

Projekt

Motivation

- Pulse Electrochemical Machining (PECM) als zukunftsweisende Fertigungstechnologie, mit der hochfeste Materialien präzise und ohne Werkzeugverschleiß bearbeitet werden können
- Nachteil: Kombination aus elektrischen, chemischen und mechanischen Einflussgrößen erschweren dem Anwender die Beherrschbarkeit des Prozesses
- Erarbeitung eines besseren Prozessverständnisses notwendig, um dem Anwender die Prozesssteuerung und -regelung zu erleichtern

Ziel

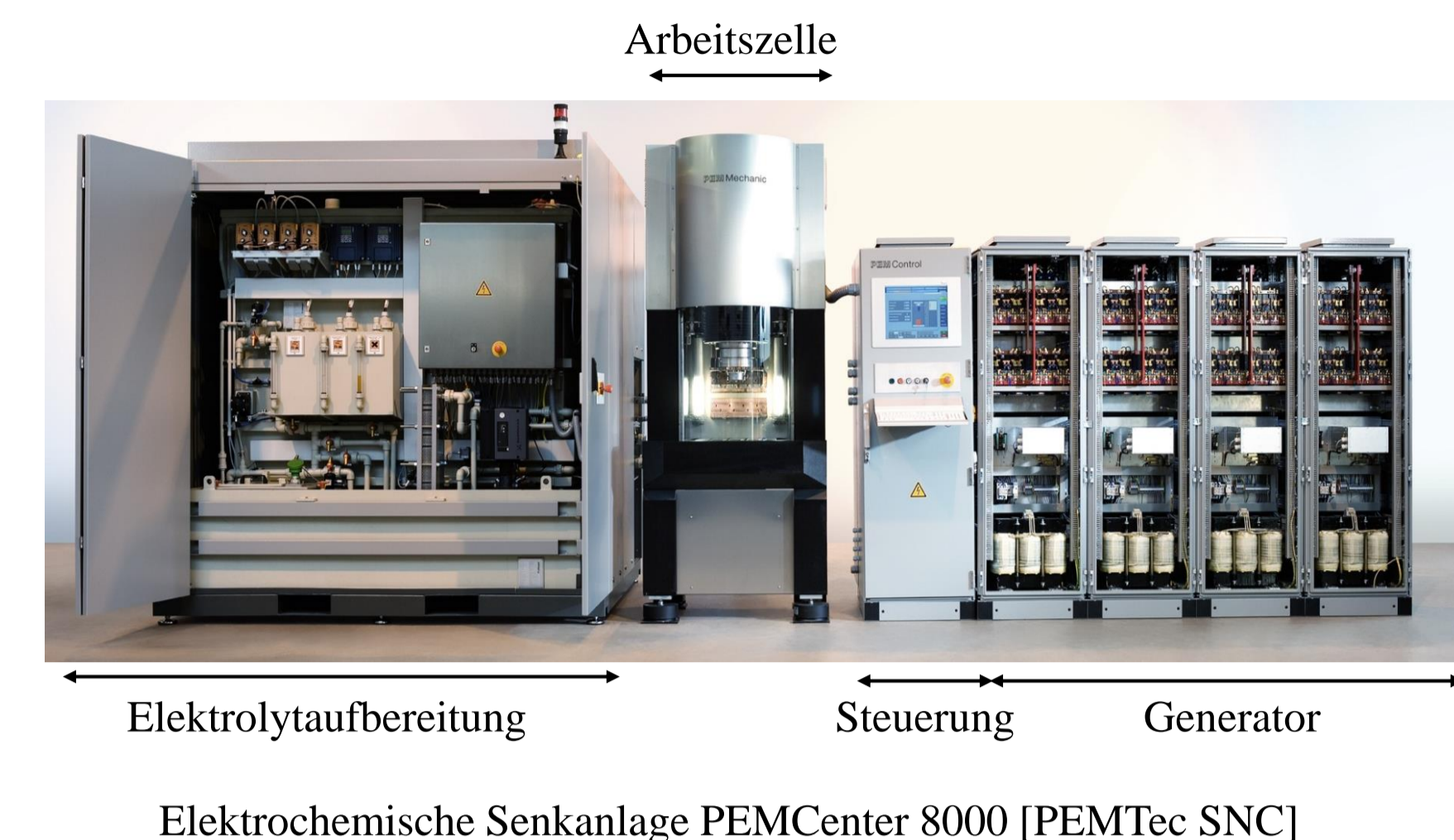
- Erfassung prozessrelevanter Elektrolytkenngößen in unmittelbarer Nähe der Bearbeitungsstelle mithilfe einer instrumentierten Spülkammer
- Verarbeitung und Analyse der gesammelten Daten mithilfe eines automatisierten Messsystems
- Entwicklung von Herangehensweisen zur Prozessführung

