773649 – CIRCULAR AGRONOMICS

Gärresttagung, 15.09.2020

Vakuum-Entgasung zur Ammonium-Abreicherung von Gärrückständen

A. Kleyböcker, L. Geist, J. Koslowski, J. Schütz, F. Kraus, A. Muskolus, A. Dünnebeil

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme, under Grant Agreement No 773649

Motivation

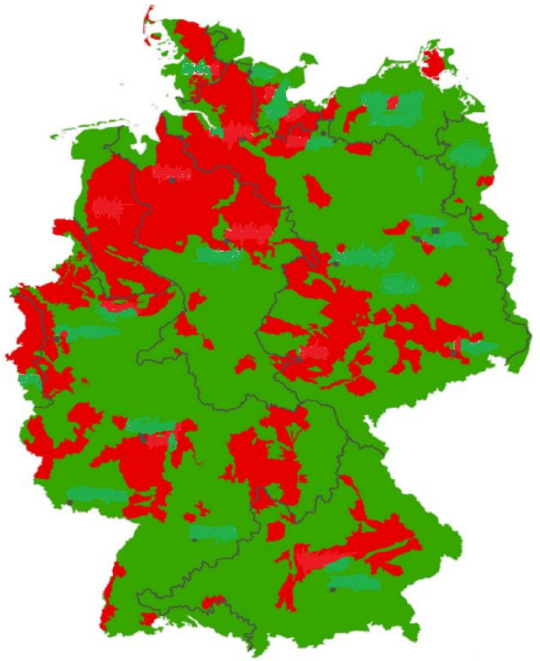
Gärreste: C- und N-Quelle

Problem:
→ C-Bedarf des Bodens
→ N-Bedarf der Pflanze

zeitlich versetzt

Emissionen in Form von z.B. Nitrat möglich

Regionen mit zu hohen Nitratkonzentrationen im Grundwasser



https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/grundwasser/nutzung-belastungen/faqs-zu-nitrat-im-grund-trinkwasser#wie-ist-die-situation-in-deutschland (14.09.2020)

Grant Agreement No 773649

Motivation

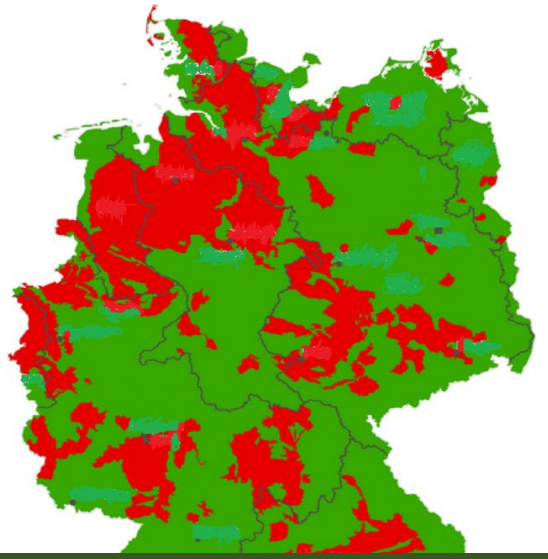
Gärreste: C- und N-Quelle

Problem:
→ C-Bedarf des Bodens
→ N-Bedarf der Pflanze

zeitlich versetzt

Emissionen in Form von z.B. Nitrat möglich

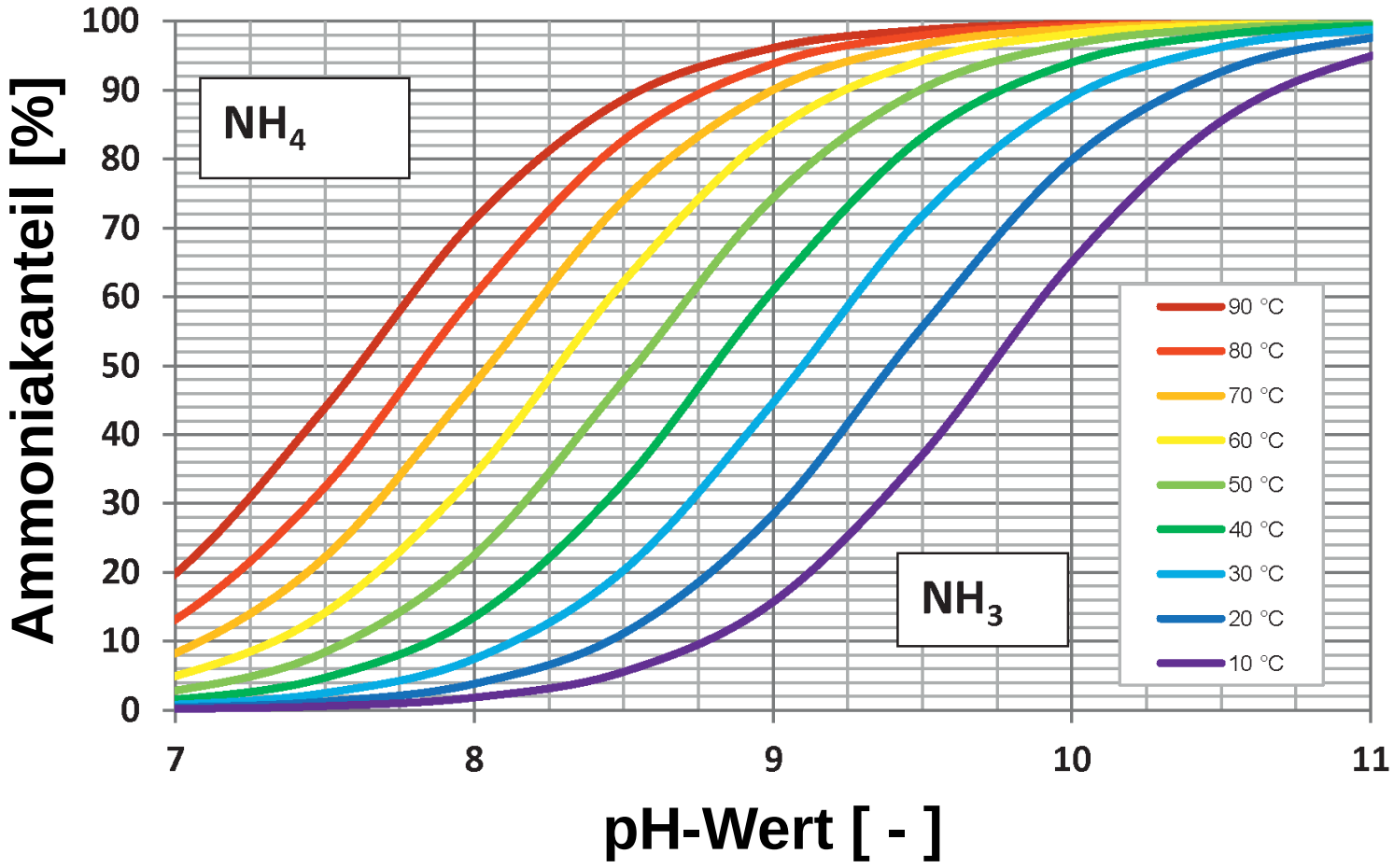
Regionen mit zu hohen Nitratkonzentrationen im Grundwasser



→Entkopplung der C- und N-Zufuhr durch die Ammonium-Abreicherung von Gärresten mittels Vakuum-Entgasung

Ammonium-Ammoniak Gleichgewicht

$$NH_4^+ \leftrightarrow NH_3(aq) + H^+$$



Laborversuche zur Bestimmung der optimalen Prozessbedingungen: **Druck, Temperatur, pH-Wert**

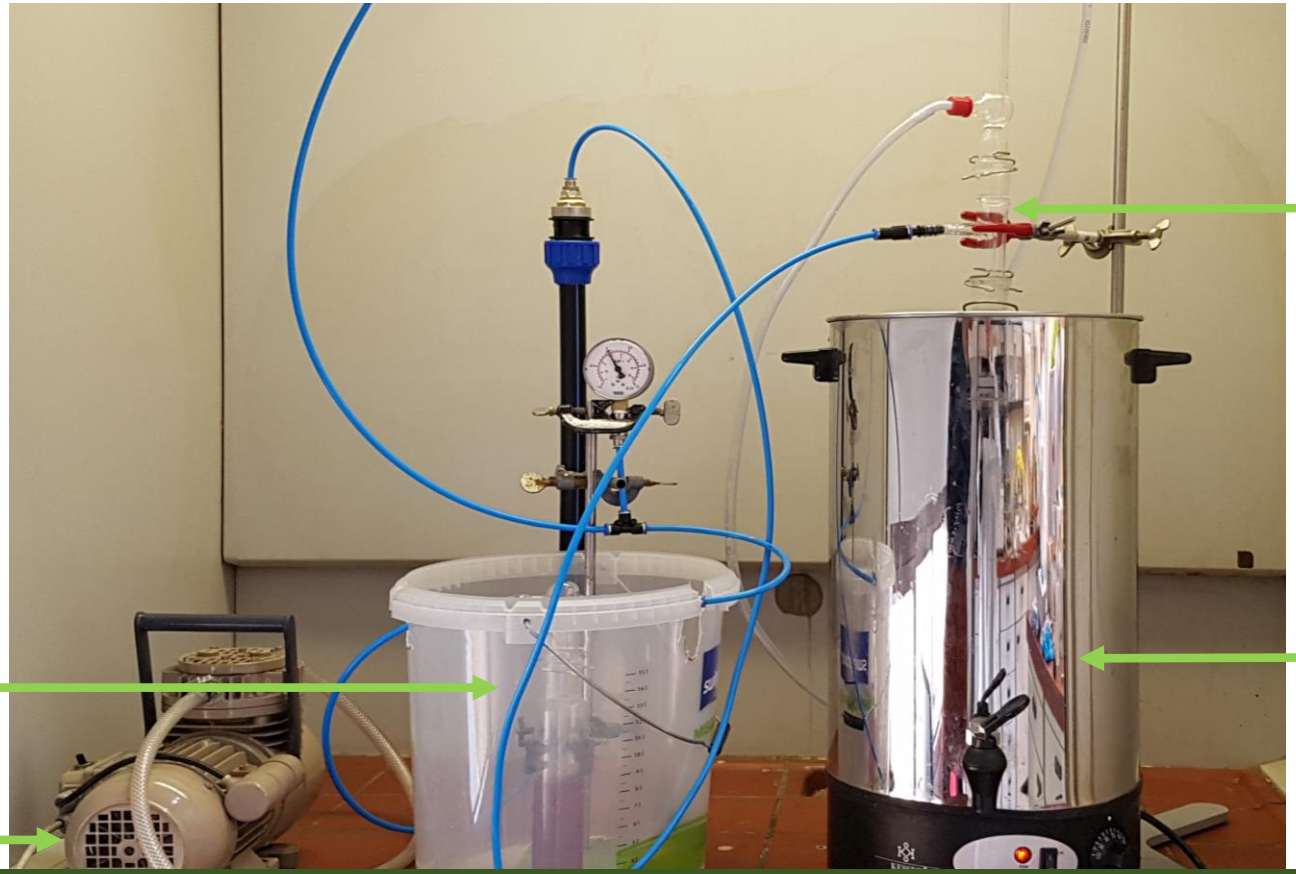
Rücklaufkühler, Kondensatfalle

Gaswäscher mit Schwefelsäure

Ammoniakstrippung im Wasserbad

Vakuum-pumpe

Laborversuche zur Bestimmung der optimalen Prozessbedingungen: **Druck, Temperatur, pH-Wert**



Rücklaufkühler, Kondensatfalle

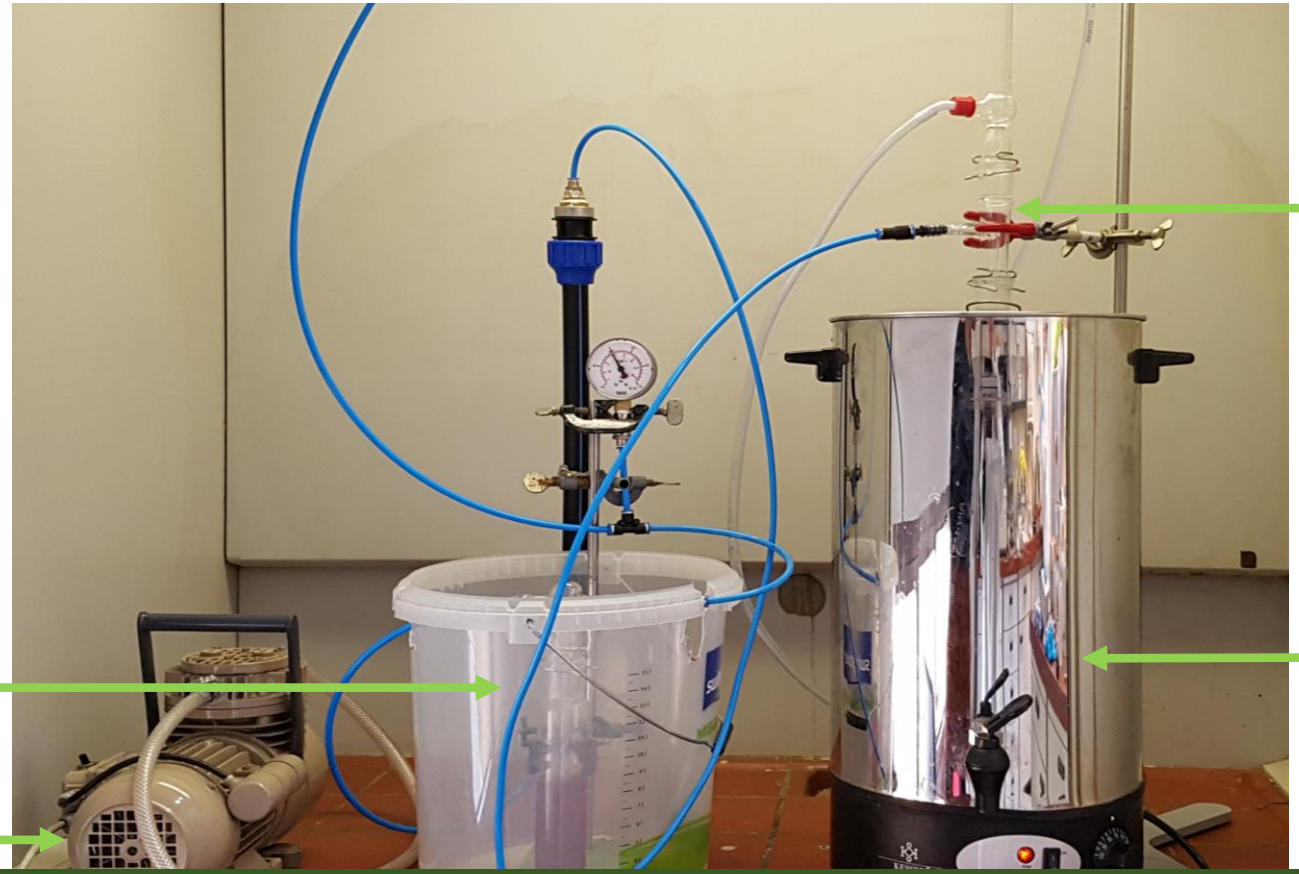
Gaswäscher mit Schwefelsäure

Ammoniakstrippung im Wasserbad

Vakuum-

→Reaktion im Gaswäscher: $2*NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$

