

Ressourcen schonen



Kreislaufwirtschaft



Umwelt schützen





7. Dachtagung Flüssigboden 2026 in Dresden

Flüssigboden mit Hausmüllverbrennungsasche und Papierasche

Bachelorarbeit von Güngör Urganci



Agenda

1. Zielsetzung der Arbeit
2. Flüssigboden
3. Sekundärrohstoffe
 - 3.1 Hausmüllverbrennungsasche
 - 3.2 Papierasche
 - 3.3 Zusammensetzungen
 - 3.4 Ressourcenschonung
4. Geotechnische Untersuchung
5. Ergebnisse
6. Fazit



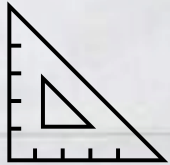
1. Zielsetzung der Arbeit



1.2 Zielsetzung



Zementsubstitution durch HMV-Asche und Papierasche



Untersuchung der Eigenschaften



Vergleich mit herkömmlichen Flüssigboden



2. Flüssigboden



2. Flüssigboden

Definition von Flüssigboden:

Zeitweise fließfähiger
Verfüllbaustoff

Selbstverdichtend
und selbstverteilend



Keine mechanische
Verdichtung
notwendig

Verfestigung nach
Einbau



2. Flüssigboden

Bestandteile von Flüssigboden:



Quelle: housejournal



2. Flüssigboden

Bodenaushub



Hauptbestandteil



grobkörnige, fein- und gemischtkörnige
→ Kiese/Sande (GE, SW, SE)



Organische Böden (Größtkorn 32 mm)



KrWG, BbodSchV und ErsatzbaustoffV



2. Flüssigboden

Bestandteile von Flüssigboden:



2. Flüssigboden

Zement

- Bindemittel → dient zur Hydratation
- Hohe Druckfestigkeit
- Niedrige Zugfestigkeit
- Zwei Varianten:
- CEM I = Portlandzementklinker (Kalk/Ton)
- CEM II = Portlandkompositzement (weniger Klinker, Hüttensand, weitere Bestandteile)



2. Flüssigboden

Bestandteile von Flüssigboden:



2. Flüssigboden

Compound

- Verbundstoff
- Ähnlich wie Bentonit
- Macht Boden fließfähig und pumpbar
- Viskosität und Thixotropie



2. Flüssigboden

Bestandteile von Flüssigboden:



Quelle: housejournal



2. Flüssigboden

Wasser

- Vermischung zwischen den Komponenten
- Geringe Wasserzugabe → schwer aushebbar
- Mehr Wasserzugabe → leicht lösbar



Quelle: housejournal



2. Flüssigboden

Herstellung von Flüssigboden



1. Aufbereitung und Transport

- Bodenaushub – Aufbereitung (Brecherschaufel)
- Weitertransport → Fließband

→ Transport zum mobilen Mischer



2. Flüssigboden

Herstellung von Flüssigboden



2. Mischen und Transport

- Mobile Mischanlage CM30plus
- Planeten – Gegenstrommischer
- Komponenten vermischen

→ Übergabe in den Betonmischer



2. Flüssigboden

Herstellung von Flüssigboden



3. Transport und Einbau

→ Übergabe in den Betonmischer



2. Flüssigboden

Herstellung von Flüssigboden



2. Flüssigboden

Einsatzgebiete



2. Flüssigboden

Vor- und Nachteile von Flüssigboden

Pro

- Ressourceneffizient
- Keine mechanische Verdichtung erforderlich
- Selbstverdichtend
- Schmale Grabenbreiten möglich

Kontra

- Auftrieb leichte Rohre
- Oberflächenbrüchen
- Logistischer Mehraufwand → Materialbereitstellung

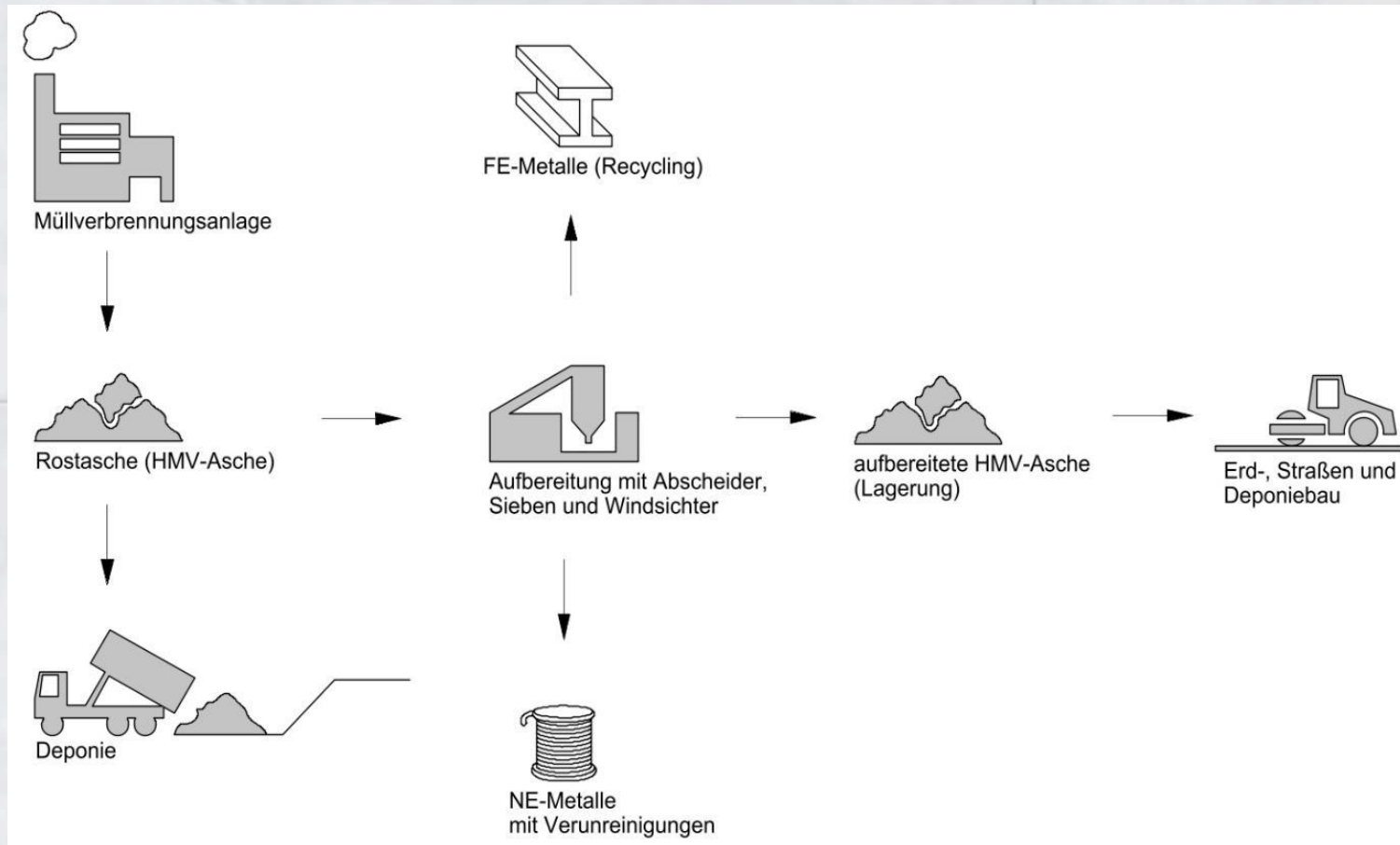


3. Sekundärrohstoffe



3.1 Hausmüllverbrennungsasche

Merkmale und Aufbereitung



neralstoffe, Metalle, Schwermetalle)

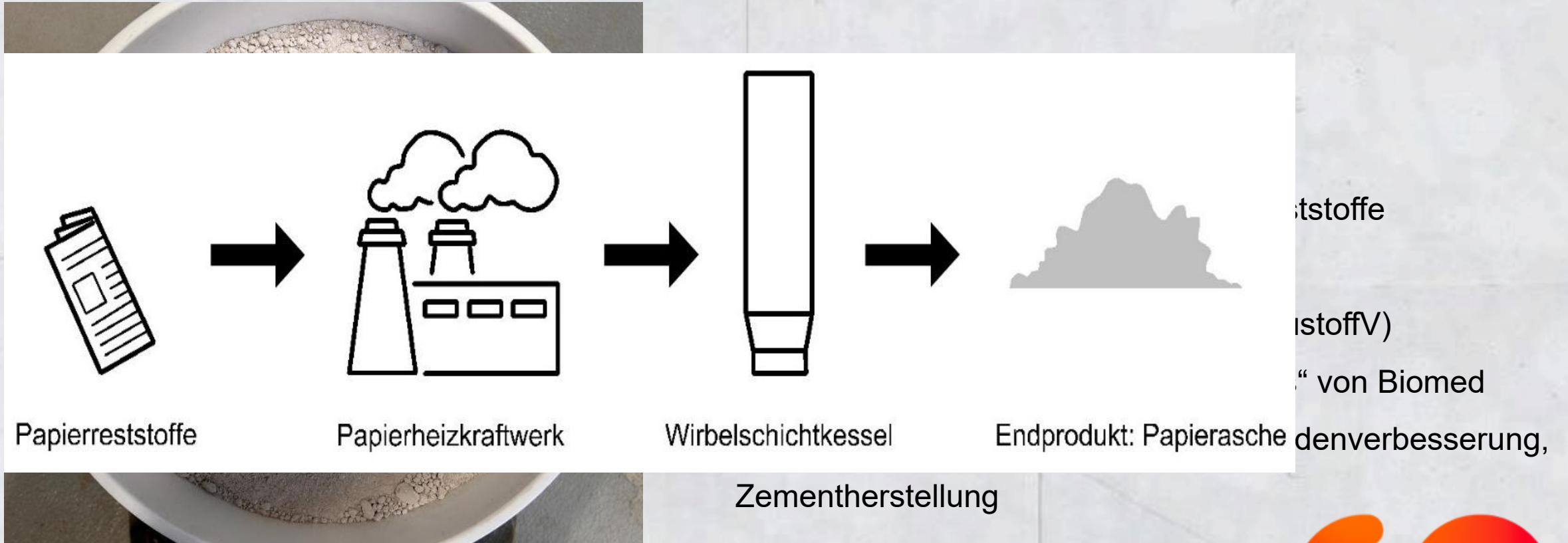
sche „Firma Aerinnova“

n z.B. Straßen und Wegebau,



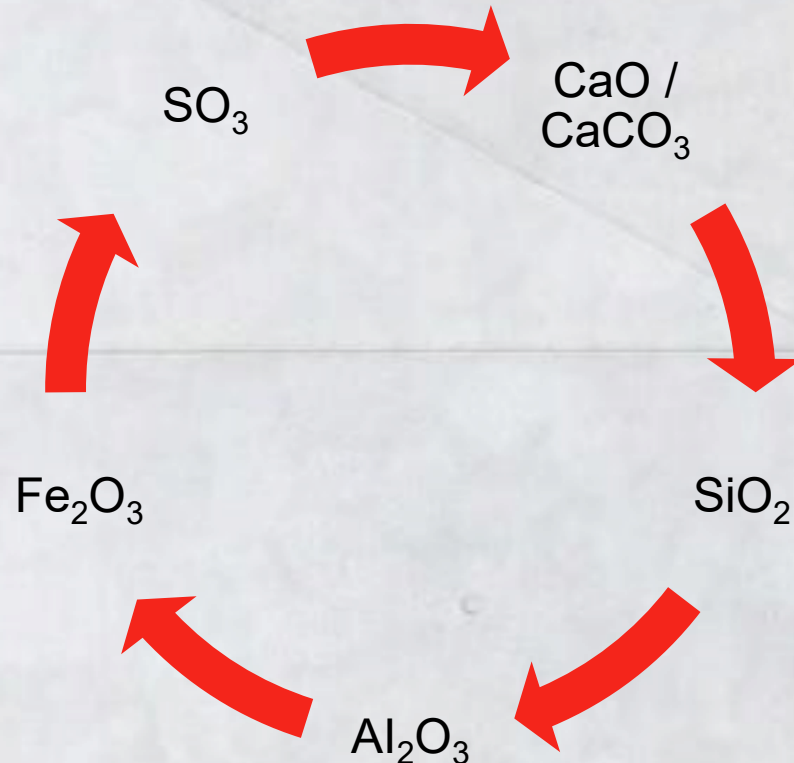
3.2 Papierasche

Herstellung von Papierasche



3.3 Zusammensetzungen

Zusammensetzung von Zement, HMV-Asche und Papierasche



- Fehlende Klinkerphasen in Papierasche / HMV-Asche
- Klinkerphasen = Belit + Alit ($\text{CaO} + \text{SiO}_2$)
- Temperaturunterschied
- Unterschiedliche Bestandteile
