

Technik zur Auskopplung von Wärme bei Schwachgasen

Stilllegung und Nachsorge von Deponien

Schwerpunkt Deponiegas

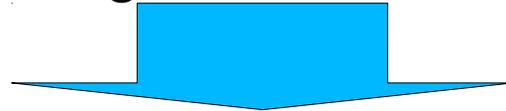
13. – 14. Januar 2015

e-flox GmbH, Dr. Roland Berger, Dr. Dieter Uhlig

Motivation

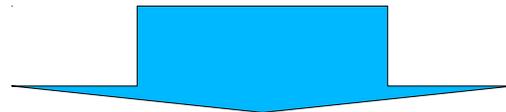
Starkgasphase

→ Energetische Nutzung mit Gasmotor



Schwachgasphase

→ Schwachgasverfahren zur Aufrechterhaltung effektiver Besaugung



Aerobisierung

→ Schwachgasverfahren zur Stabilisierung der Deponie

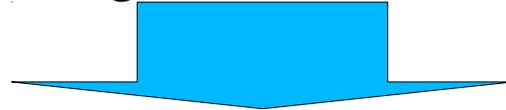


Stillegung

→ Passive Verfahren zur Minderung der Restemissionen

Starkgasphase

→ Energetische Nutzung mit Gasmotor



Schwachgasphase

