

# Potential stärkehaltiger Reststoffe als Substrat für die Bioethanolproduktion

6. Fachgespräch dezentrale Ethanolerzeugung, Haus Düsse

*14.03.2012*

Timo Broeker, Prof. Jan Schneider

Hochschule Ostwestfalen-Lippe  
University of Applied Sciences



Fachgebiet Getränketechnologie



Erbslöh Geisenheim AG



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Projekthintergrund und -ziel

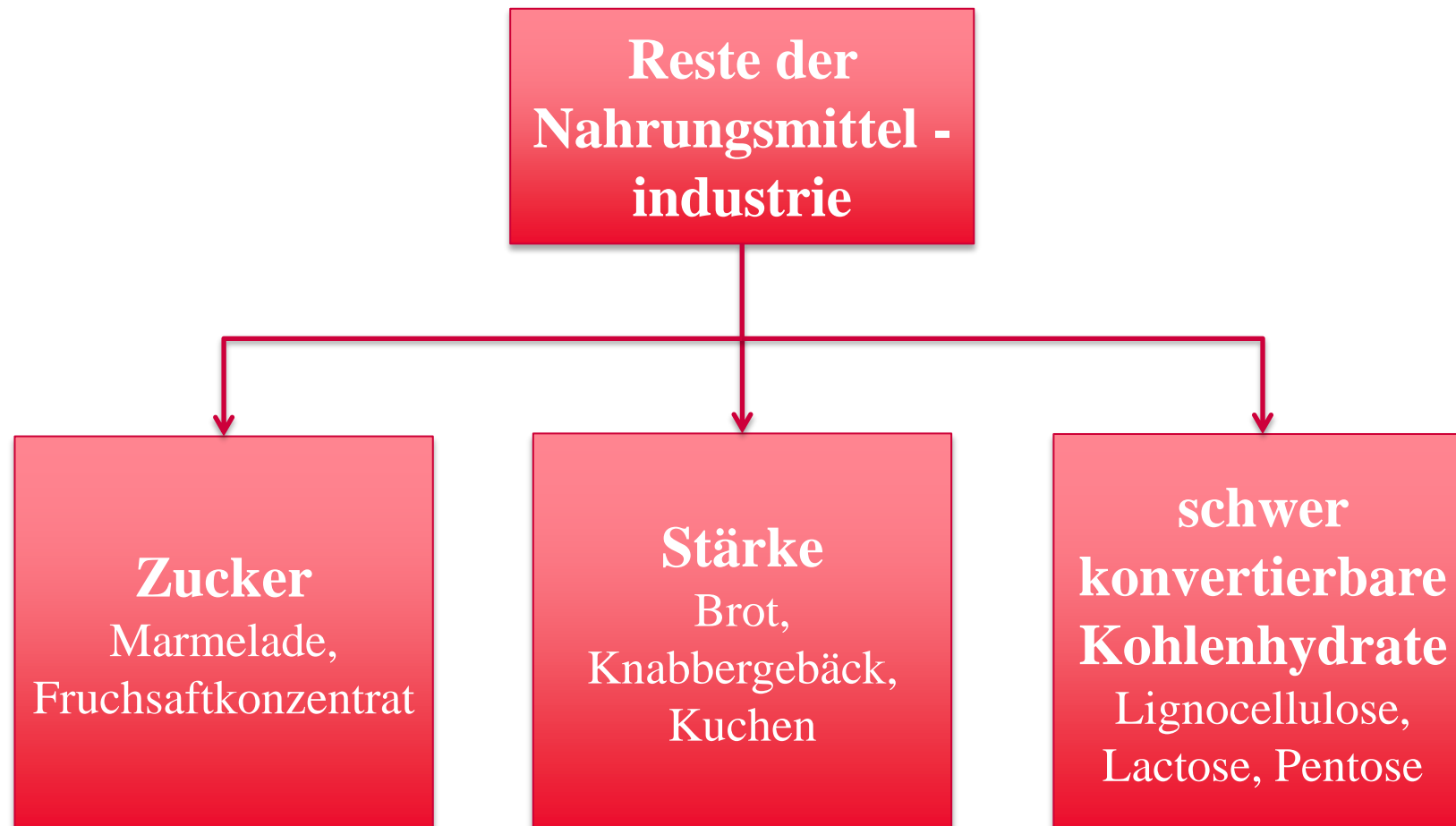
## **1. Probleme der Biokraftstoffe:**

- schwach positive Energiebilanzen
- Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion

## **2. Situation für mittelständische Brennereien:**

- Ende der Subvention durchs Branntweinmonopol
- Hohe Rohstoffkosten
- Bedarf nach alternativen Substraten





## Waste bread

### *Potential for Germany:*

- **600.000 t/a** = 8 – 10 % of used flour (Martens, 2001)
- **560.000 – 700.000 t/a** (Achstetter, et al., 2008)
- Südwürttemberg: **10.000 t/a** (Mack, 2009)
- ➔ Germany ~ **450.000 t/a**
- Austria: **60.000 t/a** (3<sup>rd</sup> BOKU Waste Conference, Vienna, 2009)
- ➔ Germany ~ **580.000 t/a**
- **2 Mio t/a** (Lösche, Symposium ttz Bremerhaven 2011)

## Waste Bread

### **Potential for Germany:**

- 600.000 t/a
  - dry matter ~ 55 - 60 %
  - Ethanol yield = 28 g Ethanol per 100 g Waste Bread
- ~ 165.000 m<sup>3</sup> Ethanol**
- ~ 84 Mio. €**
- ~ 1292 GWh calorific value**

**“Biblis A” ~ 1224 GWh**



# Technologische Aspekte des Forschungsprojekts



## ***Kriterien:***

- Ethanol Konzentration in der Maische

**$c_{\text{EtOH}}$  [% mas. or % vol.]**

- Gehalt Trockensubstanz

**TS [%]**

- Ethanol Ausbeute / Yield für trockene Substrate

**$Y_{\text{Ethanol}}$  [g / 100 g]**

- Product yield for dry matter substrate

**$Y^P /_s$  [g / g]**



# Altbrot



# Altbrot

## **Zerkleinerung:**

- Vergleich bei unterschiedlichen Korngrößen

<b>Probe A: Große Stücke</b>	<b>Probe B: feine Vermahlung</b>
$d_p = 5 - 10 \text{ cm}$	$d_p < 2,5 \text{ mm}$