- Ähnliche Zusammensetzung mit $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$ = Flugasche

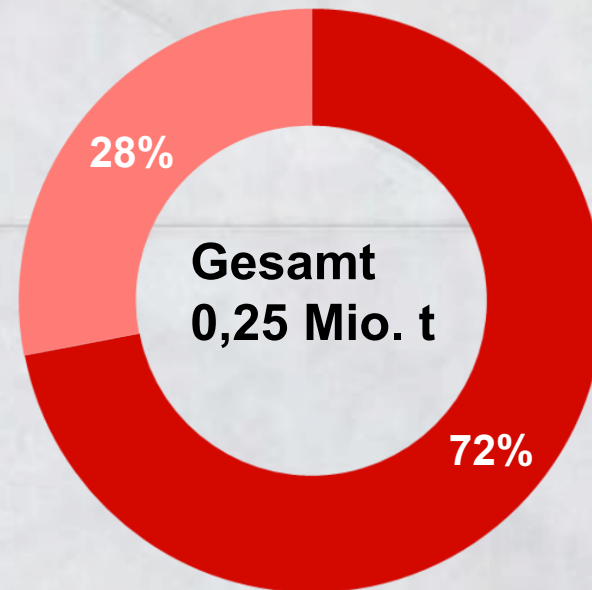


3.4 Ressourcenschonung

Ressourcenschonung durch HMV-Asche und Papierasche

FLUGASCHE IN DER ZEMENTHERSTELLUNG

■ Klinker ■ Zementhauptbestandteil



- Ausstieg aus Kohleverstromung
 - ab 2038 [VDZ] keine Flugasche vorhanden
- Neue Sekundärrohstoffe im Zement
- **HMV-Asche und Papierasche**

Quelle: VDZ – Flugasche im Zement (Deutschland 2020)



4. Geotechnische Untersuchung



4. Geotechnische Untersuchung

Verwendete Böden



Bodenaushub Oskar Vogel



Bodenaushub Re-GEO

4. Geotechnische Untersuchung

Ausbreitversuch



4. Geotechnische Untersuchung

Volumenstabilität



4. Geotechnische Untersuchung

Einaxialer Druckversuch



5. Ergebnisse



5. Ergebnisse

Herstellung der ersten Prüfzylinder vollständig ohne Zement



Zylinder groß mit Papierasche



Zylinder klein mit HMV-Asche

5. Ergebnisse

Herstellung der Prüfzylinder mit Zementanteil



Zylinder groß mit HMV-Asche



Zylinder groß mit Papierasche



Zylinder klein mit HMV-Asche

5. Ergebnisse

Herstellung der Prüfzylinder mit Zementanteil



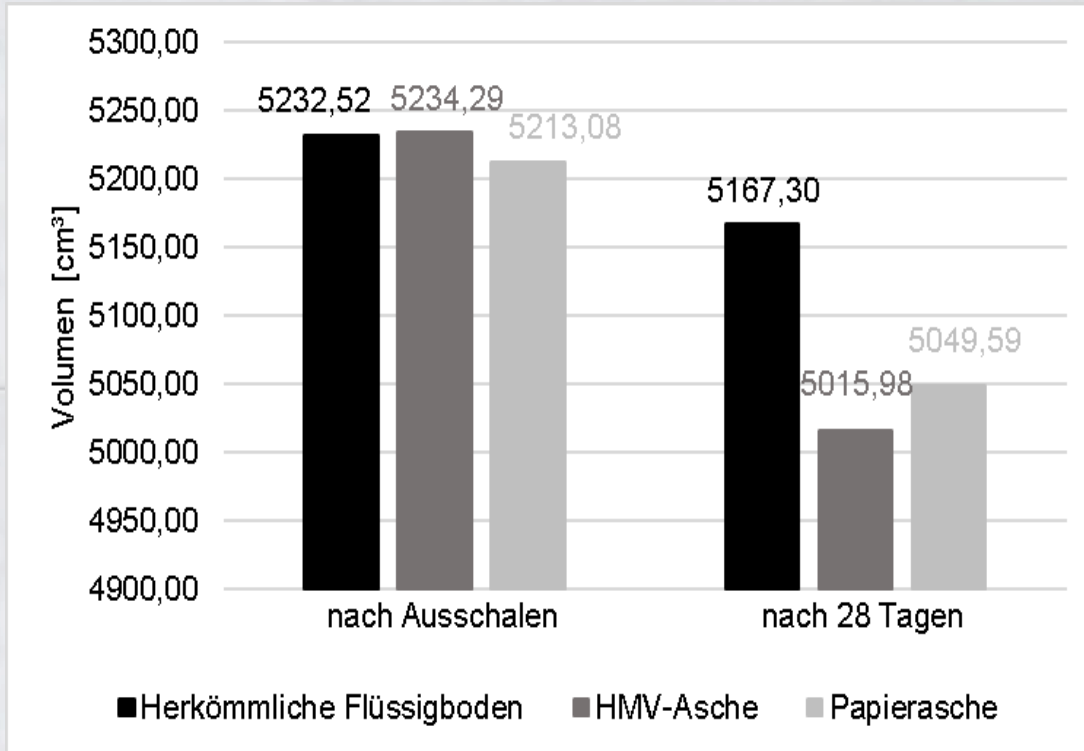
Zylinder groß mit HMV-Asche



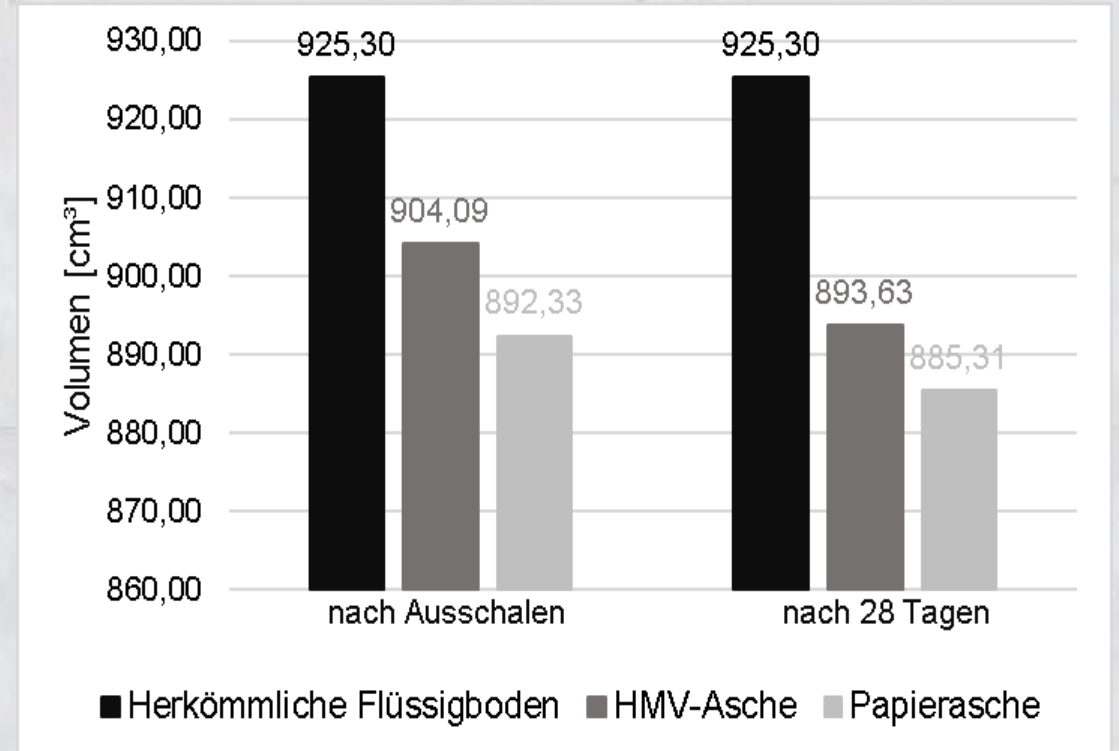
Zylinder groß mit Papierasche

5. Ergebnisse

Volumenstabilität (Oskar Vogel)



Prüfzylinder groß

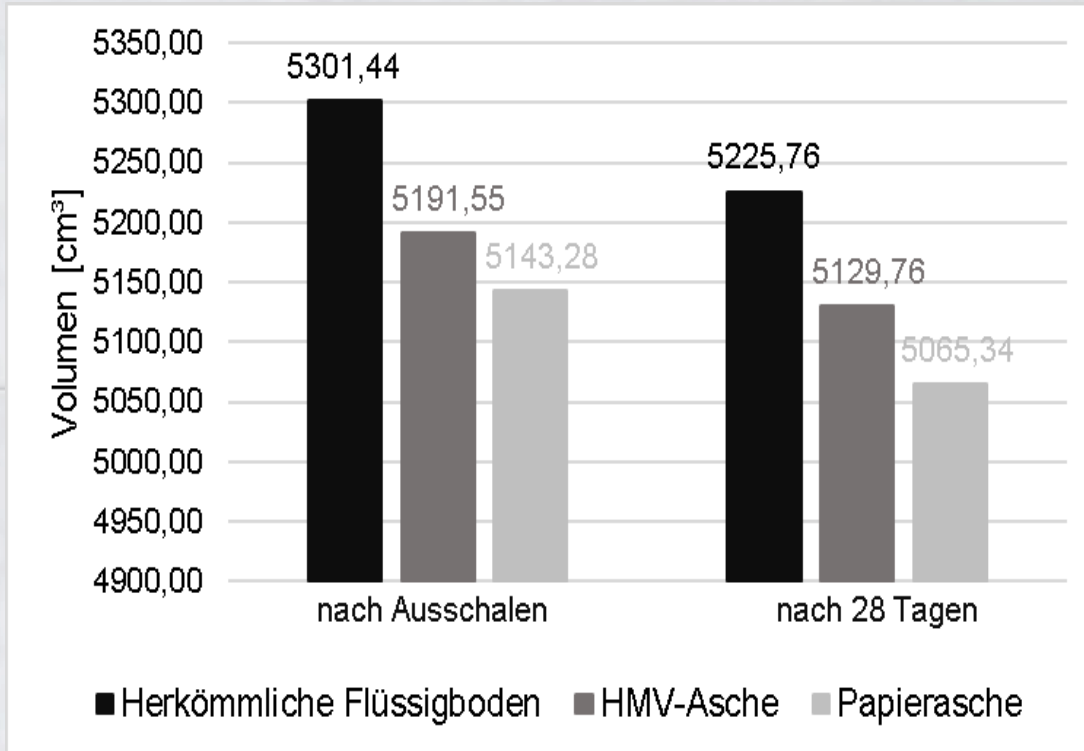


Prüfzylinder klein

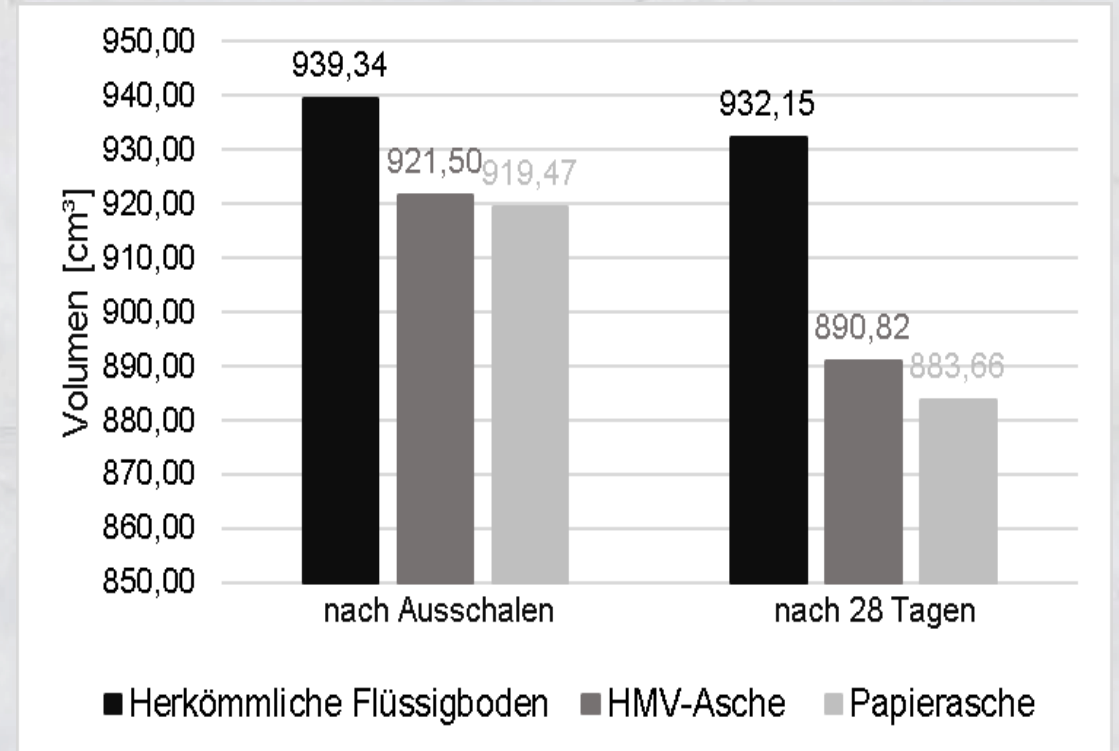


5. Ergebnisse

Volumenstabilität (Re-GEO)



Prüfzylinder groß

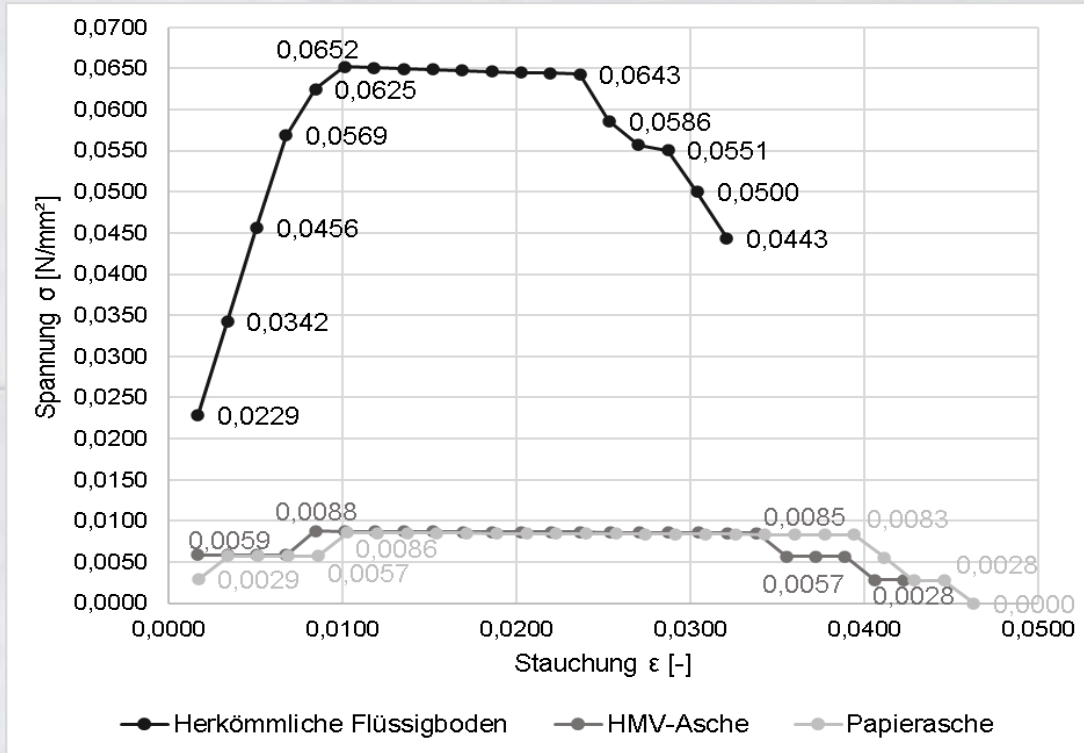


Prüfzylinder klein

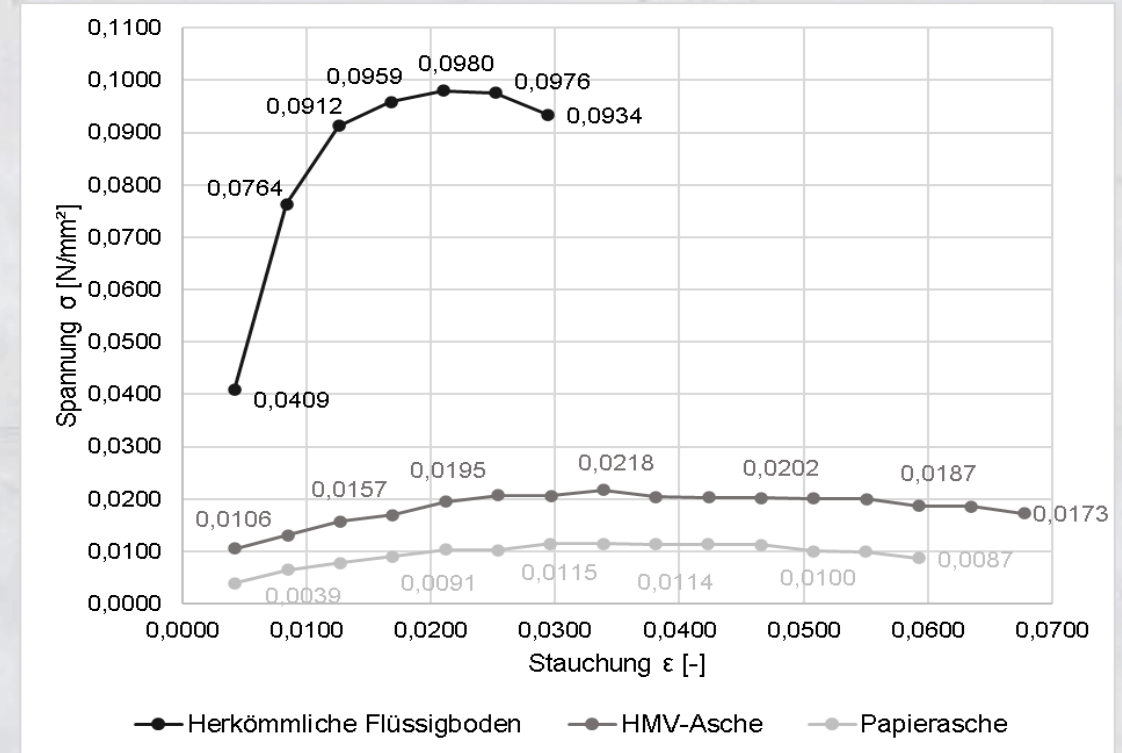


5. Ergebnisse

Einaxiale Druckversuche (Oskar Vogel)



Prüfzylinder groß

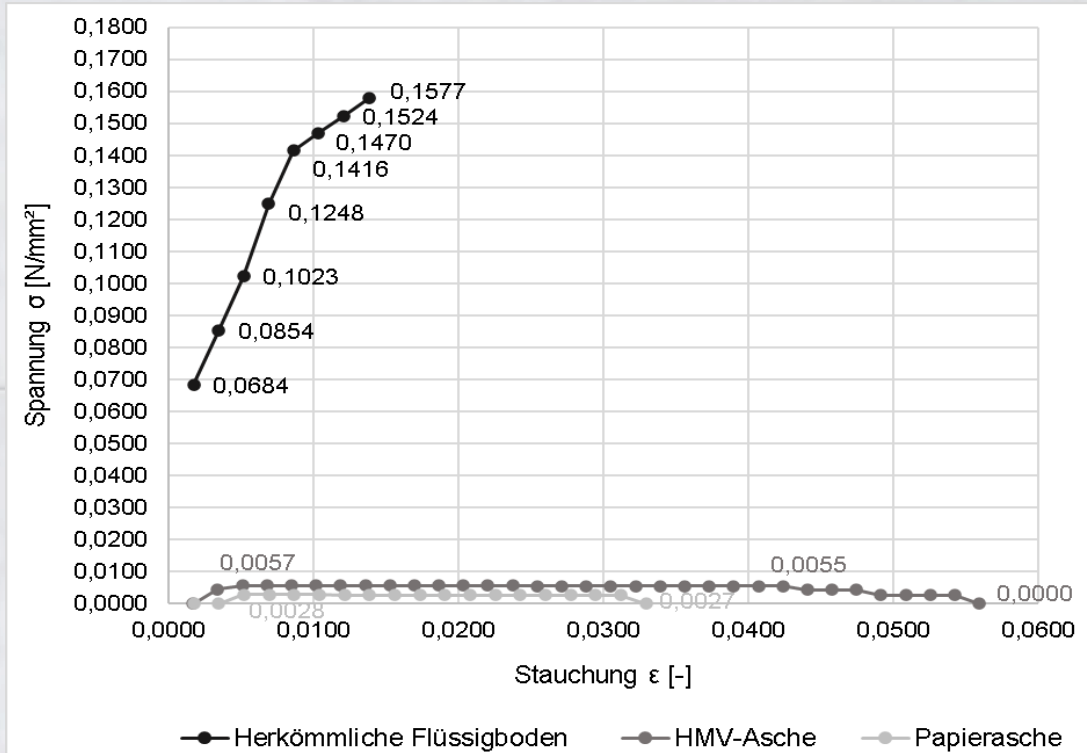


Prüfzylinder klein

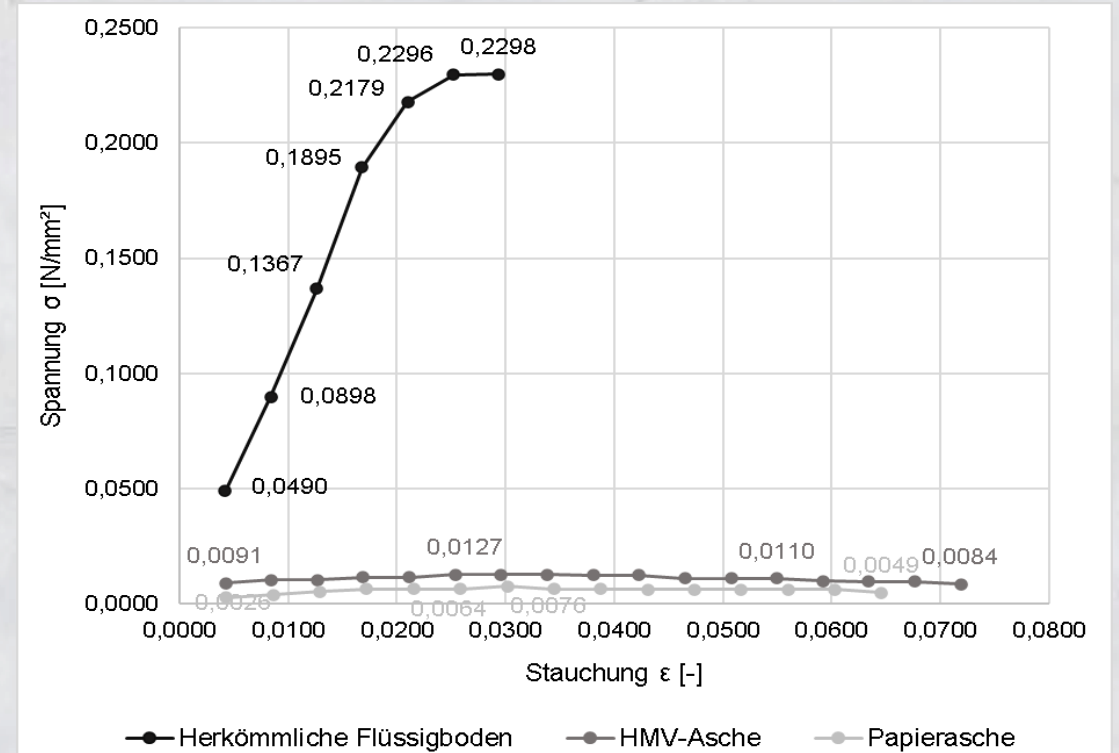


5. Ergebnisse

Einaxiale Druckversuche (Re-GEO)



Prüfzylinder groß



Prüfzylinder klein



6. Fazit



6. Fazit

- Vergleich: konventioneller und aschehaltigem Flüssigboden
- Unterschiedliche Druckfestigkeiten und Volumen
- Volumenminderung bei den Aschen um ca. 5 M.-%
- Einaxialer Druckfestigkeit geringer bei Aschen um ca. 15 %

→ **Mischungsoptimierungen und weitere Forschungen**





Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit !