

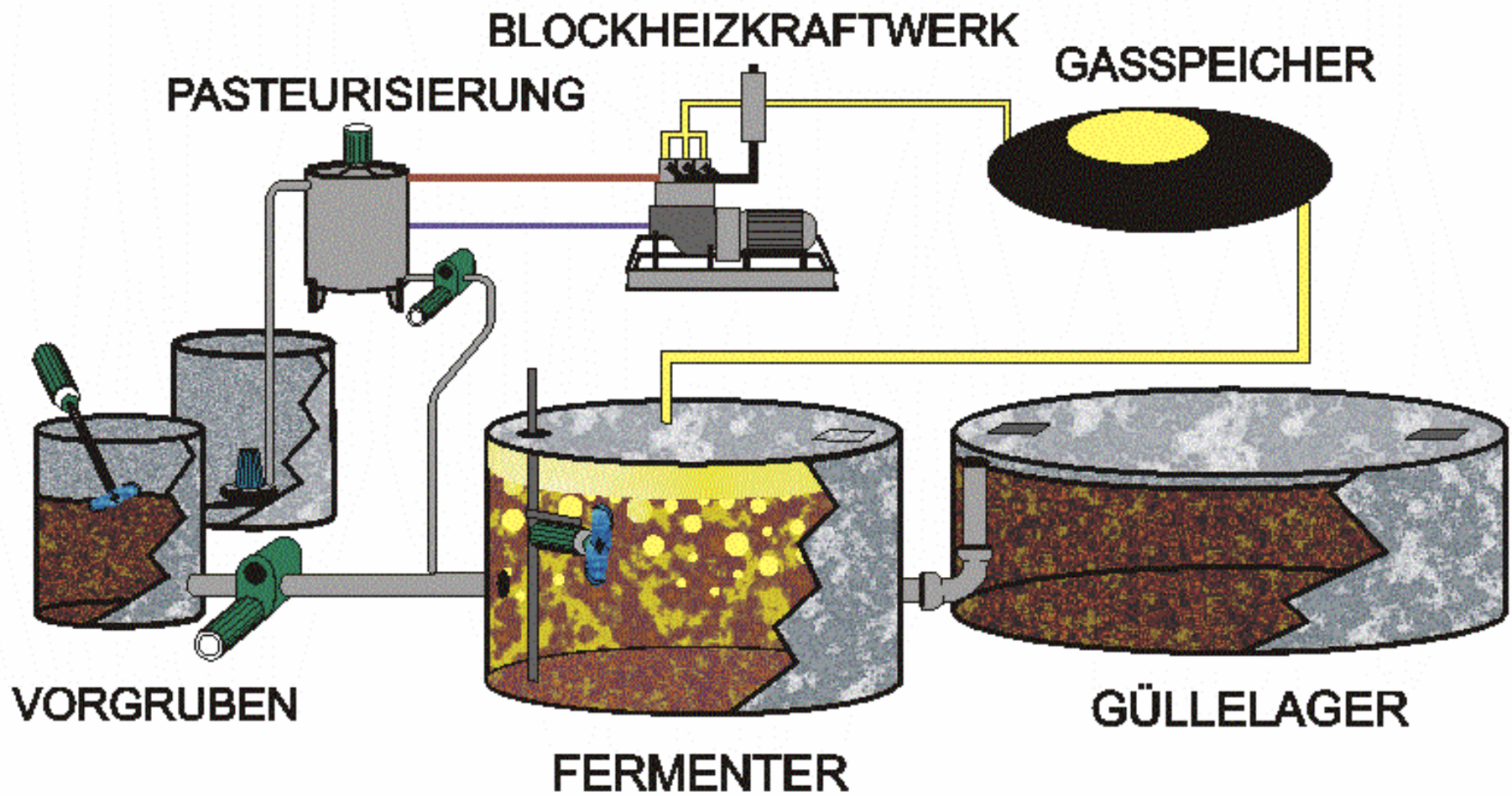


Biogasanlagen - Genehmigung, Inputstoffe, Verfahrenstechnik -

Torsten Fischer

Krieg & Fischer Ingenieure GmbH
Hannah-Vogt-Strasse 1, 37085 Göttingen, Germany
Tel.: 0551 900363-0, Fax: 0551 900363-29
Fischer@KriegFischer.de
www.KriegFischer.de

Höxter, 30. Oktober 2006, Vorlesung FH Höxter





Biogasanlagen

- landwirtschaftliche Biogasanlagen
- industrielle Biogasanlagen
- kommunale Vergärungsanlagen

- nicht: Faulungen



Inputstoffe

- Gülle (Rinder-, Schweine-, Geflügelgülle)
- Nachwachsende Rohstoffe (Mais, GPS, Gras)
- organische Abfälle



Genehmigungen von Biogasanlagen

- Baurecht
- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)
- Planfeststellungsverfahren



Genehmigungen von Biogasanlagen

- **Baurecht**

(FWL < 1 MW, Endlagerkapazität < 2.500 m³, Abfallmenge < 10 t/d)

- **Bundes-Immissionsschutzgesetz**

(FWL > 1 MW, Endlagerkapazität > 2.500 m³, Abfallmenge > 10 t/d)

- **Planfeststellungsverfahren** (Spezialfälle)



Baurecht

Baurecht ist Ländersache.

Es gibt 16 Bundesländer in Deutschland.

Jedes Bundesland hat seine eigene Bauvorlagenverordnung.



Bundes-Immissionsschutzgesetz

BImSchG ist Bundessache.

Es gibt 16 Bundesländer in Deutschland.

Jedes Bundesland hat seine eigene BImSchG-Umsetzung.



Kritische Punkte bei der Genehmigung

- Bau- und Immissionsrecht, Planungsrecht (Privilegierung)
- Hygieneanforderungen
- Geruchs-/Lärmemissionen
- allgemeine Forderungen

Geruch



Mögliche Geruchsquellen

- Silage
- Silosickersäfte und Pfützen
- Annahmehbereich für Abfälle
- Biofilter
- Zwischenlager unvergorener Biomasse
- Einspülschächte, Einspülrippen
- Vorgrube
- Überdruckventil
- Diverse Leckagen
- Endlager
- Ausbringung

Lärm



Mögliche Lärmquellen

- BHKW
- Rührwerke
- LKW-An-/Abfahrten
- Radladerverkehr
- Pumpen
- Feststoffeintragstechnik
- diffuse Quellen

Negative Akzeptanz



Regionale Akzeptanz

Geruchs- und Lärmbelästigung

Monokulturen

Gentechnik

Standort

Herbizideinsatz

Einsatz unerwünschter Biomasse

Hygienefragen



Ursachen

Unkenntnis

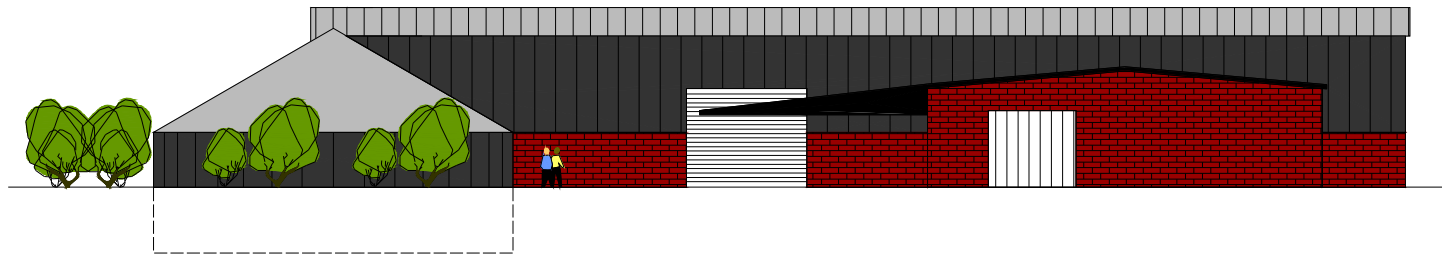
Informationsmangel

Schlechte Erfahrungen

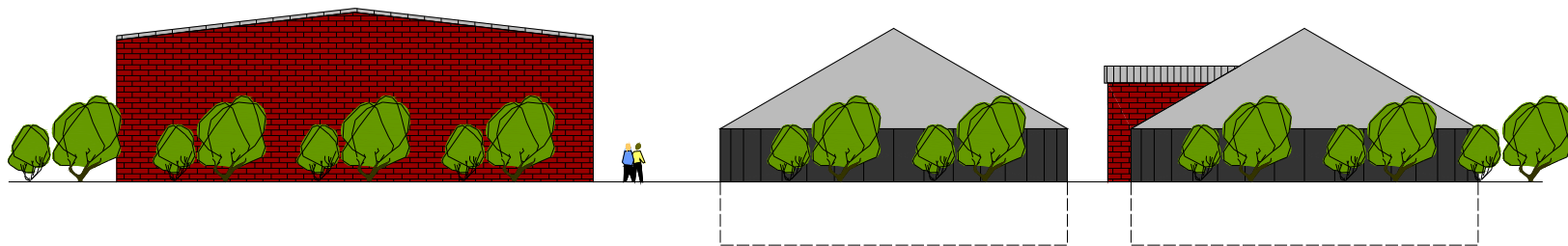
Persönliche Gründe

gezielte Fehlinformation

Ansicht von Westen



Ansicht von Norden

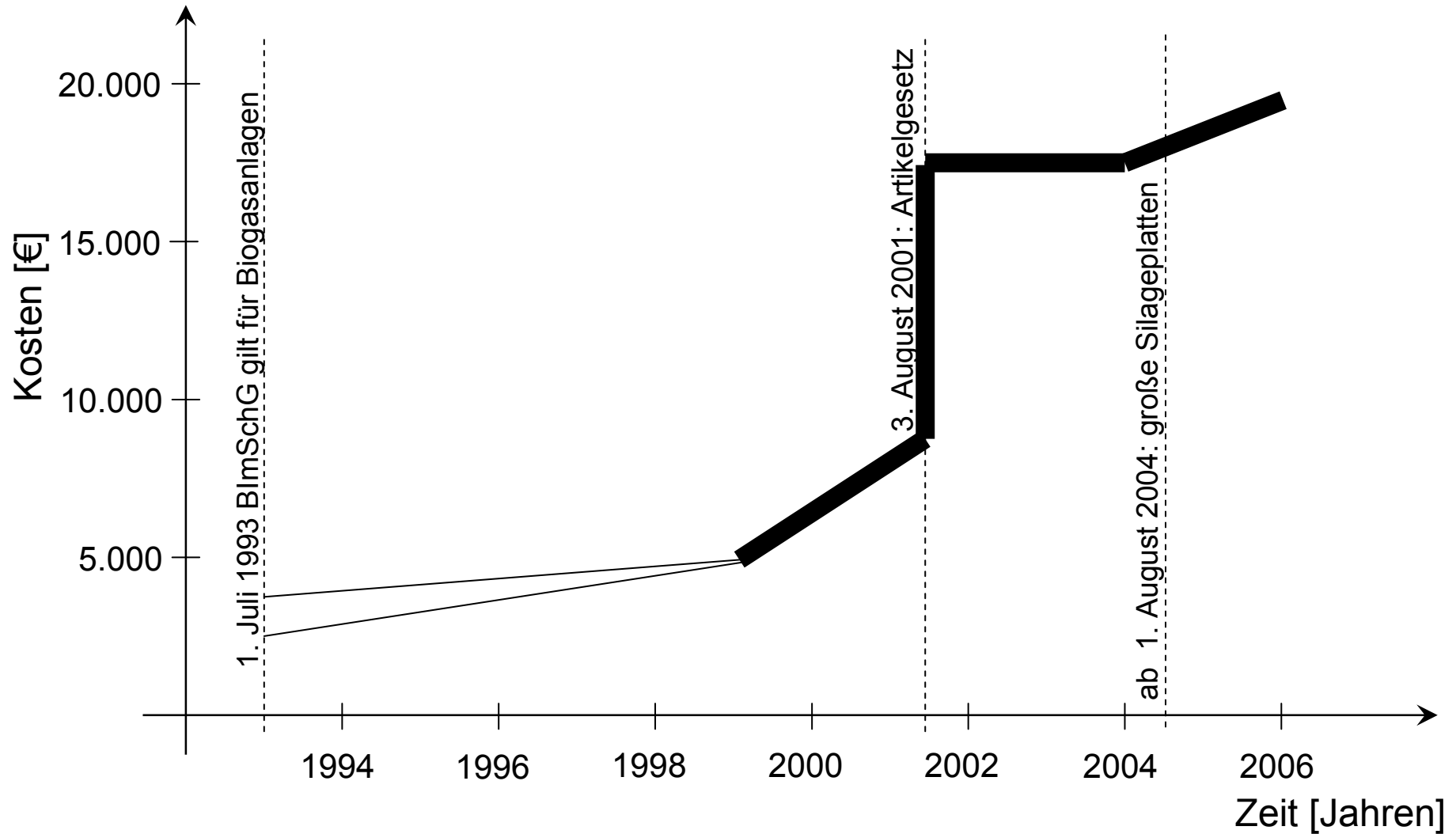




Vorgehensweise beim Erstellen von BImSchG-Genehmigungsunterlagen

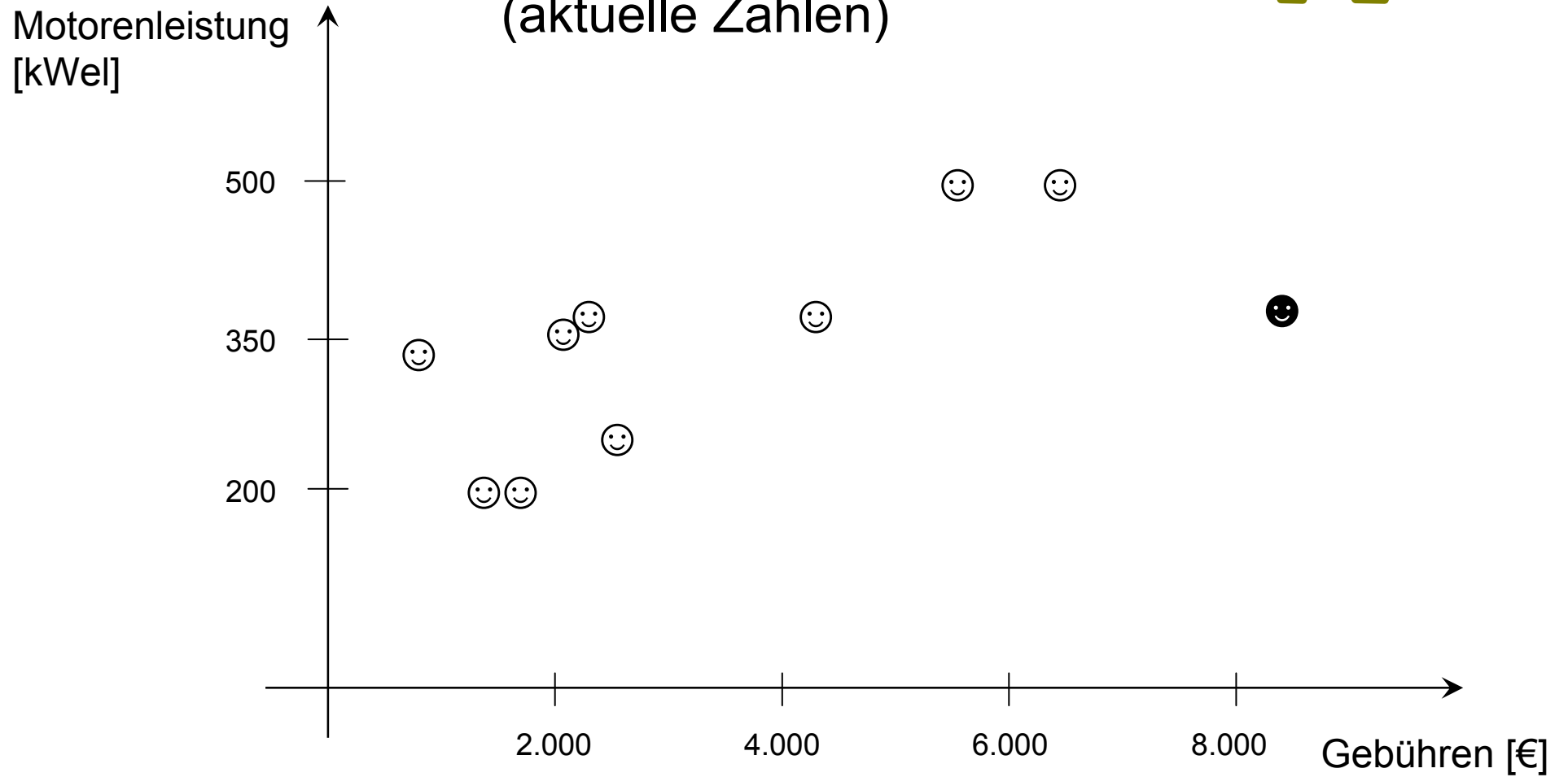
1. Gemeinsamer Termin mit allen Behörden
2. Kontinuierliche Abstimmung mit den Behörden während der Erstellung der Antragsunterlagen
3. Probeordner
4. Abgabe
5. Nachträge

Kosten Erstellung Genehmigungsunterlagen (nach BImSchG)





Kosten des Gebührenbescheids (aktuelle Zahlen)





Planung von Biogasanlagen I

- ⇒ **Art des Inputmaterials**
- ⇒ **Menge des Inputmaterials**
- ⇒ **Örtliche Gegebenheiten**
- ⇒ **Wärmenutzung**
- ⇒ **Hygienisierung**
- ⇒ **Automatisierungsgrad**



Planung von Biogasanlagen II





Planung von Biogasanlagen III

⇒ mesophile oder thermophile Prozesstemperatur

⇒ ein- oder zweistufiger Prozess

⇒ Art der Durchmischung

⇒ Art des Wärmeeintrags





2002 7 5











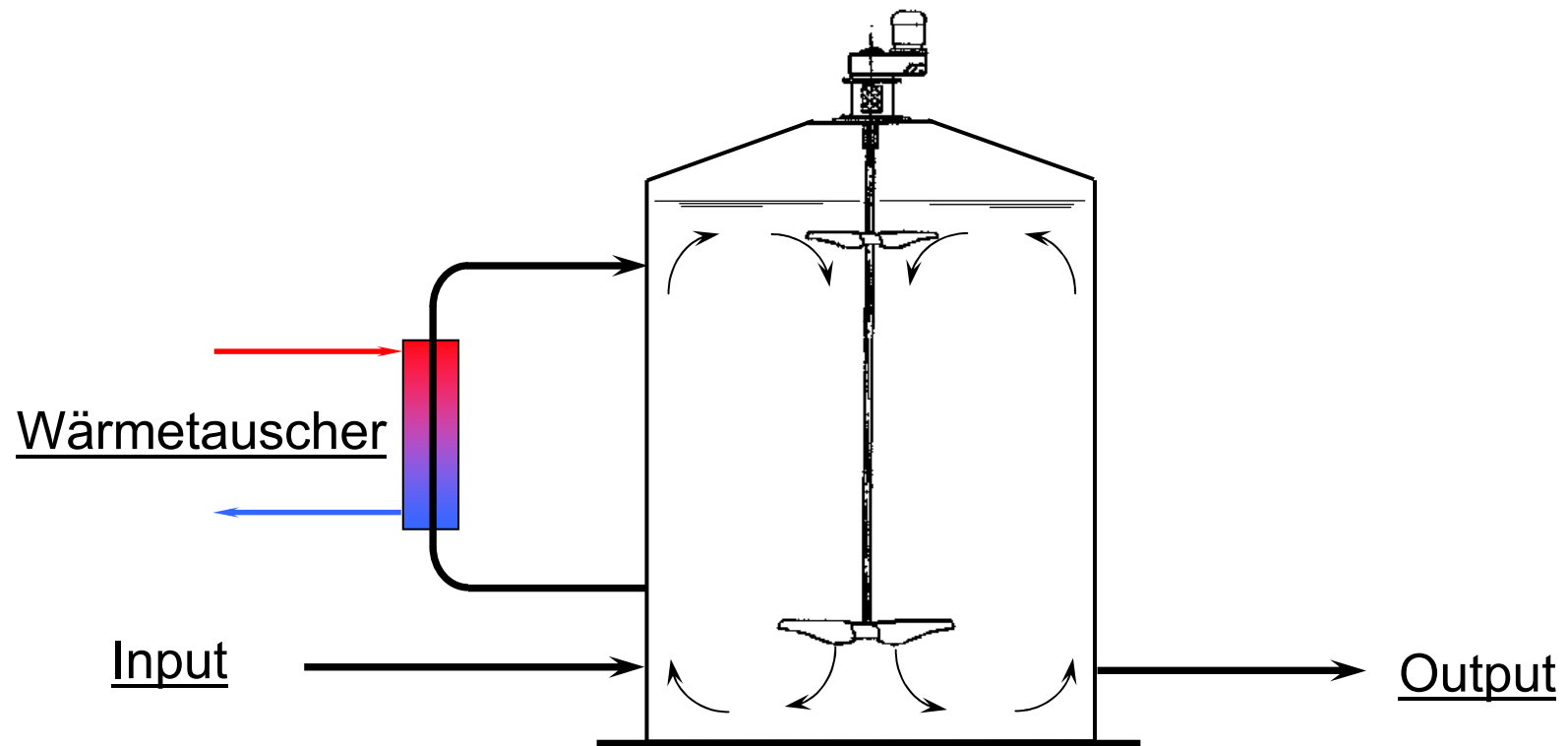
2003 3 5



Zentral von oben gerührter Fermenter

(bis zu 5.000 m³ Volumen)

Rührwerk



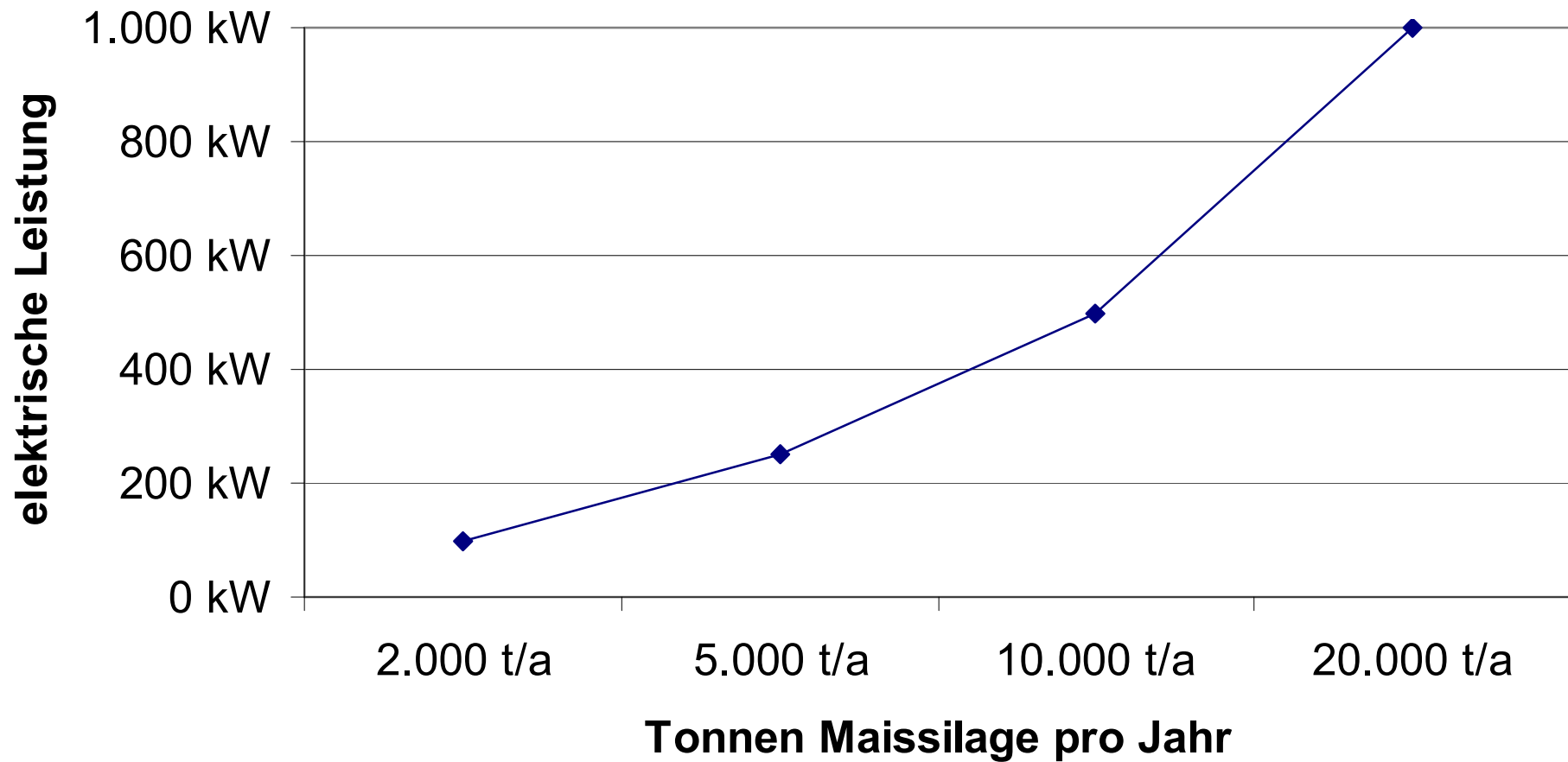






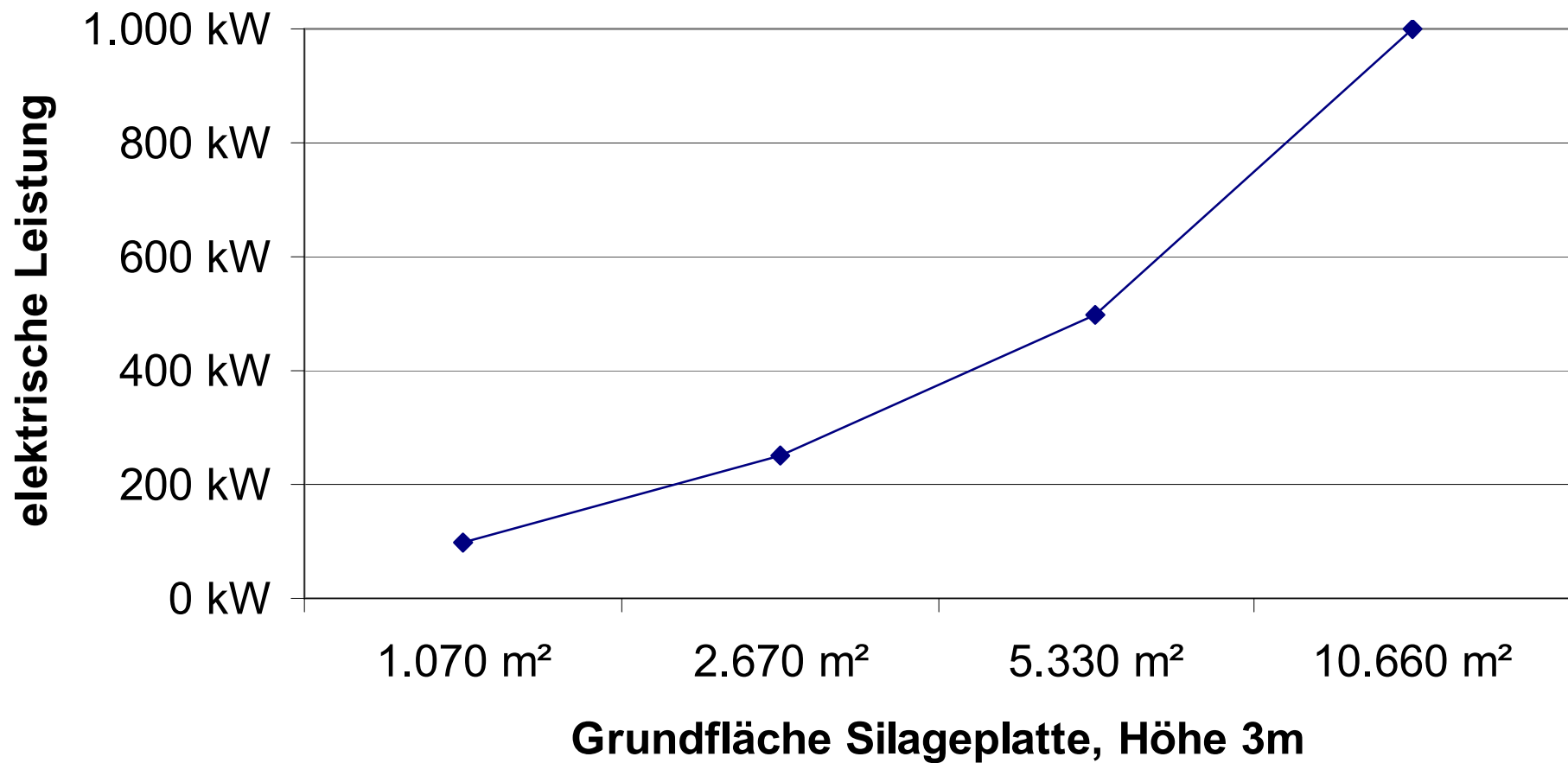


Maismengen



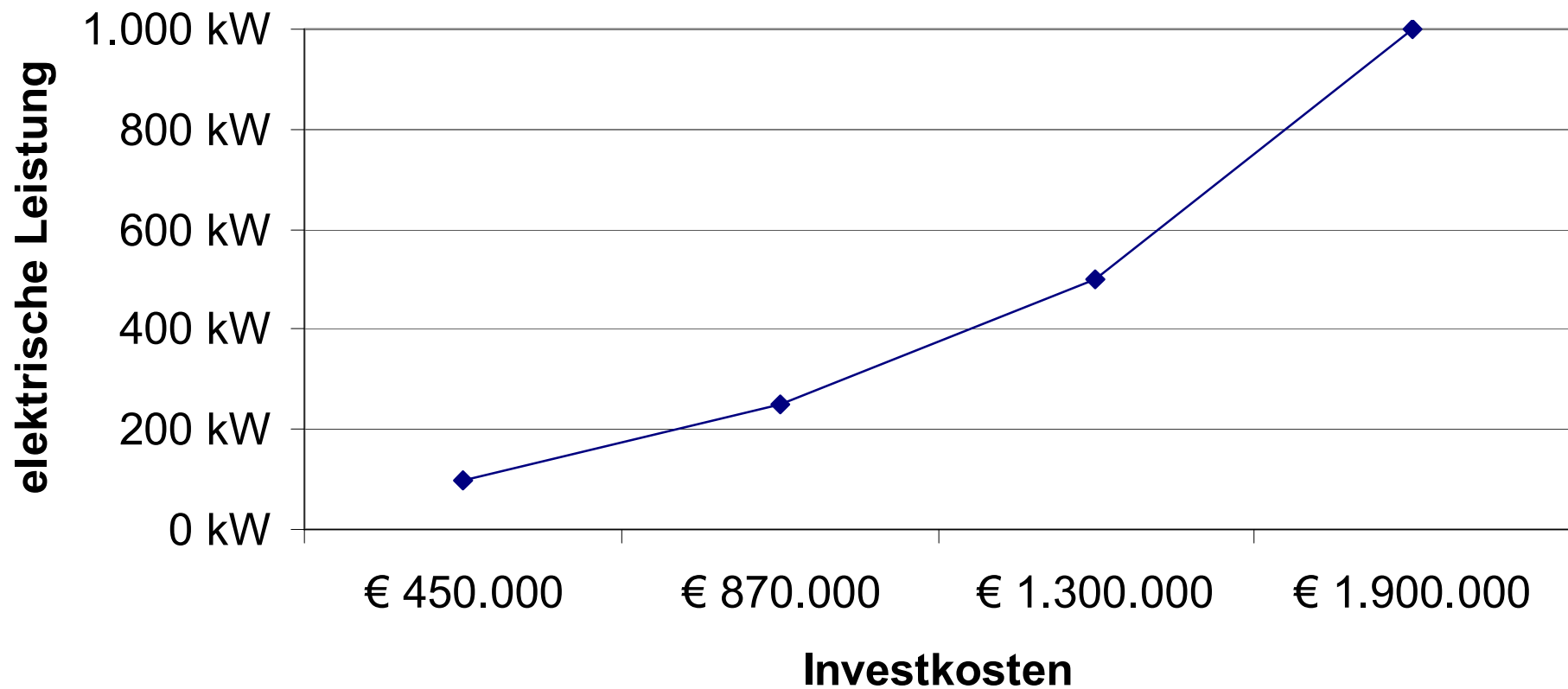


Silageplattengröße für Maissilage [netto]





Investkosten ohne Silageplatte, ohne Trafostation





Biogas Production

| | | | | | |
|----------------|------|--------|--------|----------------|------------------------------|
| Corn Silage | 1 Mg | 30% TS | 94% VS | 700 l/kgVS | 197 m ³ Biogas |
| Wheat Silage | 1 Mg | 30% TS | 90% VS | 600 l/kgVS | 162 m ³ Biogas |
| Grass Silage | 1 Mg | 30% TS | 89% VS | 550 l/kgVS | 145 m ³ Biogas |
| Cattle Manure | 1 Mg | 8% TS | 80% VS | 200/500 l/kgVS | 13/32 m ³ Biogas |
| Pig Manure | 1 Mg | 6% TS | 75% VS | 350/500 l/kgVS | 16/23 m ³ Biogas |
| Poultry Manure | 1 Mg | 24% TS | 85% VS | 300/550 l/kgVS | 61/112 m ³ Biogas |
| Kitchen Waste | 1 Mg | 20% TS | 90% VS | 700 l/kgVS | 126 m ³ Biogas |
| Fats | 1 Mg | 25% TS | 95% VS | 1.000 l/kgVS | 238 m ³ Biogas |

| Input | | Starch | Oil | Raw Potato | Sludge | Total |
|--|----|--------------|---------------|------------------|--------------|----------------|
| Input (t/a) | | 4.495 | 636 | 97.610 | 6.583 | 109.324 |
| Input (t/d) | | 12,32 | 1,74 | 267,42 | 18,04 | 299,52 |
| Total solids (%) | | 60,0% | 100,0% | 20,0% | 30,0% | 22,7% |
| Total solids (t/a) | | 2697,0 | 636,0 | 19522,0 | 1974,9 | 24829,9 |
| Total solids (t/d) | | 7,4 | 1,7 | 53,5 | 5,4 | 68,0 |
| Volatile solids (% TS) | | 90,0% | 95,0% | 90,0% | 90,0% | 90,1% |
| Volatile solids (t/a) | | 2.427 | 604 | 17.570 | 1.777 | 22.379 |
| Volatile solids (t/d) | | 6,7 | 1,7 | 48,1 | 4,9 | 61 |
| Water (t/a) | | 1.798 | 0 | 78.088 | 4.608 | 84.494 |
| Water (t/d) | | 5 | 0 | 214 | 13 | 231 |
| spec. Gas Production rate (m ³ /t VS) (dry gas, Normal conditions 1,18 kg/m ³) | | 600 | 1.000 | 600 | 700 | |
| Biogas | | | | | | |
| Gas production (m ³ /a) | | 1.456.380 | 604.200 | 10.541.880 | 1.244.187 | 13.846.647 |
| Gas production (m ³ /d) | | 3.990 | 1.655 | 28.882 | 3.409 | 37.936 |
| Gas production (t/a) | | 1.719 | 713 | 12.439 | 1.468 | 16.339 |
| Gas production (t/d) | | 4,71 | 1,95 | 34,08 | 4,02 | 44,76 |
| Water content: | 4% | 69 | 29 | 498 | 59 | 654 |
| Wet Gas 37°C (t/a) | | 1.787 | 741 | 12.937 | 1.527 | 16.993 |
| Wet Gas 37°C (t/d) | | 4,90 | 2,03 | 35,44 | 4,18 | 46,56 |
| Reactor effluent | | | | | | |
| Total solids (t/a) | | | | | | 8.491 |
| Total solids (t/d) | | | | | | 23 |
| Volatile solids (t/a) | | | | | | 6.040 |
| Volatile solids (t/d) | | | | | | 17 |
| Water (t/a) | | | | | | 83.841 |
| Water (t/d) | | | | | | 230 |
| Output (t/a) | | | | 6 Monate: 46.166 | | 92.331 |
| Total solids (%) | | | | | | 9,2% |



| | | |
|----------------|------------------------|---------|
| Maisvergärung: | TS-Gehalt im Fermenter | ca. 6% |
| GPS-Vergärung: | TS-Gehalt im Fermenter | ca. 10% |
| Grasvergärung: | TS-Gehalt im Fermenter | ca. 12% |



Auslegung Mais- und GPS-Vergärung:

- Man wartet lange genug ab – bis der Abbauprozess (weitgehend) abgeschlossen ist.
- organische Raumbelastung $< 4,0 \text{ kg}_{\text{oTS}}/\text{m}^3/\text{Tag}$



Durchmischung von Fermentern

- **Einmischung der festen/flüssigen Inputstoffe**
- **Optimierung der Nährstoffverteilung**
- **Vermeidung von Temperaturdifferenzen**
- **Erleichterung des Aufstiegs der Biogasblasen**
- **Verhinderung von Sedimentation/Schwimmschichten**



Planung von Biogasanlagen I

- ⇒ **Art des Inputmaterials**
- ⇒ **Menge des Inputmaterials**
- ⇒ **Örtliche Gegebenheiten**
- ⇒ **Wärmenutzung**
- ⇒ **Hygienisierung**
- ⇒ **Automatisierungsgrad**



Planung von Biogasanlagen II



- ⇒ Gasprognose
- ⇒ BHKW-Größe
- ⇒ Fermentergröße
- ⇒ Fließschema
- ⇒ Lageplan
- ⇒ Kostenschätzung



Planung von Biogasanlagen III

⇒ mesophile oder thermophile Prozesstemperatur

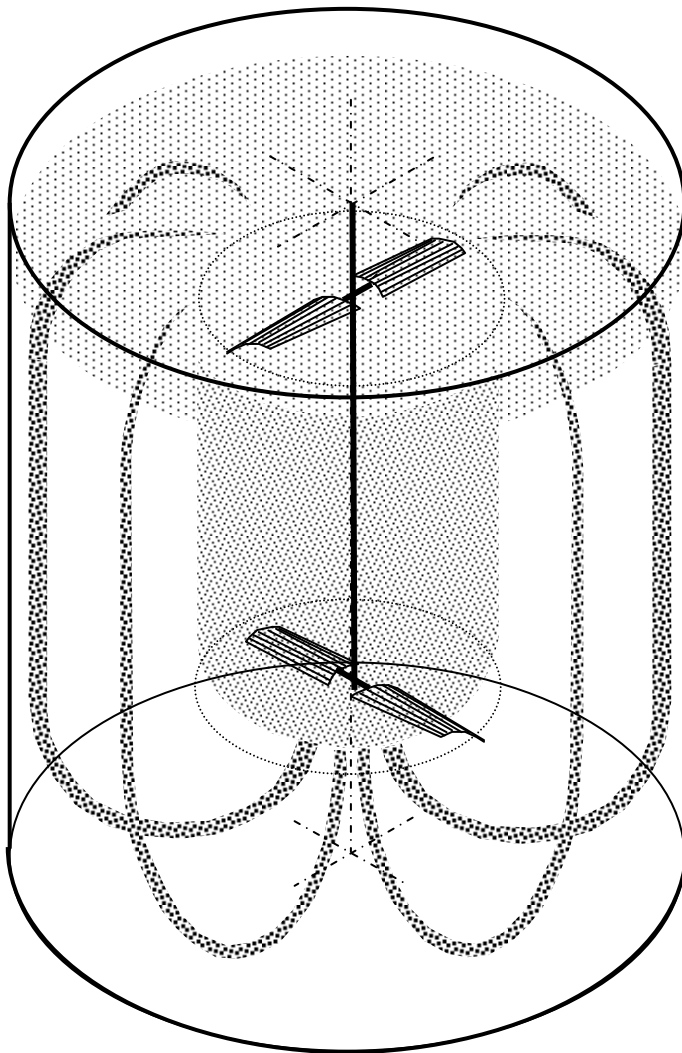
⇒ ein- oder zweistufiger Prozess

⇒ Art der Durchmischung

⇒ Art des Wärmeeintrags



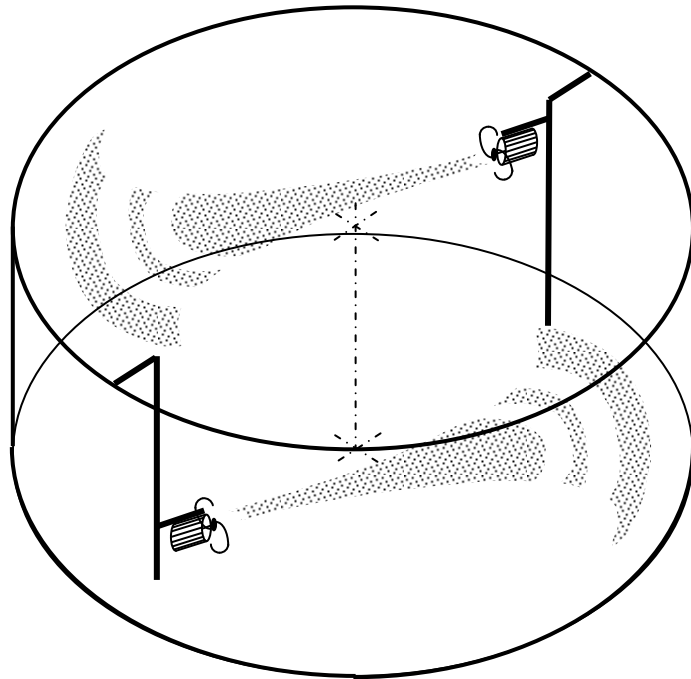
3. Fermenterbauarten, Rührwerke



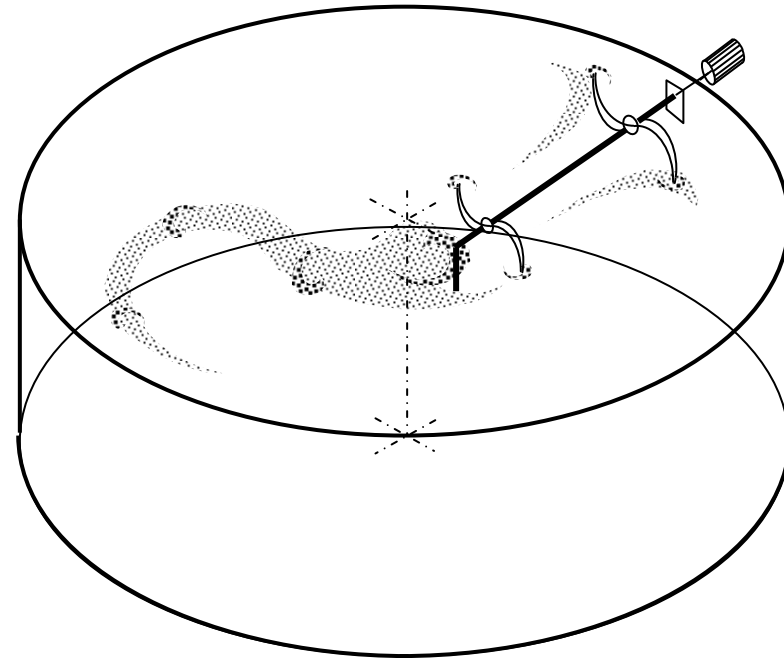
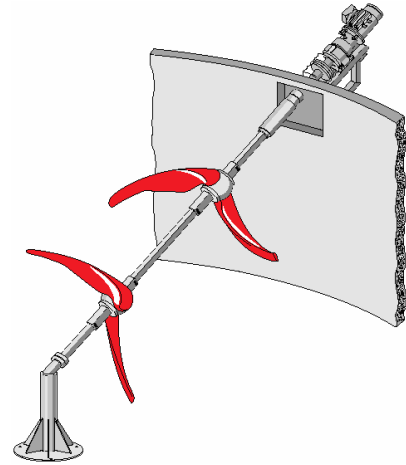
3. Fermenterbauarten, Rührwerke



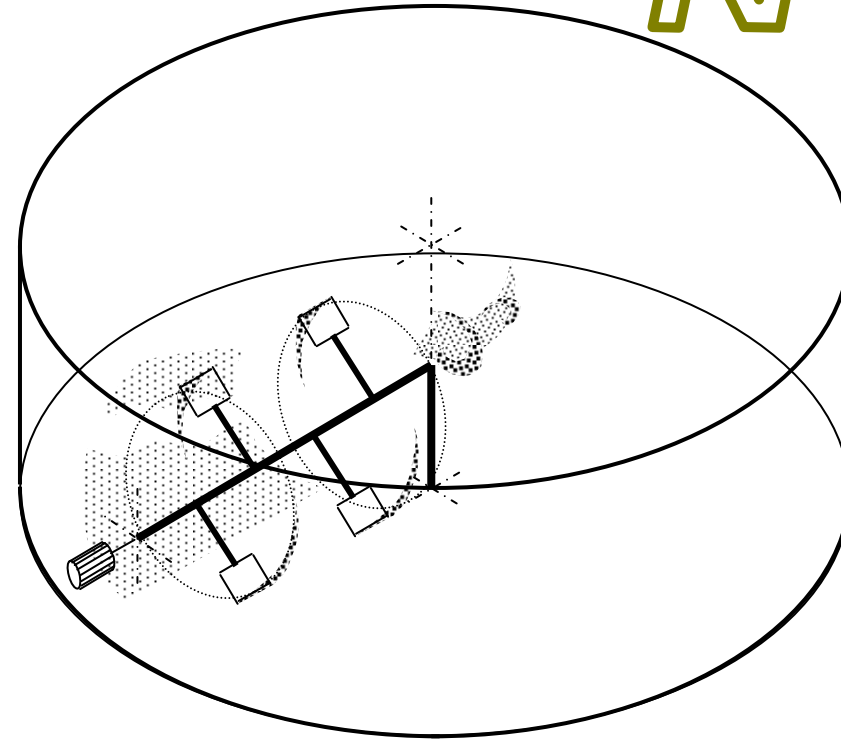
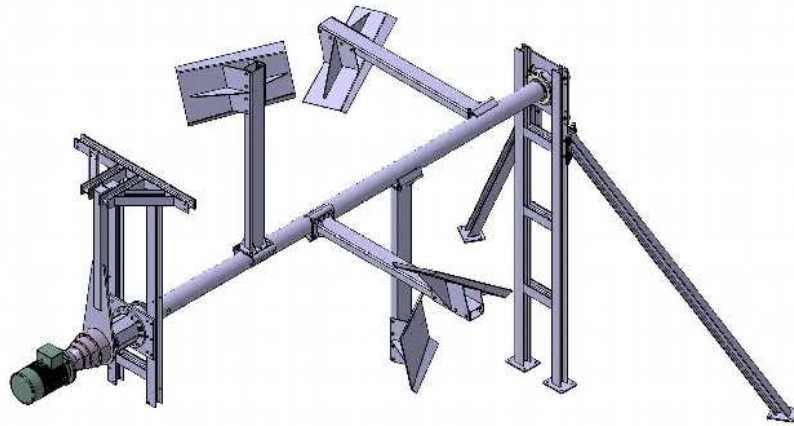
3. Fermenterbauarten, Rührwerke



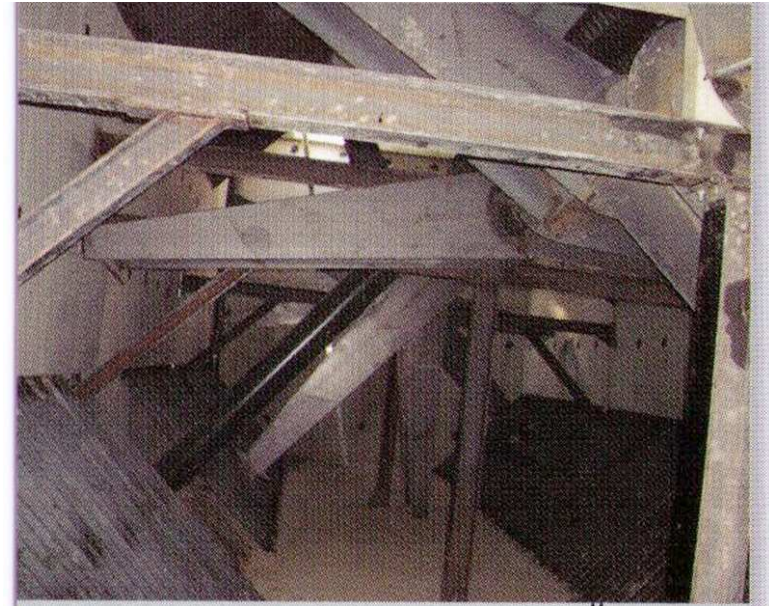
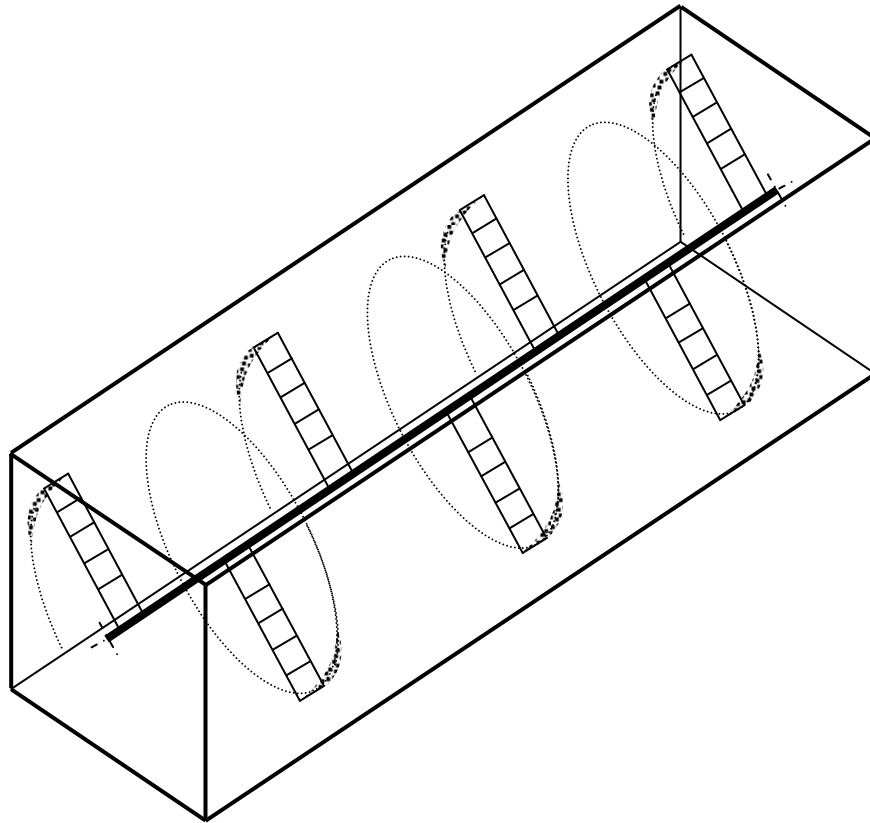
3. Fermenterbauarten, Rührwerke



3. Fermenterbauarten, Rührwerke

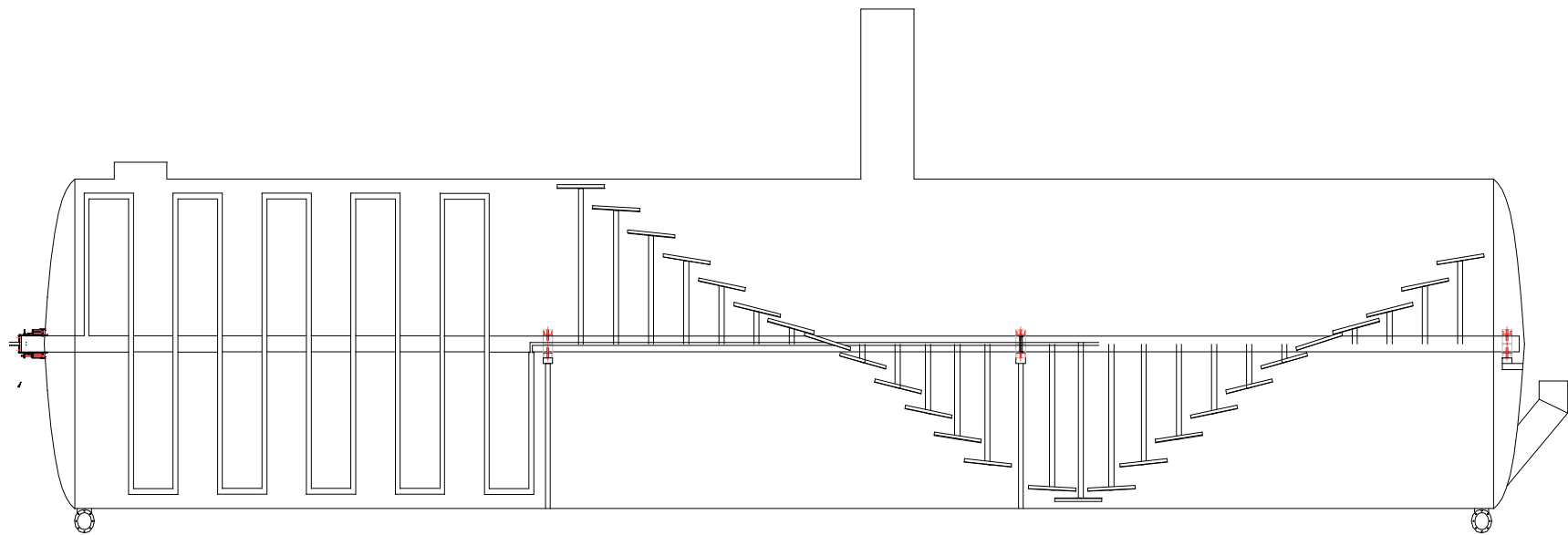


3. Fermenterbauarten, Rührwerke





Liegender Fermenter – Stahltankfermenter – Gärkanal
bis 150 m³ Stahlzylinder, bis 2.000 m³ Betonkanal





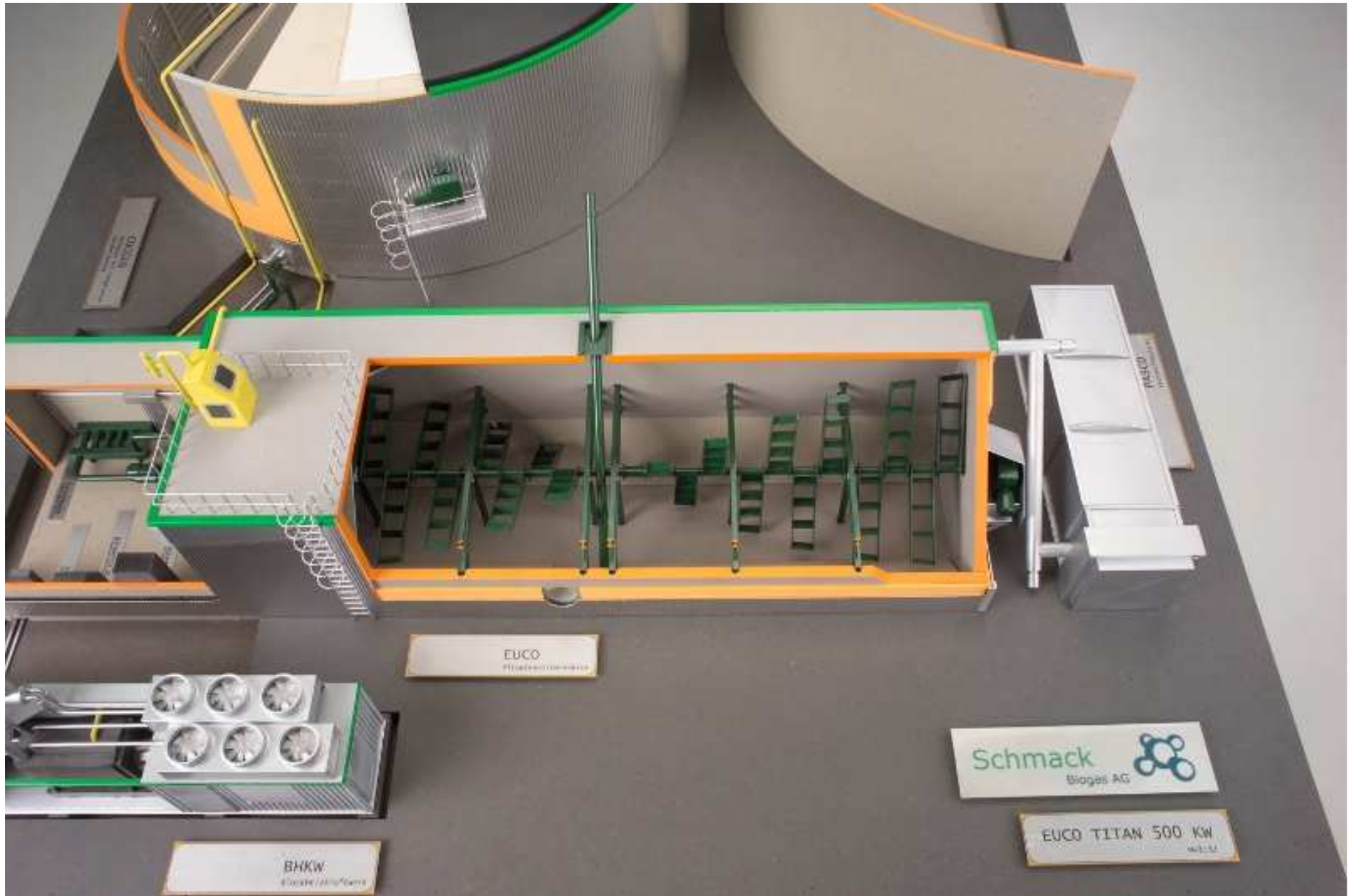


KF









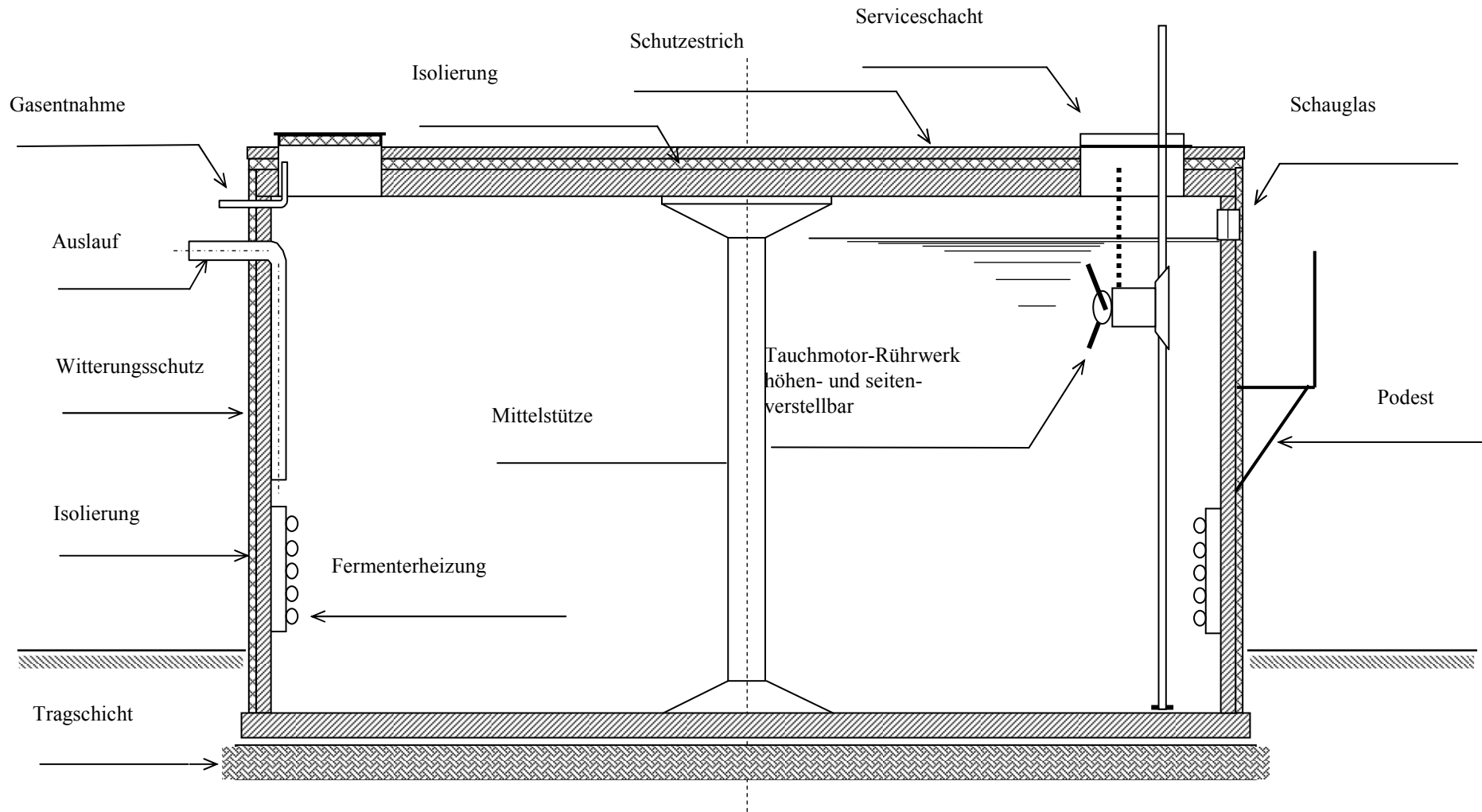








Typischer Biogasfermenter



KF





KF



KF

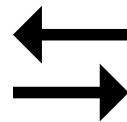








Mein Zaubertrank!

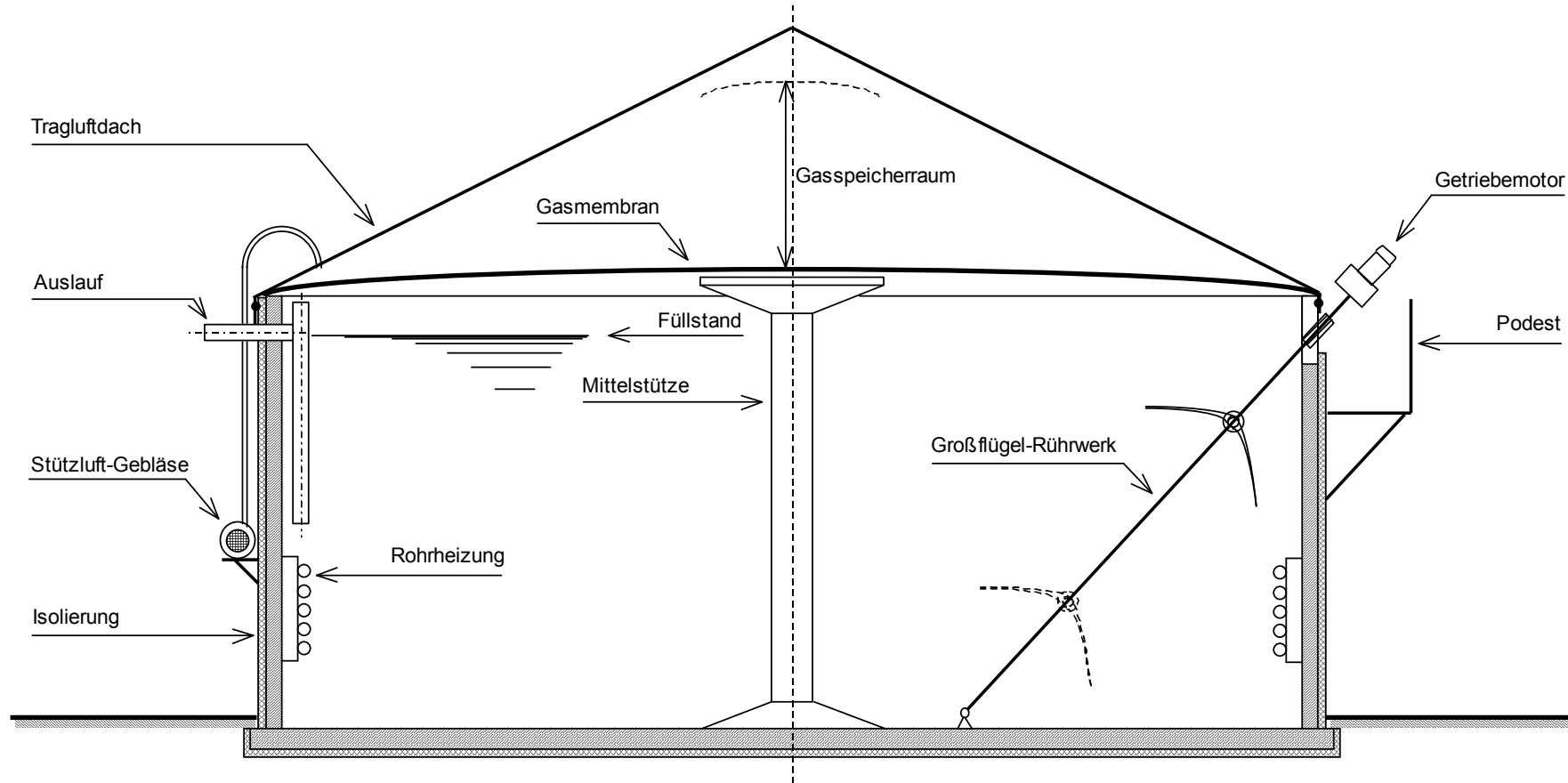


Präzise Technik!





Typischer Biogasfermenter, optimiert











Planung von Biogasanlagen I

- ⇒ **Art des Inputmaterials**
- ⇒ **Menge des Inputmaterials**
- ⇒ **Örtliche Gegebenheiten**
- ⇒ **Wärmenutzung**
- ⇒ **Hygienisierung**
- ⇒ **Automatisierungsgrad**



Planung von Biogasanlagen II





Planung von Biogasanlagen III

⇒ mesophile oder thermophile Prozesstemperatur

⇒ ein- oder zweistufiger Prozess

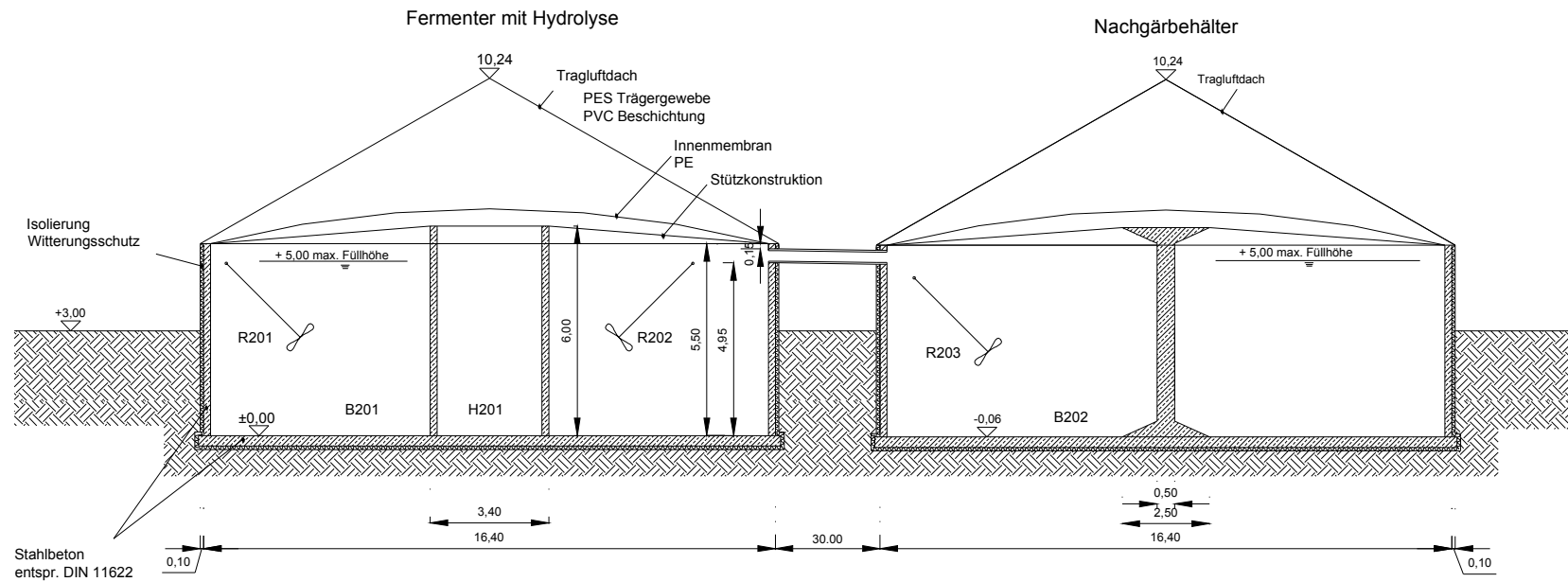
⇒ Art der Durchmischung

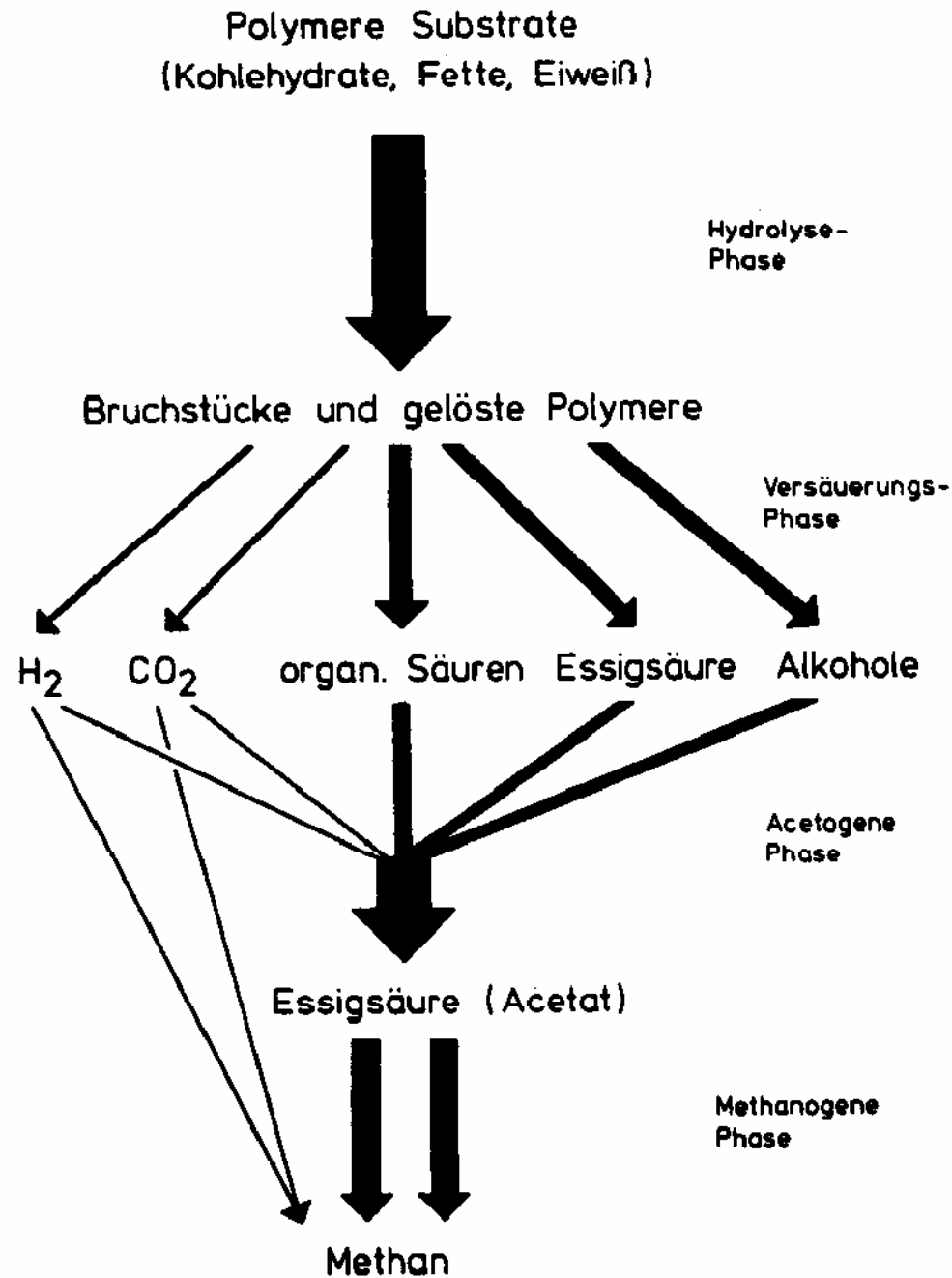
⇒ Art des Wärmeeintrags





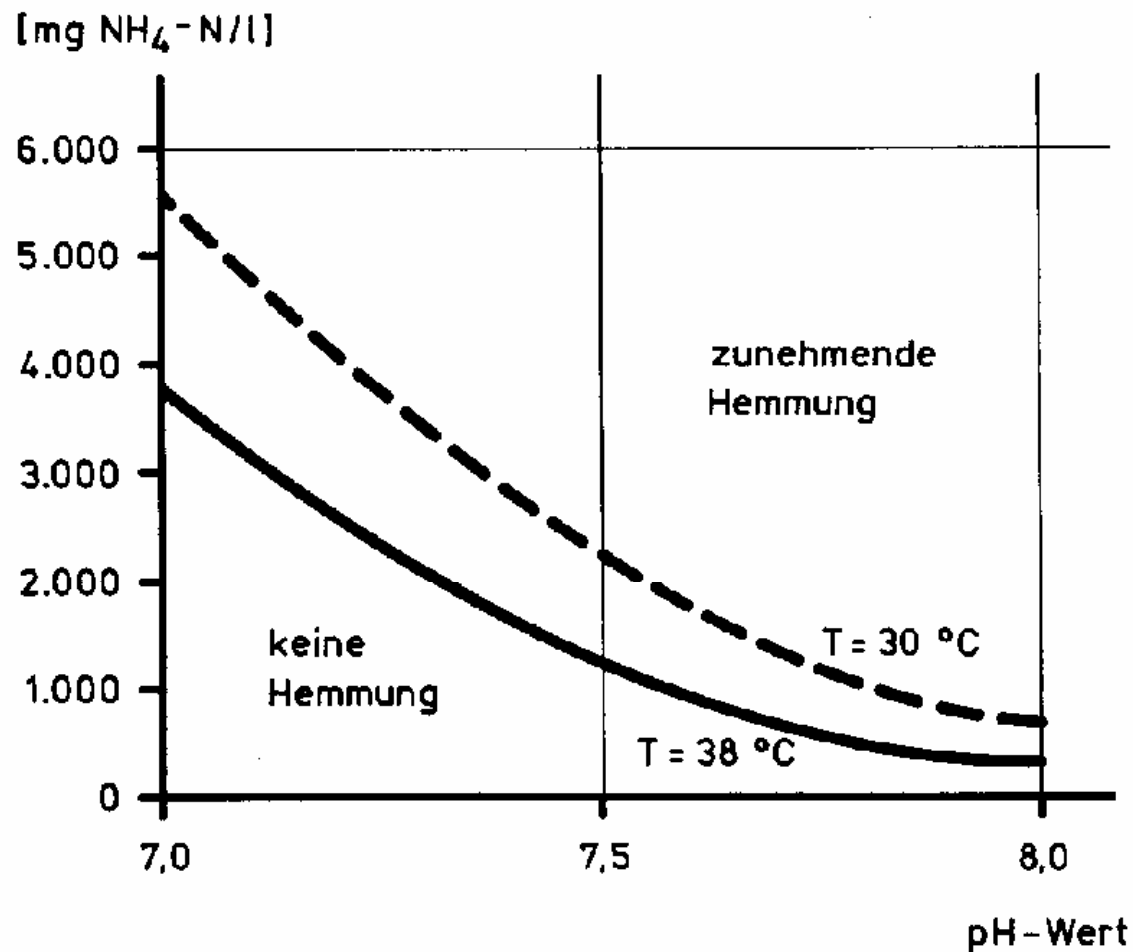
Schnitt A-A



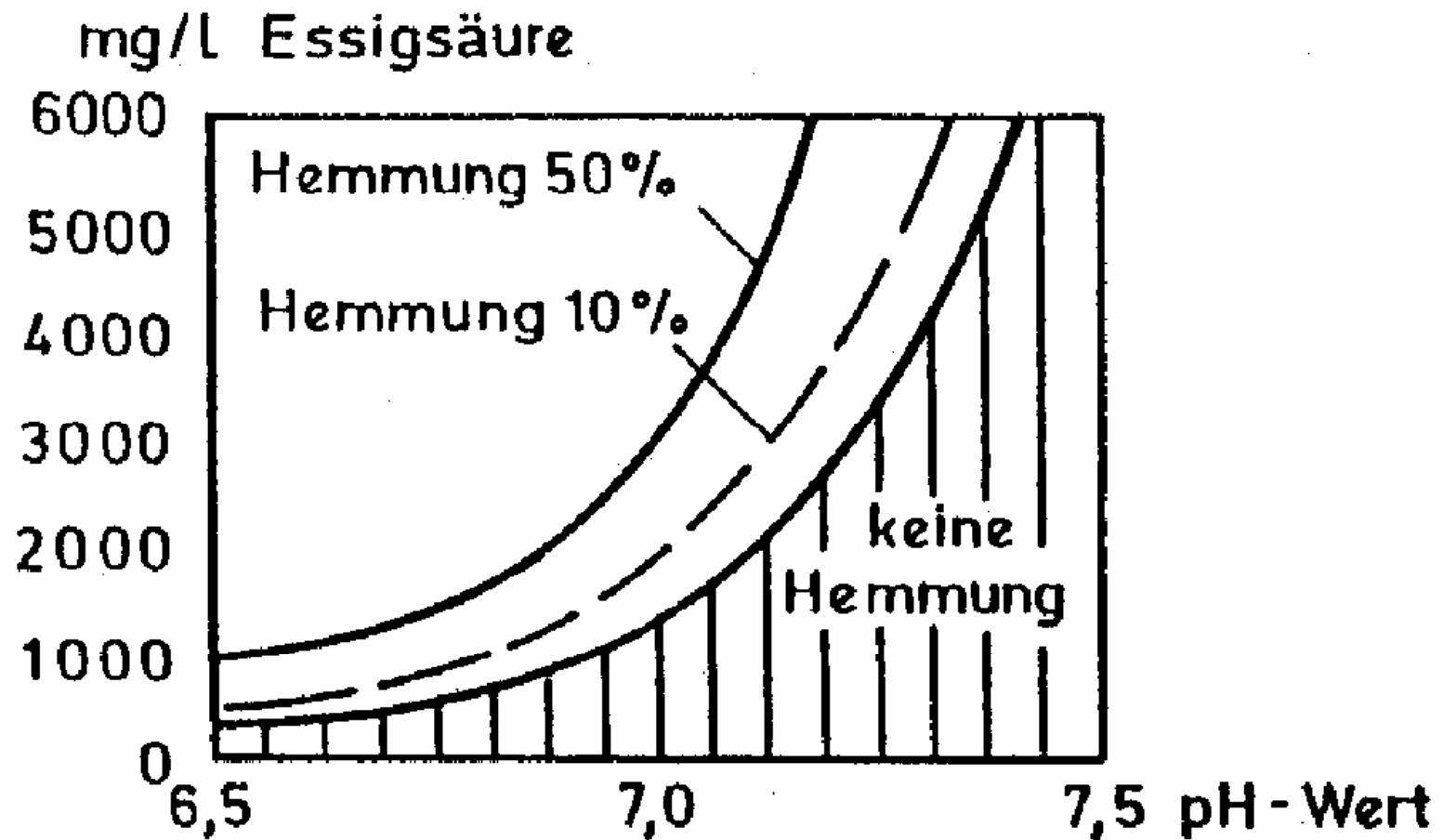


Reaktionsschema des anaeroben Abbaus

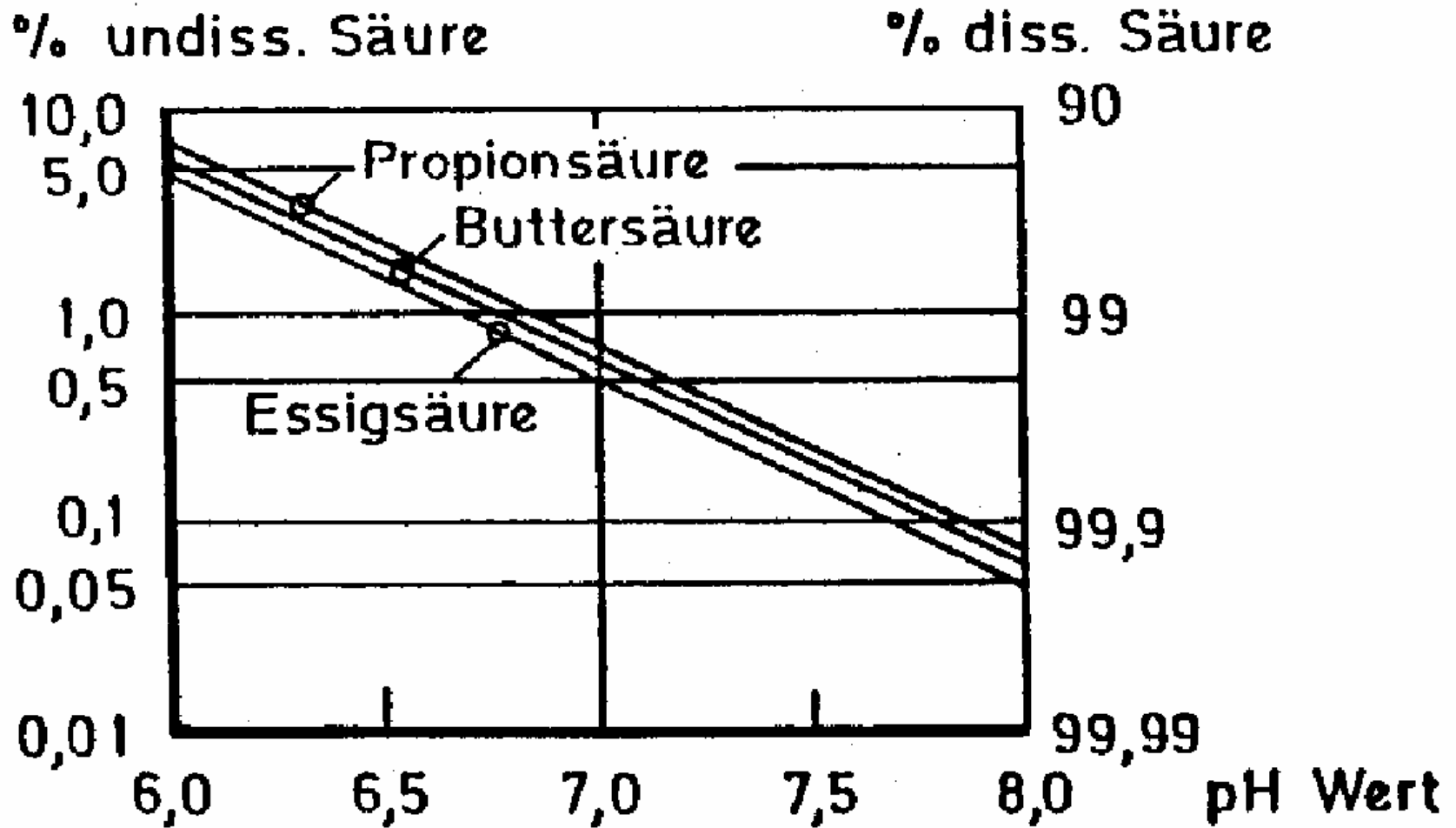
Hemmung 1: Stickstoff ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$)



Hemmung 2: organische Säuren (Beispiel Essigsäure)

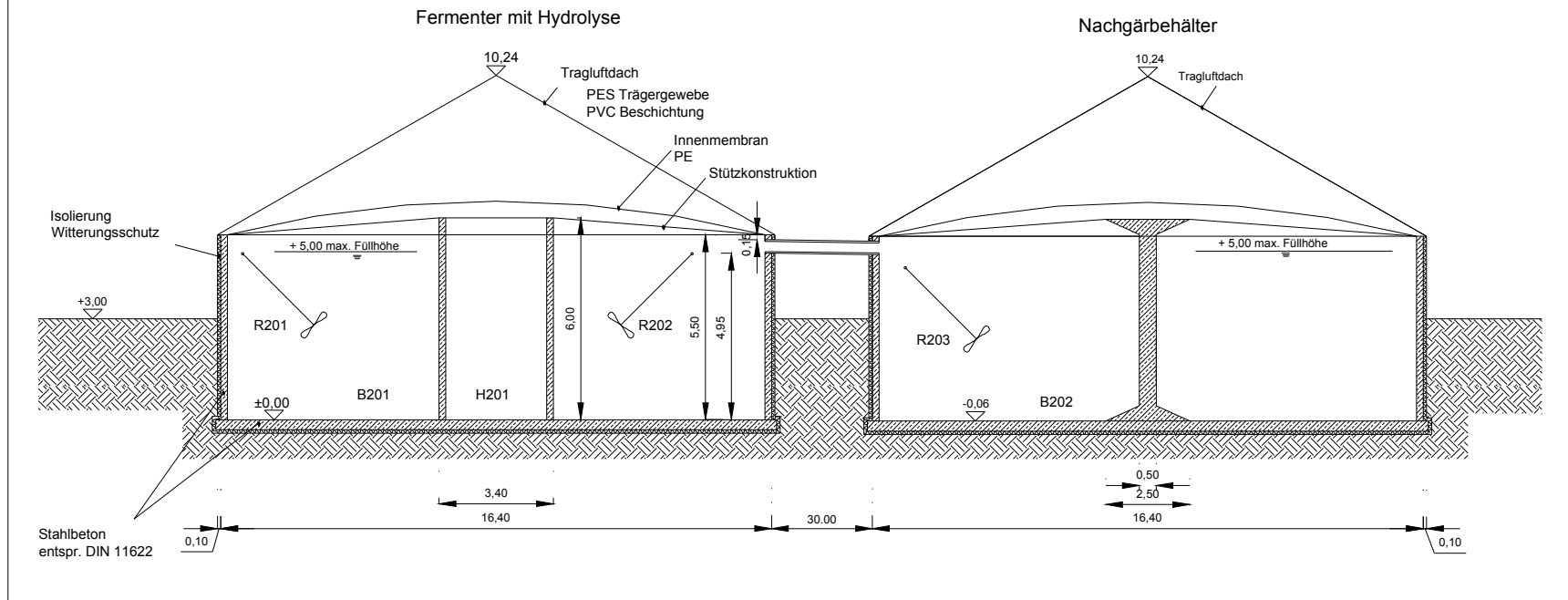


Dissoziationsgleichgewicht organische Säuren





Schnitt A-A

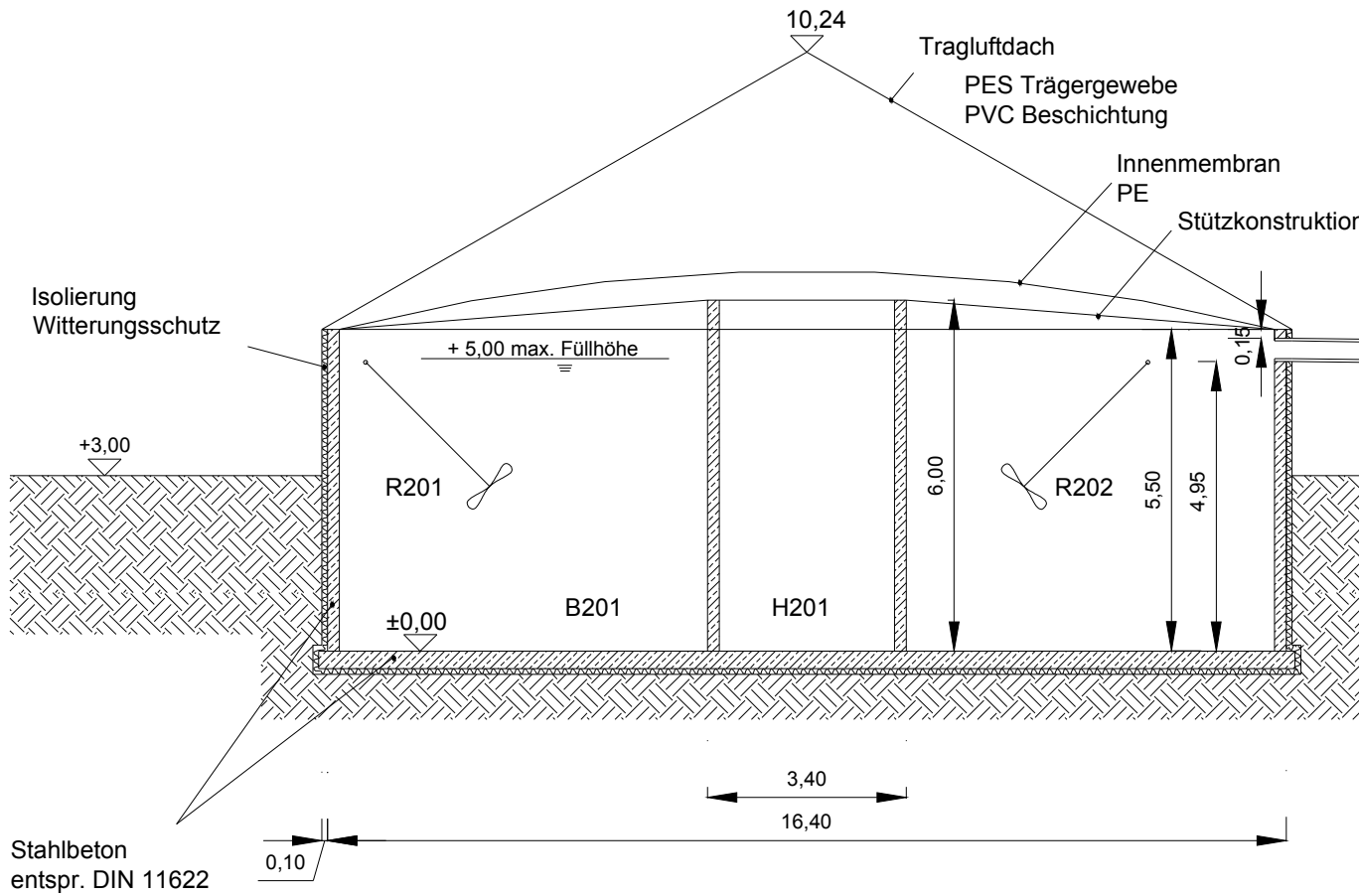




KF



Fermenter mit Hydrolyse



Biogasanlage

EGGERT, Bornhöved

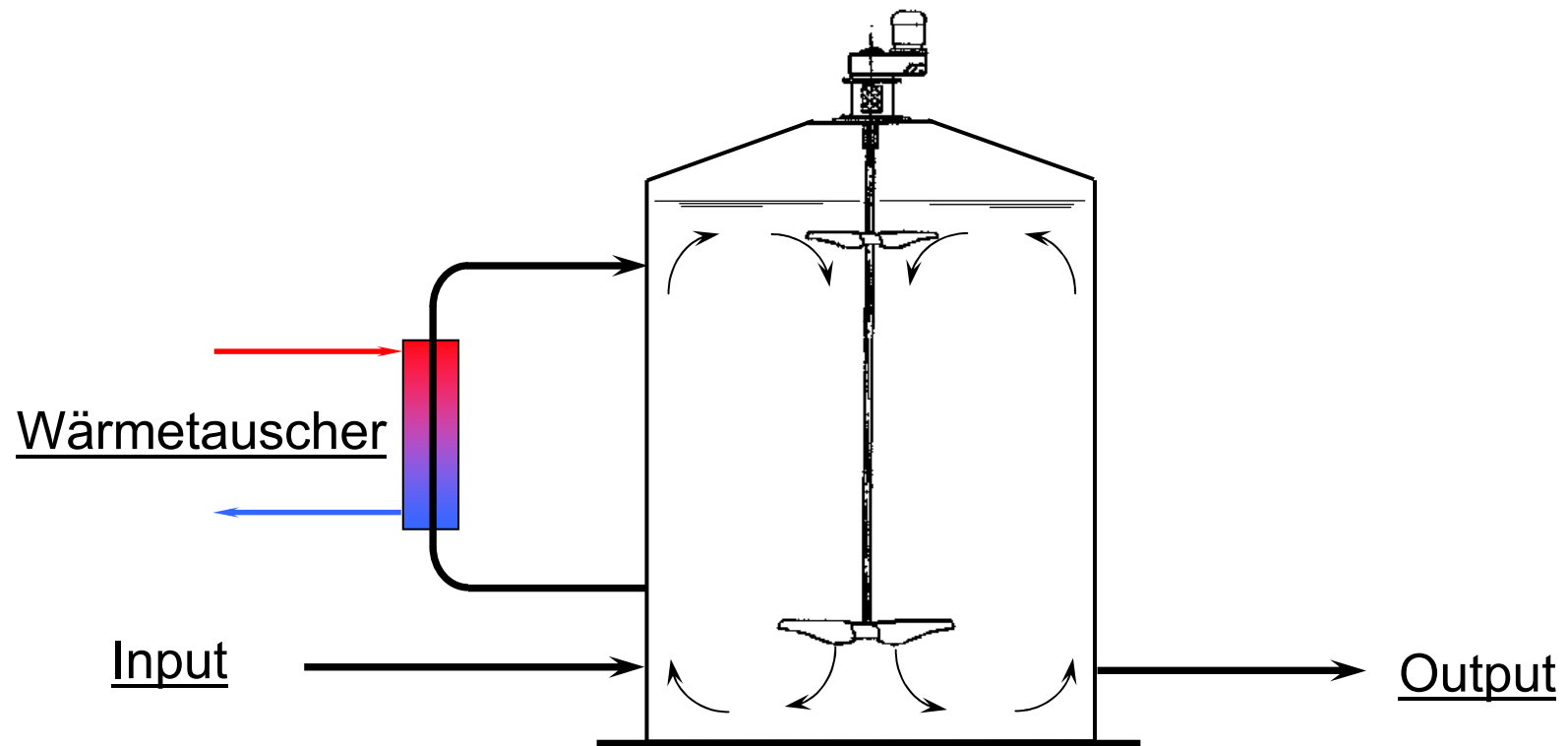




Zentral von oben gerührter Fermenter

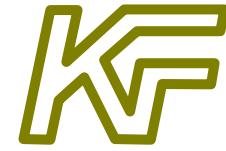
(bis zu 5.000 m³ Volumen)

Rührwerk



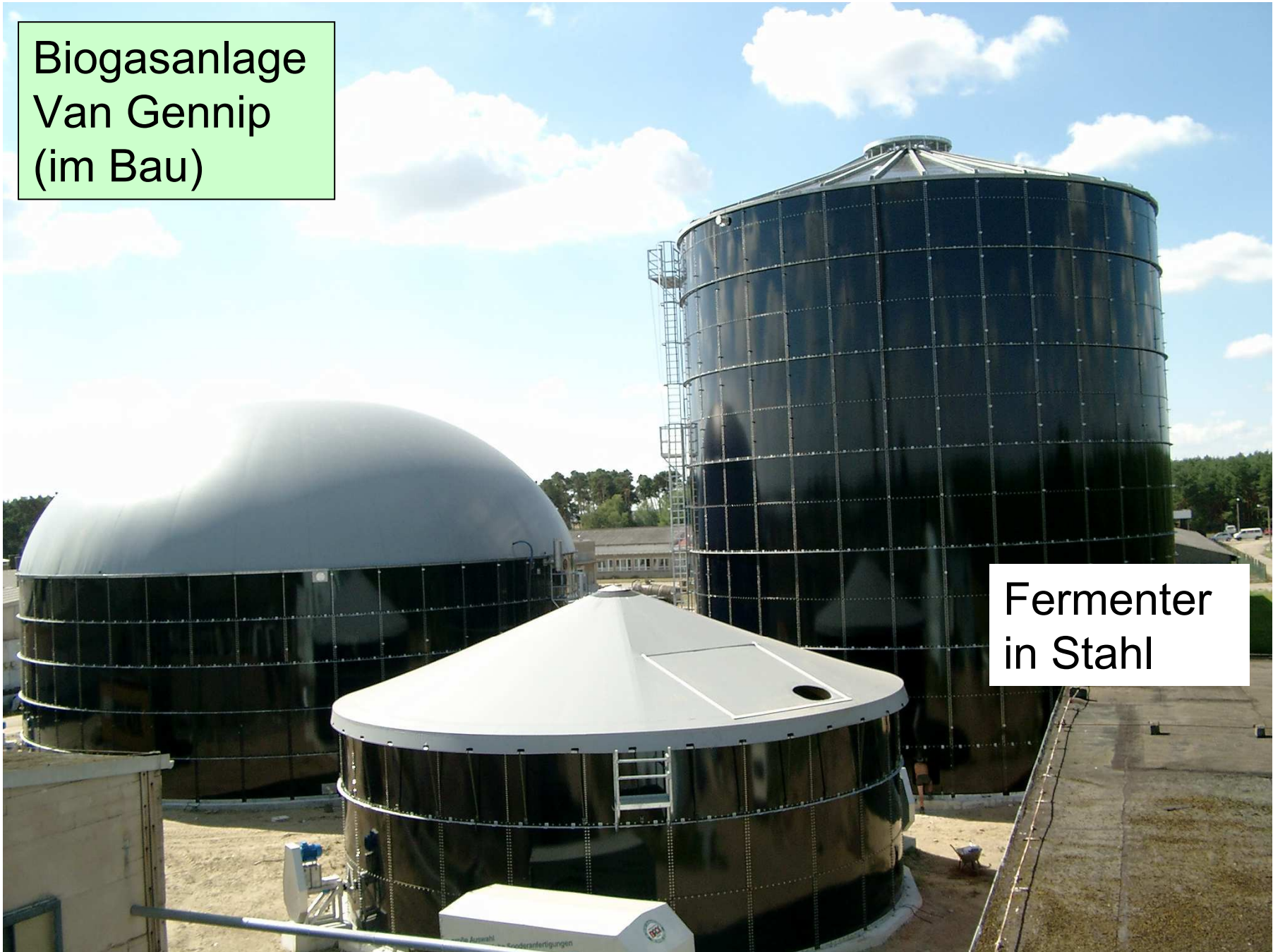
Biogasanlage
Todendorf





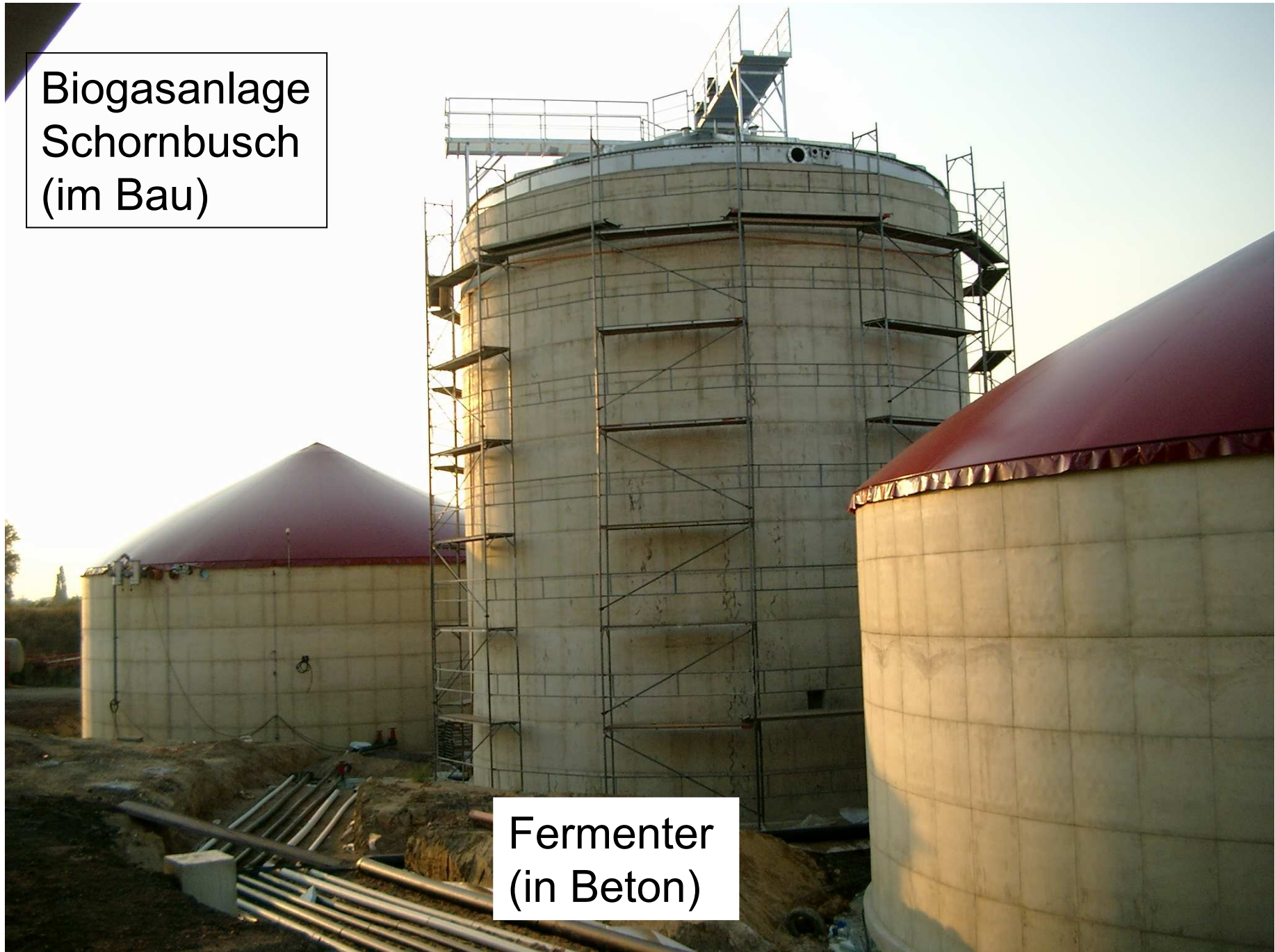
Zentrales Rührwerk

Biogasanlage
Van Gennip
(im Bau)



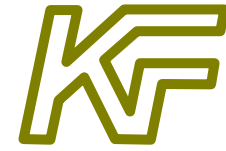
Fermenter
in Stahl

Biogasanlage
Schornbusch
(im Bau)



Fermenter
(in Beton)





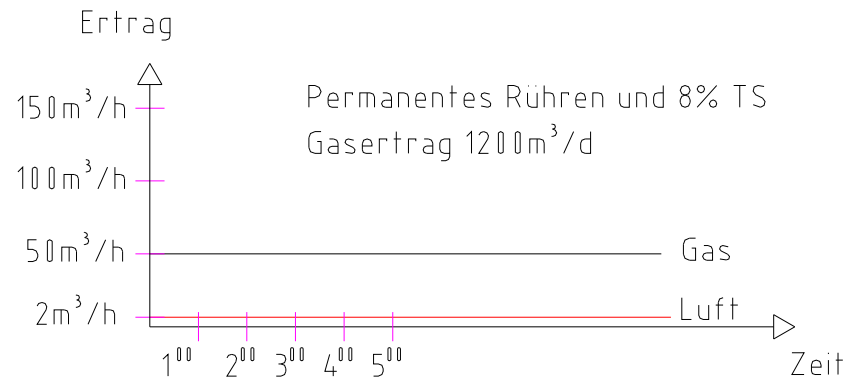
Zentrales Rührwerk



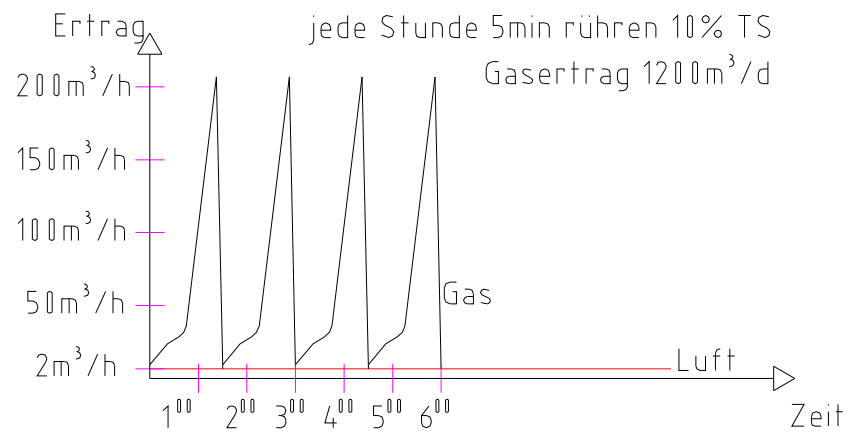
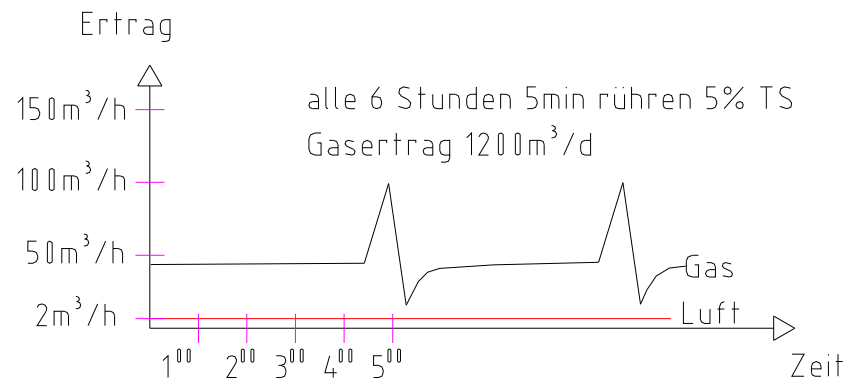








Zur
Entschwefelung



Hans-Jürgen Schnell

3. Fermenterbauarten, Rührwerke



- 1 / 1 Fermenter, Zentralrührwerk



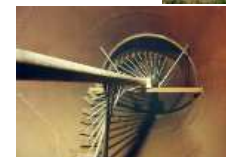
- Flacher Fermenter, Tauchmotor-RW



- Flacher Fermenter, seitliche RW



- Gärkanal, Haspelrührwerk



- Andere, Kombinationen

- Garagen-, Boxen-Fermenter ohne RW

3. Fermenterbauarten im Vergleich

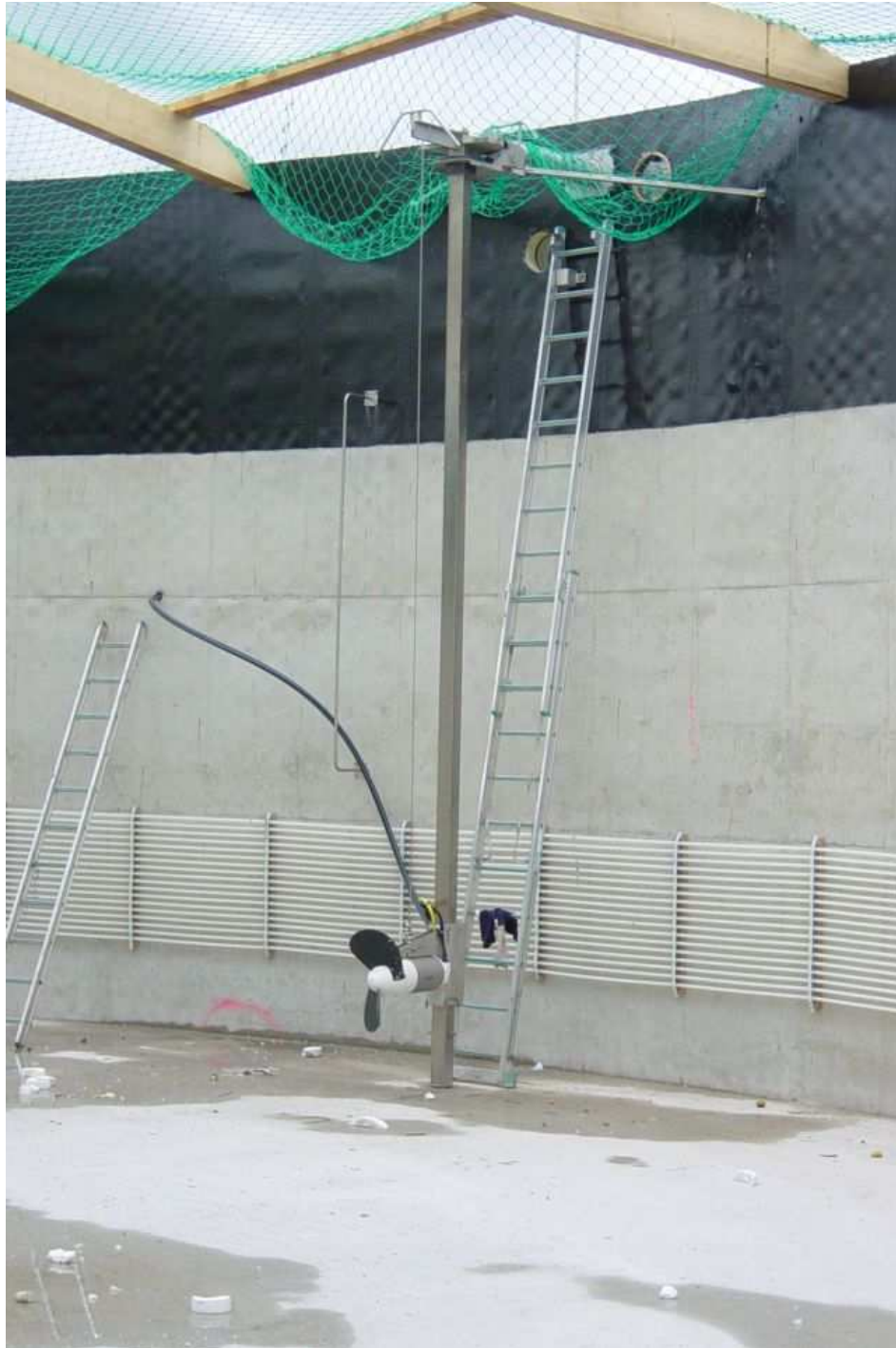


- Liegender Fermenter (gute Durchmischung, extreme Feststoffgehalte möglich, teuer, großtechnisch sehr begrenzte Erfahrung)
- Flacher, stehender Fermenter (schlechte Durchmischung, mäßiger Wärmeeintrag, hohe Wärmeverluste, billig, keine (???) Großanlagentechnik)
- Hoher, stehender Fermenter (gute Durchmischung, gleichmäßige Gasbildung, guter Wärmeeintrag, geringe Wärmeverluste, älteste Fermentertechnik für große Anlagen)

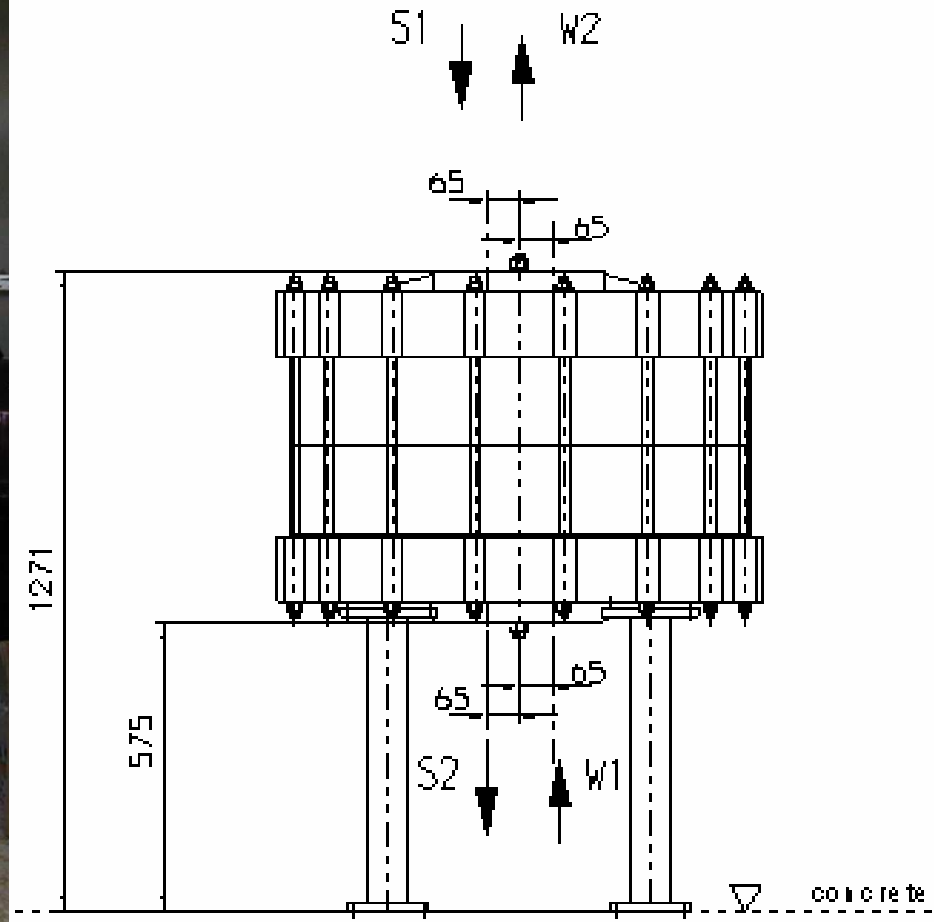


Wärmeeintrag – Wie das ?

- **externe Wärmetauscher**
- **innenliegende Heizungsrohre**
- **außenliegende Heizungsrohre**









Biogasanlagen - Genehmigung, Inputstoffe, Verfahrenstechnik -

Torsten Fischer

Krieg & Fischer Ingenieure GmbH
Hannah-Vogt-Strasse 1, 37085 Göttingen, Germany
Tel.: 0551 900363-0, Fax: 0551 900363-29
Fischer@KriegFischer.de
www.KriegFischer.de

Höxter, 30. Oktober 2006, Vorlesung FH Höxter