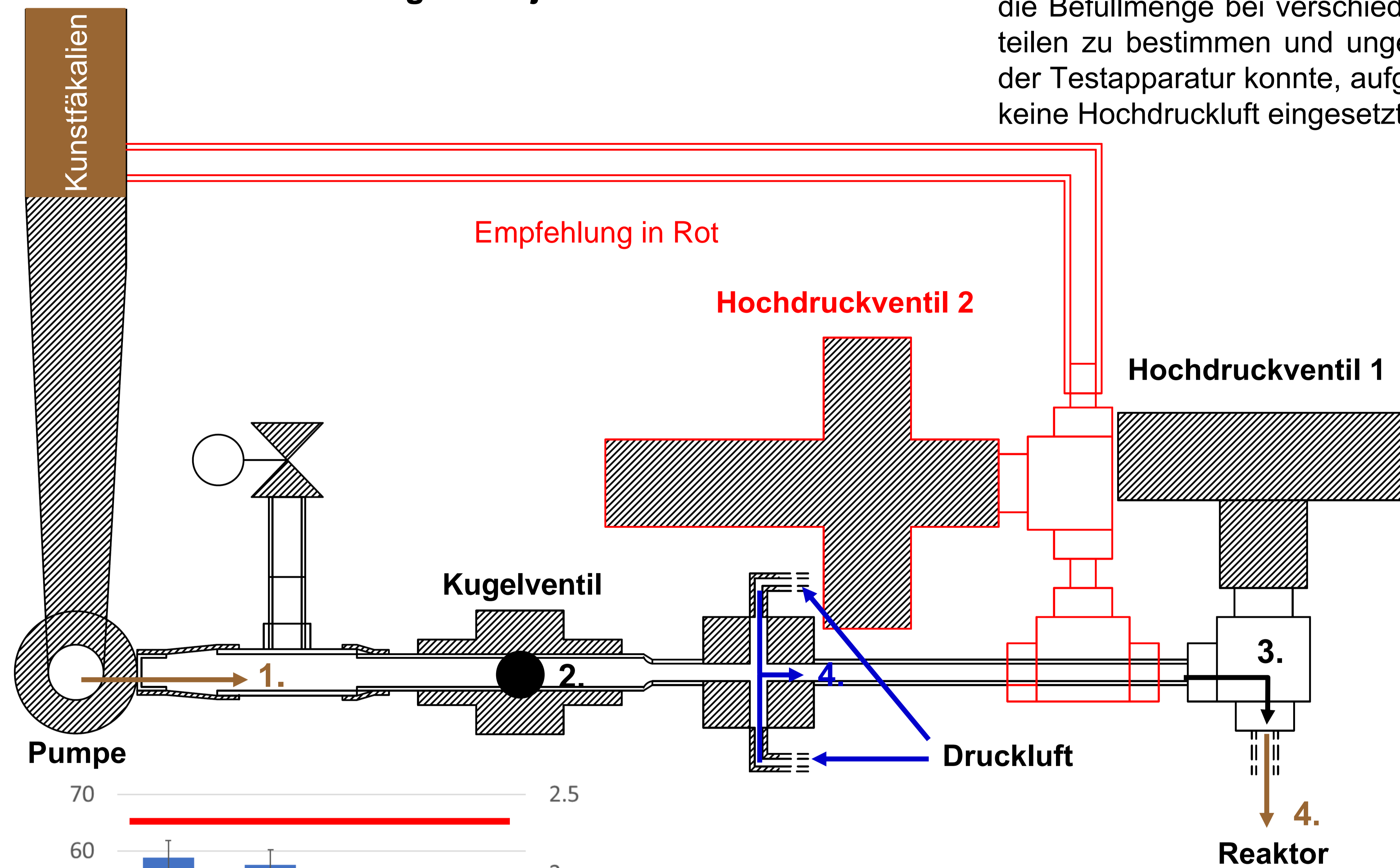


Untersuchung und Optimierung der Injektorbefüllung eines Hochdrucktoiletten-Prototyps mit Kunstfäkalien

Ausgangslage

Der FOX-02 ist ein vom Institut für Biomasse und Ressourceneffizienz entwickelter Prototyp, welcher innerhalb einer Hochdrucktoilette für die Fäkalienbehandlung zuständig ist. Diese Hochdrucktoilette ist für den Einsatz in Entwicklungsländern gedacht, wo die sanitären Einrichtungen oft fehlen oder mangelhaft sind. Damit die Toilette in Gebieten ohne Kanalisations- und Stromanschluss eingesetzt werden kann, soll die Hochdrucktoilette autark funktionieren.

Schematische Darstellung des Injektors



Ablauf der Befüllung beim FOX-02

1. Befüllung der Apparatur mit der Pumpe
2. Schliessen des Kugelventils
3. Öffnen des Hochdruckventils 1
4. Befüllung des Reaktors mit Druckluft (160 Bar)
5. Nach Einnahme der Grundstellungen kann die Befüllung von vorne starten

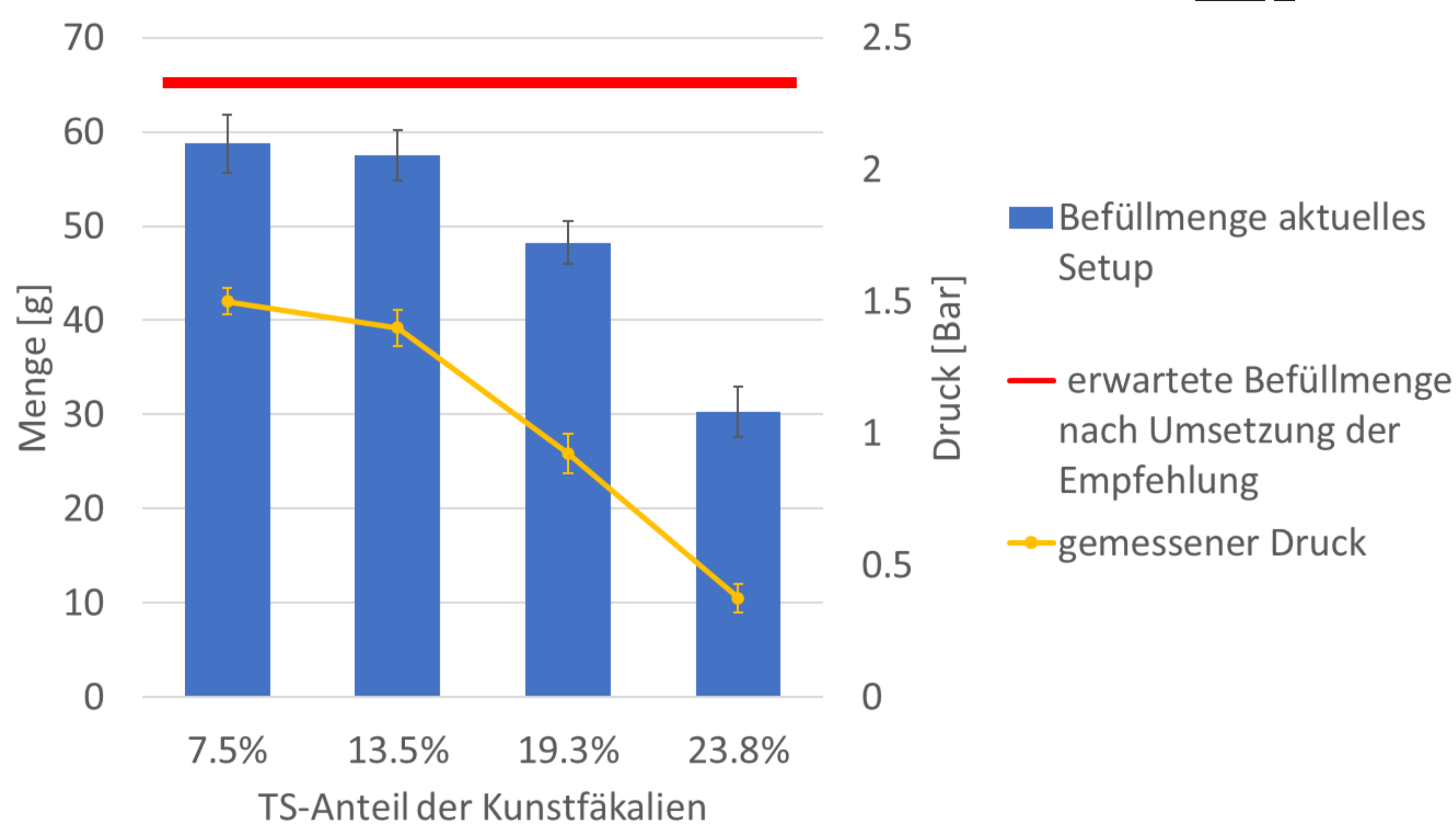


Abbildung 1: Gemessene Befüllmenge und Druck im aktuellen Setup (blau / gelb). Nach Einbau der Rückführungen konnte der Injektor bei allen TS komplett gefüllt werden (rot).

Ziel

Beim FOX-02 kommt es im Betrieb zu Unregelmässigkeiten während des Befüllvorgangs vom Reaktor. Die Gründe für die Probleme bei der Befüllung sollen herausgefunden werden und es soll eine Möglichkeit erarbeitet werden, wie die Befüllung verbessert werden kann.

Analyse

Der Injektorteil vom FOX-02 wurde in transparenter Form massstabsgetreu nachgebaut (Testapparatur), um in Laborversuchen die Befüllmenge bei verschiedenen Trockensubstanz (TS) –Anteilen zu bestimmen und ungefüllte Bereiche zu erkennen. Bei der Testapparatur konnte, aufgrund der transparenten Bauweise keine Hochdruckluft eingesetzt werden.

Erkenntnisse der Untersuchungen

Die Befüllmenge nimmt mit steigendem TS-Anteil ab (Abbildung 1). Die Pumpe füllt die Kunstfäkalien in ein geschlossenes System und muss deshalb Luft komprimieren. Weil die Pumpe bei Kunstfäkalien mit höherem TS-Anteil weniger Druck aufbauen kann, nimmt die Befüllmenge mit steigendem TS ab.

Empfehlung

Damit die Pumpe nicht mehr gegen ein geschlossenes System pumpen muss, kann am Ende der Injektorrohre mit einem Hochdruckventil ein Rückführrohr eingebaut werden. Das Ventil beim Rückführrohr muss bei der Befüllung geöffnet werden und kann parallel mit dem Kugelventil angesteuert werden. Wenn die Befüllzeit richtig eingestellt ist, sollte bei allen TS-Anteilen eine konstante Befüllmenge erreicht werden (Abbildung 1).

Kunstfäkalien

Diese bestehen aus Hefeextrakt, Zellulose, Flohsamenschalen, Erdnussöl, Misopaste und Wasser und haben ähnliche rheologische Eigenschaften wie menschliche Fäkalien. Der Vorteil ist, dass Kunstfäkalien reproduzierbar sind und die Herstellung einfach ist. Wenn die Kunstfäkalien mit unterschiedlich viel Wasser angemischt werden, können unterschiedliche Trockensubstanz-Anteile erreicht werden. Der TS-Anteil ist bei menschlichen Fäkalien auch unterschiedlich.



Abbildung 2: Kunstfäkalien mit TS-Anteil 20%

Studiengang / Semester: Energie und Umwelttechnik FS21

Diplomand: Joël Lehner

Auftraggeber: Institut für Biomasse und Ressourceneffizienz FHNW/PSI

Experte: Prof. Dr. Michael Studer

Dozent: Prof. Dr. Frédéric Vogel, frederic.vogel@fhnw.ch