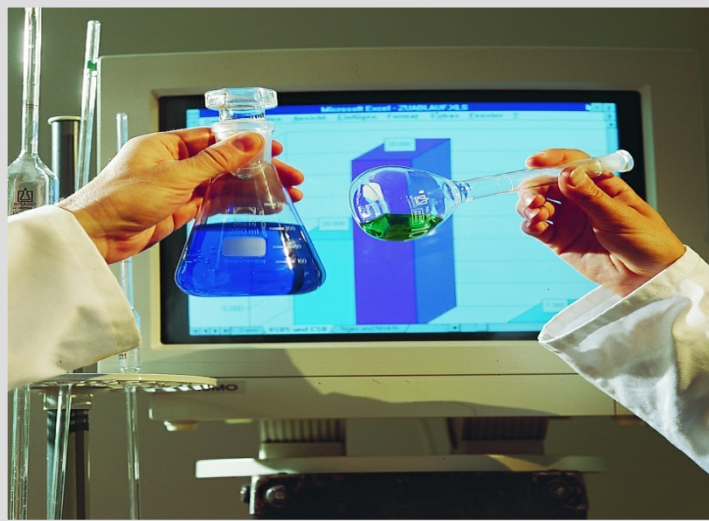


Behandlung von Abwässern und Reststoffen aus der Biogaserzeugung

Dr.-Ing. Bernd Fitzke



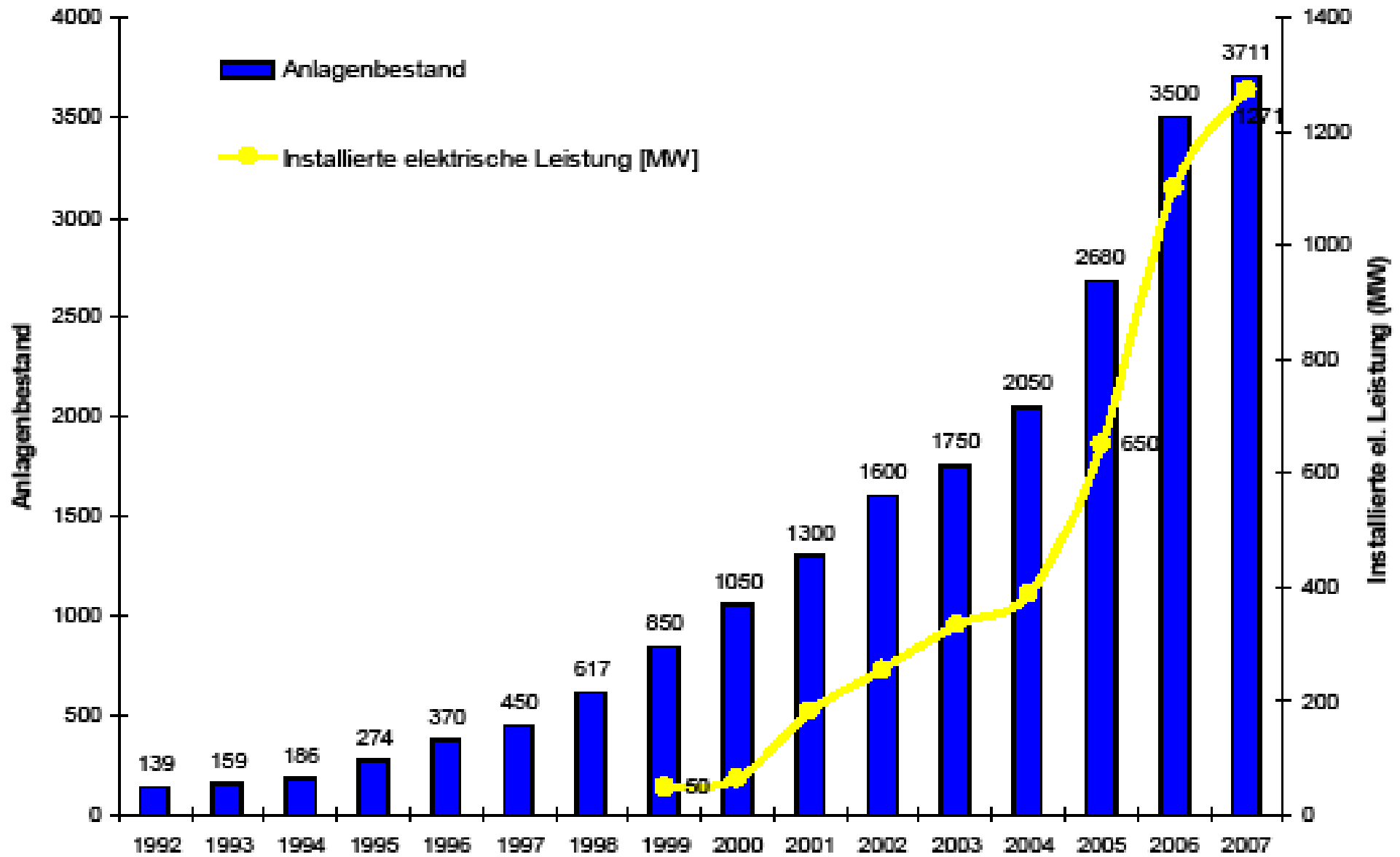


Firmen – Steckbrief

- 150 Jahre Firmentraktion, aktiv im Bereich Abwasserbehandlung seit 1980
- Pioniere bei der technischen MBR Anwendung (erste MBR Anlage 1991)
- ~60 Mitarbeiter europaweit
- Tochtergesellschaften in Großbritannien und Spanien
Kooperationspartner und Lizenznehmer in Thailand, China, Indien, Russland, Frankreich, Brasilien
- Abwasserbehandlungsanlagen für die Industrie, für Deponiesickerwasser und Bunkerwasser, MBA-Anlagen, etc.



Biogasmarkt in Deutschland





Reststoffe aus der Biogaserzeugung - Gärreste -

- Biogas-Markt wächst beständig, Anlagengrößen nehmen zu
- Eine durchschnittliche Biogasanlage (500 kW_{el} NaWaRo) produziert mehr als 10.000 t/a Gärreste, die idR. zu über 90% aus Wasser bestehen
- **ABER:** Verwendung der Gärreste ist häufig ein ungelöstes Problem speziell bei zunehmender Anlagengröße oder besonderen Substraten





Gärrestbeschaffenheit

Parameter	Einheit	Konzentration
TR	%	3 – 15
CSB	g/L	22 – 79
BSB ₅	g/L	6 – 15
N _{ges}	g/L	3 – 7
NH ₄ -N	g/L	2 – 7
P _{ges}	g/L	1,0 – 2,5
Kalium	g/L	0,8 – 4,2
Viskosität	mPas	4 – 15
LF	mS/cm	20 – 30



Möglichkeiten der Gärrestverwertung I

- Gärresteverwertung durch **unmittelbare Ausbringung**
Einfachste Art der Verwertung von Gärresten zur Düngung
landwirtschaftlicher Flächen
- ✘ Ausbringung muss an Witterung und Bedarf der Kulturen angepasst werden
⇒ Zwischenlagerung auf Biogasanlage erforderlich
(Lagerkapazität von mind. 6 Mon und Emissionskontrolle von Klimagasen
wie Lachgas und Methan → Kosten)
- Kosten Gärrestausbringung > Düngewert
ab Transportentfernung von 5 – 10 km**
- ✘ überregionaler Ursprung der Substrate macht Rückführung der Nährstoffe
nicht möglich, die Nährstofffracht übersteigt häufig die Aufnahmekapazität
umliegender landwirtschaftlicher Flächen.
- ✘ Je nach Ursprung der Reststoffe sind die Absatzmöglichkeiten der Gärreste
als Dünger durch eine Vielfalt rechtlicher Vorgaben (Düngemittelrecht,
Bioabfallverordnung und hygienerechtliche Vorschriften) begrenzt



Möglichkeiten der Gärrestverwertung II

- Gärresteverwertung durch **Aufbereitung**
 - Einsparung von Ausbringungskosten / Erhöhung der Transportwürdigkeit
 - Verfrachtung bzw. „Export“ von Nährstoffen
 - Düngerverkauf und Komposterzeugung
 - Nährstoffentlastung der Flüssigphase
 - Vermeidung flüchtiger Luft- und Atmosphärenschadstoffe
 - Abbau geruchsintensiver Komponenten
 - Inaktivierung von Krankheitskeimen und Unkrautsamen



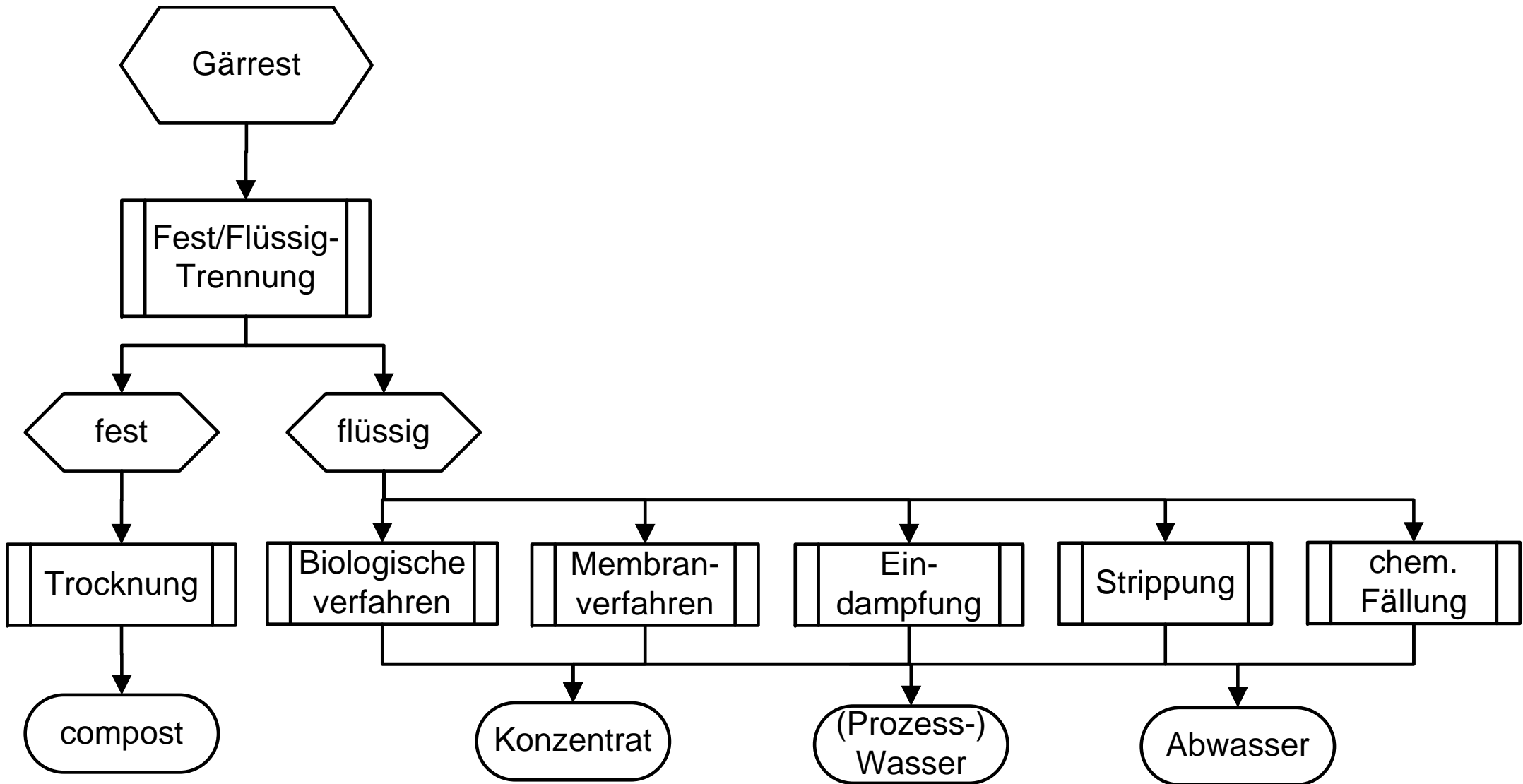
Wege der Gärresteaufbereitung

- **Teilaufbereitung:**
Feststoffabtrennung (Fest/Flüsig-Trennung ohne weitere Behandlung der Flüssigphase)
 - Trocknung der Festphase (z.B. Bandrockner)
 - Kompostierung der Festphase

- **Vollaufbereitung:**
Feststoffabtrennung (Fest/Flüsig-Trennung mit nachfolgender Behandlung der Flüssigphase)
 - Membranverfahren
 - Eindampfung
 - Strippung
 - ...



Prozessübersicht zur Gärrestaufbereitung





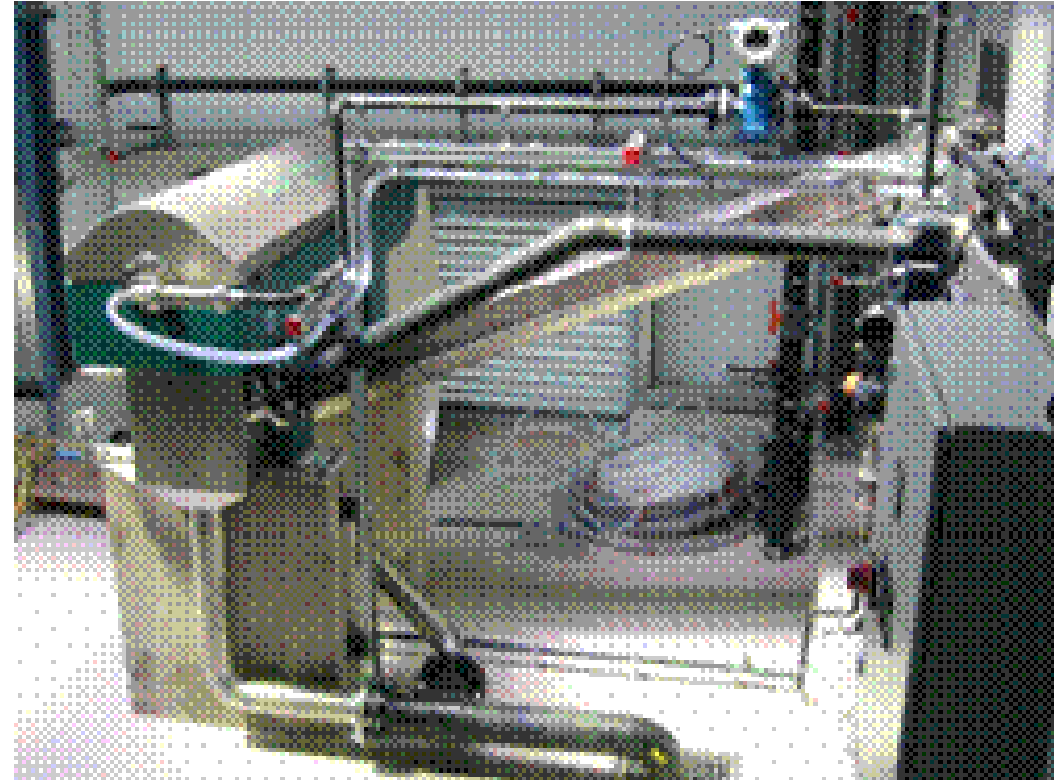
Prozesse zur Gärrestaufbereitung I



Zentrat (li.) und Konzentrat (re.) nach der Separierung

■ Mechanische Separierung

- Pressschneckenseparatoren und Dekanterzentrifugen
- ca. 90% des Stickstoffs verbleiben in der Flüssigphase
ca. 70% des Phosphats verbleibt in der Festphase
- Trocknung oder Kompostierung des Feststoffanteils möglich
- Rückführung der Flüssigphase zur Einstellung des TS-Gehalts möglich

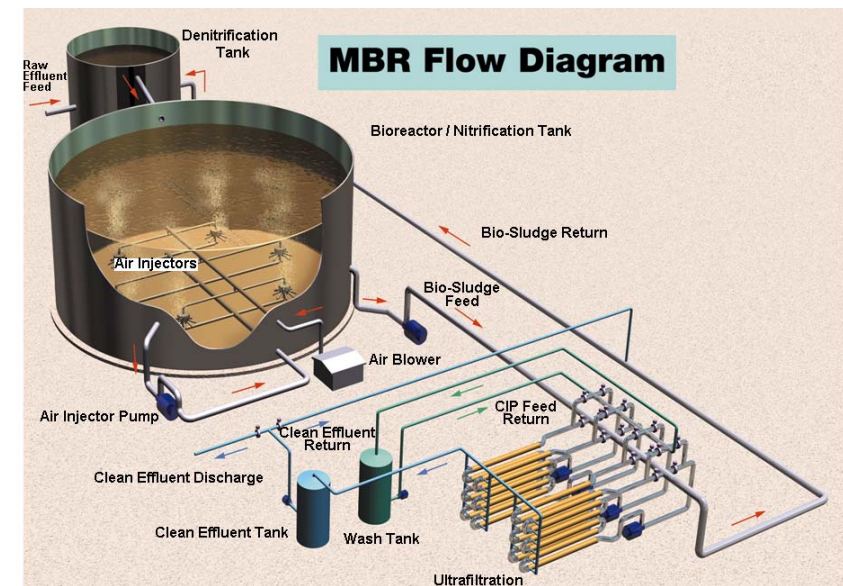


Dekanter, Fa. WEHRLE (GEA)



Prozesse zur Gärrestaufbereitung II

- Aerobe biologische Reinigung
 - SBR oder MBR
 - als Vorkonditionierung oder mit anderen Verfahren (z.B. RO) anwendbar
 - ausreichende Dimensionierung der Anlage (Feststoffe, Stickstoff!!!)
 - sehr kostenintensive Technologie (Schlamm, Energie!!!)





Prozesse zur Gärrestaufbereitung III

- Membranverfahren
 - Mikro- oder Ultrafiltration
 - keine „stand alone“-Technologie sondern Vorkonditionierung bzw. in Kombination mit anderen Verfahren (z.B. RO)
 - gute Reinigungsleistung, wenig Chemie
 - rel. hoher elektrischer Energieeinsatz
 - Umkehrosmose
 - keine „stand alone“-Technologie, nur in Kombination mit anderen Verfahren (z.B. MF/UF)
 - sehr gute Reinigungsleistung, einleitfähiges Wasser und Nährstoffkonzentrat als Produkte



Ultrafiltration, Fa. A3



Ultrafiltration + RO, Wehrle



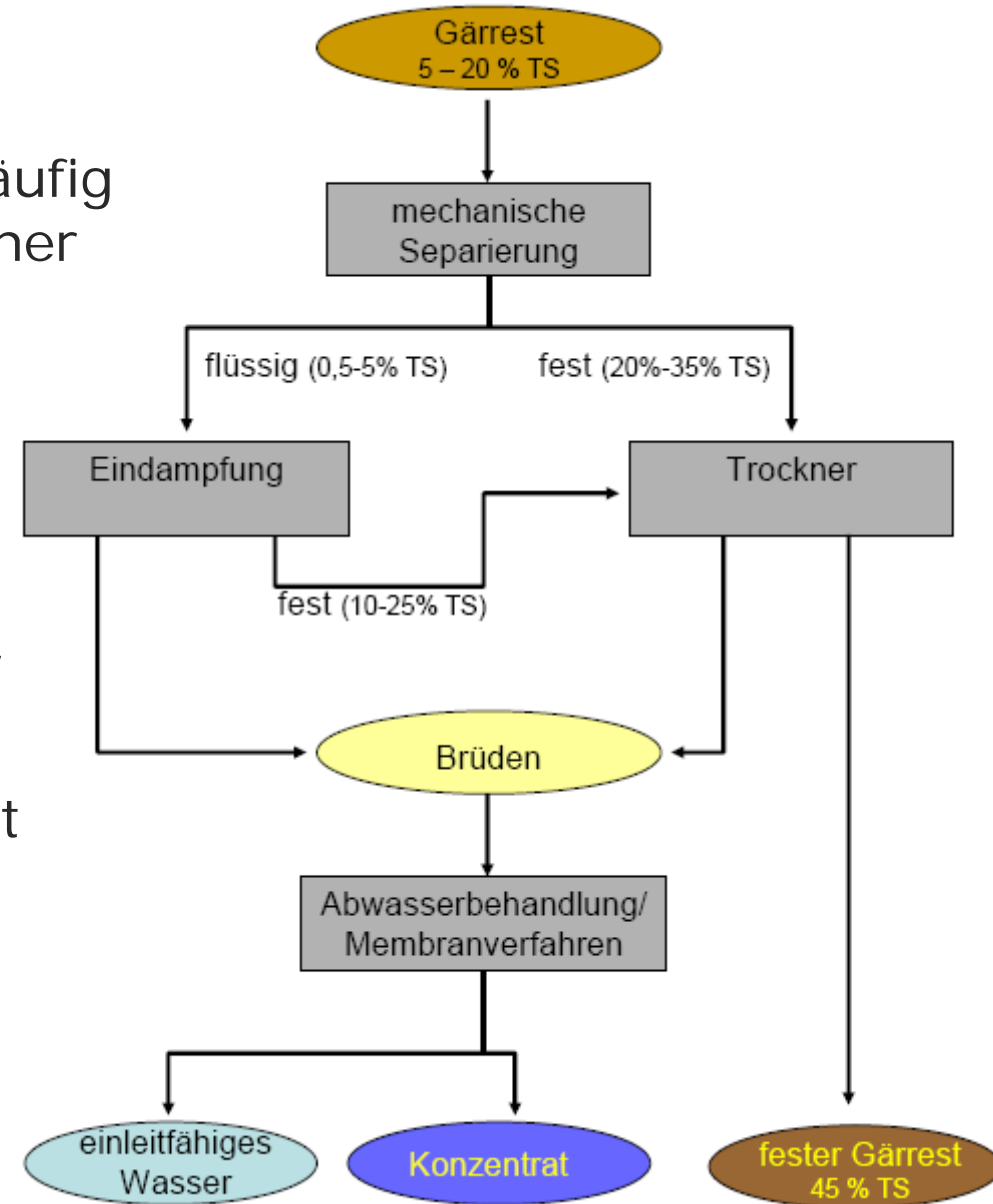
Prozesse zur Gärrestaufbereitung IV

■ Trocknung

- Abwärme der BHKW nutzbar, liefert häufig jedoch nur 50% des Wärmebedarfs einer Trocknung
- stark belastete Trocknungsabluft

