

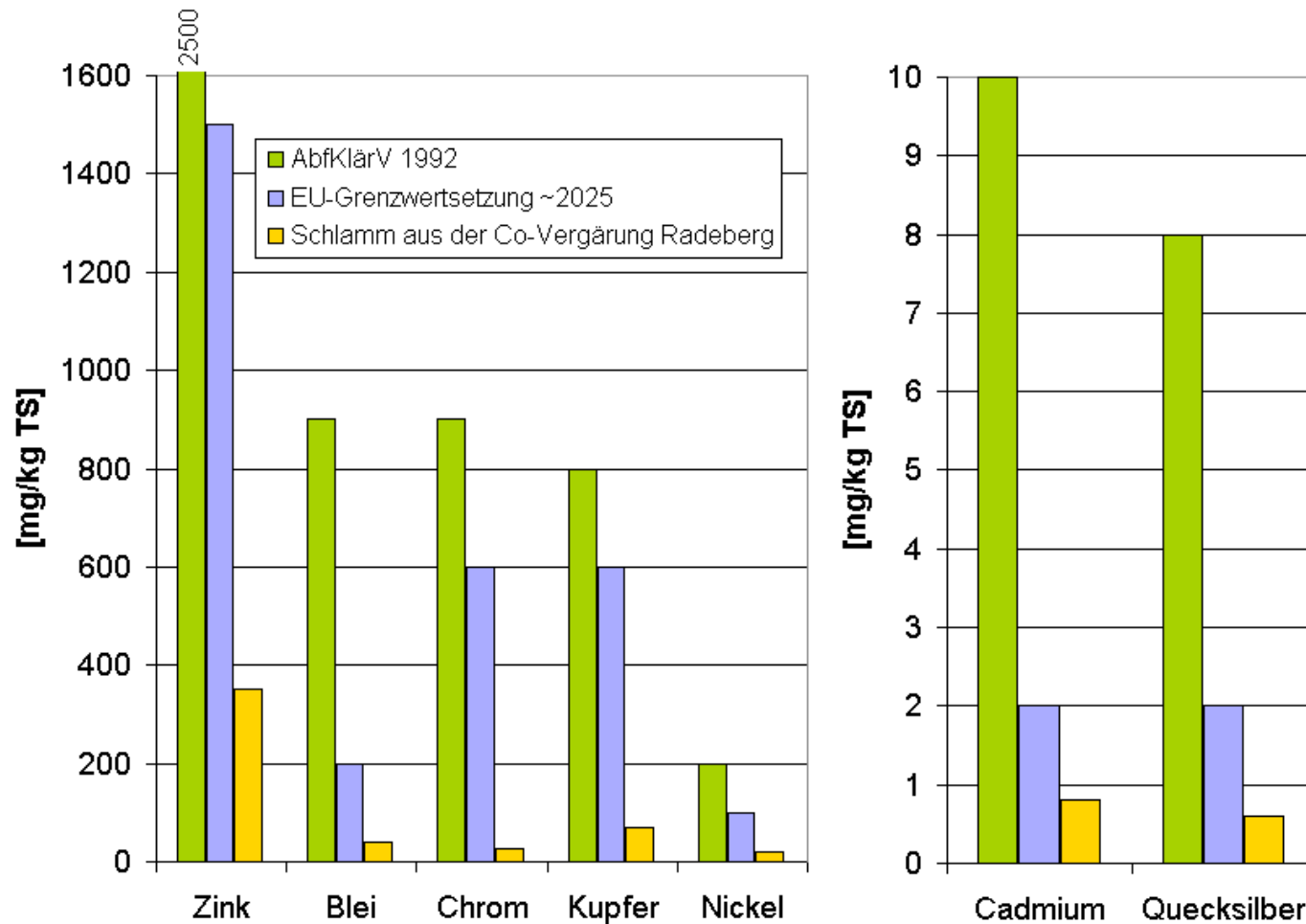
Potenziale der solaren Klärschlamm-trocknung für Bremen und den norddeutschen Raum

M. Wittmaier, B. Sawilla, H. Albers

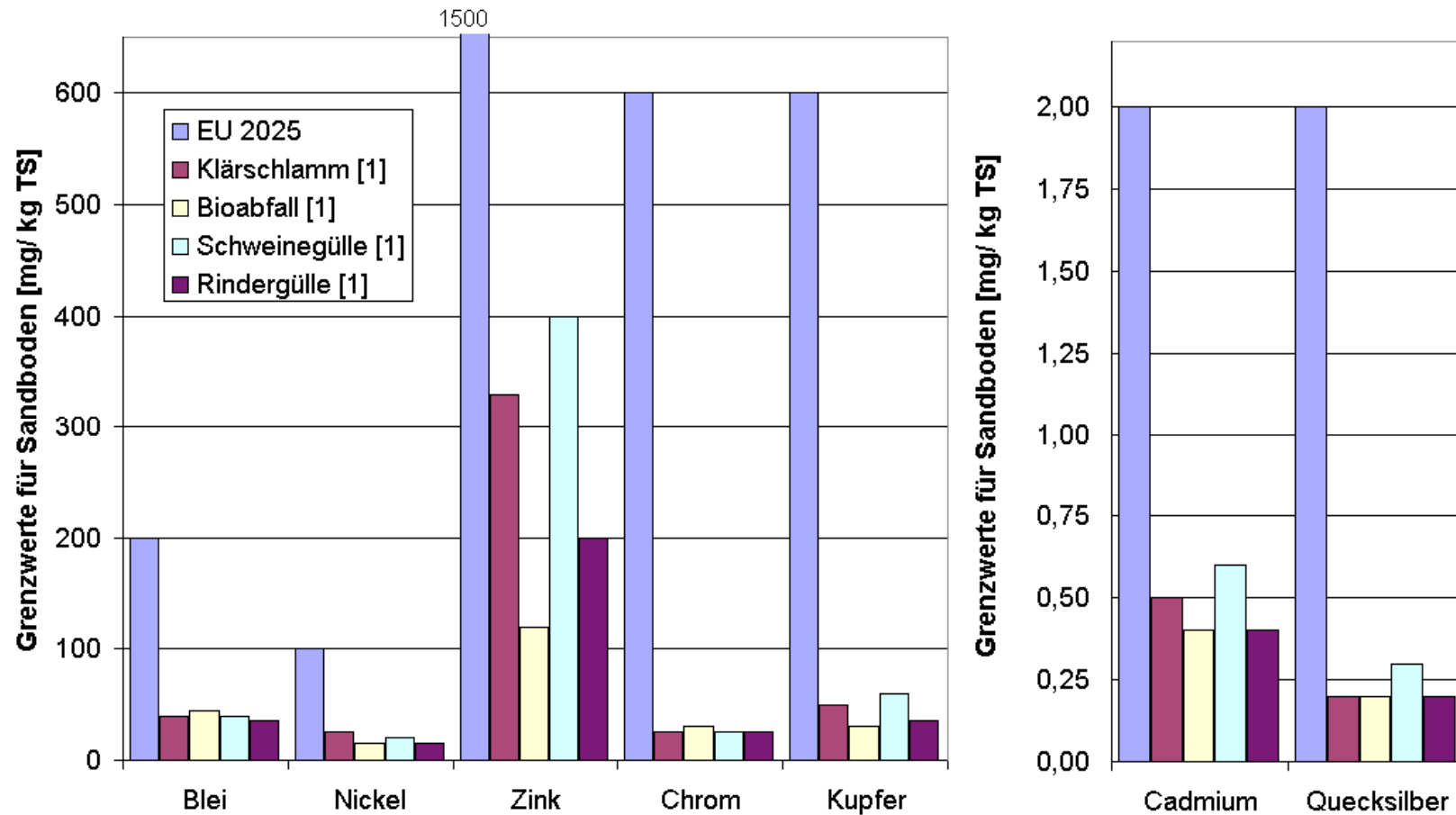
Institut für Kreislaufwirtschaft, Bremen

