



# Rückstände aus Holzvergassungsanlagen

LfU / Elke Reichle / 06.10.2011

UWI Tagung / Augsburg



## Inhalte

Ausgangspunkt

Rückstände – Arten und Anfallstellen

Untersuchung des LfU

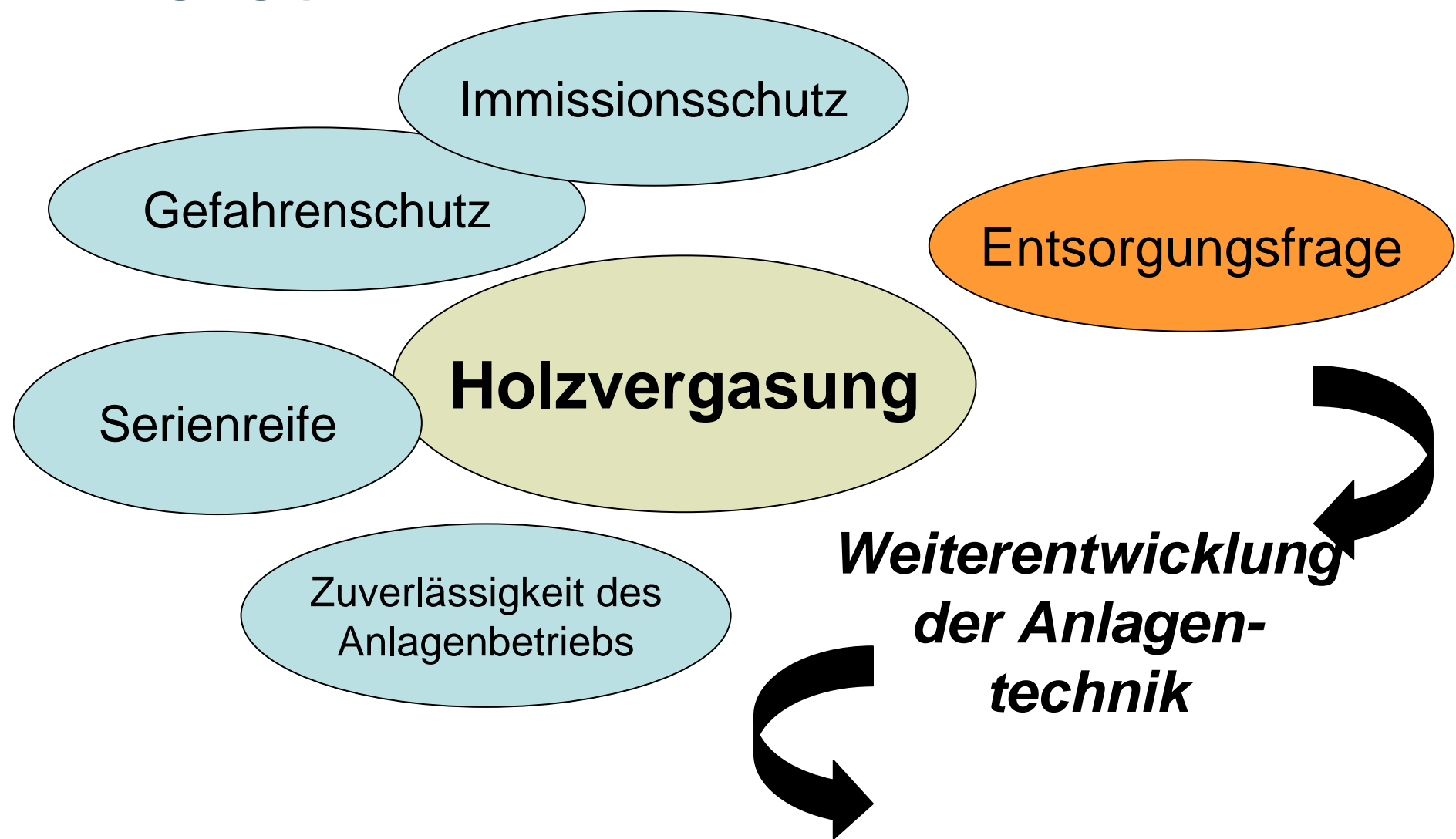
Anlagen, Beprobungsumfang

Ergebnisse – Organische Substanz, Schwermetalle, PAK

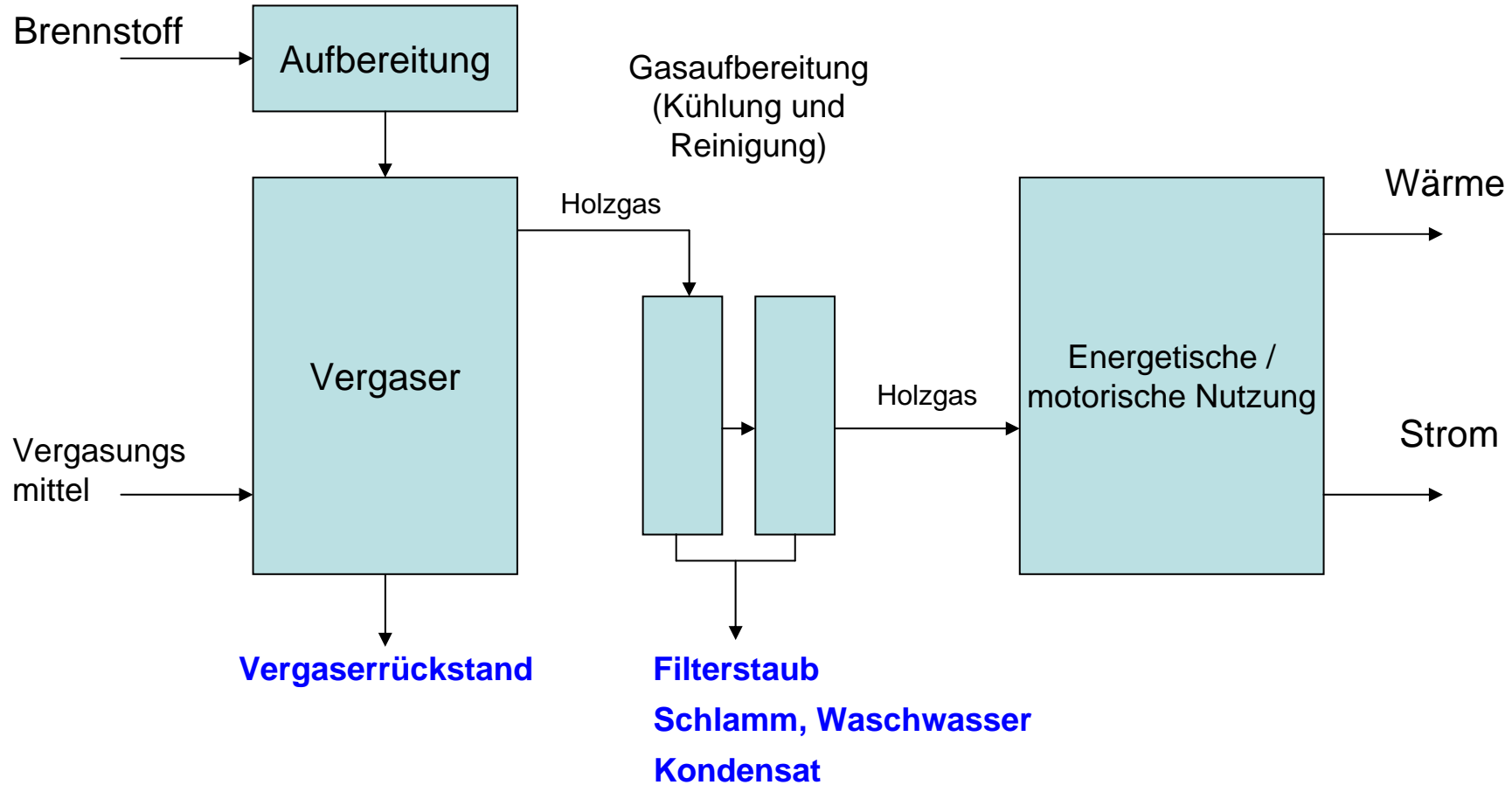
Entsorgungshinweise

Ansatzpunkte für Optimierung

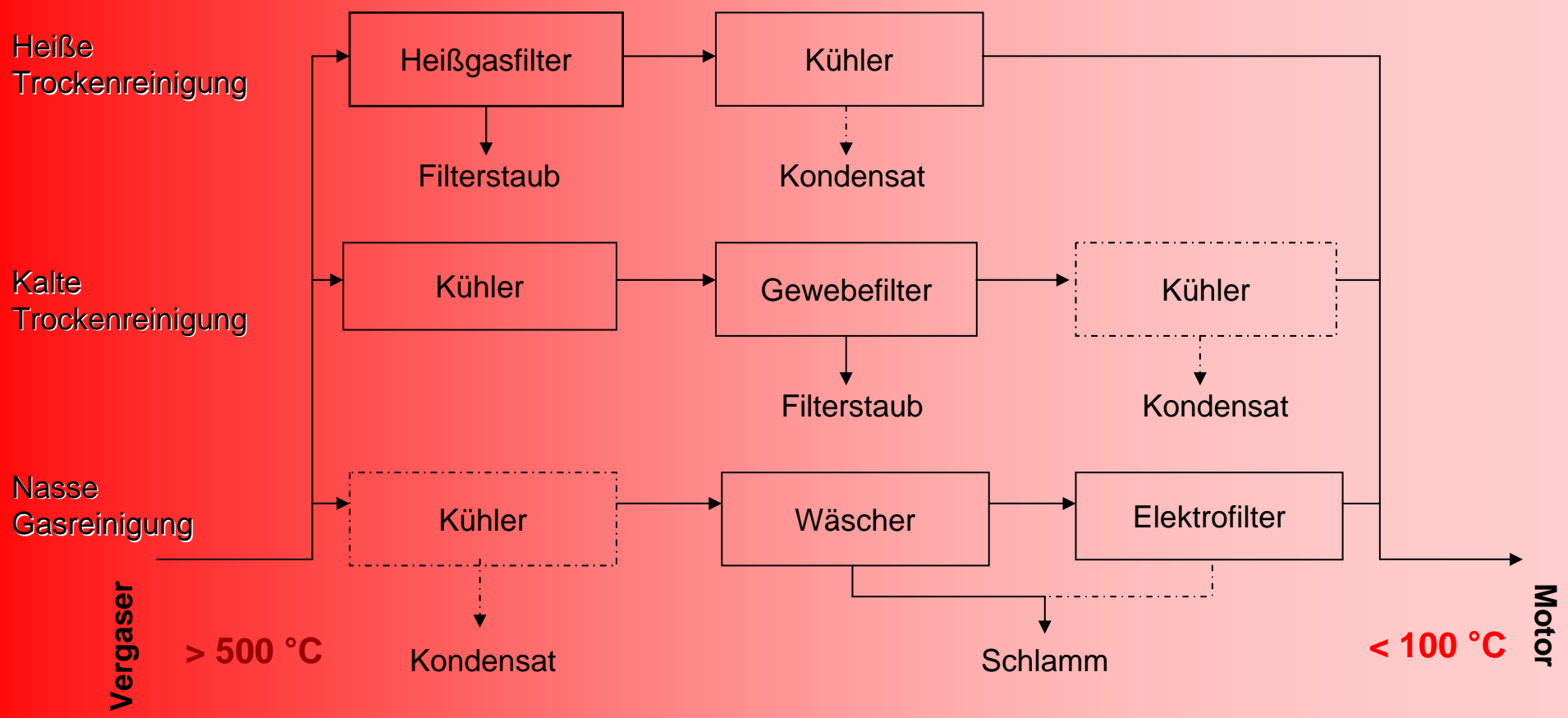
## Ausgangspunkt



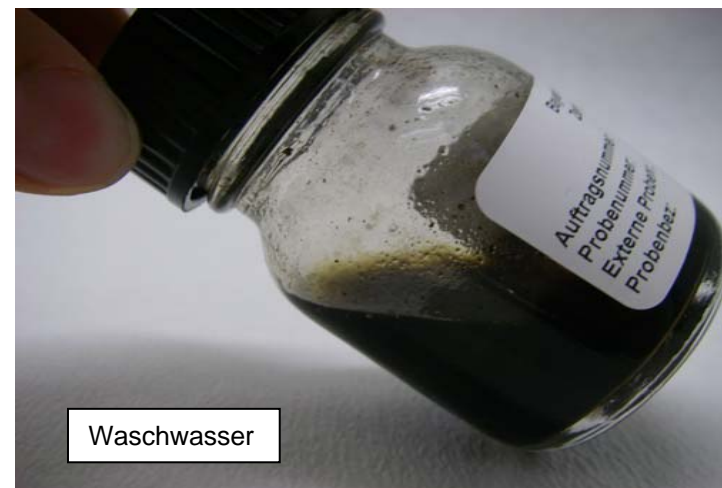
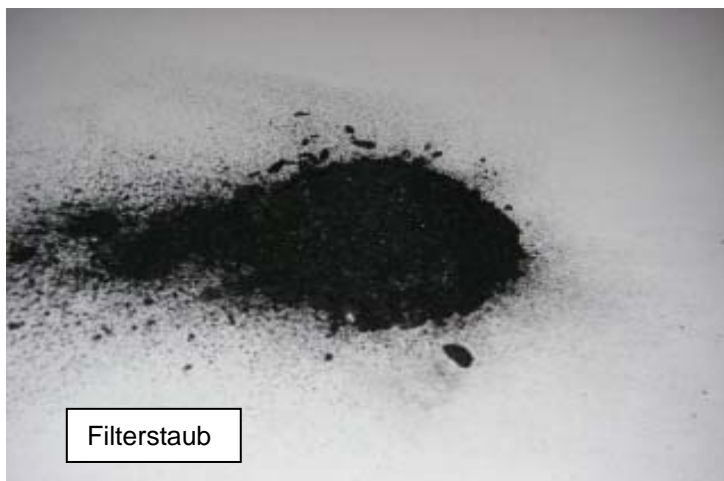
# Rückstände – Arten und Anfallstellen



# Verfahren der Gasaufbereitung



## Rückstandsfraktionen (Beispiele)





## Untersuchung des LfU – Beprobungsumfang

### Anlagen

- 7 Anlagen, meist Gleichstromvergaser, Leistung zw. 30 und 300 kW<sub>el</sub>
- 3 Nassreinigungs-, 3 kalte Trockenreinigungs- und 1 heißes Trockenreinigungsverfahren

### Proben

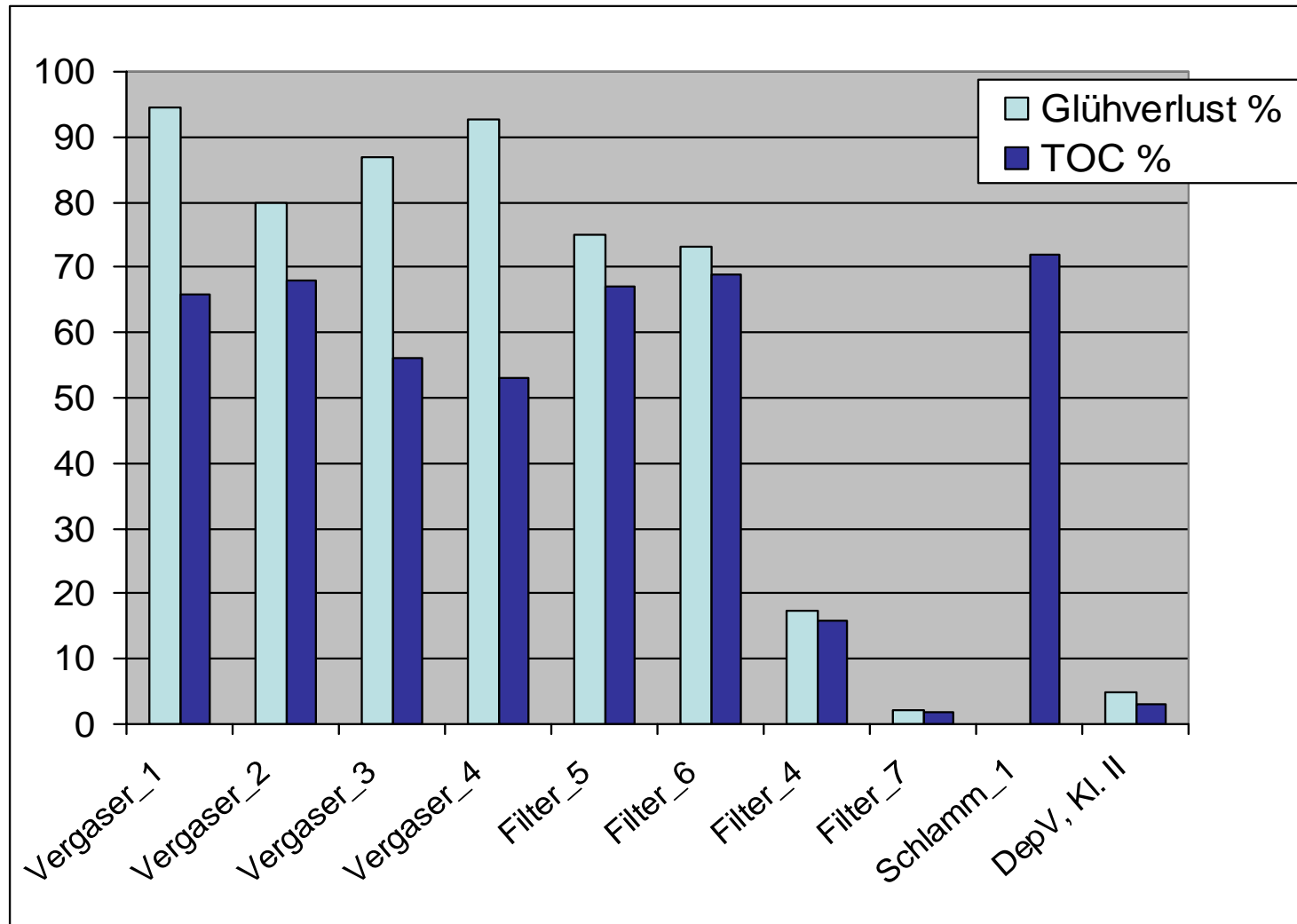
- 4 Vergaserrückstände, 4 Filterstäube, 1 Schlamm  
(1 Waschwasser, 2 Kondensate)

### Analysen

- Glühverlust, TOC, Heiz- /Brennwert
- Schwermetalle (Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn, As)
- Organische Schadstoffe (PAK, einzelne Proben: PCDD/F)

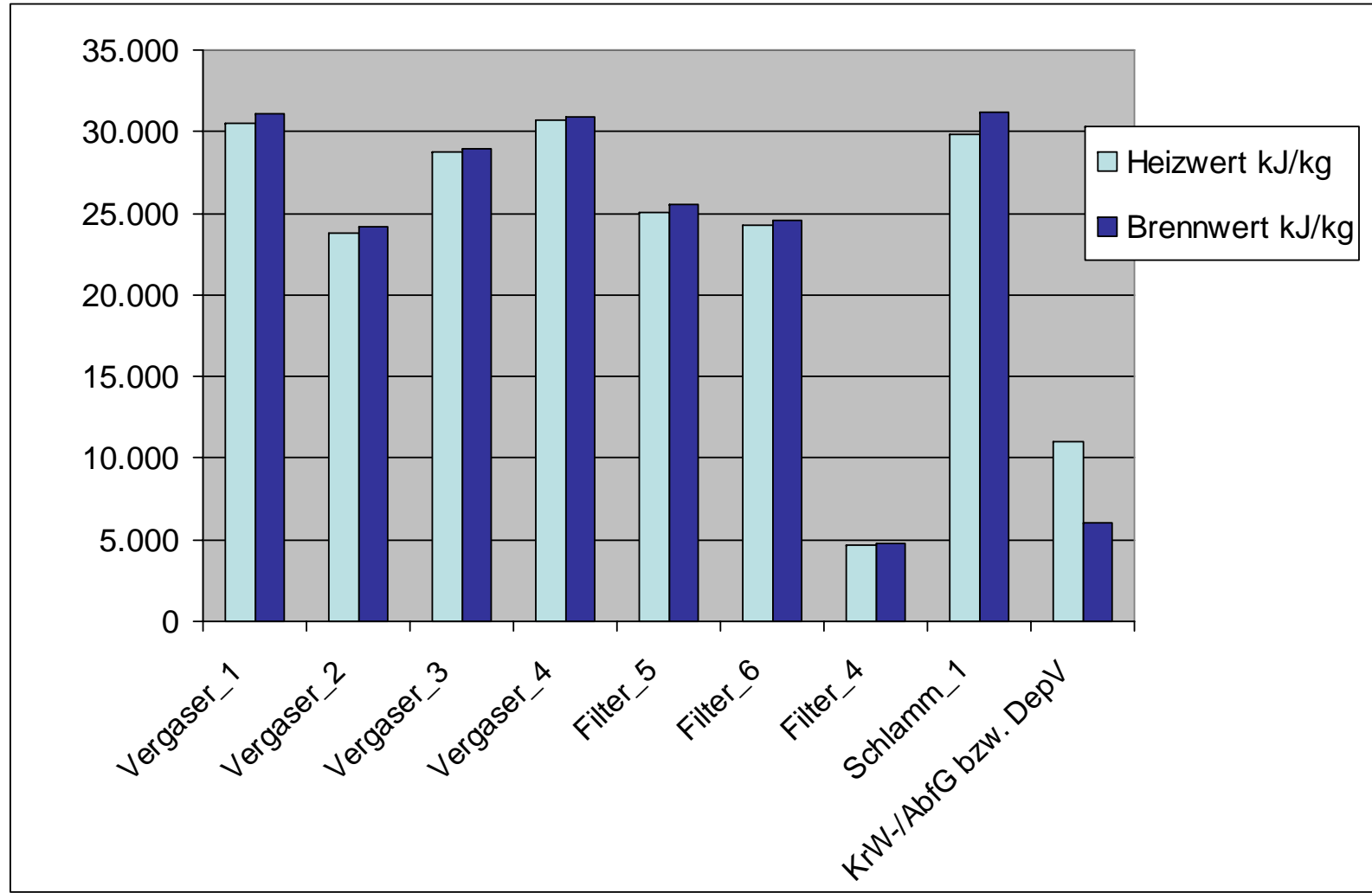
-> Artikel M&A 3/10, [http://www.muellundabfall.de/aid/mua\\_20100305/inhalt.html](http://www.muellundabfall.de/aid/mua_20100305/inhalt.html)

## Untersuchungsergebnisse – Glühverlust / TOC





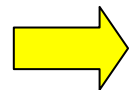
## Untersuchungsergebnisse – Heiz-/Brennwert



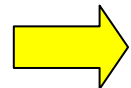


## Zusammenfassung Ergebnisse – Glühverlust / Heizwert

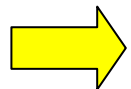
- Vergaserrückstände: hoher GV über 70 % bis zu 95 %, Heizwert zwischen ca. 24.000 und 31.000 kJ/kg.
- Filterstäube: Werte variieren, Maximalwert von ca. 70 % GV und 25.000 kJ/kg Heizwert (Ausnahme : Filterstaub Heißgasfilter )
- Mindestwert für die **energetische Verwertung** (KrW-/AbfG) und Beurteilungswerte für **Deponiefähigkeit** (DepV) bei GV, TOC und Brennwert sind meist deutlich überschritten.



Geringe mineralische oder hohe unvergaste organische Anteile:  
Bezeichnung als Aschen - analog Aschen aus der Verbrennung von Holz  
- ist unzutreffend.

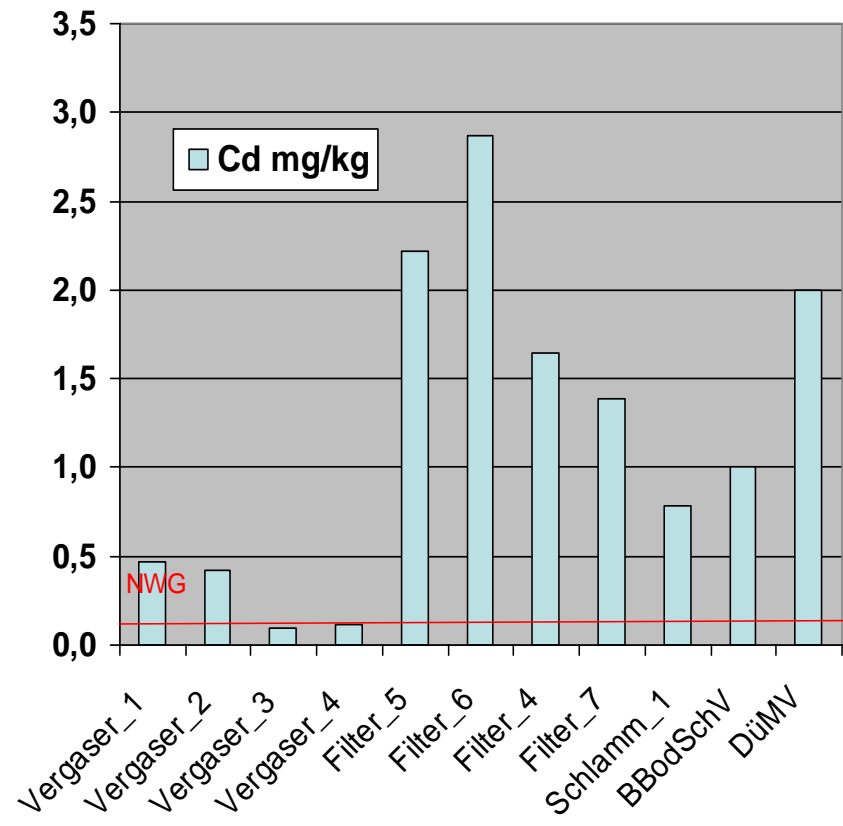
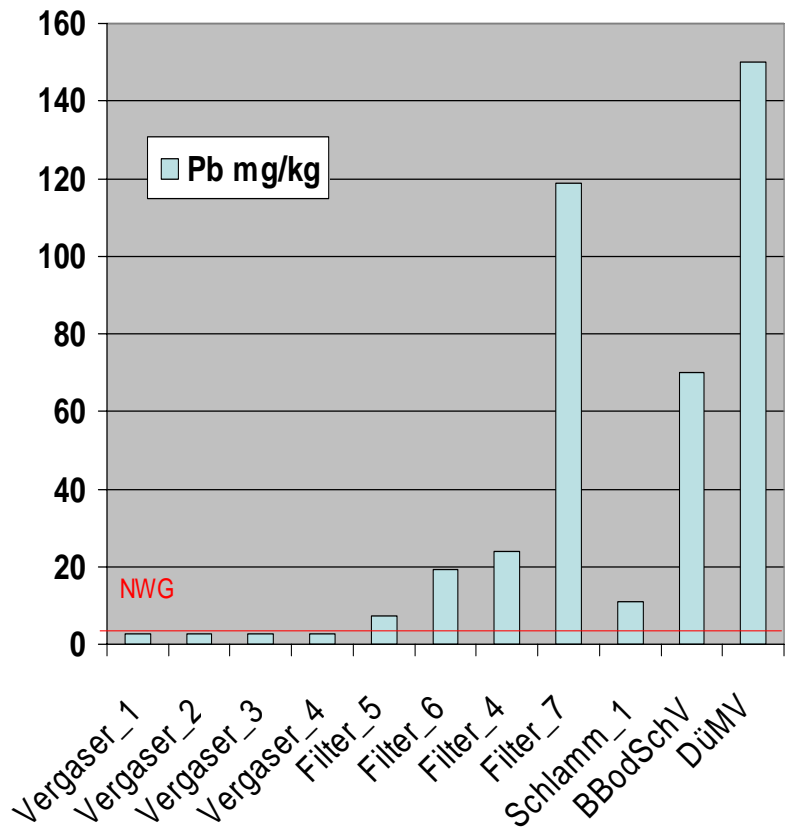


Hoher verbleibender Energieinhalt in den Rückständen (im Bereich von Braun- oder Steinkohle)



Negativer Einfluss auf den Gesamtwirkungsgrad der Anlage.

## Untersuchungsergebnisse – Schwermetalle (Bsp.: Blei, Cadmium)

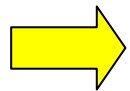




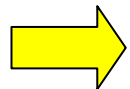
## Zusammenfassung Ergebnisse – Schwermetalle

- In fast allen Fällen liegen Schwermetallgehalte (Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn) der Vergaserrückstände unterhalb der Werte für Filterstäube.

Erklärung: Bei hohen Temperaturen im Vergaserreaktor in die Gasphase übergegangene Verbindungen kondensieren auf dem Abgasweg an Flugstaubteilchen aus.

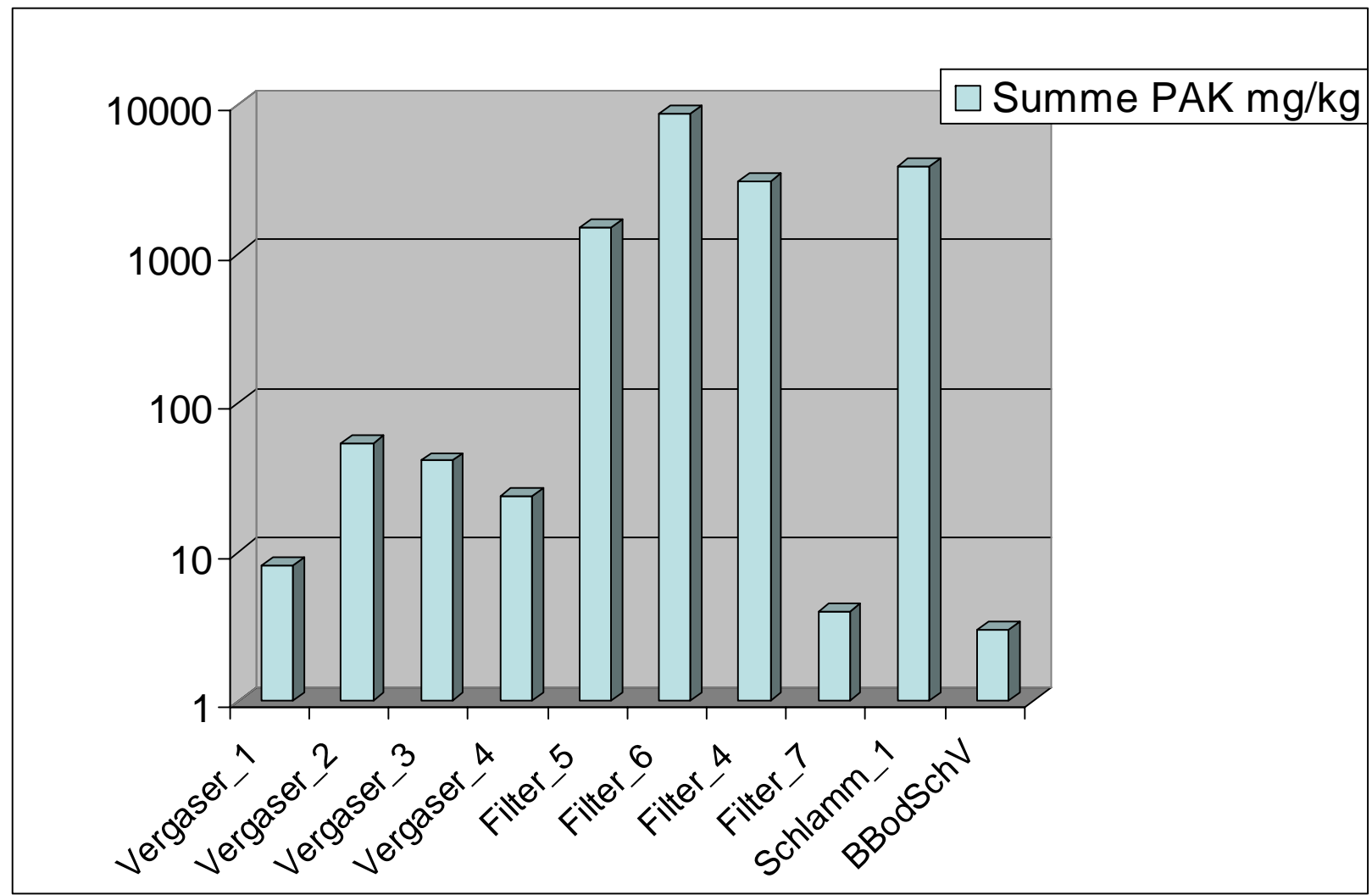


Belastung der Vergaserrückstände mit Schwermetallen spielt untergeordnete Rolle.



Untersuchte Filterstäube hingegen konnten im Falle von Cadmium, Nickel und Zink die Grenzwerte der DÜMV meistens nicht einhalten.

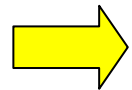
## Untersuchungsergebnisse – PAK



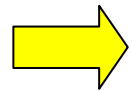


## Zusammenfassung Ergebnisse – PAK

PAK-Gehalte Vergaserrückstände zwischen 8 und 53 mg/kg TS, Filterstäube zwischen 1.500 und 8.700 mg/kg TS, Ausnahme: Filterstaub Heißgasfilter (4 mg/kg PAK)



Vorsorgewert der BBodSchV (für Humusgehalte  $\leq 8$  %) von 3 mg/kg wurde von allen Rückständen überschritten.



PAK-Belastung der Filterstäube ist meist deutlich – bis zu einem Faktor 1000 – höher als Belastung der Vergaserrückstände.

Während des Vergasungs-/Pyrolysevorganges entstehen Teere

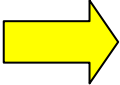
1. aus Hauptbestandteilen der Biomasse (Cellulose, Hemicellulose, Lignin),
2. durch Umsetzung bei weiterer Temperaturerhöhung in Anwesenheit von Oxidationsmitteln,
3. oberhalb von ca. 800°C durch Rekombinationsprozesse.

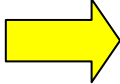


## Abfallrechtliche Einstufung

Rechtsgrundlage: Abfallverzeichnis-Verordnung in Verbindung mit den Hinweisen des BMU zur Anwendung der AVV

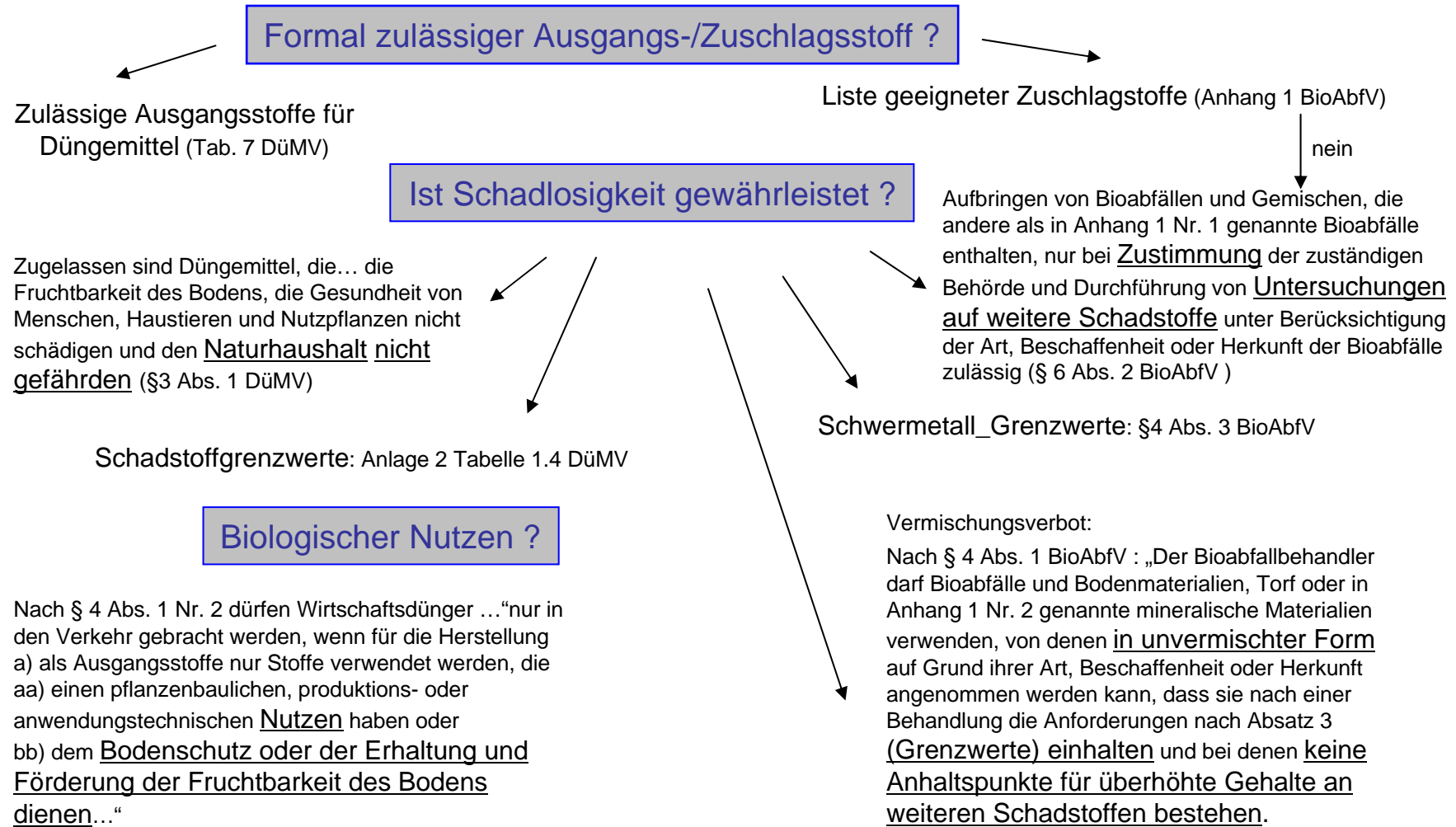
Abfall mit einem Gehalt an PAK von mehr als 1000 mg/kg und/oder Benzo(a)pyren von mehr als 50 mg/kg ist als gefährlich einzustufen.

 Vergaserrückstände sind (nach jetzigem Kenntnisstand) im Allgemeinen keine gefährlichen Abfälle.

 Der Großteil der untersuchten Rückstände aus der Produktgas-aufbereitung (Filterstäube, Schlamm) weist PAK-Gehalte über 1000 mg/kg auf; im Allgemeinen ist daher von einer Gefährlichkeit dieser Abfälle auszugehen.  
Folge: Nachweis- bzw. Registerpflicht nach der Nachweisverordnung.

Gefahrenrelevante Parameter können neben PAK bzw. Benzo(a)pyren auch andere Stoffe, wie z. B. Benzol sowie die Eluatkriterien nach Anhang III der Hinweise des BMU sein. Sofern keine Analysen vorliegen, sind die Filterstäube dem AVV-Schlüssel 10 01 18\* zuzuordnen.

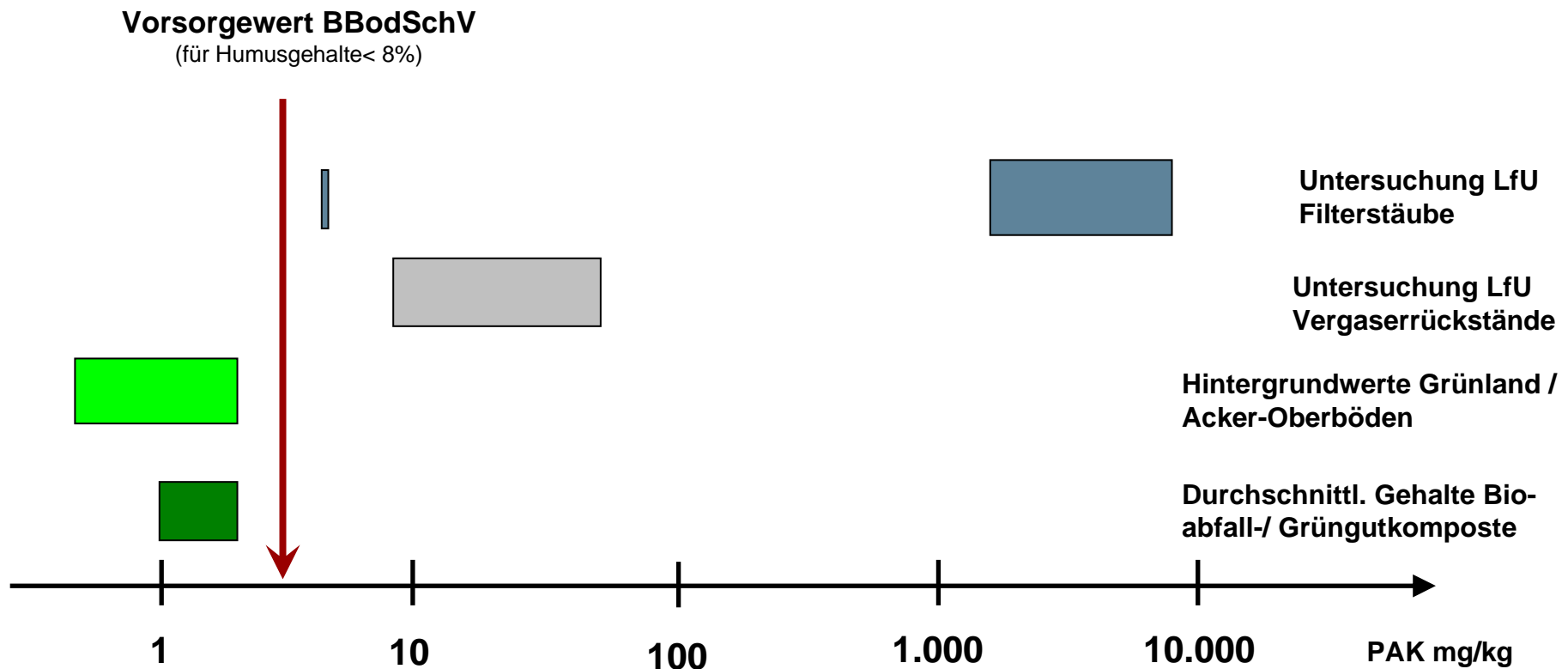
# Rechtliche Rahmenbedingungen landwirtschaftl. Verwertung





## Qualitativer Vergleich PAK-Werte (der untersuchten Rückstände im Hinblick auf die landwirtschaftliche Verwertung)

Quellen: Bundesweite Hintergrundwerte für Böden (LABO, 2003), Schadstoffgehalte von Komposten und Vergärungsrückständen (LfU Umwelt Spezial, 2007)





## Verwertung als Düngemittel

Filterstäube, Schlamm:

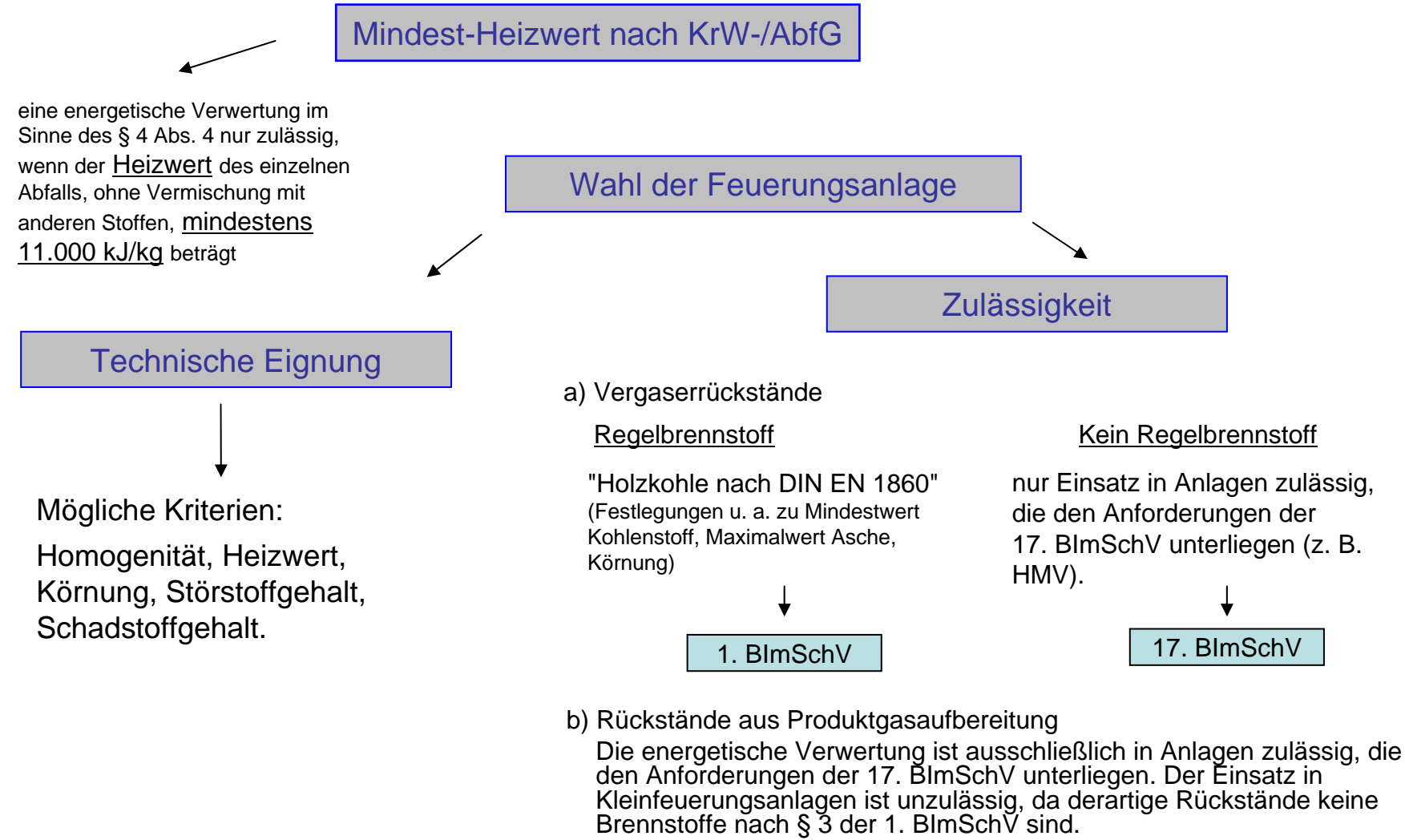
- ➔ Bei untersuchten Materialien mit PAK-Gehalten im Bereich zwischen 1.000 und 10.000 mg/kg ist eine Verwertung als Düngemittel ausgeschlossen.  
(außerdem wegen erhöhter Belastung mit Schwermetallen)

Vergaserrückstände:

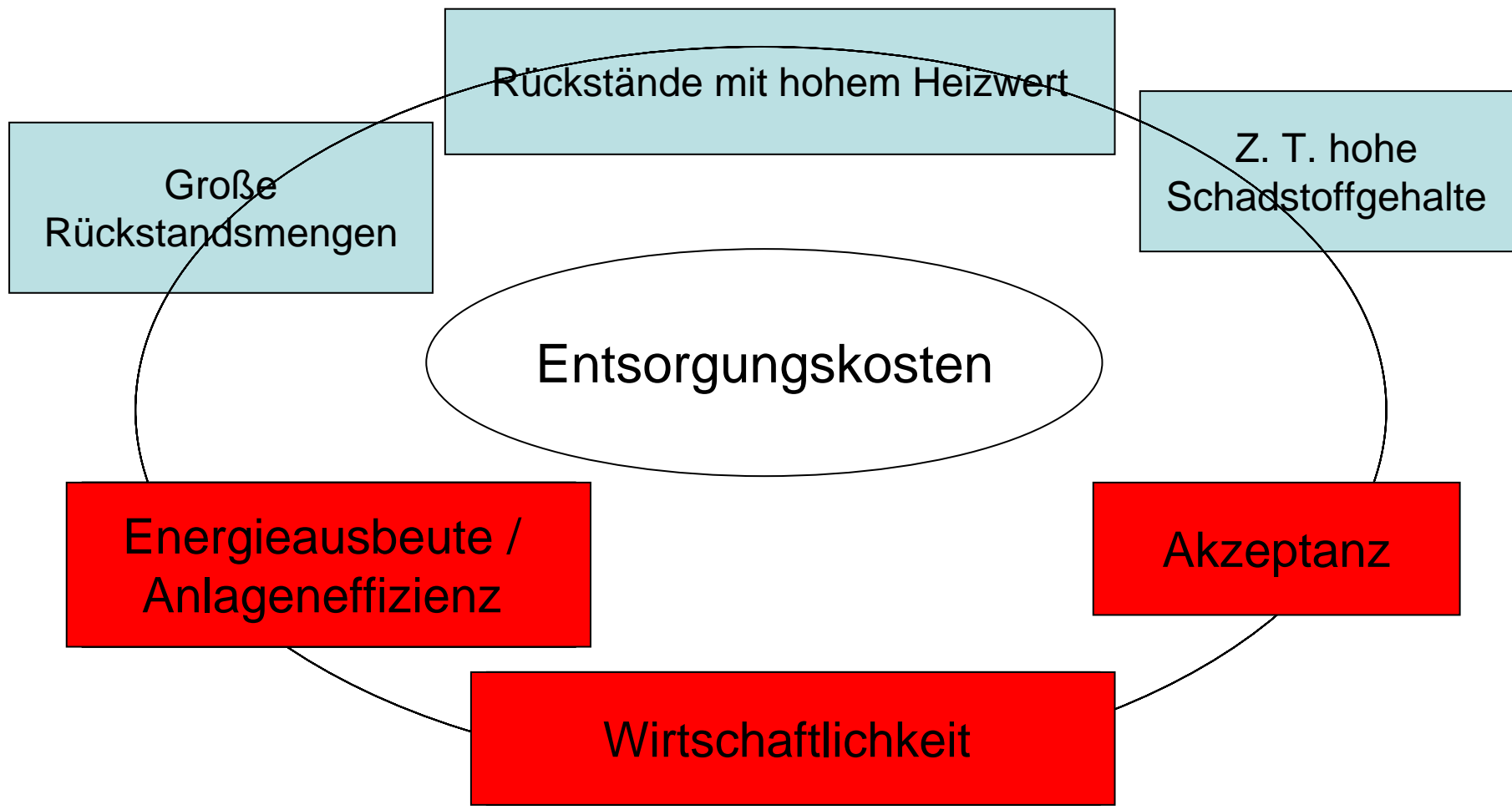
- ➔ Belastung mit PAK deutlich niedriger, liegt jedoch ebenfalls über Vorsorgewert BBodSchV und deutlich über durchschnittlichen PAK-Gehalten anderer Abfälle, die landwirtschaftlich verwertet werden (z. B. Grüngut- oder Bioabfallkomposte).
- ➔ Erhöhte PAK-Werte deuten ebenfalls auf fehlende Eignung für landwirtschaftliche Verwertung hin.

Im Einzelfall nach § 6 Abs. 2 BioabfV unter Zustimmung der Behörden (LfU, LfL) und analytischem Nachweis der Schadlosigkeit u. U. möglich.






# Rahmenbedingungen energetische Verwertung



## Weitere Schlussfolgerungen



## Mögliche Ansätze für Vermeidung (Vermeidung = Verminderung der Menge und Schädlichkeit)

Verfahrensteil	Ziel	Prinzip	Grenzen
 Brennstoffwahl	Verringerung PAK-Gehalte Verbesserg.Vergasungsprozess	Optimierte Feuchte, Feinanteil, Holzart usw.	Verfügbarkeit, Preis des Brennstoffes
 Vergaser	Verringerung PAK-Gehalte Verringerung organischer Rest- gehalte (und somit anfallender Mengen)	Erzeugen von Holzgas mit niedrigen Teergehalten  Optimieren des Vergasungs- prozesses (Temperatur, Verweilzeit, Geometrie usw.)	Thermochemischer Prozess
 Abgasreinigungs- technik	Vermeidung von flüssigen, schlammigen Rückständen	Verwendung trockener Abgasreinigungstechniken (Keramische Filter, Tuchfilter)	
 Gasaufbereitung	Vermeidung der Anreicherung von Schadstoffen durch Auskondensation  Vermeidung der Entstehung von Kondensat	Gasführung oberhalb des entspr. Taupunktes	Zulässiger Temperaturbereich Abgasreinigungstechnik  Wirkungsgrad, thermische Belastung Motor
 Erweiterte Anlagentechnik	Generelle Vermeidung (belasteter) Rückstände	Anlageninterne Rückführung / thermische Nachbehandlung	Eventuell erhöhte Schadstoff- emissionen Luft