

# Weiterentwicklung des *on-chip* drop-on-demand Aerosolgenerators: aktueller Stand

Jan Deichmann<sup>1,2</sup>, Michael Baßler<sup>2</sup>, Nicolas H. Bings<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Anorganische Chemie und Analytische Chemie, Labor für anorganische Spurenanalytik und Plasmaspektrometrie, Duesbergweg 10-14, 55128 Mainz

<sup>2</sup>Fraunhofer-Institut für Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM, Analysensysteme & Sensorik Carl-Zeiss-Str. 18-20, 55129 Mainz

Für die Analyse flüssiger Proben in der Plasmaspektrometrie wird die Probenzuführung über pneumatische Zerstäubung weiterhin als Achillesferse angesehen. Dies ist begründet durch die geringe Effizienz der Zerstäuber/Sprühkammerkombination und die damit einhergehende limitierte Empfindlichkeit, den limitierten Bereich verwendbarer Flüssigkeits- und Gasflussraten in Bezug auf die Zerstäubungseffizienz und die Aerosolqualität und der Schwierigkeit der Kopplung mit Niedrigfluss-Separationstechniken wie HPLC oder CE. Eine vielversprechende Alternative bietet die dritte Generation des drop-on-demand Aerosolgenerators, welcher weiterhin auf dem Prinzip des thermischen Tintenstrahlprinzips beruht. Die analytische Anwendbarkeit und Vergleichbarkeit dieses Systems mit konventionellen Zerstäubern wurde mit der ersten DOD-Generation von Bings et al.<sup>[1-3]</sup> gezeigt, auch vor dem Hintergrund komplexer Matrices (Urin). Das aktuelle System erzeugt reproduzierbar Tropfen im pL-Bereich (~20 pL) bei Frequenzen von 150-1000 Hz. Die Kopplung mit einem ICP-MS (Agilent 7800) ist möglich, allerdings muss für die Steigerung der Empfindlichkeit und der Präzision der Tropfentransport mittels Transportkammerdesign und Gasflussrate weiter optimiert werden. Der Aufbau und die Charakterisierung des System sollen hier dargestellt werden.

## 1. Chiphalterung

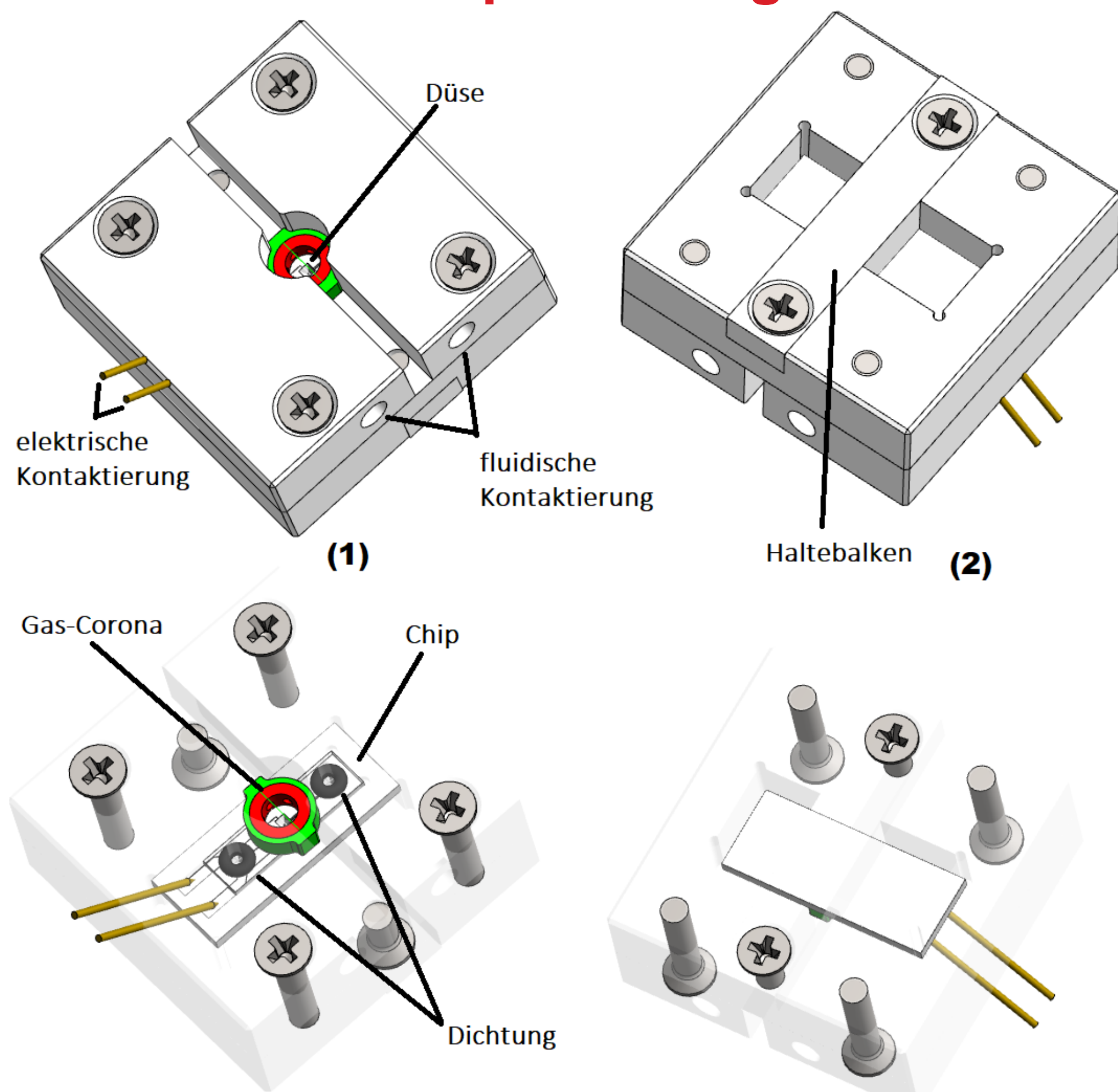


Abb. 1: PEEK-Halterung mit implementiertem Chip; (1) Vorderseite, (2) Rückseite.

- PEEK-Halterung mit integrierter fluidischer Verbindung zum Chip
- Seitliche Anschlüsse erleichtern Anbringung einer Transportkammer
- Kontinuierlicher Durchflussbetrieb für FIA oder Kopplung mit Trenntechniken möglich
- Einfacher Wechsel des Chips durch rückseitigen Haltebalken
- Flexibler Einbau der Gas-Corona (Ring mit Bohrungen für tangentialen Gasfluss zum erleichterten Tropfentransport)

