

Stadtbetriebe Ahrensburg

Kläranlage Ahrensburg- Machbarkeitsstudie zur Solartrocknung

PFI Planungsgemeinschaft GbR

Dr.-Ing. Reiner Boll
Dr.-Ing. Richard Rohlfing
Prof. Dr.-Ing. Johannes Müller-Schaper

info@pfi.de
www.pfi.de

Ausgangssituation: Allgemein, Volumen- und Massenreduktion, Entsorgungsmengen

Solare Klärschlamm-trocknung: Anlagentechnik, Anlagenbeispiele, Trocknungsleistung, Trocknungskonzept

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung: Investition, Betriebskosten, Jahreskosten, Jahreskostenentwicklung

Fazit

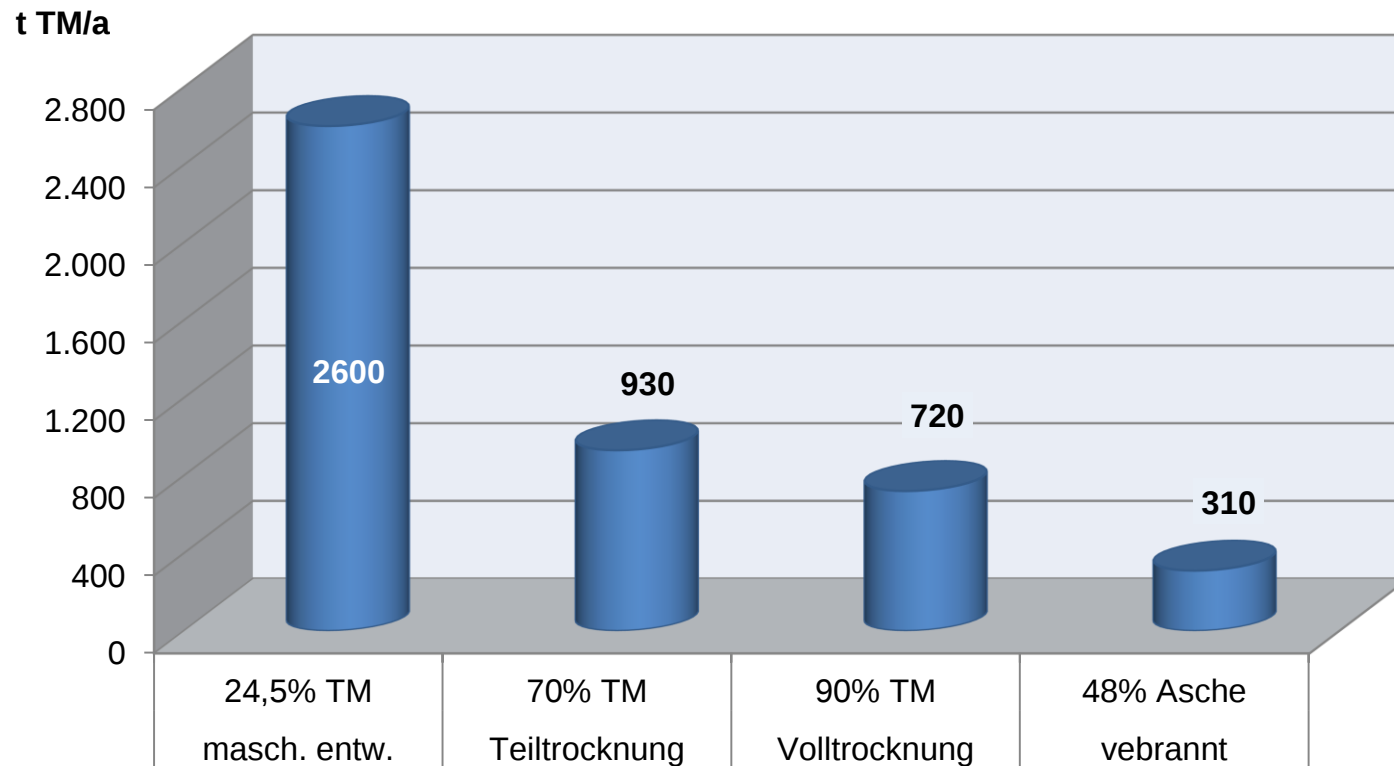
Ausgangssituation: Allgemein

- Anaerobe Schlammstabilisierung mit Klärschlammmentwässerung
- Thermische Verwertung des entwässerten Klärschlammes
- 2015 Grenzwertverschärfung für landwirtschaftliche Verwertung
 - Einschränkungen bei der Herstdüngung,
 - Flächenkonkurrenz wegen Nährstoffüberschüssen
- Prognose steigende Entsorgungskosten für thermische Verwertung
- Annahme von Co-Substraten in den Faulungsprozess →
 - Eigendeckungsgrad an elektrischer Energie rd. 85 %
 - hoher Wärmeüberschuss
- Freifläche von rd. 2.700 m²
- Untersuchung Solartrocknung als Erweiterung der vorhandenen Schlammbehandlung zur Volumen- und Massenreduktion

Allgemein

- Reduzierung der Entsorgungsmenge durch Volumen- und Massenreduktion
- geringere Transport- und Entsorgungskosten
- Veränderung der Schlammeigenschaften
 - Lager- und Transportfähigkeit, Erhöhung des Heizwertes
- Abtrennung des Schlammwassers
 - mechanisch