1. Einleitung
2. Randbedingungen für solare Klärschlamm-trocknung
3. Systeme der solaren Klärschlamm-trocknung
4. Bewertung konkreter Szenarien für Bremen
5. Perspektiven der Solaren Klärschlamm-trocknung in Norddeutschland
6. Zusammenfassung

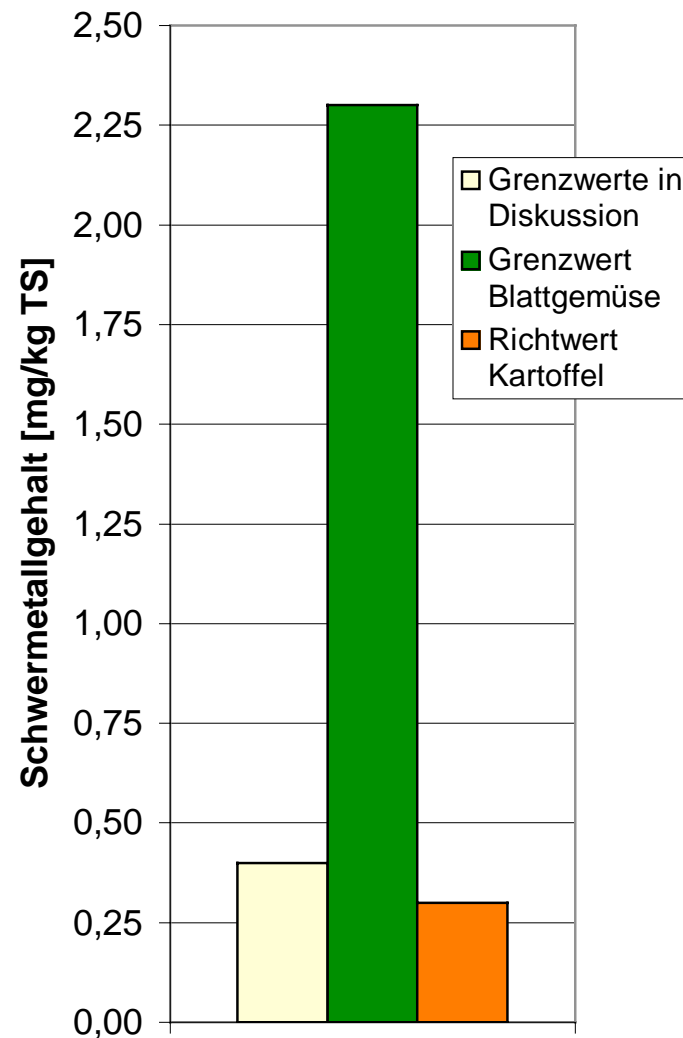
Vergleich von Grenz- und Zielwerten für landwirtschaftlich verwertete Klärschlämme mit den mittleren Schwermetallgehalten im Gärschlamm der Co-Vergärungsanlage Radeberg



Vorschlag zur Begrenzung des Eintrags von Schadstoffen bei der Düngung landwirtschaftlicher Nutzflächen, hier Sandboden (BMVEL und BMU, Juni 2002).



Grenzwerte für Lebensmittel sowie durch das BMU und BMVEL diskutierte Grenzwerte



Klärschlammmentsorgung

- ▶ Landwirtschaftliche Verwertung
- ▶ Rekultivierung
- ▶ Deponierung von Klärschlämmen
- ▶ Weitere Verfahren der Klärschlammmentsorgung
- ▶ Thermische Klärschlammbehandlung

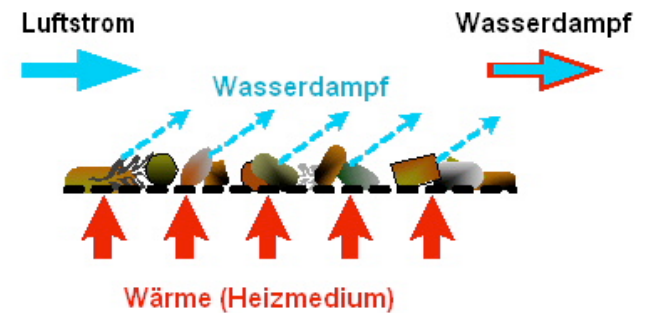
Verfahren der konventionellen Klärschlamm-trocknung

Konvektionstrocknung

- Trommeltrockner
- **Bandrockner**
- Wirbelschichtrockner
- Etagentrockner

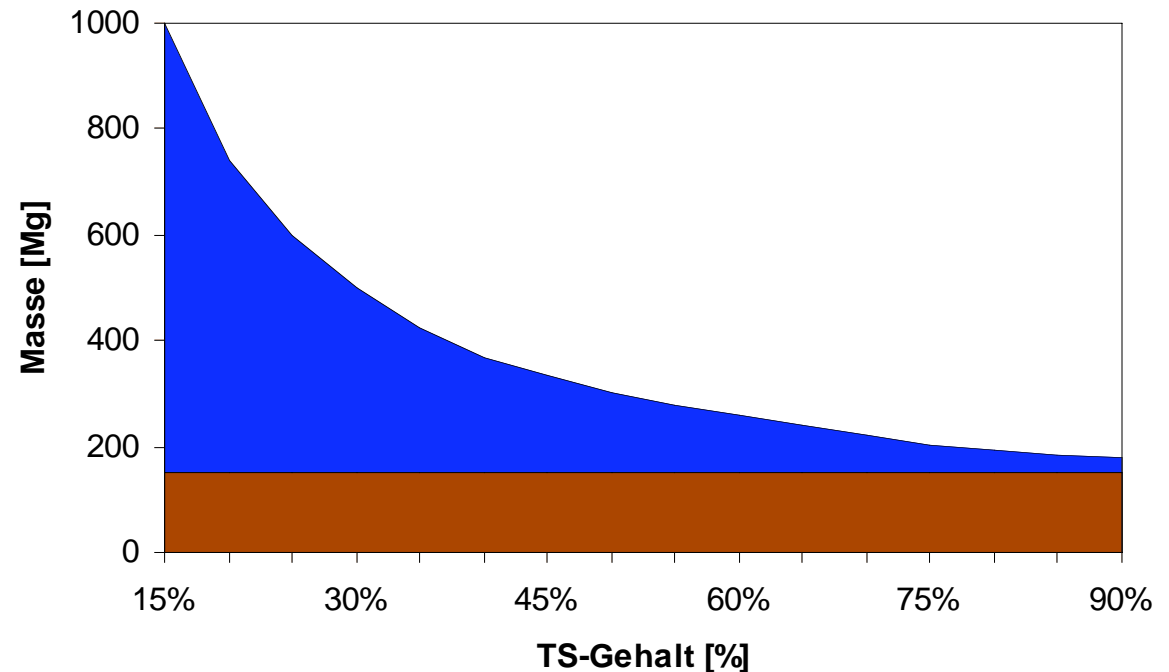
Kontakt-trocknung

- Dünnschichtrockner
- Scheibentrockner



Grundlagen der solaren Klärschlamm-trocknung

- Kombination aus Strahlungstrocknung und Konvektionstrocknung
- Konvektionstrocknung ist wirksam, wenn relative Luftfeuchtigkeit $< 80\%$
- Mittlere spezifische Verdampfungsleistung beträgt $700-750 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a}$
- 70 – 85% TS
- Kontinuierliche Volltrocknung ist durch rein solare Verfahren nur eingeschränkt möglich
→ Einsatz von Zusatzheizung



ist- Anlage Iffezheim

Tabelle 2: Kenndaten der Anlagen in Iffezheim

	Einheit	Betriebswert
Durchsatzmenge	Mg TS/a	120
Input TS	%	23
Trocknungsdauer	Wochen	8 - 17
Output TS	%	70
Trocknungshallen		1 Halle (10m x 58m)
Trocknungsfläche	m ²	580
Investitions kosten	€	400.000
Baujahr		1997
Verwertung des Produktes		Kompostierung



Thermo System- Anlage Bredstedt

Tabelle 3: Kenndaten der Anlagen in Bredstedt

	Einheit	Betriebswert
Durchsatzmenge	Mg TS/a	108
Input TS	%	25
Trocknungsdauer	Wochen	8 bis 16
Output TS	%	90
Trocknungshallen		1 Halle (12,5m x 48m)
Trocknungsfläche	m ₂	600
Investitions kosten	€	347.218
Baujahr		1997
Verwertung des Produktes		landwirtschaftlich



EDZ Bau- Pilotanlage Empfangen

Tabelle 4: Kenndaten der Pilotanlage in Empfangen

	Einheit	Betriebswert
Durchsatzmenge	Mg TS/a	450
Input TS	%	18 - 35
Trocknungsdauer	Tage	3-6
Output TS	%	>90
Trocknungshallen		1 Halle
Trocknungsfläche	m ₂	450
Investitionskosten	€	k.a.
Baujahr		2004
Verwertung des Produktes		k.a.



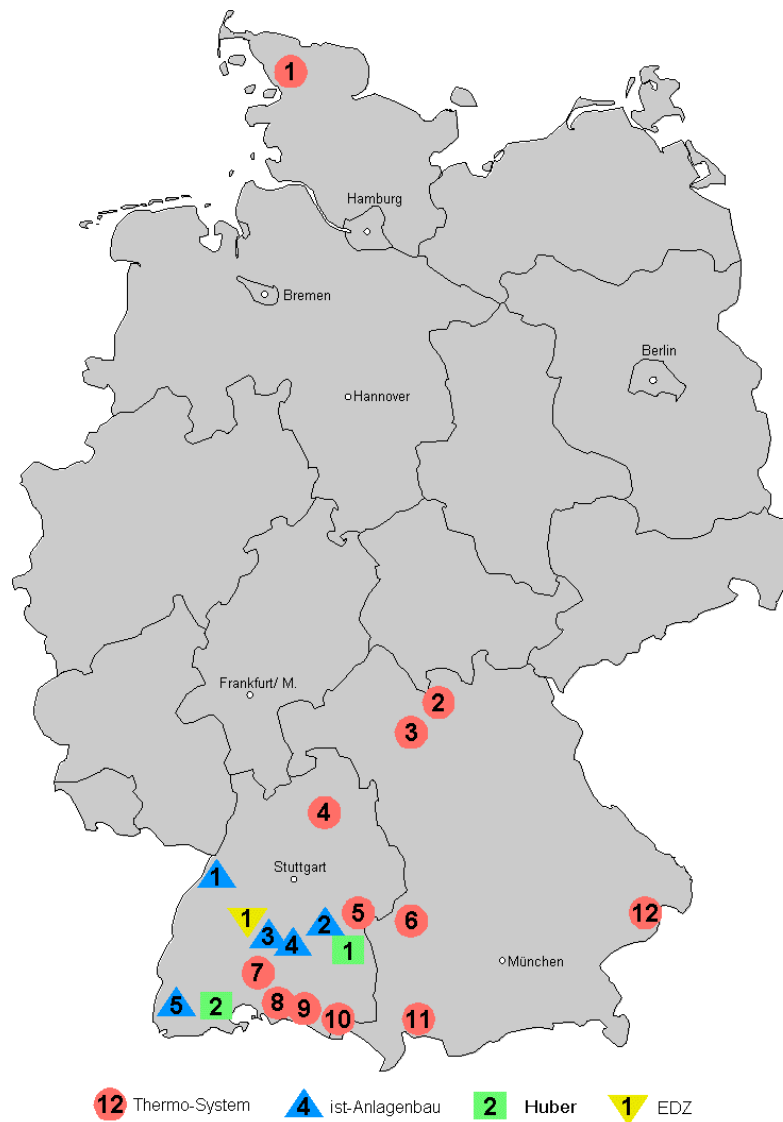
Huber-Anlage in Hayingen

Tabelle 5: Kenndaten der Anlagen in Hayingen

	Einheit	Betriebswert
Durchsatzmenge	Mg TS/a	88
Input TS	%	20
Trocknungsdauer	Wochen	k. a.
Output TS	%	85 - 90
Trocknungshall en		1 Halle
Trocknungsfläche	m ₂	72
Investitionskosten	€	1.000.000
Baujahr		2004
Verwertung des Produktes		z.Z. De ponie

