

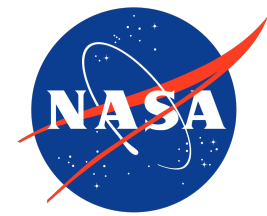
KI-gestützte Überwachung von Kohlepartikeln in Tropfen eines Kohle-Monoethylenglykol-Slurry-Sprays

Walter Schäfer^{1,*}, Tobias Jakobs² und Patrick Stegmann³

1. ai-quanton, Dr.-Werner-Freyberg-Str. 7, 69514 Laudenbach, Germany

2. KIT, ITC, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, Germany

3. UMD & NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, USA



[1] W. Schäfer, T. Jakobs, P. Stegmann (2026). AI-assisted monitoring of coal particles within droplets in a coal monoethylene glycol slurry spray. 41st ISOC, Kyoto, Japan. DOI: [10.5445/IR/1000196272](https://doi.org/10.5445/IR/1000196272).

* Korrespondenzautor: info@ai-quanton.com



1 Motivation und Messprinzip



Abbildung 1: RGB-PTA ($3 \times 1024 \times 1024$).

Kontinuierliche Lichtstreusignale von Slurry-Tropfen bilden Particle-Tensor-AI-Darstellungen (PTA) für die CNN-Klassifikation der Kohle-Massenkonzentration und der mittleren Partikelgröße.

Vier Detektoren erfassen das Streulicht unter verschiedenen Winkeln. Feste Zeitfenster erhalten die Signale von Tropfenensembles ohne Triggerung. In RGB-Tensoren steht jeder Farbkanal für einen ausgewählten Detektor.