 - physikalisch
- Entsorgungsmengen bei unterschiedlichen Entwässerungsgraden
- Ausgangswert: 650 t TM/a Schlammanfall

Übersicht Entsorgungsmengen



Entsorgungskosten netto rd. 154.000 €/a
Spez. Entsorgungspreis netto 59,30 €/t

Ausgangssituation: Allgemein, Volumen- und Massenreduktion, Entsorgungsmengen

Solare Klärschlamm Trocknung: Anlagentechnik, Anlagenbeispiele, Trocknungsleistung, Trocknungskonzept

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung: Investition, Betriebskosten, Jahreskosten, Jahreskostenentwicklung

Fazit

Solare Klärschlamm-trocknung: Anlagentechnik

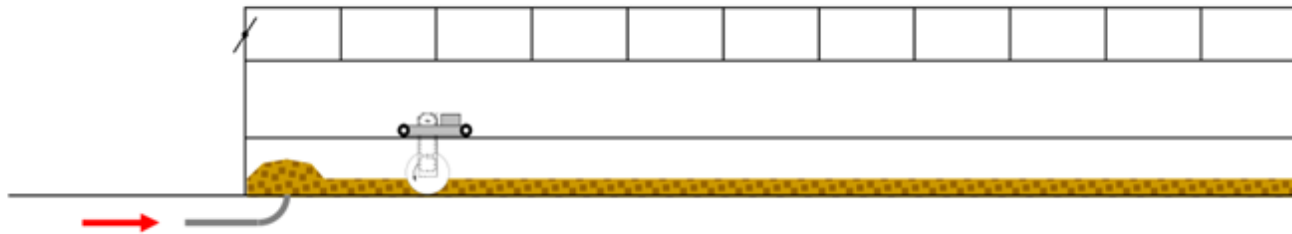
- Reduzierung des Schlammwassers durch thermische Abtrennung
 - Solarstrahlung
 - Solarstrahlung + Abwärme
- dünn-schichtige Einbringung des entwässerten Schlammes in transparente Gebäude
- Regelmäßige Umwälzung und Durchmischung mit technischer Wendeeinrichtung
- Austrag wasserdampf-gesättigter Abluft mittels Deckenventilatoren
- Chargenweiser oder kontinuierlicher Betrieb
- zusätzliche Abwärmennutzung über Luft- oder Fußbodenheizung

Kontinuierliches Trocknungsverfahren

- Voll automatisierte Teilprozesse Beschickung, Trocknung und Entleerung
- Punktueller Eintrag mittels Band- oder Schneckenförderer
- Vollautomatische Misch- und Wendeeinrichtung über gesamte Hallenbreite
- Vollautomatischer Schlammtransport in Längsrichtung der Halle
- Entleerung über Trockensumpf mit Austragsschnecke auf offene LKW oder Container
- Schichthöhe bis 30 cm für optimale Durchlüftung

Skizze kontinuierliches Trocknungsverfahren

Beschickung *vollautomatisch*



Entleerung *vollautomatisch*



Firma Thermo-System GmbH



Firma Thermo-System GmbH



Firma Thermo-System GmbH



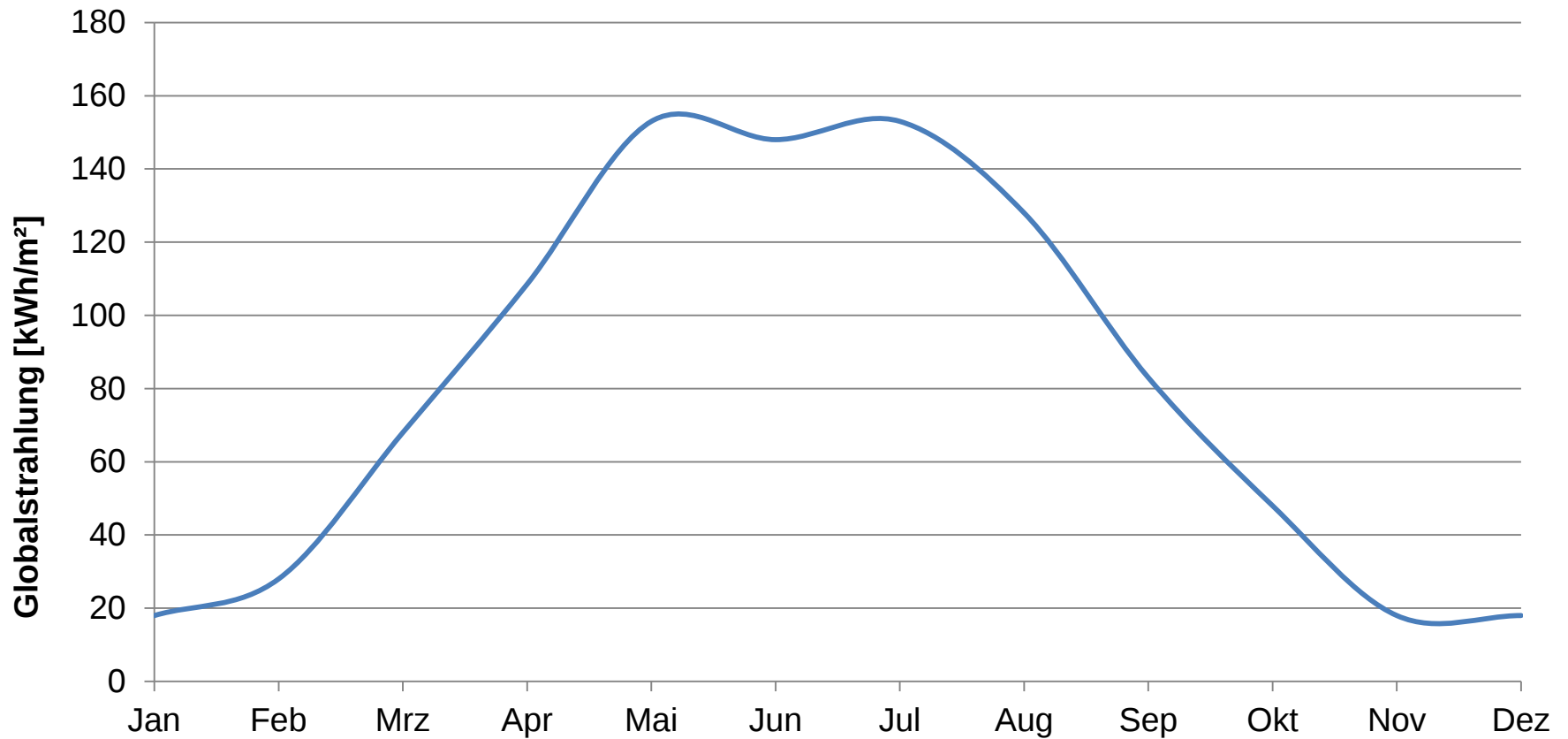
Firma Thermo-System GmbH



Solare Energie

- Nutzung der Solarenergie
- Intensität der Globalstrahlung abhängig von
 - Standort
 - Jahreszeit
 - Wetter
- Energieeintrag (kWh/m^2) resultiert aus der Bestrahlungsstärke (W/m^2) über definierten Zeitraum (Stunden, Tage, Monate etc.)
- Jahresenergieeintrag rd. $972 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- Monatlicher Energieeintrag gemittelt über die Jahre 1981 bis 2010

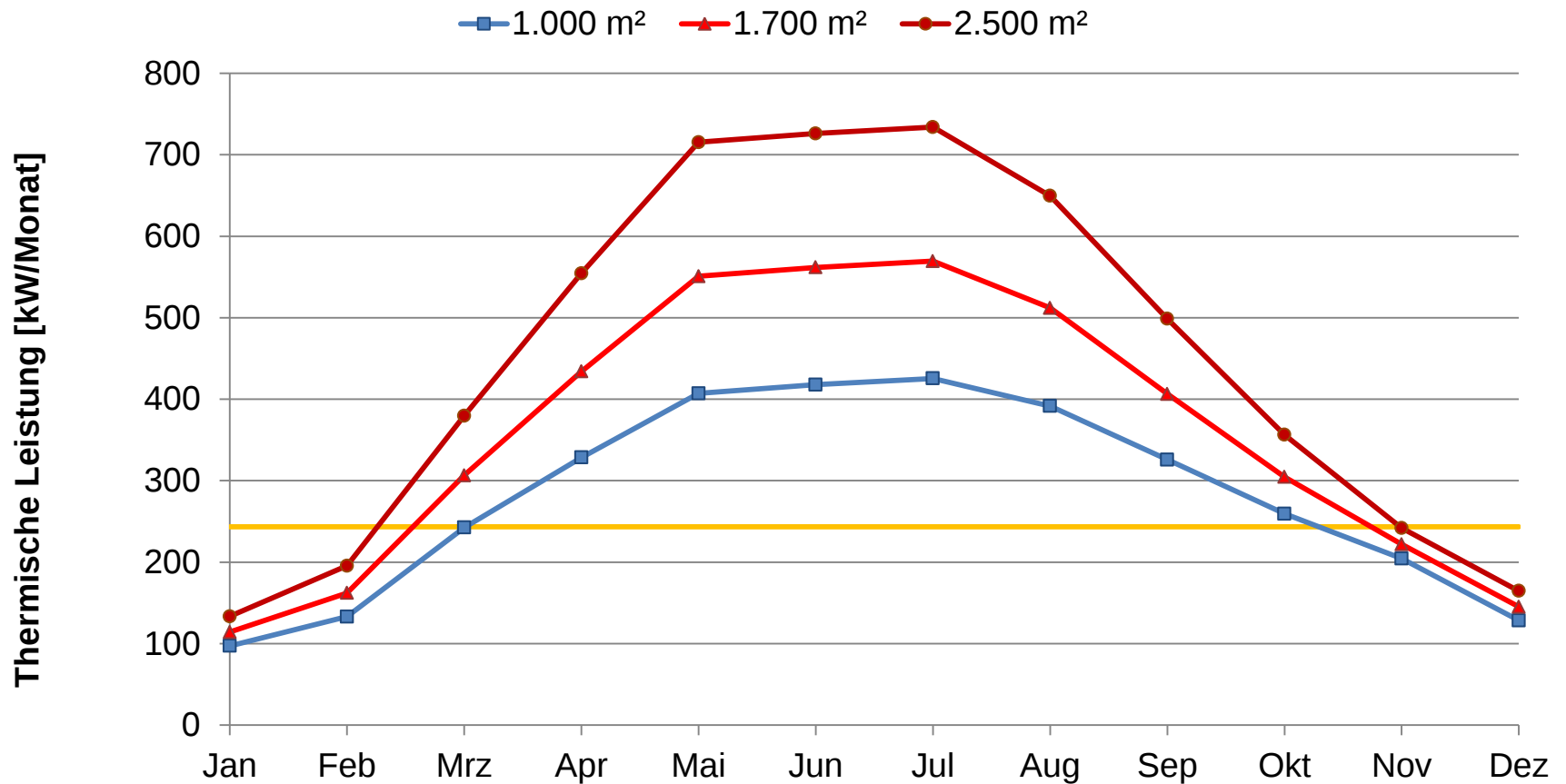
Jahresgang Globalstrahlung Ahrensburg



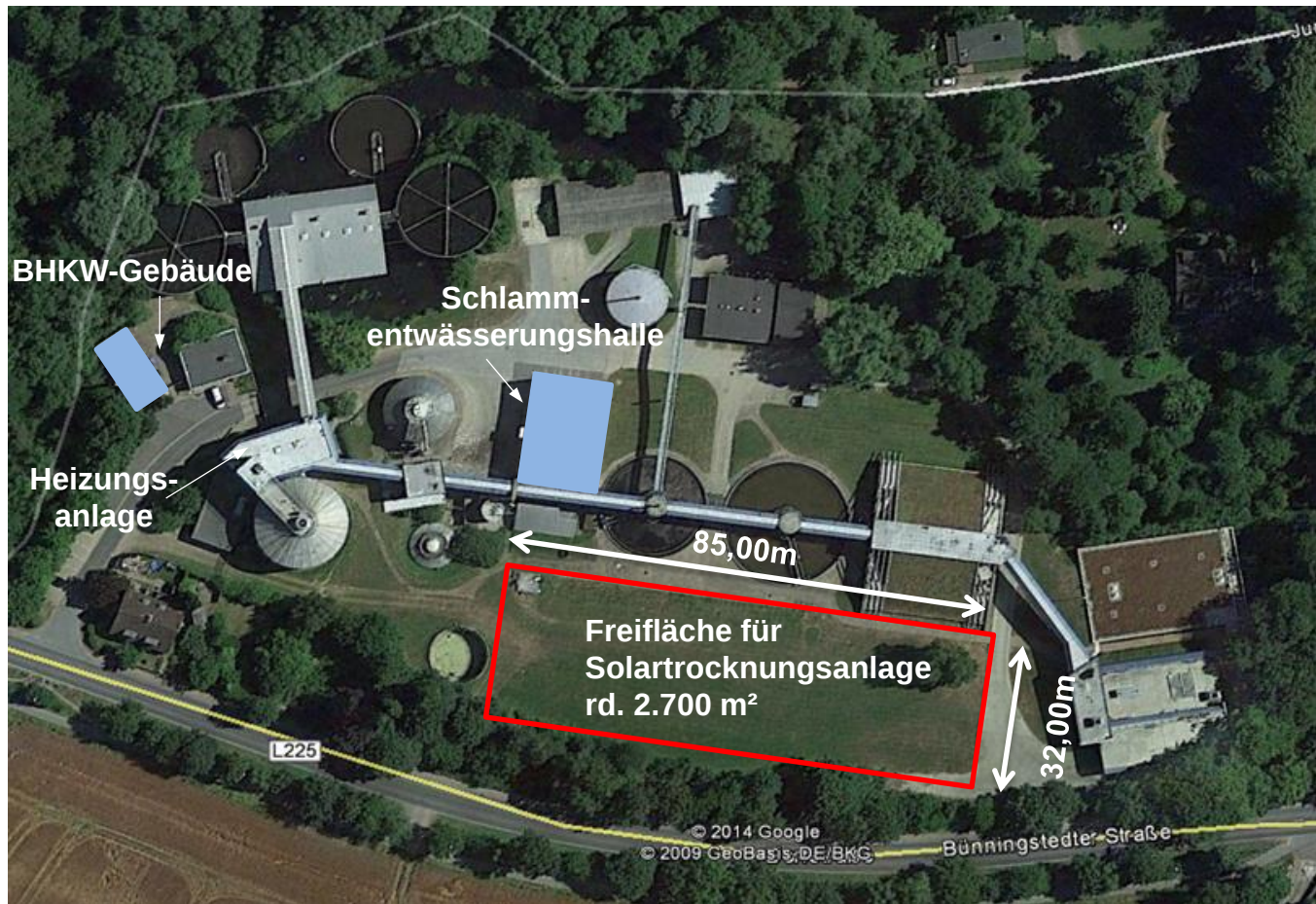
Trocknungsleistung

- Jahresenergieeintrag x spez. Energiebedarf zur Wasserverdunstung = spez. Verdunstungsleistung = $0,75 \text{ t H}_2\text{O/ m}^2$
- Theoretische Verdunstung rd. $2.000 \text{ t H}_2\text{O/a}$ (bei Freifläche von 2.700 m^2)
- zusätzliche Verdunstungsleistung über Abwärmenutzung aus BHKW
- erforderliche Gesamtverdunstungsleistung von rd. $1.670 \text{ t H}_2\text{O}$
(bei 2.600 t OS/a auf einen Trocknungsgrad im Jahresmittel 70% TR)
- erforderliche thermische Trocknungsleistung von rd. 234 kW
- Thermische Trocknungsleistung in Abhängigkeit von Trocknungsfläche und Abwärmemenge