# Enzymatische Verflüssigung innerhalb von 6 h



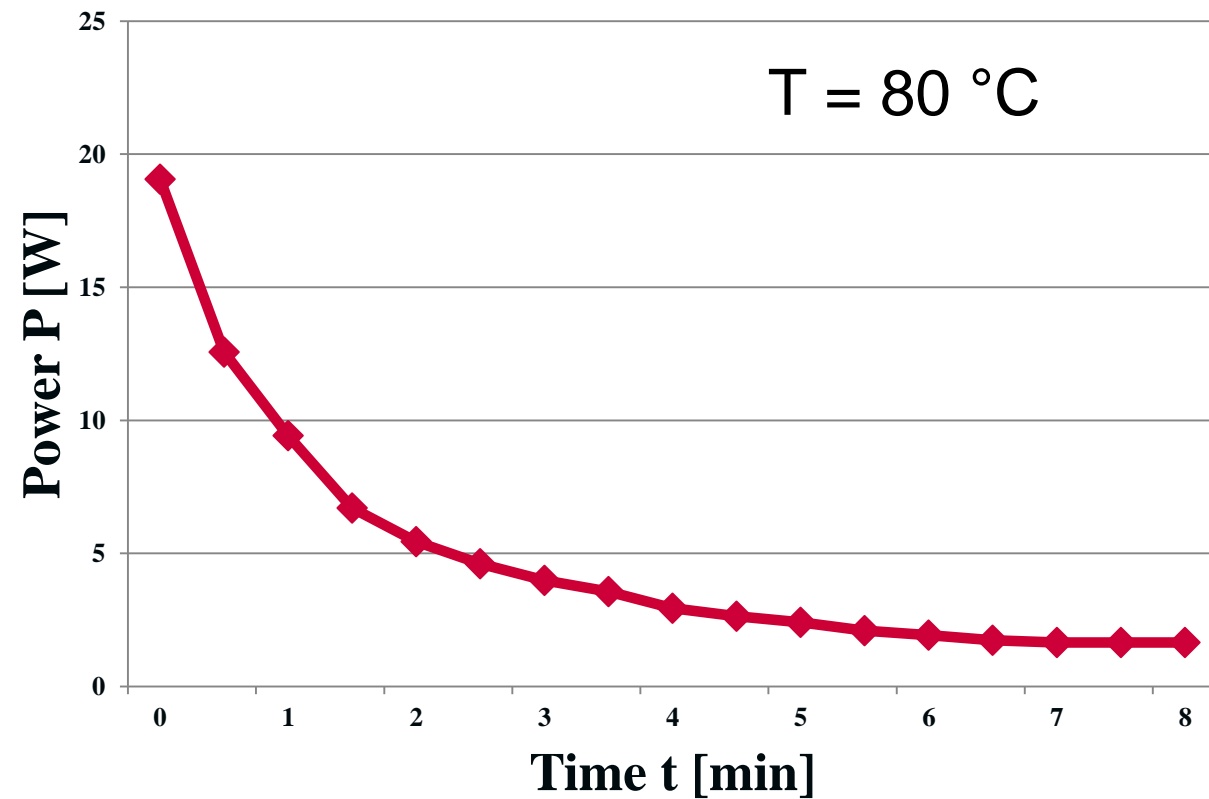
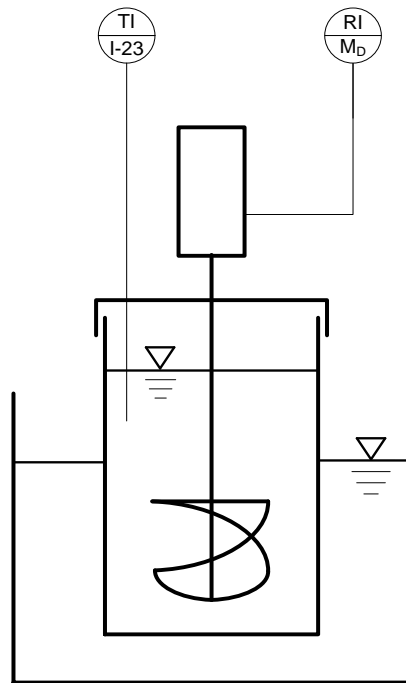
## Waste bread

### **Zerkleinerung:**

- Vergleich bei unterschiedlichen Korngrößen

Probe A	Probe B
$d_p = 5 - 10 \text{ cm}$	$d_p < 2,5 \text{ mm}$
$Y_{p/s} = 0,30$	$Y_{p/s} = 0,31$

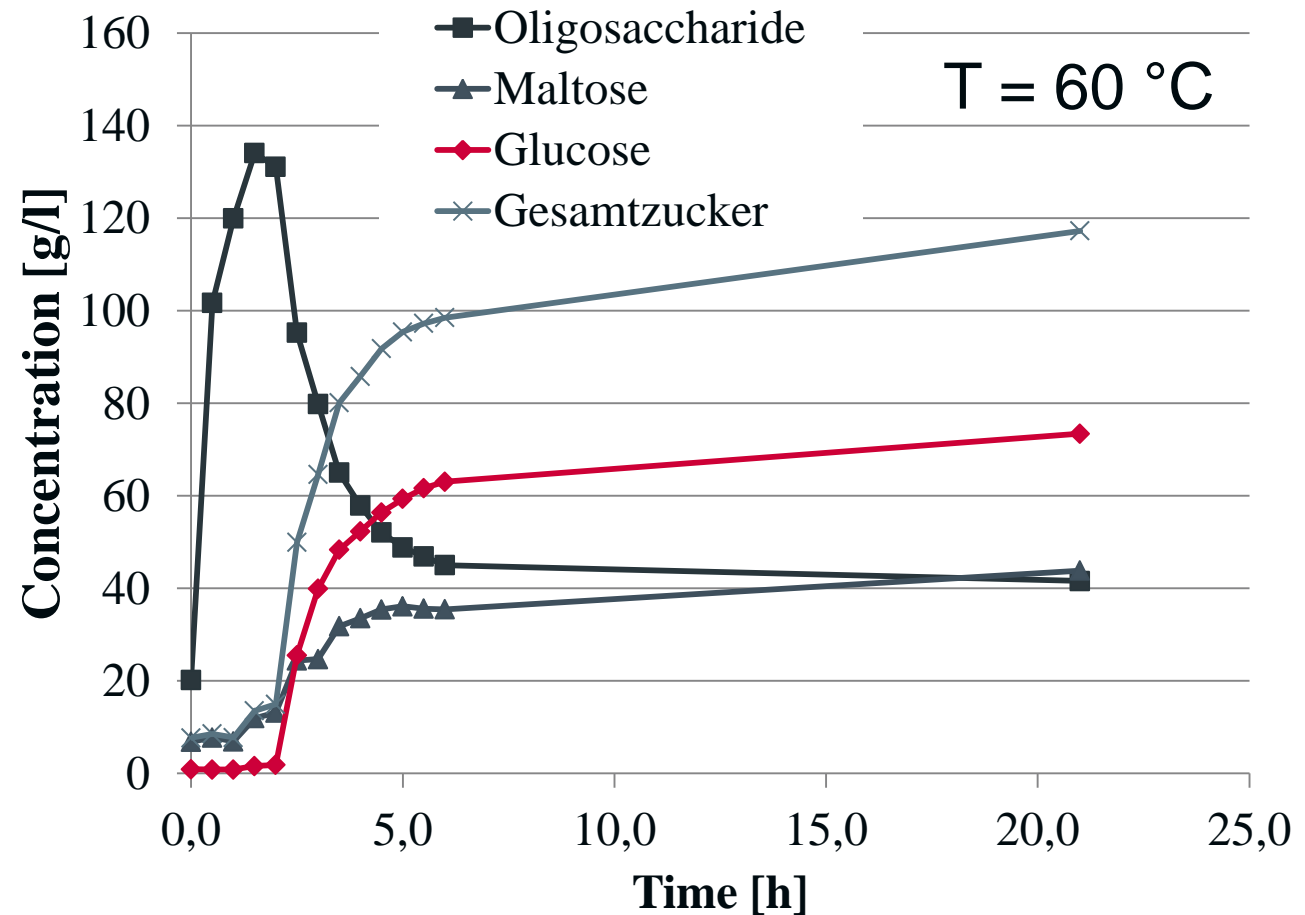
## Hydrolyzation of bread mash by *Enerzym alpha*



**Reduction of stirrer power demand ~ 90 %**

# Saccharification of bread mash by *Enerzyme Gamma*

**90- 96 %  
saccharification  
of input starch**



## Fermentation parameters

### *Temperature:*

- **35 ° C**

### *Time:*

- **72 h** (remaining sugar < 1 g/l)

### *Yeast Dosage:*

- **1 g/l** after rehydration

### *pH:*

- **5,0** (goes down to 4,0)

# Potential substrates



Sample	Dry matter [g/kg]	Ash [g/kg]	Kjeldahl Protein [g/kg]	Non- digestible fiber [g/kg]	Fat [g/kg]	Total sugar n. R. [g/kg]	Starch [g/kg]
<b>Bread (dried)</b>	943,90	12,80	111,00	106,10	5,10	4,20	702,00
<b>Chocolate</b>	940,00	6,80	54,50	80,54	307,00	252,20	250,10
<b>croissant</b>							
<b>whey bran</b>	848,20	60,00	141,70	317,10	29,10	111,80	209,70
<b>Dinkel Kleie</b>	875,10	56,90	162,50	330,00	37,70	38,50	213,40
<b>Kaffeeschale</b>	890,00	47,00	63,00	680,00	13,20	87,50	-
<b>Biertreber</b>	220,00	7,00	36,30	215,70	9,60	4,30	0,00
<b>Roggen- vollkornmehl</b>	874,20	13,60	85,40	0,00	15,50	65,87	662,20
<b>Spelzen- /Mehlstaub</b>	891,70	110,90	70,90	560,00	20,70	81,00	34,00
<b>Stärke</b>	970,00	0,30	3,50	0,00	2,10	3,00	995,30
<b>Stroh</b>	934,50	38,10	25,00	850,00	20,70	0,00	0,00
<b>Puddingreste,</b>	272,00	2,50	29,70	34,67	38,30	148,00	28,70
<b>Salzstangen- bruch (satly snacks)</b>	960,10	70,20	105,60	0,00	34,70	0,00	769,60

# Sugar

Pudding	
d.m.	25,2 %
pH	4,2
C <sub>Ethanol</sub>	5,15 % mas.
Y <sub>P/s</sub>	0,20



# Starch

## Salty sticks

d.m.	96,0 %
pH	5,3
C <sub>Ethanol</sub>	7,52 % mas.
Y <sub>P/s</sub>	0,33



# Starch and sugar

## Cake waste

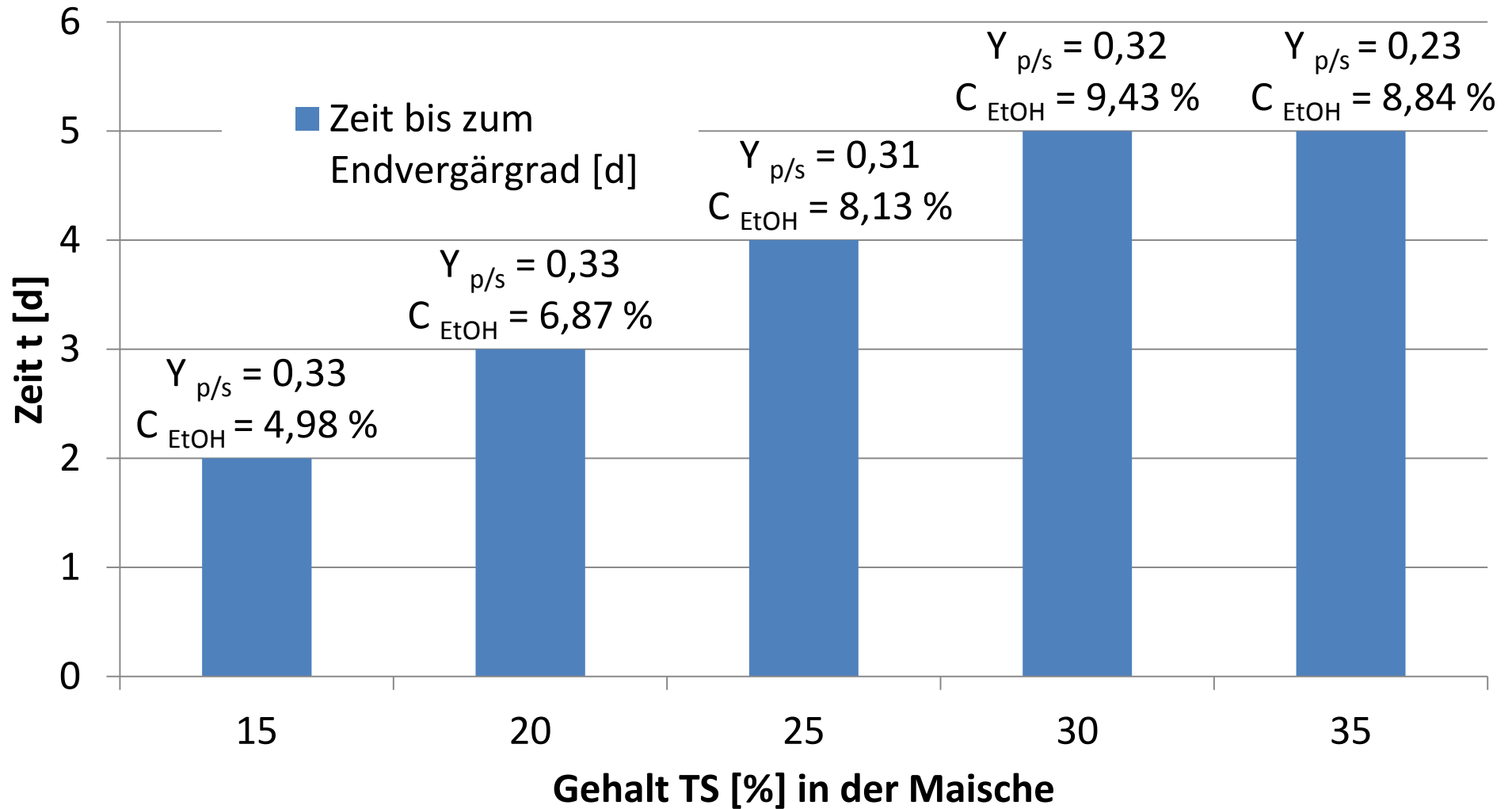
d.m.	36,22 %
pH	4,8
C <sub>Ethanol</sub>	8,07 % mas.
Y <sub>p/s</sub>	0,22