1 Detektion

Vier Detektoren erfassen Streulicht unter verschiedenen Winkeln

2 PTA

Feste Zeitfenster ohne Triggerung; RGB-Tensor $3 \times 1024 \times 1024$

3 CNN

TensorFlow/Keras, Tensoren $3 \times 256 \times 256$, 8 Bit

4 Klassifikation

Massenkonz. C_m und Partikelgröße der Kohle

2 Versuchsaufbau

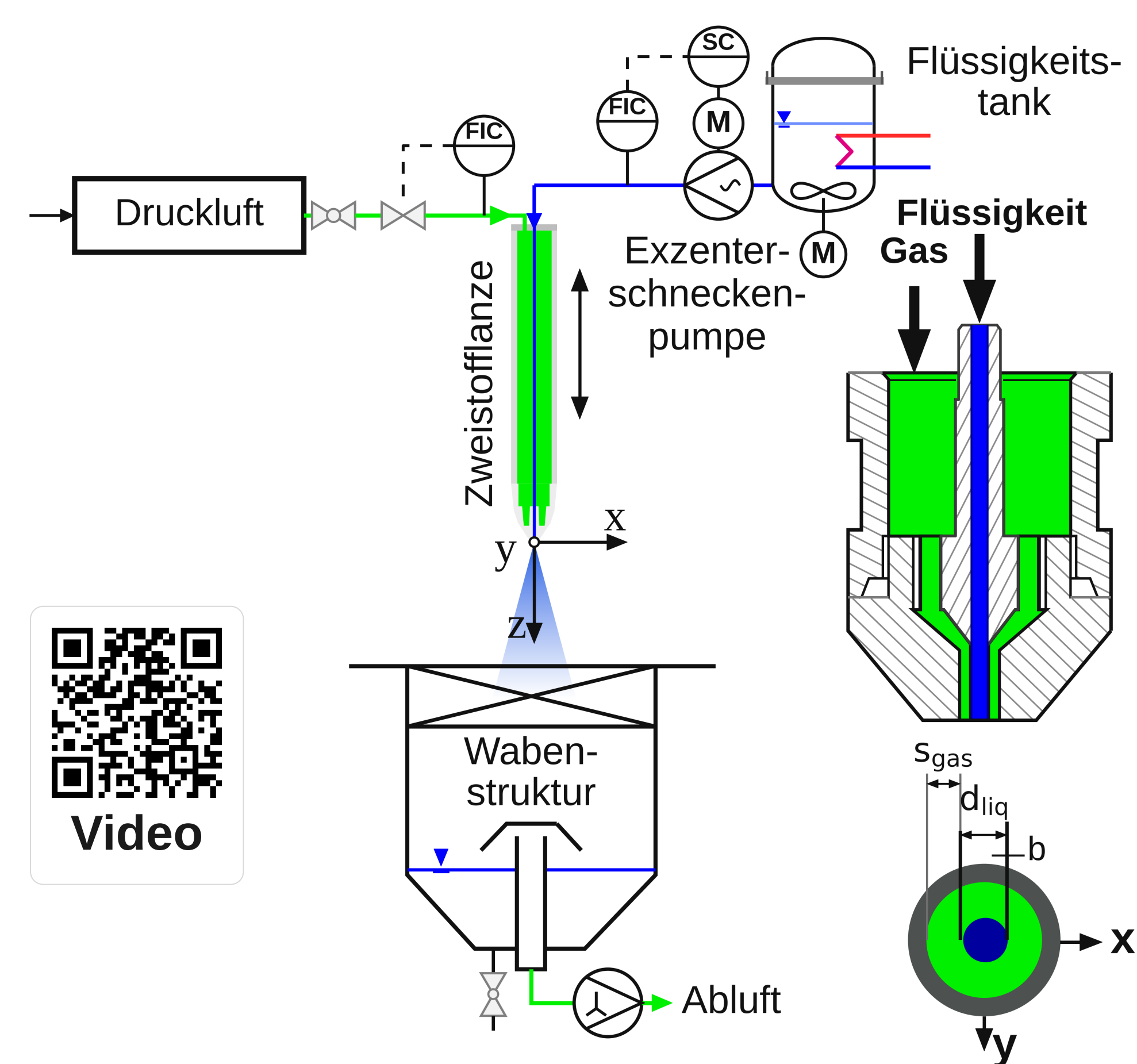
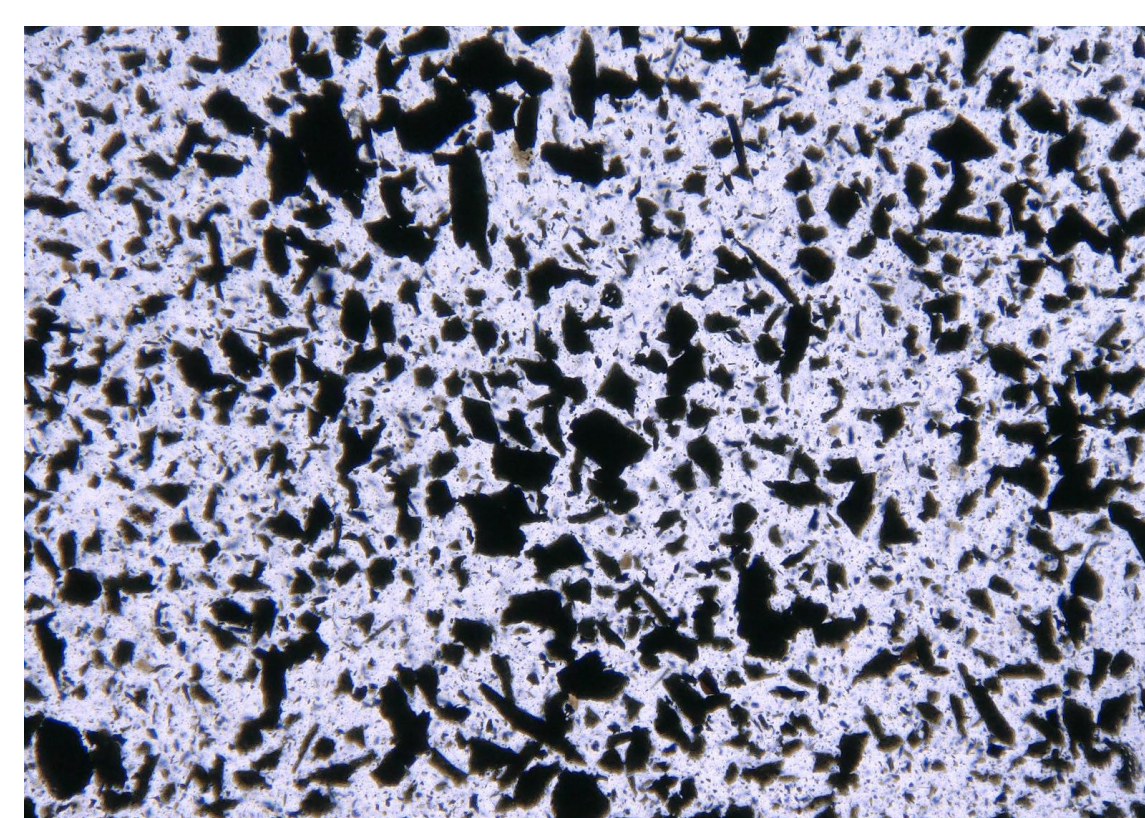
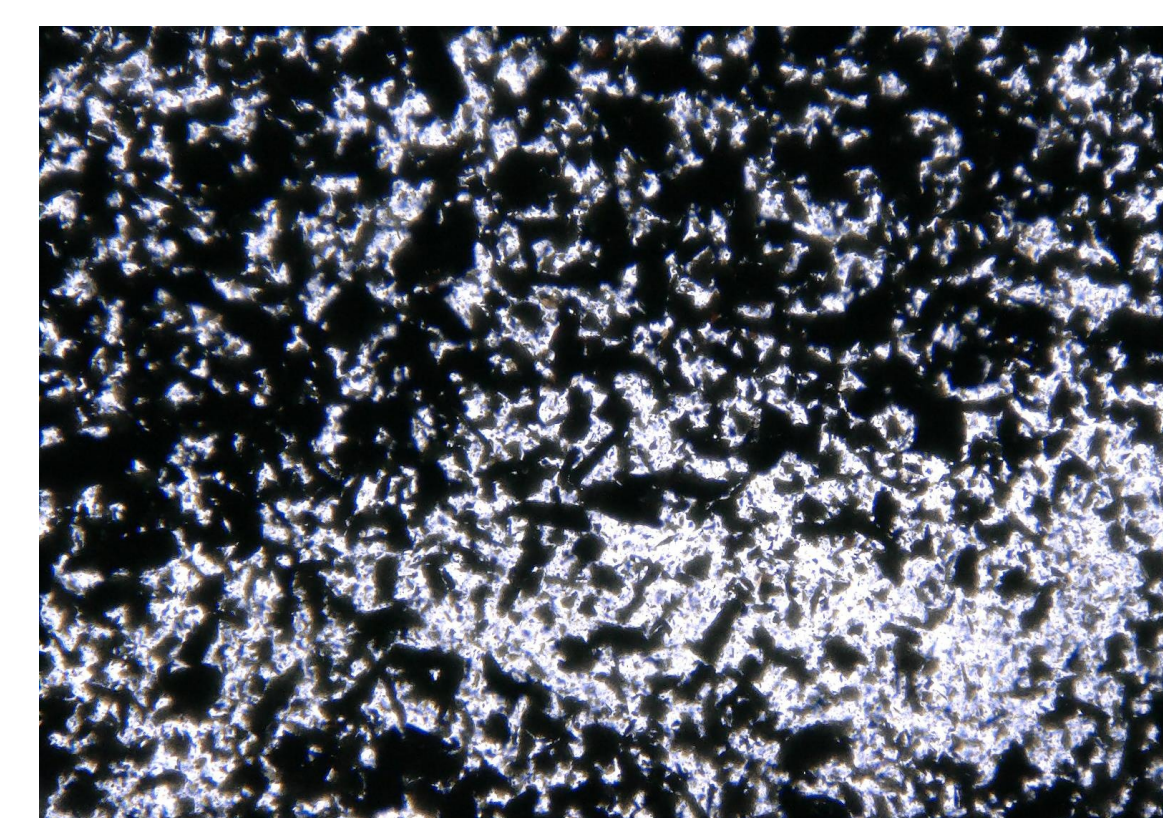


