



Optimierung und Alternativen beim Substratinput und -output

08.02.2019 in Chur

Vakuumverdampfung

Nährstoff-Kreisläufe schliessen!



Inhalt

1. Die Firma
2. Mehrstufige Vakuumverdampfung
3. Totalaufbereitung hin zum Trockenprodukt
4. Variationen der Verdampfer-Technologie
5. Vorteile
6. Referenzen
7. Projekte in Planung/Produktion
8. Fragen

Die Firma

Arnold & Partner AG

www.arnoldbiogastechnik.ch

Hervorgegangen aus



Abteilungen:

- **Landwirtschaft, Biogas & Abwasser:** Anlagebauer & Servicegeschäft, seit 1979
Hauptsächlich in der Schweiz
- **Thermische Verfahrenstechnik:** Vakuumverdampfer, seit 2012
Weltweiter Vertrieb

Landwirtschaft



Thermische Verfahrenstechnik



Entwässerung diverser Abwässer (Gülle, Gärreste, Klärschlamm,...) durch thermisches Aufkonzentrieren

Geschäftsleitung & Inhaber

Oliver Arnold (CEO, seit 2013)

Maschineningenieur, Vertiefung in Thermische Verfahrenstechnik & Automation

Zuvor bei: SWISSCOMBI (Projektleiter & Inbetriebnahme)

Erfindung & Realisierung der mehrstufigen Vakuumverdampfung Typ Arnold

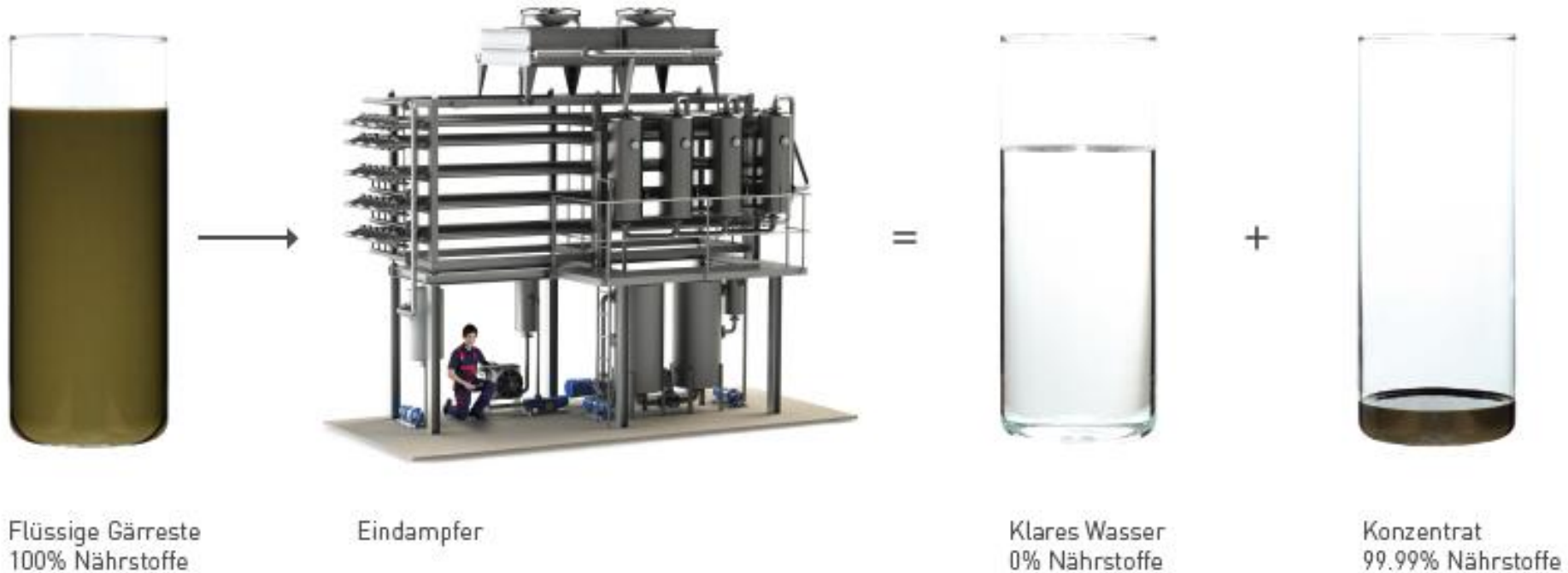
André Wicki (COO, seit 2015)