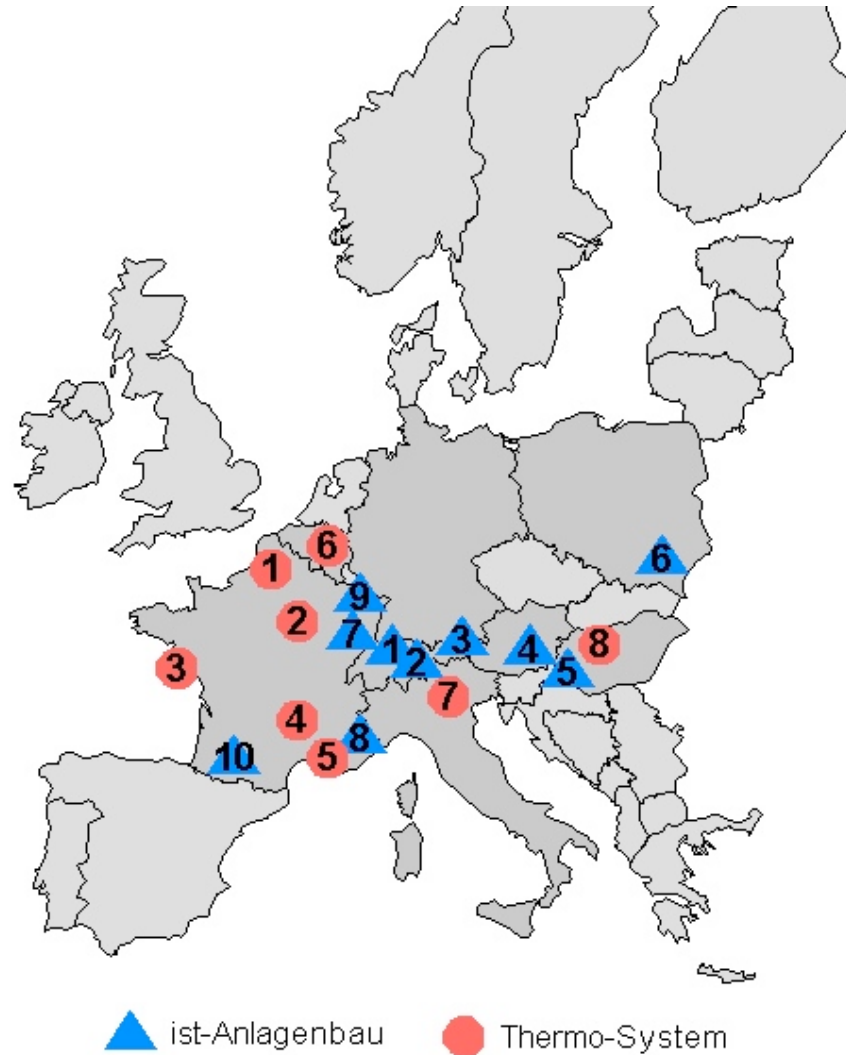


Anlagenstandorte in Deutschland



Anbieter	Nr.	Standort
Thermo	1	Bredstedt
	2	Scheßlitz
	3	Burgebrach
	4	Waldenburg
	5	Bemstadt
	6	Günzburg
	7	Zeugnishausen
	8	Schönach
	9	Wilhelmsdorf
	10	Bodnegg
	11	Füssen
	12	Pocking
IST	1	Kandern
	2	Iffezheim
	3	Burgrieden
	4	Albstadt
	5	Sigmaringen
Huber	1	Hayingen
	2	Ühlingen
EDZ	1	Empfingen

Abbildung 4: Anlagenstandorte in Deutschland



Anbieter	Nr.	Standort
Thermo	1	Friville (F)
	2	Malesherbes (F)
	3	Ile D 'Yeu (F)
	4	Salindres (F)
	5	Touvette (F)
	6	Pilotanlage (B)
	7	Tiers (I)
	8	Im Bau (HU)
IST	1	Bilten (S)
	2	Sargans (S)
	3	Vils (O)
	4	Sebersdorf (O)
	5	Veszprem (HU)
	6	Rzeszow (PI)
	7	Ensisheim (F)
	8	Reignier (F)
	9	Brumath (F)
	10	Larmont (F)

Abbildung 5: Anlagenstandorte in Europa

Geographische und Klimatische Randbedingungen (1)

- Im Jahresmittel beträgt die Globalstrahlung in Bremen **900- 950 kWh/m²**

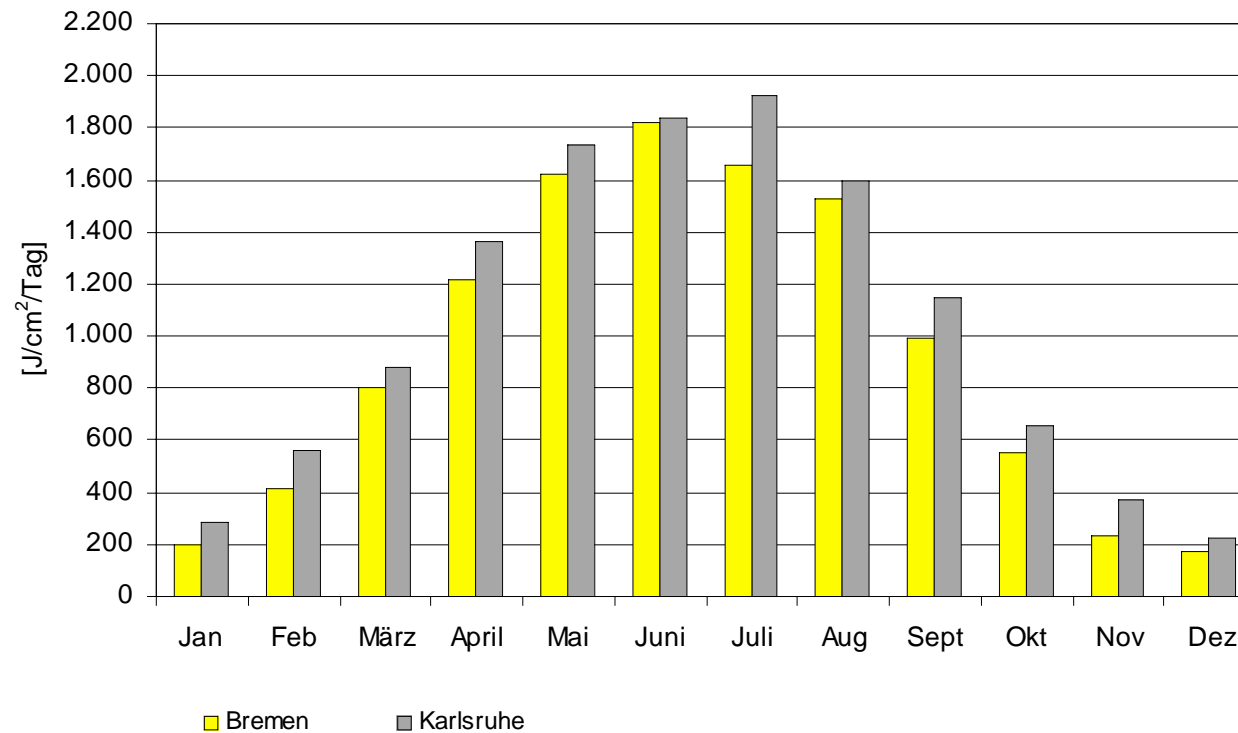


Abbildung 6: Mittlere solare Strahlungsleistung in Bremen und Karlsruhe

Geographische und Klimatische Randbedingungen (2)

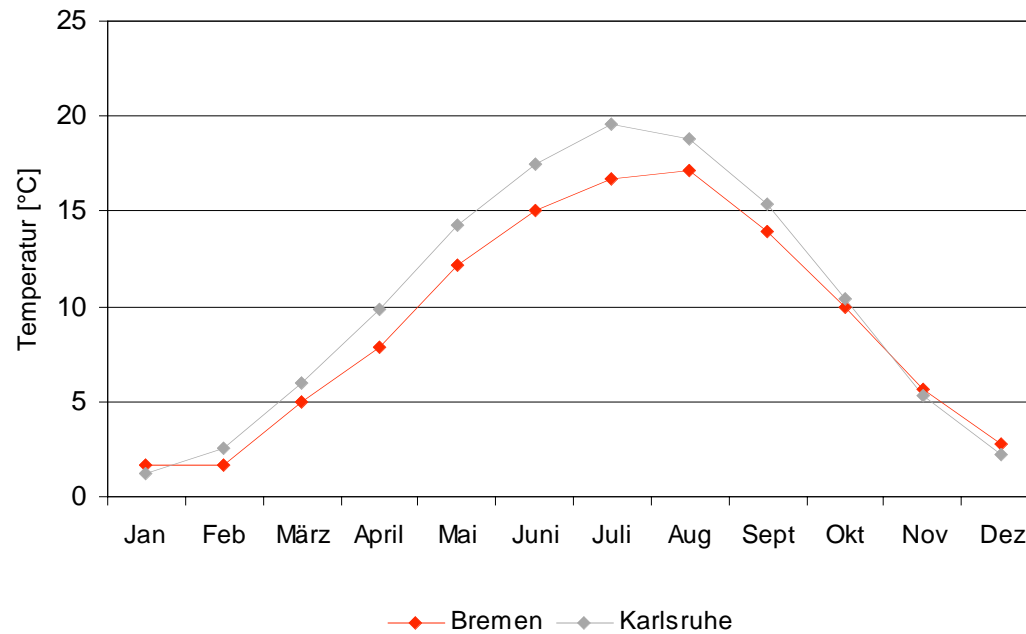


Abbildung 7: Monatswerte der Temperaturen in Bremen und Karlsruhe

Geographische und Klimatische Randbedingungen (3)

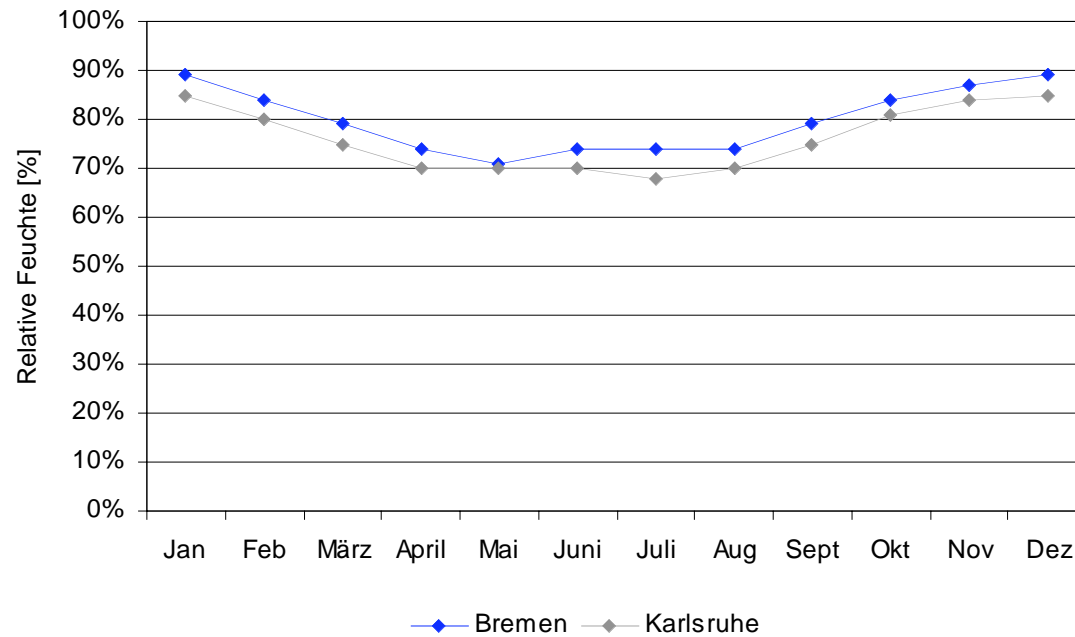
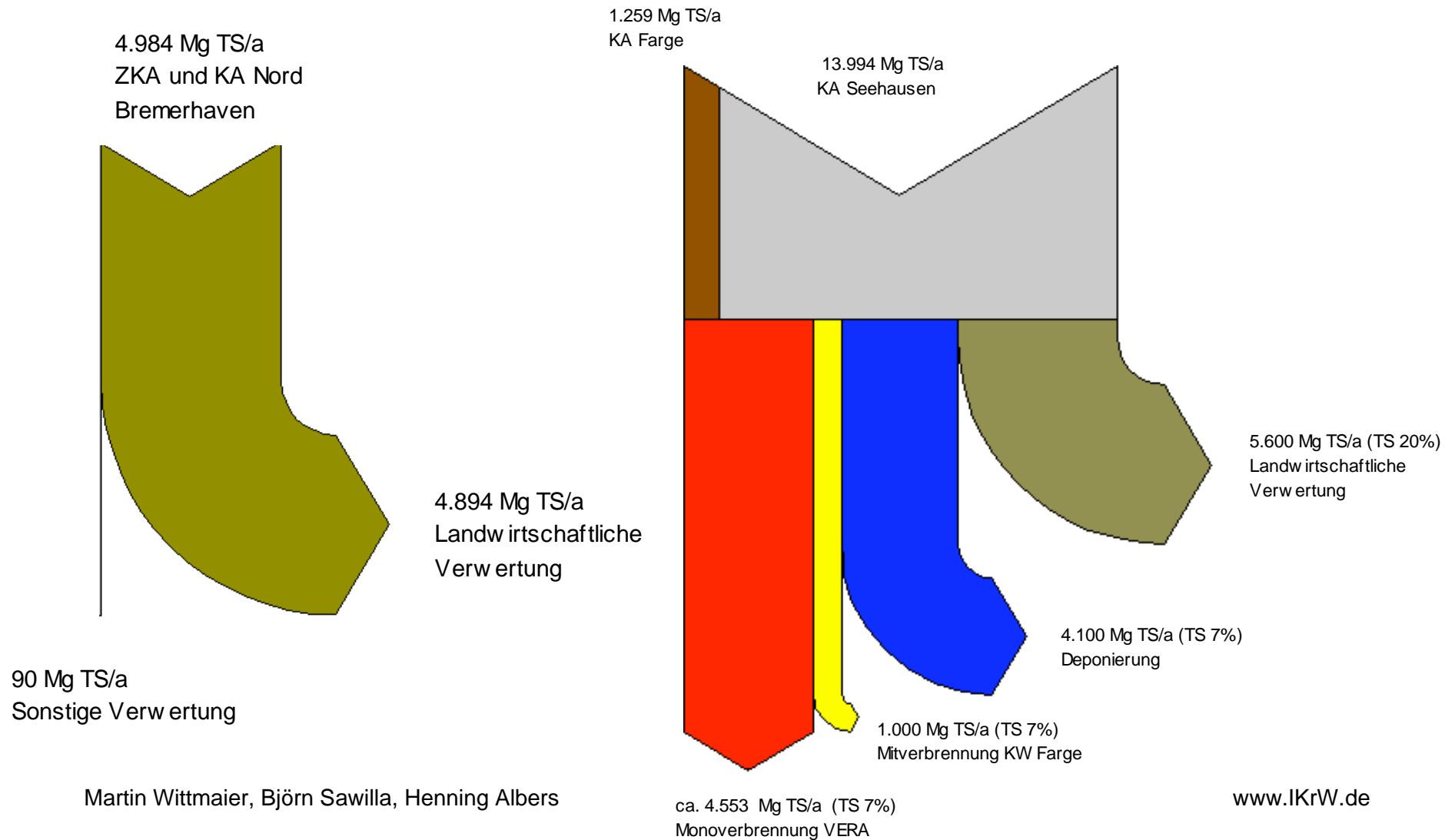


Abbildung 8: Relative Luftfeuchtigkeit in Bremen und Karlsruhe

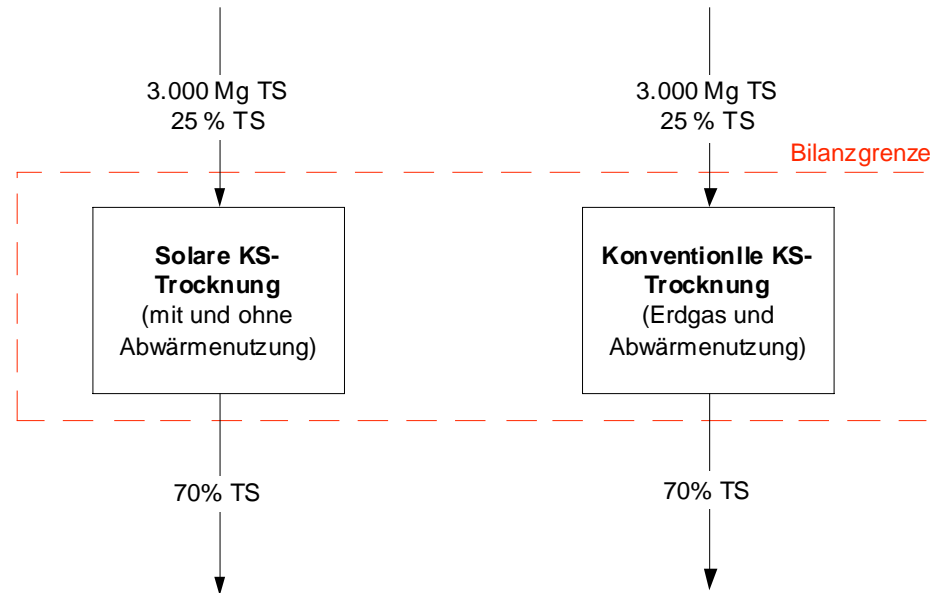
Geographische und Klimatische Randbedingungen (4)

