



TDI Tesla-Disc-Injection

Team:
Alexander Holbach, Nicolai Krasberg, Christoph Schwienheer

Betreuer:
Dipl.-Ing. Andreas Ufer, Dipl.-Ing. Christian Bramsiepe

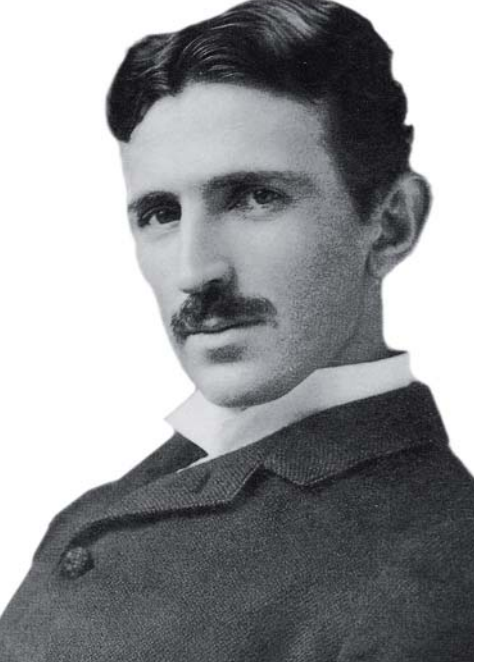
Antriebskonzept

Motivation

Das Team TDI setzt als Antrieb eine Tesla-Turbine ein. Diese zeichnet sich durch einen einfachen Aufbau, sowie eine robuste und technisch leicht realisierbare Konstruktion aus. Als Antriebsmaschine für ein ChemCar ist die Tesla-Turbine gut geeignet, da sie ihr höchstes Drehmoment im Stillstand, also zum Anfahren des Autos, entwickelt. Auch die unter den Rahmenbedingungen des Wettbewerbs erreichbare Leistung spricht für den Einsatz der Tesla-Turbine.

Originalität

Die Wahl des außergewöhnlichen Antriebes ist inspiriert durch die Erfindungen von Nikolas Tesla. Im Jahr 1913 hat er die Tesla-Turbine zur Erzeugung von Hochfrequenz-Wechselstrom patentiert¹, jedoch nie zur technischen Reife gebracht. In diesem ChemCar wird sein innovativer Antrieb rekonstruiert, wobei auf den Einsatz handelsüblicher Bauteile weitestgehend verzichtet wird.



Nikolas Tesla
*1856 - †1943

Aufbau und Funktionsprinzip der Tesla-Turbine

- Parallele Scheiben mit Spaltabstand fest auf Drehachse montiert
- Düse leitet Gasstrom tangential auf die Scheiben
- Gehäuse dient der Umlenkung des Gasstromes auf Kreisbahn
- Impulsübertragung vom Gas auf die Scheiben
- Austritt in axialer Richtung nahe der Drehachse

