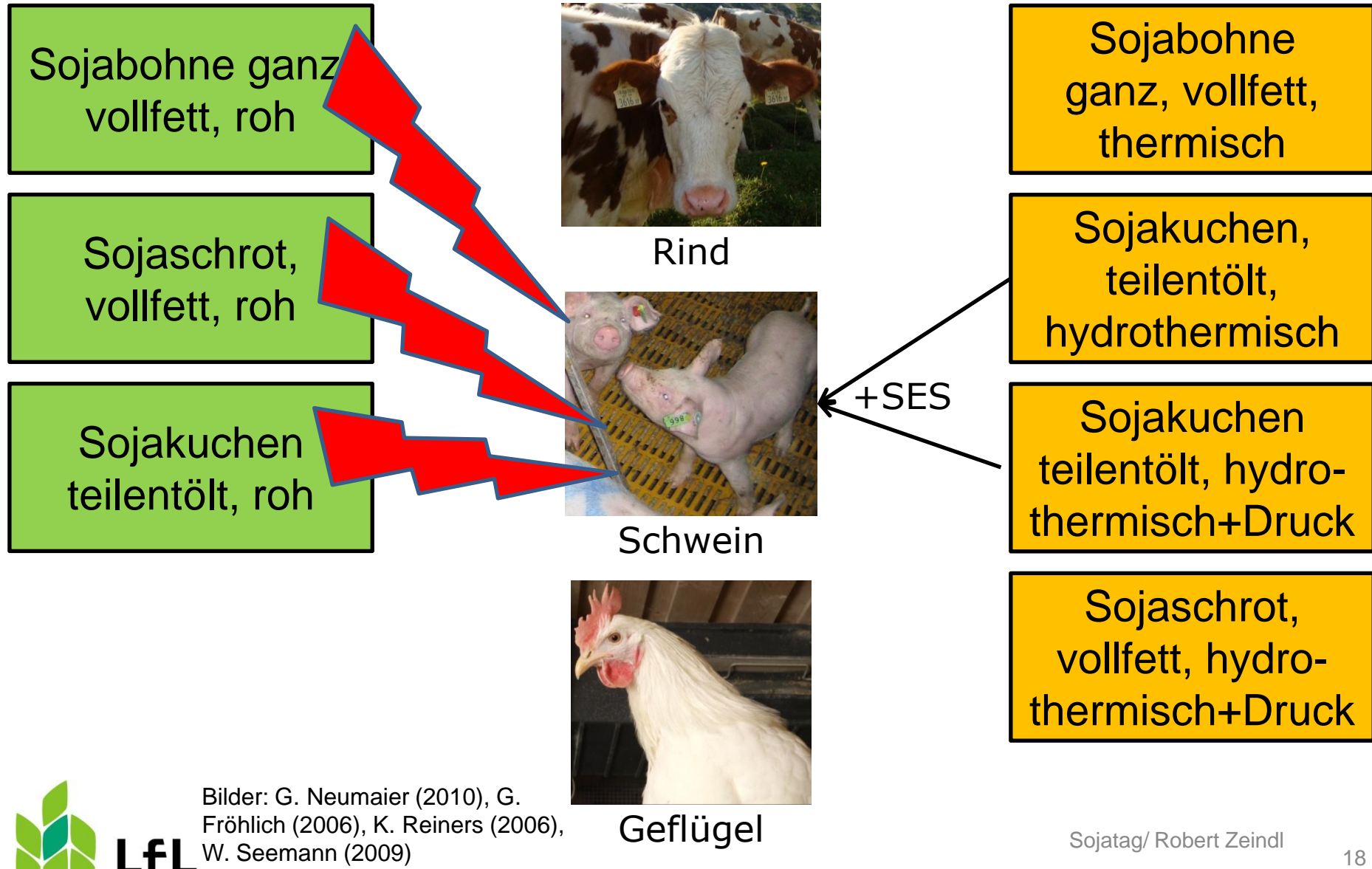


# Verwertung der Sojaprodukte aus den bayerischen Anlagen



Bilder: G. Neumaier (2010), G. Fröhlich (2006), K. Reiners (2006), W. Seemann (2009)

# Verwertung der Sojaprodukte aus den bayerischen Anlagen



Bilder: G. Neumaier (2010), G. Fröhlich (2006), K. Reiners (2006), W. Seemann (2009)

# Verwertung der Sojaprodukte aus den bayerischen Anlagen

Sojabohne ganz,  
vollfett, roh

Sojaschrot,  
vollfett, roh

Sojakuchen  
teilentölt, roh



Rind



Schwein



Geflügel

Sojabohne  
ganz, vollfett,  
thermisch

Sojakuchen,  
teilentölt,  
hydrothermisch

Sojakuchen  
teilentölt, hydro-  
thermisch+Druck

Sojaschrot,  
vollfett, hydro-  
thermisch+Druck

Broiler  
+SES

Broiler  
+SES

Bilder: G. Neumaier (2010), G.  
Fröhlich (2006), K. Reiners (2006),  
W. Seemann (2009)