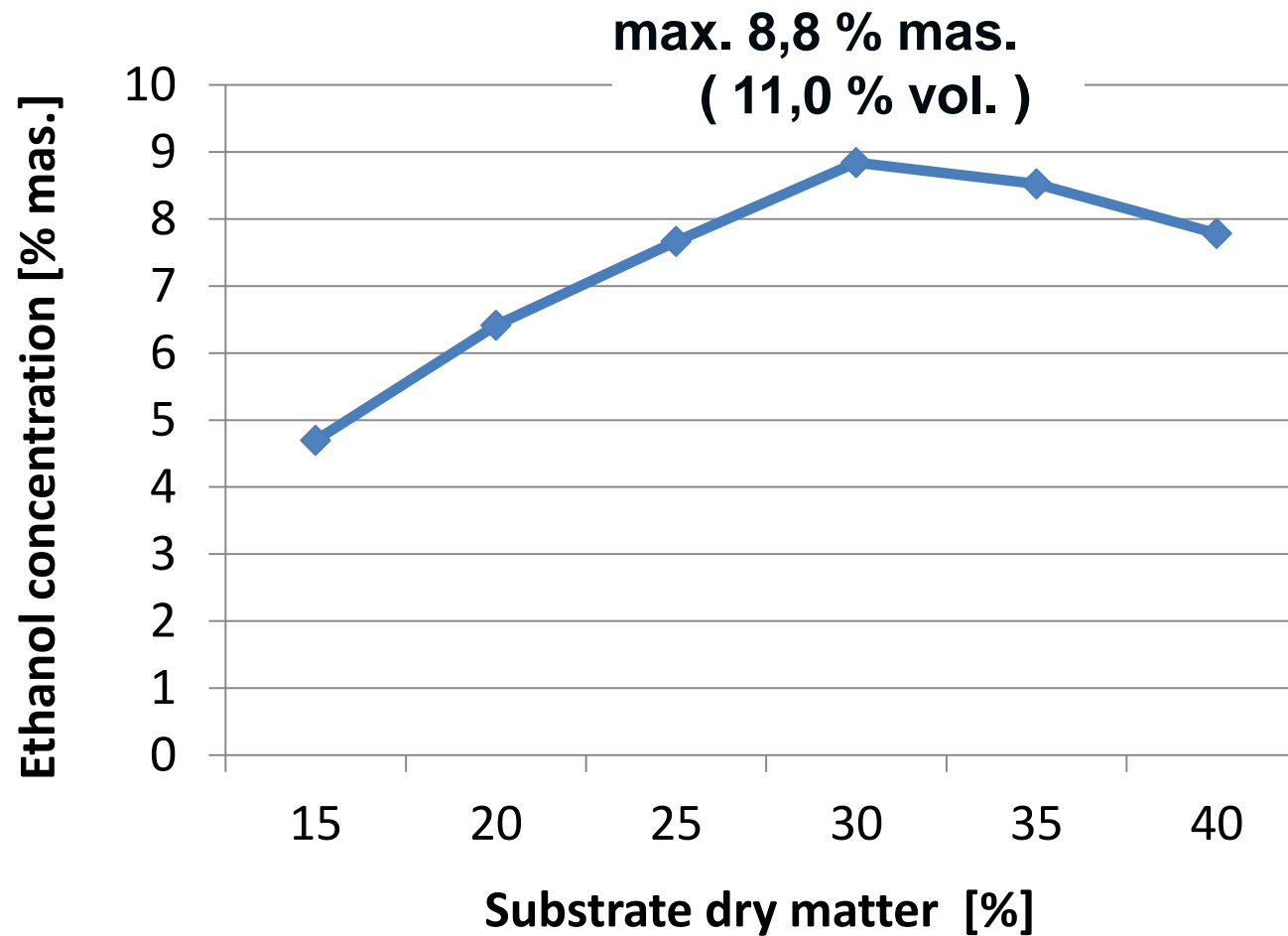
- Altbrot	TS = 55-77 %	Y p/s = 0,30
- Knabbergebäck	TS = 96,0 %	Y p/s = 0,33
- Puddingreste	TS = 25,2 %	Y p/s = 0,20
- Kuchenabfälle	TS = 75,2 %	Y p/s = 0,22
- Cerealien		
Produktionsabfall	TS = 85,0 %	Y p/s = 0,31
- Verpackungschips	TS = 98,0 %	Y p/s = 0,36
- Reis (kontaminiert)	TS = 97,0 %	Y p/s = 0,26
- Angebrannter Mais	TS = > 80 %	Y p/s = 0,05