Laborversuche zur Bestimmung der optimalen Prozessbedingungen: **Druck, Temperatur, pH-Wert**



Rücklaufkühler, Kondensatfalle

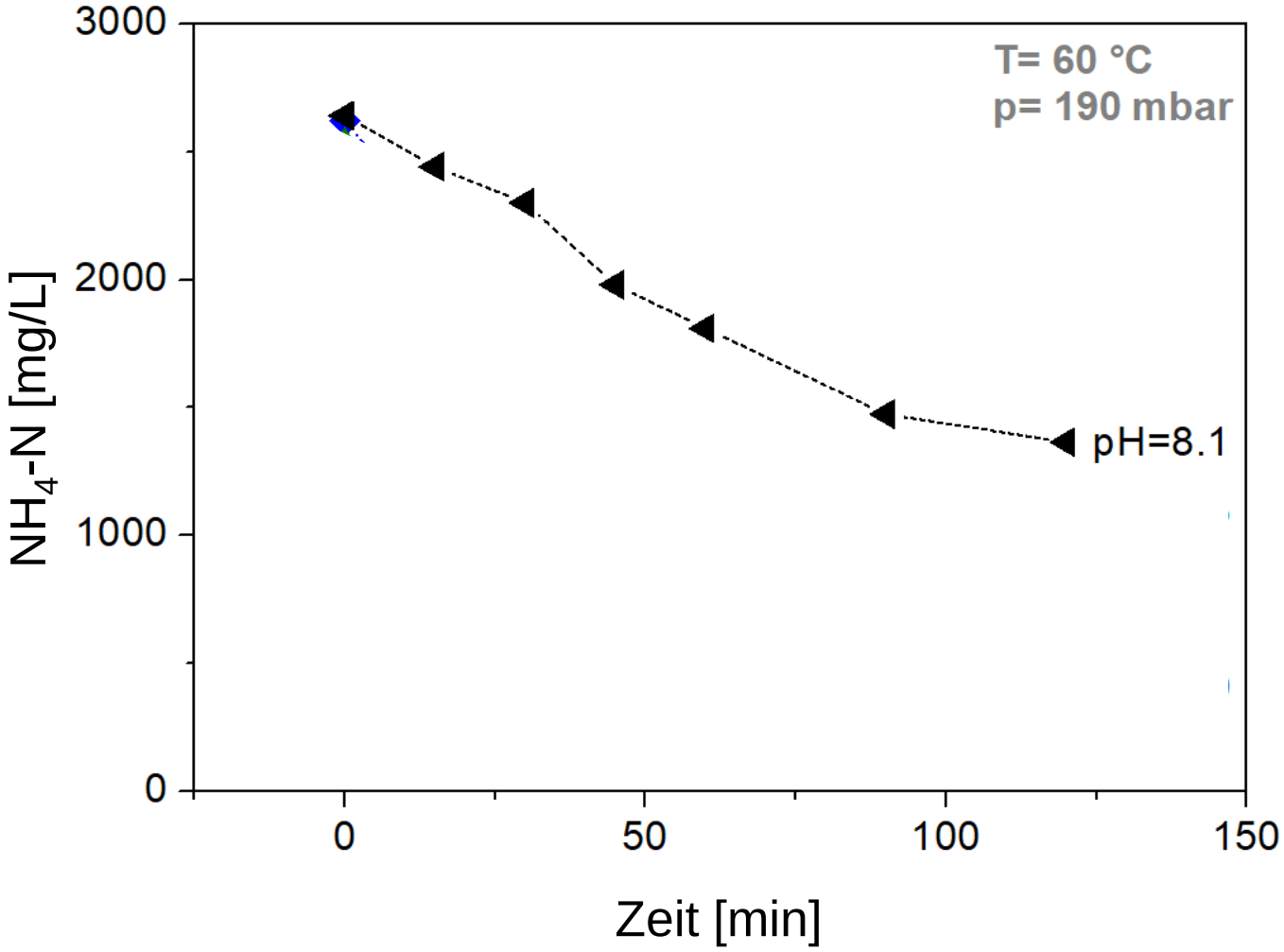
Gaswäscher mit Schwefelsäure

Ammoniakstrippung im Wasserbad

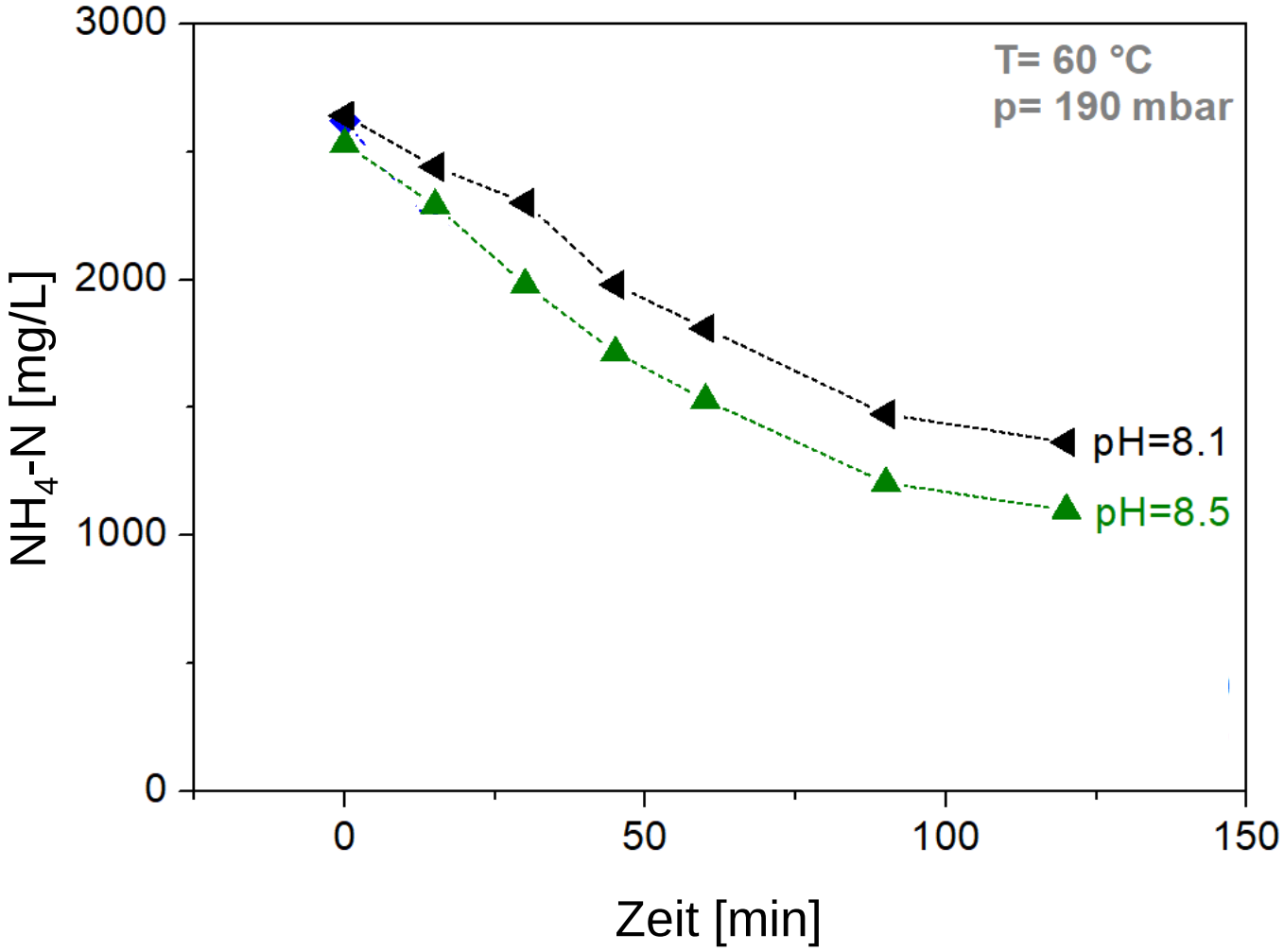
Vakuum-

→Reaktion im Gaswäscher: $2*NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$

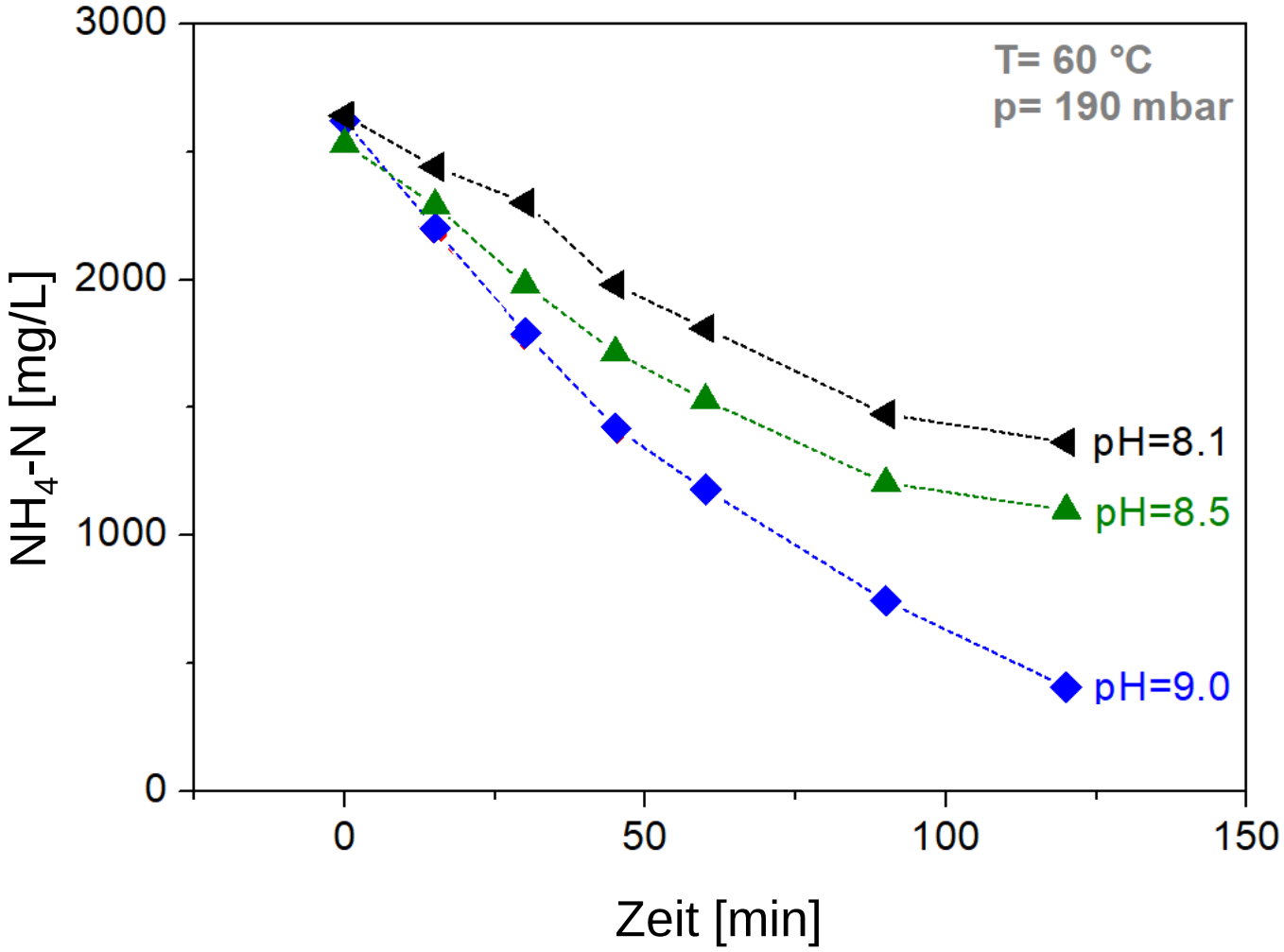
Variation des pH-Werts bei T= 60°C und p_{abs}=190 mbar



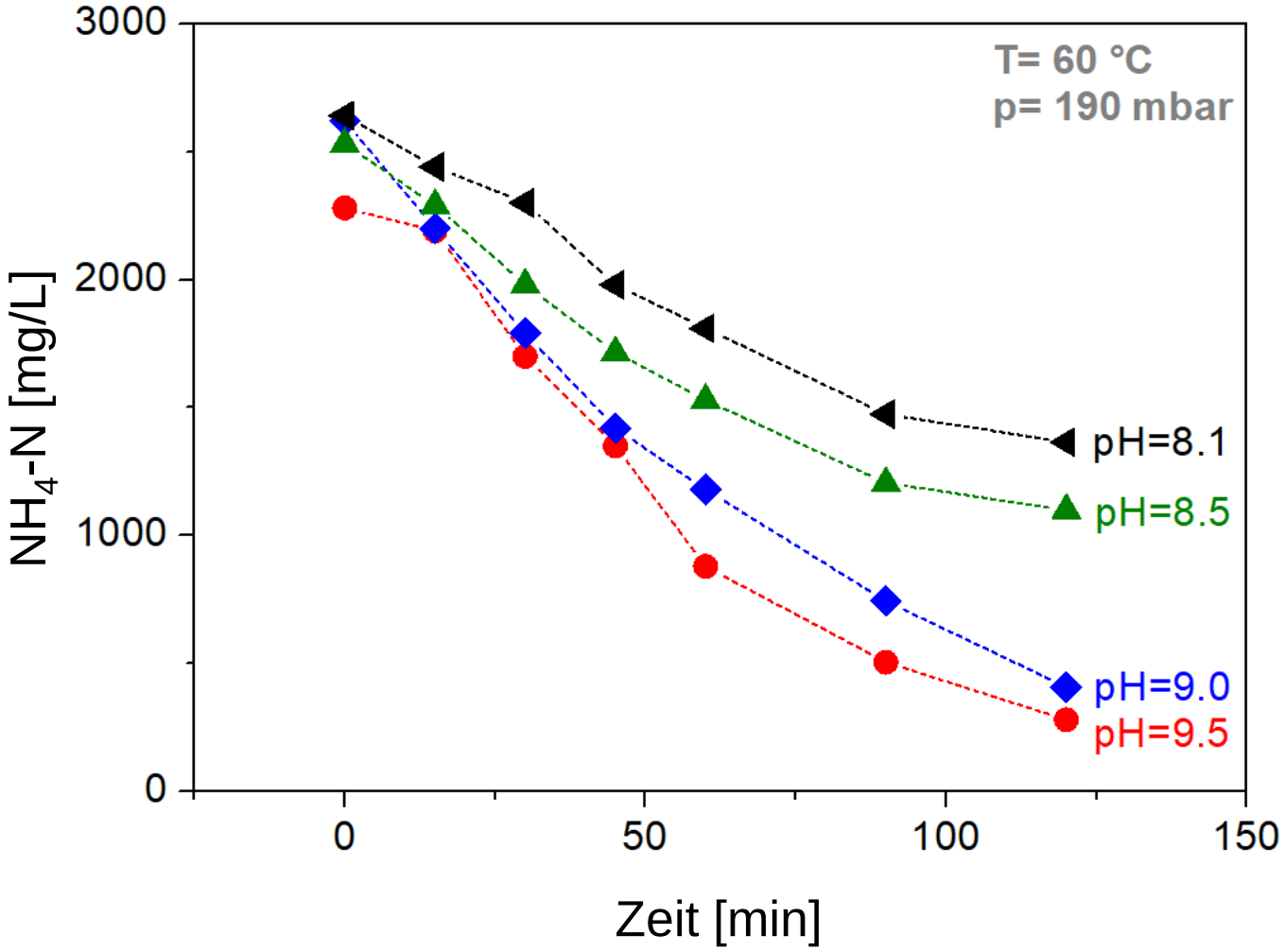
Variation des pH-Werts bei T= 60°C und p_{abs}=190 mbar



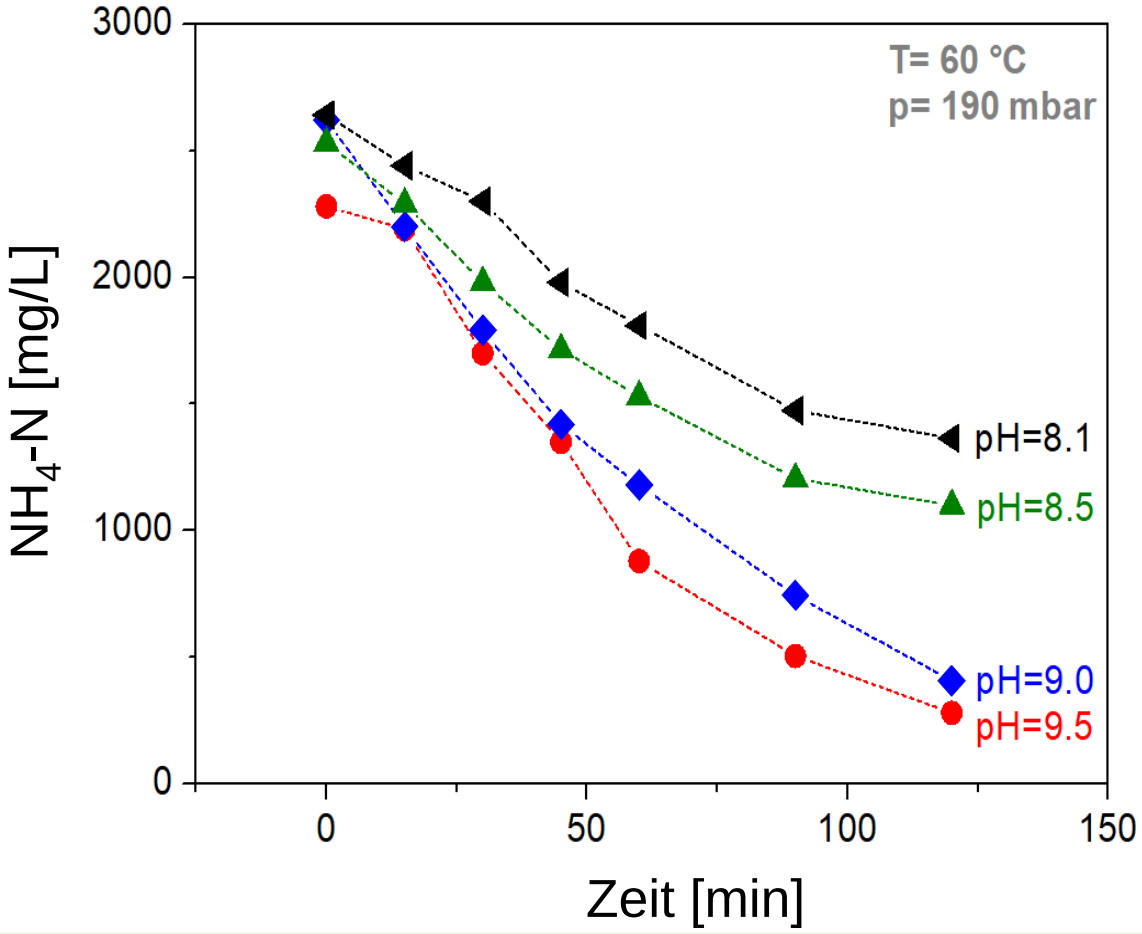
Variation des pH-Werts bei T= 60°C und p_{abs}=190 mbar

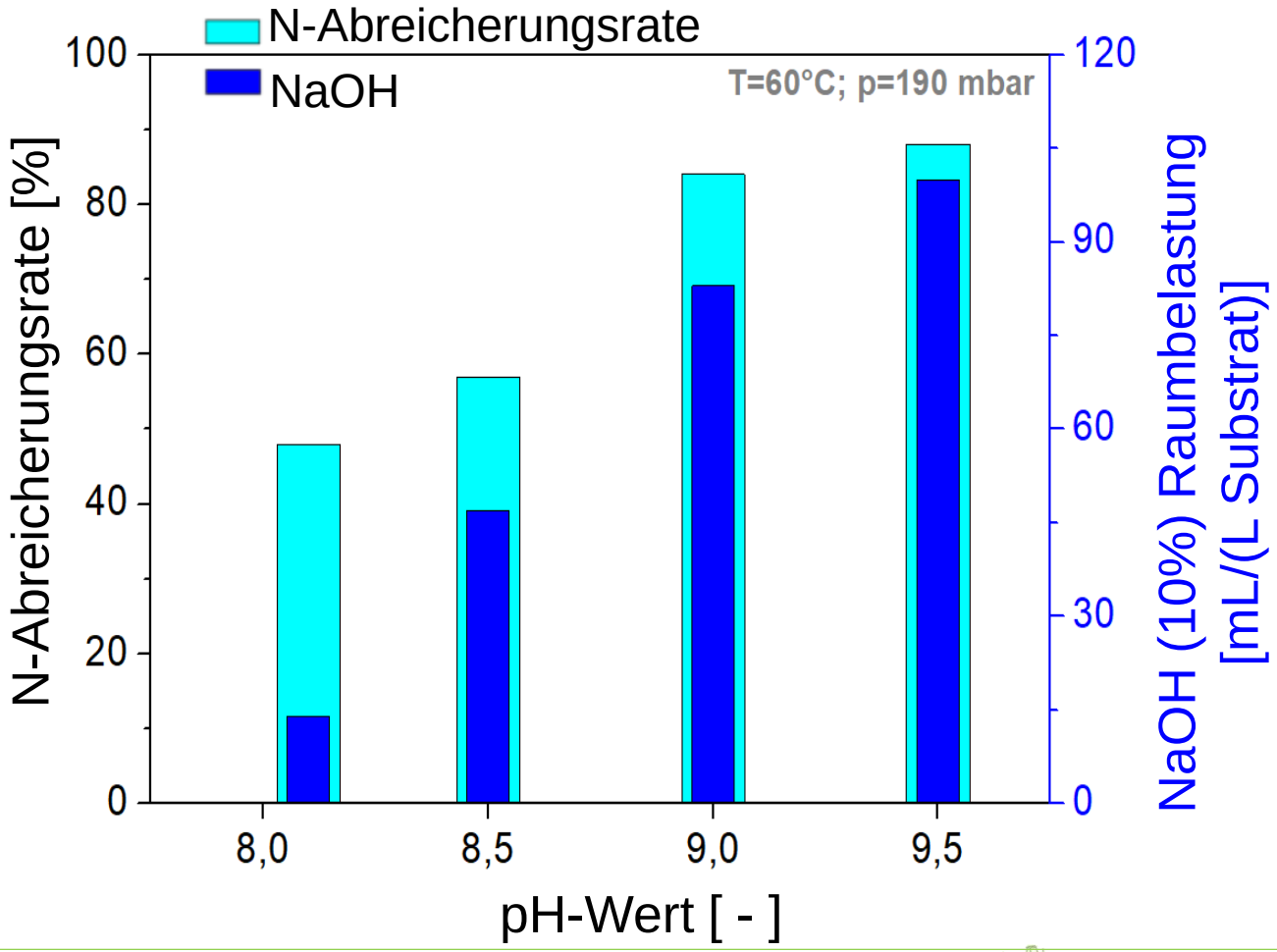


Variation des pH-Werts bei T= 60°C und p_{abs}=190 mbar

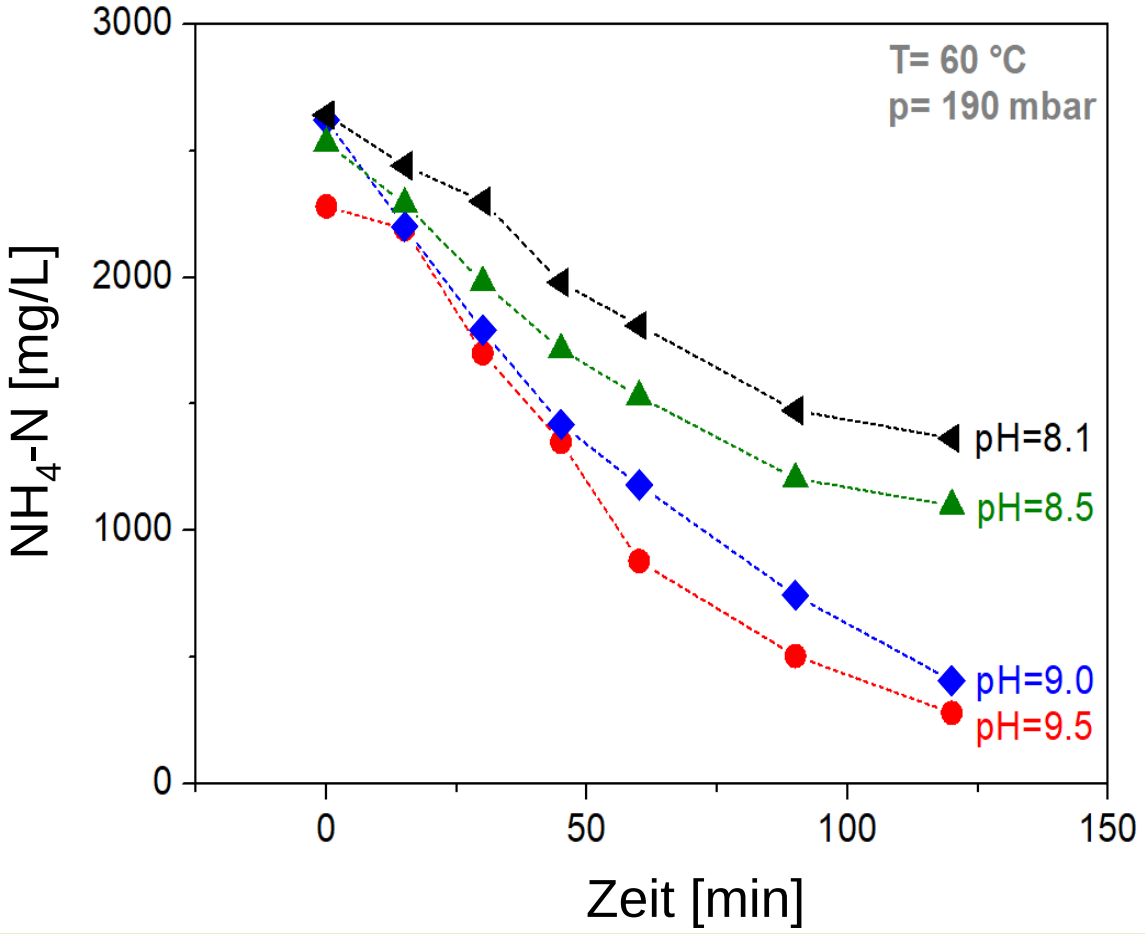


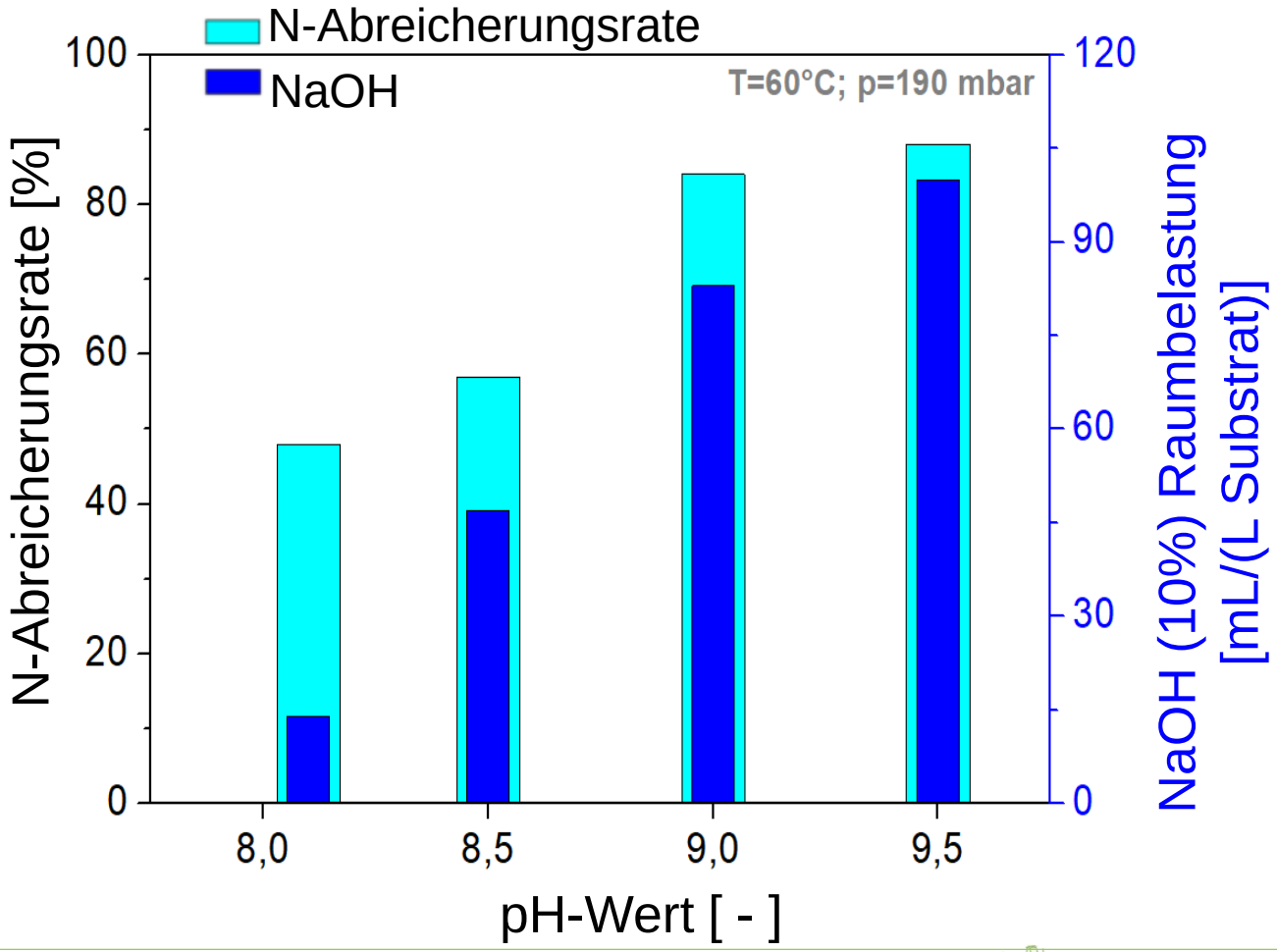
N-Abreicherung: ähnliches Niveau für pH 9 und pH 9,5



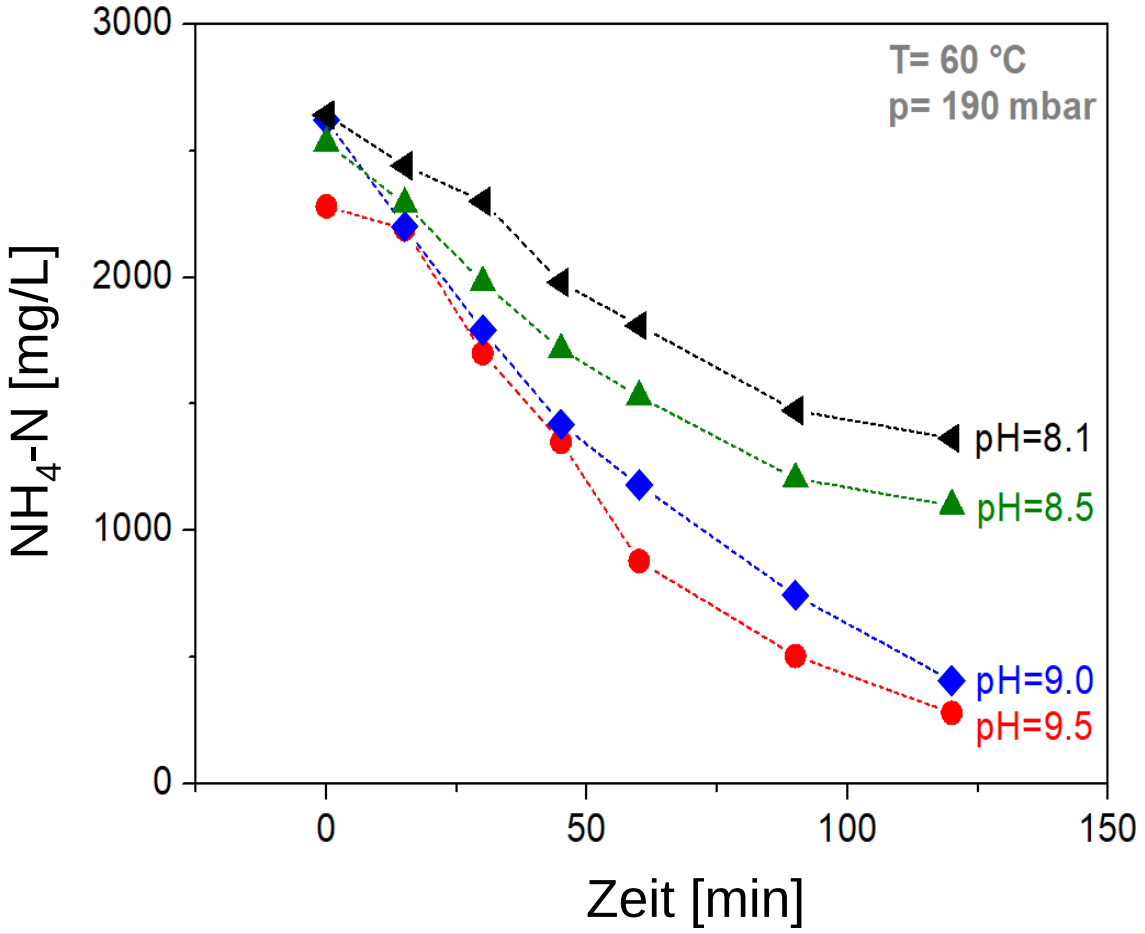


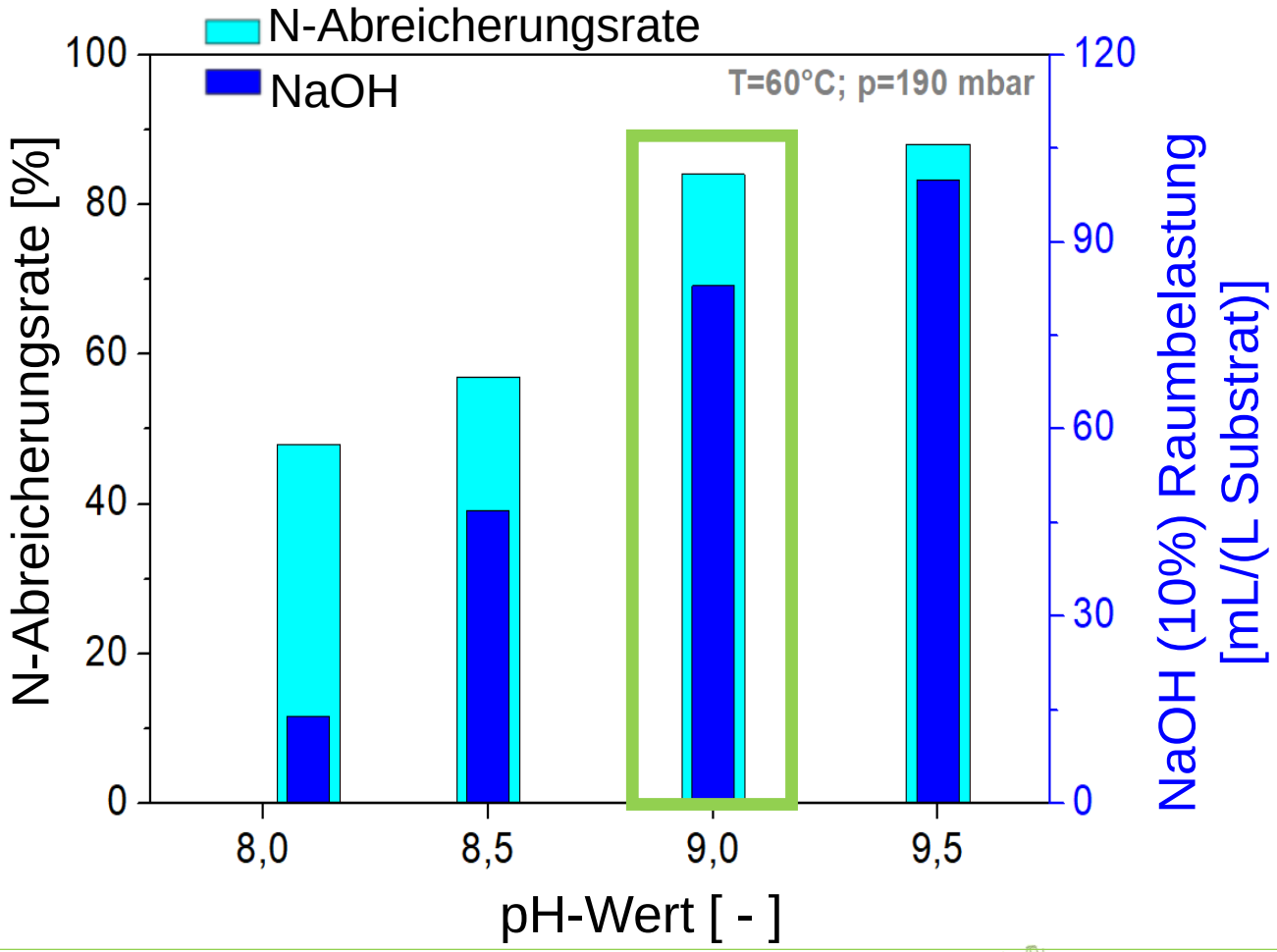
N-Abreicherung: ähnliches Niveau für pH 9 und pH 9,5
ABER: NaOH-Bedarf ist etwas höher für pH 9,5





N-Abreicherung: ähnliches Niveau für pH 9 und pH 9,5
ABER: NaOH-Bedarf ist etwas höher für pH 9,5



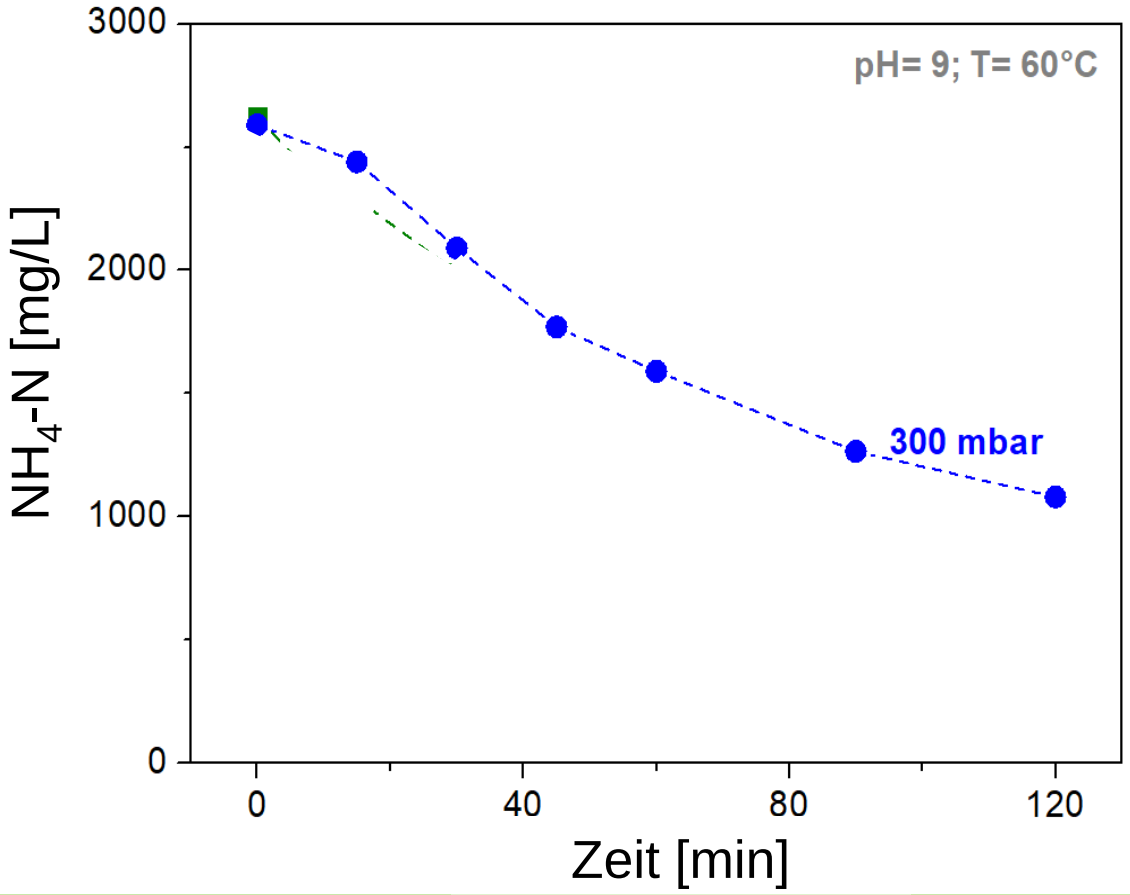


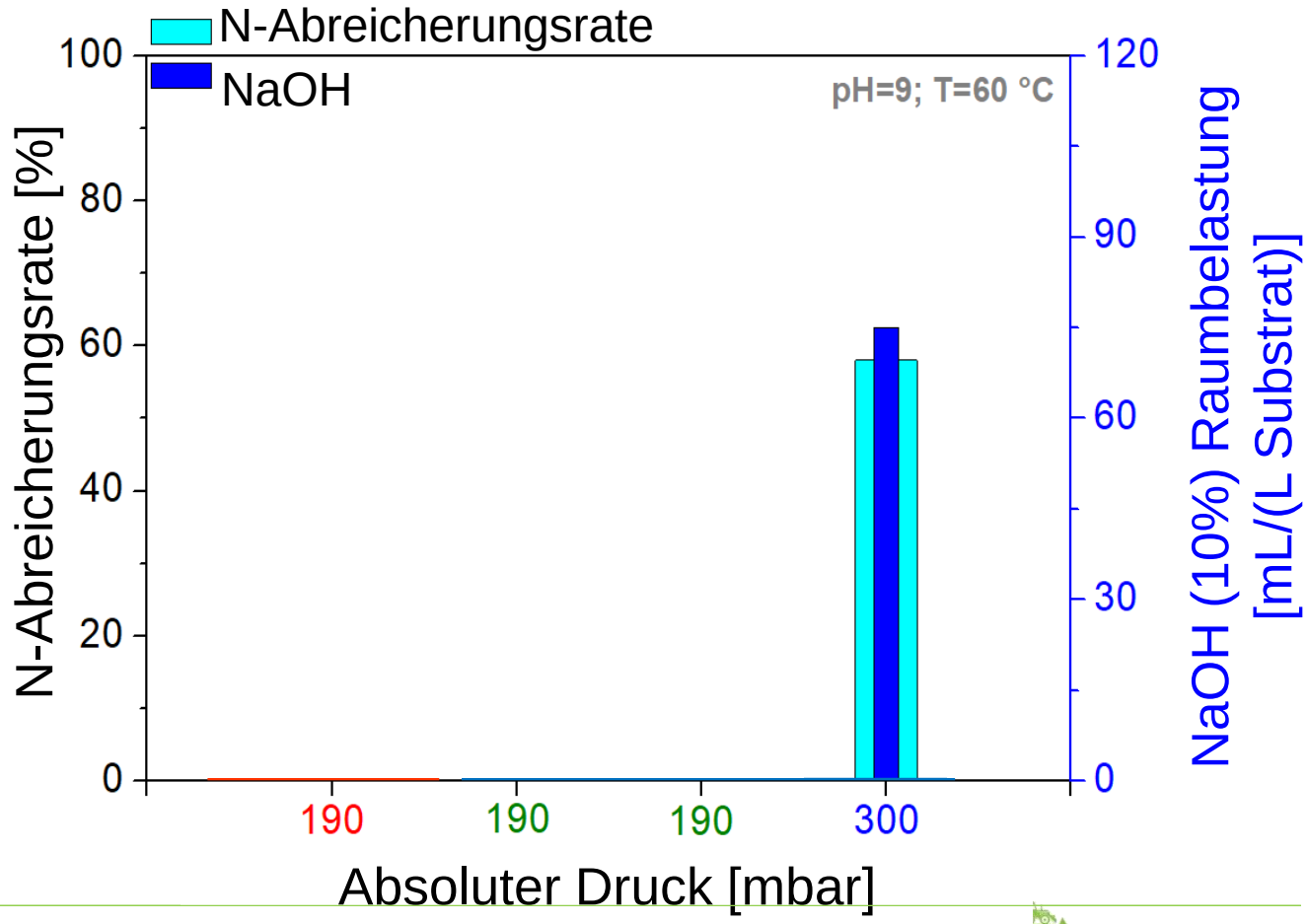
Grant Agreement No 773649

KOMPETENZZENTRUM WasserBerlin

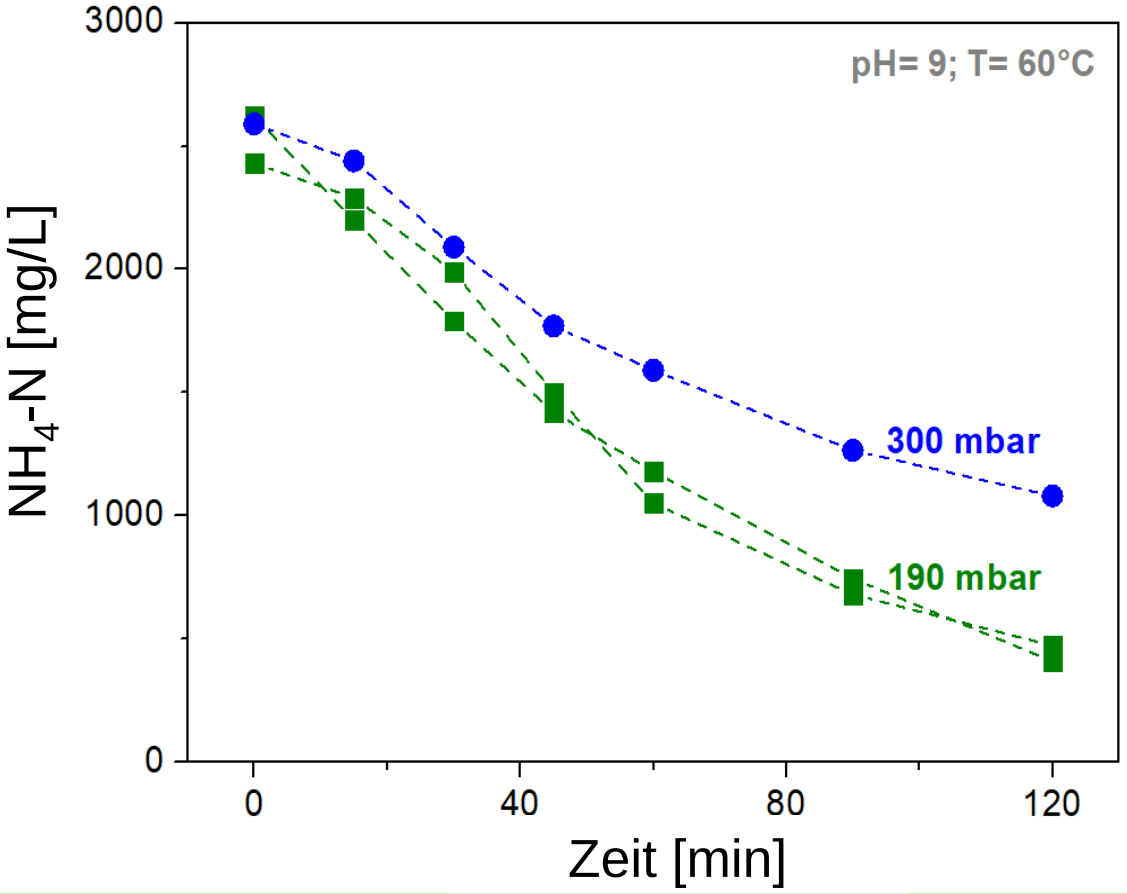
Circular Agronomics

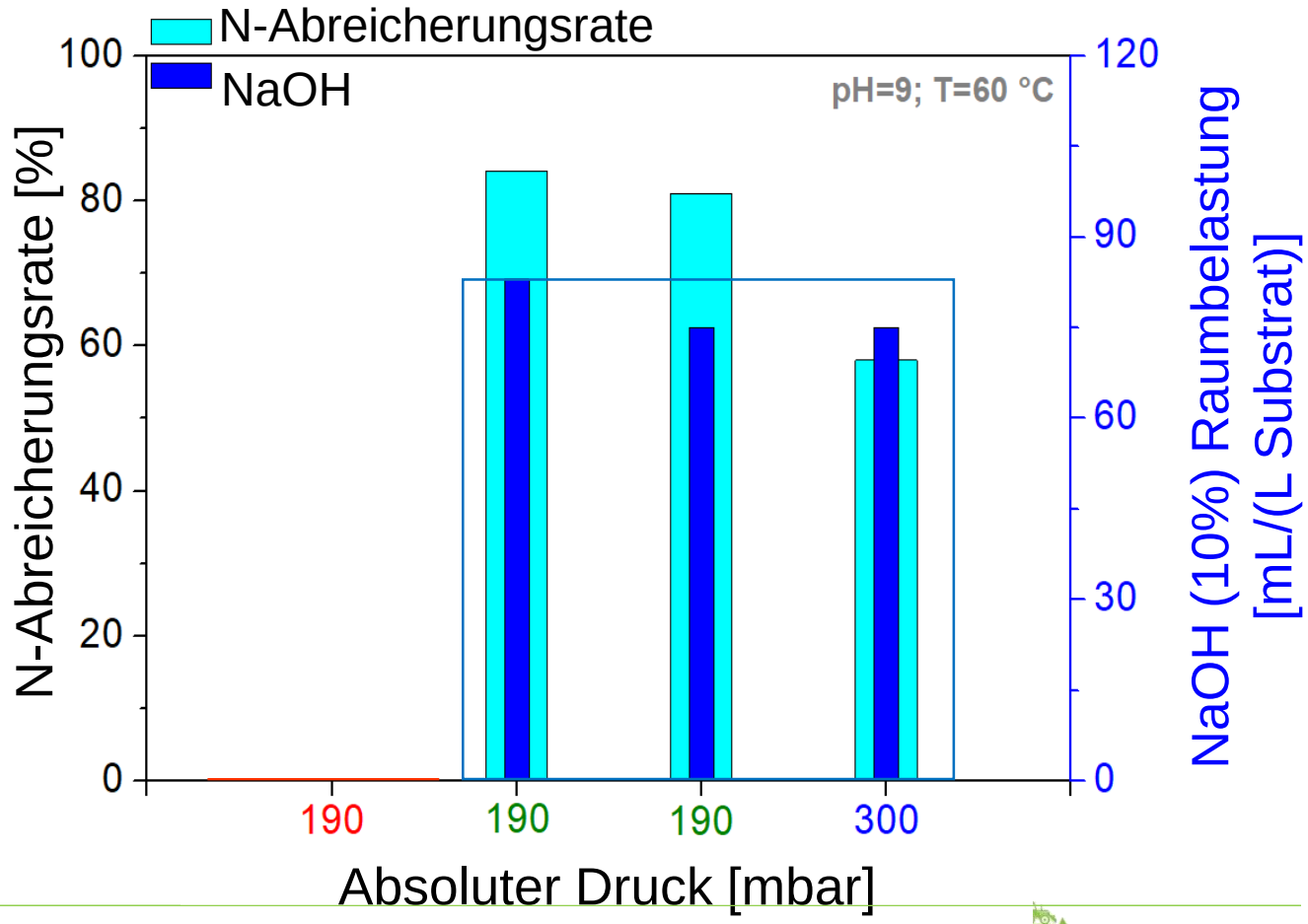
Variation Druck bei pH=9 und T=60 °C



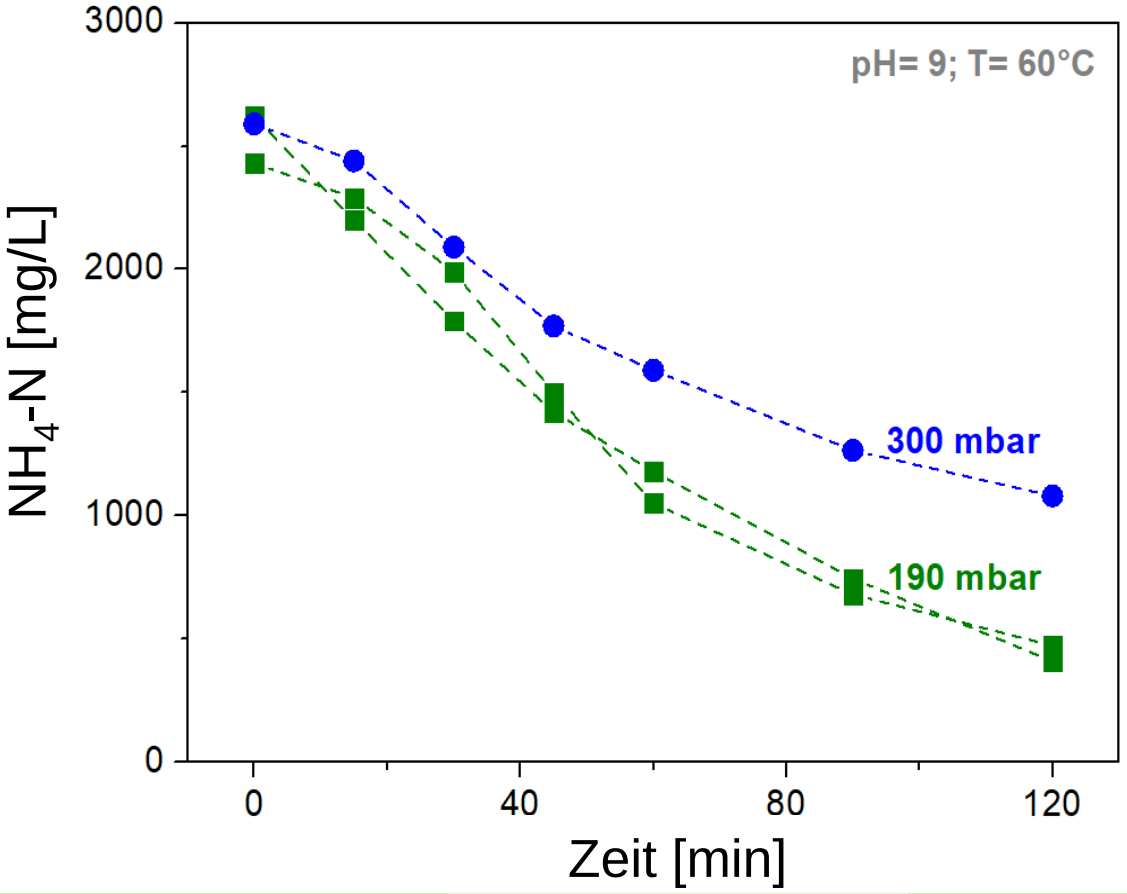


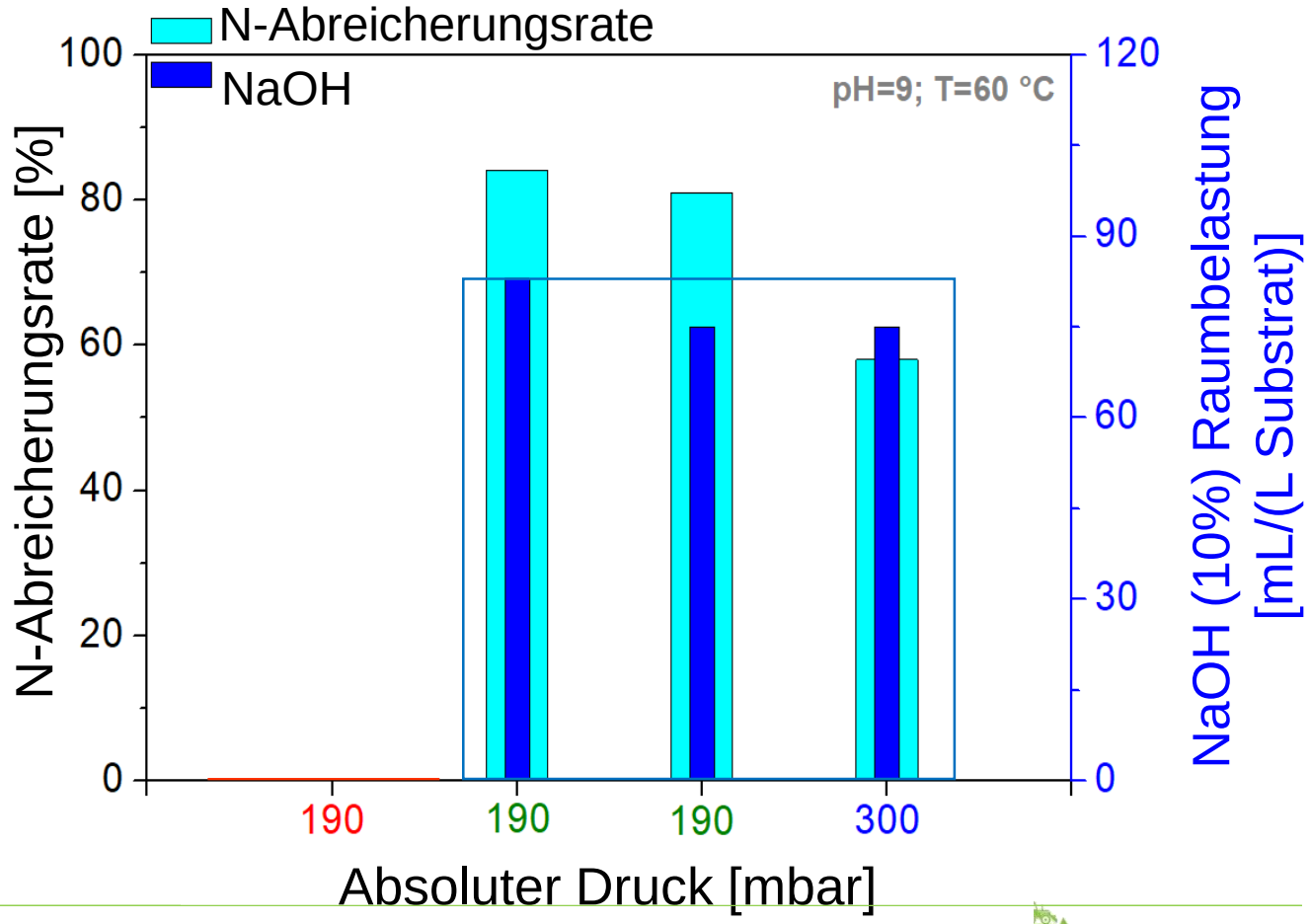
N-Abreicherungsrate ist bei 190 mbar höher als bei 300 mbar



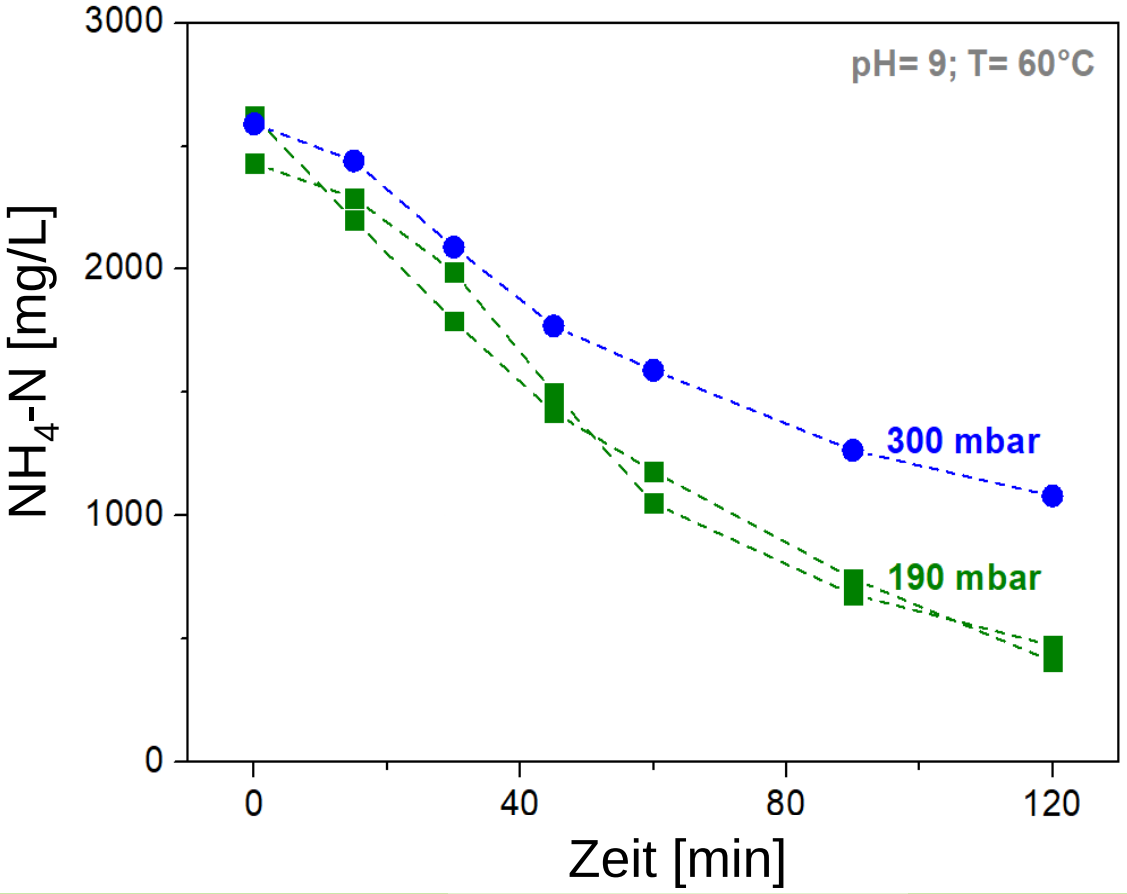


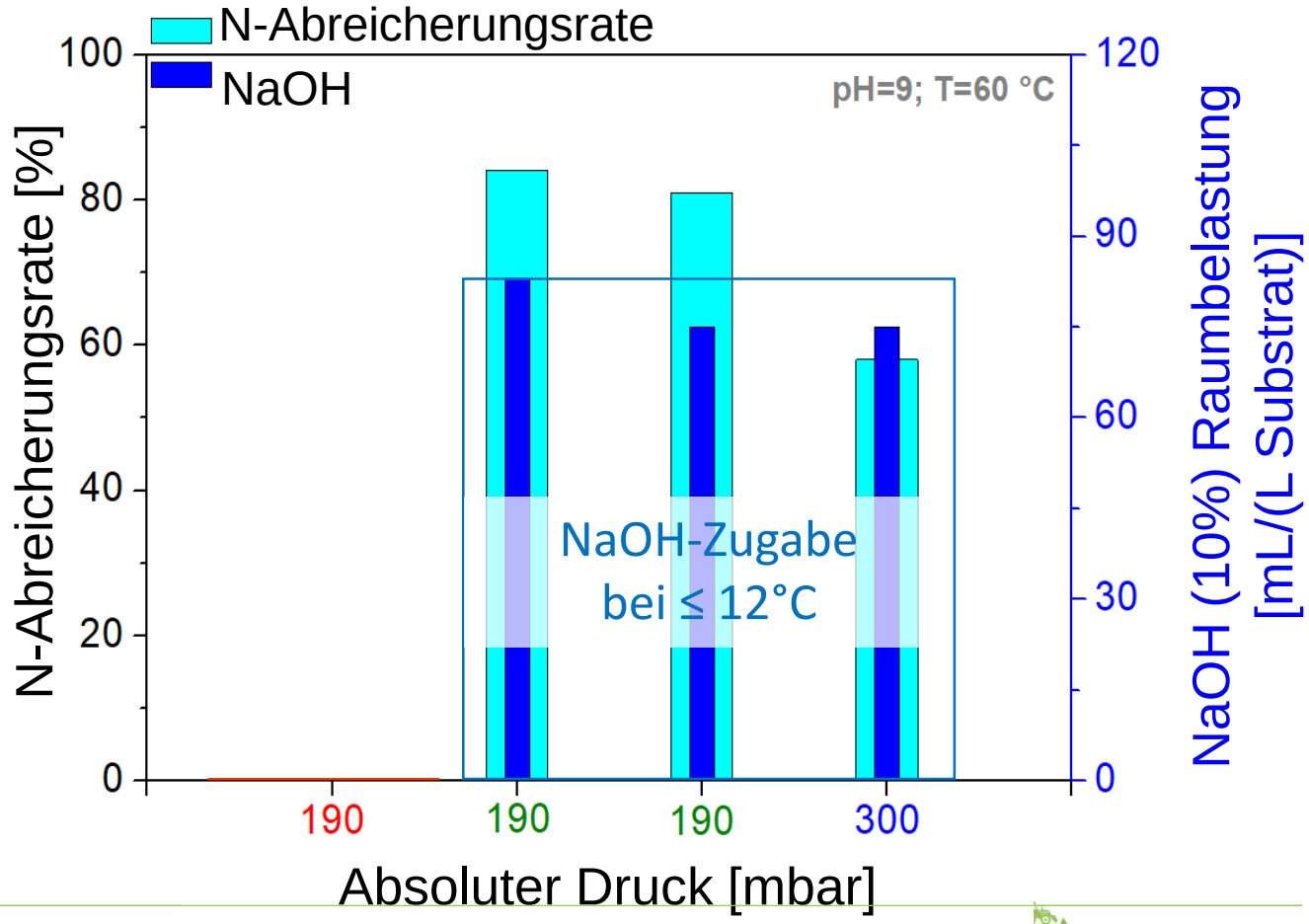
N-Abreicherungsrate ist bei 190 mbar höher als bei 300 mbar, NaOH-Bedarf ist auf ähnlichem Niveau



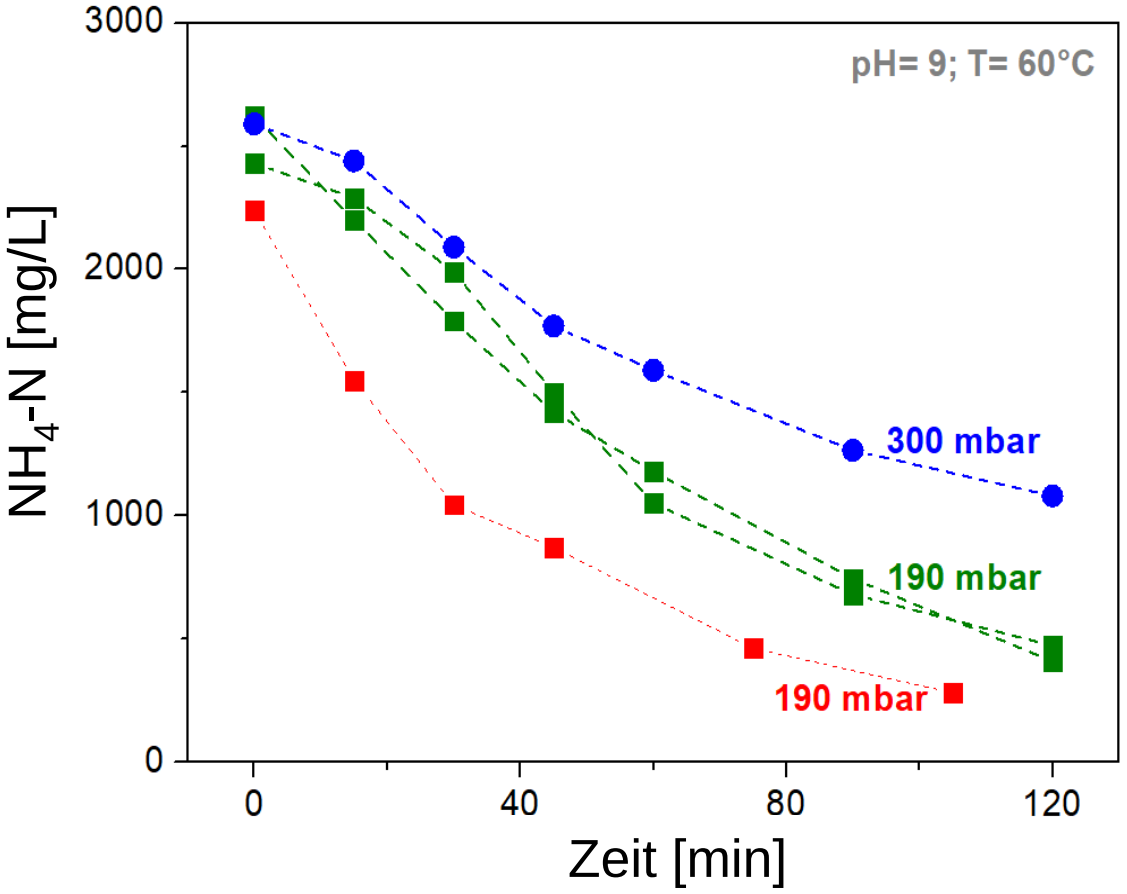


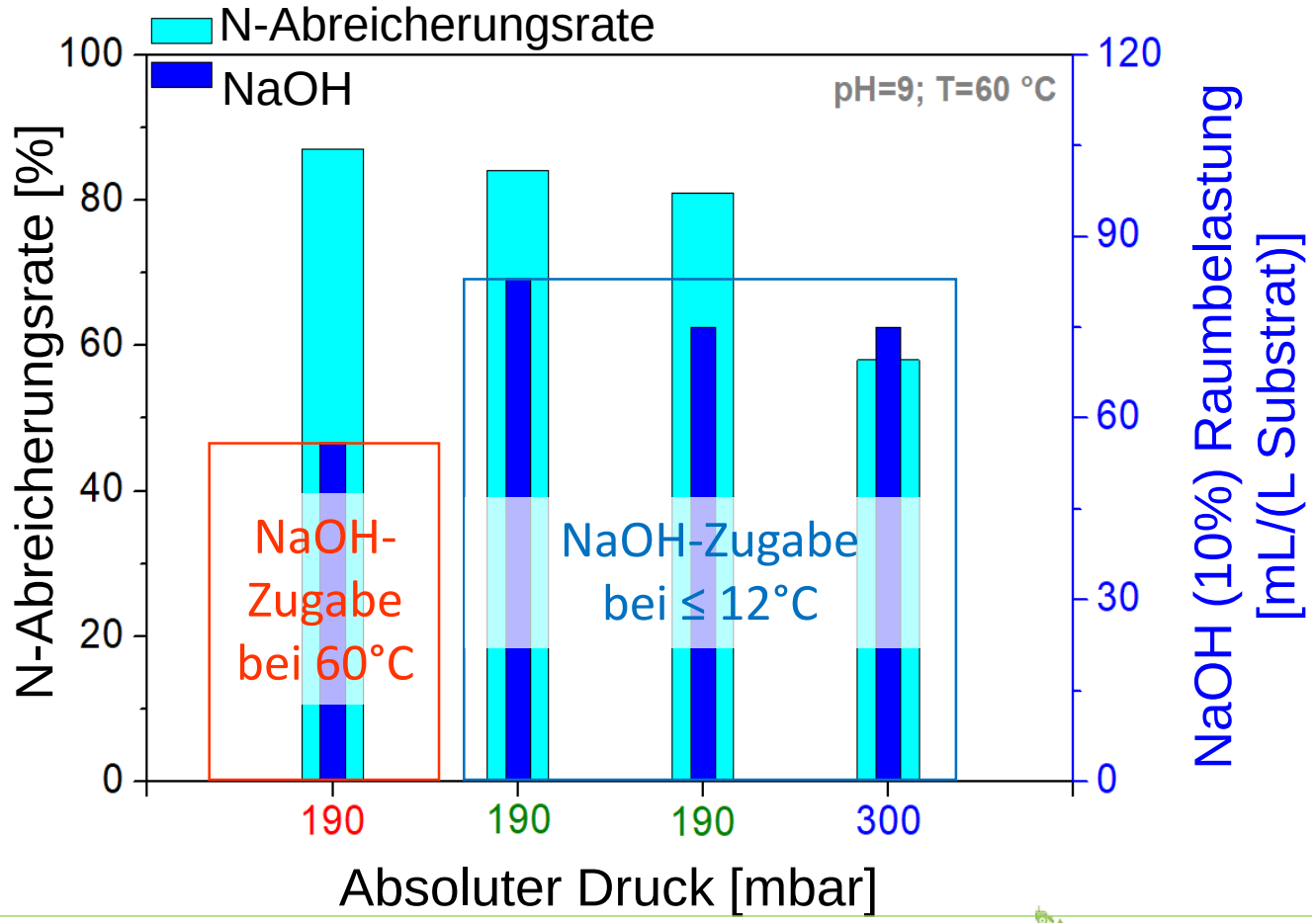
N-Abreicherungsrate ist bei 190 mbar höher als bei 300 mbar, NaOH-Bedarf ist auf ähnlichem Niveau





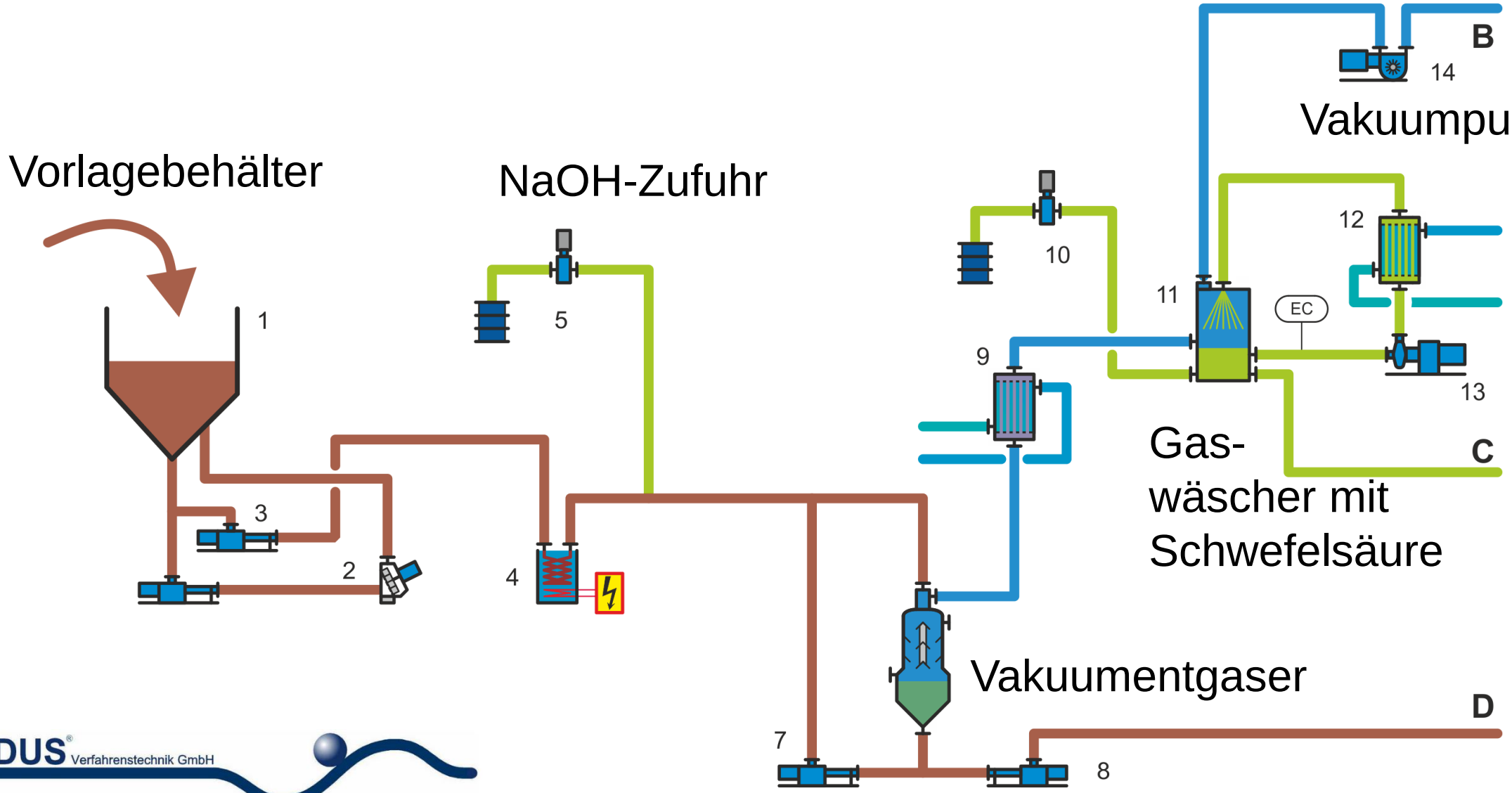
NaOH Bedarf zur Einstellung des pH-Wertes bei pH=9: Abnahme um 30 % aufgrund CO_2 Strippung bei 60°C