Thermische Trocknungsleistung 2013



Trocknungskonzept für die Kläranlage Ahrensburg



Trocknungskonzept für die Kläranlage Ahrensburg



Trocknungskonzept für die Kläranlage Ahrensburg

- 1 Trocknungshalle als Stahlkonstruktion mit Isolierglas
- kontinuierlicher vollautomatischer Betrieb eines Verteilungs-, Misch- und Wendesystem
- kontinuierliche Beschickung mittels Schneckenförderer oder Förderband aus der Entwässerungs- in die Trocknungshalle
- automatischer Trockenschlammaustrag mittels Schnecken- und Querförderer mit Containerverladung
- zusätzliche Abwärmenutzung über Luft- oder Fußbodenheizung
- Abluftbehandlung mittels Biofilter

Trocknungskonzept für die Kläranlage Ahrensburg

- ganzjährige Trocknung von 2.600 t OS/a mit TR-Gehalt von rd. 24,5%
- Trocknungsfläche von 1.700 m²
 - verminderte solarer Verdunstungsleistung
 - schwankende Abwärmemengen
 - schwankende Schlamm-mengen
- Trocknungsgrad im Jahresmittel 70% TR
- Reduzierung der Entsorgungsmenge von rd. 2.600 t/a auf rd. 930 t/a

Ausgangssituation: Allgemein, Volumen- und Massenreduktion, Entsorgungsmengen

Solare Klärschlamm-trocknung: Anlagentechnik, Anlagenbeispiele, Trocknungsleistung, Trocknungskonzept

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung: Investition, Betriebskosten, Jahreskosten, Jahreskostenentwicklung

Fazit

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung: Investition

Kostenannahme Solartrocknung mit 1 Halle (1.700 m ²) auf 70 %TR		
Erd- und Aushubarbeiten	310.000	EUR
Betonarbeiten	285.000	EUR
Trocknungshalle	482.000	EUR
Maschinentechnik	203.000	EUR
Elektrotechnik	80.000	EUR
Summe, netto	1.360.000	EUR
Herstellungskosten, brutto (inkl. 15% Baunebenkosten, 19% Mehrwertsteuer)	1.861.000	EUR

Betriebskosten

Betriebskosten Solartrocknung mit 1 Halle (1.700 m²) auf 70 %TR		
Stromkosten (Wendesystem, Ventilatoren, Ein- und Austragsystem)	19.800	EUR
Wartung/Instandhaltung (0,8% Bau, 1,5% Masch.)	13.000	EUR
Personalkosten (Kontrollgänge, Funktionsprüfung, Reinigungsarbeiten etc.)	3.000	EUR
Entsorgungskosten	37.000	EUR
Summe, netto	72.800	EUR

