

BENCHMARKING

THERMISCHER ABFALLBEHANDLUNGSANLAGEN (TAB)

KURZEXPOSÉ

Dr. Gernot Pehnelt
Prof. Dr. Heinz-Georg Baum

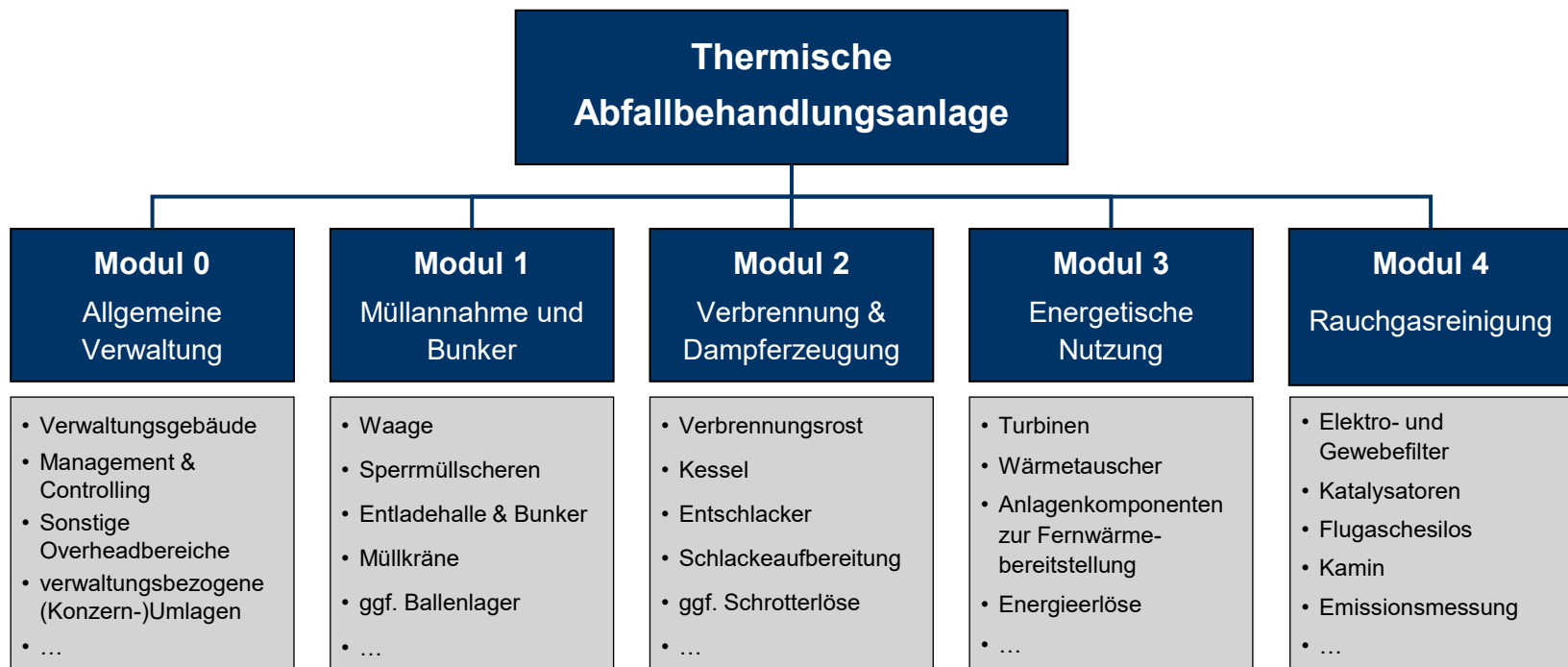


Kapitel	Seite
1. Untersuchungsdesign	3
2. Projektverlauf und Umfang der Analysen	7
3. Darstellung	10
4. Auswertungsbeispiele (Dummy-Daten)	15
5. Kontakt	34
6. Annex	35

1. Untersuchungsdesign

- bereits ca. **50 Thermische Abfallbehandlungsanlagen** aus Deutschland, Österreich, Schweiz und Italien untersucht (erfolgreiches Pilotprojekt in Japan)
- größtenteils bereits **mehrmalige Teilnahme** der Anlagen am Benchmarking
- strukturell **breites** und somit **repräsentatives Sample** (ca. 25-40 Anlagen mit hinreichend aktuellen Daten)
- **unterschiedliche Charakteristika** hinsichtlich Rechtsform, politischem und wirtschaftlichem Umfeld, strategischer Ausrichtung, Kapazität, Alter, Baustruktur, Größe und Anzahl der Kessel, Rosttechnologie, Dampfparameter, Art der energetischen Nutzung, Rauchgasreinigung etc.
- **kontinuierliche Aktualisierung** und **Erweiterung des Samples**
- **objektiver, belastbarer** und mithin „**fairer**“ **Vergleich**. Gewährleistung der Vergleichbarkeit durch:
 - **klare Definition** und Einhaltung der **Systemgrenzen** („Müllverbrennung“)
 - Berechnung und **Normierung der Kapitalkosten** nach einheitlichem Muster anhand des Anlagevermögens
 - **Nettomethode**, d.h. Umsatzsteuerbereinigung für alle Anlagen
 - Erfassung sämtlicher Kosten nach einheitlichem Muster; ggf. Bereinigung um Sondereffekte (z.B. große Turbinenrevision, vom 12-Monats-Rhythmus abweichende Revisionsintervalle o.ä.)
 - **Inflationsbereinigung der Kosten** der Vergleichsanlagen bzw. der „eigenen“ Werte aus anderen Untersuchungsjahren durch TAB-spezifischen Erzeugerpreisindex sowie **Preisindexbereinigung der Energieerlöse** (siehe dazu ▶ [Annex 1](#) und ▶ [Annex 2](#))
 - **Beachtung spezifischer Strukturparameter** und **individueller Charakteristika** durch Auswahl geeigneter „**Peers**“ (ähnliche Anlagen für den unmittelbaren Vergleich)
- **strenge Anonymisierung** der Vergleichsanlagen durch wechselnde Permutationen der Balkencharts falls erforderlich, Verzicht auf eine Skalierung der Achsen in den Streudiagrammen sowie Manipulation der Streudiagramme durch „Dummies“ bzw. „Maskierung“ einzelner Datenpunkte
- **individueller Auswertungsbericht** in Form eines strukturierten und kommentierten Foliensatzes

- **Systemgrenze „Müllverbrennung“**
- **Modularisierung** entlang der verfahrenstechnischen Wertschöpfungskette: **5 Module**
- **modulbezogene Auswertungen** zur Identifizierung spezifischer Stärken und Schwächen



Ansatzpunkte für explizite Normierungsschritte	Merkmalsausprägungen		
Finanzhilfen	Bruttowerte der historischen Anschaffungs- und Herstellwerte		Nettowerte der historischen Anschaffungs- und Herstellwerte
Abschreibungsverfahren	degressive Abschreibungsverfahren		lineare Abschreibung
Abschreibungsparameter (Nutzungsdauer)	(nicht-normierte) unternehmensindividuelle Abschreibungsparameter		normierte Abschreibungsparameter (z.B. Gebäude(teile) 25-50 Jahre, Ofen-Komponenten 20 Jahre, RGR- und Energie-Komponenten 15-20 Jahre, BGA 5-10 Jahre)
Verfahren zur Bestimmung der kalkulatorischen Zinsen	Restwertmethode	verfeinerte Restwertmethode	Durchschnittsmethode
Parameter zur Bestimmung der kalkulatorischen Zinsen (kalkulatorischer Zinssatz)	(nicht-normierter) unternehmensindividueller kalkulatorischer Zinssatz		normierter kalkulatorischer Zinssatz (kalk. Zinssatz von 4%)

2. Projektverlauf und Umfang der Analysen

- Den teilnehmenden Anlagen wird **im Vorfeld der Datenerhebung** vor Ort ein **strukturierter Fragebogen** zu wesentlichen Strukturparametern, monetären sowie nicht-monetären Prozessdaten übermittelt (ca. 15 Seiten).
- Für die **Vorbereitung** der **Datenerhebung** und das Zusammenstellen der benötigten Daten durch das Projektteam der Anlage sind i.d.R. **max. drei Arbeitstage** (verteilt auf die einzelnen Abteilungen) zu veranschlagen.
- **Datenerhebung vor Ort:**
 - Besprechung des Fragebogens
 - Festlegung der Systemgrenzen inkl. Identifizierung „systemfremder“ Bereiche sowie Verteilung sämtlicher relevanter Kostenstellen und ggf. weiterer Prozessdaten auf die fünf Module (siehe erneut ► [Folie 5](#))
 - ggf. Begehung der Anlage
- Für die **Datenerhebung** vor Ort benötigen wir je nach Datenlage **drei bis sechs Stunden**.
- Die **Übermittlung** der konkreten **Kostendaten**, der Angaben zum **Anlagevermögen**, der **Personaldaten** sowie der erforderlichen **nicht-monetären** bzw. **technischen Daten** erfolgt üblicherweise **im Nachgang der Datenerhebung** (z.B. via E-Mail, Share-Point o.ä.).
- Bei der Prüfung und Verarbeitung des umfangreichen Datenmaterials ergeben sich zumeist weitere **Detailfragen**. Diese lassen sich in aller Regel in einem iterativen Prozess **telefonisch** bzw. via **E-Mail** klären. Dazu benötigen wir jeweils einen Ansprechpartner aus dem kaufmännischen und dem technischen Bereich.
- Für die **Analysen** und **Auswertungen** benötigen wir – je nach Anzahl der teilnehmenden Anlagen, der Datenlieferung bzw. in Abhängigkeit der Datenlage – **drei bis fünf Monate**; bei sehr umfangreichen Benchmarking-Runden ggf. auch etwas länger. Zeitkritische Teilauswertungen können – u.U. mit einer reduzierten Sample-Größe – auch schneller geliefert werden.
- Die (Vorab-)**Ergebnisse** werden im Rahmen eines **gemeinsamen Workshops** dem Projektteam vorgestellt und diskutiert. Dabei werden auch die Bedarfe bzw. der Nutzen eventueller Zusatzauswertungen eruiert.
- Im Anschluss an diesen Workshop wird der Abschlussbericht ggf. einer Revision unterzogen.

Die strukturierte Standardauswertung umfasst **ca. 100 Präsentationsfolien** mit insgesamt bis zu **150** übersichtlichen und prägnant kommentierten **Abbildungen**.

Wir liefern u.a. Kennzahlen und Charts zu folgenden Auswertungsdimensionen:

• Gesamtkosten	• Entsorgungskosten (Schlacke & RGR)
• Gesamtkosten inkl. „Nebenerlöse“ (insbes. Energie und Schrott)	• Einsatz von Strom und Primärbrennstoffen (Öl & Gas)
• Kostenstruktur nach Kostenarten und Modulen	• Energieeffizienz, Energieerlöse und -preise sowie Ergebnis der Energetischen Nutzung
• strukturelle Zusammenhänge	• Verfügbarkeit und Auslastung
• disaggregierte Kostenanalysen der einzelnen Module sowie einzelner Kostenarten	• ggf. Personaleinsatz und spezifische Personalkosten differenziert nach einzelnen Funktionsbereichen
• Personaleinsatz und -kosten	• Emissionen
• Instandhaltungskosten und -performance	• Executive Summary & individuelles Potenzialprofil

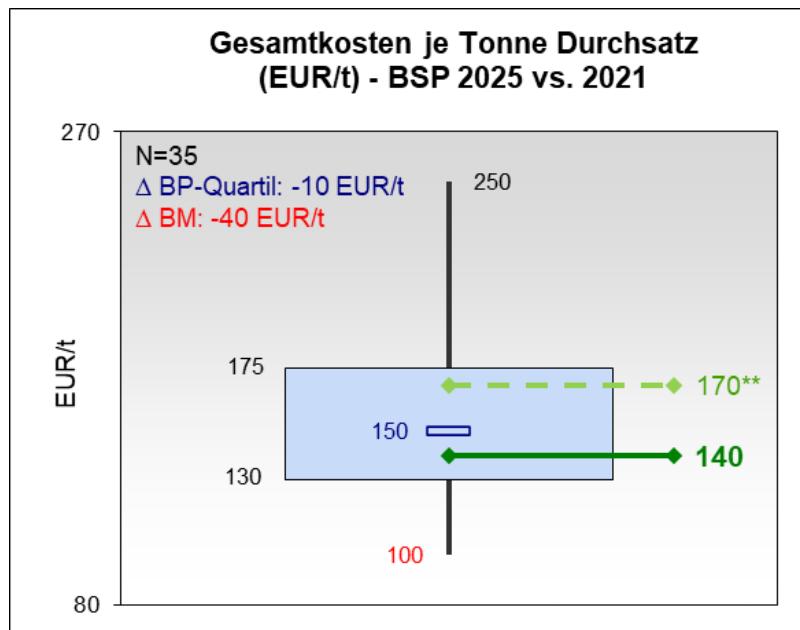
Es folgen einige Auswertungsbeispiele

Anm.: Bei sämtlichen Beispielcharts handelt es sich um Dummy-Daten.

3. Darstellung

Darstellung 1: Boxplots

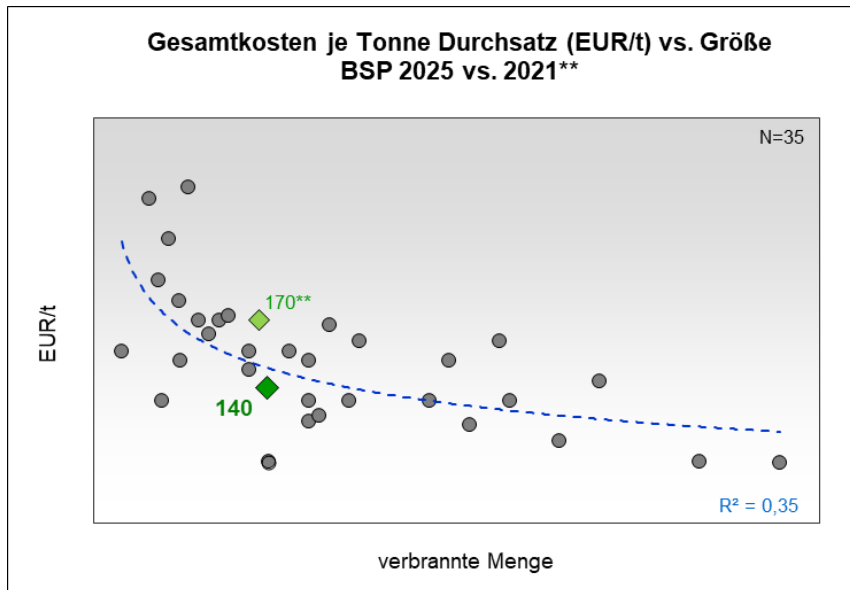
- Boxplots: „**Transparenz durch Verdichtung**“
- Darstellung der eigenen Anlage **im Vergleich zum gesamten Sample**
- Eigene Position und Abstände zum Median, zu den Quartilsgrenzen sowie zum Benchmark auf einen Blick