# Ergebnisse

# Gärdauer

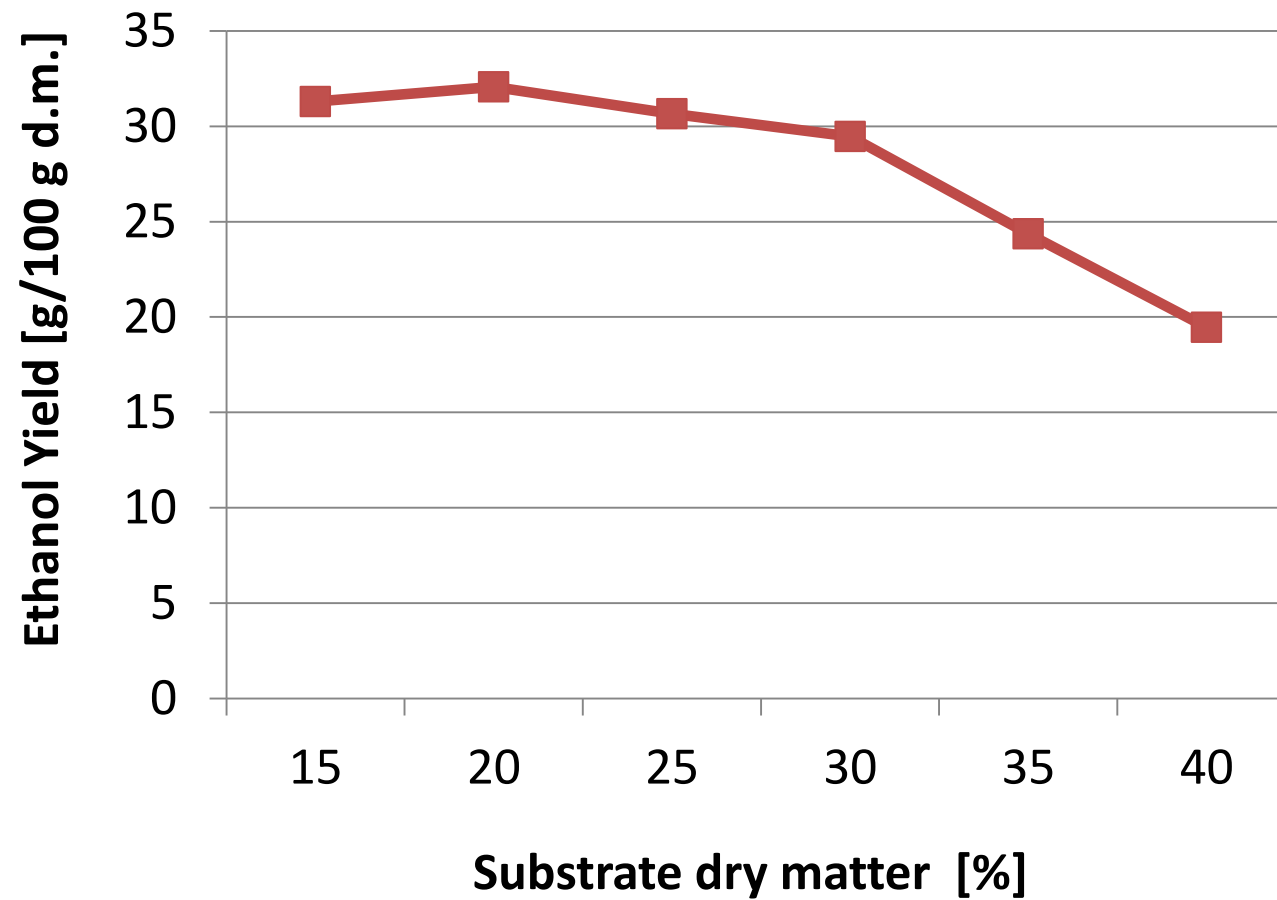


# Ethanol concentration

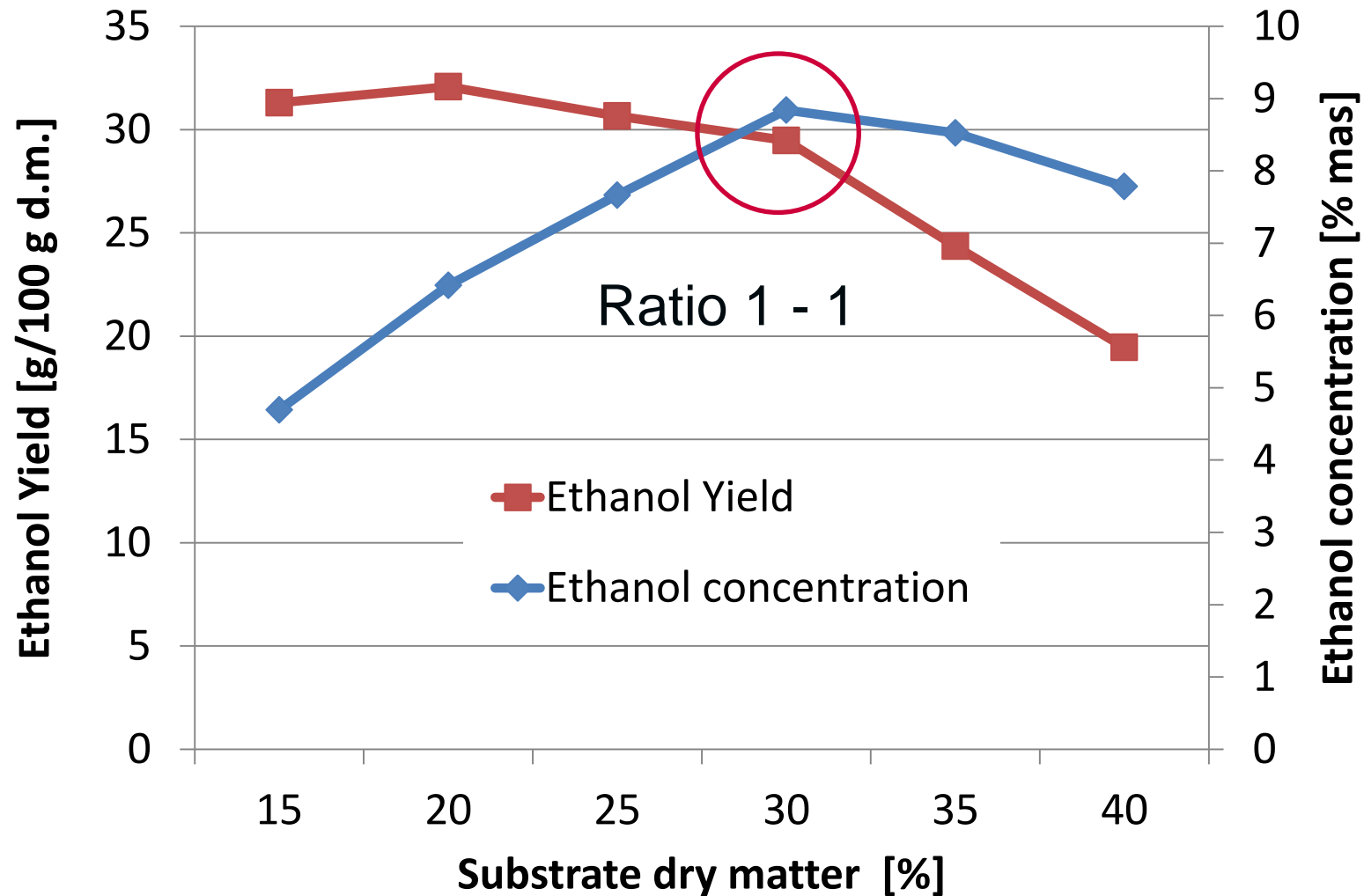




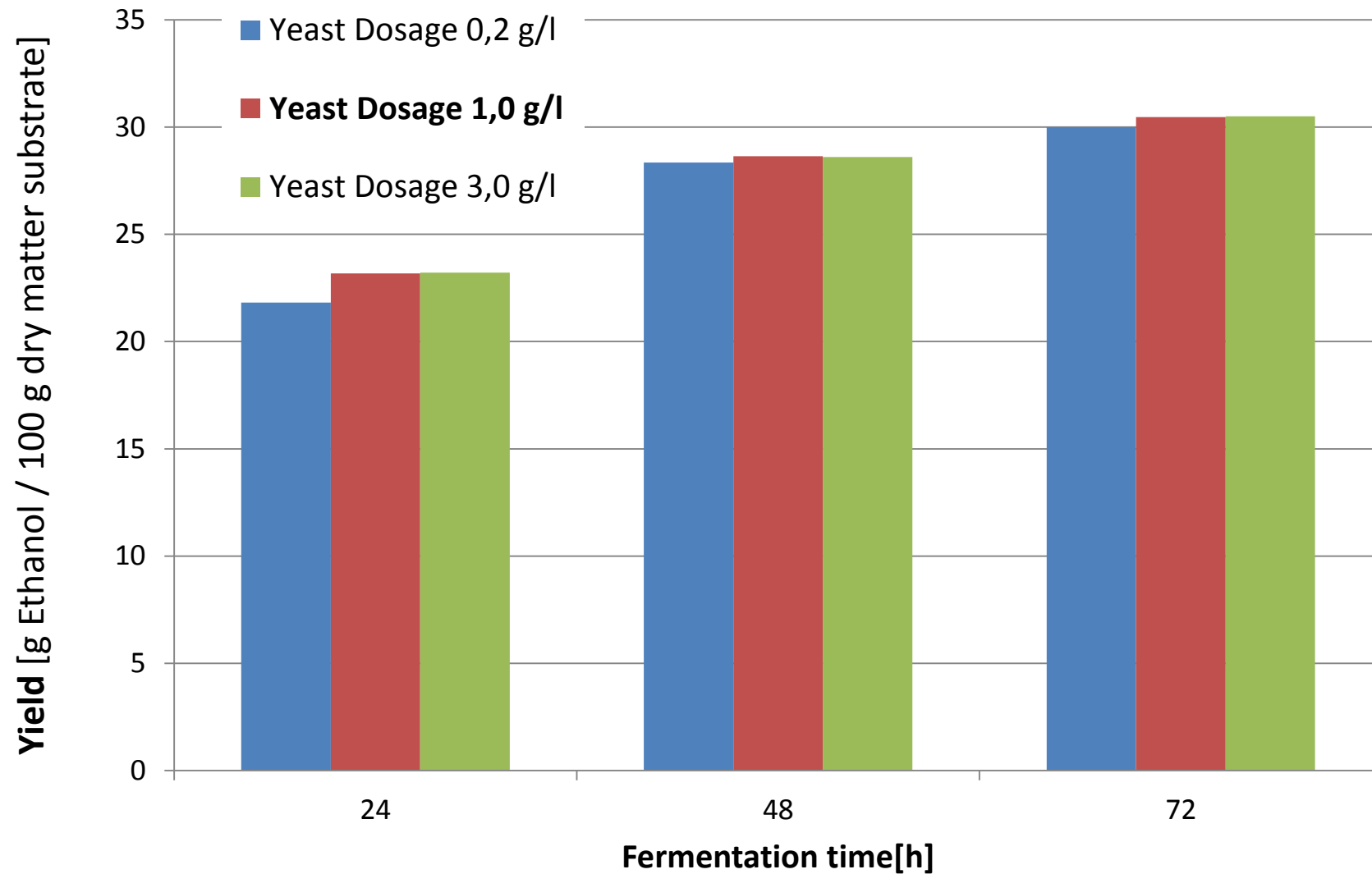