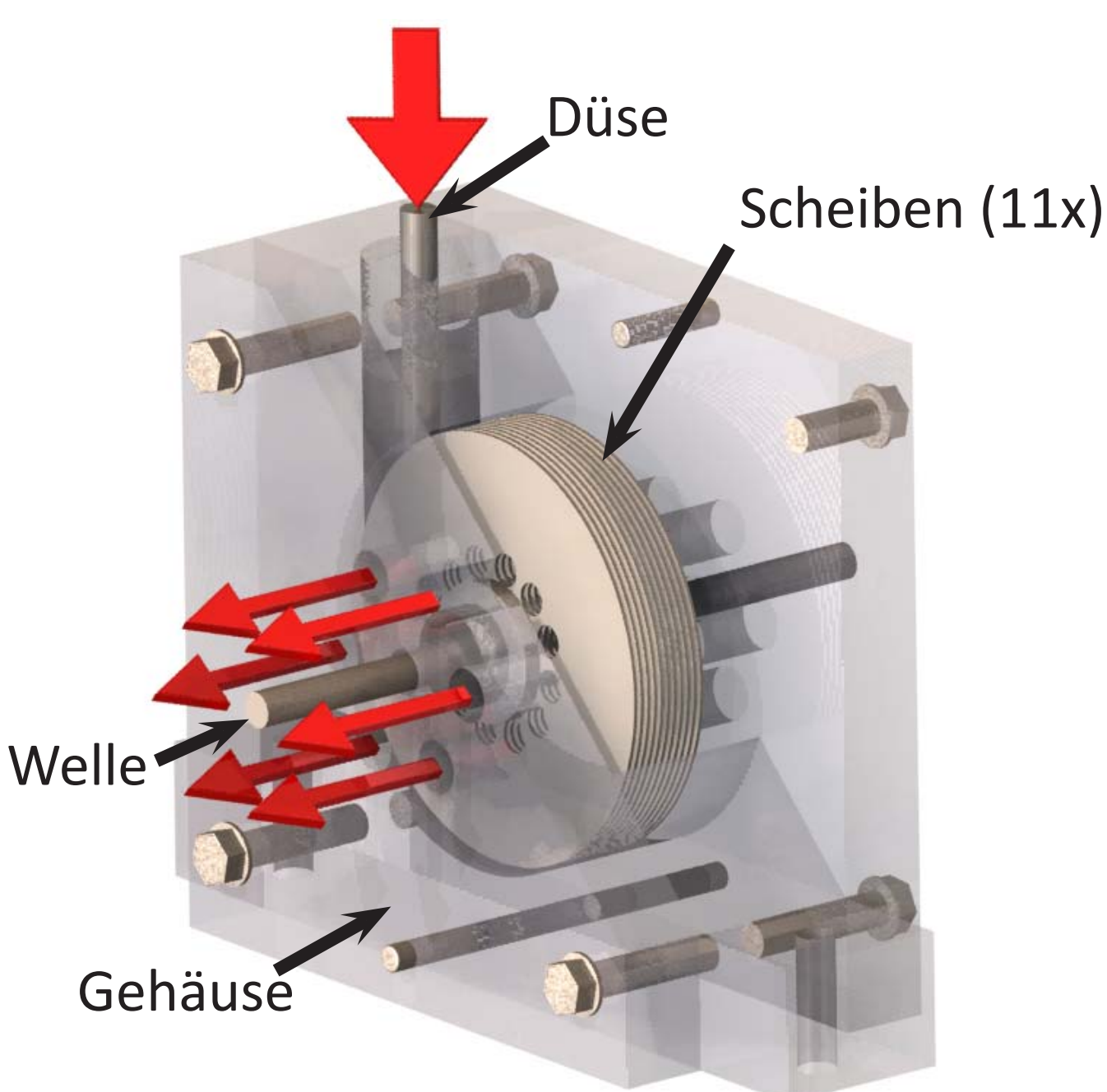


Abb. 1: Schnittdarstellung der Tesla-Turbine

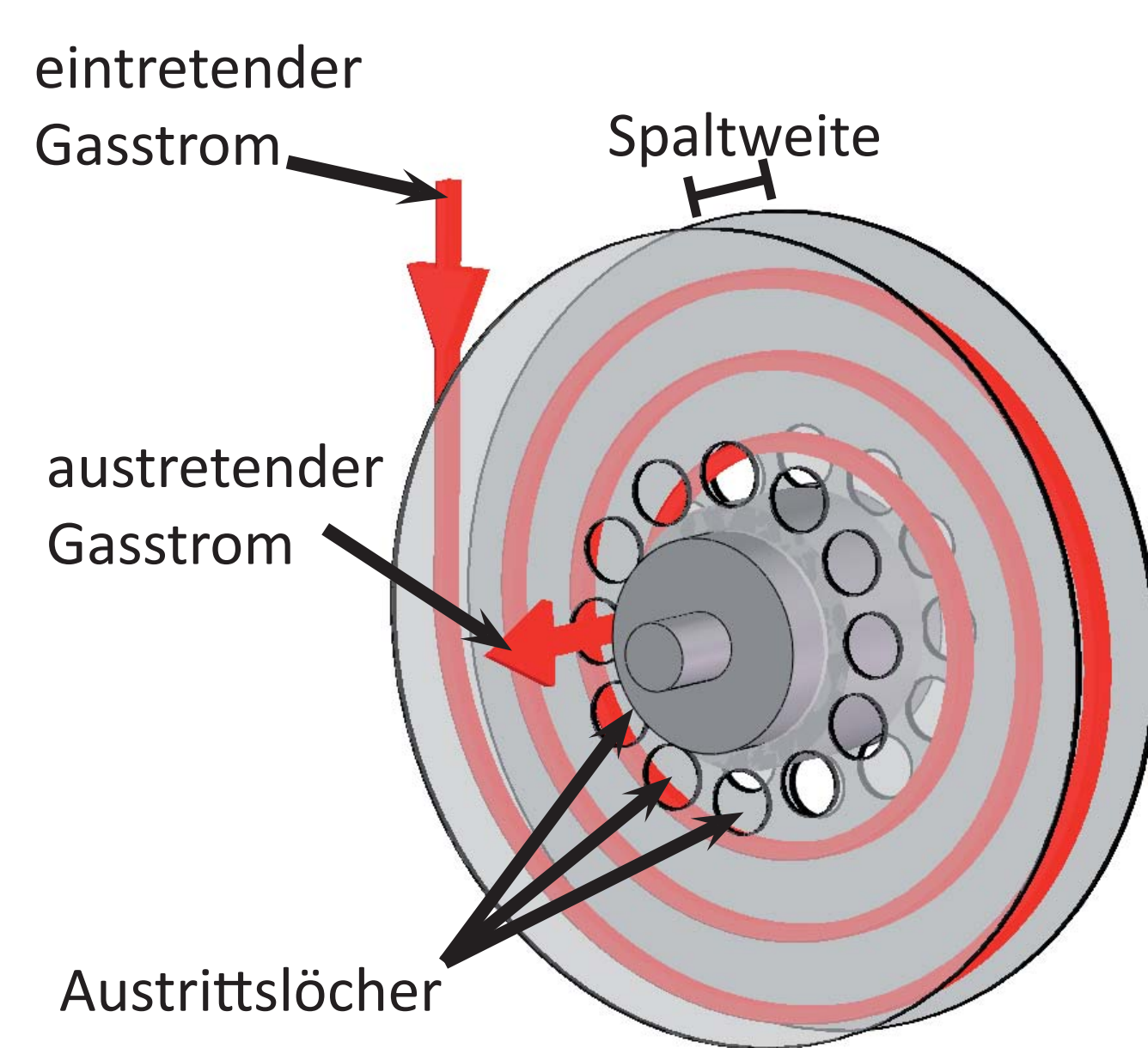


Abb. 2: Schematischer Strömungsverlauf zwischen zwei Scheiben

Auslegung

- Impulsübertragung auf Scheiben nur in laminarer Grenzschicht²
- Gasstrom in turbulenter Kernströmung leistet keinen Beitrag
→ Steigerung des Wirkungsgrades durch Anpassung der Spaltweite
- Theoretisch optimale Spaltweite: 2-fache Grenzschichtdicke $\delta \approx 0,09 \text{ mm}$
- Fertigungstechnisch minimal mögliche Spaltweite: 0,5 mm

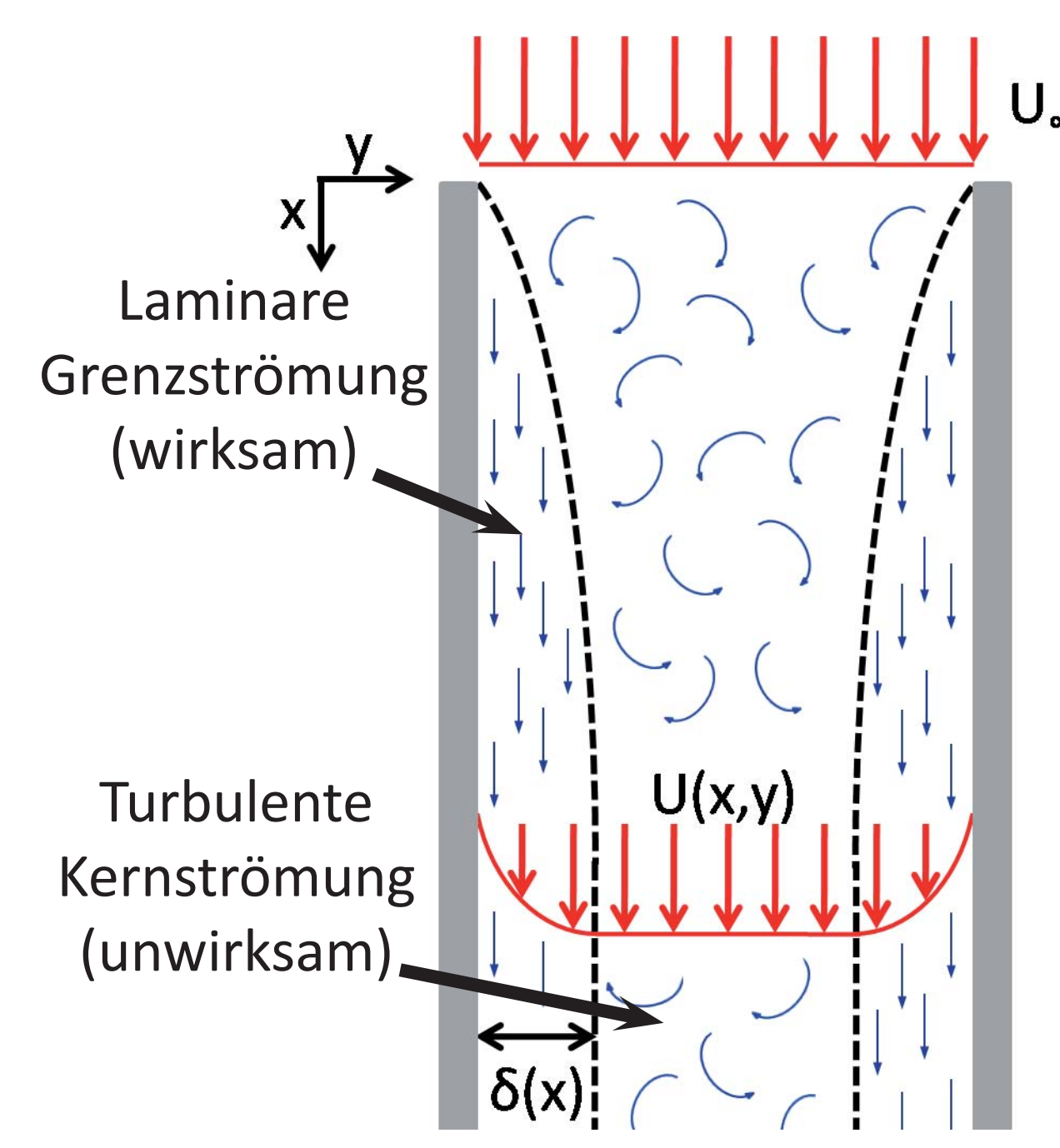


Abb. 3: Schematische Darstellung der laminaren Grenzschicht

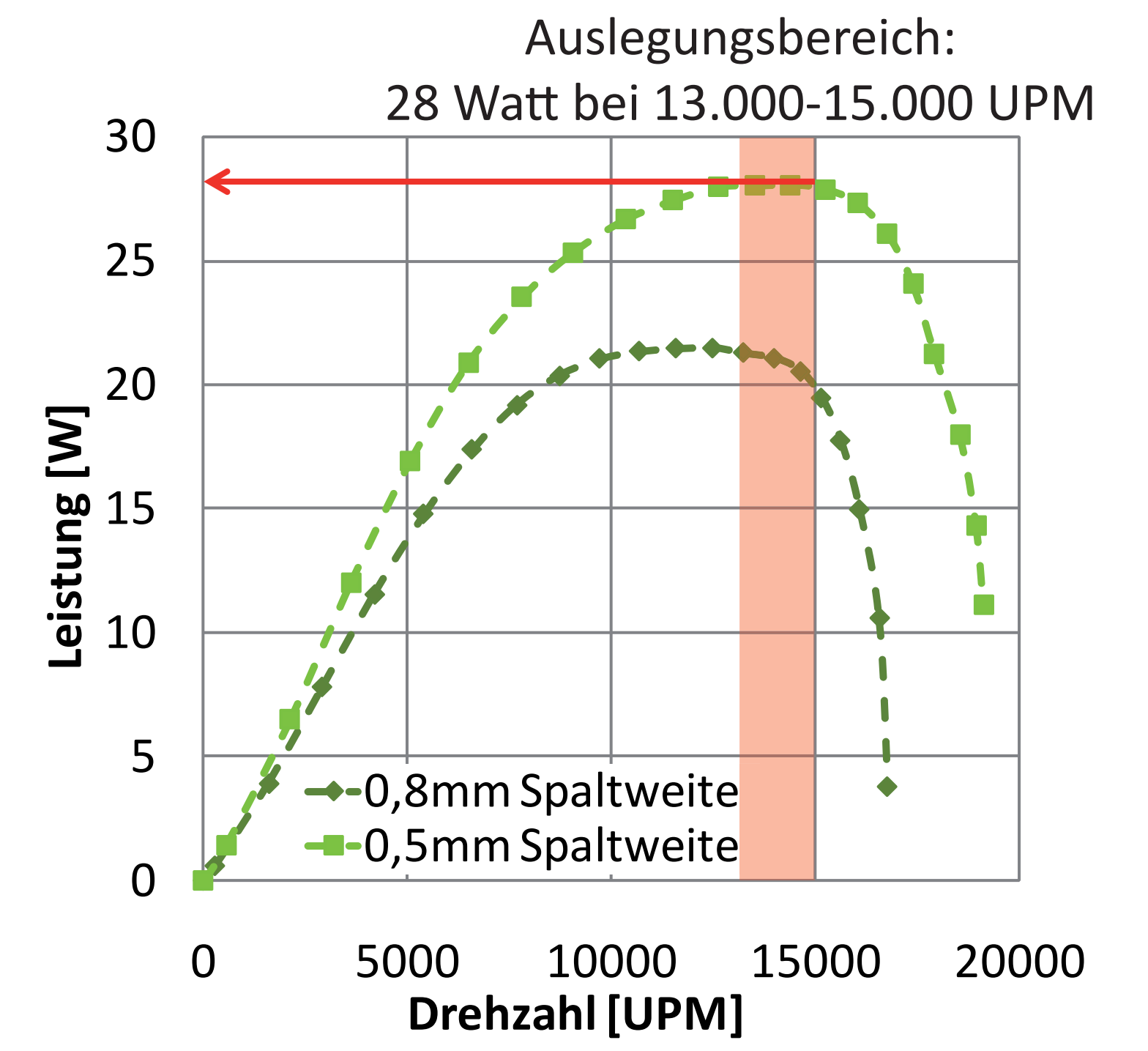
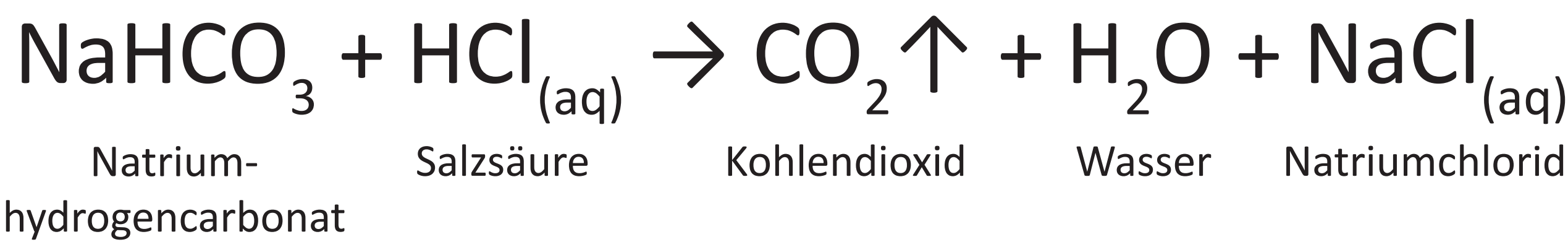


Abb. 4: Leistungskurven bei 65 l/min Druckluft mit Spaltweiten von 0,8 mm und 0,5 mm

Technische Umsetzung

Reaktion



- Nutzung von CO₂ als Antriebsgas
- Endotherme Reaktion → sichere Handhabung
- Läuft unter Normalbedingungen spontan ab
- Reproduzierbare Erzeugung großer Gasströme

Prozessablauf

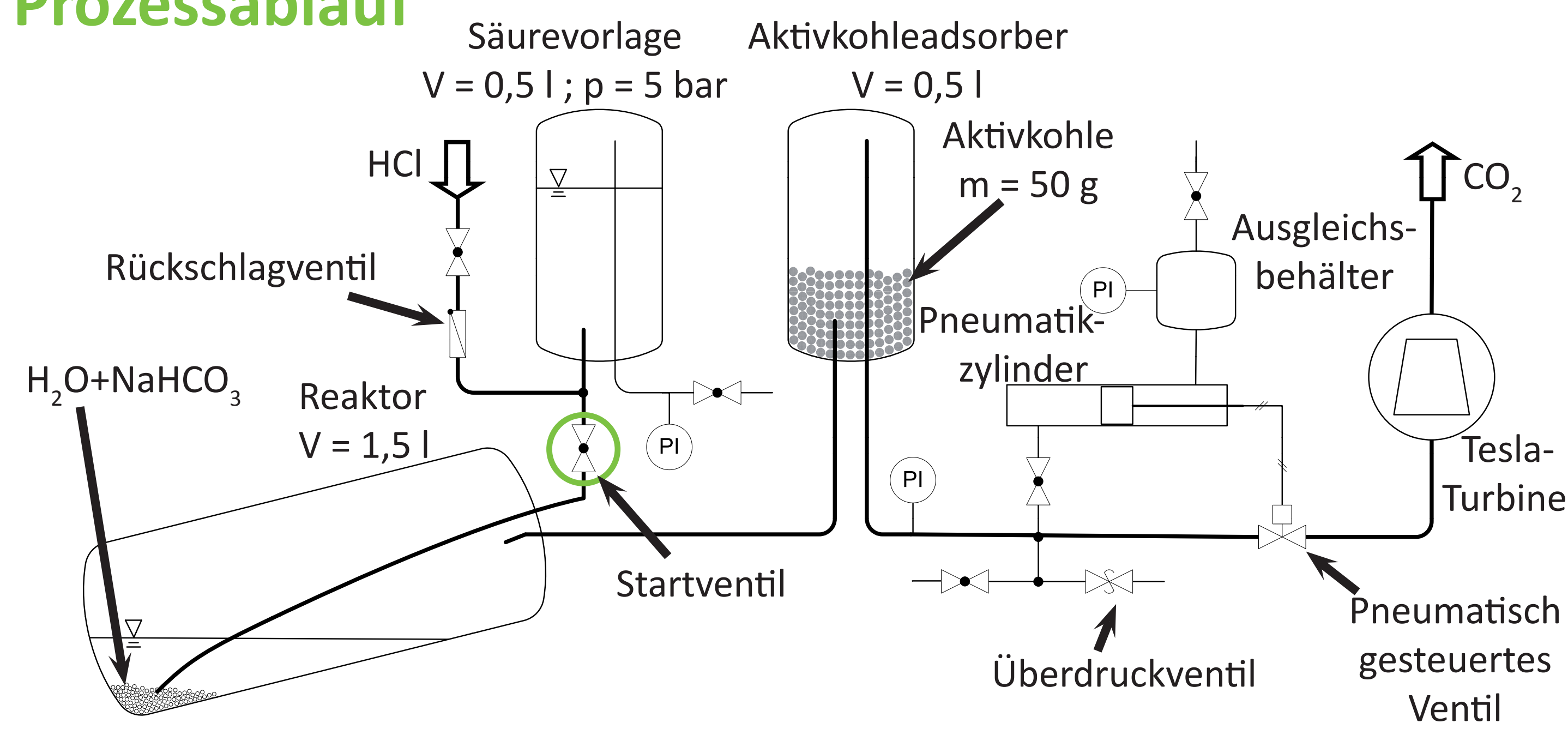


Abb. 5: Fließbild (Zustand vor dem Start)

Vorbereitung:

- Säurevorlage wird unter Druck gesetzt
- Gegendruck für den Pneumatikzylinder wird eingestellt
→ Zylinder eingefahren; Ventil zur Turbine geschlossen

Start:

- Einspritzung der HCl aus der Vorlage in den Reaktor
- CO₂-Produktion durch Reaktion, Druckaufbau im Reaktor
- Pneumatikzylinder öffnet definiert bei 3 bar das Ventil zur Turbine
→ Kompensation von Reaktionsschwankungen beim Anfahren

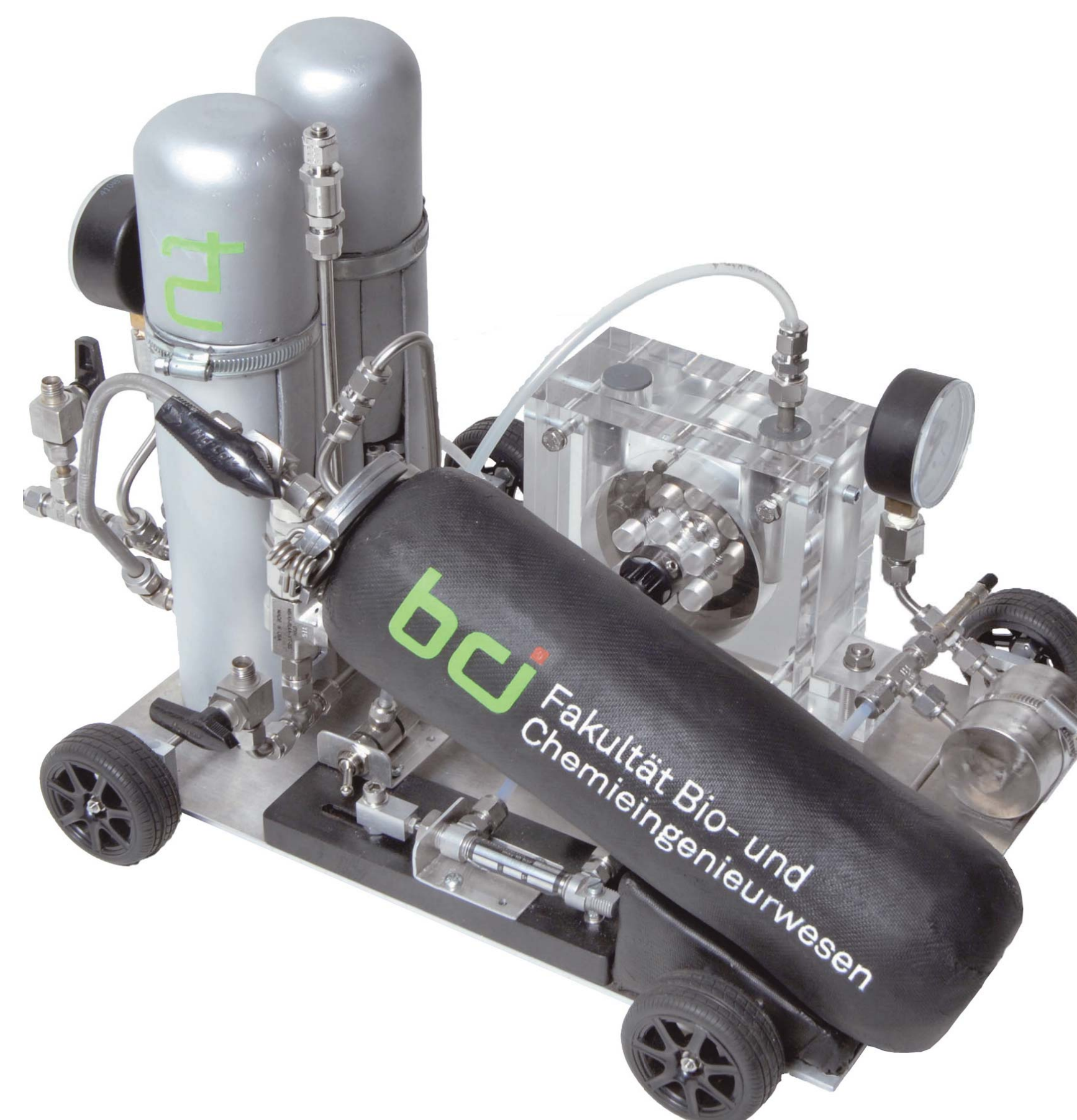
Stopp:

- Auslaufen der Reaktion; Fahrzeug rollt aus

Umwelt / Sicherheit

- Keine gesundheits- oder umweltschädlichen Stoffe
- NaCl-Lösung als Abfall; problemlose Entsorgung
- Emission von reinem CO₂
- Adsorption von HCl-Dampf an Aktivkohle
- Absicherung gegen technisches Versagen und Fehlbedienung:
Überdruckventil, Rückschlagventil, inhärente Überdrucksicherung
- Schutz vor bewegten Maschinenteilen

Technische Daten und Kalibrierung



Technische Daten	
Gewicht	9,15 [kg]
Radstand	350 [mm]
Breite	350 [mm]
max. Leistung	60 [W]
max. Leerlaufdrehzahl	30.000 [UPM]
Höchstgeschwindigkeit	4,5 [km/h]
Übersetzung	1:21 [-]
Reichweite	72 [m]

Feststofflimitierung:

- Fahrstrecke wird durch Menge an NaHCO₃ bestimmt.

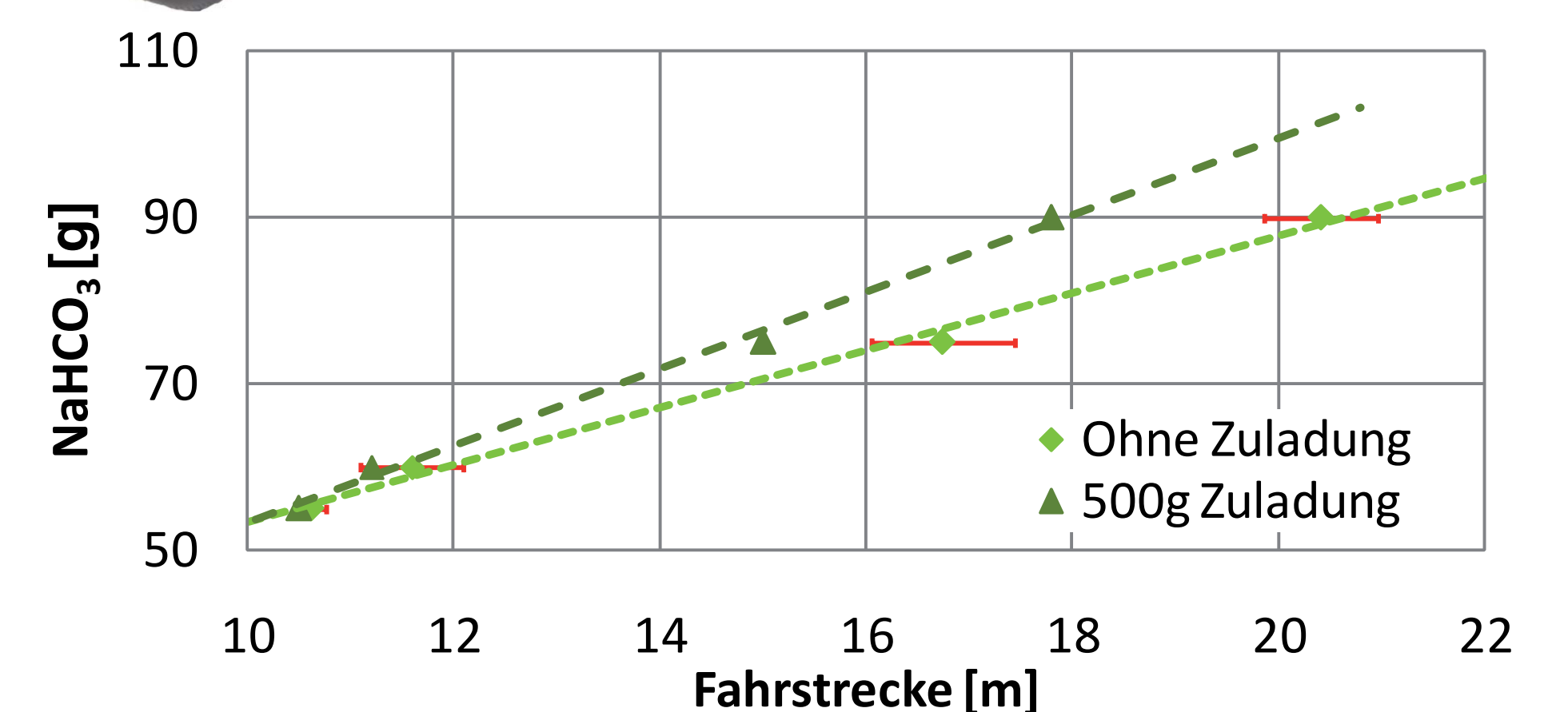


Abb. 6: Kalibrierkurve für die Fahrstrecke

¹ US-Patent 1.061.206, 1913; ² H.S. Couto et al., in Proc. of the 8th APISCEU, The Tesla Turbine Revisited, 2006