Maschineningenieur, Vertiefung in Betriebs- und Produktionswissenschaften

Zuvor bei: ALSTOM & SWISSCOMBI (Projektleiter & Inbetriebnahme)

Vakuum-Verdampfer

für Gülle, Gärreste & andere Abwässer



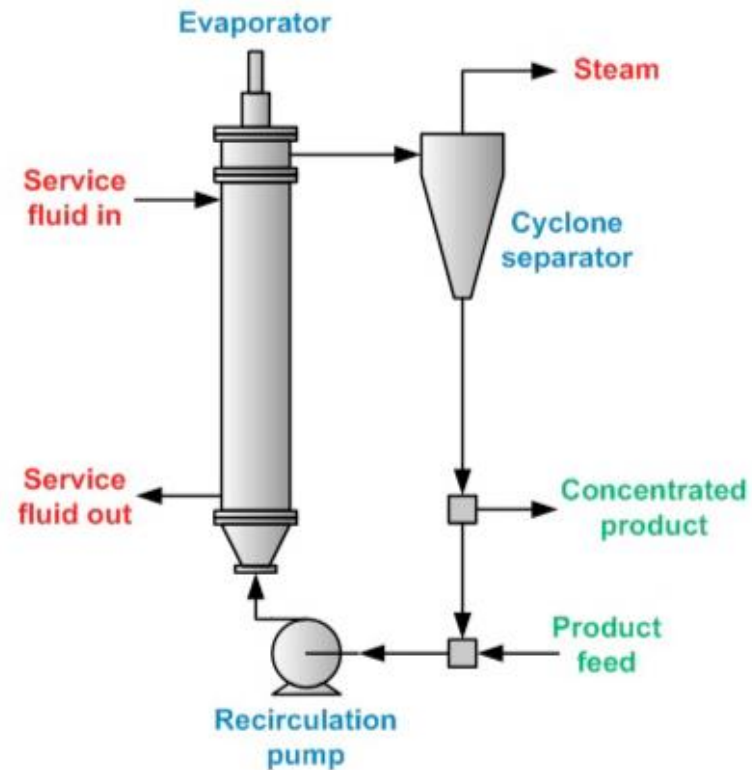
- Wärmequelle: BHKW @ 80 °C
- 280 kWh (therm.) für 1000 Liter Wasserverdampfung
- 15 kWh (elektr.) für 1000 Liter Wasserverdampfung

Verdampfungsprozess

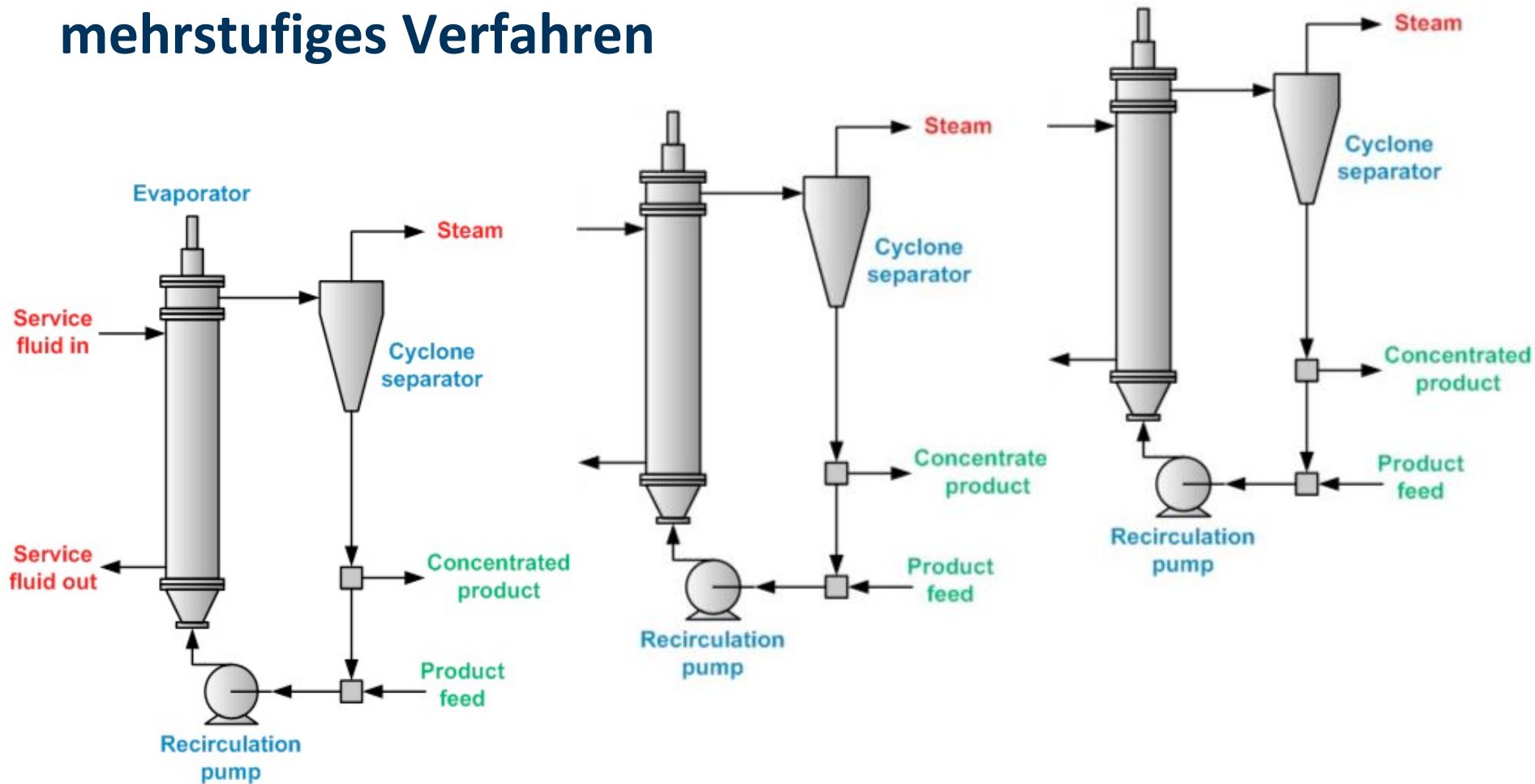
Umlaufverdampfer,

bestehend aus:

- Wärmetauscher
- Zirkulationspumpe
- Abscheidergefäß

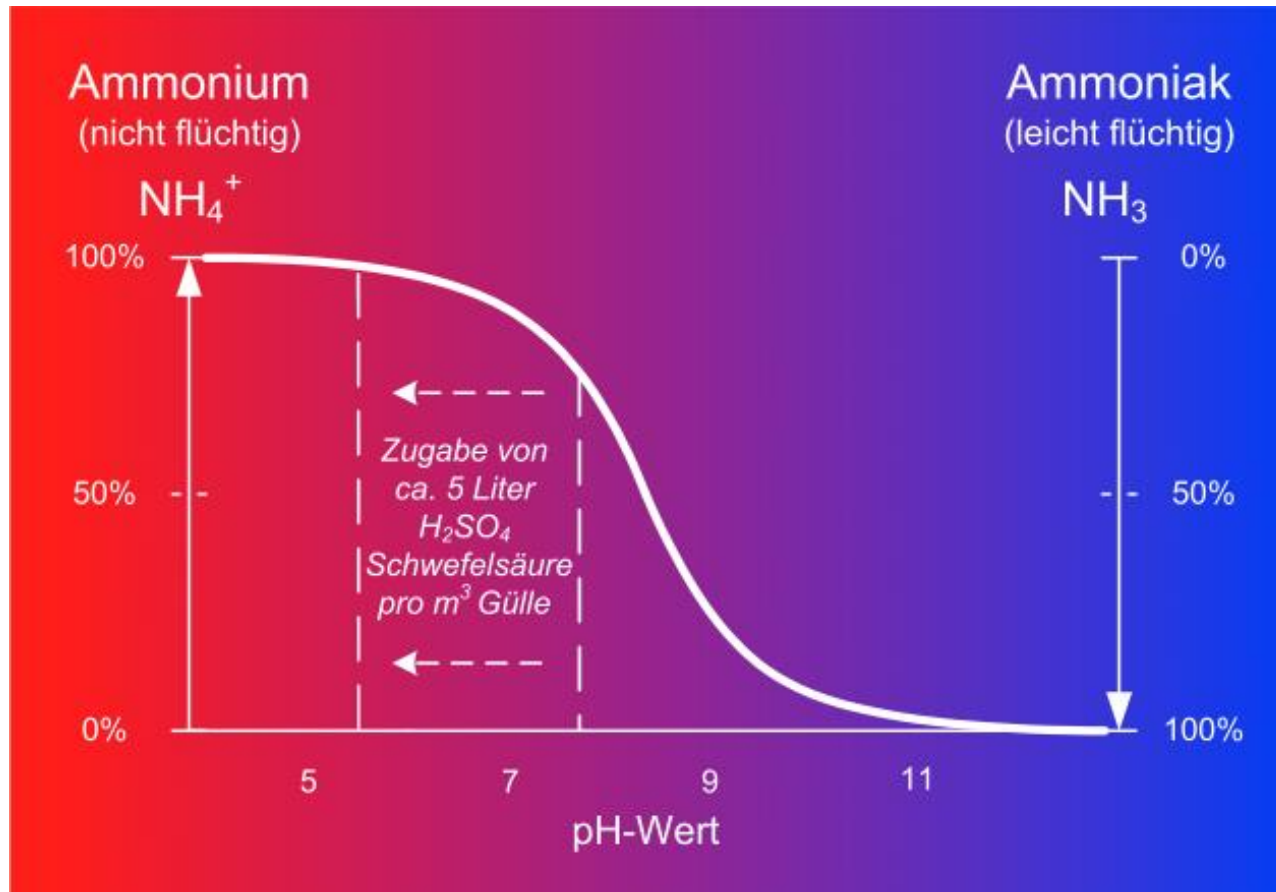


Wärmerückgewinnung durch mehrstufiges Verfahren



Der Brüdendampf der vorangehenden Stufe wird für die Beheizung der nächsten Stufe herangezogen. Die Verdampfungstemperatur, resp. der Dampfdruck muss dabei tiefer sein als bei der vorangehenden Stufe.

Vorbehandlung durch Ansäuerung



Eine Absenkung des pH-Wertes im Substrat wandelt das flüchtige Ammoniak in nicht flüchtiges und pflanzenverfügbares Ammonium um.

Nur Verdampfer!



Der Output kann
vermischt werden..



Konzentrat
(flüssige Schokolade)

+



Faserstoffe

Beispiel: Biogasanlage

- **4-stufiger Verdampfer für Gärreste**
- Wärmequelle: BHKW @ 80°C, frei verfügbar, nicht subventioniert!
- Betriebsmittel: Schwefelsäure (96% konz.)
- 2,5% Amortisation während 10 Jahren
- Stromkosten: 0.15 CHF/kWh
- Service, Unterhalt & Betreuung inbegriffen

250 kW (therm.) 7'250 m³/Jahr Wasserverdampfung

- Kosten: **12.5 CHF** für 1000 Liter Wasserverdampfung

500 kW (therm.) 14'500 m³/Jahr Wasserverdampfung

- Kosten: **11.5 CHF** für 1000 Liter Wasserverdampfung

1000 kW (therm.) 29'000 m³/Jahr Wasserverdampfung

- Kosten: **10.5 CHF** für 1000 Liter Wasserverdampfung

1500 kW (therm.) 43'500 m³/Jahr Wasserverdampfung

- Kosten: **9.5 CHF** für 1000 Liter Wasserverdampfung

➤ *Wärmebonus von 0.025 CHF/kWh → **Profit von 7.0 CHF pro 1000 Liter Wasserverdampfung!***

Verdampfer + Bandtrockner



Fabrikat: **Dorset**
Wärmequelle: Niedertemperatur, BHKW



Partikelwachstum durch Rezirkulation, daher keine Pelletierung notwendig!



*Getrockneter Gärrest (Rückmischverfahren),
geringes Porenvolumen, Dichtec. 360 Kg/m³*



Beispiel: Totalaufbereitung, Biogasanlage

- **4-stufiger Verdampfer + Bandrockner für Gärreste**
- Wärmequelle: BHKW @ 85°C, frei verfügbar, nicht subventioniert!
- Betriebsmittel: Schwefelsäure (96% konz.)
- 2,5% Amortisation während 10 Jahren
- Stromkosten: 0.15 CHF/kWh
- Service, Unterhalt & Betreuung inbegriffen

1200 kW (therm.) 20'500 m³/Jahr Wasserverdampfung

- Kosten: **13.0 CHF** für 1000 Liter Wasserverdampfung
- Vermarktung Endprodukt: 50 CHF/t (Nährstoffwert > 100 CHF/t !)
 - Profit: **18.0 CHF** für 1000 Liter Wasserverdampfung

➤ *Wärmebonus von 0.025 CHF/kWh → **Profit von 13.0 CHF pro 1000 Liter Wasserverdampfung!***

Verdampfer + Trommeltrockner



Fabrikat: **Swisscombi, W.Kunz dryTec AG**
 Wärmequelle: Erdgas
 Output: Partikelwachstum durch Rezirkulation!
 Verfügbar ab 1000 kW(therm.)



Beispiel: Totalaufbereitung, Kuh- oder Schweinegülle

- **4-stufiger Verdampfer + Trommeltrockner (ecoDry)**
- Wärmequelle: Erdgas, 0.06 CHF/kWh
- Betriebsmittel: Schwefelsäure (96% konz.)
- 2,5% Amortisation während 10 Jahren
- Stromkosten: 0.15 CHF/kWh
- Service, Unterhalt & Betreuung inbegriffen

1500 kW (therm.) 50'000 m³/Jahr Wasserverdampfung

- Kosten: **16.0 CHF** für 1000 Liter Wasserverdampfung

- Vermarktung Endprodukt: 50 CHF/t (Nährstoffwert > 100 CHF/t !)
- Profit: **19.0 CHF** für 1000 Liter Wasserverdampfung

Variationen der Verdampfertechnologie

- **Ammoniak-Stripper:** N-Ausschleusung, Niedertemperatur
- **1-stufiger Verdampfer:** Hohe End-Konzentration, Wärmebonus
- **Mehrstufen Verdampfer:** Hohe thermische und elektrische Effizienz
- **MVR, Brüdenverdichtung:** Keine Abwärme verfügbar, Strompreis tief
- **Totalaufbereitung:** Verdampfer mit Trockner gekoppelt

Vorteile

- Geringer thermischer & elektrischer Verbrauch (bis zu 200 kWhth. pro m³ Wasserverdampfung)
- Volumenreduktion bis zu 90%
- Aufkonzentrierung bis 35% TS
- Kondensat: sauberes, klares Wasser
- 100% Nährstoffrückgewinnung ohne Verluste
- Geruchsloses Verfahren (im Vakuum)
- Hoher Automatisierungsgrad für Dauerbetrieb (wenig Betreuung)
- Wenig bewegliche Teile (geringe Unterhaltskosten)
- Keine Anbackungen in den Wärmetauschern (hohe Verfügbarkeit)
- Kombinierbar mit verschiedenen Trocknungsverfahren
- MVR-Technologie wenn keine Abwärme vorhanden
- 80% aus Schweizer Produktion

Referenzen

Poudoux (Schweiz)



Montage:	2012
Thermisch:	50 kW
Wasserverdampfung:	180 l/h

Bersenbrück (Deutschland)



Montage:	2015
Thermisch:	200 kW
Wasserverdampfung:	750 l/h

Projekte in Planung/Produktion

- 900 kW_{th.}, 3-Stufen Verdampfer, Landw. BGA, Hannover
- 550 kW_{th.}, 3-Stufen Verdampfer + Hochkonzentrator + Trockner, Landw. BGA, Cloppenburg
- 850 kW_{th.}, 4-Stufen Verdampfer + Trockner + Umkehrosmose, Biogasanlage mit Schlachtabfälle, Cloppenburg
- 420 kW_{th.}, 3-Stufen Verdampfer, Landw. BGA, Bayern
- 600 kW_{th.}, 1-Stufen Verdampfer, Landw. BGA, Bayern
- Lizenzvertrag für Japan & USA
- 250 kW_{th.}, 4-Stufen Verdampfer + Trockner, Holland

Fragen...?

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

o.arnold@arnoldbiogastechnik.ch

+41 79 630 07 03