- „heller“ Bereich = Best-Practice-Bereich
- hellblaue Box = mittlere Quartile (50% der Vergleichsanlagen befinden sich innerhalb der Box)
- vertikale graue Linien = oberes und unteres Quartil (jeweils 25% der Anlagen befinden sich in diesen Bereichen)
- horizontaler blauer Kasten innerhalb der Box = Medianausprägung innerhalb des Samples
- Werte = jeweilige Ausprägung („von oben“: Max, Grenze zum oberen Quartil, Median, Grenze zum unteren Quartil, Min)
- rot markierter Wert = Benchmark des Samples
- **dunkelgrüne horizontale Linie inkl. Wert: Ihre Anlage**
- gestrichelte hellgrüne Linie: „eigener“ (inflationsbereinigter) Wert aus der vorangegangenen Benchmarking-Runde
- N = Anzahl der Anlagen im Sample
- Δ BP-Quartil = Abstand zum Best-Practice-Quartil
- Δ BM = Abstand zum Benchmark des Samples

** BSP 2021 (inflationsbereinigt)

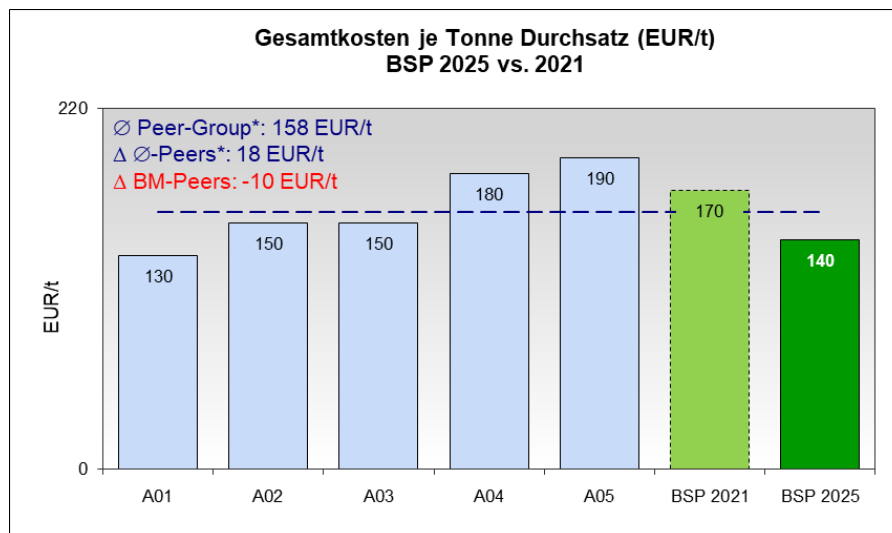
- Streudiagramme: „**Strukturelle Zusammenhänge**“
- Um die **Anonymität** der Teilnehmer sicherzustellen, wird auf eine Skalierung der Achsen verzichtet. Der Koordinatenursprung bei beiden Achsen ist nicht Null. Darüber hinaus können die Diagramme durch „Dummies“ oder durch Löschung bzw. „Maskierung“ einzelner Datenpunkte verfremdet sein. Die Trendlinie bezieht sich jedoch immer ausschließlich auf die Originalwerte.



- „heller“ Bereich = Best-Practice-Bereich
- N = Anzahl der Anlagen, deren Werte in die Auswertung einbezogen wurden
- **Trendlinie:**
graphische Veranschaulichung des funktionalen Zusammenhangs zwischen den betrachteten Kennzahlen
- R^2 = Bestimmtheitsmaß der Trendlinie (Maß für die „Güte“ der Anpassung)
- **Ihre Anlage** ist jeweils **farblich** hervorgehoben („BSP 2025“ bzw. „BSP 2021“).

- ◆ **BSP 2025**
- ◆ **BSP 2021**** (inflationbereinigt)

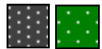
- Säulendiagramme: „Peers“
- Bei den Vergleichsanlagen („Peers“) handelt es sich um **ähnliche Anlagen** (Größe & Anzahl Linien, effektives Alter, Dampfparameter, Form der energetischen Nutzung, Art der Rauchgasreinigung etc.).
- Je nach Untersuchungsgegenstand (z.B. „Modul“, Kostenart o.ä.) können durchaus unterschiedliche Anlagen als Peers identifiziert werden. Sollte dies der Fall sein, erfolgt ein entsprechender Hinweis auf der jeweiligen Folie.
- **Zusätzliche Anonymisierung:** Die Reihenfolge der Vergleichsanlagen kann sich von Chart zu Chart ändern. Wenn dies der Fall sein sollte, erfolgt ein entsprechender Hinweis auf der jeweiligen Folie.



- „heller“ Bereich = Best-Practice-Bereich
- \emptyset = Durchschnittswert der Peer-Group (* inkl. BSP 2025, jedoch ohne BSP 2021)
- grün hervorgehobene Balken = Ihre Anlage („BSP 2025“ bzw. „BSP 2021“)
- $\Delta \emptyset$ -Peers = Abstand Ihrer Anlage („BSP 2025“) zum Durchschnitt der Peer-Group
- Δ BM-Peers = Abstand Ihrer Anlage („BSP 2025“) zum unmittelbaren Benchmark

* Durchschnitt ohne BSP 2021

Die Kostenarten werden in der vorliegenden Studie nach folgendem Muster aggregiert:



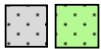
Personalkosten

- Löhne / Gehälter
- Sozialabgaben
- Sonstige Personalkosten



Sachkosten

- Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe
- Energiekosten
- Fort- und Weiterbildungskosten
- Dienstreisen
- Öffentlichkeitsarbeit
- Materialkosten (Unterhalt / Instandhaltung / Wartung)
- EDV-Kosten
- Sonstige Sachkosten



Dienstleistungskosten i.w.S.

- Rechts- und Beratungskosten, Gutachten etc.
- Versicherungskosten
- Miete / Pacht etc.
- Öffentliche Abgaben, Gebühren, Beiträge etc.
- Sonstige Dienstleistungskosten



AD-Kosten ("Auslagerung an Dritte") / "Outsourcing"

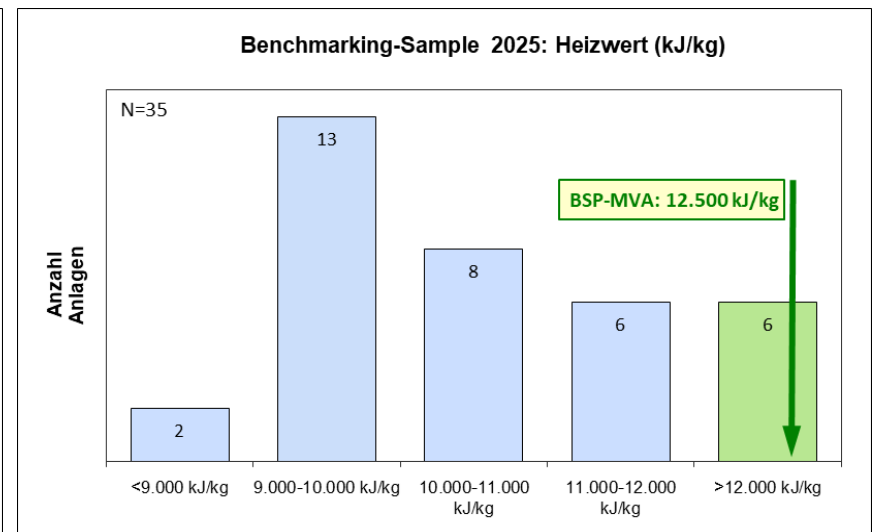
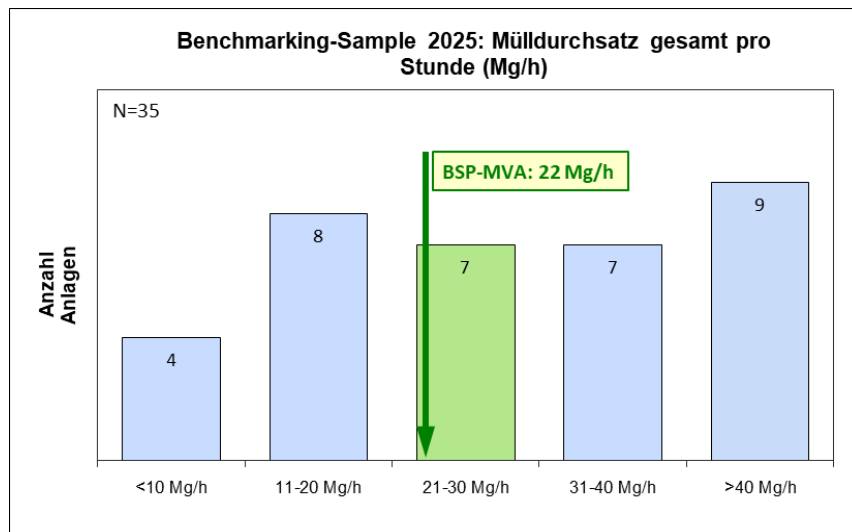
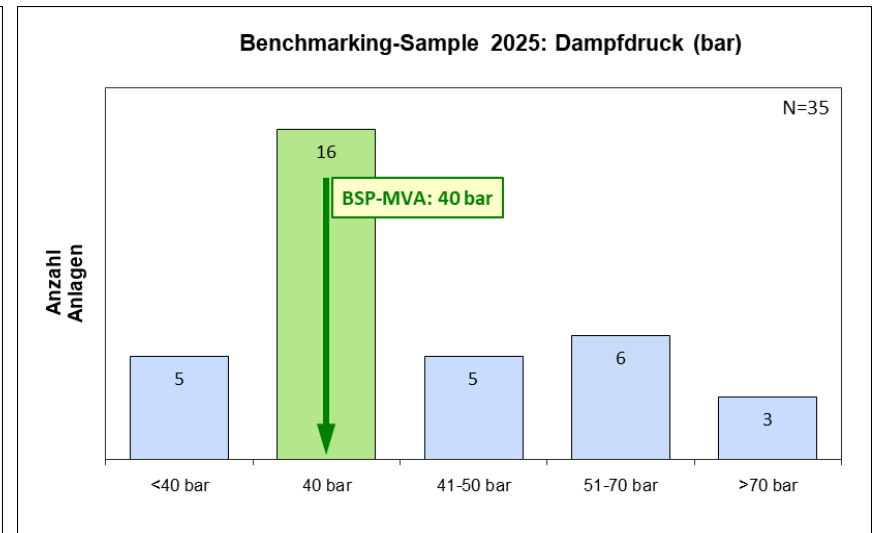
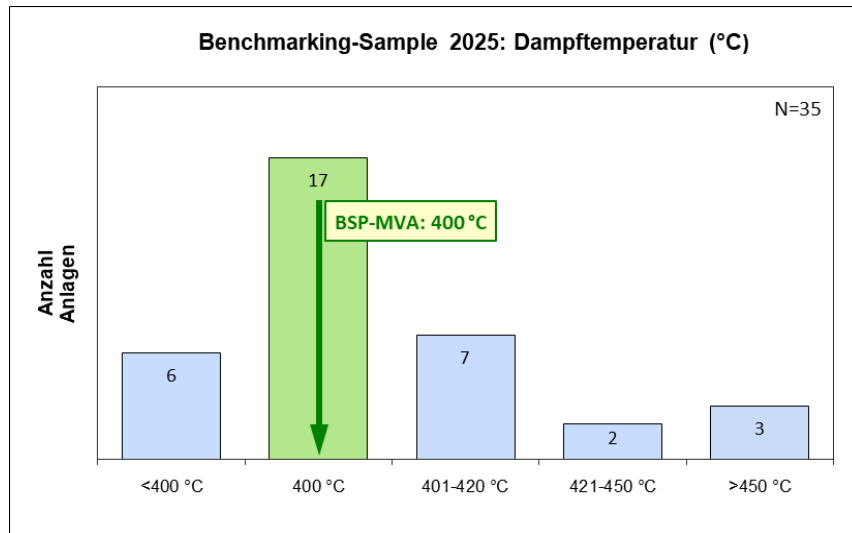
- Entsorgungskosten
- Wartungs- und Instandhaltungskosten (ausgelagert)
- Sonstige AD-Kosten

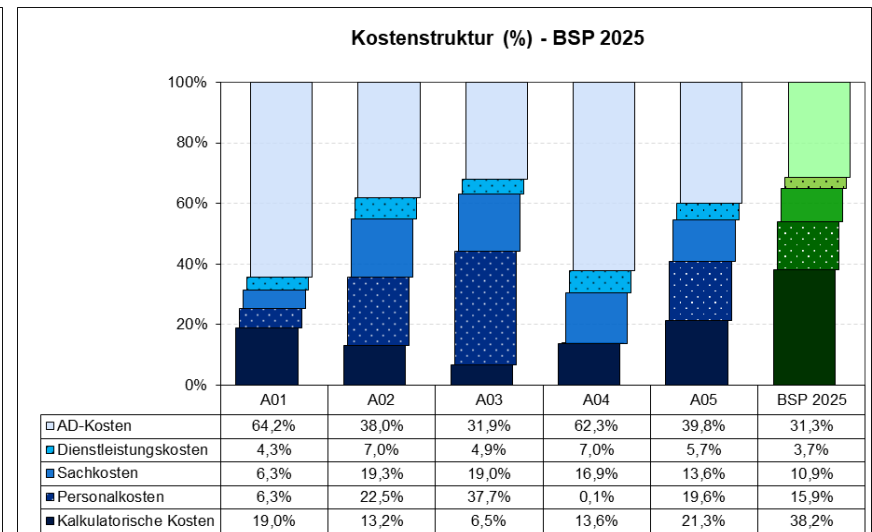
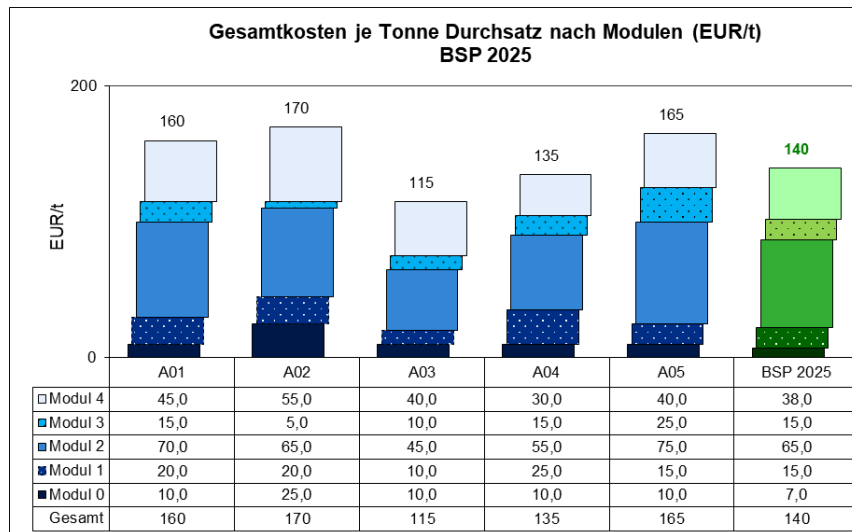


normierte Kapitalkosten

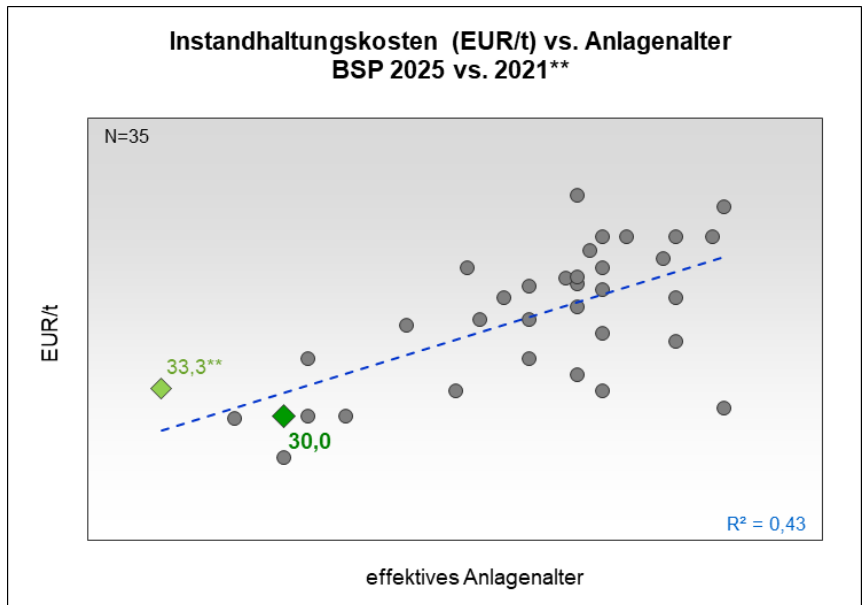
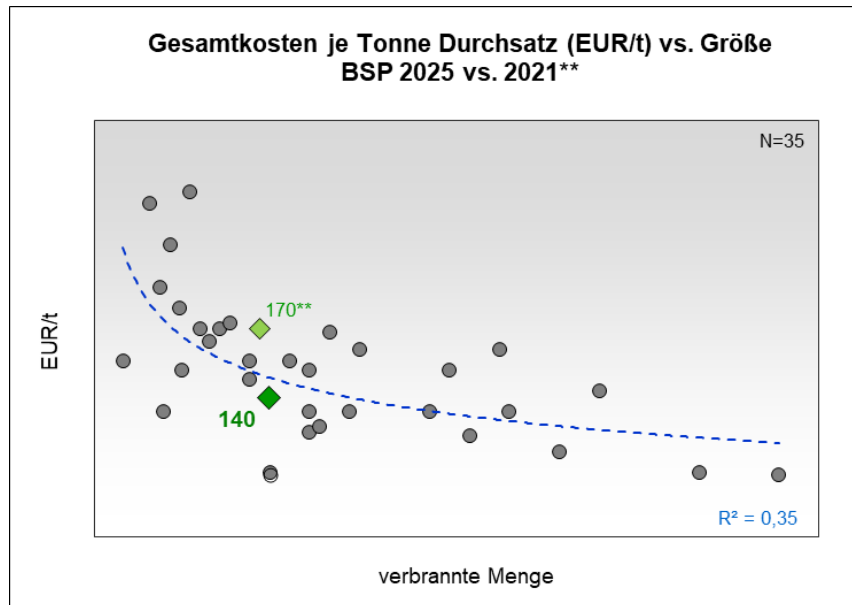
- Kalkulatorische Abschreibungen
- Kalkulatorische Zinsen

4. Auswertungsbeispiele (Dummy-Daten)





- Kostenstruktur nach „Modulen“, d.h. entlang der verfahrenstechnischen Wertschöpfungskette (hier: EUR/t – Peer-Group)
 - Modul 0 = „Verwaltung & Overhead“
 - Modul 1 = „Müllannahme & Bunker“
 - Modul 2 = „Verbrennung“ (inkl. Dampferzeugung & Schlackeentsorgung)
 - Modul 3 = „Energetische Nutzung“
 - Modul 4 = „Rauchgasreinigung“
- Kostenstruktur nach Kostenartenaggregaten – siehe erneut ► [Seite 14](#) (hier: prozentualer Anteil – Peer-Group)
- ggf. disaggregierte Analysen einzelner Kostenarten, z.B. ...
 - Chemikalien
 - Versicherungen
 - Öl- bzw. Gaskosten
 - Stromkosten



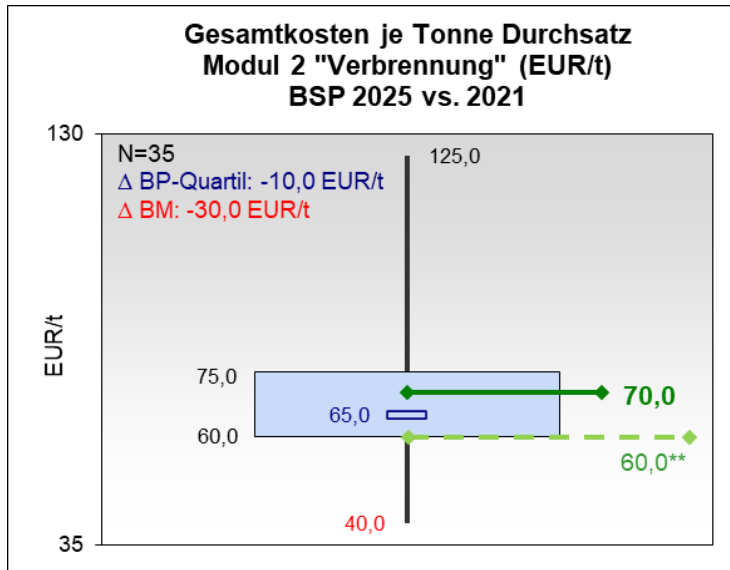
- ◆ **BSP 2025**
- ◆ **BSP 2021** (inflationsbereinigt)**

- ◆ **BSP 2025**
- ◆ **BSP 2021** (inflationsbereinigt)**

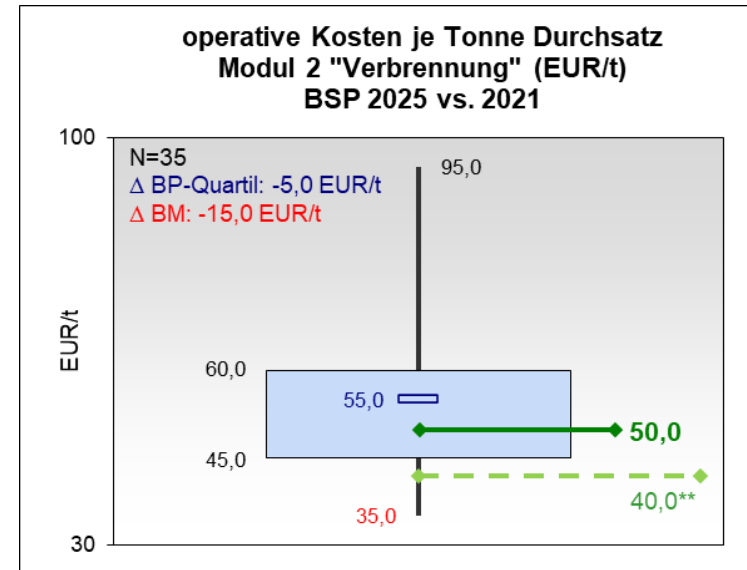
Dokumentation relevanter struktureller Zusammenhänge, z.B. ...

- Größeneffekt: Fixkostendegression \Rightarrow Skalenvorteile großer Anlagen bzw. kostenseitige Nachteile kleiner bzw. „kleinteilig“ konzipierter Anlagen
- Alterseffekt: Korrelation und auch kausaler Zusammenhang zwischen dem effektiven Anlagenalter und den Instandhaltungskosten \Rightarrow Insbesondere vglw. „junge“ Anlagen weisen in der Regel wesentlich geringere spezifische Instandhaltungskosten auf als ältere Anlagen. Ab einem gewissen Alter i.V.m. weiteren ungünstigen Strukturparametern drohen die Instandhaltungsaufwendungen zu eskalieren.

- **individuelle Auswertungen** im Vergleich zum **gesamten Sample** (z.B. Gesamtkosten und operative Kosten je Tonne Durchsatz) für **jedes** der **5 Module**
- ggf. mit dynamischem Vergleich (inflationsbereinigte Werte aus vorangegangenen Jahren)
- hier: **Modul 2** („Verbrennung inkl. Rost, Kessel und Schlackeentsorgung“)

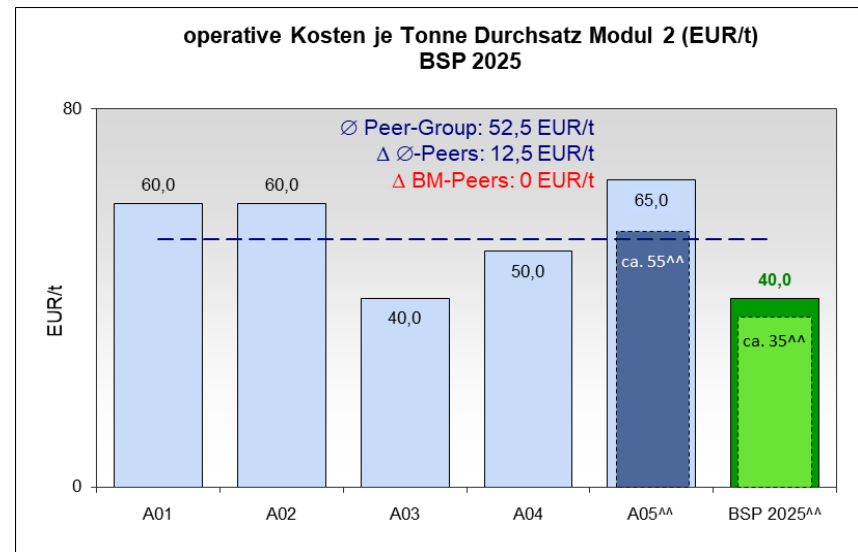
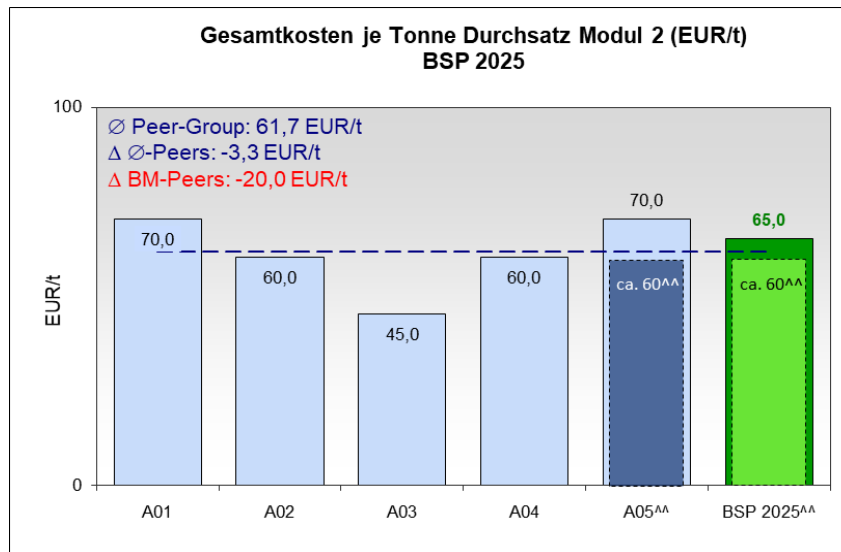


** BSP 2021 (inflationsbereinigt)



** BSP 2021 (inflationsbereinigt)

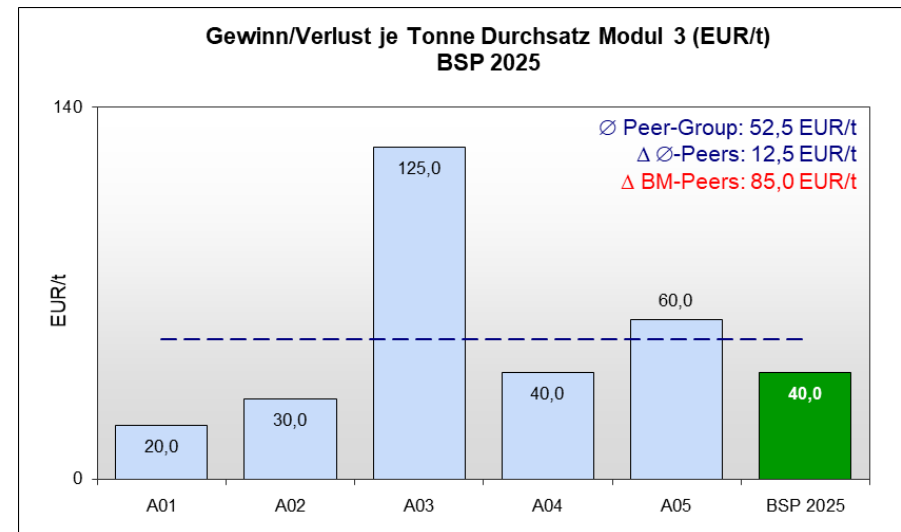
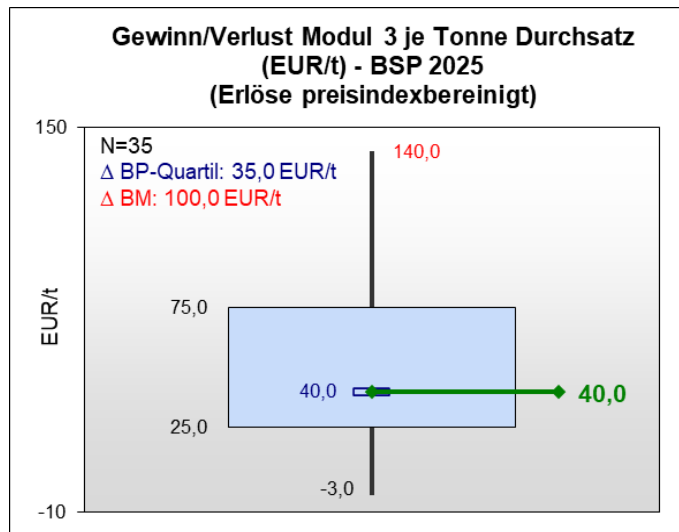
- **individuelle Auswertungen im Vergleich zu den Peers** (z.B. Gesamtkosten und operative Kosten je Tonne Durchsatz) für **jedes** der **5 Module**
- hier: **Modul 2** („Verbrennung inkl. Rost, Kessel, Schlackeentsorgung und ggf. Metallvermarktung“)
- ggf. mit dynamischem Vergleich (inflationsbereinigte Werte aus vorangegangenen Jahren)
- ggf. mit gewissen Zusatzinformationen zu einzelnen Vergleichsanlagen



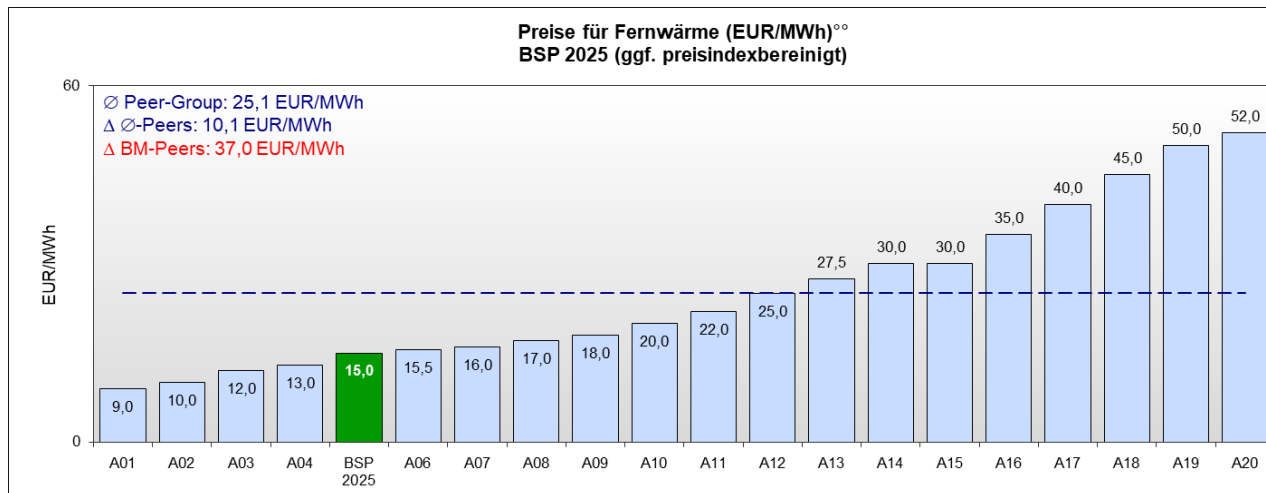
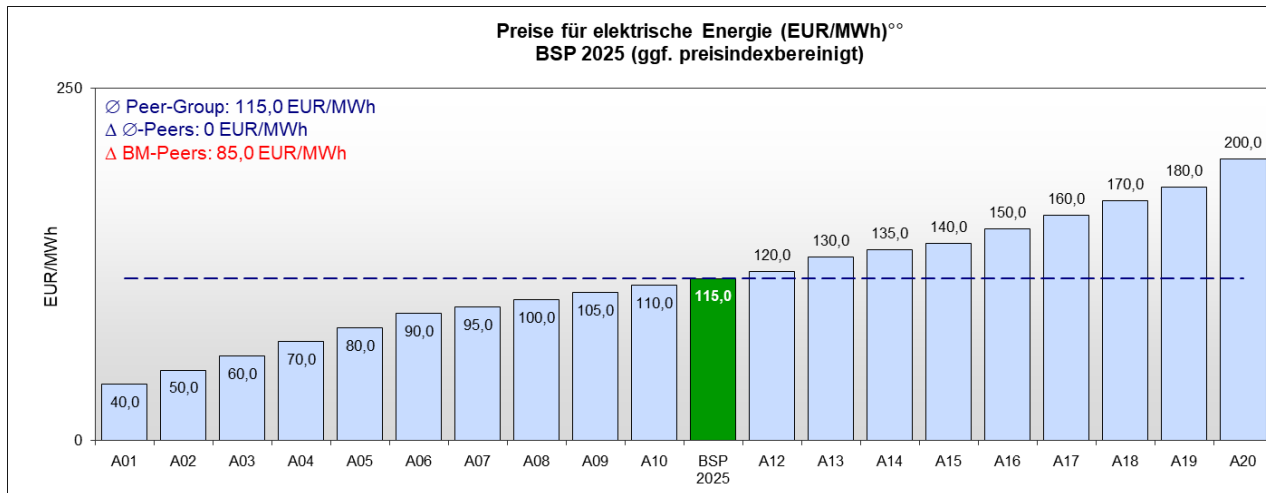
^{^^} A05 und BSP 2025 mit nennenswerten Schrotterlösen

^{^^} A05 und BSP 2025 mit nennenswerten Schrotterlösen

- Erweiterung der Modulkostenauswertungen um **weitere Analysen**
- z.B.: betriebswirtschaftliches Ergebnis der Wertschöpfungsstufe „Energetische Nutzung“ (Modul 3) (Modulgewinn = Energieerlöse – Modulkosten)



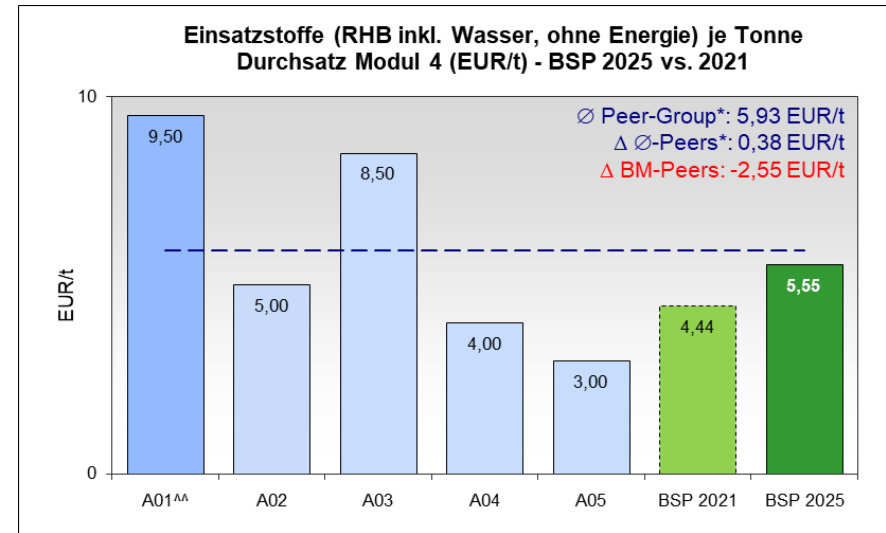
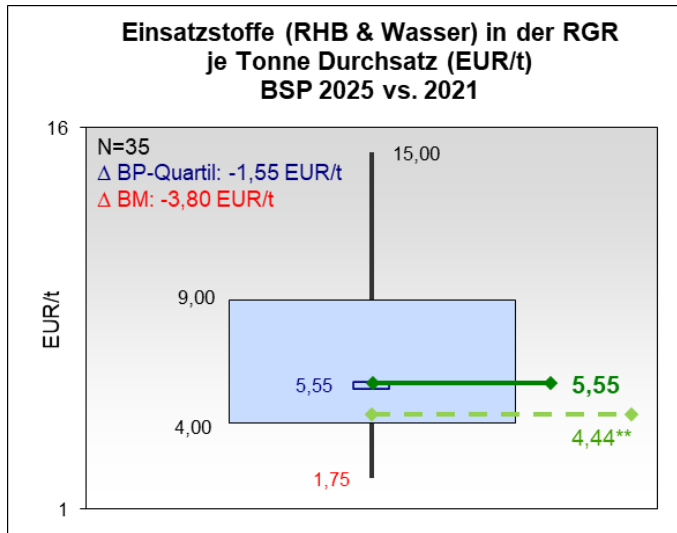
Preisindexbereinigung siehe ► [Annex 2](#)



- Darstellung der aktuellen erlösseitigen Situation bei der Energievermarktung ausgewählter Anlagen
- Ursachenanalysen: z.B. Rahmenbedingungen, „Qualitäten“, Grad der Besicherung, vertragliche Details, (konzerninterne) Verrechnungspreise usw.
- Identifizierung möglicher und unter Umständen relativ kurzfristig zu realisierender Verbesserungspotenziale
- ggf. qualitative Beurteilung des Energievermarktungs- bzw. Preisbildungsmodells

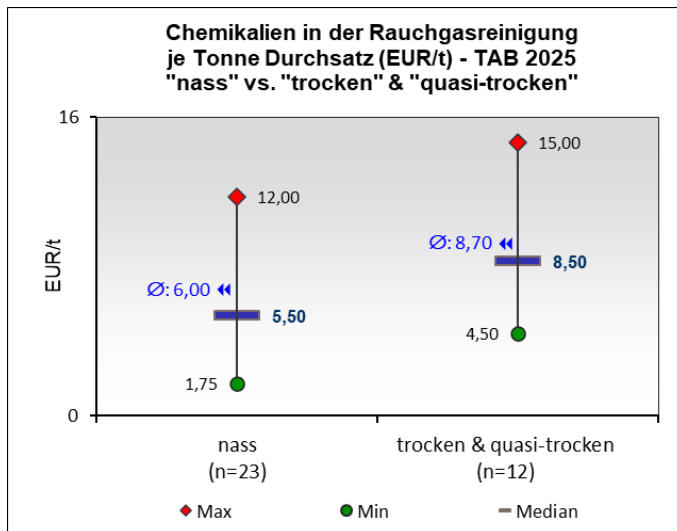
^{oo} veränderte und erweiterte Peer-Group mit generell ähnlichen Rahmenbedingungen | Preisindexbereinigung siehe ► [Annex 2](#)

Anm.: Fernwärmepreise „ab Werk“, d.h. ohne Fernwärmenetz



* Durchschnitt ohne BSP 2021

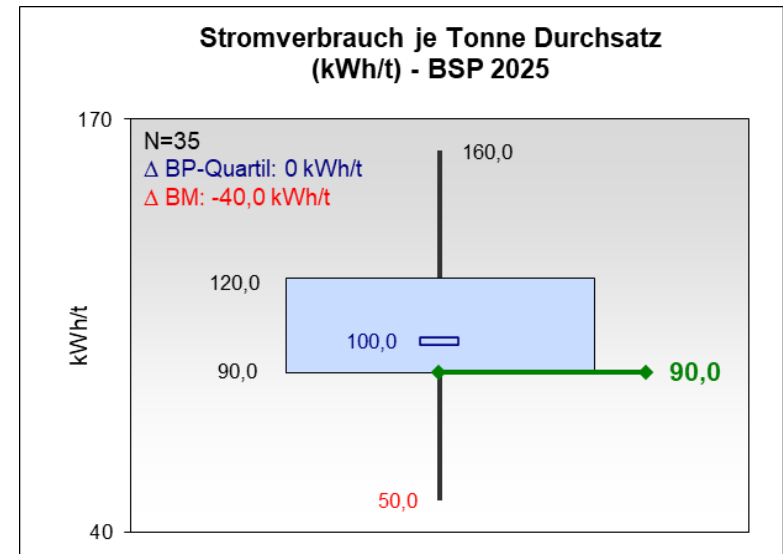
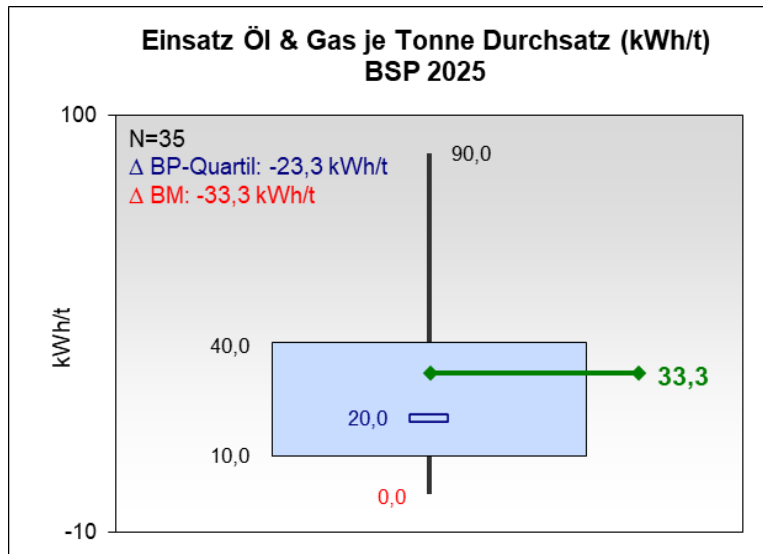
^{^^} A01 mit trockener RGR unter Einsatz von Bicarbonat



- Die Modulkostenauswertungen werden **ggf.** um **weitere Analysen** ergänzt.

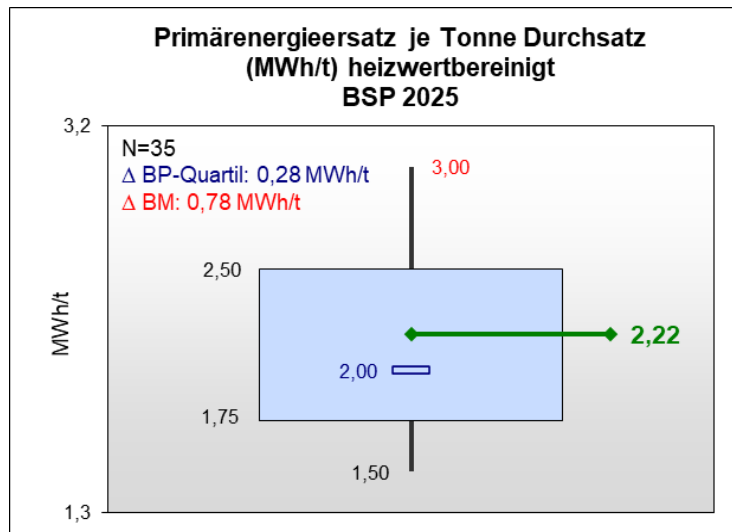
- hier: **Modul 4** („Rauchgasreinigung“) mit den Kosten der eingesetzten RHB (insbes. Chemikalien); ggf. ergänzt durch Analysen der spezifischen Einsatzmengen und Beschaffungskosten („Preise“)

- **Analysen nicht-monetärer Prozessdaten**
- hier: Einsatz von Primärbrennstoffen sowie Strom – gesamtes Sample
- ggf. Anmerkungen zu strukturell unterschiedlichen Rahmenbedingungen innerhalb des Samples

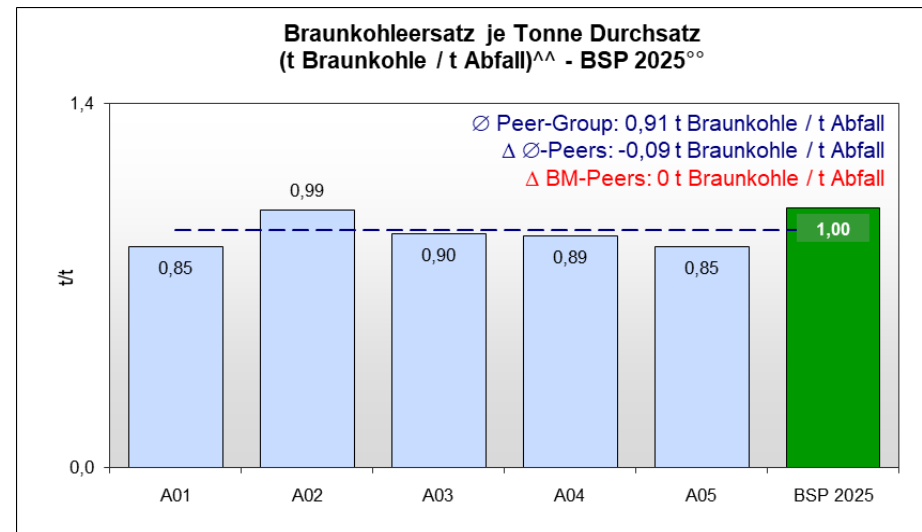


Anm.: Gemäß 17. BImSchV müssen deutsche Anlagen „eine Mindesttemperatur von 850 °C [...] auch unter ungünstigsten Bedingungen [...] für eine Verweilzeit von mind. zwei Sekunden“ einhalten. Beim An- und Abfahren von Verbrennungslinien ist diese Forderung ohne den Einsatz von Gas oder Öl in der Regel nicht zu gewährleisten. Diese Forderung gilt in der Schweiz nicht.

- Thema „waste to energy“
 - **Primärenergieersatz:**
Welche Energiemenge aus fossilen Brennstoffen wird durch die Energiegewinnung in der betrachteten Thermischen Abfallbehandlungsanlage ersetzt?
 - **„Braunkohleersatz“:**
virtuelle Kennzahl zur Veranschaulichung, welche Menge Braunkohle durch die Energiegewinnung in den untersuchten Anlagen ersetzt wird
 - Vergleich zum Gesamtsample und zur (ggf. leicht veränderten) Peer-Group mit ähnlichem energetischen Nutzungskonzept

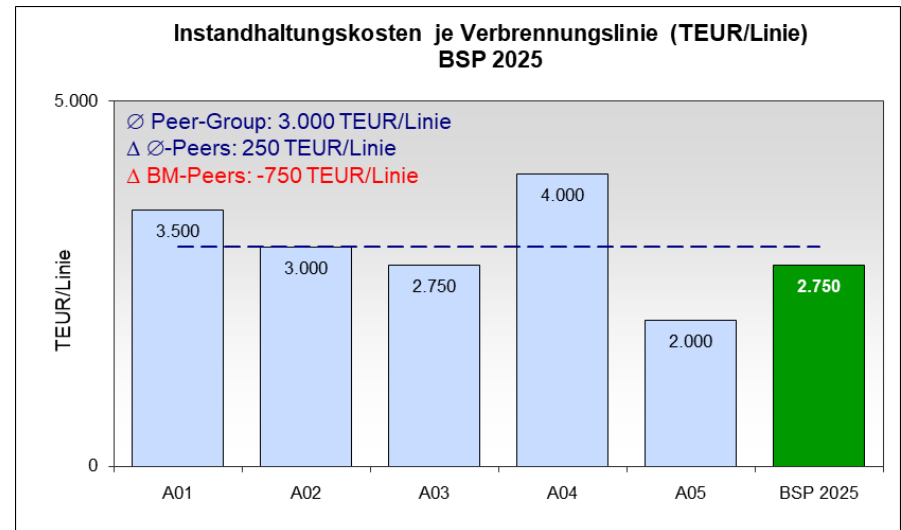
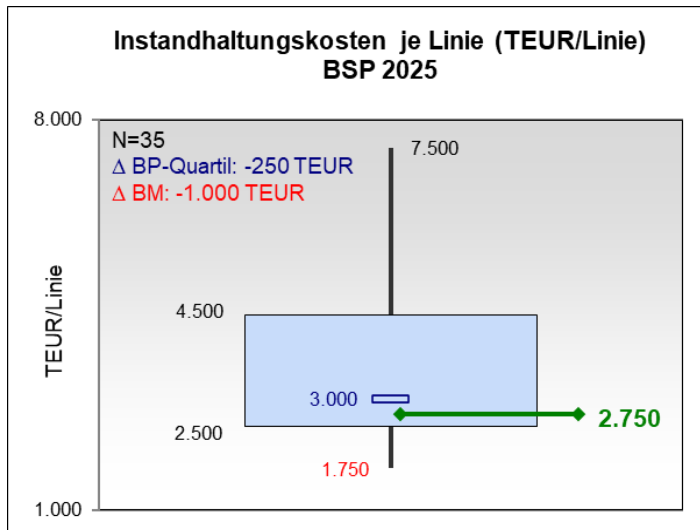
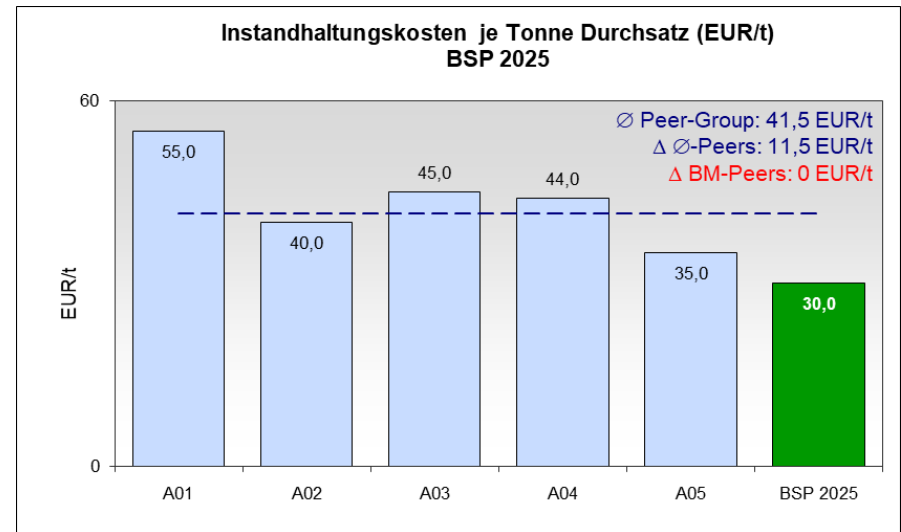
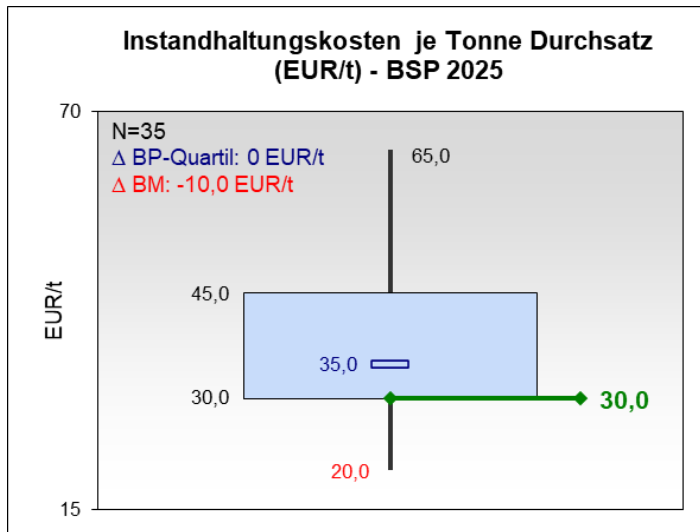


Anm.: Systeminput heizwertbereinigt

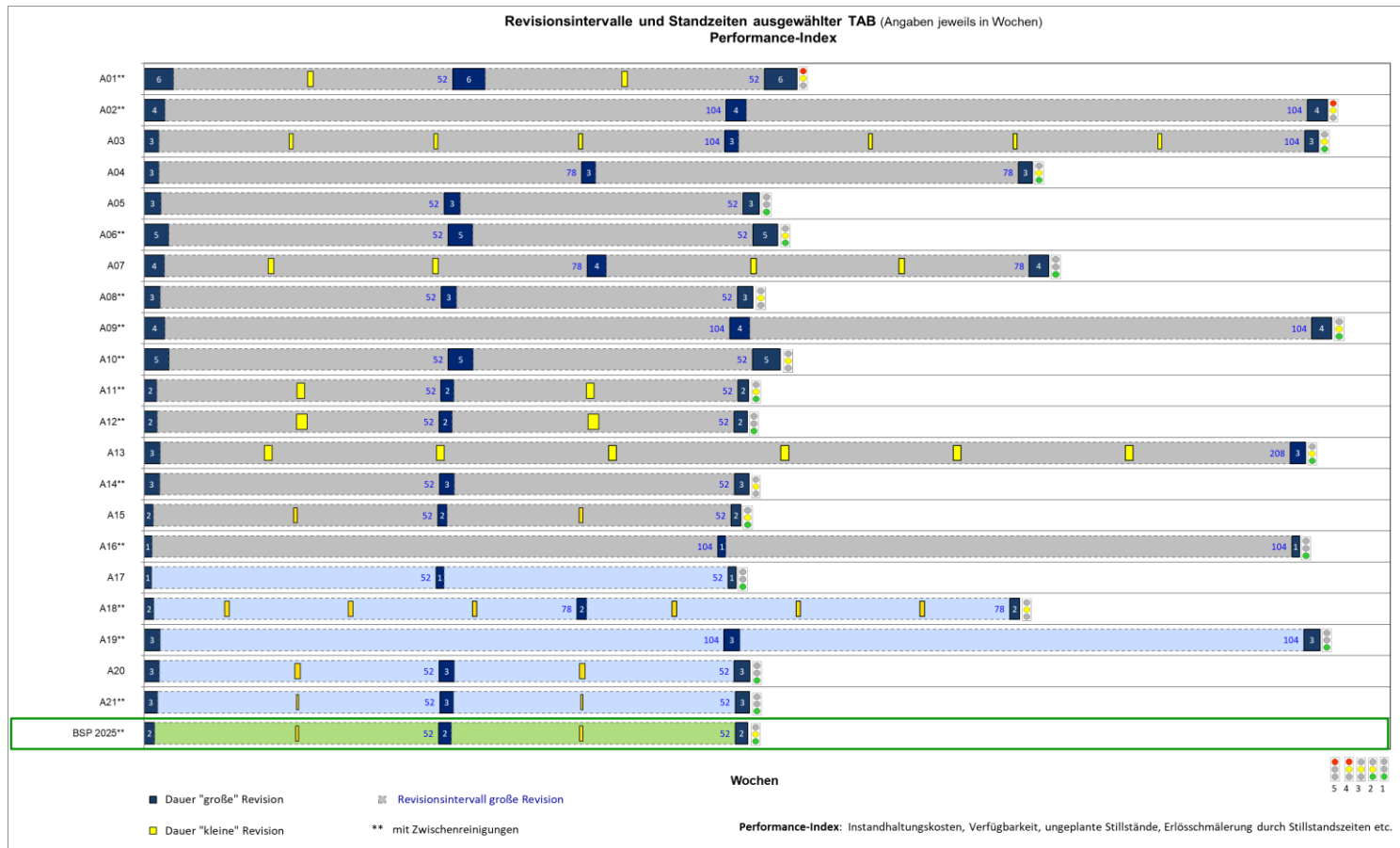


^{^^} Systeminput hier nicht heizwertbereinigt

^{oo} Peer-Group mit ähnlichem Endenergieprofil

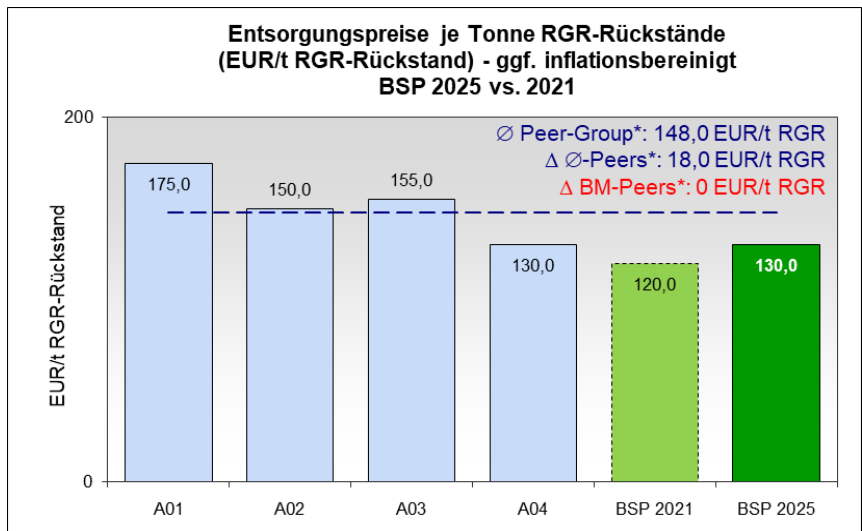
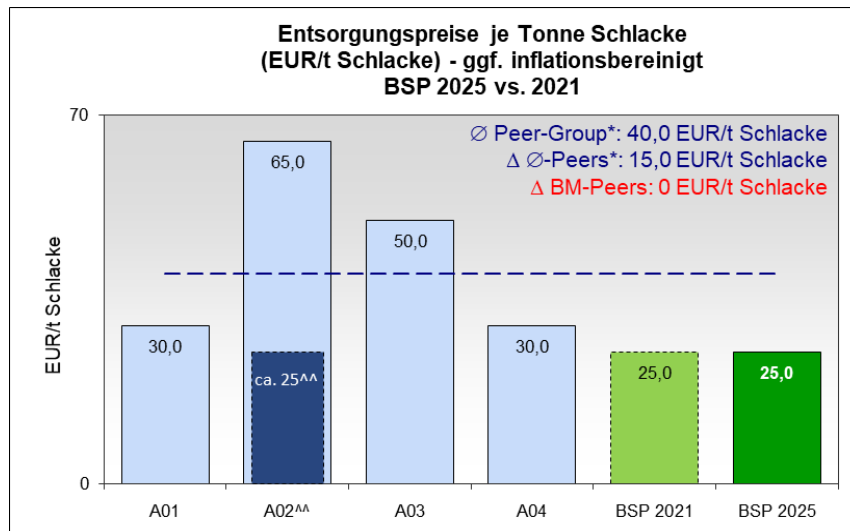


- Vergleich spezifischer Elemente der Instandhaltungsstrategie (u.a. Revisionsintervalle und -dauer)
- Beurteilung der **Instandhaltungsperformance** unter Berücksichtigung relevanter Kennzahlen wie Instandhaltungsaufwendungen, Verfügbarkeit, ungeplante Stillstände etc.



A17 bis A21 = originäre Peer-Group

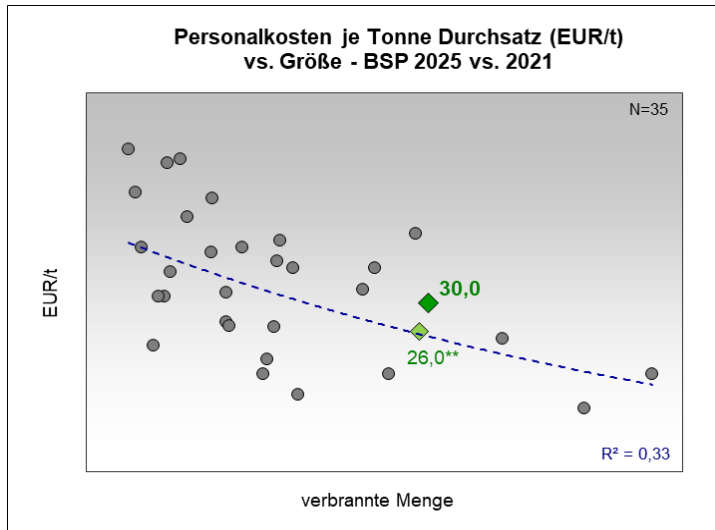
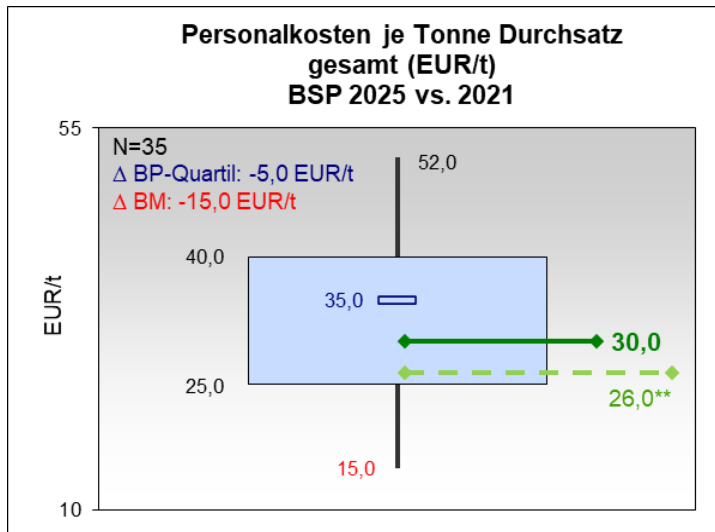
- **Entsorgungskosten** (Schlacke und RGR-Rückstände) als **nennenswerter Kostenfaktor**
- **Entsorgungspreise** als ggf. relativ **kurzfristig zu beeinflussender Kostenfaktor**
- ggf. Erweiterung der Darstellung um die spezifischen Entsorgungspreise von Anlagen mit ähnlichen Voraussetzungen (z.B. regionaler Fokus)
- ggf. Anmerkungen zu spezifischen Rahmenbedingungen der Vergleichsanlagen



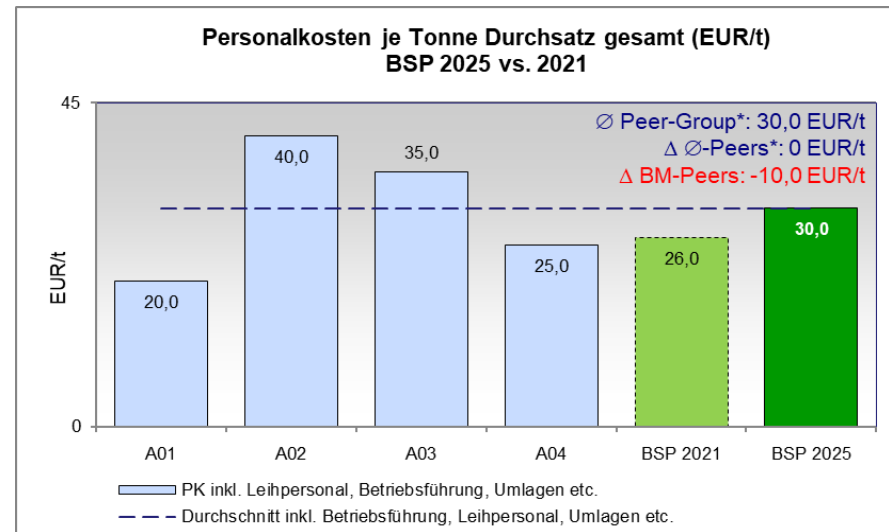
* Durchschnitt ohne BSP 2021

^{^^} A02 mit nennenswerten Schrotterlösen

* Durchschnitt und Benchmark ohne BSP 2021



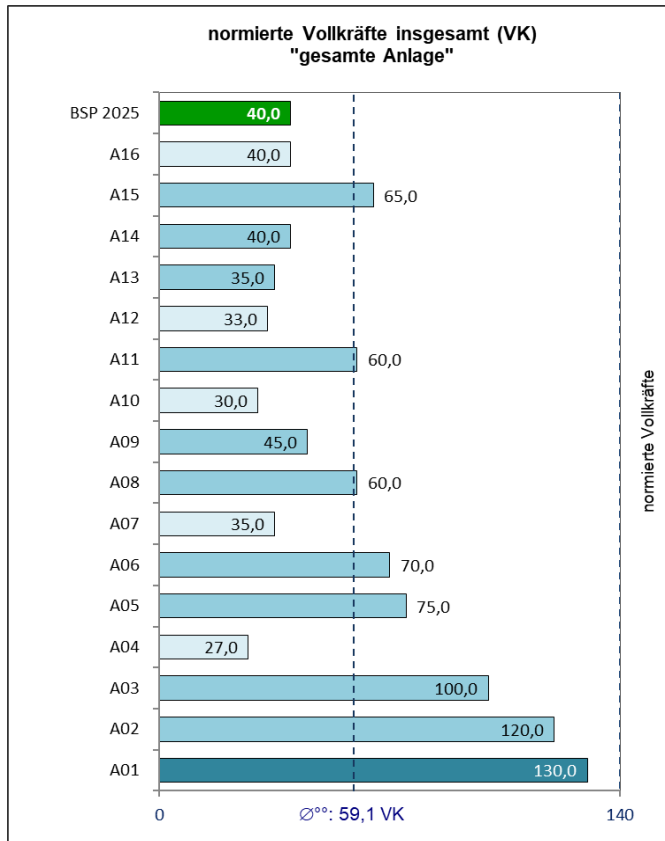
** BSP 2021 (inflationbereinigt)



* Durchschnitt ohne BSP 2021

- Benchmarking der **Personalkosten je Tonne Durchsatz** im Vergleich zum gesamten Sample (Boxplot) sowie zu den Peers (Balkenchart)
- Erweiterung der Analyse um modulspezifische Auswertungen
- Dokumentation statistisch signifikanter Zusammenhänge (hier: Größeneffekt)
- ggf. weiterführende Analysen zur Lohn- und Gehaltsstruktur, der Altersstruktur etc.

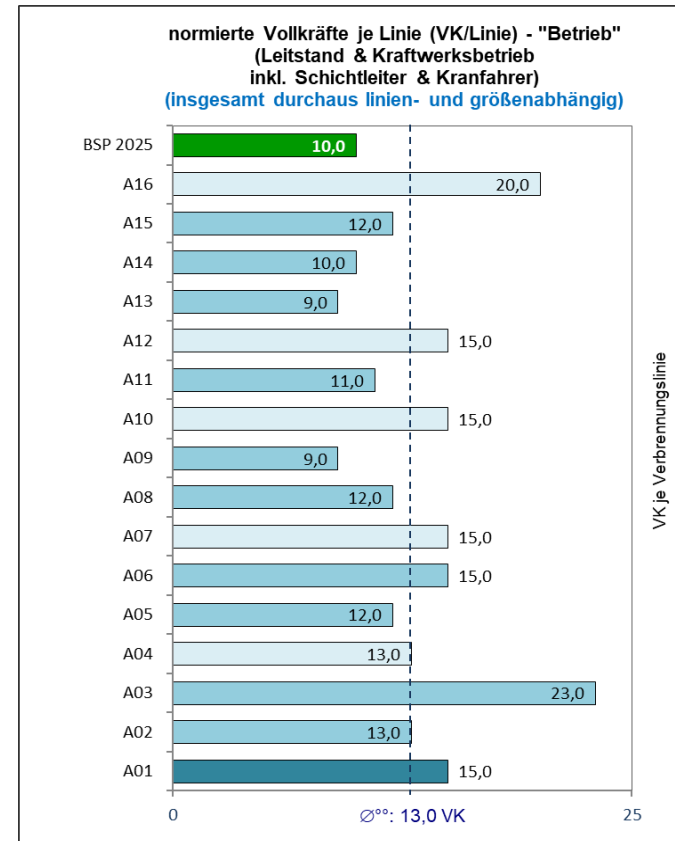
- Personaleinsatz ggf. differenziert nach verschiedenen Funktionsbereichen



∞ erweiterte Peer-Group

normierte Werte: 38,5 h/Woche und 30 Urlaubstage p.a.

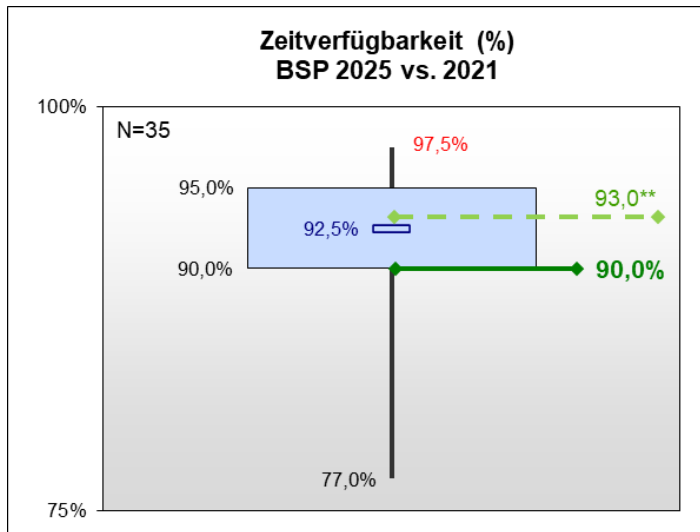
- Anlagen mit einer Verbrennungslinie
- Anlagen mit zwei oder drei Verbrennungslinien
- Anlagen mit mehr als drei Verbrennungslinien



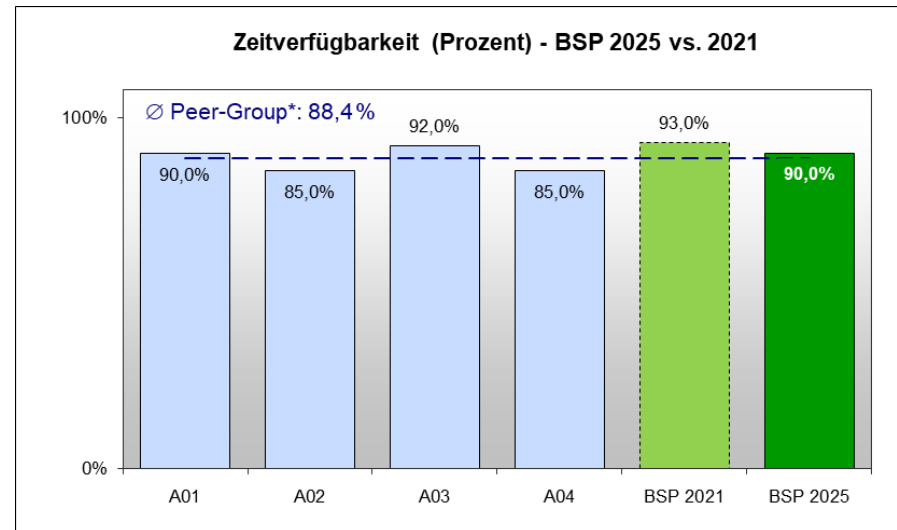
∞ erweiterte Peer-Group

normierte Werte: 38,5 h/Woche und 30 Urlaubstage p.a.

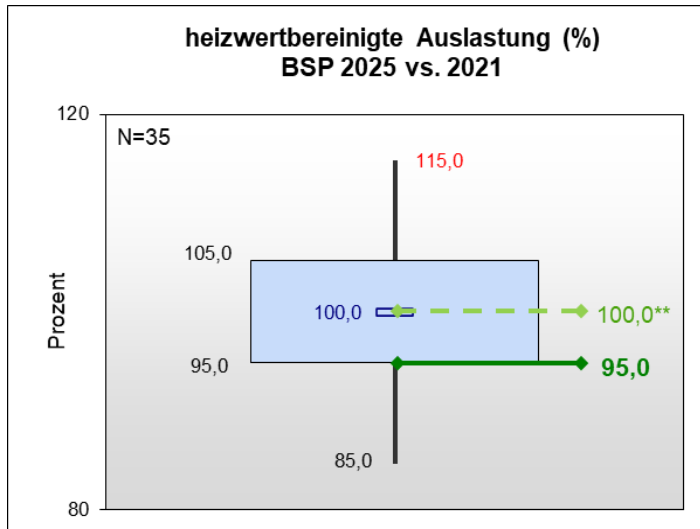
- Anlagen mit einer Verbrennungslinie
- Anlagen mit zwei oder drei Verbrennungslinien
- Anlagen mit mehr als drei Verbrennungslinien



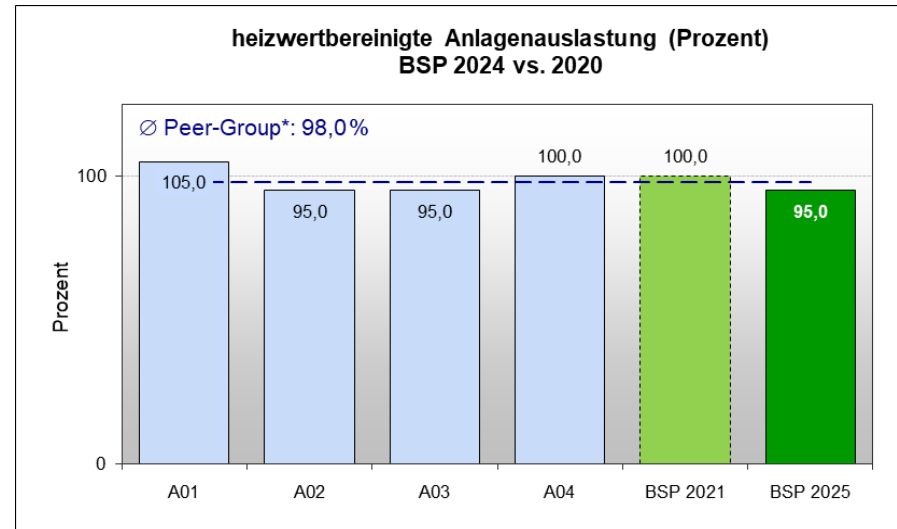
** BSP 2021



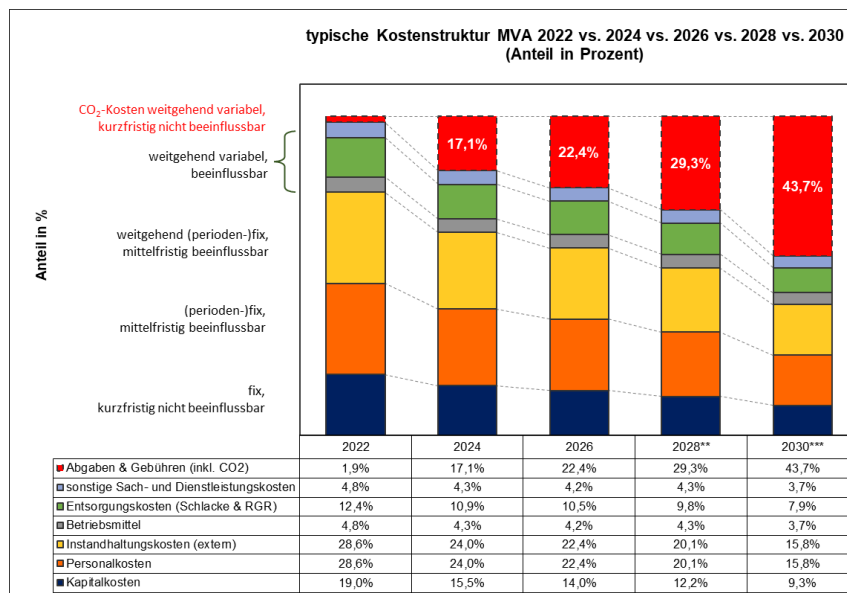
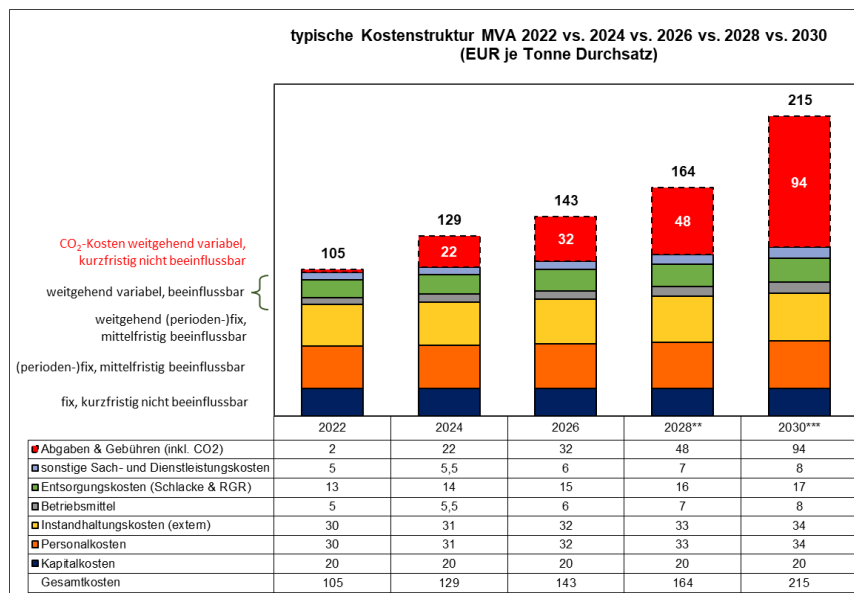
* Durchschnitt ohne BSP 2021



** BSP 2020



* Durchschnitt ohne BSP 2021



- * CO₂-Preis 2024 = 45 EUR/t CO₂
- ** Annahme: CO₂-Preis 2028 = 100 EUR/t CO₂
- *** Simulation: CO₂-Preis 2030 = 200 EUR/t CO₂

- * CO₂-Preis 2024 = 45 EUR/t CO₂
- ** Annahme: CO₂-Preis 2028 = 100 EUR/t CO₂
- *** Simulation: CO₂-Preis 2030 = 200 EUR/t CO₂

- kurzfristige & signifikante Veränderung der Kostenstruktur und -höhe **deutscher TAB** durch CO₂-Bepreisung:
 - Vollkosten einer effizienten Anlage **2022**: ca. **105 EUR je Tonne Abfalldurchsatz**
 - Vollkosten **2028** (Annahme CO₂-Preis: 100 EUR/t CO₂): **> 160 EUR/t Durchsatz**
- CO₂-Abgabe = Kostenart mit „spezieller“ Charakteristik: im Prinzip 100 % variabel (vulgo: durchsatzabhängig), jedoch zumindest kurzfristig außerhalb des taktisch-operativen Einflussradius TAB – sprich: nicht beeinflussbar
- **demnächst ca. 30 %** (potenziell > 40 %) der **Vollkosten TAB CO₂-Kosten** ⇒ **strategisch relevant !**
- **CO₂-Abscheidung als Option ?!** ...

Bewertungskriterium	Beurteilung BSP 2025 im Vergleich zu den "Benchmarks" und den "Peers"				
	5	4	3	2	1
Gesamtkosten					X
Gesamtkosten minus Nebenerlöse					X
operative Kosten				X	
Personalkosten ^(a)				X	
Personaleinsatz ^(b)				X	
Instandhaltungskosten					X
Instandhaltungsp ^(c)			X	X ^(c)	
Entsorgungskosten Prozessrückstände		X			
Energieeffizienz				X	
Öl- bzw. Gasverbrauch				X	
Stromverbrauch					X
Ergebnis "Energetische Nutzung"				X	
Energieerlöse		X			
Kosten RHB in der Rauchgasreinigung		X			
Verfügbarkeit			X		
Auslastung				X	

Beurteilung im Vgl. zu den Benchmarks:

5 = „schlecht“
erhebliches Verbesserungspotenzial

1 = „sehr gut“
kaum nennenswertes
Verbesserungspotenzial

exemplarisches Kurzfazit (BSP 2025):

- Gesamtkosten wettbewerbsfähig
- operative Kosten weitgehend unauffällig
- angemessener Personaleinsatz;
moderate Personalkosten
- sehr moderate Instandhaltungskosten
- Instandhaltungsp^(c) durch zu viele ungeplante Stillstände und unterdurchschnittliche Verfügbarkeit geschmälert
- Gas- bzw. Stromverbrauch unauffällig bzw. niedrig
- hohe Energieeffizienz
- unangemessen niedriger Fernwärmepreis
- leicht unterdurchschnittliche Verfügbarkeit
- keine Vollauslastung

Zusätzlich erfolgt eine ausführlichere verbale Beurteilung der Gesamtp^(c) und einzelner Aspekte sowie ein Executive Summary.

^(a) ggf. weiterführende Differenzierung und Beurteilung

^(b) ggf. zusätzliche Anmerkung

^(c) ggf. Kommentierung und zusätzliche Einordnung

Gern stellen wir Ihnen die Details unserer Benchmarking-Studie auch persönlich vor und unterbreiten Ihnen ein konkretes Angebot.

Für Fragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Dr. Gernot Pehnelt und Prof. Dr. Heinz-Georg Baum

BIFAS

Betriebswirtschaftliches Institut
für Abfall- & Umweltstudien

Kontakt:

Dr. Gernot Pehnelt

Johann-Friedrich-Str. 25
07745 Jena

Tel.: +49 (0)3641 53 27 98

Mobil: +49 (0)179 122 05 89

E-Mail: pehnelt@bifas.de

6. Annex

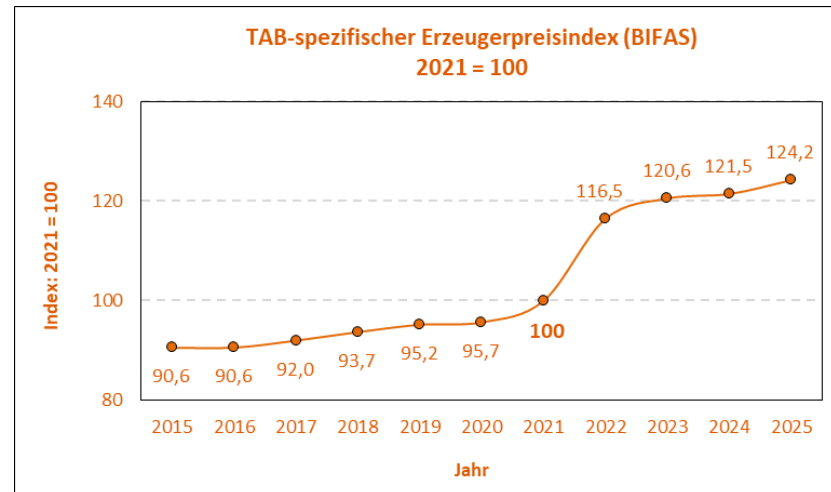
In die Berechnung des TAB-spezifischen Erzeugerpreisindex fließen primär die Erzeugerpreise der folgenden Sektoren (gewerbliche Produkte & unternehmerische Dienstleistungen | Deutschland) ein:

- Energieversorgung
- Maschinen & Reparatur, Instandhaltung von Maschinen, Ausrüstungen etc.
- Chemische Erzeugnisse
- Metallerzeugnisse
- Elektrische Ausrüstungen
- Wasser und Dienstleistungen der Wasserversorgung
- Ingenieurdienstleistungen & baubezogene Dienstleistungen
- Untersuchungen (chem., mech. & elektr.) & Wirtschaftsprüfung
- Gebäudereinigungsleistungen
- IT-Dienstleistungen
- approximativer Nominallohnindex unter Berücksichtigung relevanter Tarifverträge

Für die Inflationsbereinigung der operativen Kosten Thermischer Abfallbehandlungsanlagen auf das Geschäftsjahr **2025** ergeben sich für die jeweiligen Basisjahre folgende Inflationsfaktoren:

- 2021: 1,242
- 2022: 1,067
- 2023: 1,030
- 2024: 1,023

Quelle:
eigene Berechnungen auf der Basis der Daten des
Statistischen Bundesamtes



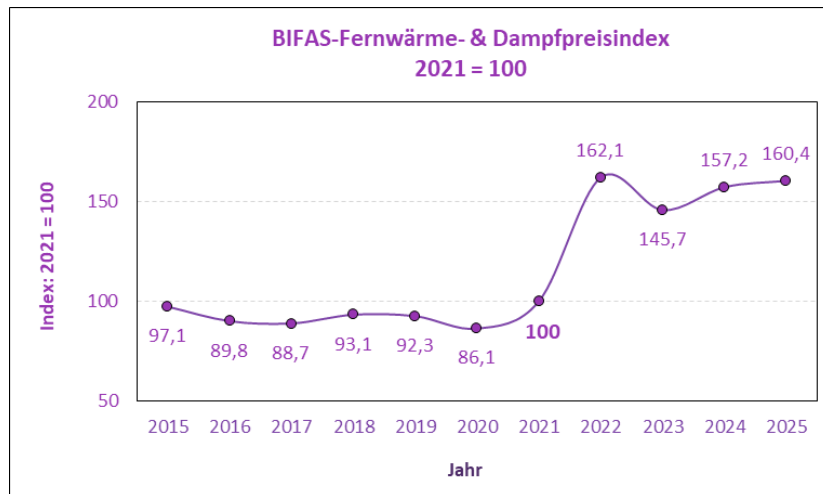
Anm.: ab 2023 geringfügige Anpassung der Index-Zusammensetzung sowie veränderte Basisjahre der Indizes des Statistischen Bundesamtes

- Die Preisindexbereinigung der Prozessdampf- und Fernwärmeerlöse bzw. -preise basiert auf dem Erzeugerpreisindex für Fernwärme (Schlüssel: GP19-35301), dem Verbraucherpreisindex für „Fernwärme und Ähnliches“ (CC13-04550) sowie dem Erzeugerpreisindex für Erdgas (GP19-06201).
- Die Preisindexbereinigung der Stromerlöse bzw. -preise basiert auf dem Erzeugerpreisindex für Elektrischen Strom (GP19-35111).
- 75% des Strompreises bzw. Dampf- und Fernwärmepreises sind an den jeweiligen Index gekoppelt. 25% des Energiepreises werden als fix angenommen.
- Für die Preisindexbereinigung auf das **Geschäftsjahr 2025** ergeben sich damit für die jeweiligen Basisjahre folgende Gewichtungsfaktoren der Energiepreise bzw. (aggregierten) Energieerlöse:

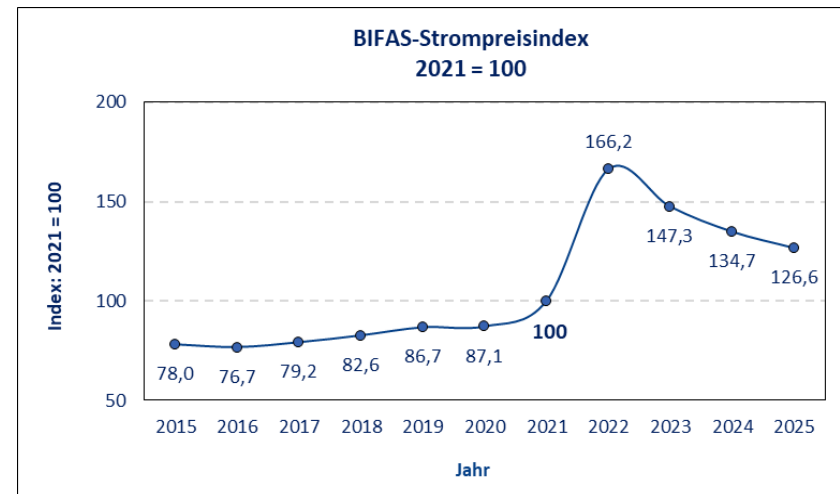
BIFAS-Prozessdampf- und Fernwärmeindex: 2021: 1,604 | 2022: 0,989 | 2023: 1,101 | 2024: 1,020

BIFAS-Strompreisindex: 2021: 1,266 | 2022: 0,762 | 2023: 0,859 | 2024: 0,939

aggregierter BIFAS-Energieerlösindex: 2021: 1,435 | 2022: 0,875 | 2023: 0,980 | 2024: 0,980



Quelle: eigene Berechnung und Darstellung auf Basis der Daten des Statistischen Bundesamtes



Quelle: eigene Berechnung und Darstellung auf Basis der Daten des Statistischen Bundesamtes

- Das effektive Anlagenalter berechnet sich durch die mit den jeweiligen nominalen Anschaffungs- und Herstellungskosten (AHK) gewichteten Anschaffungsjahre sämtlicher Vermögensgegenstände, die zum Stichtag 31. Dezember des Untersuchungsjahres im Anlagevermögen (intern ggf. nur noch mit einem Erinnerungswert) aufgeführt sind.
- Der Quotient aus der Summe dieser gewichteten Anschaffungsjahre und der Summe der AHK sämtlicher n Vermögensgegenstände ergibt das effektive Baujahr der Anlage.

- Effektives Baujahr =
$$\frac{\sum_{i=1}^n (\textit{ nominale AHK}_i \times \textit{ Anschaffungsjahr}_i)}{\sum_{i=1}^n \textit{ nominale AHK}_i}$$

- Beispiel:

Vermögensgegenstand	Anschaffungsjahr	Anschaffungskosten
Kessel, Rost etc.	2000	30.000.000 €
Rauchgasreinigung	2010	25.000.000 €
Turbine	2010	10.000.000 €
Leittechnik	2020	10.000.000 €

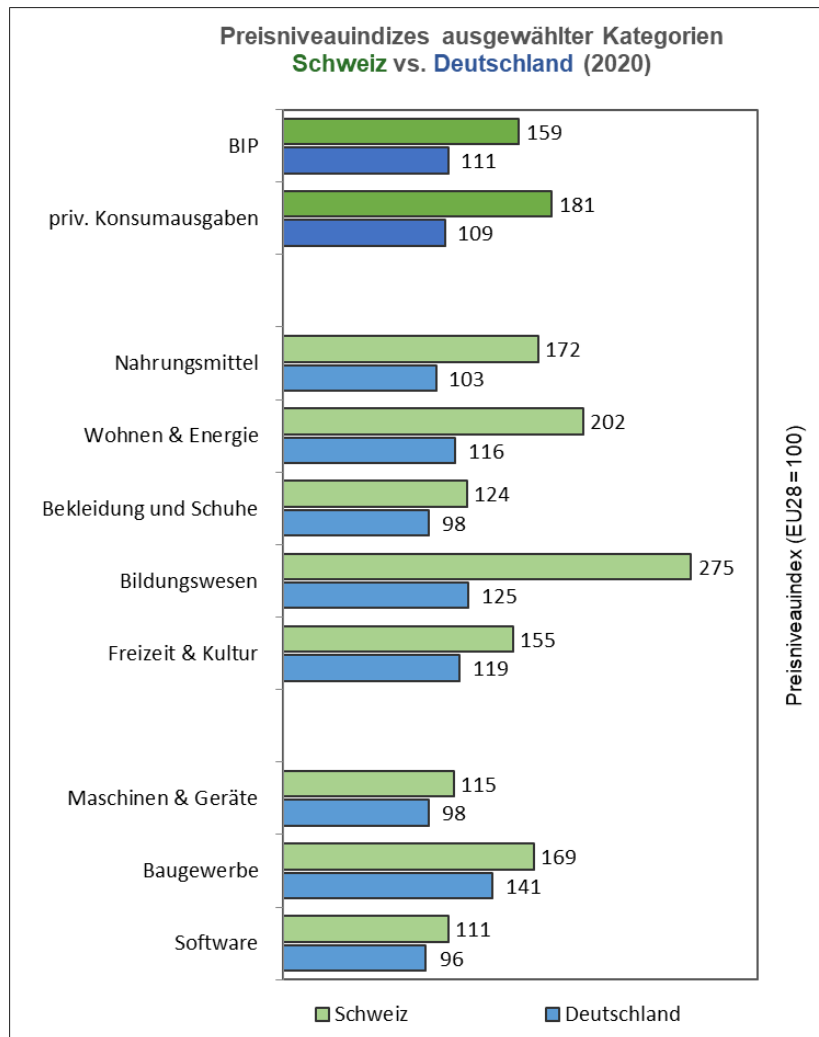
$$\text{Effektives Baujahr} = \frac{2000 \times 30.000.000 \text{ €} + 2010 \times 25.000.000 \text{ €} + 2010 \times 10.000.000 \text{ €} + 2020 \times 10.000.000 \text{ €}}{75.000.000 \text{ €}} = 2007,33$$

$$\text{Effektives Anlagenalter (Untersuchungsjahr 2025)} = 2025 - 2007,33 \approx 2025 - 2007 = \underline{18}$$

Mengennotierung: EUR/CHF (EZB)



- **schwankende Wechselkurse:**
> 1,05 EUR/CHF im Herbst 2021 vs. < 0,94 EUR/CHF im Dezember 2024
(Mengennotierung: „Wieviel Schweizer Franken erhält man für einen EUR?“)
- **sinnvolle Normierung** (für sämtliche Kosten):
Durchschnittswert des Untersuchungsjahres unter Berücksichtigung der Monate, die unmittelbar an das Untersuchungsjahr grenzen sowie ggf. aktueller Entwicklungen ⇒ **z.B. für 2023: 0,97**

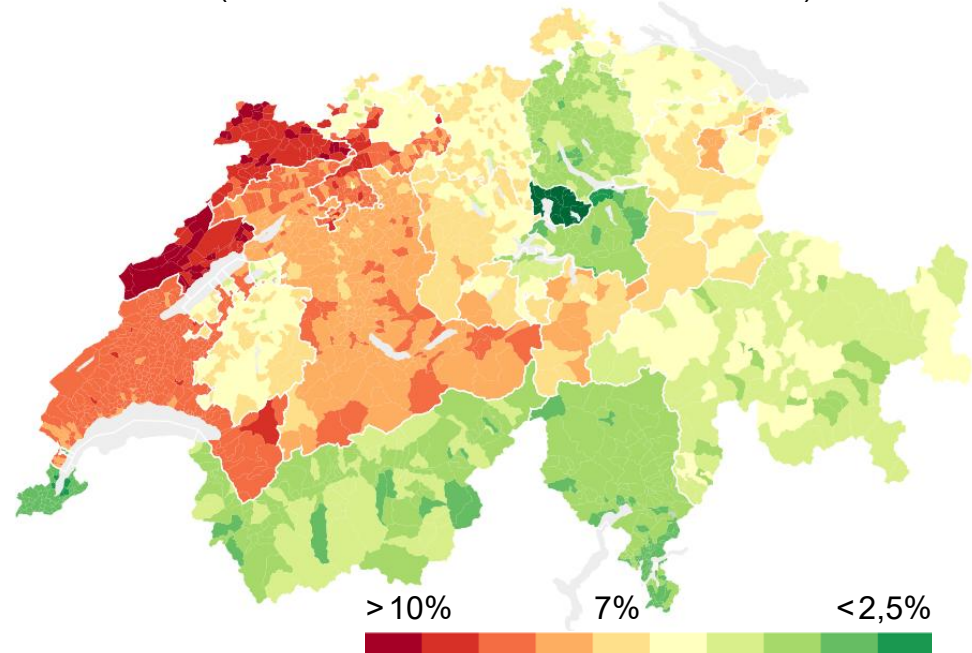


- Die **nominalen Löhne & Gehälter** sind in der **Schweiz** zum Teil **deutlich höher** als in Deutschland (und auch Österreich). Dies gilt – relativ betrachtet – vor allem für Berufe und Tätigkeiten mit geringeren Qualifikationsanforderungen.
- Andererseits existieren mitunter gravierende **Preisniveauunterschiede**, u.a. Mieten, Nahrungsmittel, Kosten für Erziehung und Unterricht etc.
- Für bestimmte Kostenkategorien müssen diese Preisniveauunterschiede ggf. berücksichtigt werden, z.B. zur Beurteilung der effektiven **Personalkostensituation**.
- Für einen **sinnvollen Vergleich** erscheint eine **Normierung der Personalkosten über einen reinen Wechselkursausgleich hinaus erforderlich!**

Quelle: eigene Darstellung auf der Basis der Daten von Eurostat

- Eine Normierung der Personalkosten allein auf der Basis von Wechselkursen und Preisindizes griffe zu kurz, da sich die **effektive Abgabenlast** durch Steuern (und Sozialversicherungsbeiträge) **erheblich unterscheidet**.
- Von 6.000 Geldeinheiten Bruttolohn verbleibt in der Schweiz ein größerer Betrag als verfügbares Einkommen.
- Die **Abgabenbelastung variiert** von Kanton zu Kanton zum Teil erheblich.
- **Normierung unter Berücksichtigung der „mittleren“ Abgabenbelastung sinnvoll**

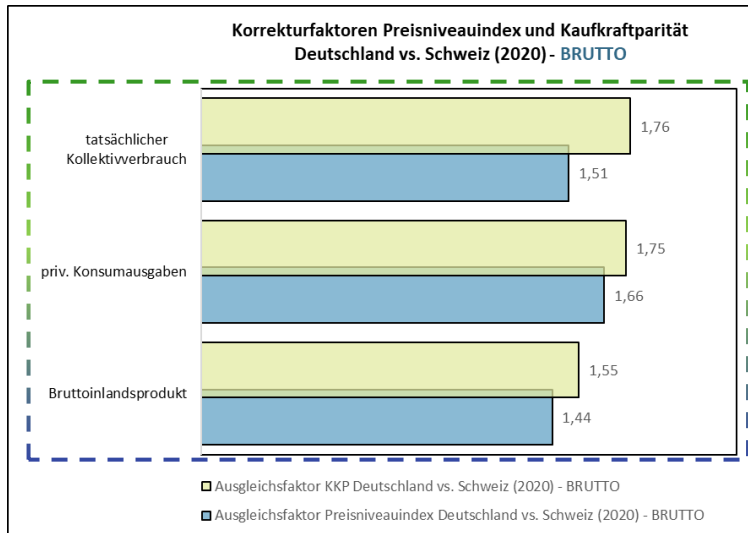
Belastung durch Kantons- und Gemeindesteuern (in Prozent des Bruttoarbeitseinkommens)



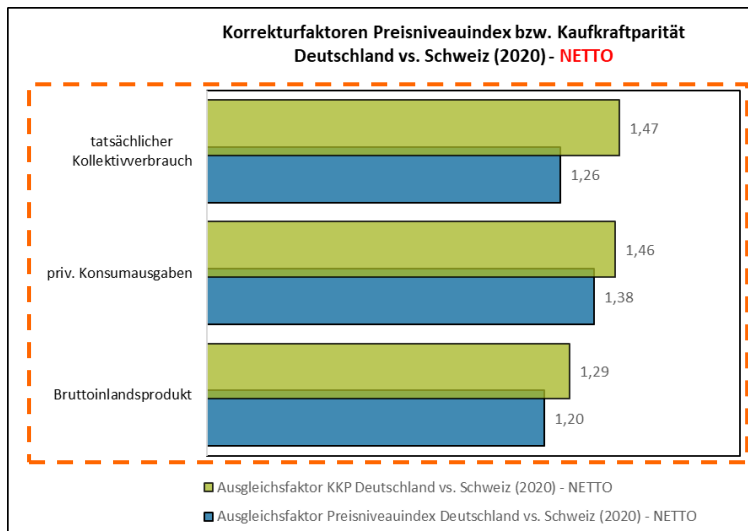
Quelle: Tagesanzeiger

Abgabenbelastung insgesamt (Stand 2018)	monatlich Brutto	monatlich Netto	Ø Belastung
Deutschland	6.000	3.980	33,7%
Schweiz - Kanton Neuenburg	6.000	4.340	27,5%
Schweiz - Kanton Zürich	6.000	4.770	20,5%
Schweiz - Kanton Zug	6.000	4.960	17,3%



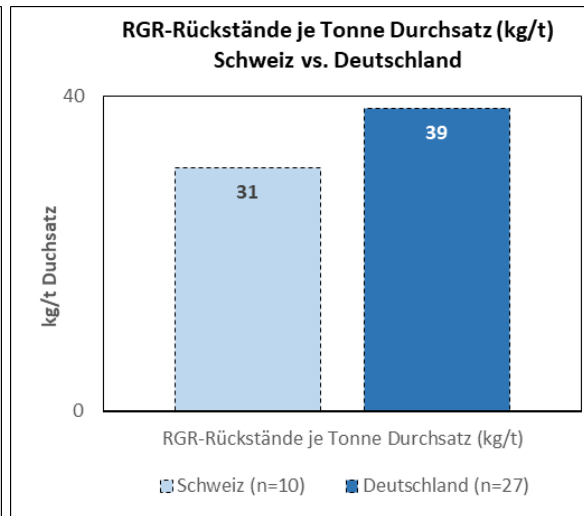
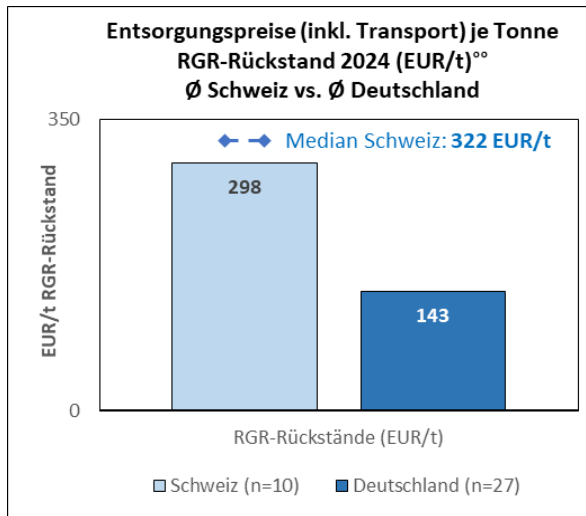
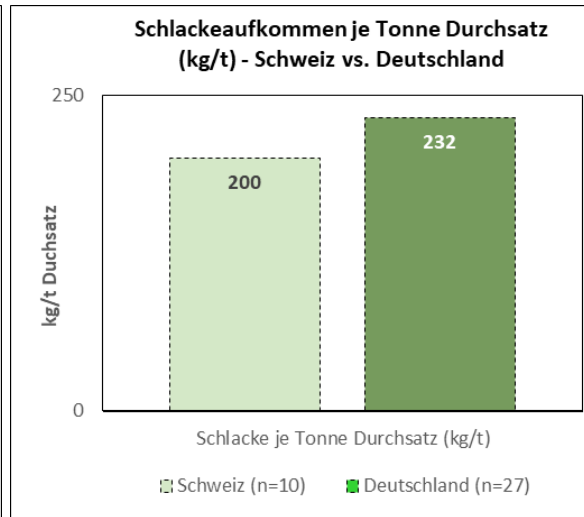
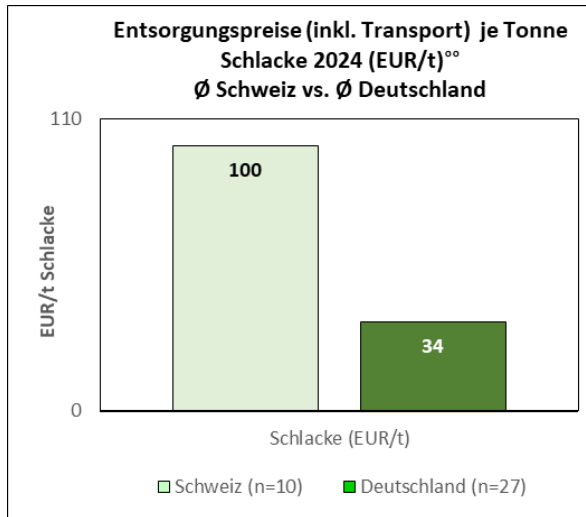


- Ein in Deutschland 2020 brutto verdienender Euro müsste – bei „konservativer“ Normierung („BIP“) – mit einem Faktor von ca. 1,5 multipliziert werden, um eine nominale Vergleichbarkeit dieses **Bruttoeinkommens** mit der Schweiz herzustellen.
- Eine an den tatsächlichen Lebensverhältnissen orientierte Normierung (vor Abzug von Steuern und Abgaben) verlangte eher nach einem Korrekturfaktor im Bereich von 1,50 bis 1,75.



- Unter Berücksichtigung der deutlich geringeren Abgabenlast (Steuern, Sozialversicherung etc.) in der Schweiz, bewegen sich die Korrekturfaktoren für eine Bereinigung der Preisniveauunterschiede (netto) innerhalb einer Bandbreite von ca. 1,20 und 1,47.
- In den entsprechenden Analysen wird hier – auch mit Blick auf die unterschiedliche „Wertigkeit“ einer Vollkraft (siehe die ► [folgende Folie](#)) – ein eher **konservativer Ausgleichsfaktor** im unteren Bereich dieser Bandbreite angesetzt ⇒ **1,28** bzw. **0,78**.

- Eine „**Vollkraft**“ in der **Schweiz** entspricht **nicht** zwangsläufig einer „**Vollkraft**“ in **Deutschland**:
 - **wöchentliche Arbeitszeiten:**
Schweiz 39-42 Stunden vs. Deutschland 37-39 Stunden
 - **Urlaubstage** p.a.:
Schweiz i.d.R. im Bereich von 25-30 Tagen vs. Deutschland 30-36 Tage
 - Deutschland i.d.R. **Maximalarbeitszeit** von 8-10 Stunden pro Werktag vs. liberalere Regelung in der Schweiz (> 12 Arbeitsstunden pro Tag möglich) = höhere Flexibilität in der Schweiz
 - **Kündigungsschutz:**
in der Schweiz liberales Arbeitsrecht mit Grundsatz der Kündigungsfreiheit vs. Deutschland mit wesentlich stärker beschränkten Kündigungsmöglichkeiten seitens des Arbeitgebers
 - **Trend zu „Profis“** und flexibel einzusetzenden Mitarbeitern in allen Funktionsbereichen (mindestens ein „technischer“ Berufsabschluss) **unterschiedlich stark ausgeprägt**
- In bestimmten personalspezifischen Analysen kann eine Normierung des effektiven Personaleinsatzes sowie der effektiven Löhne und Gehälter zumindest nach wöchentlicher Arbeitszeit und Urlaubsanspruch erforderlich sein.
- Die aus Unternehmensperspektive unterschiedliche „Wertigkeit“ einer Vollkraft rechtfertigt jedenfalls einen Ausgleichsfaktor der Personalkosten im unteren Bereich der skizzierten Bandbreite (siehe dazu die ► [vorangegangene Folie](#)).



- Schweizer Anlagen mit wesentlichen höheren Preisen für die Entsorgung der Reststoffe (Schlacke & RGR-Rückstände)
- Schweizer Anlagen mit weniger Schlacke je behandelter Tonne Abfall als deutsche Anlagen (höherer Anteil LVP)
- Schweizer Anlagen i.d.R. auch mit weniger RGR-Rückständen als deutsche Anlagen
- Beide (gegenläufigen) Effekte hier approximativ normiert:
Die real verbuchten Kosten für die Entsorgung der Rückstände (Schlacke & RGR-Rückstände) der Schweizer KVA werden hier – unabhängig vom individuellen Entsorgungspreis der einzelnen Anlage – halbiert (in zwei Fällen etwas abweichende Normierung).
- De facto sind die spezifischen (verbuchten) Entsorgungskosten (Schlacke und RGR-Rückstände je Tonne Durchsatz) in der Schweiz im Durchschnitt doppelt so hoch wie in Deutschland.

^{oo} netto inkl. Transportkosten | Anm.: Durchschnitt CH RGR durch zwei „Ausreißer“ nach unten verzerrt