

Biogasanlagen

- Genehmigung, Inputstoffe, Verfahrenstechnik -

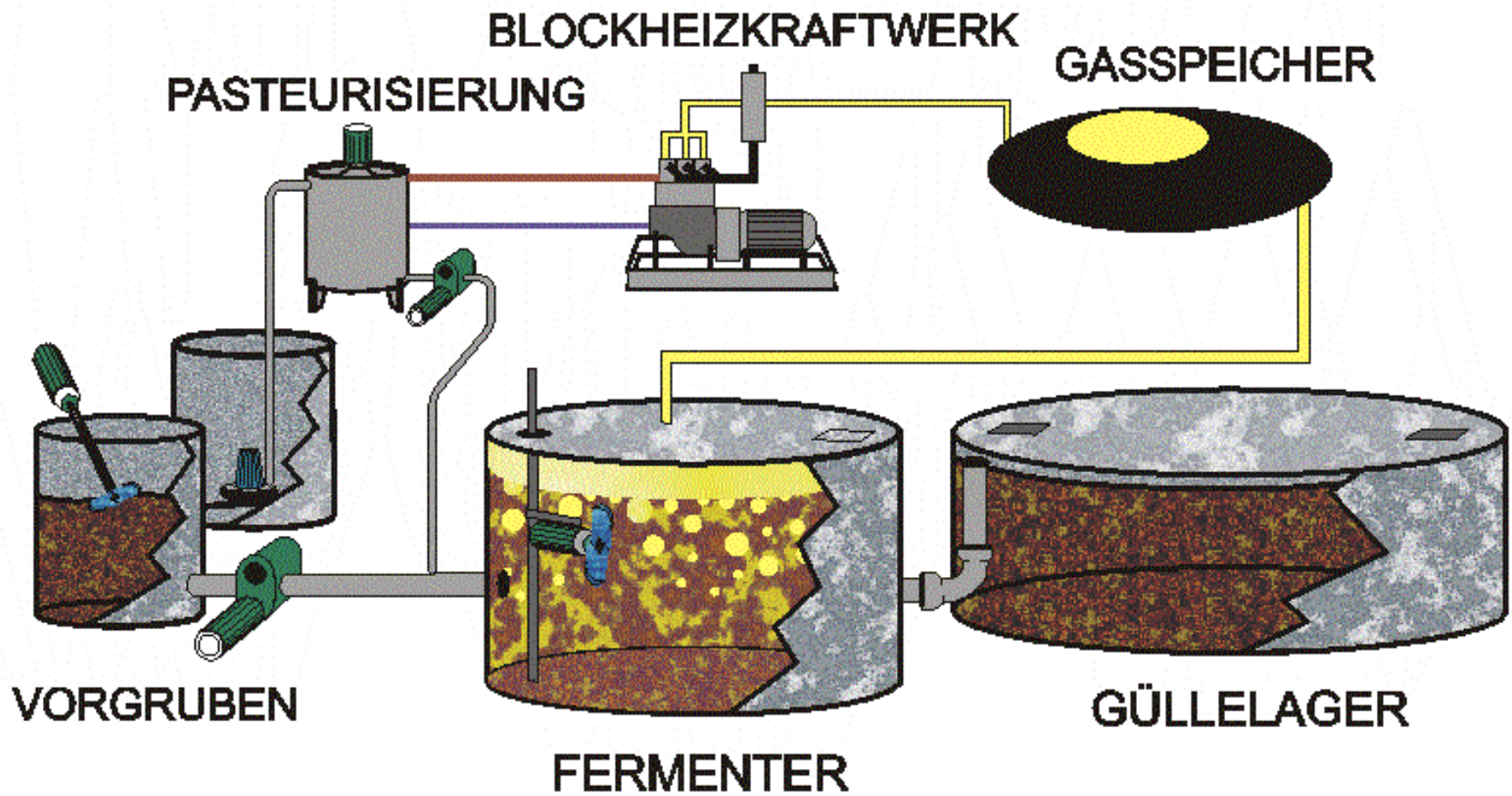
Torsten Fischer

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, 4. Dezember 2008, Vorlesung FH Höxter

Aufbau Vorlesung

- Einführung, EEG, Politik 24.11.2008
- Genehmigung, Inputstoffe, Verfahrenstechnik 04.12.2008
- Technik (Fermenter, Wärmeeintrag, Durchmischung, Feststoffeintragstechnik, BHKW)
11.12.2008
- Auslegung, Sicherheitstechnik, Abnahme, VOB, Vertragswesen, Gewährleistung, Inbetriebnahme, Wirtschaftlichkeit, Betrieb 15.01.2009



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

Mögliche Geruchsquellen

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

Mögliche Lärmquellen

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

Negative Akzeptanz



Krieg & Fischer Ingenieure GmbH

Regionale Akzeptanz

Geruchs- und Lärmbelästigung

Monokulturen

Gentechnik

Standort

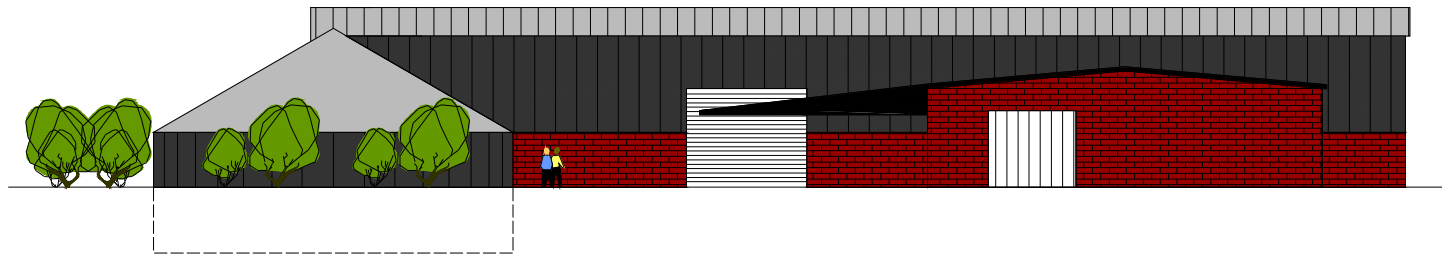
Herbizideinsatz

Einsatz unerwünschter Biomasse

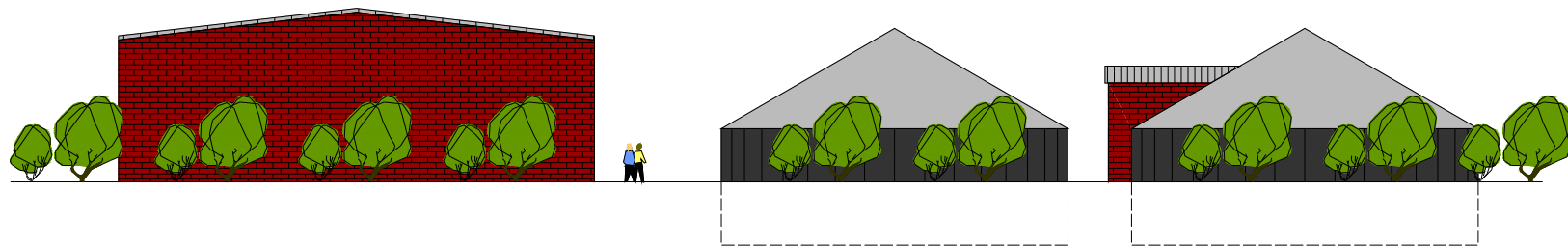
Hygienefragen

Unkenntnis
Informationsmangel
Schlechte Erfahrungen
Persönliche Gründe
gezielte Fehlinformation

Ansicht von Westen



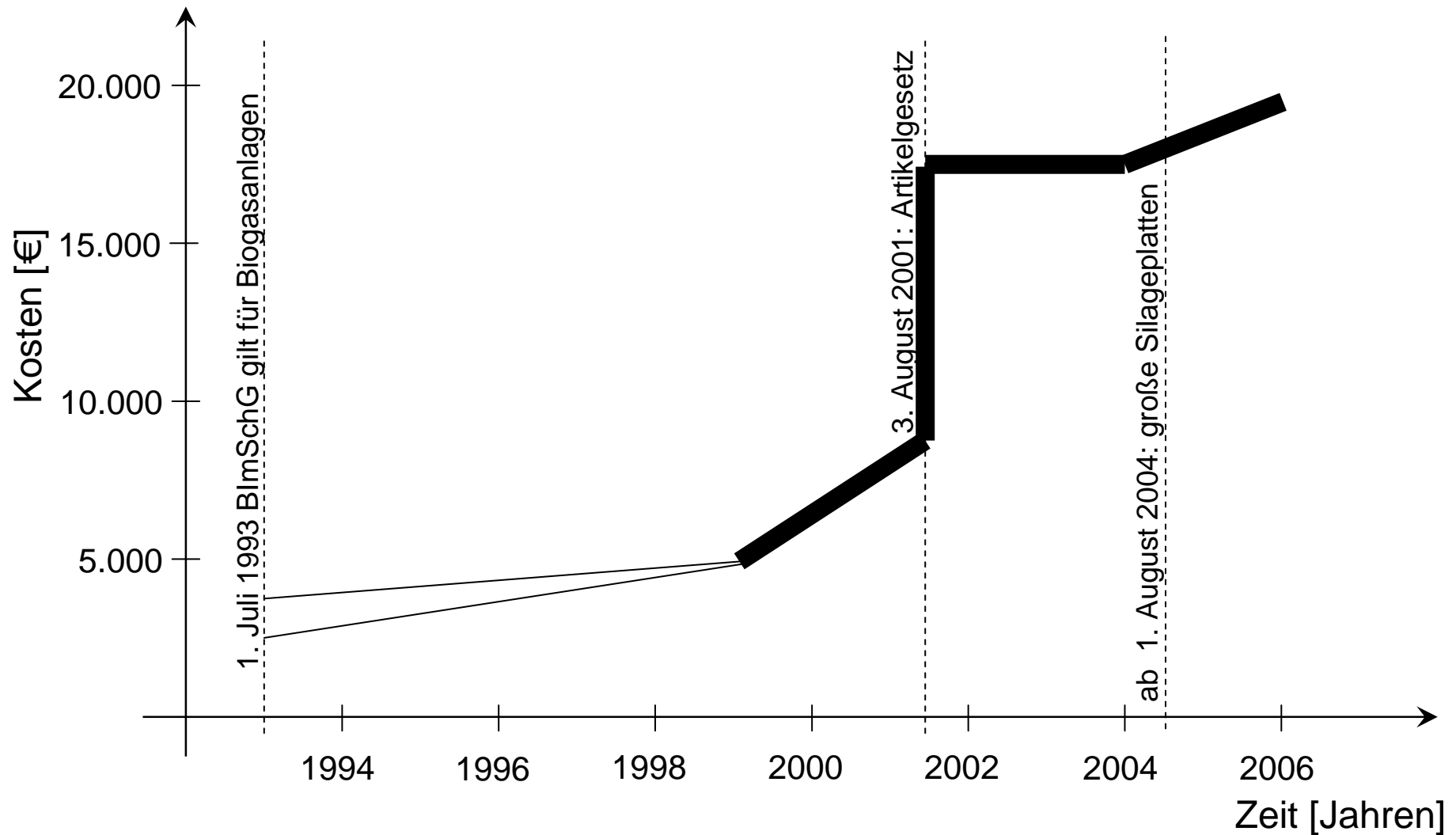
Ansicht von Norden



Vorgehensweise beim Erstellen von BImSchG-Genehmigungsunterlagen

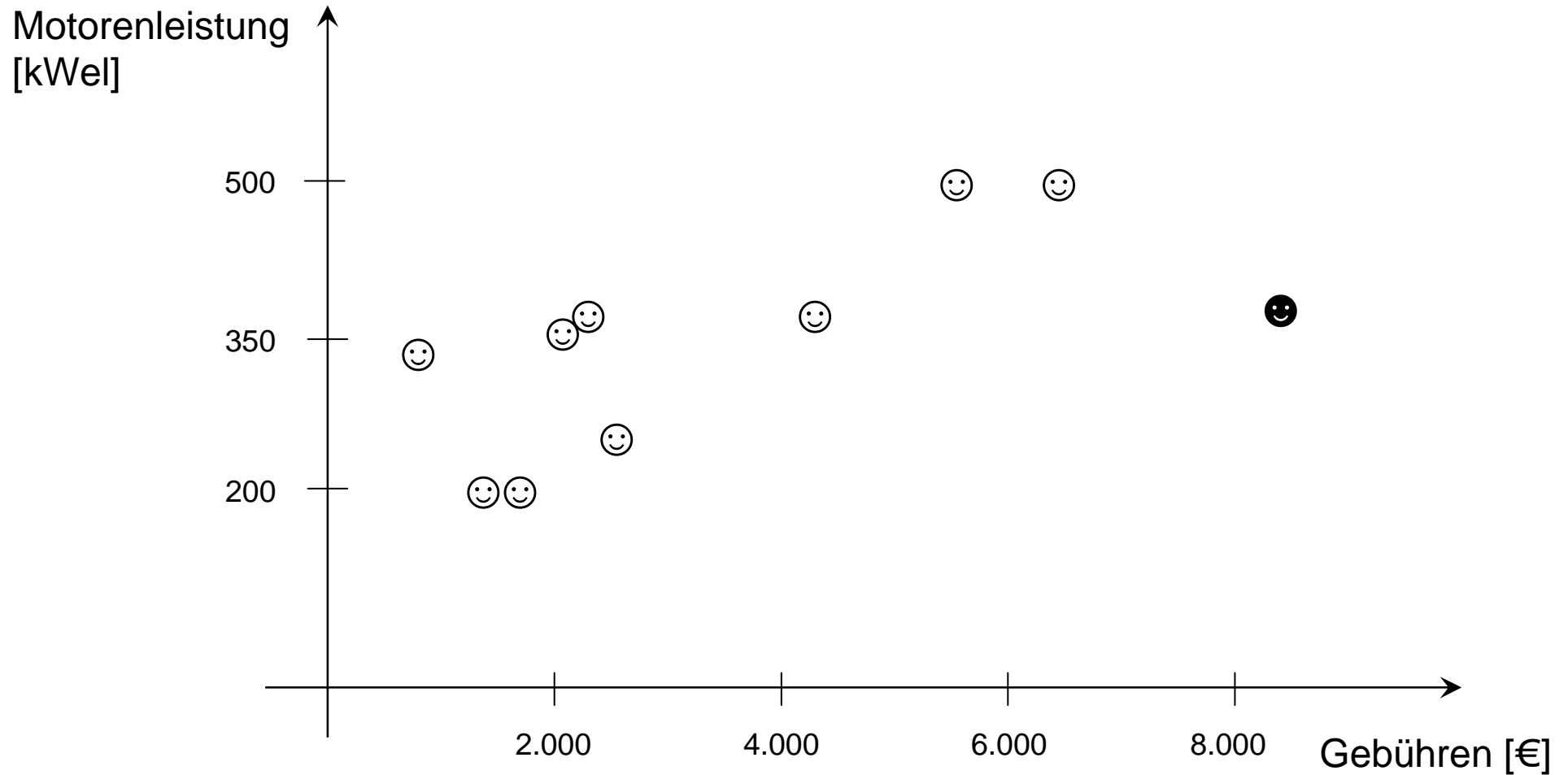
1. Gemeinsamer Termin mit allen Behörden
2. Kontinuierliche Abstimmung mit den Behörden während der Erstellung der Antragsunterlagen
3. Probeordner
4. Abgabe
5. Nachträge

Kosten Erstellung Genehmigungsunterlagen (nach BImSchG)





Kosten des Gebührenbescheids



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





2002 7 5



2003 3 5













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
Potato Residues	1 Mg	20% TS	95% VS	620 l/kgVS	118 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. 7%

GPS-Vergärung: TS-Gehalt im Fermenter ca. 11%

Grasvergärung: TS-Gehalt im Fermenter ca. 14%

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

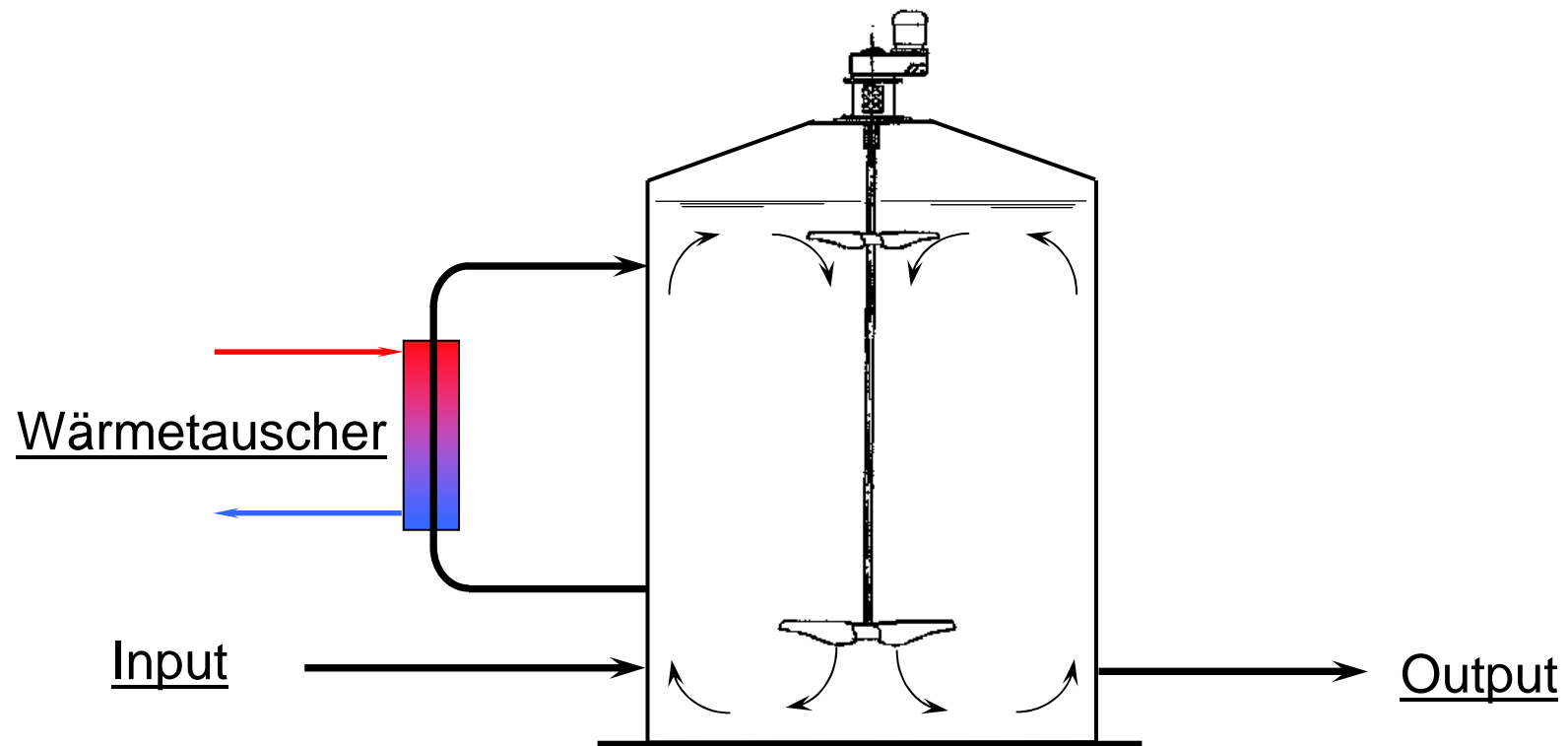
- ⇒ mesophile oder thermophile Prozesstemperatur
- ⇒ ein- oder zweistufiger Prozess
- ⇒ Art der Durchmischung
- ⇒ Art des Wärmeeintrags



Zentral von oben gerührter Fermenter

(bis zu 5.000 m³ Volumen)