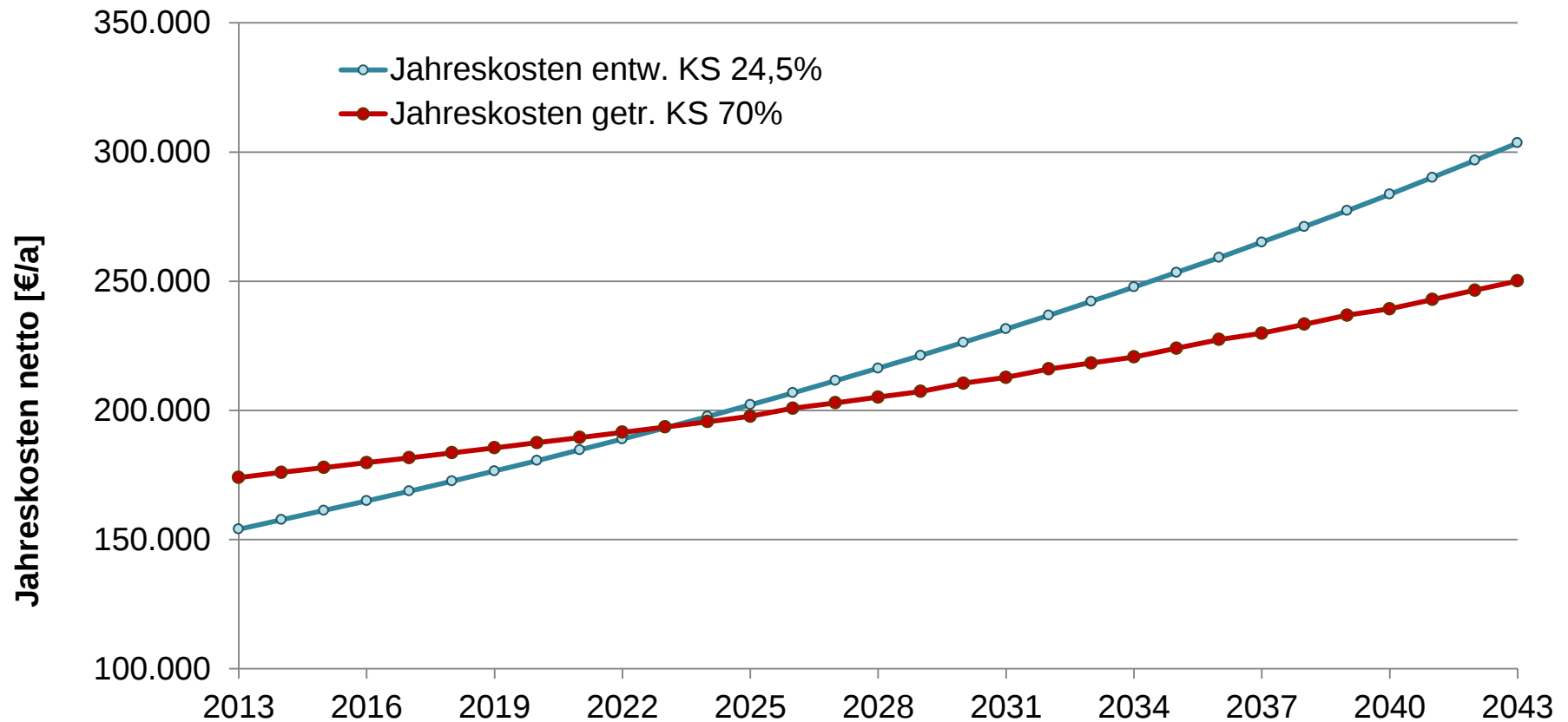
Jahreskosten

	Heute	Solartrocknung+ Abwärmenutzung	
Kapitalkosten		101.000	EUR
Betriebskosten		38.800	EUR
Entsorgungskosten	154.000	37.000	EUR
Jahreskosten, netto	154.000	174.000	EUR
Jahreskosten, brutto	183.000	207.000	EUR
Spez. Entsorgungskosten, brutto	70,57	79,63	€/ t OS