# Yield Substrate



# Yield Substrate



# Yield <sub>vol/t</sub>



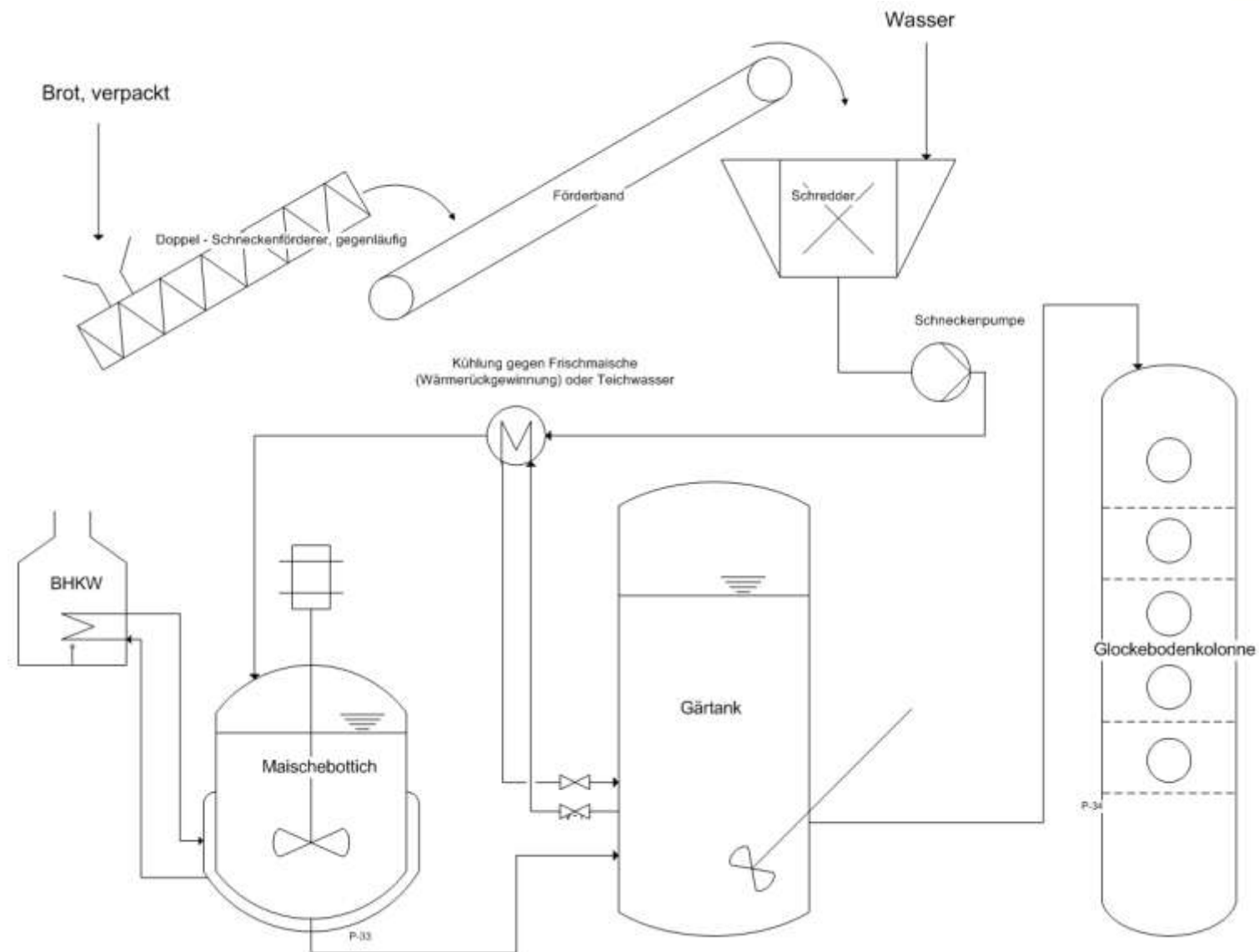
## Example of ethanol yield in a production week (6 days)

<b>Time per batch [h]</b>	<b>24</b>	<b>48</b>	<b>72</b>
<b>Ethanol per 6 days [g/100 g d.m.]</b>	<b>138</b>	<b>84</b>	<b>61</b>

# Großversuch Brennerei Rockstedt

mit freundlicher Unterstützung der Firma **Harry Brot**





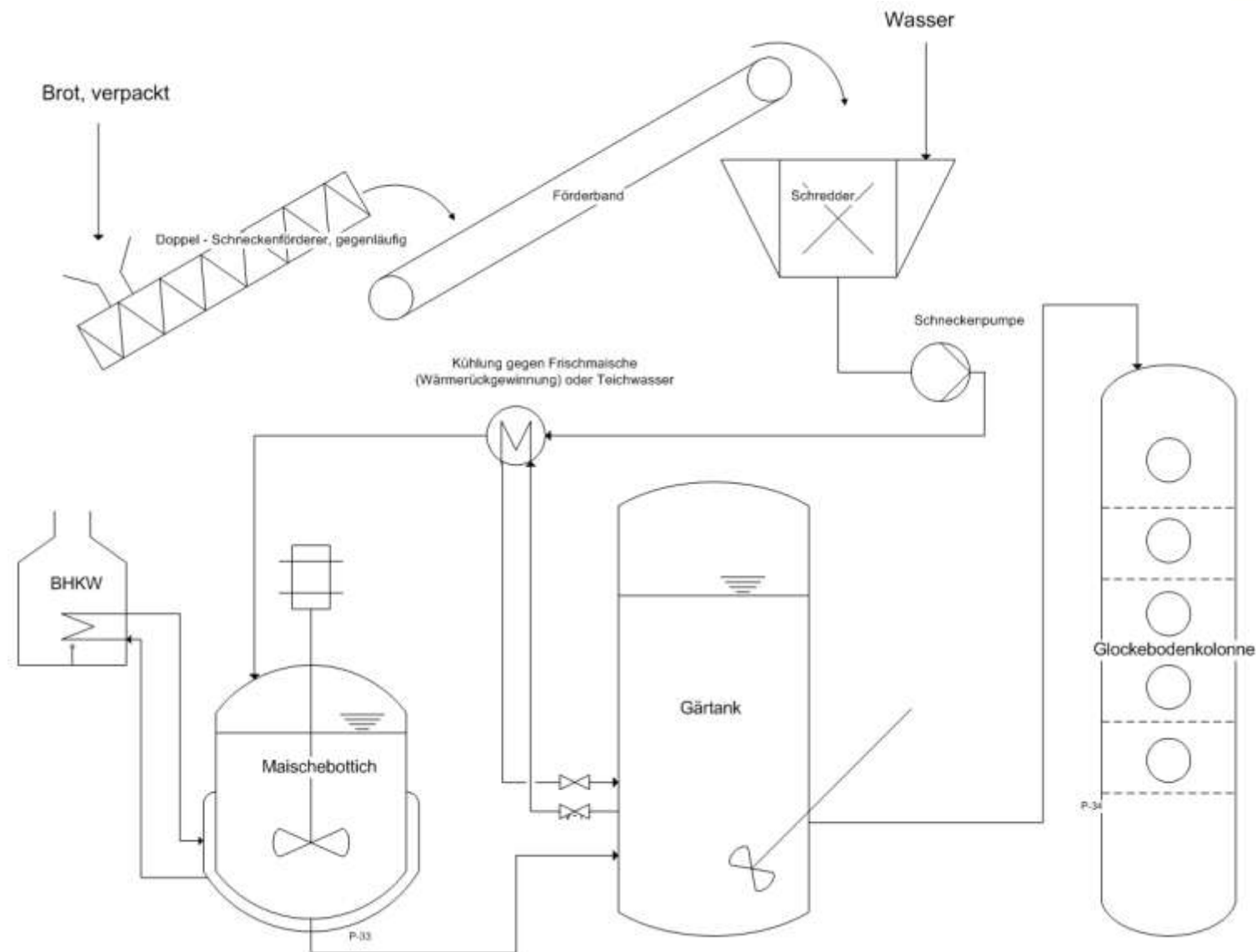
# Großversuch Brennerei Rockstedt











# Ergebnisse Großversuch Rockstedt

	Masse	Ethanol	Ausbeute pro kg	$Y^P /_s$	Differenz
Brennerei	10,4 t	2453 L	240 ml r. A.	0,19	~ 15 %
Labor	1,0 kg	0,280 L	280 ml r. A.	0,23	

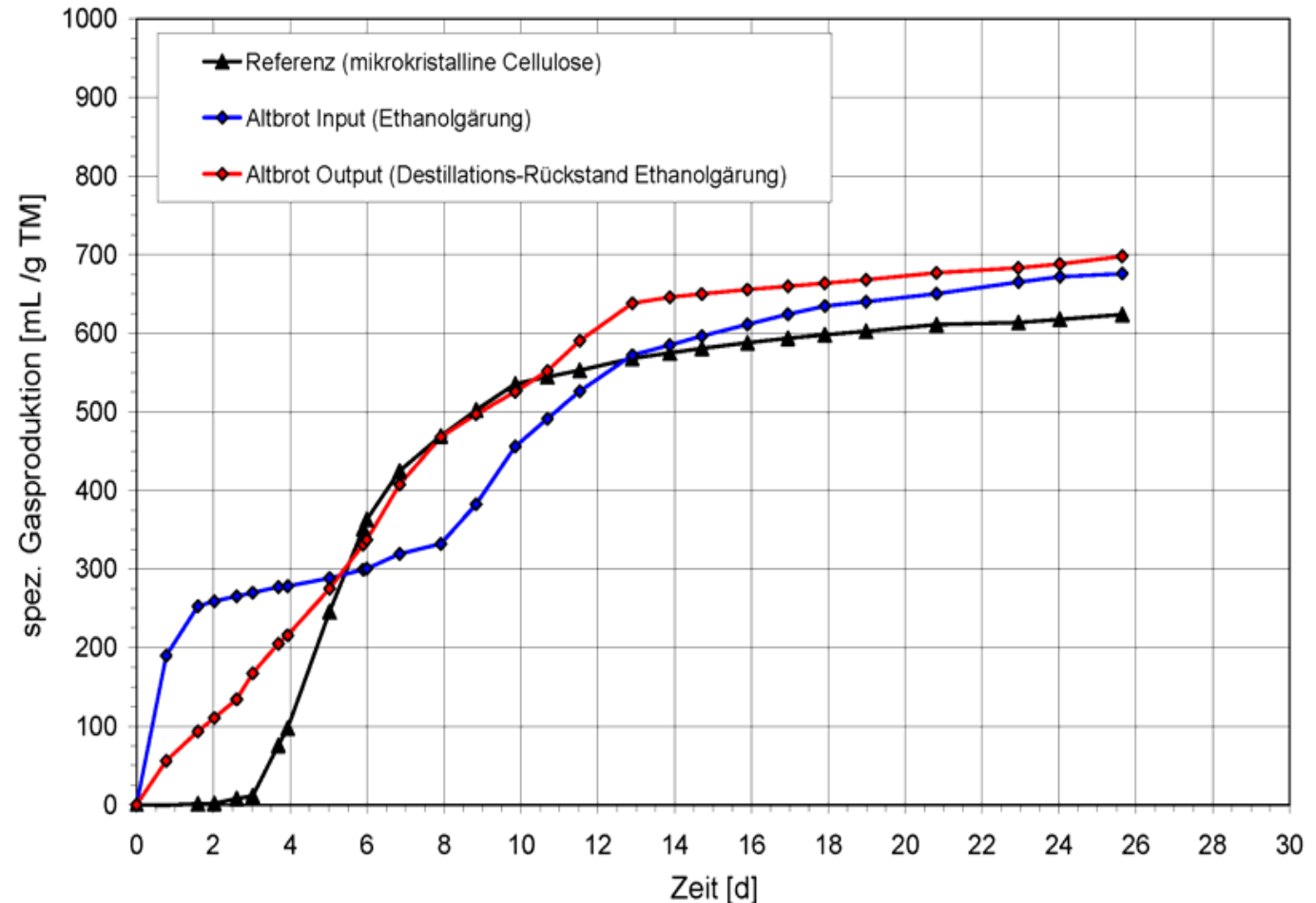
# Biogasverwertung der Schlempe

## Biogas Potential:

- Potential bezogen auf Trockenstoff
- Bioethanol höherer Wert als Biogas
- Methanbildungspotential wird durch die Bioethanolproduktion verbessert
- 93 Liter pro kg Schlempe (400 Liter pro kg frisches Brot)

## Bagasse

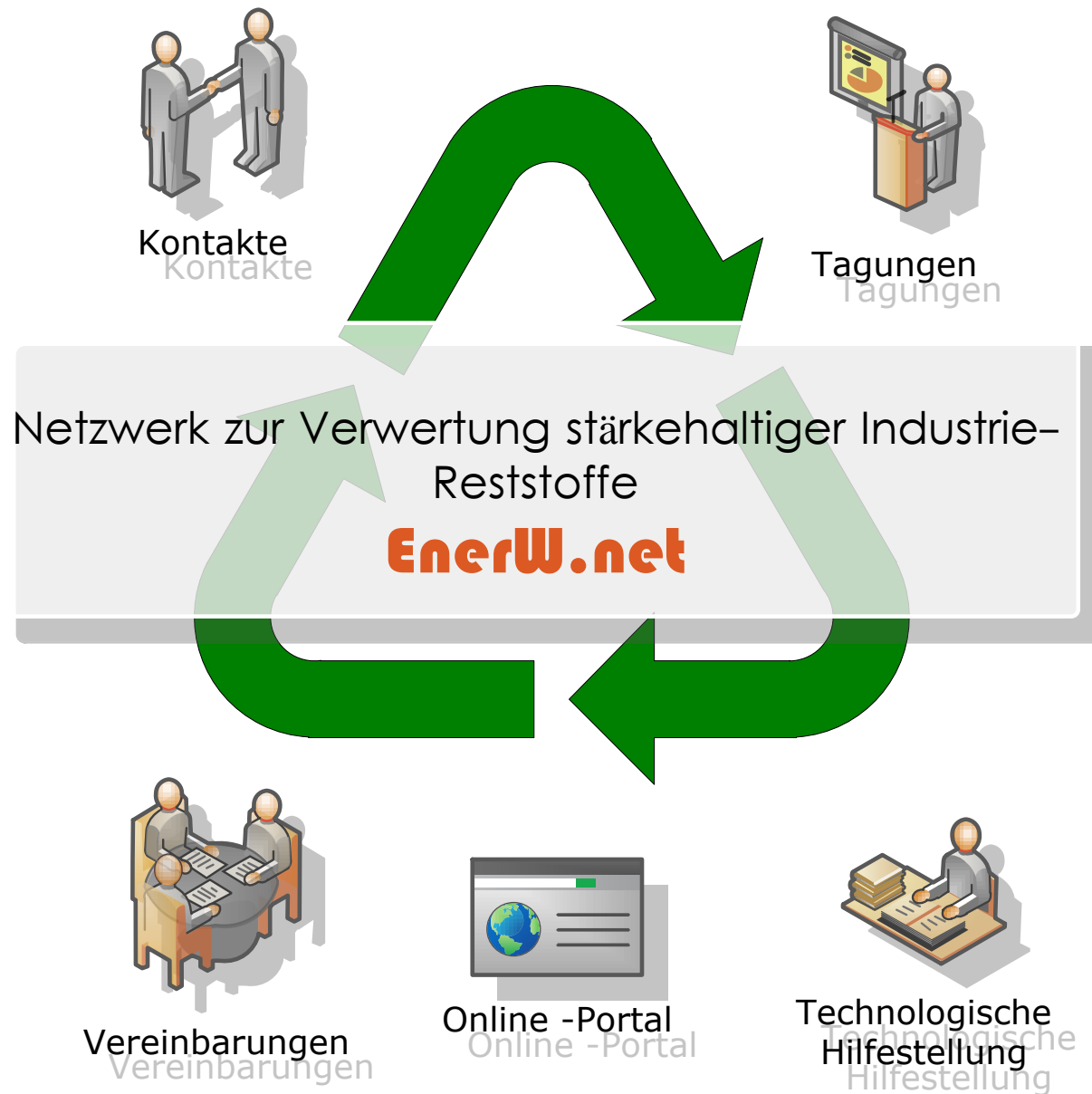
Ermittlung der Gasausbeute [1L Batch - Versuch]  
Gärtest - 07.08.10



# Fazit

## ***Fazit:***

- Stabiler Prozess
- Wirtschaftlichkeit gegeben in Abhängigkeit von der Substratbeschaffung
- Kopplung mit Biogas sinnvoll
- Umsetzung in die Praxis ist bereits erfolgt
- Vernetzung der Anbieter und Abnehmer sinnvoll





**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

Timo Broeker  
FB 4 – Life Science Technologies

Telefon 05261 – 702 - 5945  
Telefax 05261 – 702 - 5968  
timo.broeker@hs-owl.de  
[www.hs-owl.de/fb4](http://www.hs-owl.de/fb4)