# Schlussfolgerungen

---

- Aufbereitung wegen geringer Mengen derzeit nur in dezentralen Anlagen möglich
- Aufbereitungsanlagen in Bayern: 2x thermisch, 1x hydrothermisch und 1x hydrothermisch + Druck → Kapazitäten übertreffen verfügbare Erntemenge
- Trends zu Regionalmarken und GVO-freie Fütterung bieten Chancen

# Schlussfolgerungen

---

- Aufbereitungsintensität noch nicht immer ausreichend: knapp  $\frac{1}{3}$  der Produkte weisen TIA-Werte über 5 mg/g auf und gut  $\frac{2}{3}$  haben KOH-Werte über 85 %
- Hohe Ölgehalte der vollfetten Produkte → Einsatzgrenzen des heimischen Soja in Futtermischungen v.a. bei Monogastriden (auch Einschränkungen bei teilentölkten Produkten: v.a. bei Schwein und Masthuhn)

# Optimierungsansätze

---

- Alle Verfahren hauptsächlich nach UA-Methode optimiert (indirekt) → deutlich an Ergebnissen zu sehen:  
→ 17 von 22 Proben unter Richtwert von 0,3 mg N/ g

Aber:

- Sensitivität bezüglich Reduktion TIA: **nur 40 %** → zu wenig streng!
- Thermische Verfahren: hohe Anfälligkeit gegenüber Schwankungen der Korngrößenverteilung da nicht geschrotet

# Optimierungsansätze

---

- UA-Methode durch direkte TIA-Bestimmung ersetzen
  - TIA und KOH Methoden der Wahl bei Vollfett-Soja
  - Generell intensivere Hitzeeinwirkung um durch etwas „Sicherheitszuschlag“ schwankende Ausgangsgehalte an ANFs zu kompensieren.
  - Vorsortierung nach Korngröße bei Toaster !
- **Optimierung der Verfahren durch Anlagenbetreiber bereits vorgenommen !**

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

### Beteiligte

Betreuung:

Finanzierung:

Prüfungsvorsitz:

Stefan Thurner, LfL Bayern

StMELF

Prof. Dr. Windisch

Ludwig Asam, FiBL Deutschland

Dr. Lindermayer, ITE Grub

Dr. Schuster, AQU Grub

Robert Zeindl

Email: [Robertzeindl@mytum.de](mailto:Robertzeindl@mytum.de)



# Literatur

---

- AIGNER, A., 2013: Soja Anbauumfang 2013, berechnet aus INVEKOS-Angaben. Email (11.06.2013).
- CLARKE, E. & J. WISEMAN, 2005: Effects of variability in trypsin inhibitor content of soya bean meals on true and apparent ileal digestibility of amino acids and pancreas size in broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology* 121 (1-2), 125-138.
- GROß, J. (2013): Das bayerische Aktionsprogramm Heimische Eiweißfuttermittel. Vortrag im Rahmen der Veranstaltung „Die Eiweißlücke schließen – Heimischer Anbau von Leguminosen“ am 21.02.2013 in Bad Hersfeld, 34 Seiten. Online verfügbar unter <http://www.lh-hessen.de/vortragsarchiv/2013/875-februar-2013.html>, Zugriff am 02.06.2013.
- ZHANG, Y., PARSONS C.M. AND HYMOWITZ, T. (1991) Effect of soybeans varying in trypsin inhibitor content on performance of laying hens. *Poultry Sci.* 70, 2210-2213.
- MENKE, K.-H., HUSS, W. (1987): Tierernährung und Futtermittelkunde. 3. Auflage, Eugen-Ulmer Verlag, Stuttgart, 368 Seiten.
- MONARY, S., 1989: Fullfat-Soya Handbook, Brüssel, Belgien, 2. Aufl.
- PARSONS, C.M., HASHIMOTO, K., WEDEKIND, K.J., BAKER, D.H. (1991). Soybean protein solubility in potassium hydroxide: an in vitro test of in vivo protein quality. In: *J. Animal Sci.* 69, 2918–2924.
- SEILER, M., 2006: Evaluierung der technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit eines neuartigen Verfahrenskonzepts zur Herstellung von Proteinprodukten aus Sojabohnen. Dissertation, Berlin.
- VAN EYS, J.E. (2012): Manual of quality analyses for soybean products in the feed industry. Ph.D. thesis, U.S. Soybean export council, 105 Seiten.