→ Schwachgasverfahren zur Aufrechterhaltung effektiver Besaugung



Aerobisierung

→ Schwachgasverfahren zur Stabilisierung der Deponie



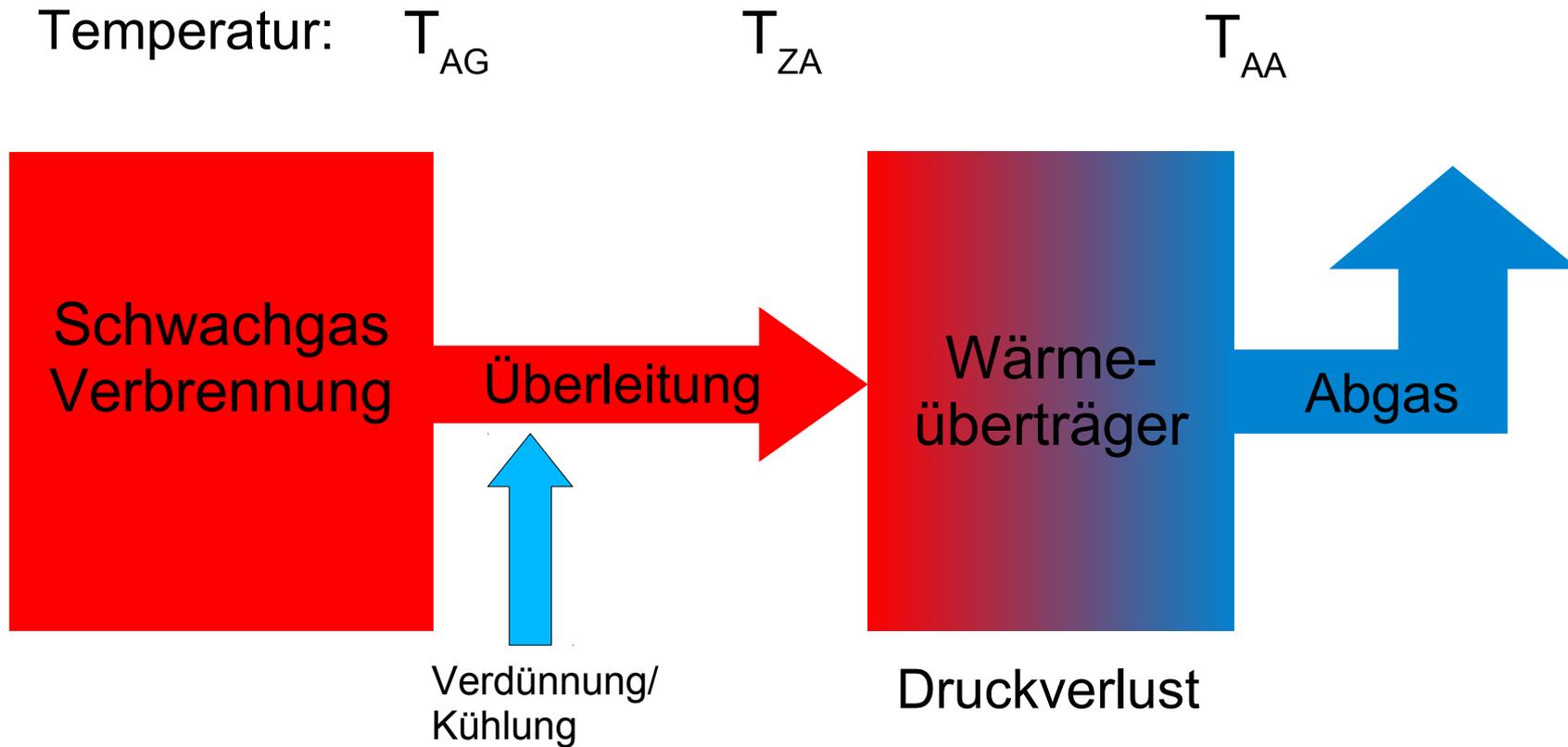
Stillegung

→ Passive Verfahren zur Minderung der Restemissionen

- Schwachgasbrenner – Gewebebrenner mit Vormischung
 - Typischer Vertreter: Lambda CHC
 - Arbeitsbereich: 13-70 % CH₄
- Regenerative Thermische Oxidation
 - Typischer Vertreter: Haase Vocsi-Box
 - Arbeitsbereich: 0,5-2 % CH₄ (Verdünnung)
- Rekuperative Flammlose Verbrennung
 - Typischer Vertreter: e-flox DGV
 - Arbeitsbereich: (3) 6 – 70% CH₄

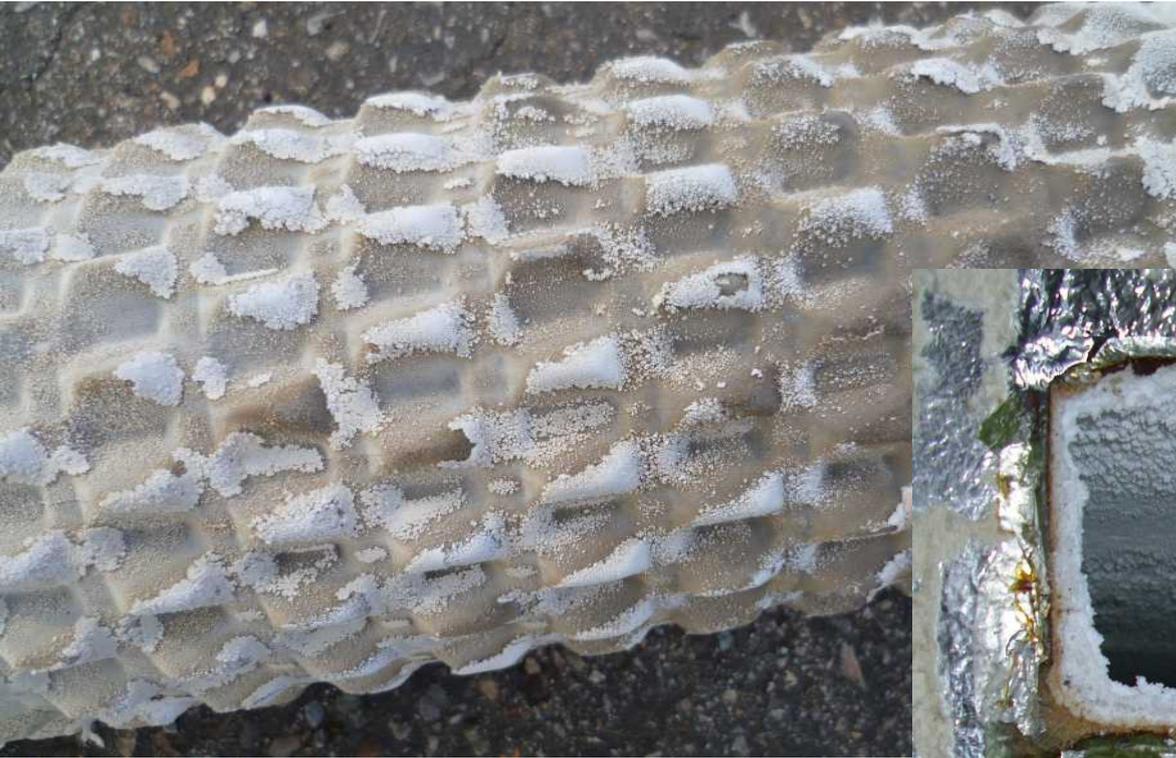
Einflussgrößen auf die Effektivität der Wärmenutzung

Übersicht Abwärmennutzung Einflussgrößen



- Einflüsse auf den Druckverlust
 - Bauart/Baugröße Wärmeüberträger
 - Verschmutzungsanfälligkeit ($T < 900 \text{ °C}$)
 - Reinigbarkeit Wärmeüberträger

Beispiel Verschmutzung: SiO_2 -Ablagerungen

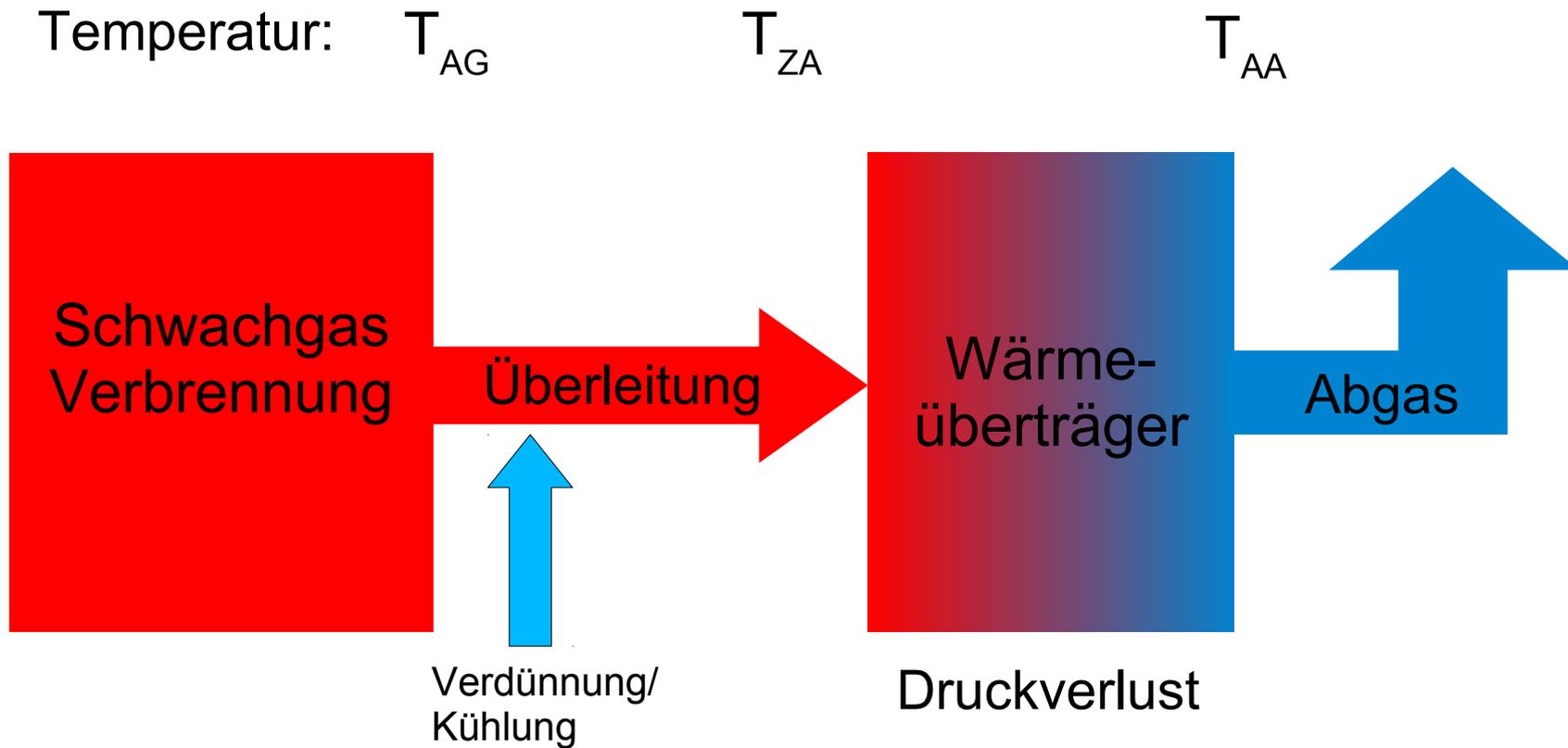


Versintertes SiO_2 auf
Rekuperator

SiO_2 Staub in einem
Abhitzekessel



Übersicht Abwärmennutzung Einflussgrößen

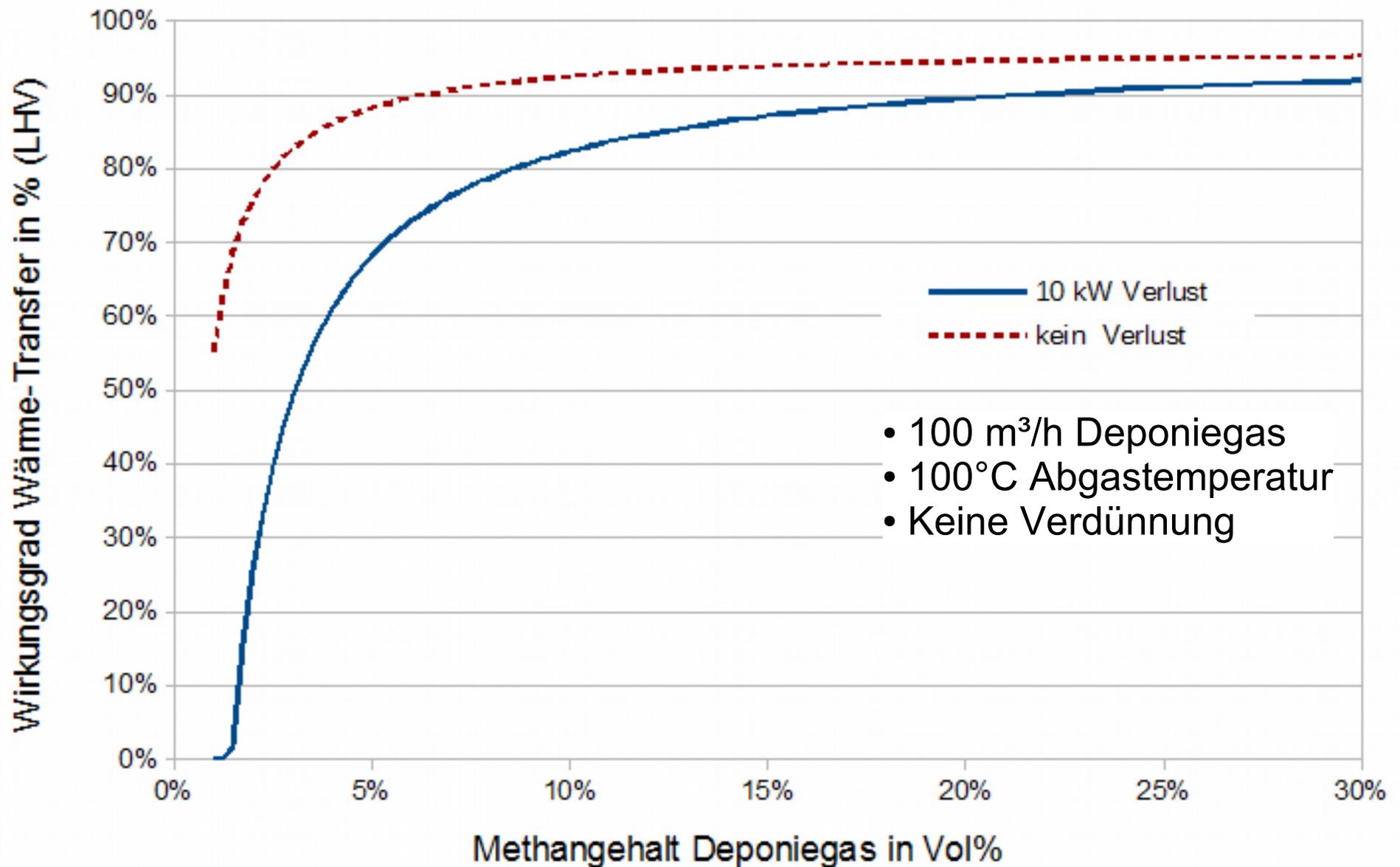


- Möglichst große nutzbare Temperaturdifferenz

$$\eta_{WT} \simeq \frac{T_{ZA} - T_{AA}}{T_{AG}}$$

- Maximierung des Wirkungsgrads durch:
 - Minimierung Wärmeverluste Feuerung und Überleitung
 - Vermeidung von Verdünnung (Kühlung) vor Wärmenutzung
 - Minimierung Abgastemperatur

Einfluss des Methangehalts auf den Wirkungsgrad (Warmwasserkessel)



- Anforderungen:
 - Brennstoffmenge darf nicht variiert werden
 - Nur so viel Wärme erzeugen wie benötigt
 - Bei hohem Wärmebedarf hoher Wirkungsgrad
- Lösung:
 - Abgasstrom muss umschaltbar sein, zwischen Wärmenutzung und direkter Ableitung

- Schwachgasbrenner – Gewebebrenner mit Vormischung
 - Fackelhut muss offen bleiben → Nur Teilabsaugung
 - Wirkungsgrad < 40%
- Regenerative Thermische Oxidation
 - Abgastemperatur zu niedrig für Abwärmenutzung
 - Starke Verdünnung des Deponiegases notwendig
 - Theoretisch Heißgasbypass zur Wärmenutzung möglich
- Rekuperative Flammlose Verbrennung
 - Verbrennung unter Druck möglich (kein Ventilator notwendig)
 - Heißgasklappen können zum Umschalten eingesetzt werden
 - Je nach Methangehalt 65-80% Wirkungsgrad möglich

Möglichkeiten der Wärmenutzung

- Warmwasserkessel
 - Teilstrom über Warmwasserkessel
 - Vollstrom über Warmwasserkessel
- Einfluss Wassertemperatur
 - Niedrige Temperatur erhöht den Wirkungsgrad
 - Niedrige Temperatur erhöht Korrosionsrisiko (H₂S-Gehalt!)
- Investitionsbedarf: ca. 200-500 €/kW

Bsp.: DGV Dörpen mit Abhitzeessel





LaTherm Salzspeicher (Natriumacetat: Schmelze bei 58°C):

- Wasserkreis bei Beladung und Entladung notwendig
- gut für Niedertemperaturwärme (40°C)
- ca. 2 MWh Wärme-Kapazität

Hochtemperatur-Speicher Container:

- Speicherung in Steinen oder Keramikkörpern
- Direkte Beladung mit Abgas
- Entladung über Wasserkessel
- Vorlauftemperaturen bis 90° möglich
- 1,5-2 MWh Wärme-Kapazität

- Trocknerarten
 - Trocknungscontainer für Hackschnitzel
 - Bandtrockner für Mineralien
- Randbedingungen
 - Eintrittstemperatur muss oft niedrig sein (z.B. Hackschnitzel)
 - Wirkungsgrad dadurch begrenzt
 - Austrittstemperatur im Winter hoch genug, um Eis zu vermeiden
 - Wird ein Gas/Gas Wärmeübertrager benötigt (Spurenstoffe im Deponiegas), dann meist unwirtschaftlich

Sigmaringen: DGV mit Holzrocknung



Luftbeimischung für Trockner





Strom aus Abwärme

- Organic-Rancine-Cycle (ORC)
 - Organisches Fluid statt Wasser
 - Dampferzeuger, Turbine und Kondensator als eine Einheit
 - Robuster Wärmetauscher
 - Bewährte Technik für BHKW Abwärme
 - Typ. Leistungen: 70 - 500 kW_{el}, $\eta \approx 20\%$
- Für Deoniegas nur bei Großanlagen wirtschaftlich
- Hersteller:
 - Turboden Italien
 - Dürr Cyplan Ltd
 - Bosch KWK Systeme (ehem. Köhler & Ziegler)

Beispiele für ORC Anlagen der Dürr Cyplan Ltd



70 kW_{el} ORC-Modul (Aschhofen)



70 kW_{el} ORC-Modul (Groß Gerau)



70 kW_{el} ORC Modul (Slovenien)



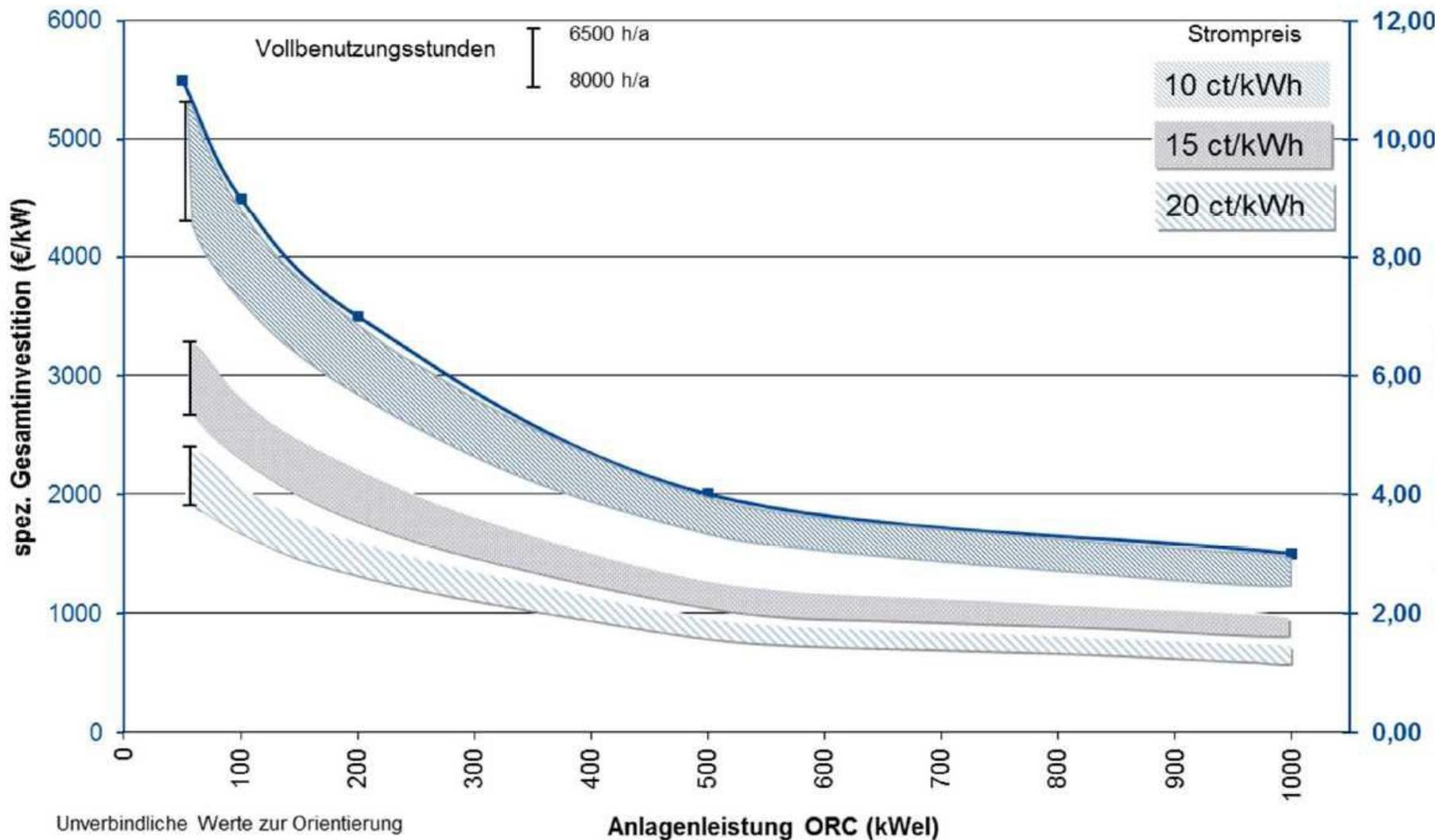
120 kW_{el} ORC-Modul (Hersbruck)

Amortisation von ORC-Anlagen

Quelle: Dürr, Cyplan Ltd



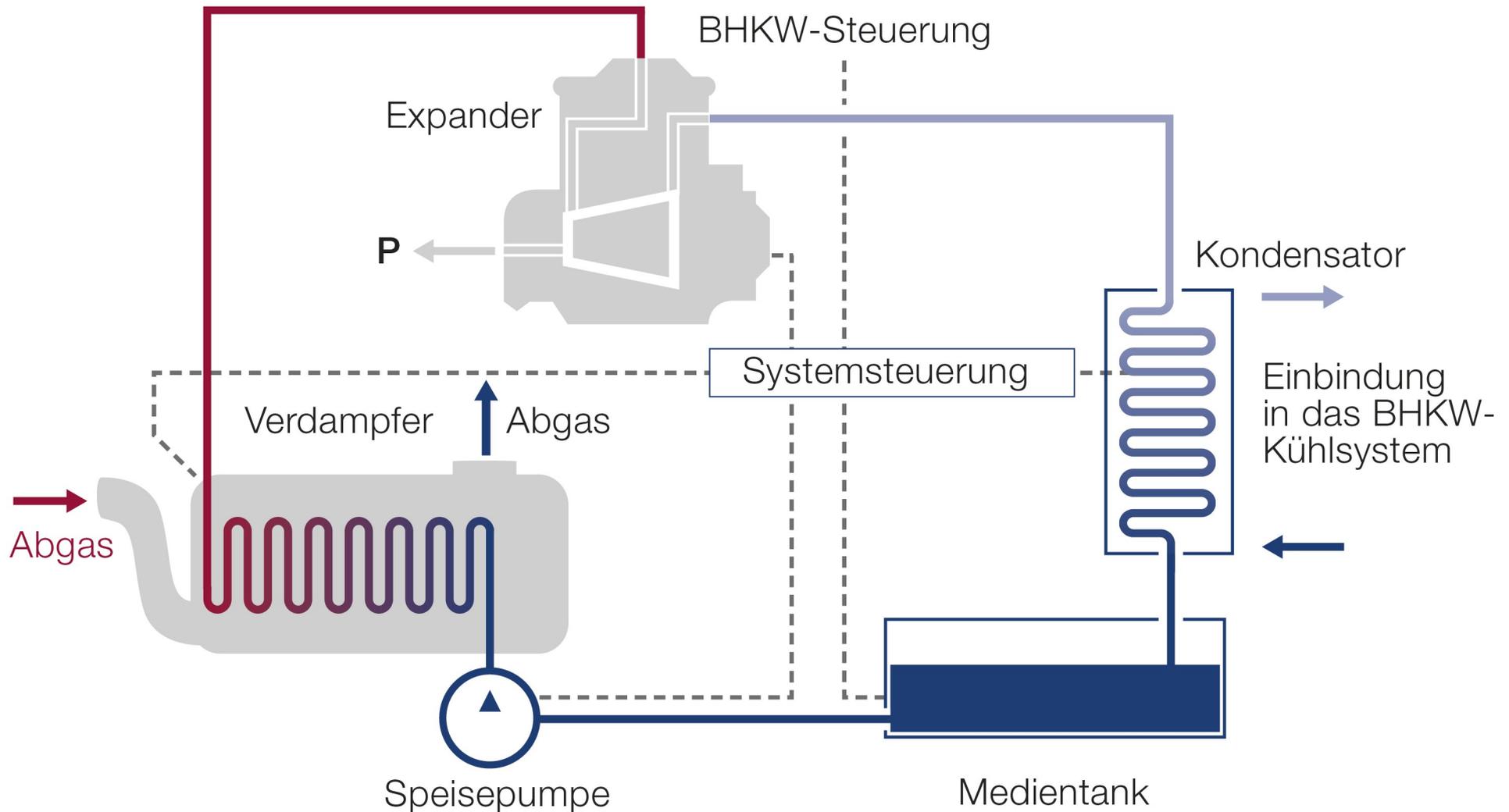
Amortisationszeit ORC-Anlage unter versch. Voraussetzungen



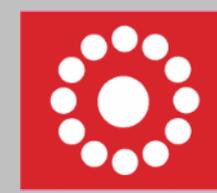
- **Herkömmlicher Dampfprozess**
 - Dampfkessel
 - Dampfturbine/Dampfmotor
 - Kondensator
 - Wasseraufbereitung

→ Für Deponien nicht wirtschaftlich darstellbar
- **Closed Rankine Cycle (CRC) Dampfprozess**
 - Dampferzeuger, Motor, Kondensator als eine Einheit, Wasser wird im Kreis geführt
 - Typ. Leistung: $30 \text{ kW}_{\text{el}}$, $220 \text{ kW}_{\text{th}}$ $\eta \approx 14$
 - Hersteller: SteamDrive (ehem. Voith), VEP-Neumot
 - 3000 – 4000 €/kW

Funktionsweise des SteamTrac-Systems



Steamdrive 30 Installation hinter einem BHKW; Quelle: SteamDrive GmbH



eflox