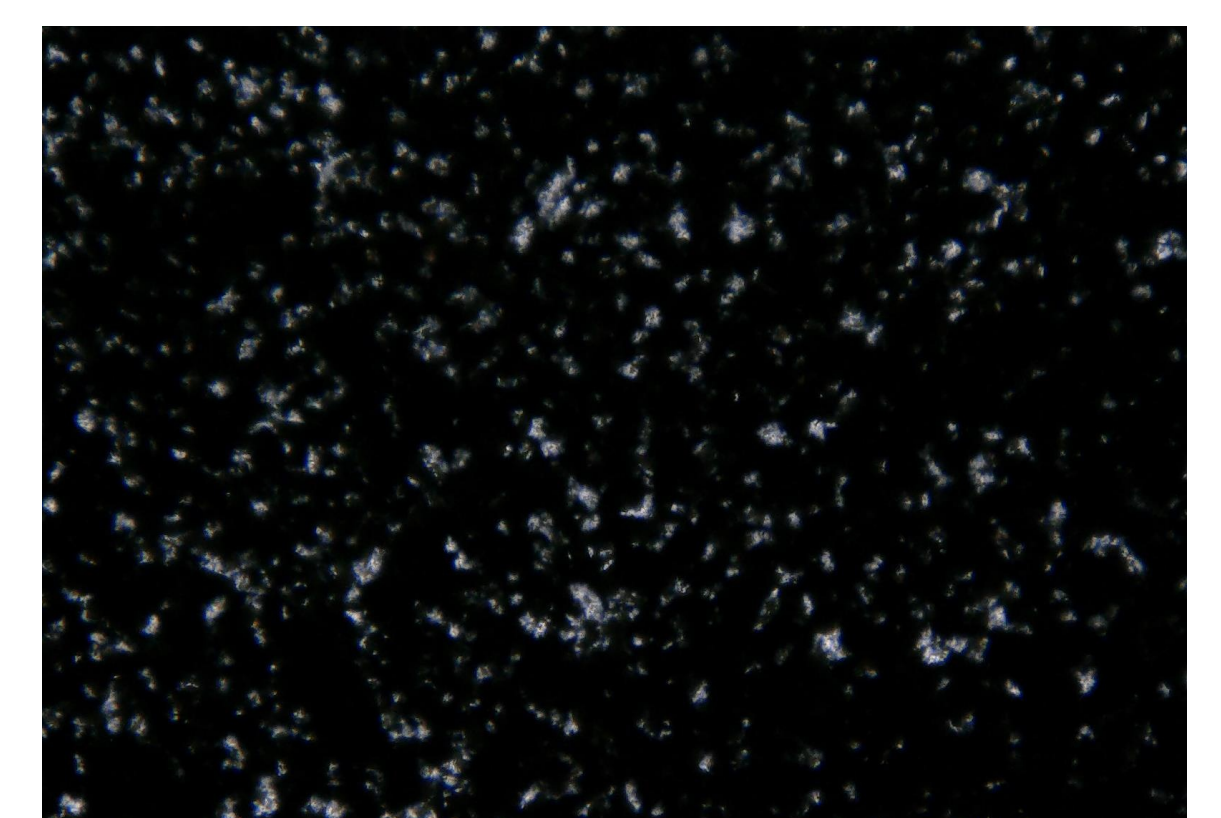
Abbildung 2: Atmosphärischer Sprühprüfstand (ATMO) mit der Zweistoffdüse.



$C_m = 5\%$



$C_m = 10\%$



$C_m = 20\%$

200 μm

Abbildung 3: Suspensionsbilder bei $C_m = 5\%$, 10% und 20% (gleiche Vergrößerung).

Eine Zweistoffdüse zerstäubte Kohle in Monoethylenglykol (Abb. 2). Das TSTOF-Gerät zeichnete die Lichtstreusignale auf der Düsenachse auf.

Kohle-Massenkonzentration C_m	5 %, 10 %, 20 %
Partikelgröße der Kohle SMD _p	4,0; 9,4; 18,7 μm
Zerstäubungsluftstrom $\dot{V}$	7,5 m^3/h
Slurry-Massenstrom $\dot{M}$	12,56 kg/h
Messposition	Düsenachse, 120 mm Abstand

3 KI-Klassifikation und Ergebnisse

TensorFlow/Keras-CNNs klassifizierten Kohle-Massenkonzentration und mittlere Partikelgröße anhand von $3 \times 256 \times 256$ -Tensoren (8 Bit). Getestet wurden 168 Konfigurationen aus Detektorkombinationen, Downsampling-Faktoren und RGB- bzw. Graustufenkodierung.

Längere Zeitfenster verbesserten die Klassifikation. Bei Faktor 1 war RGB meist besser als Graustufen. Die Massenkonzentration ließ sich zuverlässiger klassifizieren als die Partikelgröße.

Bei Downsampling-Faktor 16 lag die Vorhersagewahrscheinlichkeit für C_m bei allen 14 Detektorkombinationen bei 94,7–99,9 %.

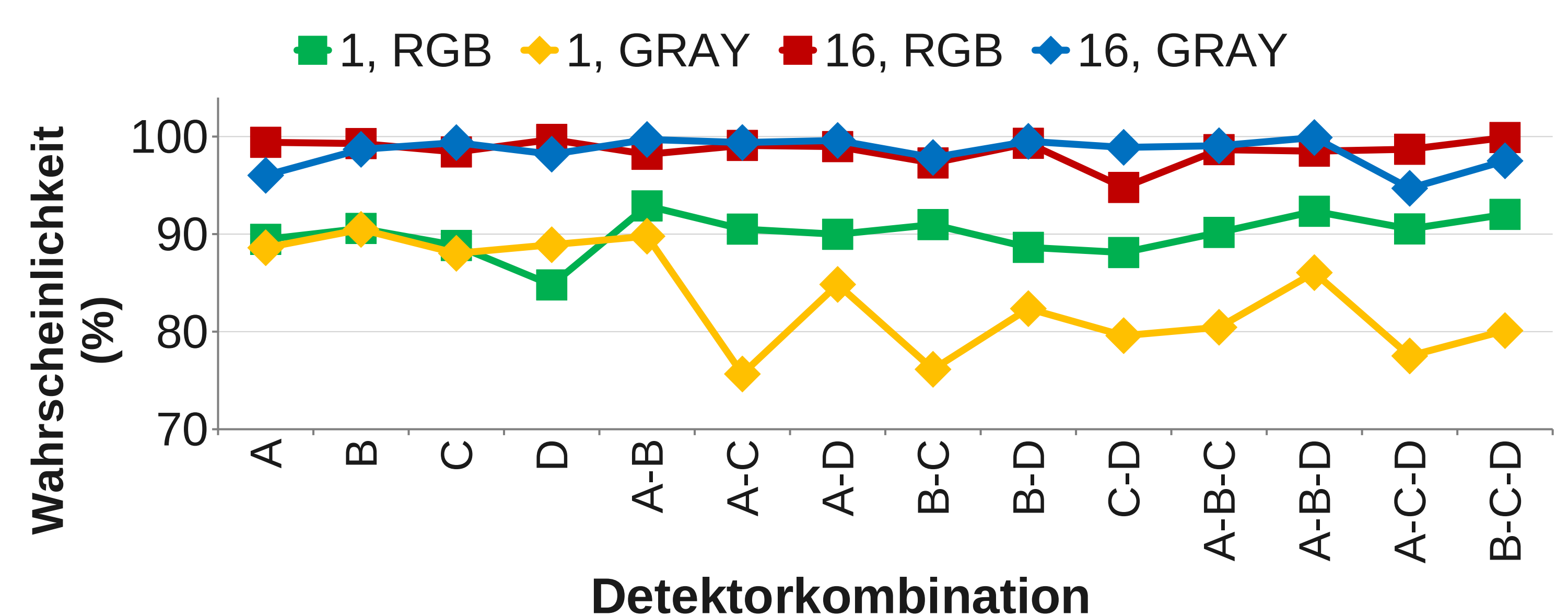


Abbildung 4: Vorhersagewahrscheinlichkeit der C_m -Klassifikation je Detektorkombination (1/16: Downsampling-Faktor; RGB/GRAY: Kodierung).

Fazit und Ausblick

PTA-basierte CNNs klassifizierten die Kohle-Massenkonzentration in Glykol-Sprays. Längere Zeitfenster verbesserten die Ergebnisse; die Partikelgröße ließ sich weniger zuverlässig klassifizieren. Als Nächstes folgen Modelloptimierung und weitere Sprays.