- Vergleich der potentiellen Verdunstungsleistung:
 - Bremen: max. 906 kg/m²/a
 - Karlsruhe: max. 1040 kg/m²/a
- **ca. 10%** mehr Flächenbedarf

Entsorgungssituation von Klärschlämmen in Land Bremen



Definition der Vergleichsvarianten und Systemgrenzen



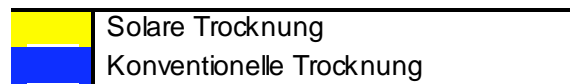
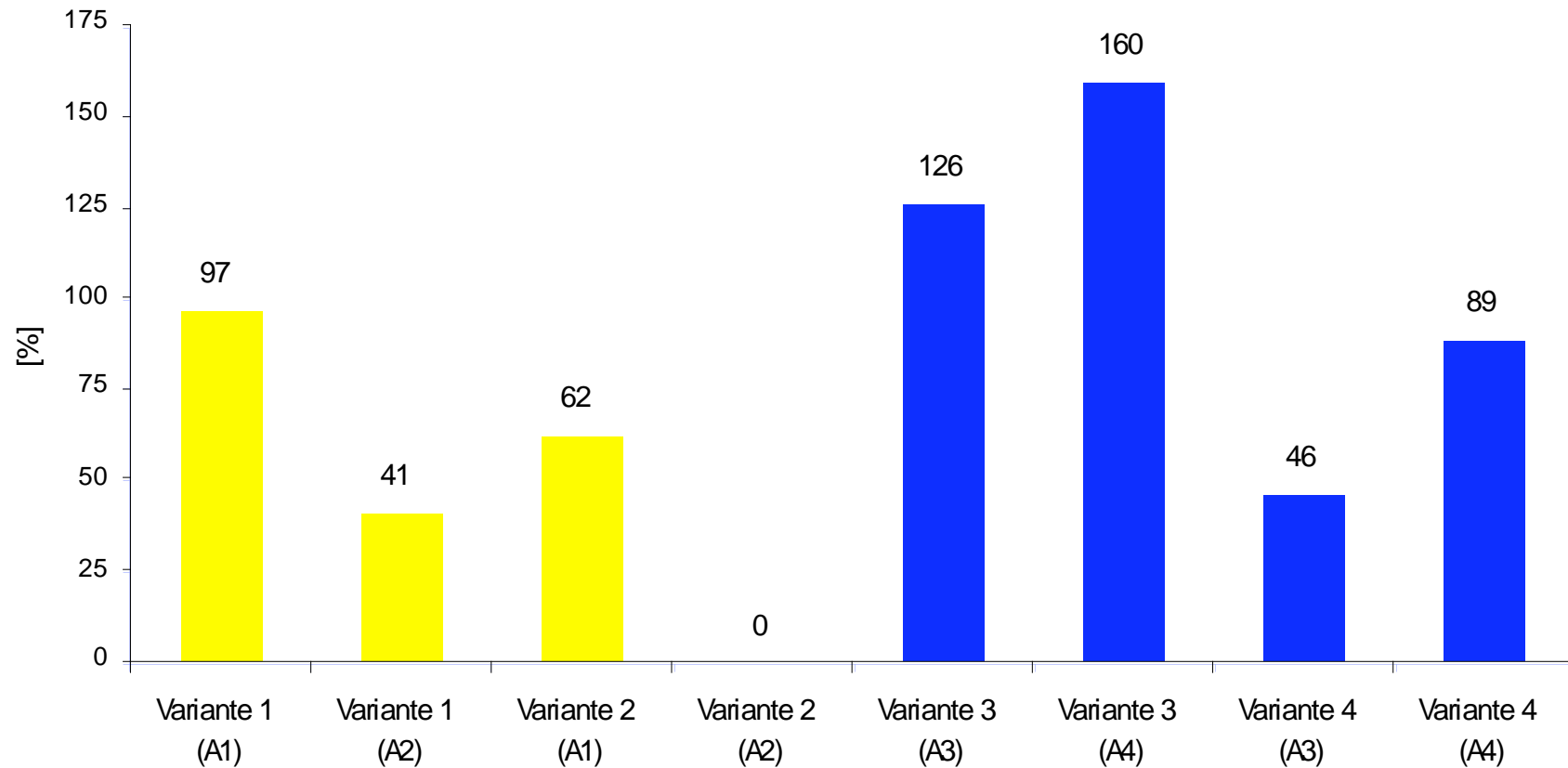
Solare Klärschlamm-trocknung

- Solare Trocknung (Variante 1)
- Abwärmenutzung (Variante 2)

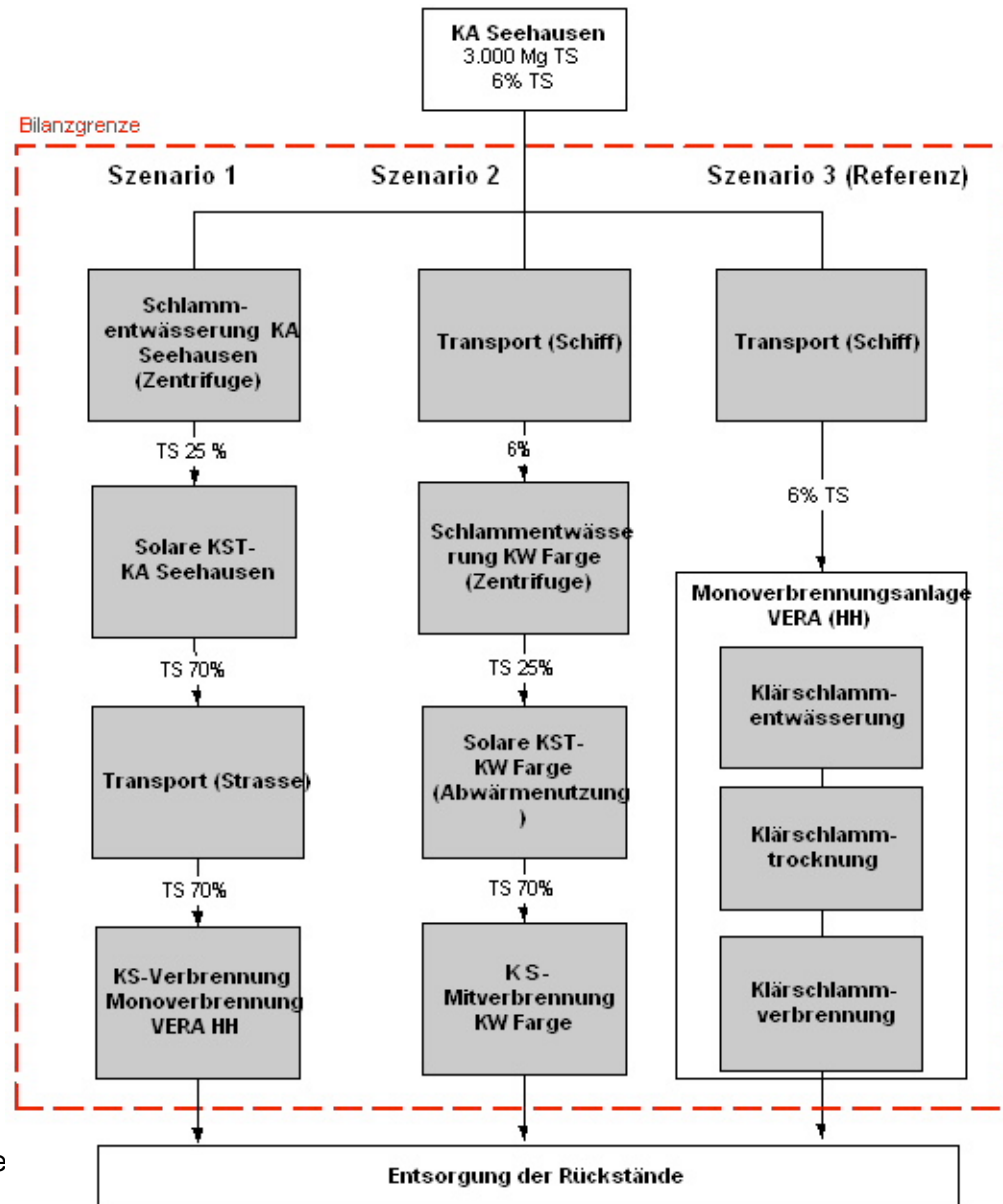
Konventionelle Trocknung

- Einsatz von Erdgas (Variante 3)
- Abwärmenutzung (Variante 4)

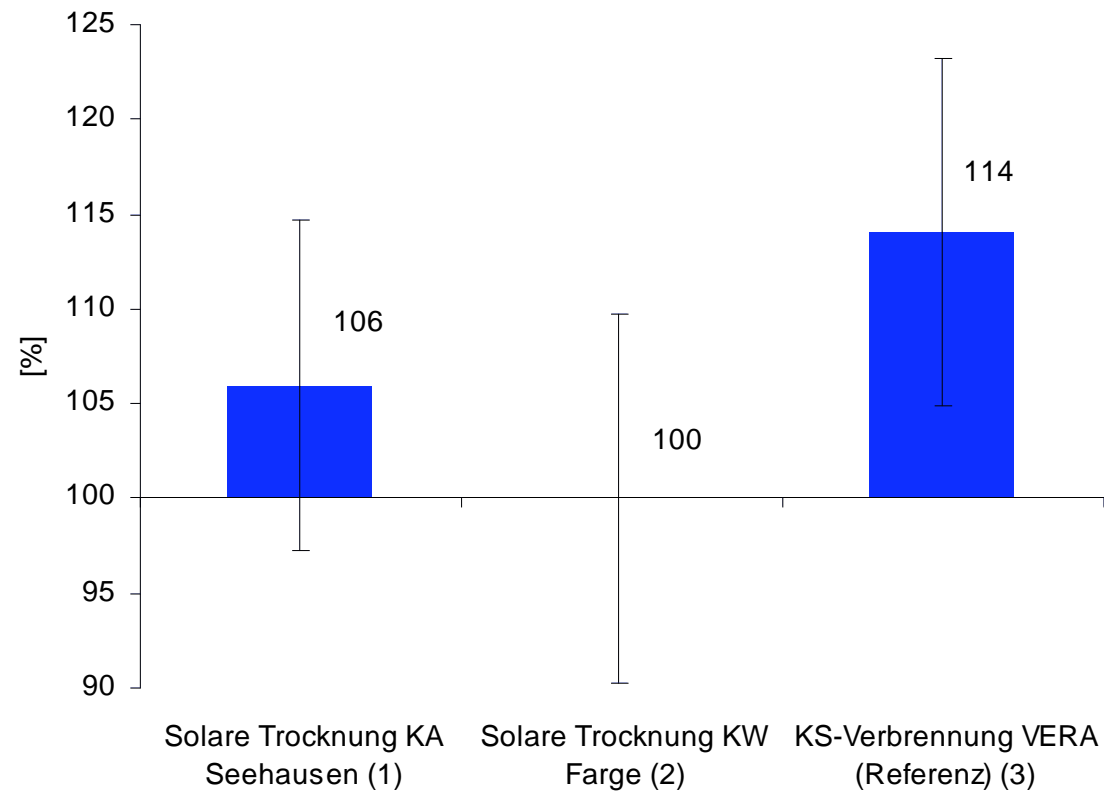
Vergleich der spezifischen Kosten für die Varianten (1)



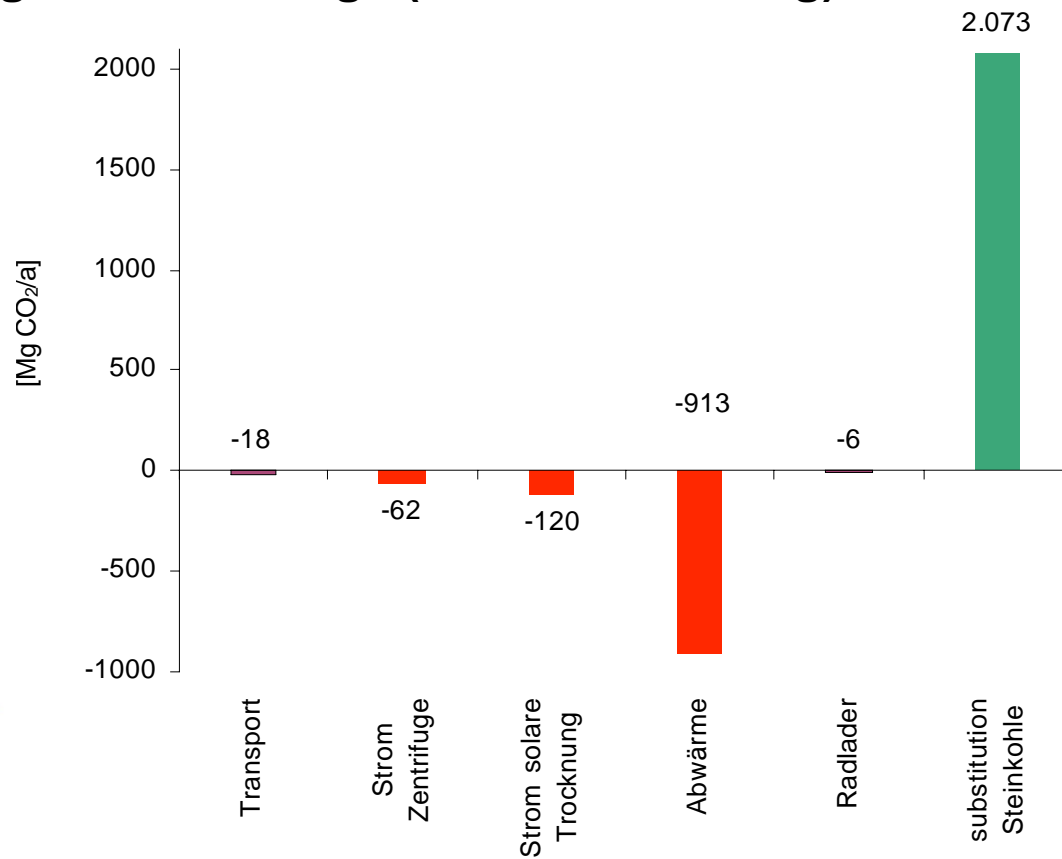
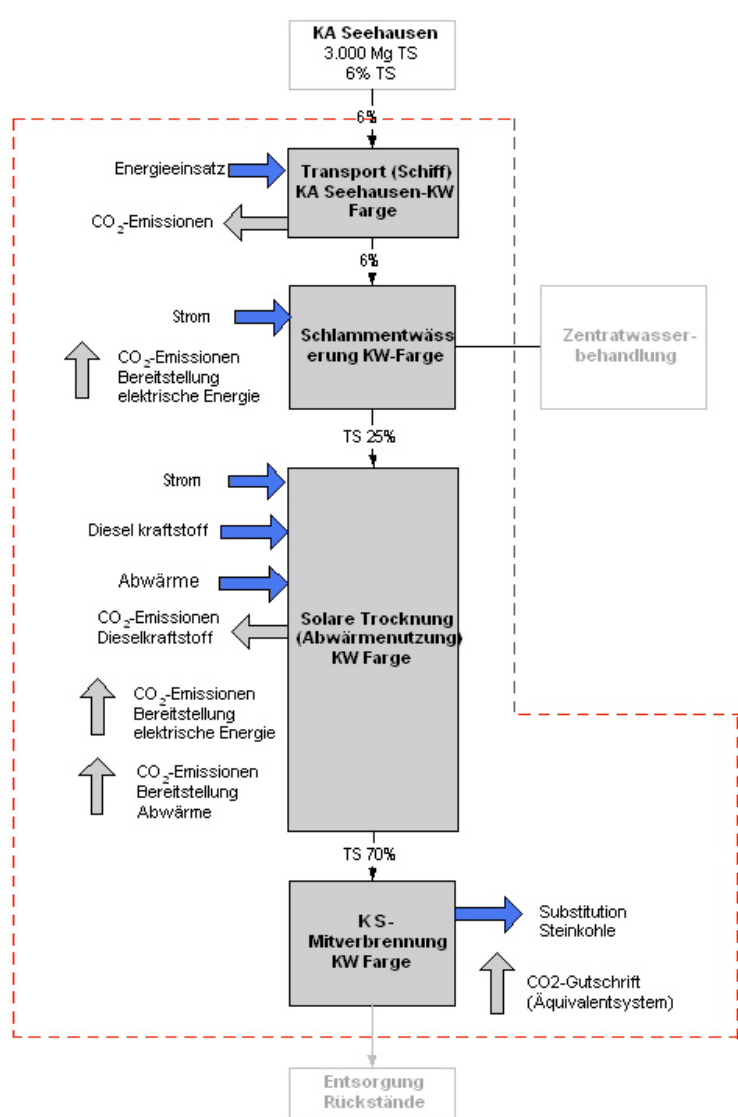
Szenarien und Bilanzgrenzen



Spezifische Entsorgungskosten für die Szenarien

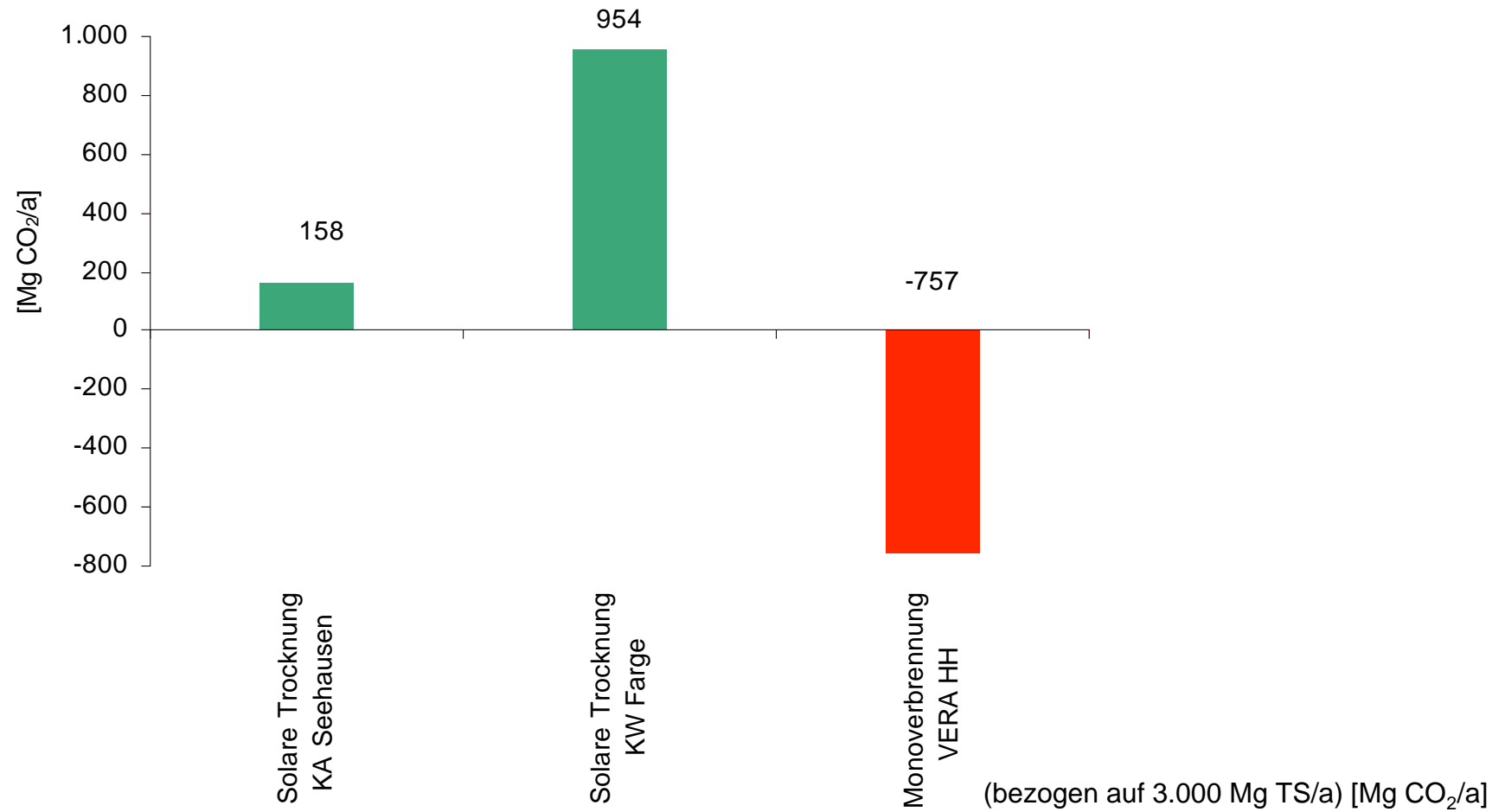


Szenario 2: Solare Trocknung beim KW Farge (Abwärmennutzung)



(bezogen auf 3.000 Mg TS/a)

CO₂-Bilanz der Szenarien



Zusammenfassung

- Im Vergleich zur konventionellen Klärschlamm-trocknung stellen solare Verfahren eine ökonomisch und ökologisch sinnvolle Alternative dar – auch in Norddeutschland.
- Der Einsatz solarer Verfahren für die Trocknung kommunale Klärschlämme in Bremen kann als technisch machbar angesehen werden.
- Die Wirtschaftlichkeit der solaren Klärschlamm-trocknung in Bremen ist (unter den gewählten Randbedingungen) gegeben.
- Im Vergleich zu einer unmittelbaren Verbrennung von Klärschlämmen in einer Monoverbrennungsanlage, lassen sich **(in den untersuchten Szenarien)** durch die Einbindung von solaren Trocknungsverfahren absolute CO₂-Einsparungen erzielen.