## 2. Chipdesign

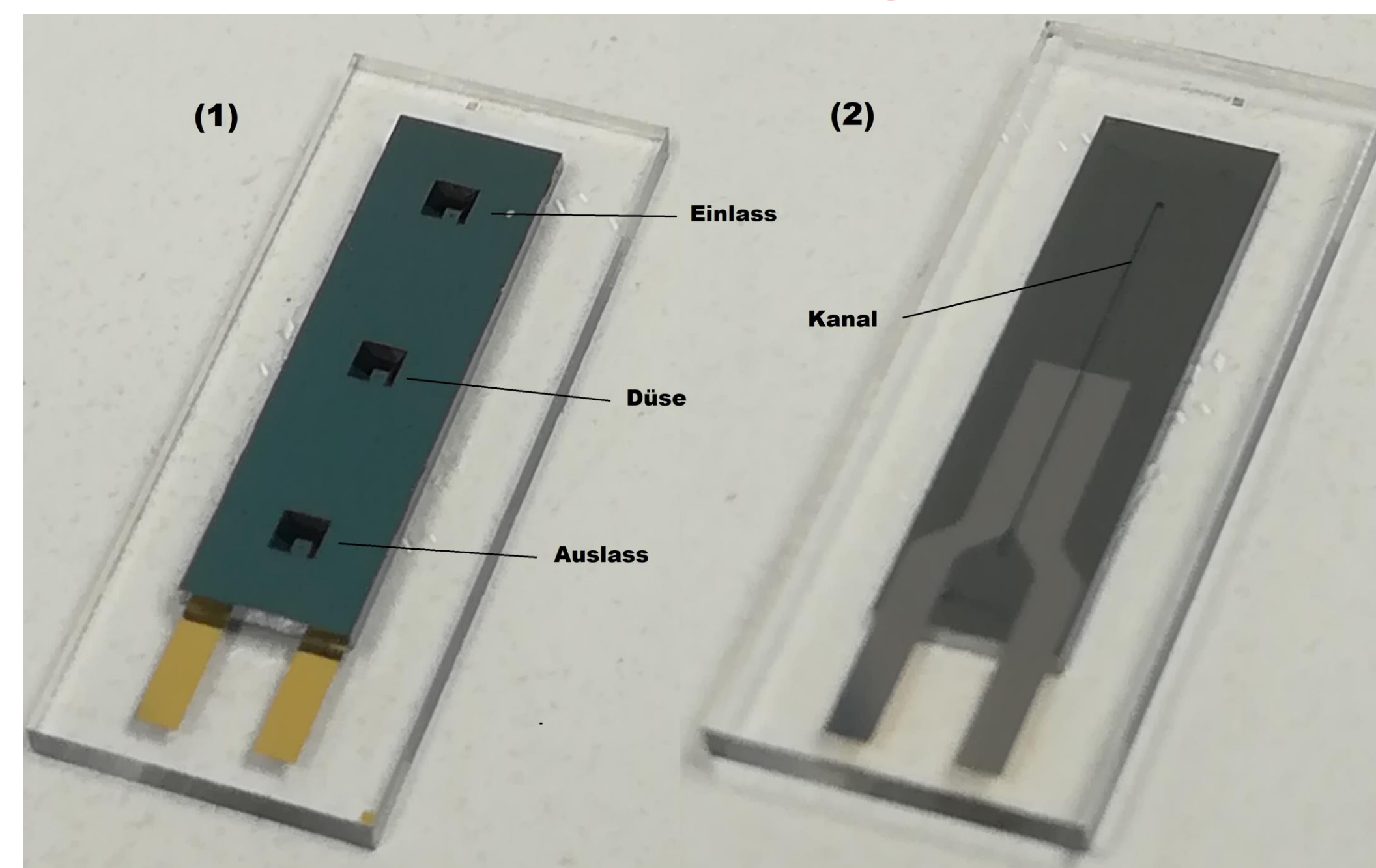


Abb. 2: Chipsystem in Sandwich-Bauweise (Kanalchip & Heizerchip); (1) Vorderseite, (2) Rückseite.

- Kanalchip aus Silizium, Heizer auf Glassubstrat
- Zusammenbau durch händische Positionierung unter Mikroskop
- Fluidischer Kanal verbindet Einlass, Auslass und Düse; Heizersubstrat bedeckt System; Flussrate 0.33 – 5 µL/min im Kanal
- 2-Komponenten Kleber verbindet Bauteile irreversibel

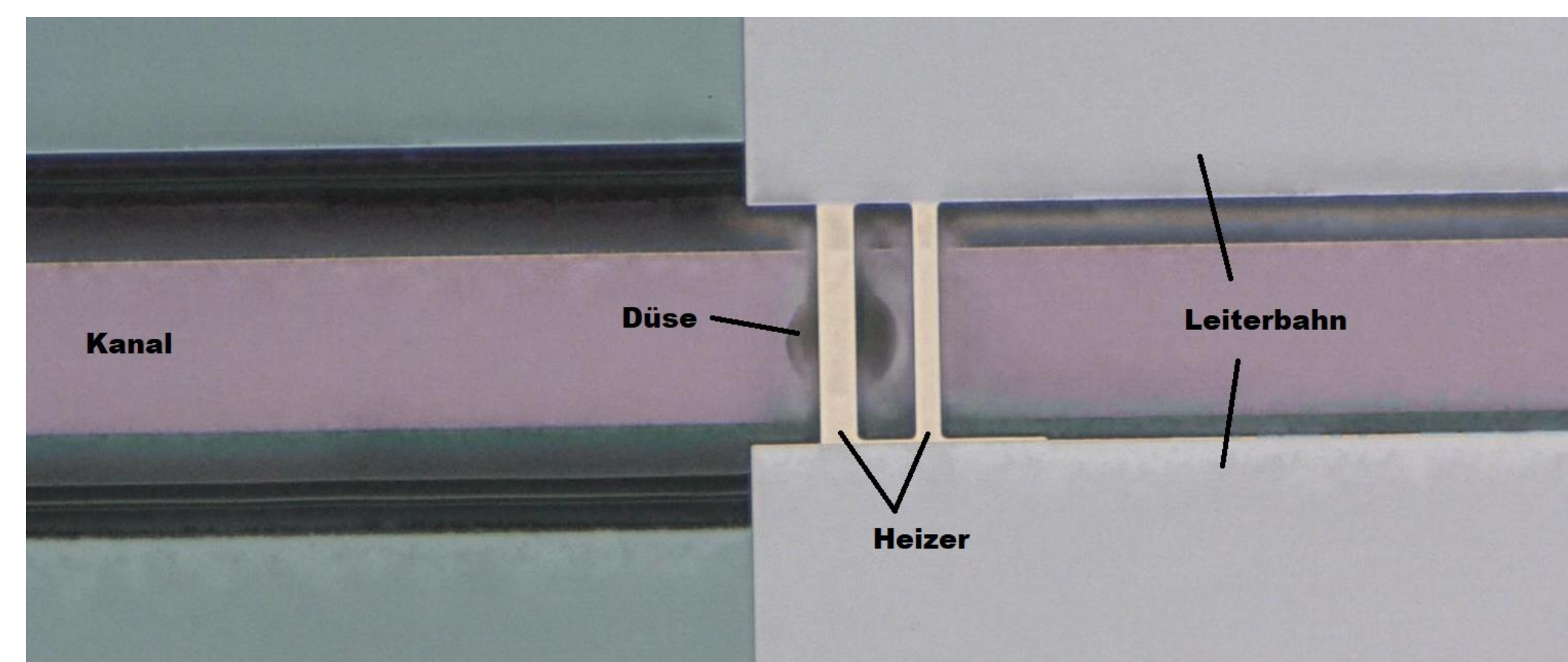


Abb. 3: Mikroskopische Aufnahme der Heizerstruktur über der Düse.

## 3. Aerosolcharakterisierung

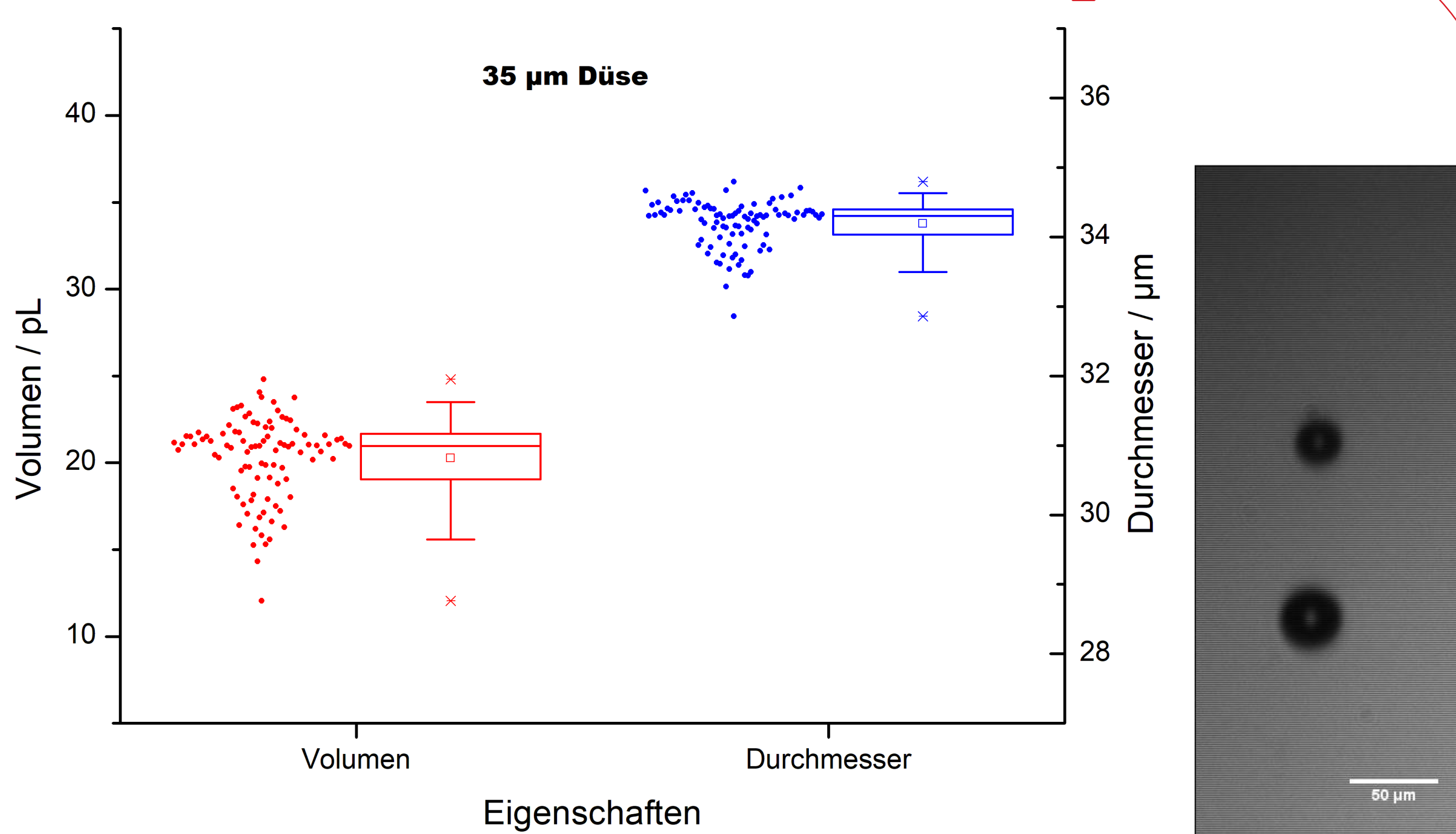


Abb. 4: Aerosolcharakterisierung bzgl. des Tropfenvolumens und der Tropfengröße (Generierung durch 35 µm Düse).

Abb. 5: Foto ausgestoßener Tropfen.

- Generierung eines annähernd monodispersen Aerosols
- Streuung der Größe aufgrund von Satellitentropfen
- Beeinflussung der Aerosoleigenschaften durch Betriebsparameter

Tab. 1: Aerosoleigenschaften bei gegebenen Betriebsparametern.

Volumen	Geschwindigkeit	Durchmesser	Dosierfrequenz	Betriebsparameter
~ 20 pL	~ 3-4 m/s	~ 34 µm	300 Hz	6 V, 3 µs Pulsbreite

## 4. Erste Dosierexperimente

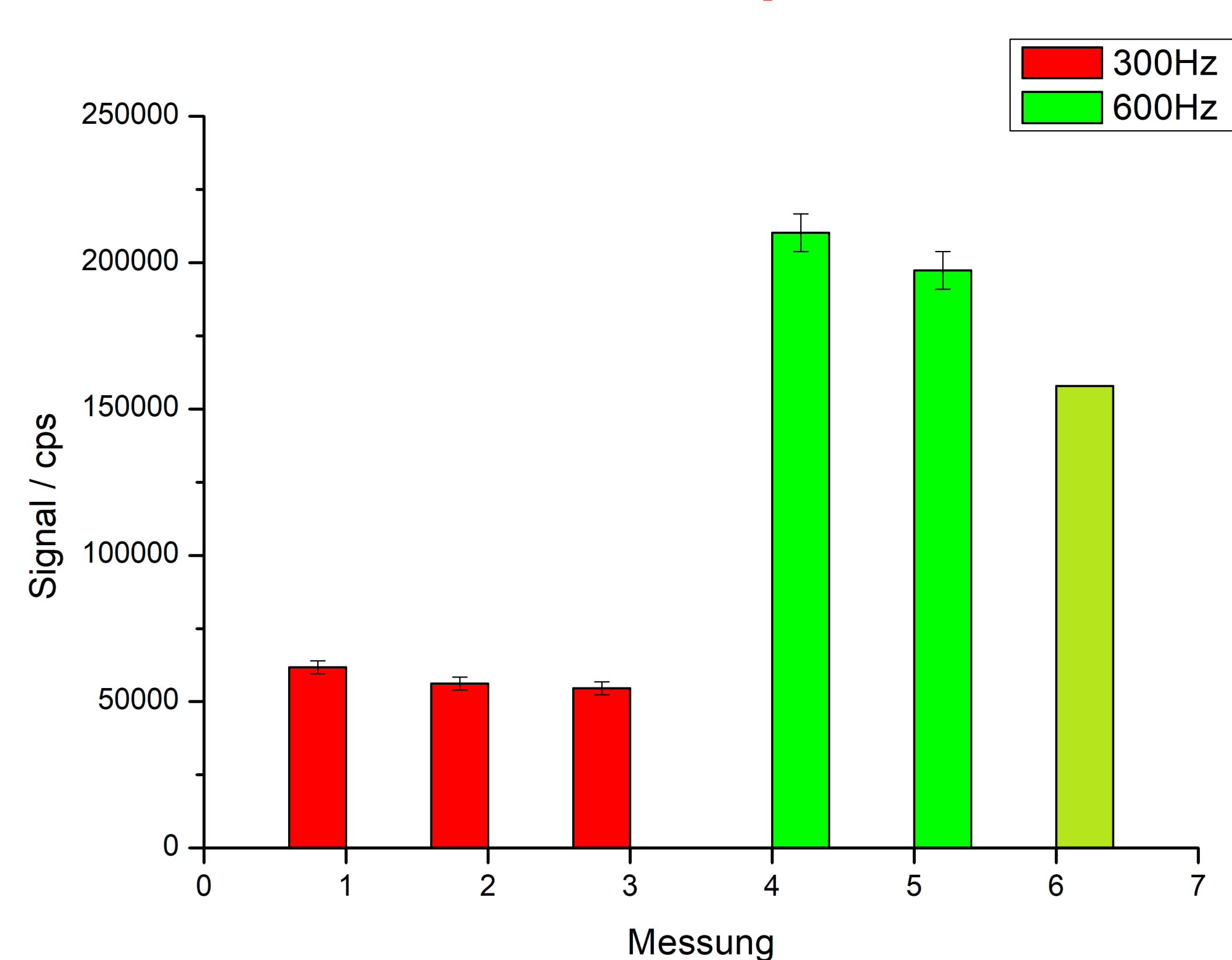


Abb. 6: Aufeinander folgende Dosierungen (jeweils 5 min; Messung 6 vorzeitig durch Chipausfall abgebrochen).

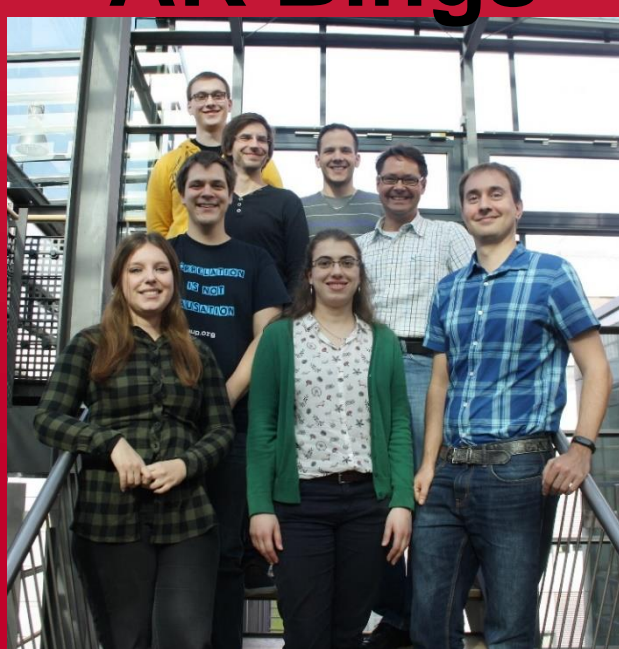
- Dosierung einer 100 µg/L In-Lösung und Sammlung der ausgestoßenen Tropfen
- Aufnahme des Rückstandes in 1 mL Lösung eines int. Standards
- Untersuchung mittels ICP-MS (konventionelle Zerstäubung)
- Potential für dosierfrequenzbasierte Kalibrierung<sup>[2]</sup>

## Zusammenfassung und Ausblick

- Verbesserte Halterung ermöglicht einfache und schnelle Verwendung der Chips und Kopplung mit Peripherie
- Thermische Aktuierung der Tropfen führt zur reproduzierbaren Erzeugung eines Aerosols mit geringer Tropfengrößenverteilung
- Tropfeneigenschaften können durch die Verwendung unterschiedlicher Düsengrößen beeinflusst werden
- Neue Heizerstruktur verlängert „Lebensdauer“ des Chips



AK Bings



[1] Jan O. Orlandini v. Niessen; J. N. Schaper; J. H. Petersen; N. H. Bings *J. Anal. At. Spectrom.* 2011, 26, 1781.  
 [2] Jan O. Orlandini v. Niessen; J. H. Petersen; J. N. Schaper; N. H. Bings *J. Anal. At. Spectrom.* 2012, 27, 1234.  
 [3] Jan O. Orlandini v. Niessen; K. M. Krone; N. H. Bings *Spectrochim. Acta B* 2014, 92, 51-59.