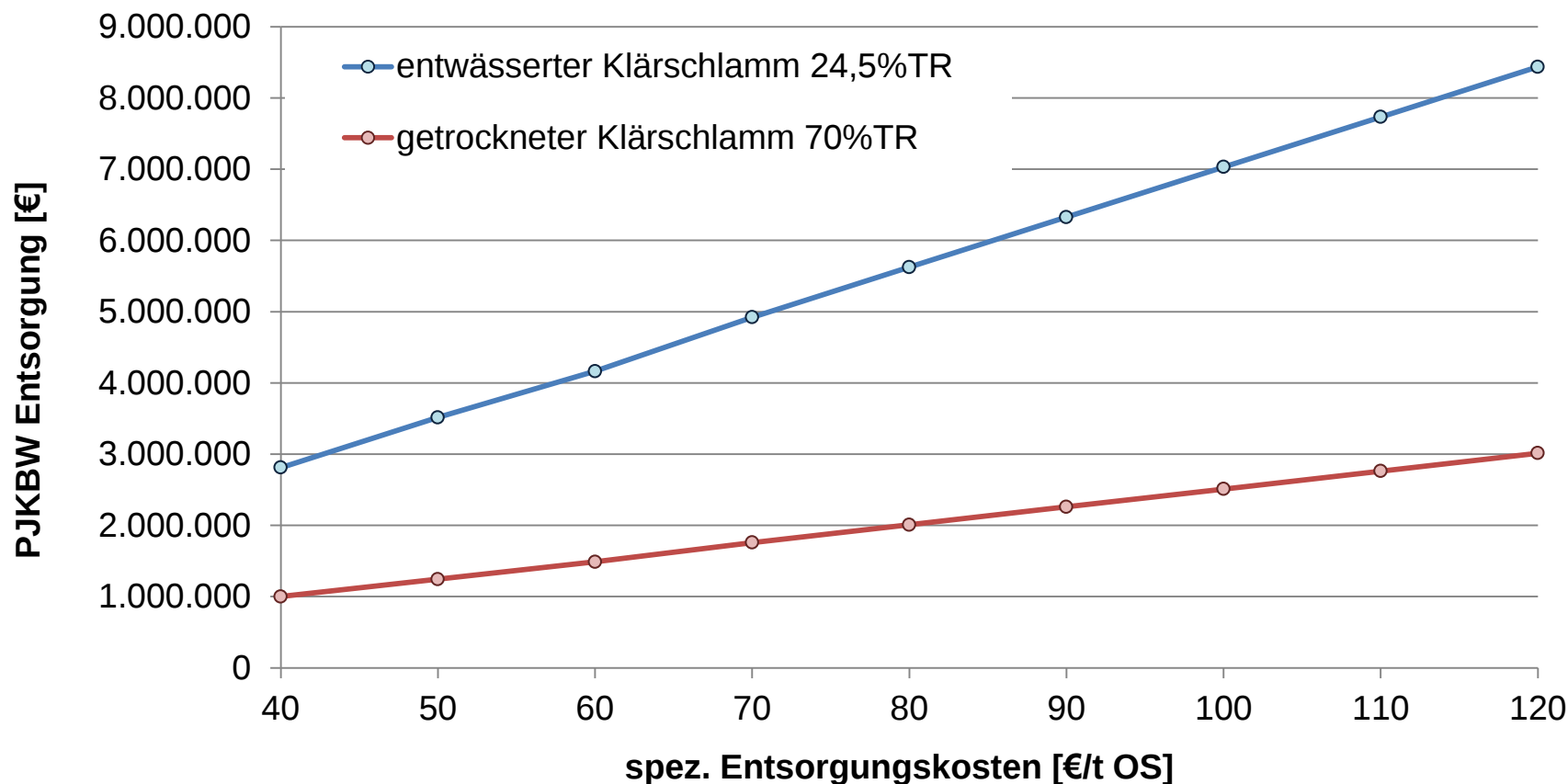
Ausblick Jahreskostenentwicklung

- Prognose über Entwicklung der Jahreskosten
- Betrachtung Preissteigerung der laufenden Betriebskosten für 30 Jahre
- Ermittlung über Projektkostenbarwertberechnung nach LAWA
 - Steigerungsrate $[r]$
 - Zinssatz $[i = 3\%]$
 - Zinszeitraum $[n = 30a]$

Ausblick Jahreskostenentwicklung



Ausblick Jahreskostenentwicklung



Ausgangssituation: Allgemein, Volumen- und Massenreduktion, Entsorgungsmengen

Solare Klärschlamm Trocknung: Anlagentechnik, Anlagenbeispiele, Trocknungsleistung, Trocknungskonzept

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung: Investition, Betriebskosten, Jahreskosten, Jahreskostenentwicklung

Fazit

Fazit

- bisher thermische Verwertung des entwässerten Schlammes
- durch Trocknung Reduzierung der Entsorgungsmenge um rd. 2/3
 - niedrigere Entsorgungskosten
- zukünftiger Kostenvorteil in Abhängigkeit der Preisentwicklung
- Verbesserung der Schlammeigenschaften
 - Lager- und Transportfähigkeit
 - Heizwerterhöhung
- Zugänglichkeit weiterer thermischer Entsorgungswege wie z.B. Mitverbrennung
- Nutzung überschüssiger Abwärme

Solartrocknung als sinnvolle Weiterbehandlung bewertet

**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit !**