

# Synthese und adsorptive Charakterisierung von hexagonalem mesoporösem Bornitrid (*h*-BN)

Jan Hojak<sup>1</sup>, Alexander Grimm<sup>2</sup>, Christian Bläker<sup>1</sup>, Christoph Pasel<sup>1</sup>, Dirk Enke<sup>2</sup>, Dieter Bathen<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Thermische Verfahrenstechnik, Universität Duisburg-Essen, Lotharstr. 1, 47057 Duisburg

<sup>2</sup> Institut für Technische Chemie, Universität Leipzig, Linnéstraße 3, 04103 Leipzig

<sup>3</sup> Institut für Energie- und Umwelttechnik (IUTA), Bliersheimer Str. 60, 47229 Duisburg

## Motivation & Zielsetzung

Bornitride sind hoch belastbare technische Werkstoffe, die in mehreren Modifikationen vorliegen. Hexagonales Bornitrid weist eine hohe thermische Stabilität und Leitfähigkeit, chemische Resistenz und mechanische Stabilität auf, ist aber nicht porös. Amorphes Bornitrid ist weniger beständig, seine Porosität kann aber gezielt eingestellt werden. Ziel der Forschungsarbeiten ist es, die vorteilhaften Eigenschaften der beiden Materialien miteinander zu kombinieren und so neuartige Adsorbentien zu entwickeln.

In einem gemeinsamen Forschungsprojekt der Universitäten Leipzig und Duisburg-Essen werden daher poröse Bornitride synthetisiert und ihre strukturellen, oberflächenchemischen und adsorptionstechnischen Eigenschaften charakterisiert. Der Einfluss der Synthesebedingungen auf diese Eigenschaften wird detailliert untersucht, um die Adsorbentien für komplexe Anwendungsfälle, z.B. die Adsorption von Ketonen, Aldehyden und Fluranen, maßzuschneidern.

## Experimentelles

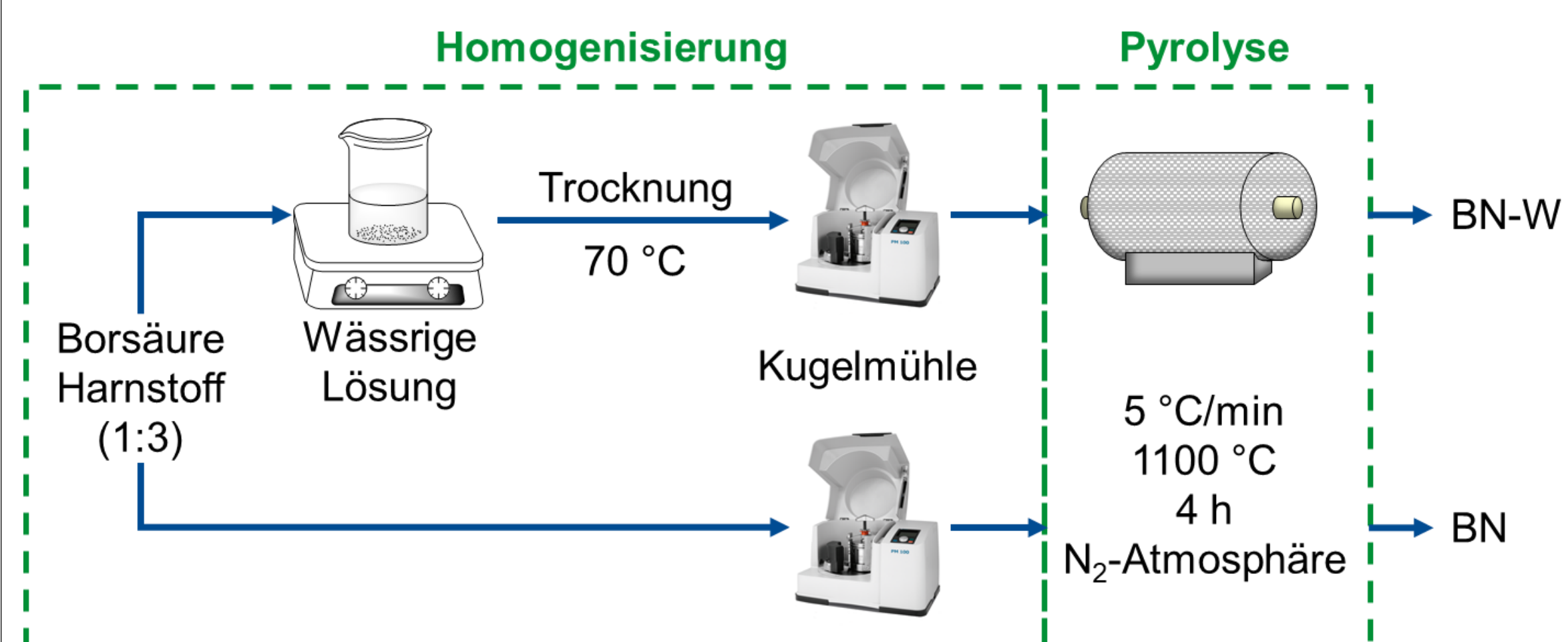


Abbildung 1: Synthesewege ohne Lösemittel (BN) und mit Wasser als Lösemittel (BN-W)

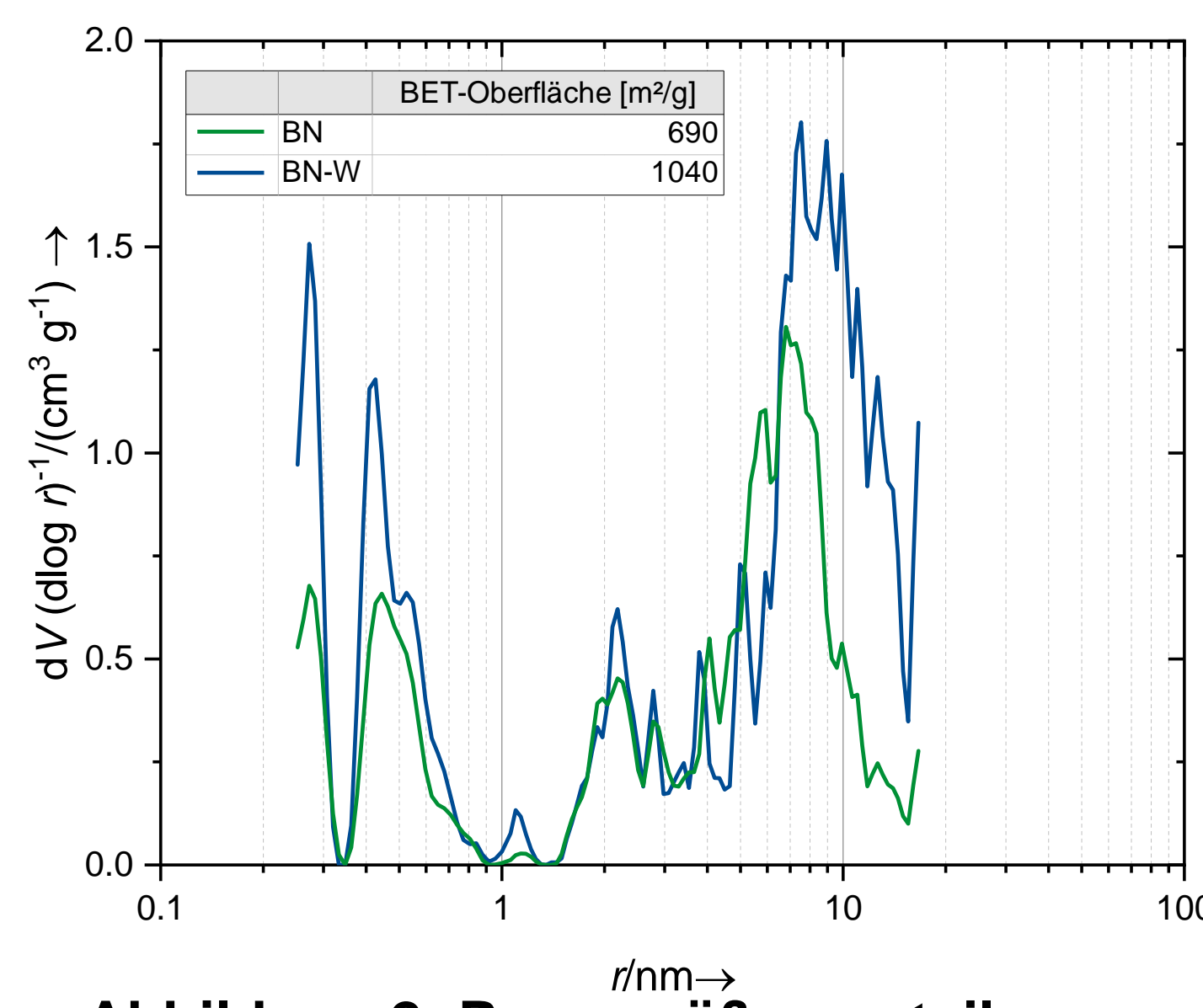


Abbildung 2: Porengrößenverteilung und BET-Oberfläche der Bornitrid-Proben

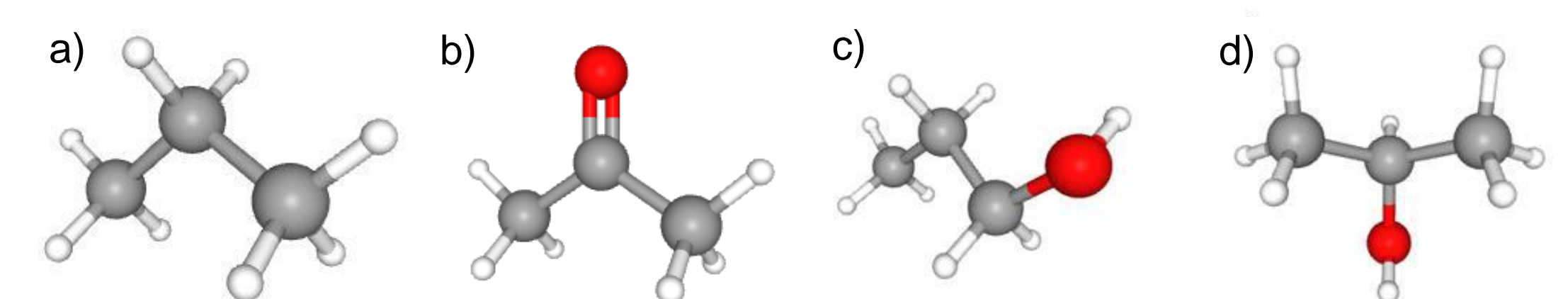


Abbildung 3: a) Propan, b) Aceton, c) 1-Propanol, d) 2-Propanol

Tabelle 1: Ausgewählte Stoffeigenschaften der Adsorptive

Adsorptiv	Summenformel	Molmasse [g mol <sup>-1</sup> ]	Sättigungsdampfdruck [kPa]	Dipolmoment [D]	Kritischer Durchmesser [Å]
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44,10	837,7	0,00	4,3
Aceton	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CO	58,08	24,6	2,88	4,2
1-Propanol	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	60,10	2,0	1,58	4,7
2-Propanol	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	60,10	4,2	1,58	4,3

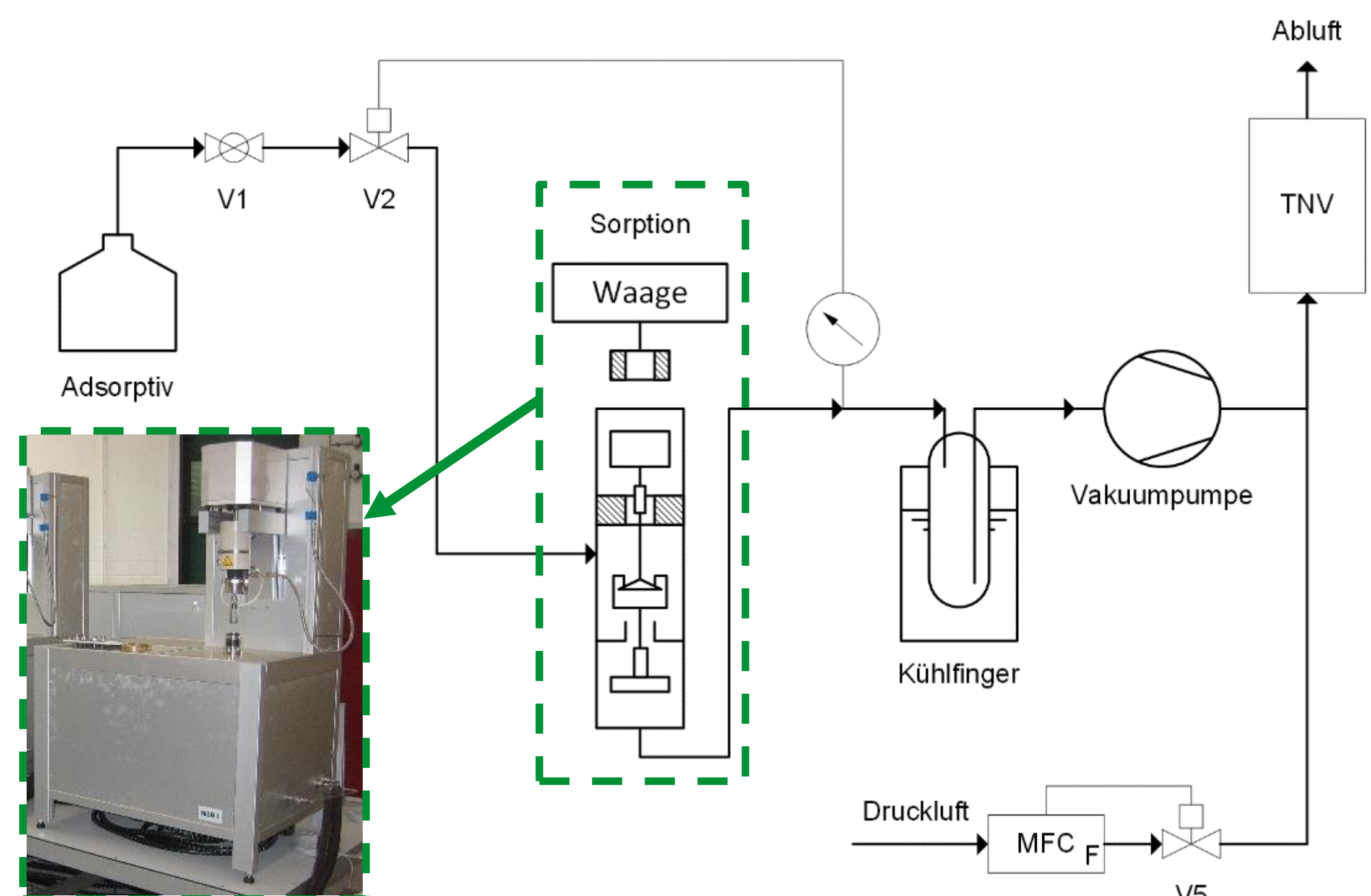


Abbildung 4: Fließbild der Versuchsanlage

### Konditionierung:

- Evakuierung der Versuchsanlage
- Aufheizen im Vakuum auf 150 °C (Aktivkohlen) / 300 °C (Bornitride)
- Abkühlen im Vakuum auf 25 °C

### Adsorption:

- Isotherm bei 25 °C
- Stufenweise Erhöhung des Adsorptivdrucks in 10 Pa Schritten
- Adsorptivdruck: 10 – 100 Pa

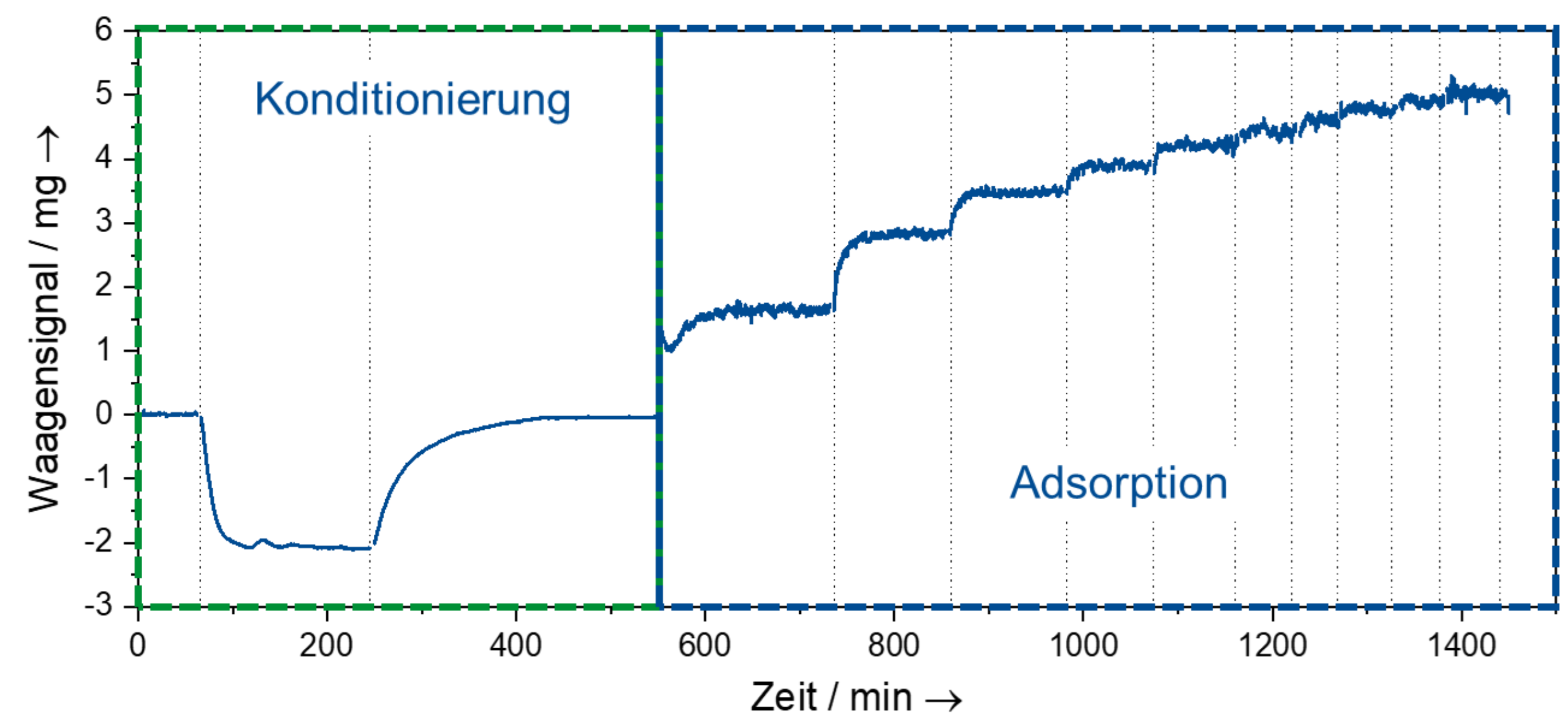


Abbildung 5: Zeitlicher Verlauf eines beispielhaften Versuchsablaufs

## Ergebnisse & Diskussion

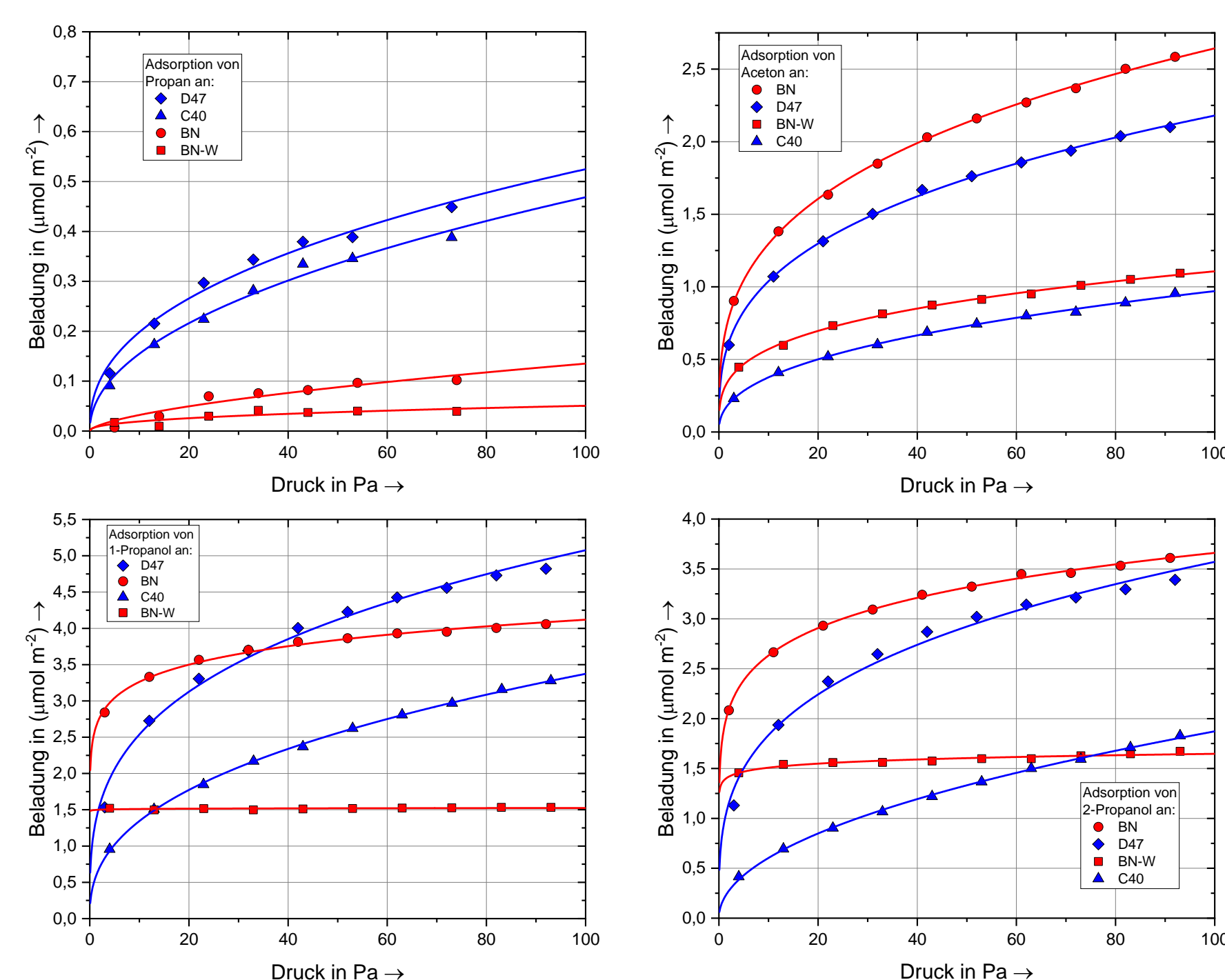


Abbildung 6: Vergleich zwischen Bornitriden (BN und BN-W) und Aktivkohlen (D47 und C40)

### Vergleich von Bornitriden und Aktivkohlen:

- Unpolare Moleküle adsorbieren stärker an Aktivkohlen
- Polare Moleküle adsorbieren vergleichbar stark
- BN-W zeigt eine im Vergleich zu BN kleinere Beladung mit allen Adsorptiven
- Bornitride zeigen nur eine geringe Adsorptionskapazität für Propan
- BN zeigt eine hohe Kapazität für polare Adsorptive

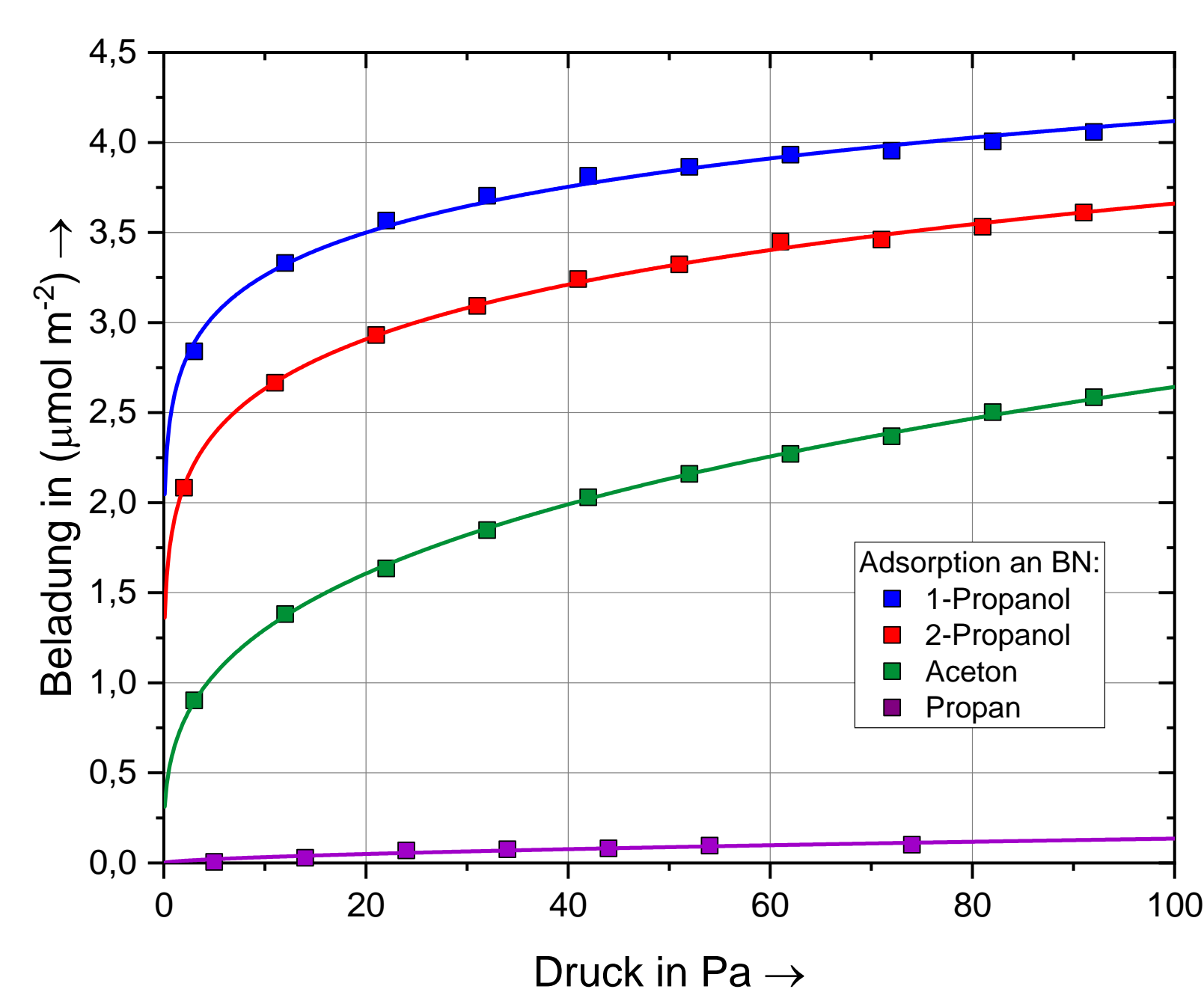


Abbildung 7: Adsorptionsisothermen an BN

### Vergleich der Adsorption an BN:

- Propanol-Isomere zeigen eine größere Adsorptionskapazität als Aceton
- Wechselwirkungen zwischen Hydroxyl-Gruppe und BN-Oberfläche scheinen stärker zu sein als zwischen Carbonyl-Gruppe und BN-Oberfläche
- Verzweigte Moleküle können sich schlechter an der Oberfläche anordnen
- Dispersionswechselwirkungen mit Propan sind nur schwach ausgebildet

## Resümee und Ausblick

Bornitride zeigen im Vergleich zu Aktivkohlen für polare Adsorptive ähnliche Beladungen, für unpolare deutlich geringere. Diese hohe Selektivität der Adsorption an Bornitriden entwickelt werden. Von besonderem anwendungsneuartigen Materialien kann für einen technischen Einsatz vorteilhaft sein. Im weiteren Projektverlauf sollen weitere Bornitride an der Universität Leipzig synthetisiert und an der Universität Duisburg-Essen charakterisiert werden.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen soll ein mechanistisches Verständnis der Adsorption an Bornitriden entwickelt werden. Von besonderem technischen Interesse sind die chemische Beständigkeit der Materialien gegen Wasser, der mögliche Einsatz in Wirbelschichtenanwendungen sowie der Ersatz von Aktivkohlen in Anwendungen, in denen Adsorberbrände auftreten können.

## Danksagungen

Der Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik der Universität Duisburg-Essen und das Institut für Technische Chemie der Universität Leipzig bedanken sich bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Förderung des Projekts (Ba 2012/13-1) und bei der Firma CarboTech AC GmbH für die Bereitstellung der Aktivkohlen.