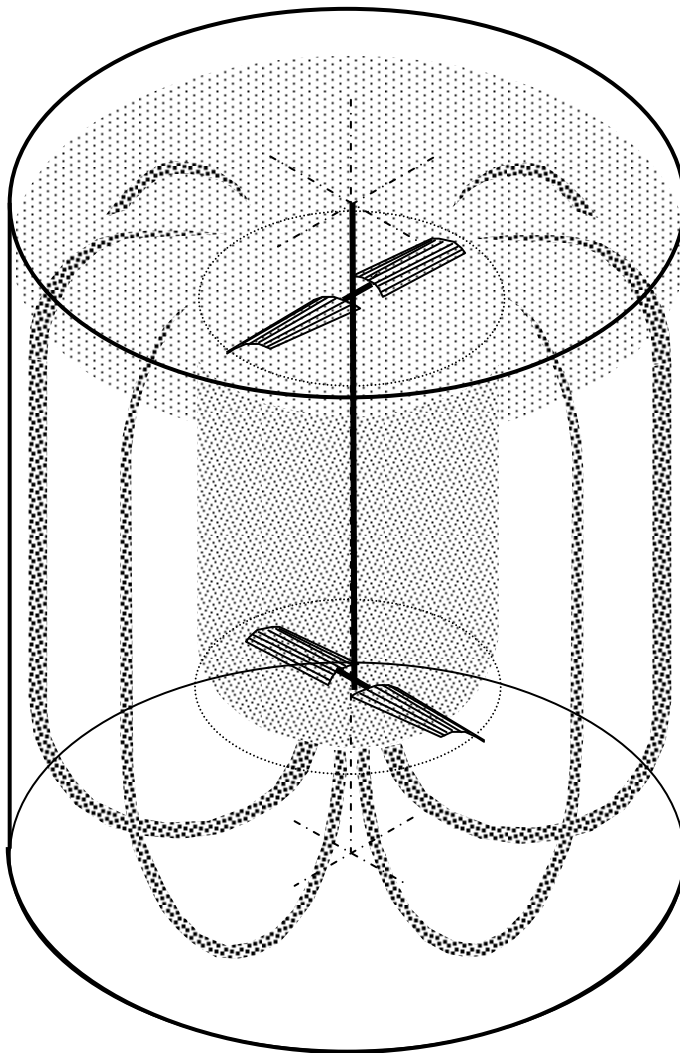
Rührwerk



3. Fermenterbauarten, Rührwerke



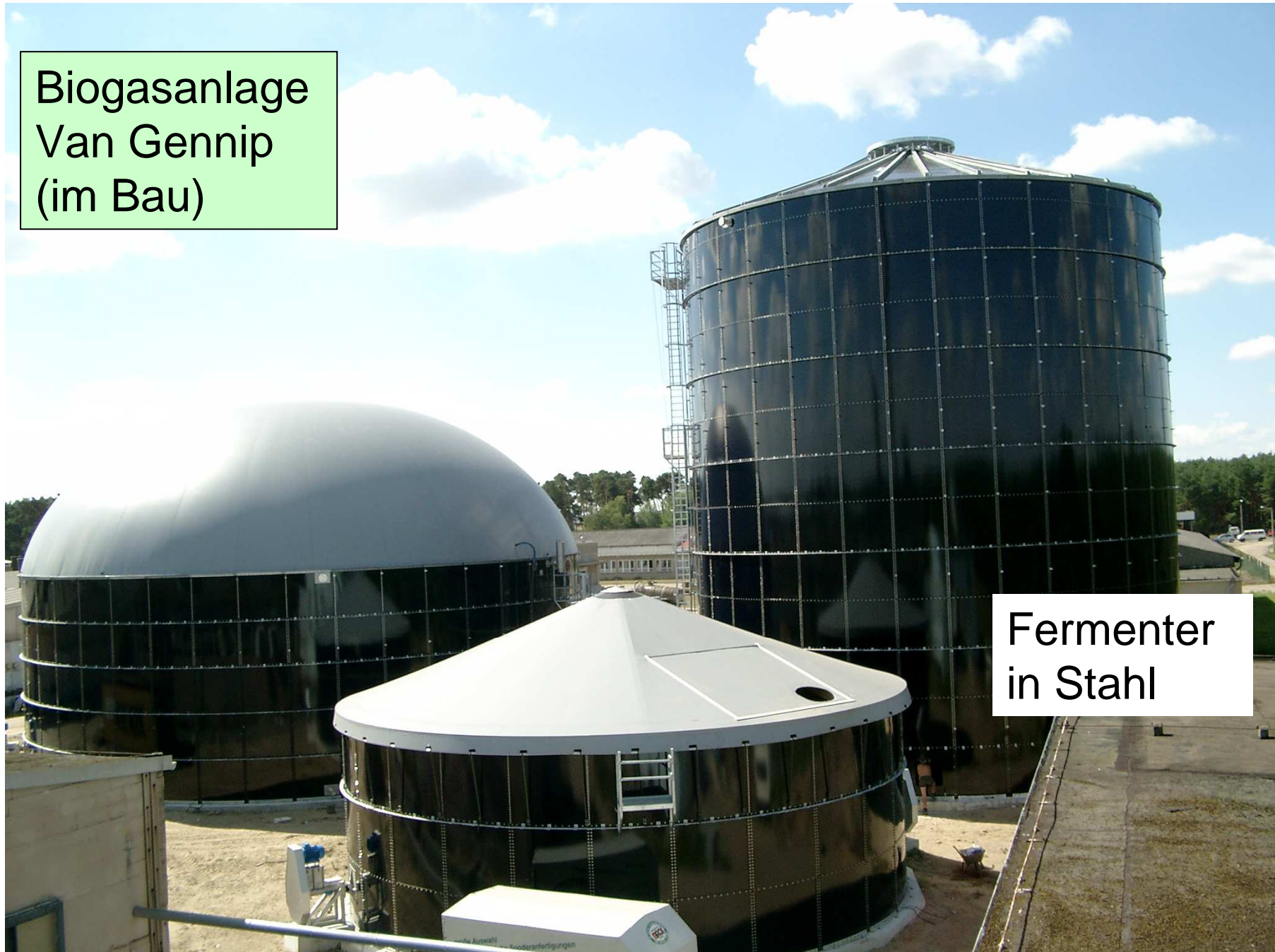
Krieg & Fischer Ingenieure GmbH



Biogasanlage Todendorf



Biogasanlage
Van Gennip
(im Bau)



Fermenter
in Stahl



Krieg & Fischer Ingenieure GmbH



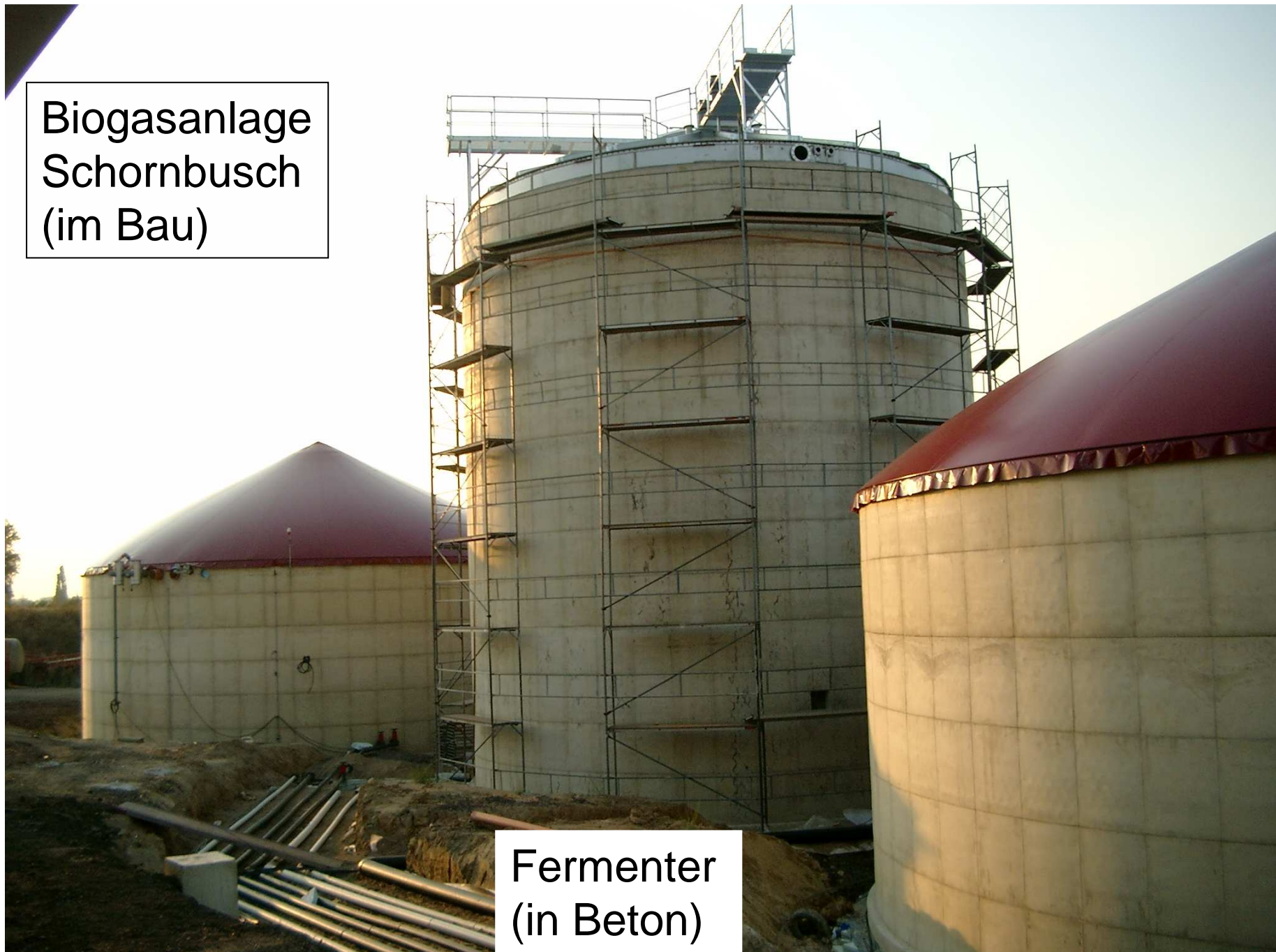
Zentrales Rührwerk



VAN GENNIP

70 000 m³ (lisier de porc)

Biogasanlage
Schornbusch
(im Bau)



Fermenter
(in Beton)









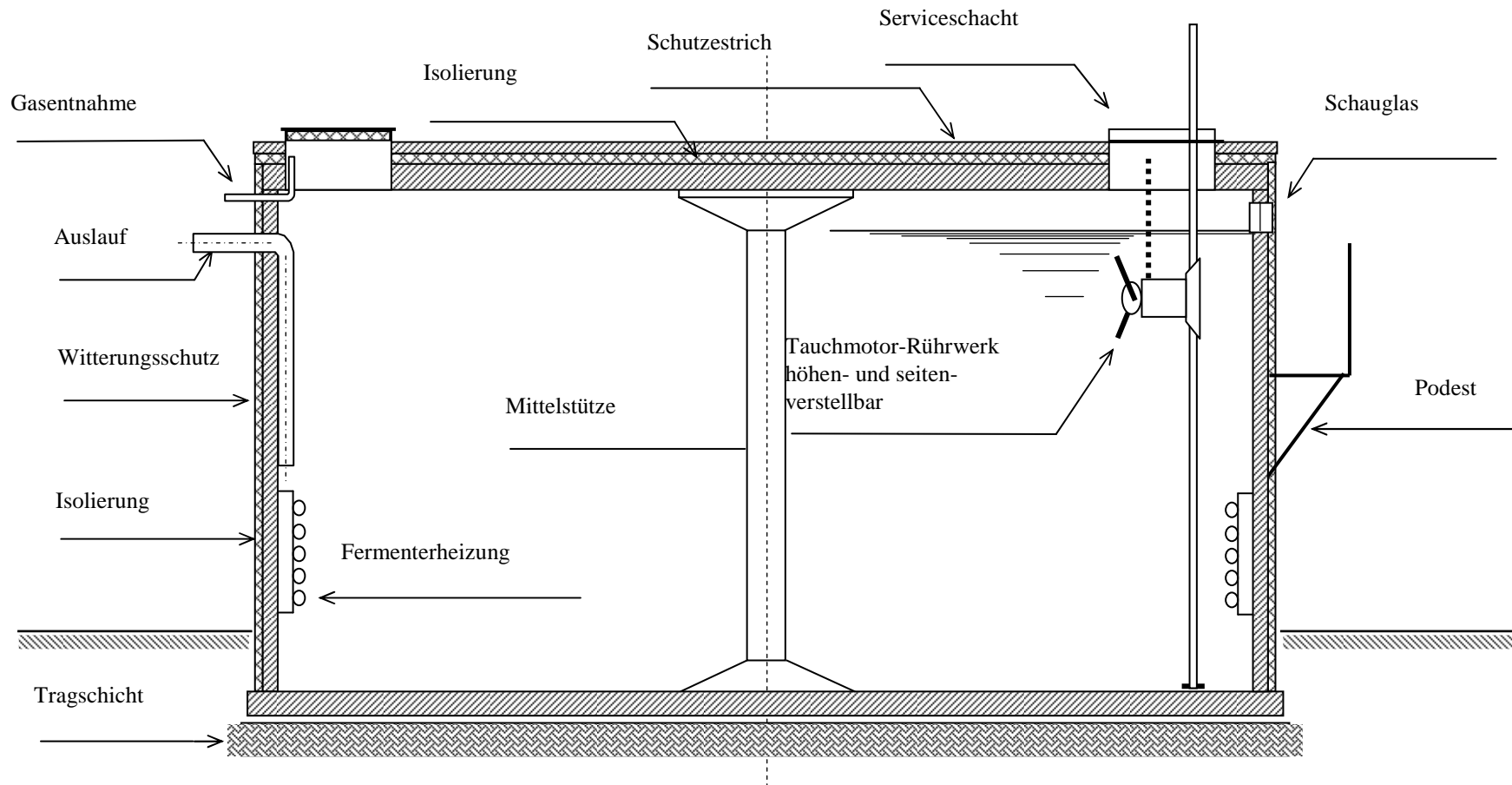


Krieg & Fischer Ingenieure GmbH

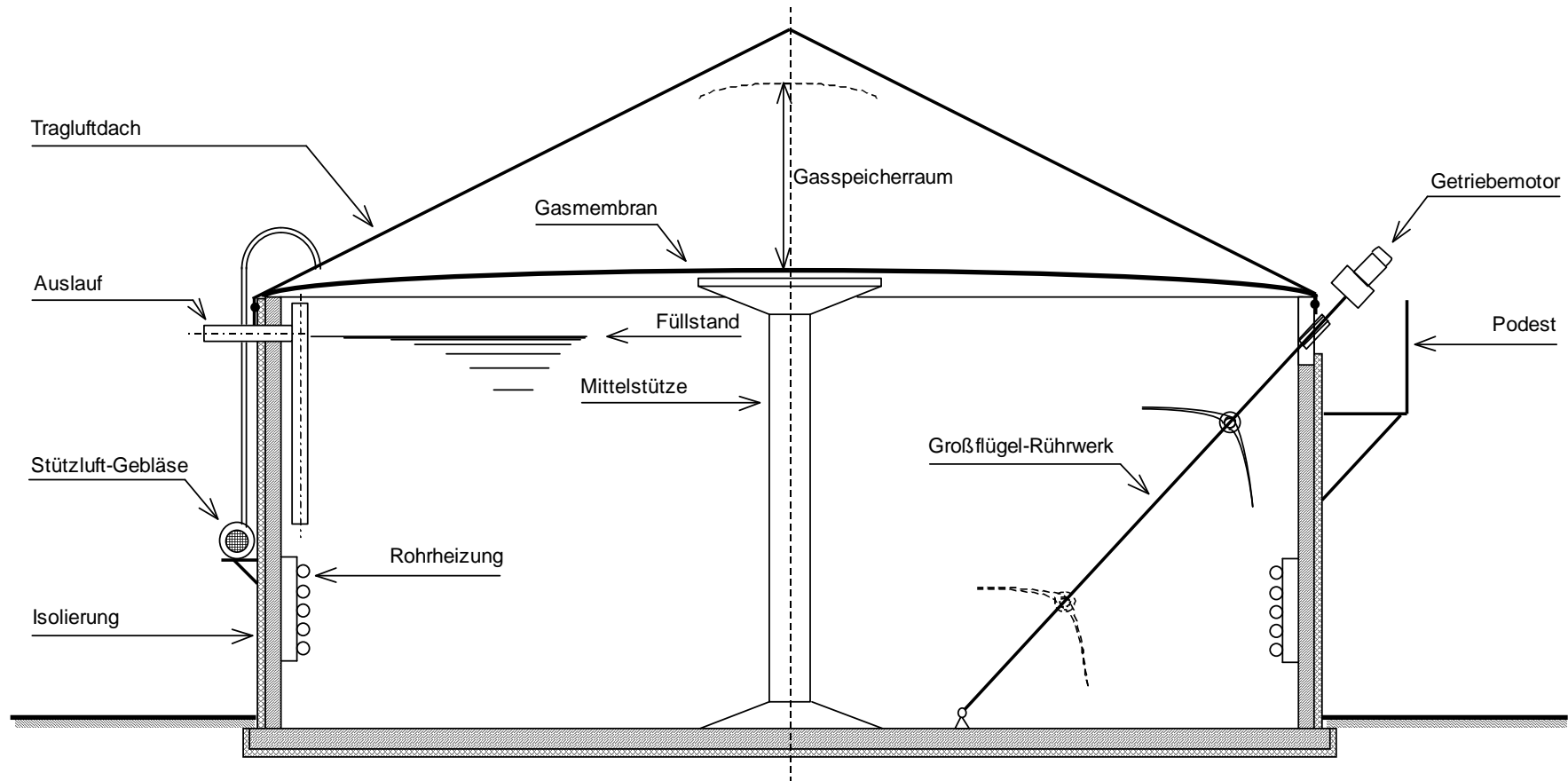
Typischer Biogasfermenter



Krieg & Fischer Ingenieure GmbH



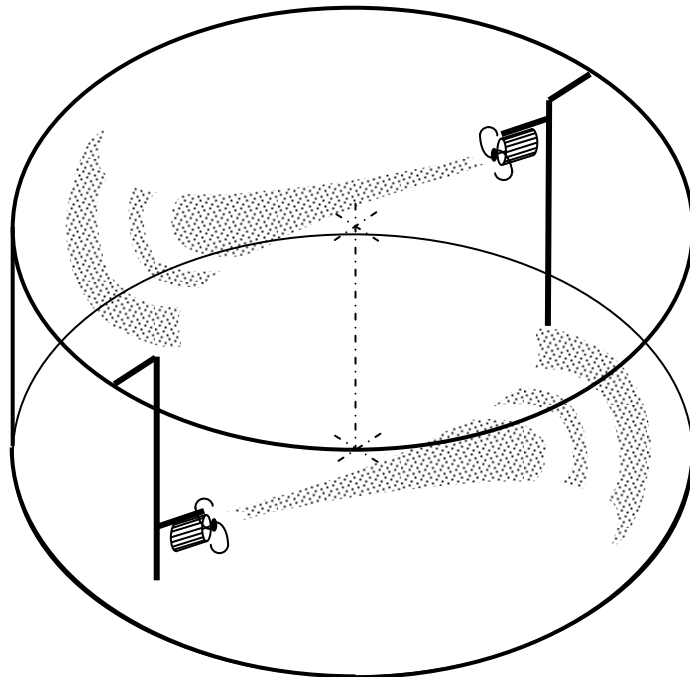
Typischer Biogasfermenter, optimiert



3. Fermenterbauarten, Rührwerke



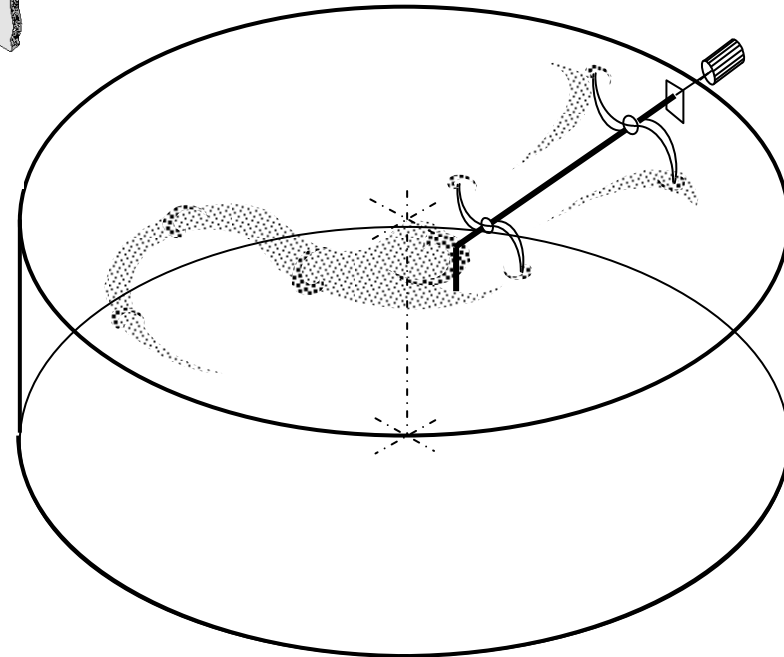
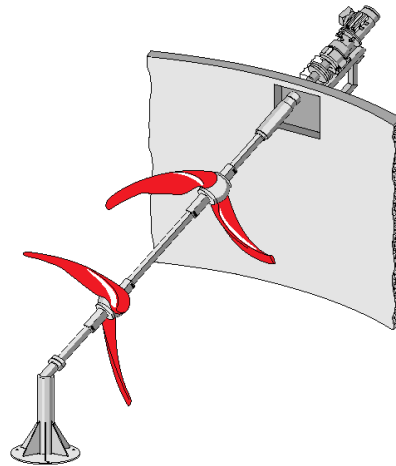
Krieg & Fischer Ingenieure GmbH



3. Fermenterbauarten, Rührwerke



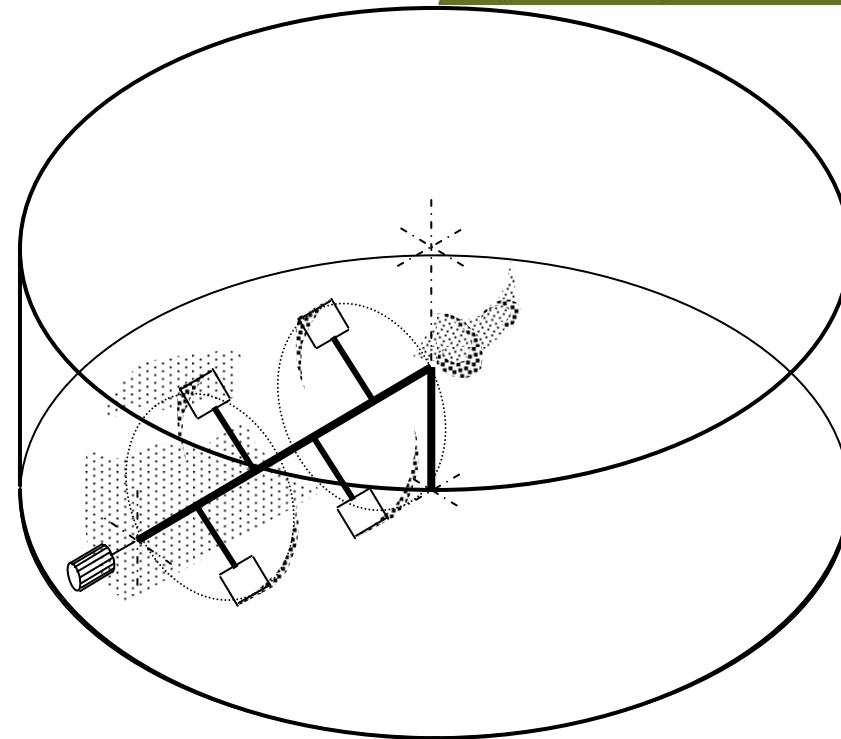
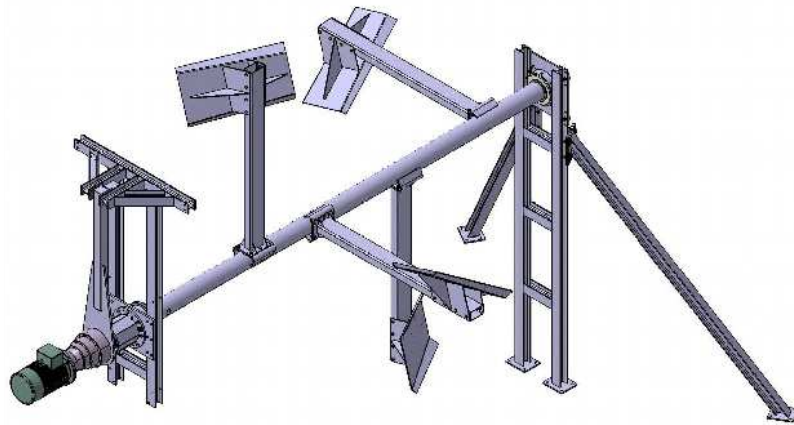
Krieg & Fischer Ingenieure GmbH



3. Fermenterbauarten, Rührwerke



Krieg & Fischer Ingenieure GmbH











Krieg & Fischer Ingenieure GmbH









Krieg & Fischer Ingenieure GmbH



Krieg & Fischer Ingenieure GmbH



Krieg & Fischer Ingenieure GmbH









Krieg & Fischer Ingenieure GmbH



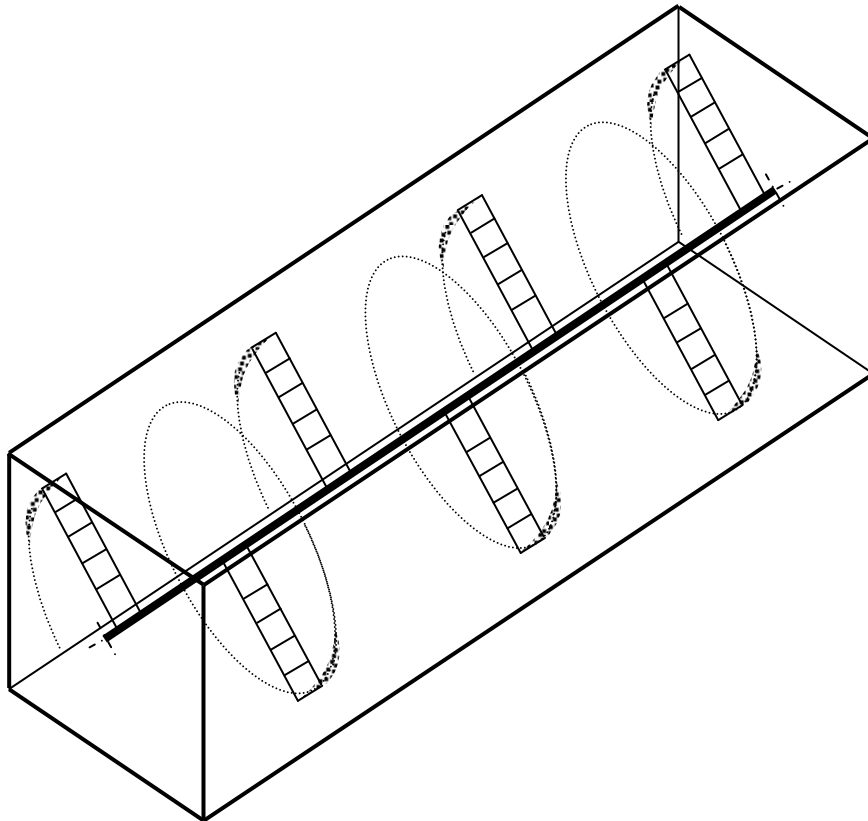
Biogasanlage
EGGERT, Bornhöved



3. Fermenterbauarten, Rührwerke

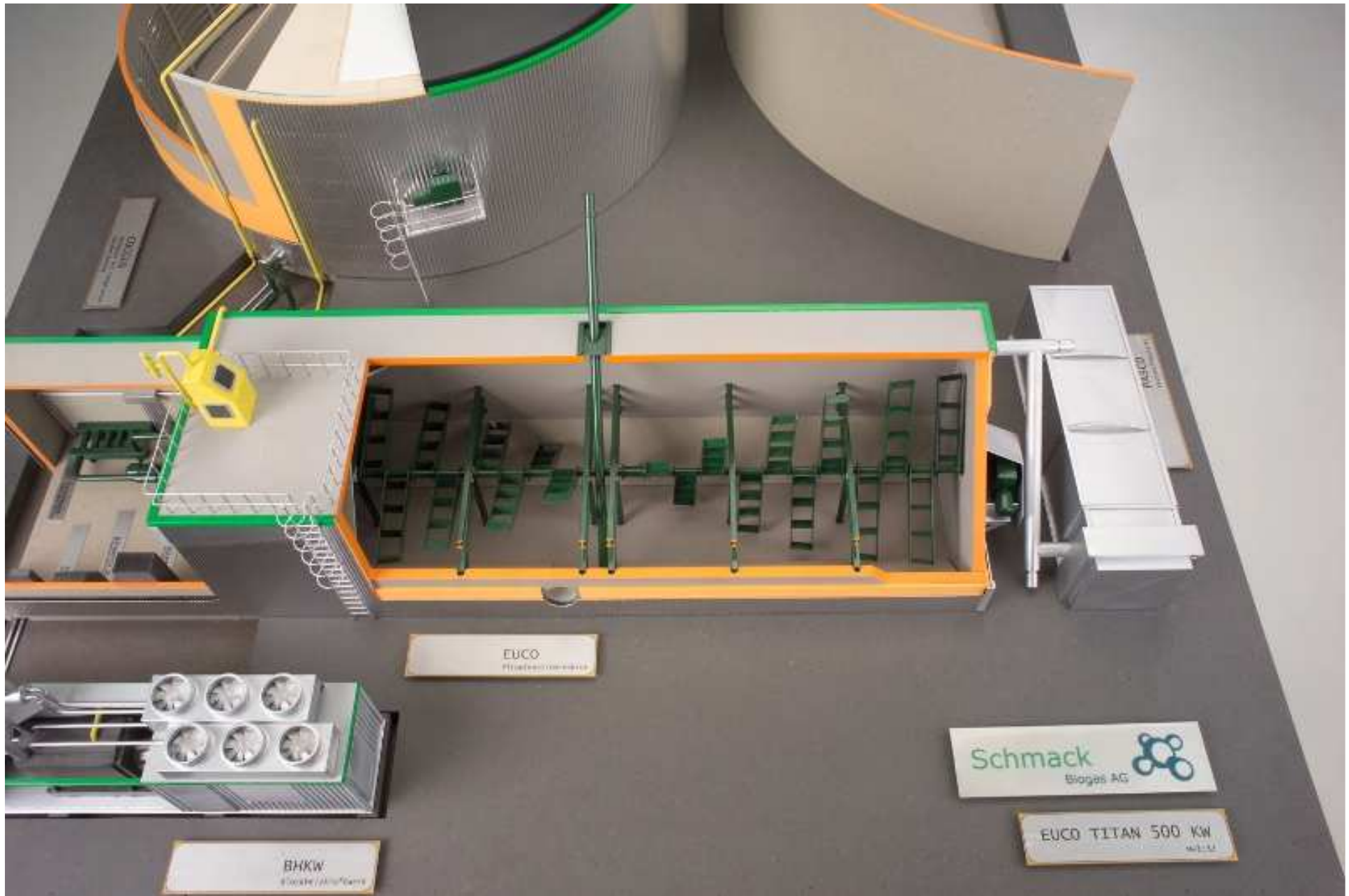


Krieg & Fischer Ingenieure GmbH

















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

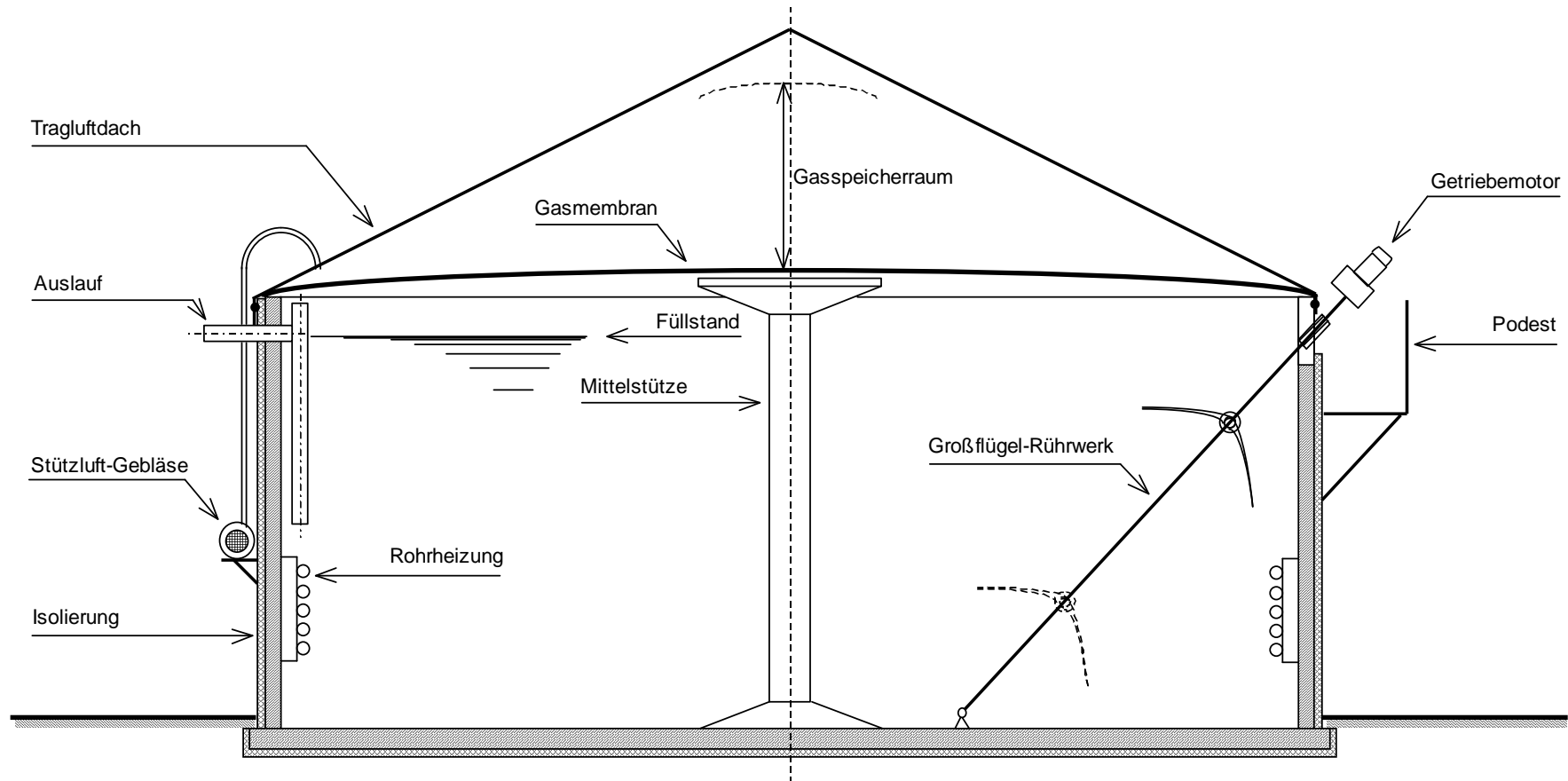
Planung von Biogasanlagen III

- ⇒ mesophile oder thermophile Prozesstemperatur
- ⇒ ein- oder zweistufiger Prozess
- ⇒ Art der Durchmischung
- ⇒ Art des Wärmeeintrags

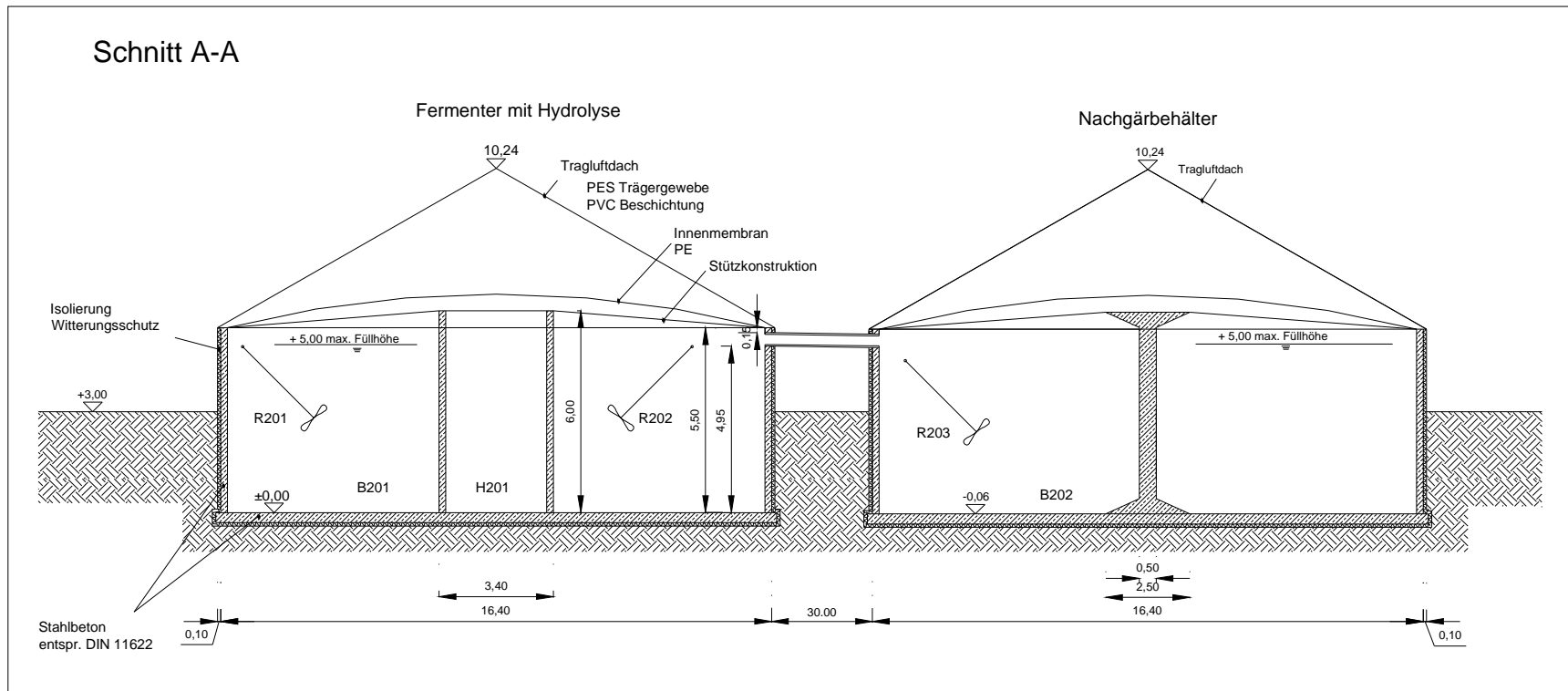


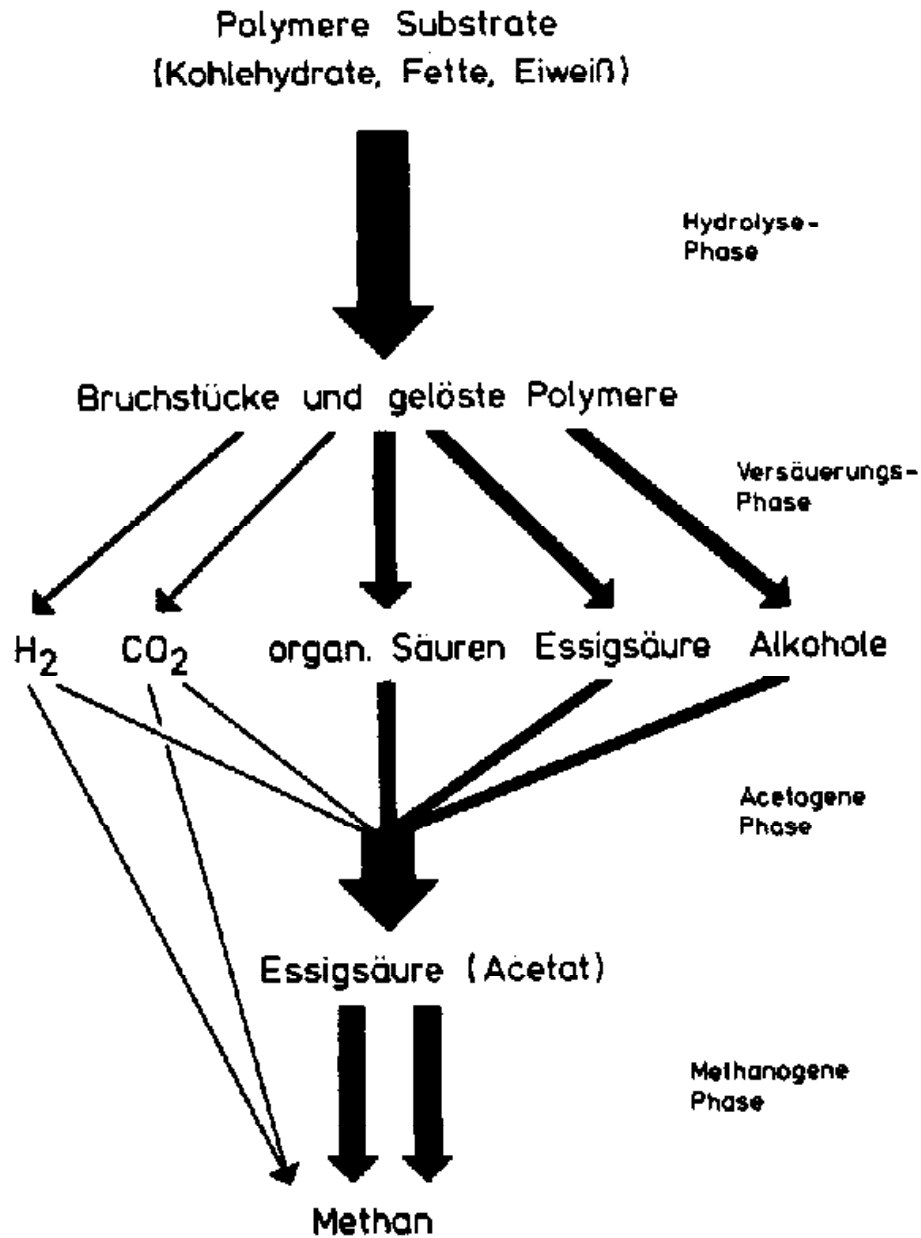


Typischer Biogasfermenter, optimiert



Schnitt A-A



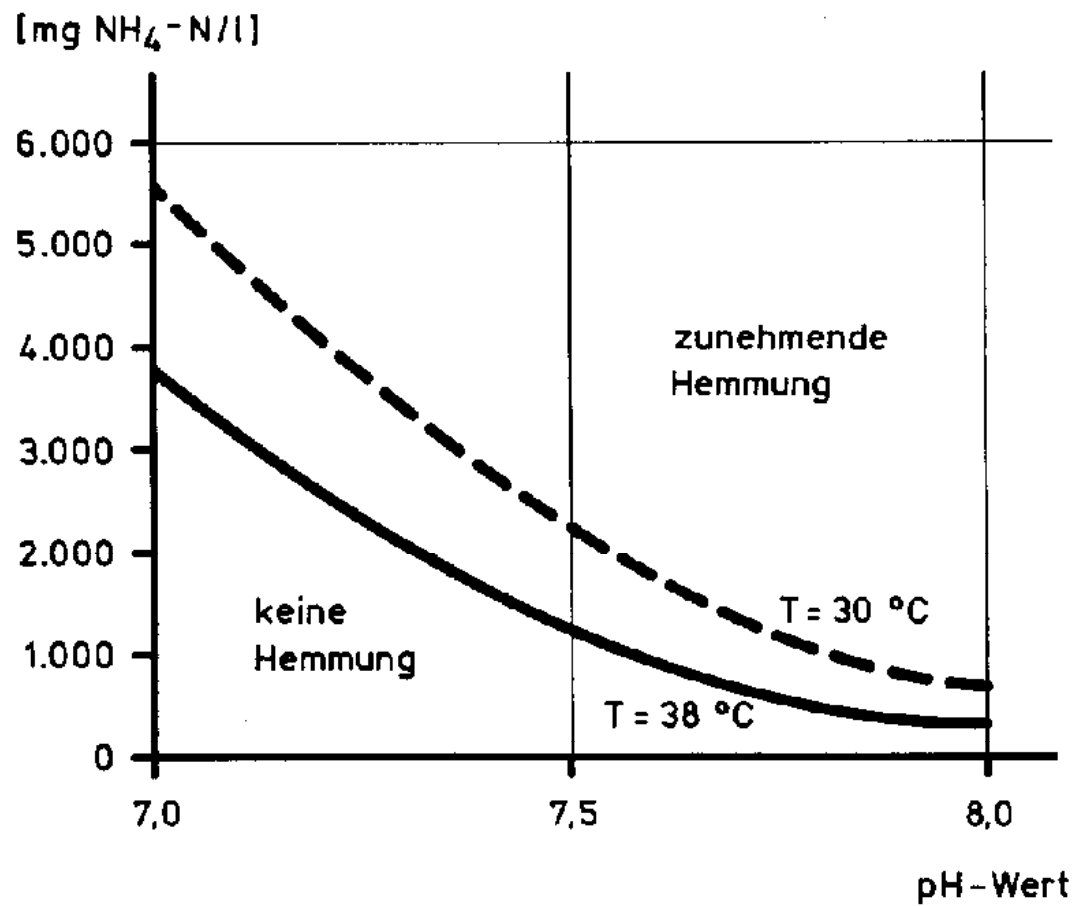


Reaktionsschema des anaeroben Abbaus

Hemmung 1: Stickstoff (NH₃/NH₄⁺)



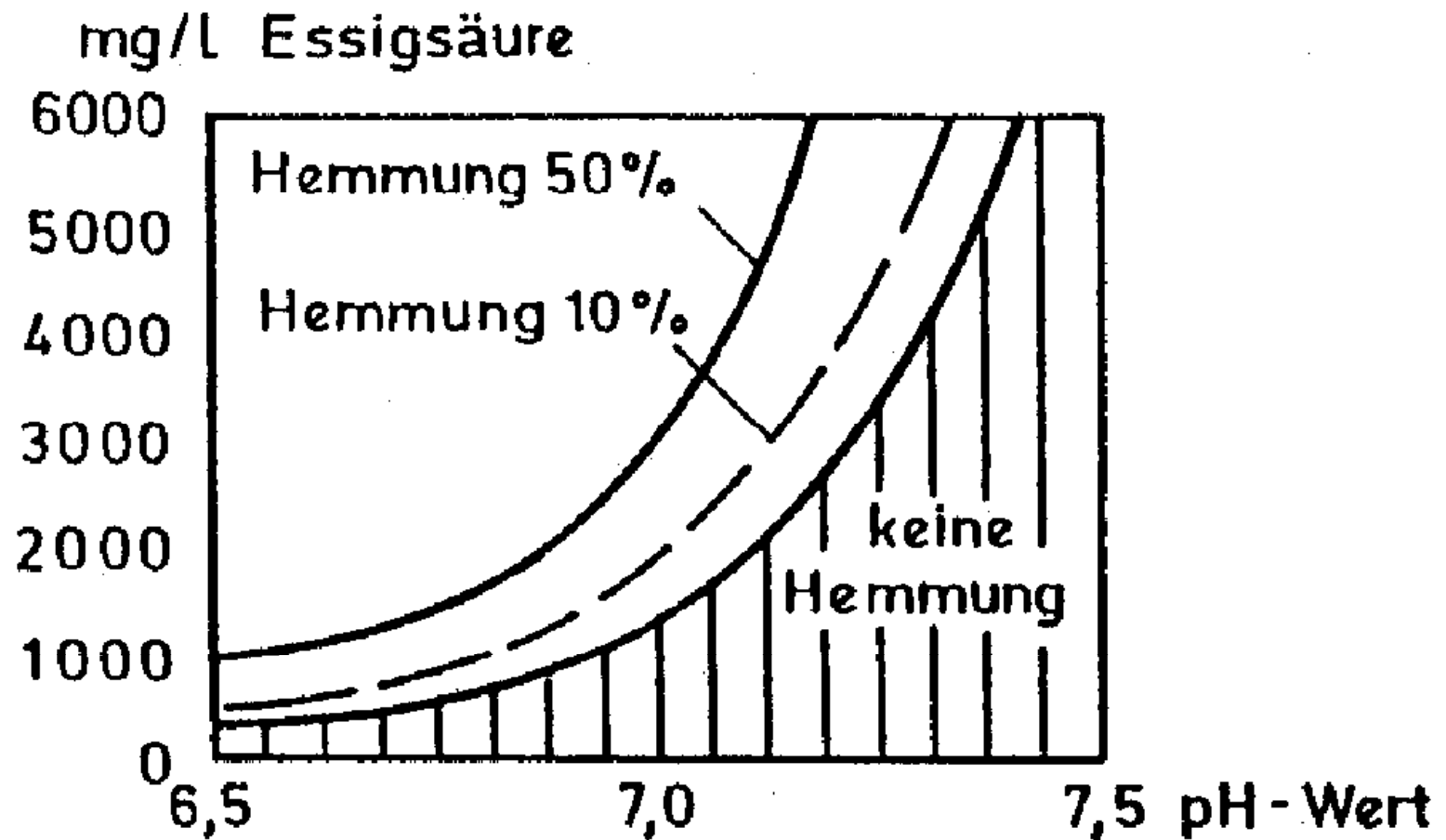
Krieg & Fischer Ingenieure GmbH



Hemmung 2: organische Säuren (Beispiel Essigsäure)



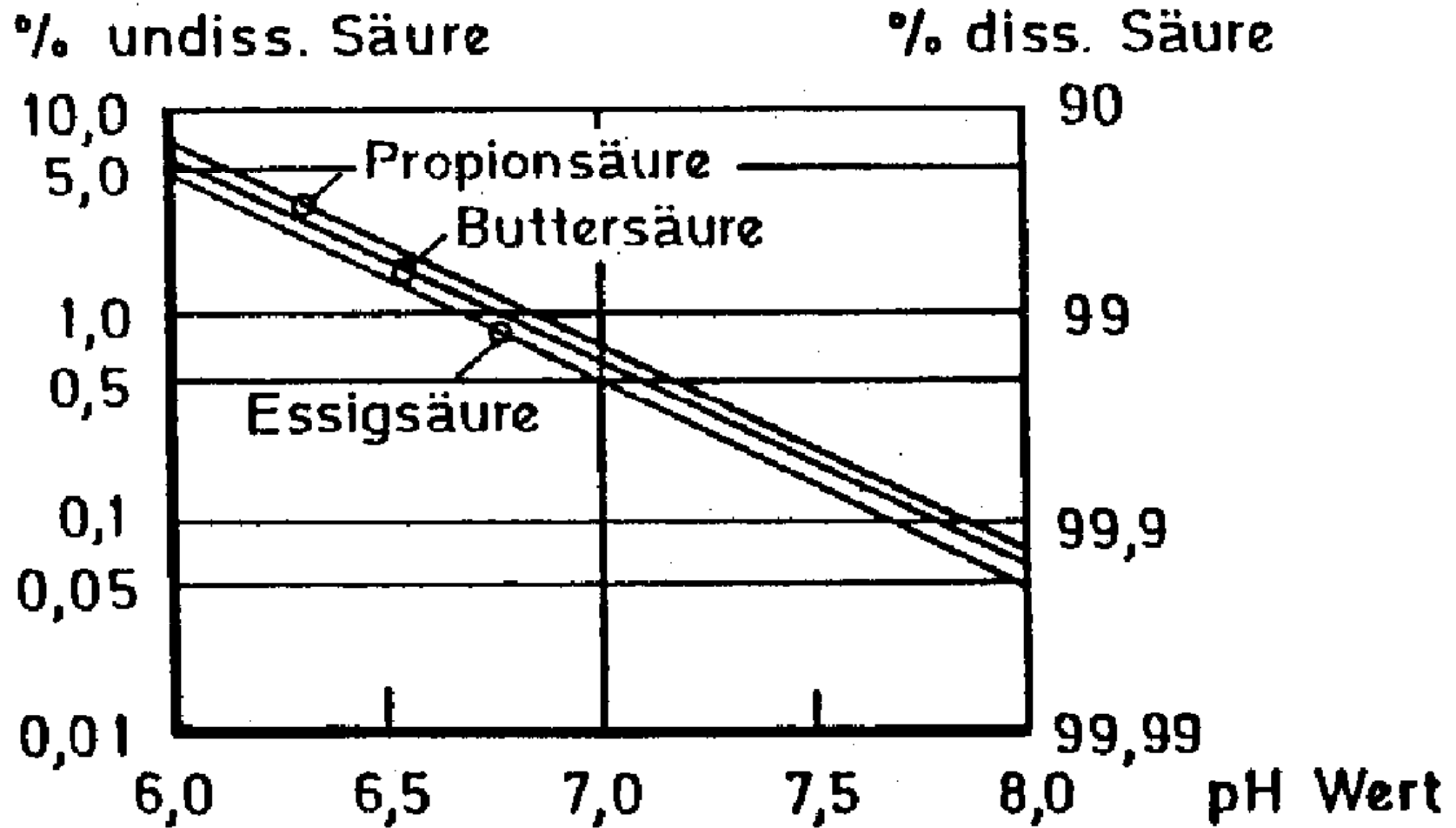
Krieg & Fischer Ingenieure GmbH



Dissoziationsgleichgewicht organische Säuren

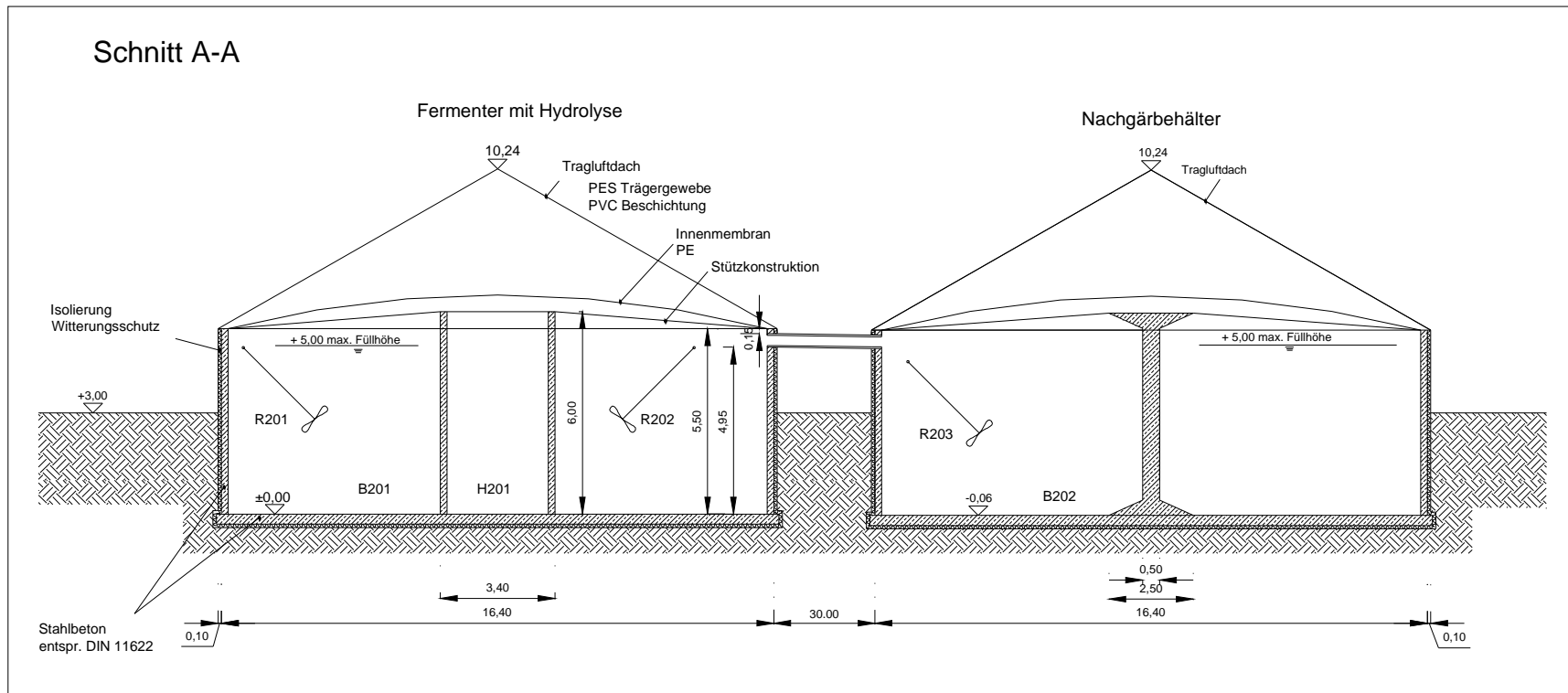


Krieg & Fischer Ingenieure GmbH

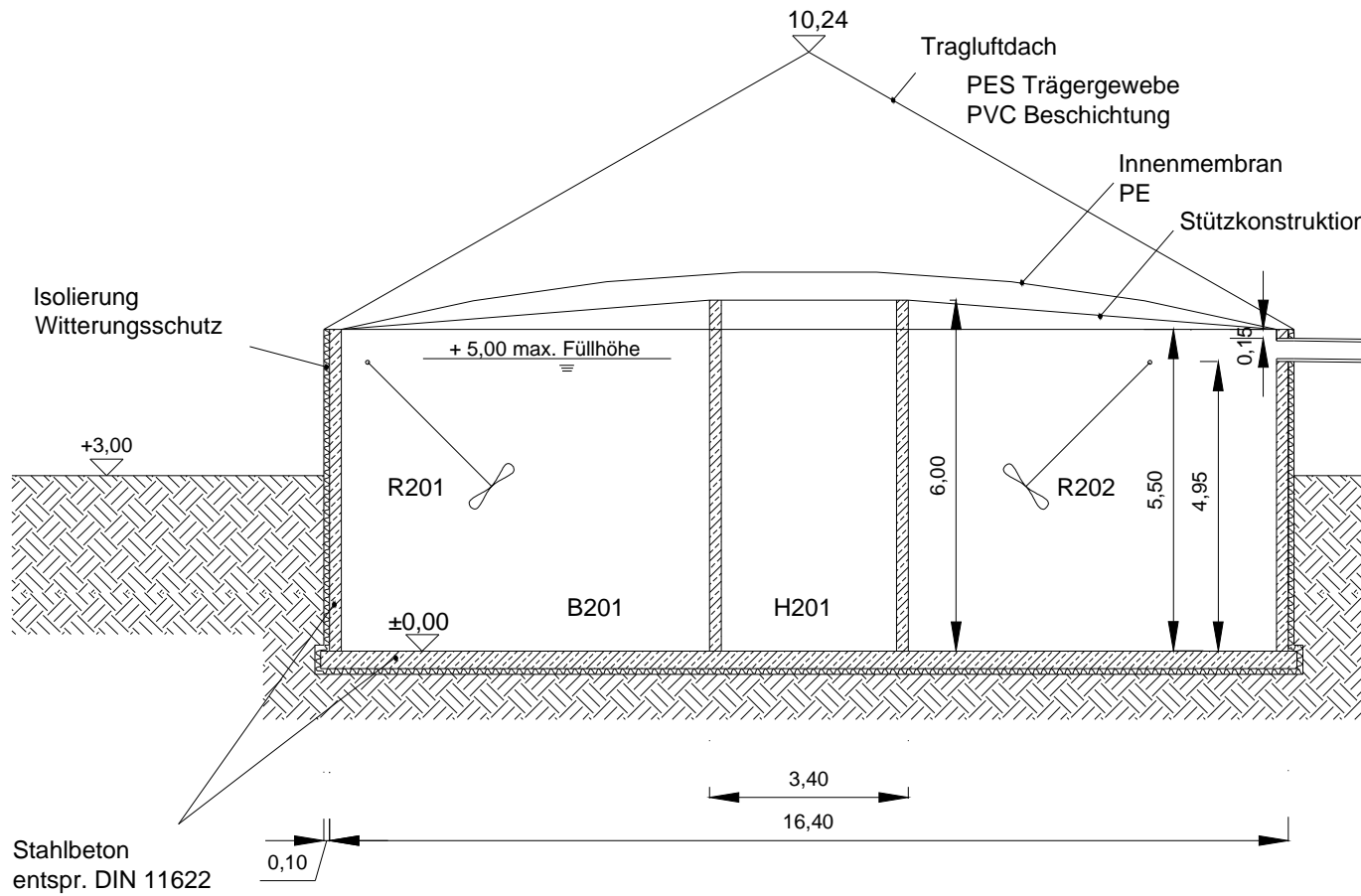




Schnitt A-A



Fermenter mit Hydrolyse



3. Fermenterbauarten, Rührwerke



Krieg & Fischer Ingenieure GmbH

- 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**

Heating technology

Internal Heat Exchanger

Stainless steel or heat resistant PE pipes

→ Temperature differences

→ Difficult maintenance inside the tank



Krieg & Fischer Ingenieure GmbH

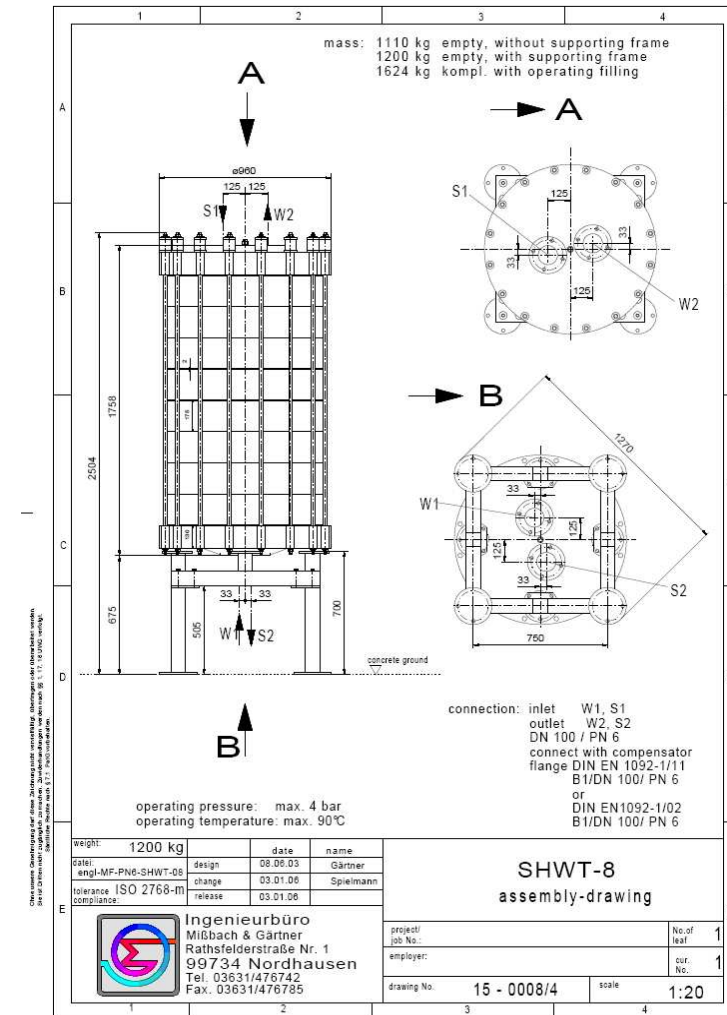




External heat exchanger



Krieg & Fischer Ingenieure GmbH



Heat Exchangers



Krieg & Fischer Ingenieure GmbH

Double-pipe, modular exchangers with easy to open ends



Inland
Empire

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, 4. Dezember 2008, Vorlesung FH Höxter