Vorgehen

- Identifizierung der Prozessrandbedingungen
- Erstellung eines Anforderungsprofils der Messtechnik
- Konstruktion und Fertigung der Spülkammer
- Aufbau des Messsystems
- Inbetriebnahme und Testphase der Spülkammer und des Messsystems
- Parameterstudie
- Signal- und Prozessanalyse
- Entwicklung von Konzepten zur Prozessführung

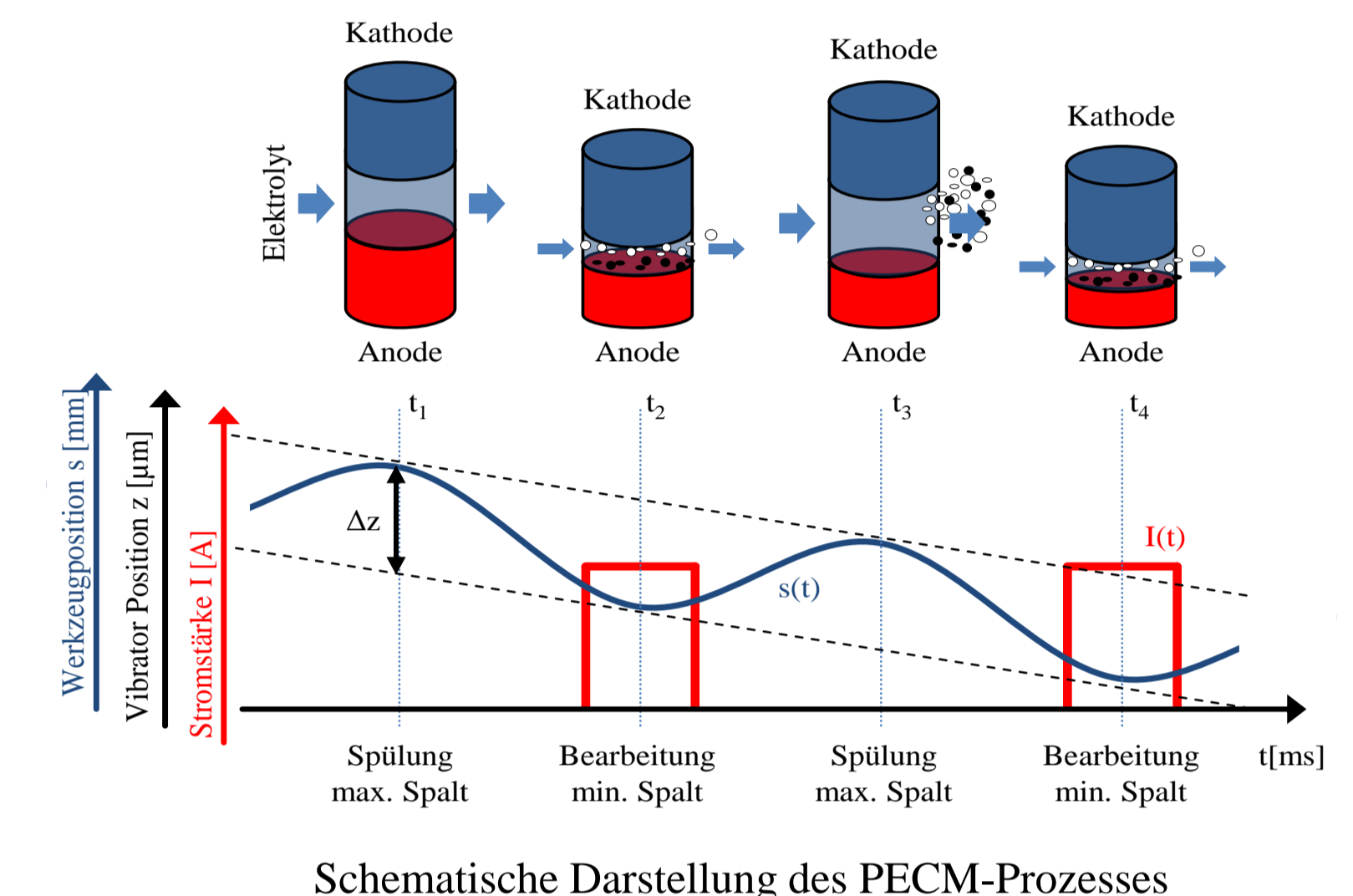
PECM-Maschine:

- Typ: PEMCenter 8000
- Hersteller: PEMTec SNC France
- I_{max} : 8000 A (gepulst)
- U_{max} : 18,7 V
- Mech. Frequenz: 0 - 70 Hz
- Elektr. Frequenz: 1 - 500 Hz
- Pulsbreite: 1 - 5 ms
- Vorschubgeschwindigkeit: 0,01 - 2 mm/s
- Abtragsvolumen: bis zu 2 mm³/A*min



Prozesscharakteristik:

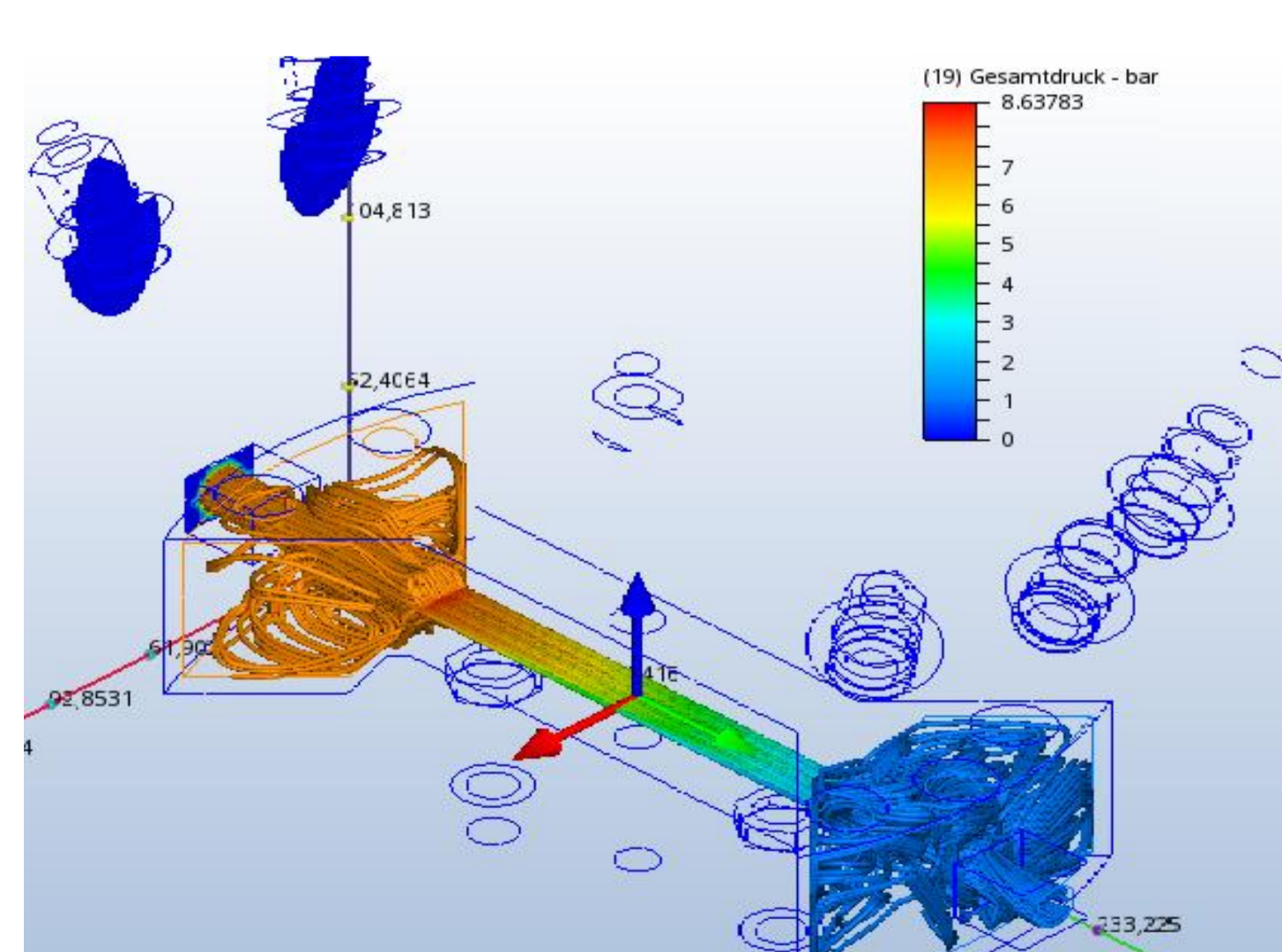
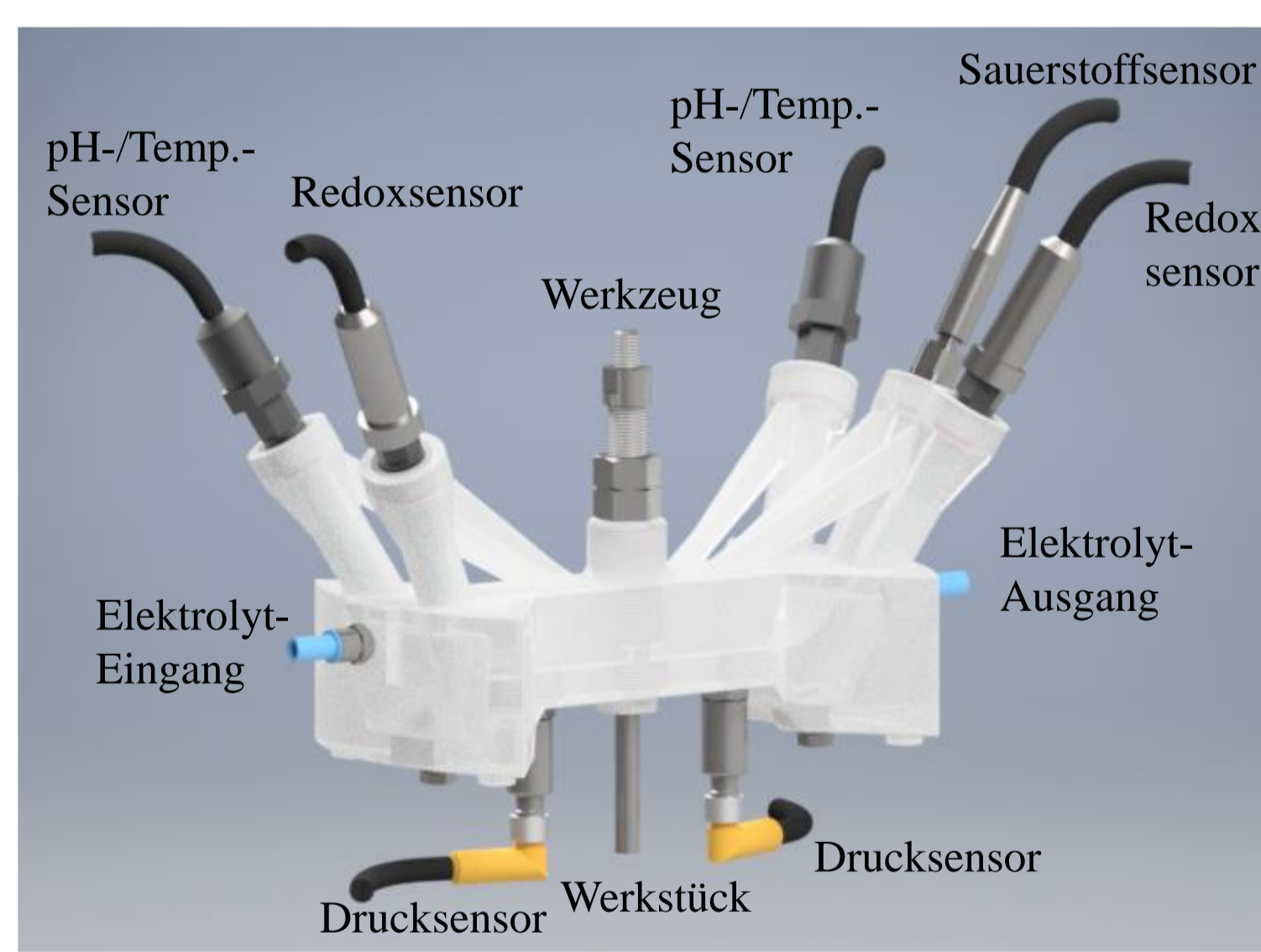
- Materialabtrag durch elektrischen Stromfluss zwischen Werkzeug (Kathode) und Werkstück (Anode)
- Ladungstransport zwischen Kathode und Anode mithilfe eines Elektrolyten
- Axiale Zustellung der Kathode mit mechanischer Oszillation überlagert
- Elektrischer Strompuls und Materialabtrag im unteren Totpunkt der Oszillation
- Erreichbare Fertigungsgenauigkeit: $\pm 2 \mu\text{m}$
- Erreichbare Oberflächengüte: $R_a < 0,05 \mu\text{m}$



Lösungsansatz und Ergebnisse

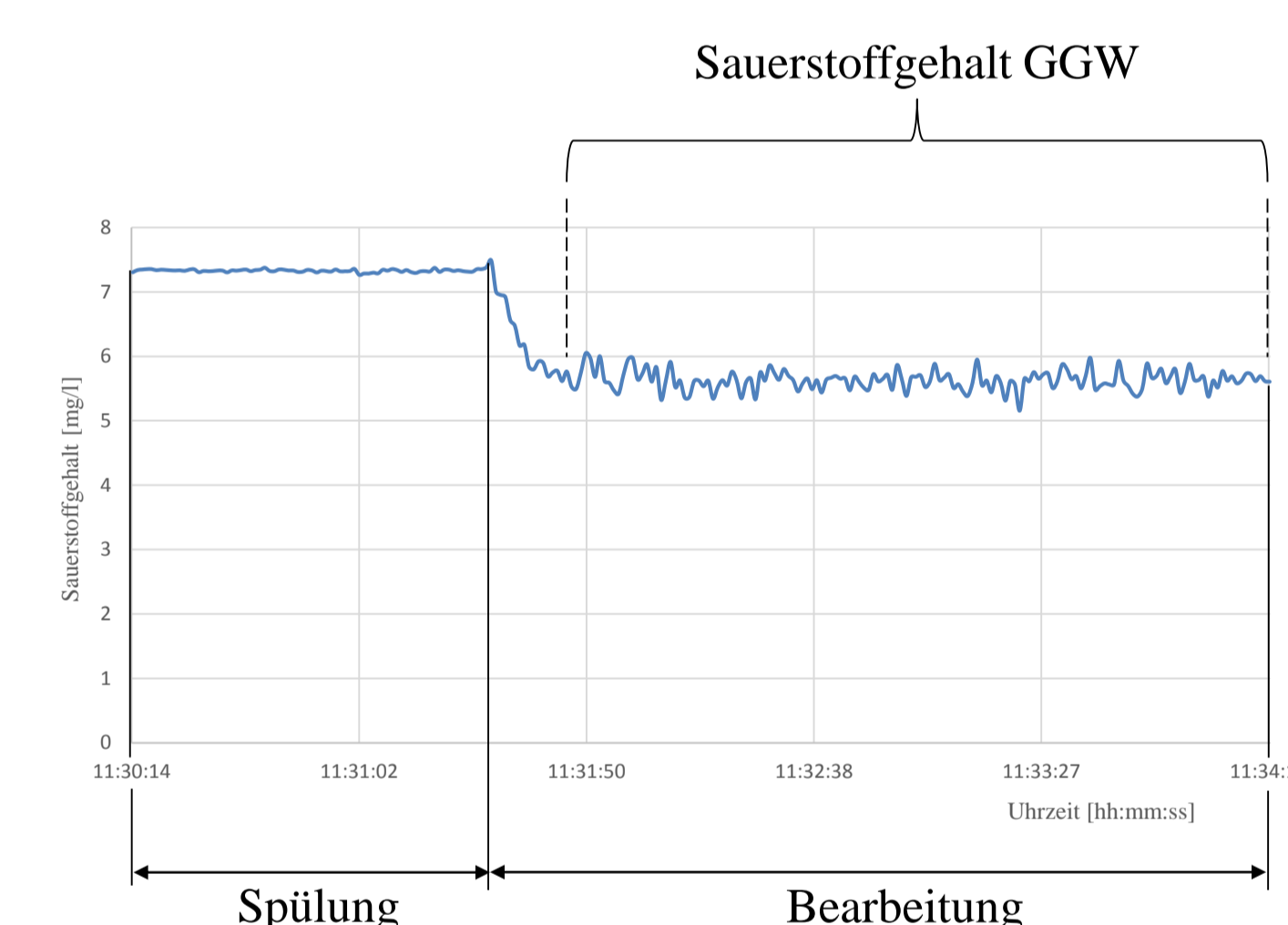
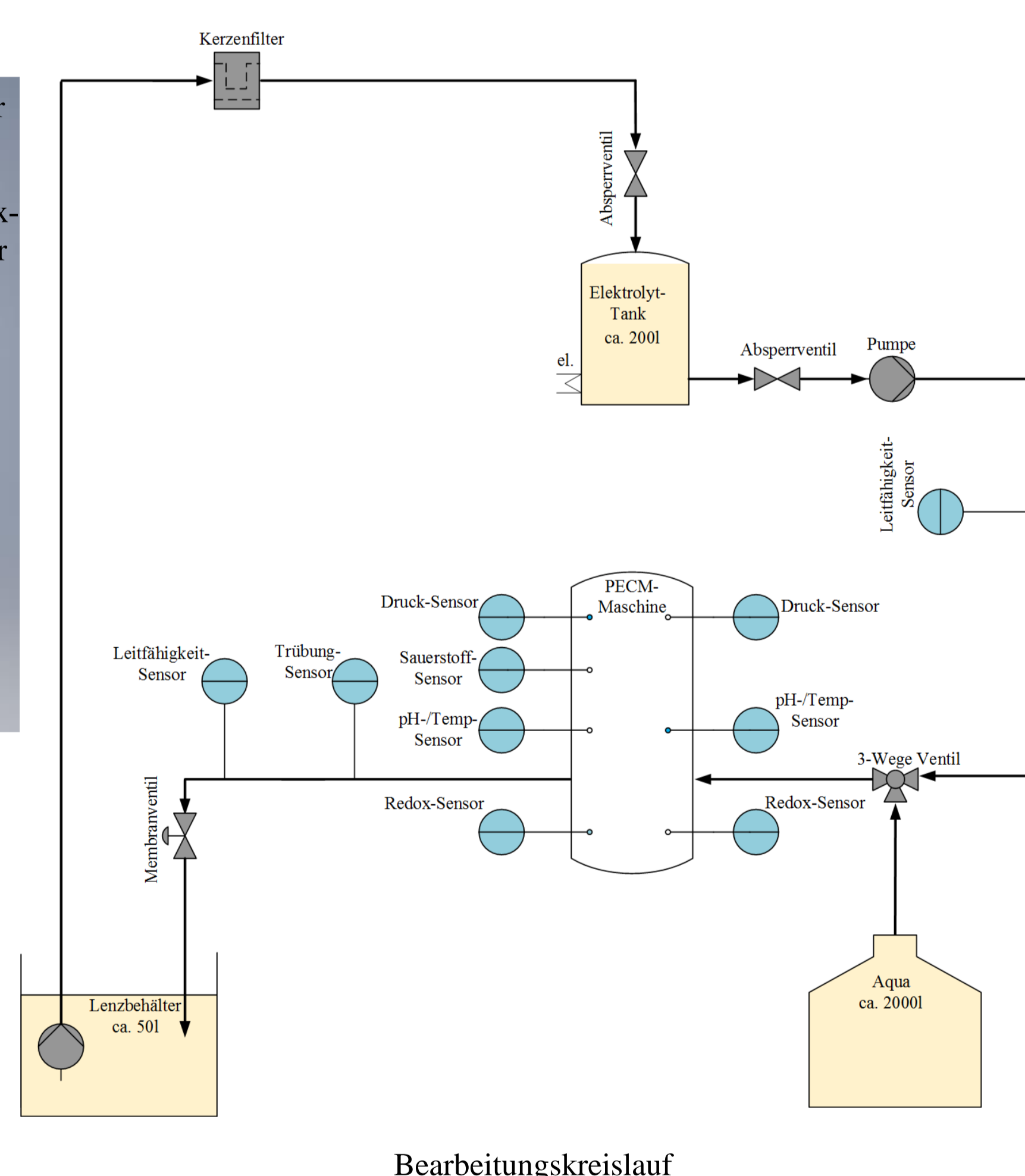
Spülkammerkonzept:

- Kontrollierte Zuführung des Elektrolyts zum Arbeitsspalt
- Ausstattung mit Sensorik erlaubt Erfassung wichtiger Elektrolytkenngößen, wie Druck, Temperatur, pH-Wert, Redoxpotential und Sauerstoffgehalt
- Anbringung der Sensoren möglichst nahe am Arbeitsspalt

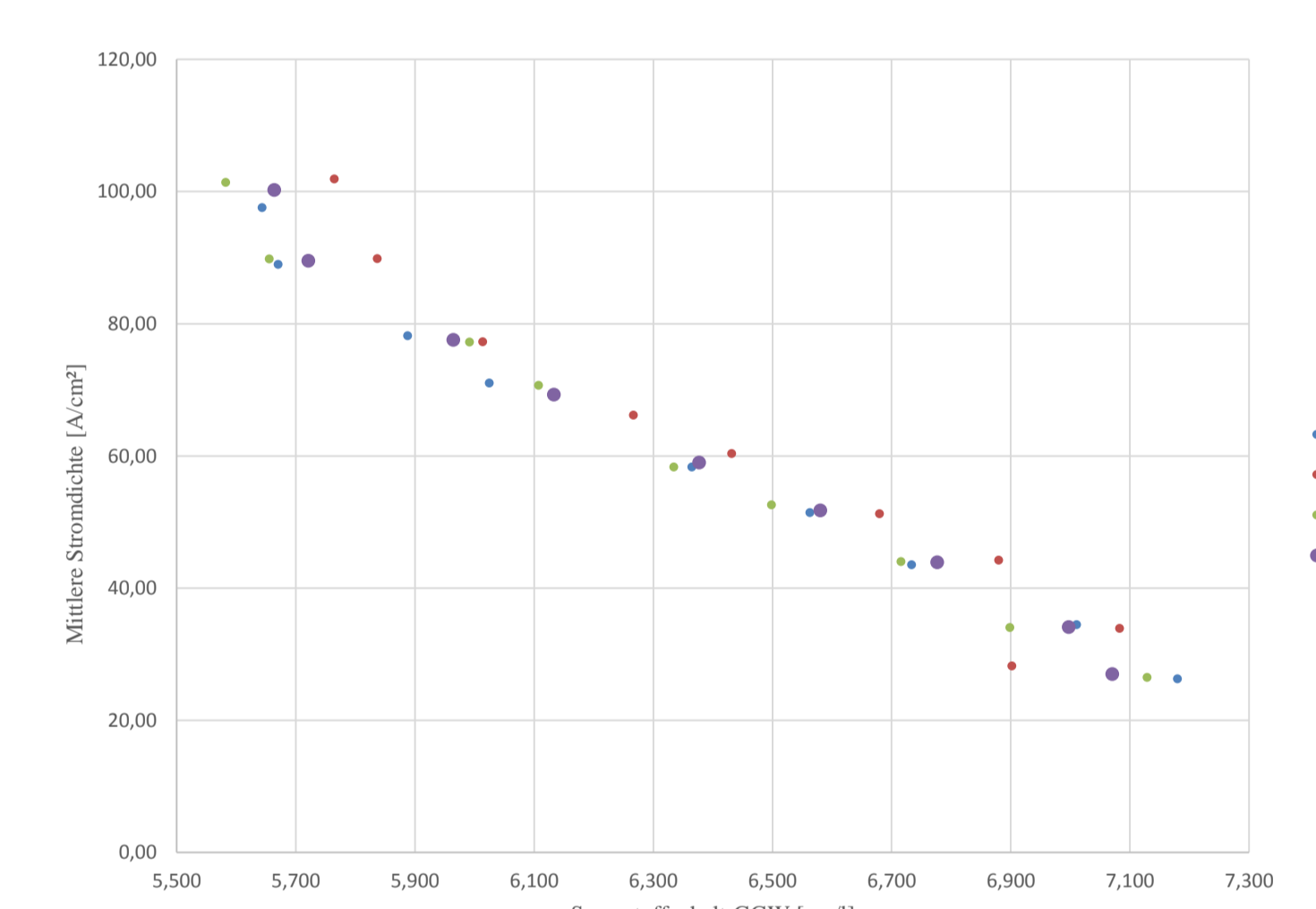


Installation der Sensoren im Bearbeitungskreislauf:

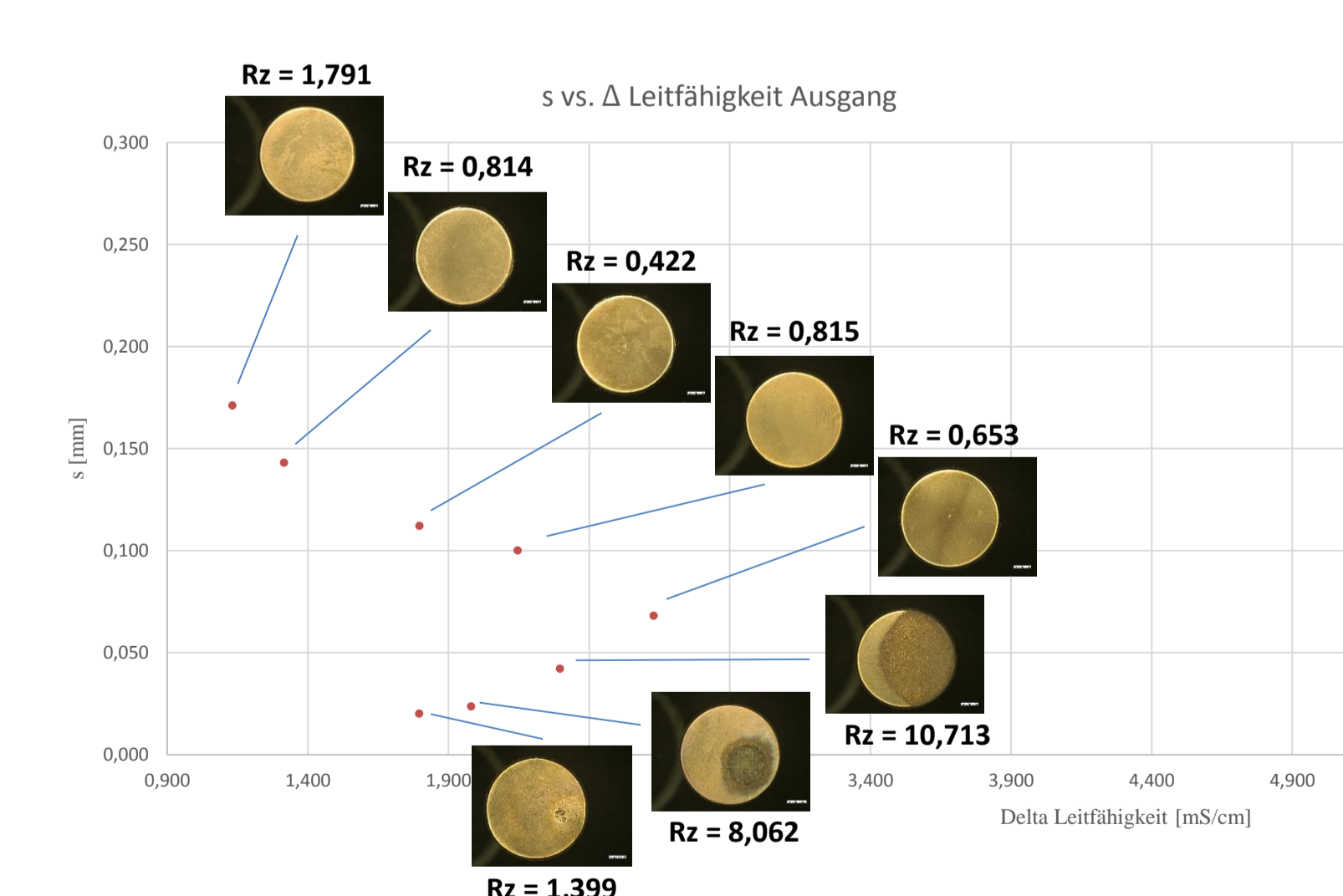
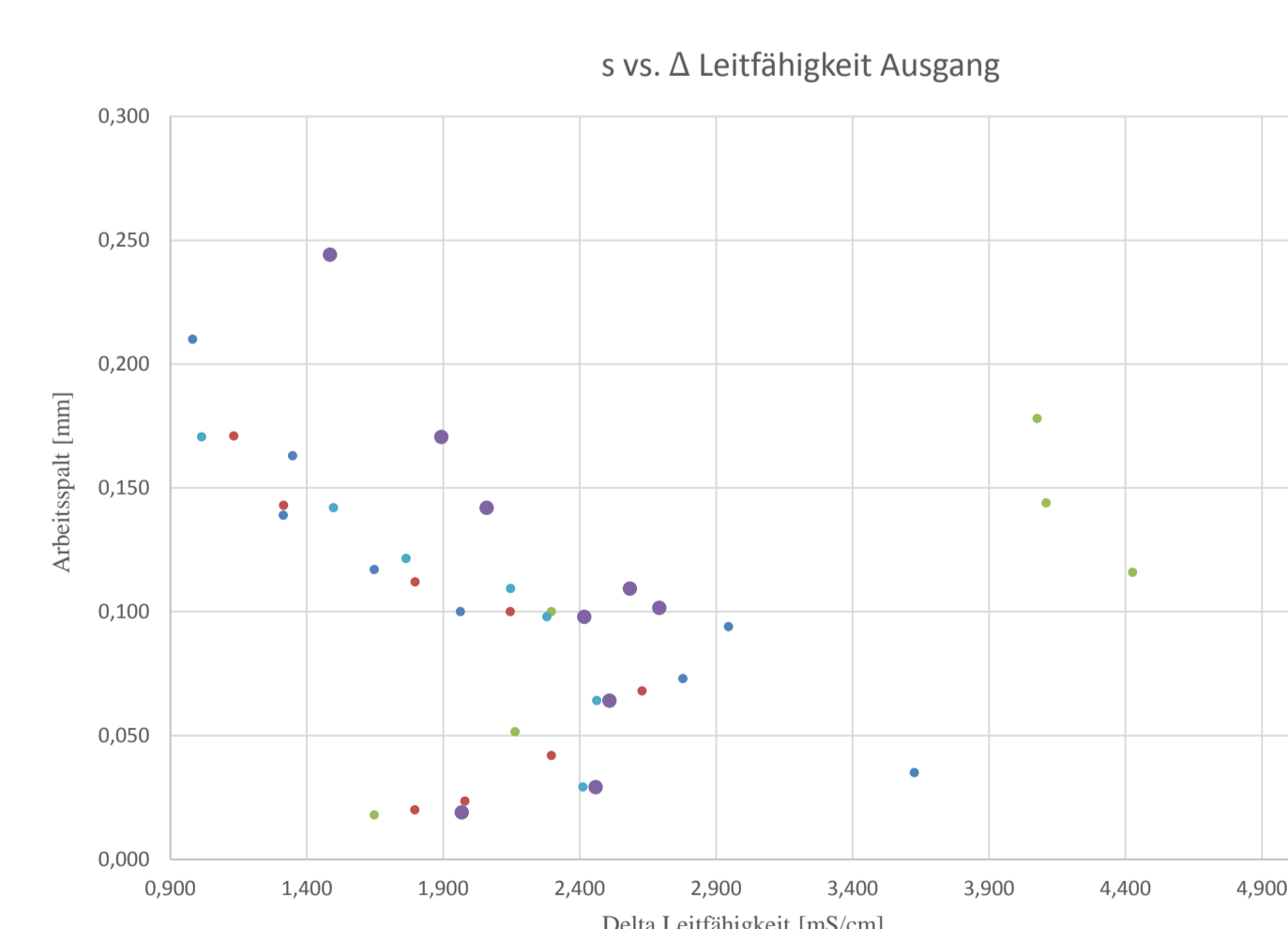
- Positionierung der Sensoren vor und nach der Bearbeitungsstelle ermöglicht Identifikation der Auswirkungen des Bearbeitungsprozesses auf Elektrolyteigenschaften



- Beginn der elektrochemischen Bearbeitung sorgt für eine deutliche Änderung der Elektrolytkenngwerte



- Freier Sauerstoff im Elektrolyt reagiert mit abgetragenen Metallionen zu Metallhydroxid
- Mit zunehmender Stromdichte steigt der Materialabtrag
- Erhöhte Konzentration an Metallionen sorgt für Abnahme des freien Sauerstoffs im Elektrolyt



- Umkehrpunkt in den Elektrolytkenngwerten signalisiert schlechter werdendes Arbeitsergebnis

Projektteam

Universität des Saarlandes
Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Dirk Bähre
Projektbearbeitung: M.Sc. Alexander Ernst

htw saar
Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Benedikt Faupel
Projektbearbeitung: M.Sc. Douglace Tsindjou