■ Verdampfung / Eindampfung /

- Wärmebedarf der Verdampfung durch erhöhten techn. Aufwand verringerbar
- Nährstoffreiches Konzentrat und Kondensat (ca. 70%) wird erzeugt
- Kondensate erreichen nicht die Anforderungen an eine Einleitung, → Verfahrenskombination z.B. biol. Reinigung oder RO





Prozesse zur Gärrestaufbereitung V

- Strippung, Stickstoffrückgewinnung
 - Feststoffgehalt erfordert hohen apparativen und betrieblichen Aufwand
 - Dampfstrippung
 - Erzeugung von Ammoniakwasser (Starkwasser) >20 N-Gehalt
 - hoher Energieaufwand (Dampferzeugung)
 - Luftstrippung
 - Erzeugung von Ammoniumsulfat-Lösung (ASL) bis 8% N-Gehalt
 - hoher Aufwand an Chemikalien (H_2SO_4 , NaOH) erforderlich



Luftstrippungsanlage, Fa. RVT



Prozesse zur Gärrestaufbereitung VI

- Weitere Verfahren
 - Chem. Fällung zur Gewinnung von Phosphatdünger (MAP/Struvit)
 - einfaches und betriebsicheres Verfahren
 - erhöhter Chemikalienbedarf (Mg-Salz)
 - Stickstoffreduktion nicht relevant (nur Teilaufbereitung), keine
 - Thermo-chemische Pyrolyse
 - Pyrolyse von getrocknetem Gärrest
 - Erzeugung von „Schwachgas“ zur Nutzung im BHKW
 - ...



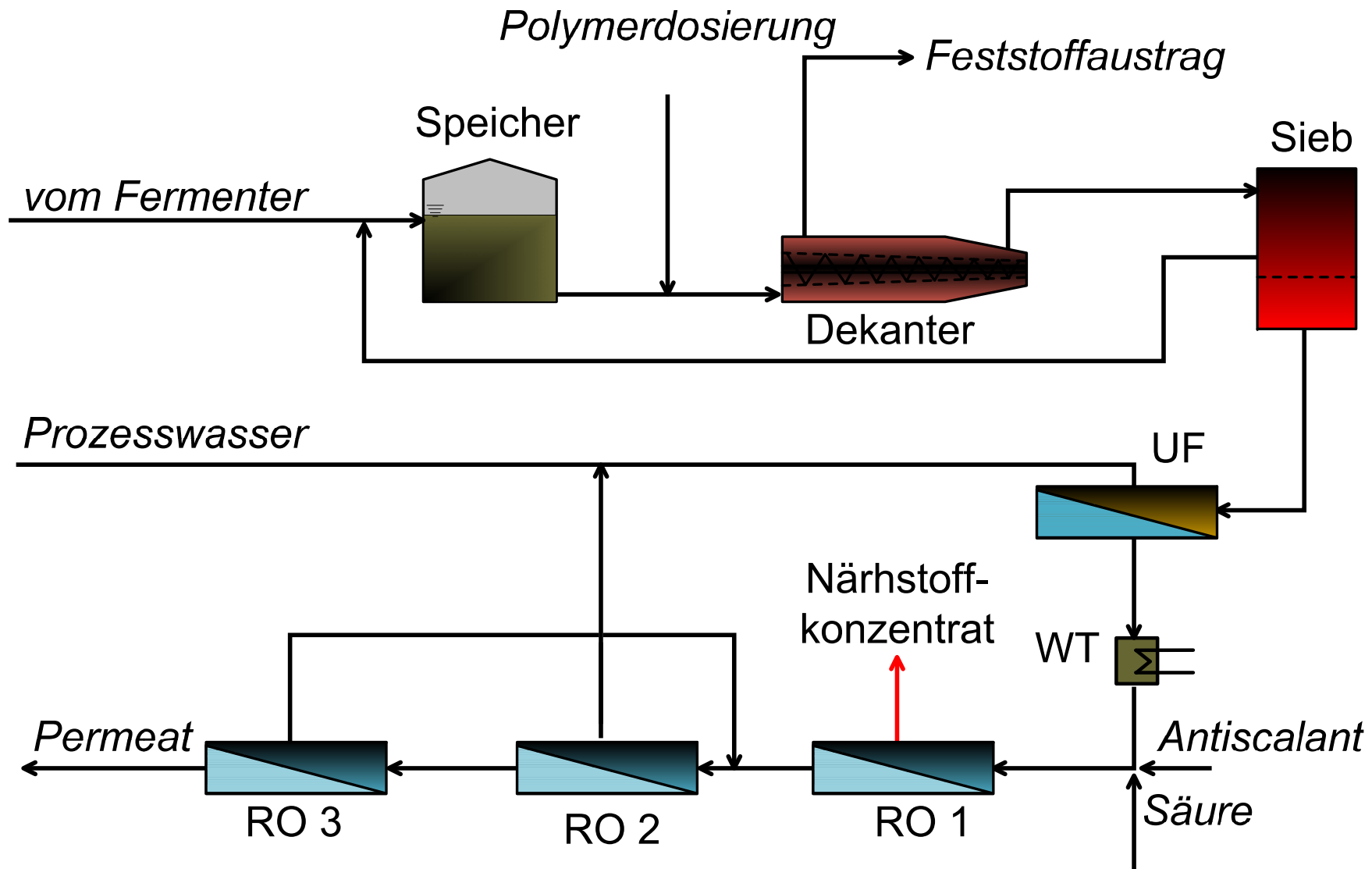
Pilotversuche zur Gärrestebehandlung

- Pilotversuche zur Gärrestbehandlung an einer Biogasanlage zur Bio-Abfall-Vergärung (mbw) (ca. 25.000 to/a)
- Anaerobe Vergärung mit Kompostierung des entwässerten Gärrests
- Biogasmenge: ca. 50-130 m³/t(mbW)
elektrische Energie: ca. 250-280 kWh/t(mbW)
verfügbare Wärme: ca. 350 kWh/t(mbW)



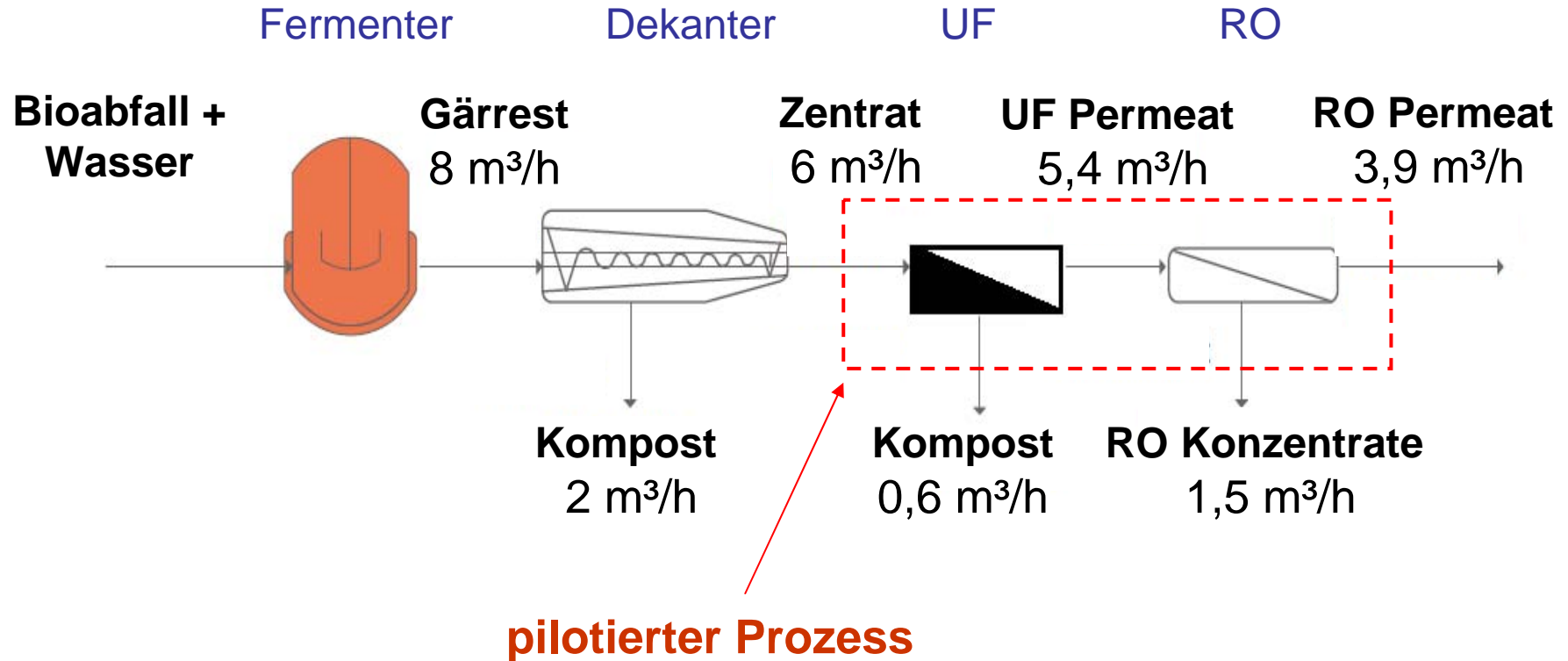


Prozess zur Gärrestebehandlung (WEHRLE)



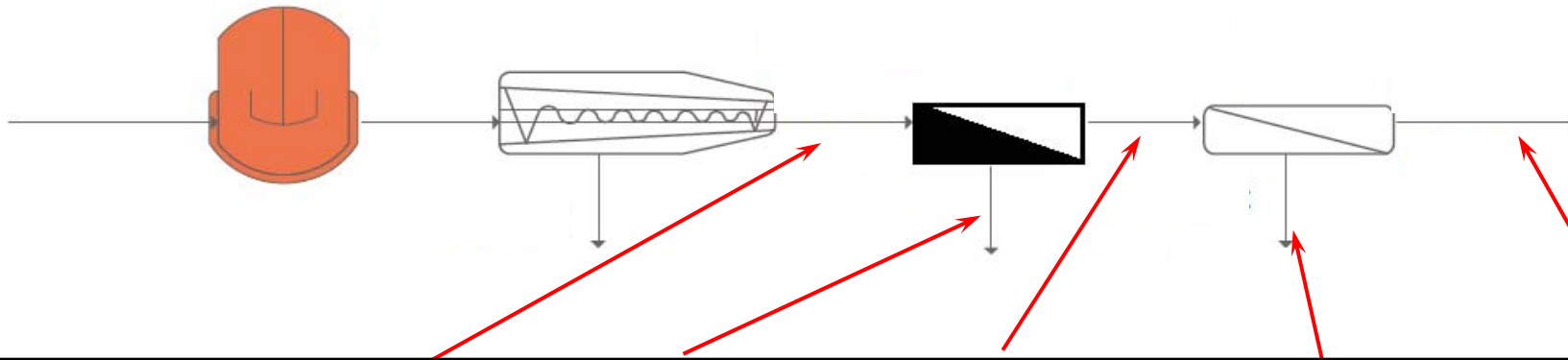


Massenbilanz Gärrestebehandlung





Stoffstromzusammensetzungen Gärrestebehandlung



parameter	Dekanter centrate	UF- retentate	UF- permeate	RO- conc.	RO- permeate
AFS g/l	3,5	35	0	0	0
Lf mS/cm	18,8	21	17,7	32,2	0,3
COD mg/l	6.420	38.800	3.420	9.100	85
NH4-N mg/l	1.500	2.500	1.450	3.030	38
Ntot. mg/l	1.610	3.900	2.200	5.240	50
PO4-P mg/l	55	224	19	24	0,1
Ptot. mg/l	58	253	30	55	0,1



Betriebskosten (Energie, Chemikalienverbrauch und Membranersatz)

	Kosten in €/m³
RO Chemikalien (H₂SO₄)	2,66
UF Chemikalien (cleaner)	0,13
RO Energieverbrauch	0,25
UF Energieverbrauch	1,50
RO Membranersatz	0,07
UF Membranersatz	0,13
total	4,74

Keine Abschreibungen oder Kapitaleinstleistungen enthalten



Ergebnisse Gärrestefiltration

- Volumenreduktion des Gärrest-Zentrates um 90%
- Aufgrund des 2-stufigen Filtrationsprozesses (UF + RO) CSB Elimination im Flüssigen Gärrest um 98%
- Netto-Flux der UF von 48 L/(m² h)
- Idealer pH für RO-Betrieb ca. 6,5
- Erzeugung eines Flüssigdüngerkonzentrates
- Permeat der RO erfüllt die Einleitgrenzwerte für Direkteinleitung



Behandlung von Abwässern und Reststoffen aus der Biogaserzeugung

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**