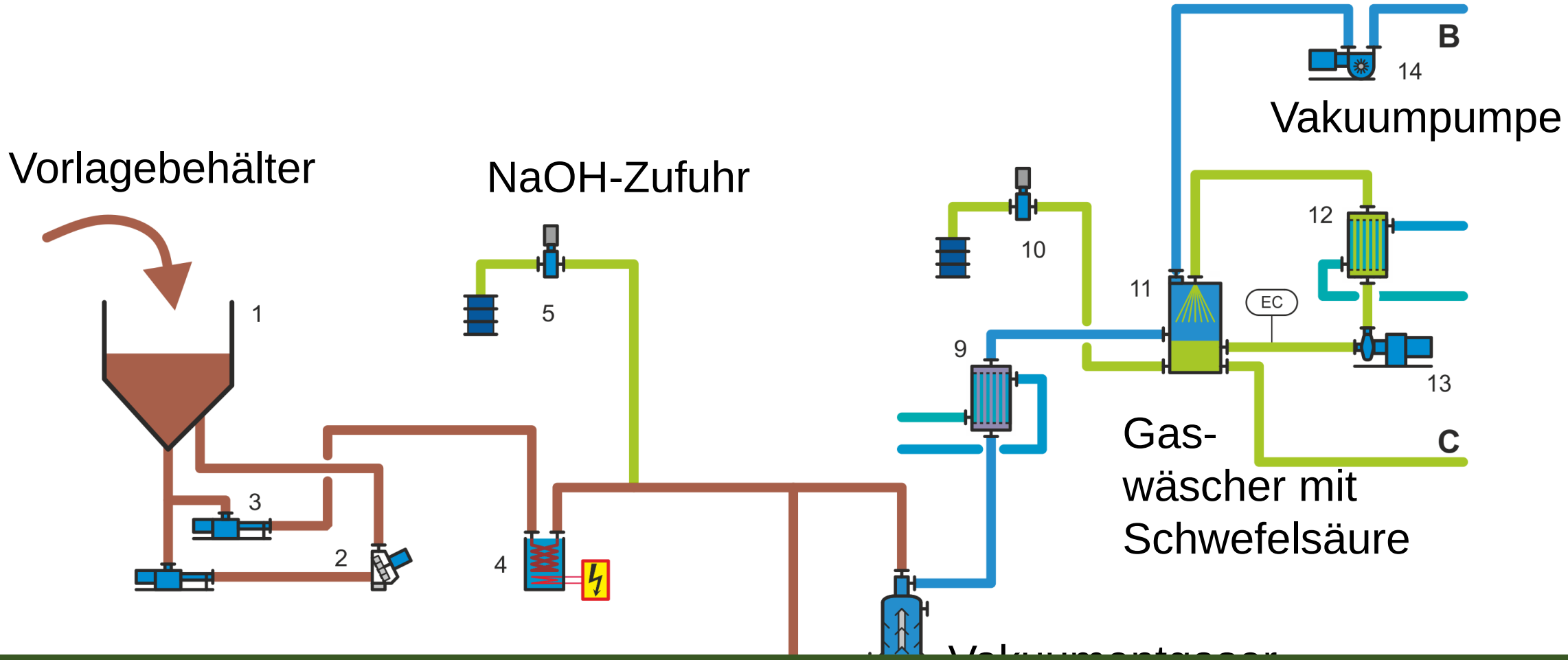
Grant Agreement No 773649

Pilotanlage zur Vakuum-Entgasung



PONDUS® Verfahrenstechnik GmbH

Pilotanlage zur Vakuum-Entgasung

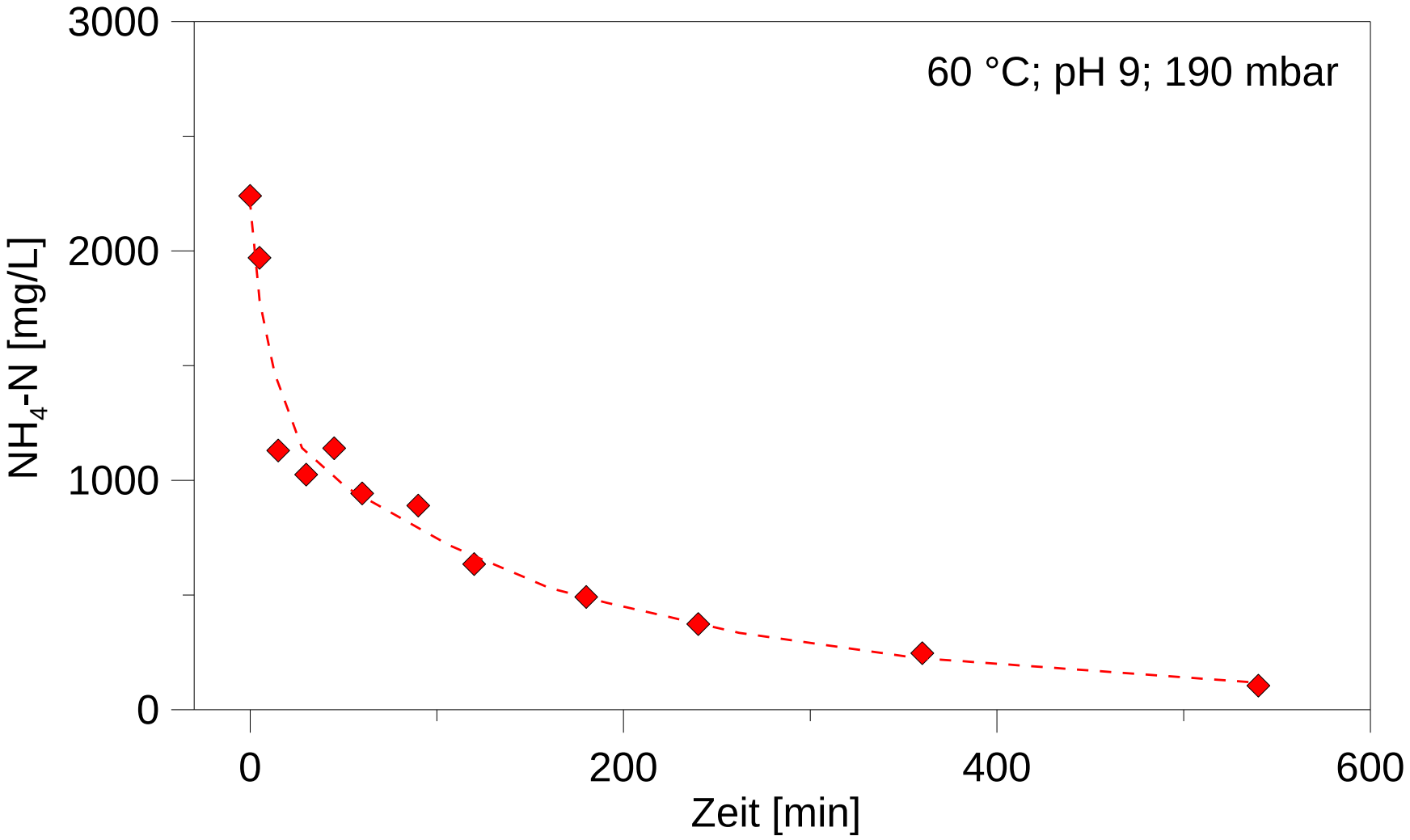


Keine Abtrennung von Feststoffen bis Trockensubstanzgehalt bis ca. 7 %

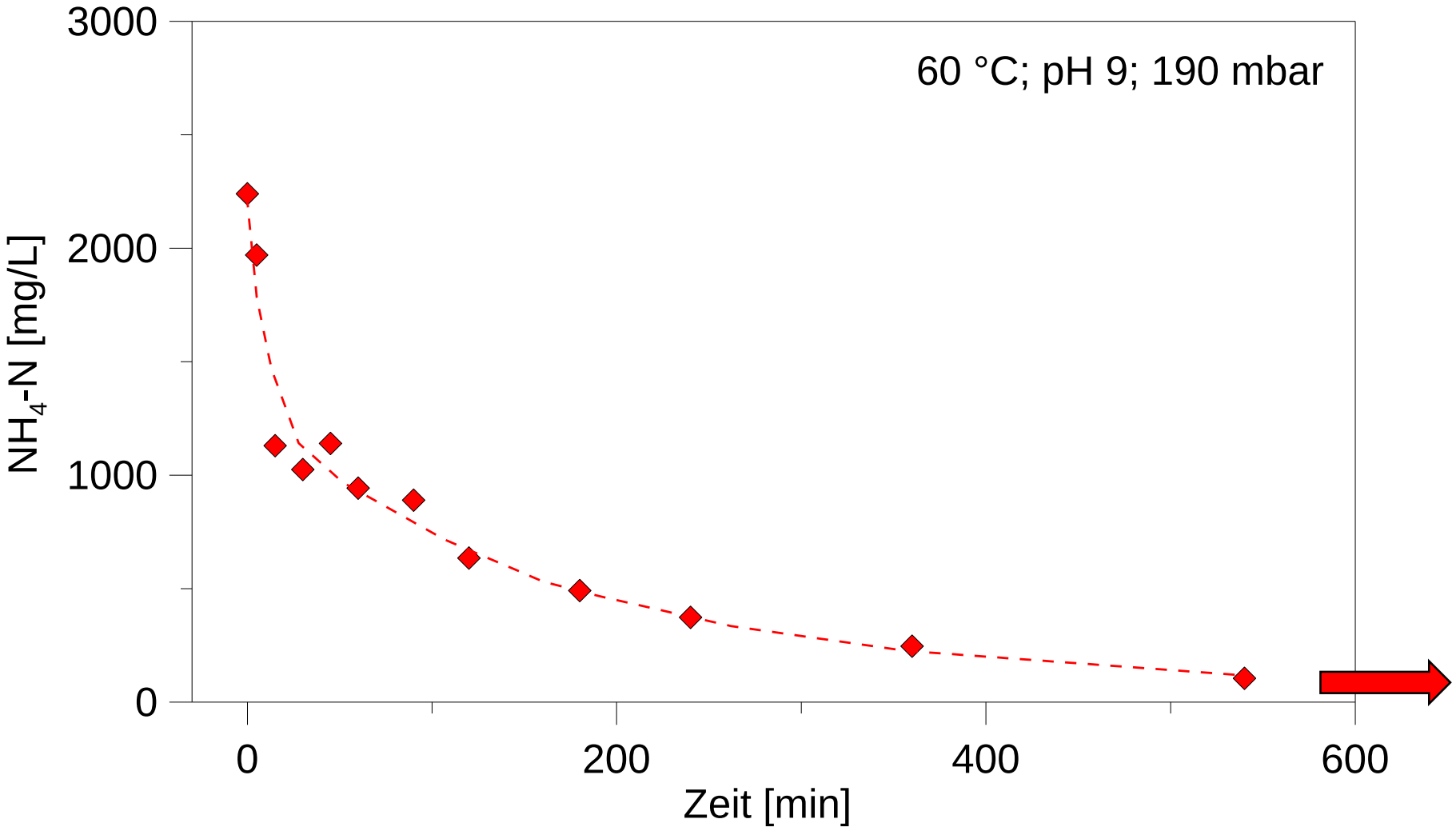
Pilotanlage zur Vakuum-Entgasung

Pilotanlage zur Vakuum-Entgasung

Erste Versuche bei pH=9; T=60°C, p=190 mbar

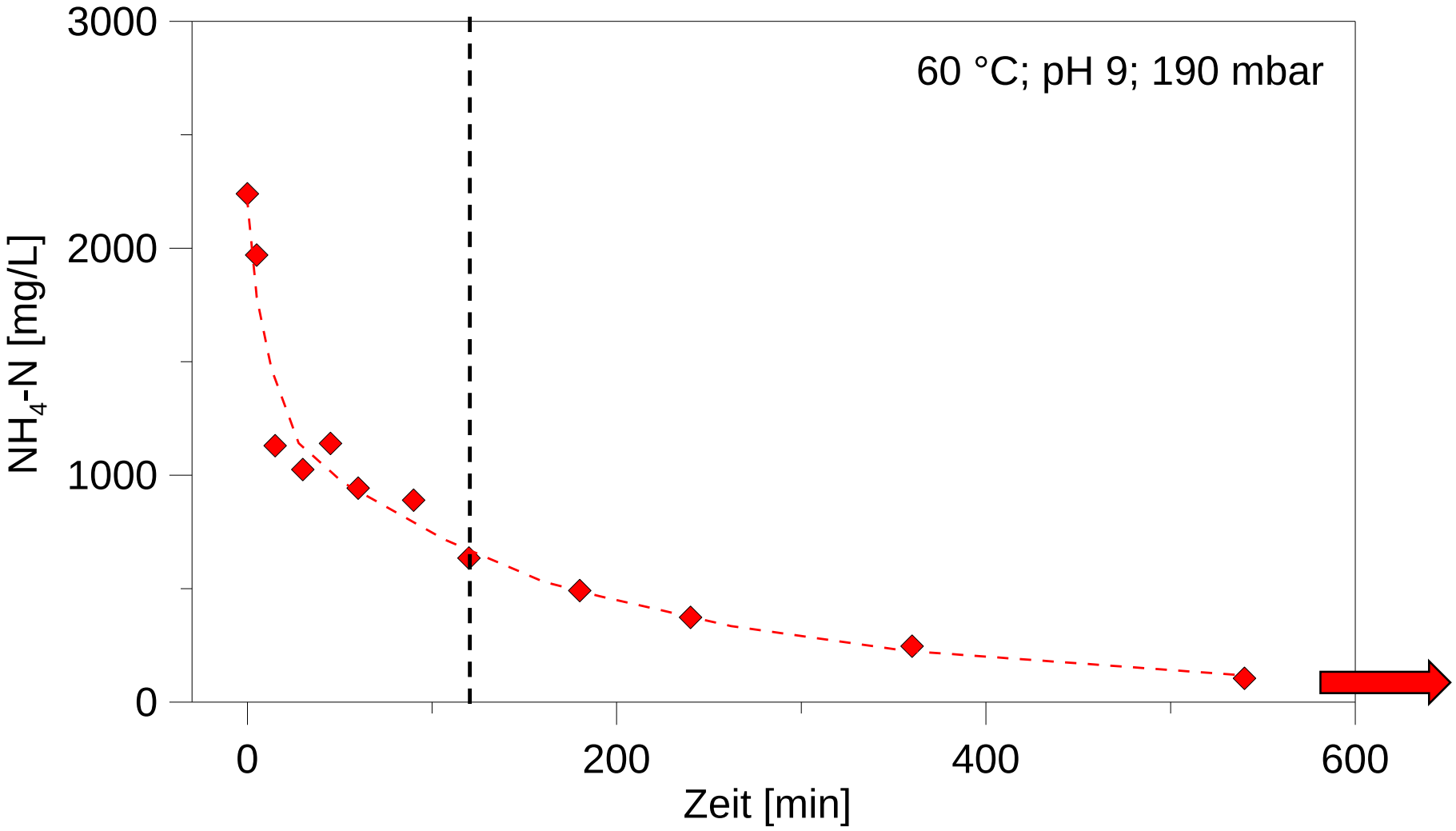


Erste Versuche bei pH=9; T=60°C, p=190 mbar



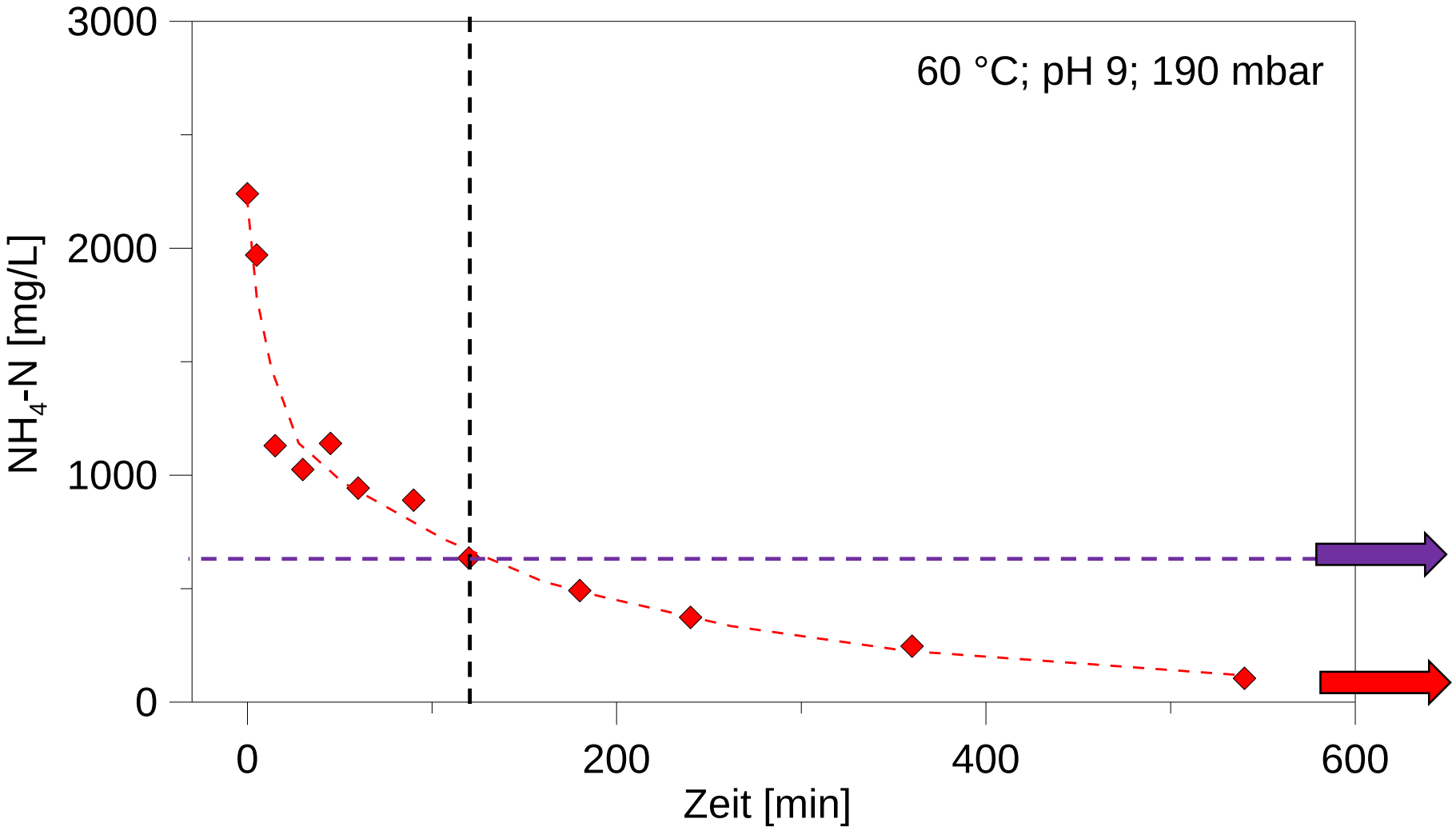
Abreicherungs-rate: 95 %

Erste Versuche bei pH=9; T=60°C, p=190 mbar



Abreicherungs-rate: 95 %

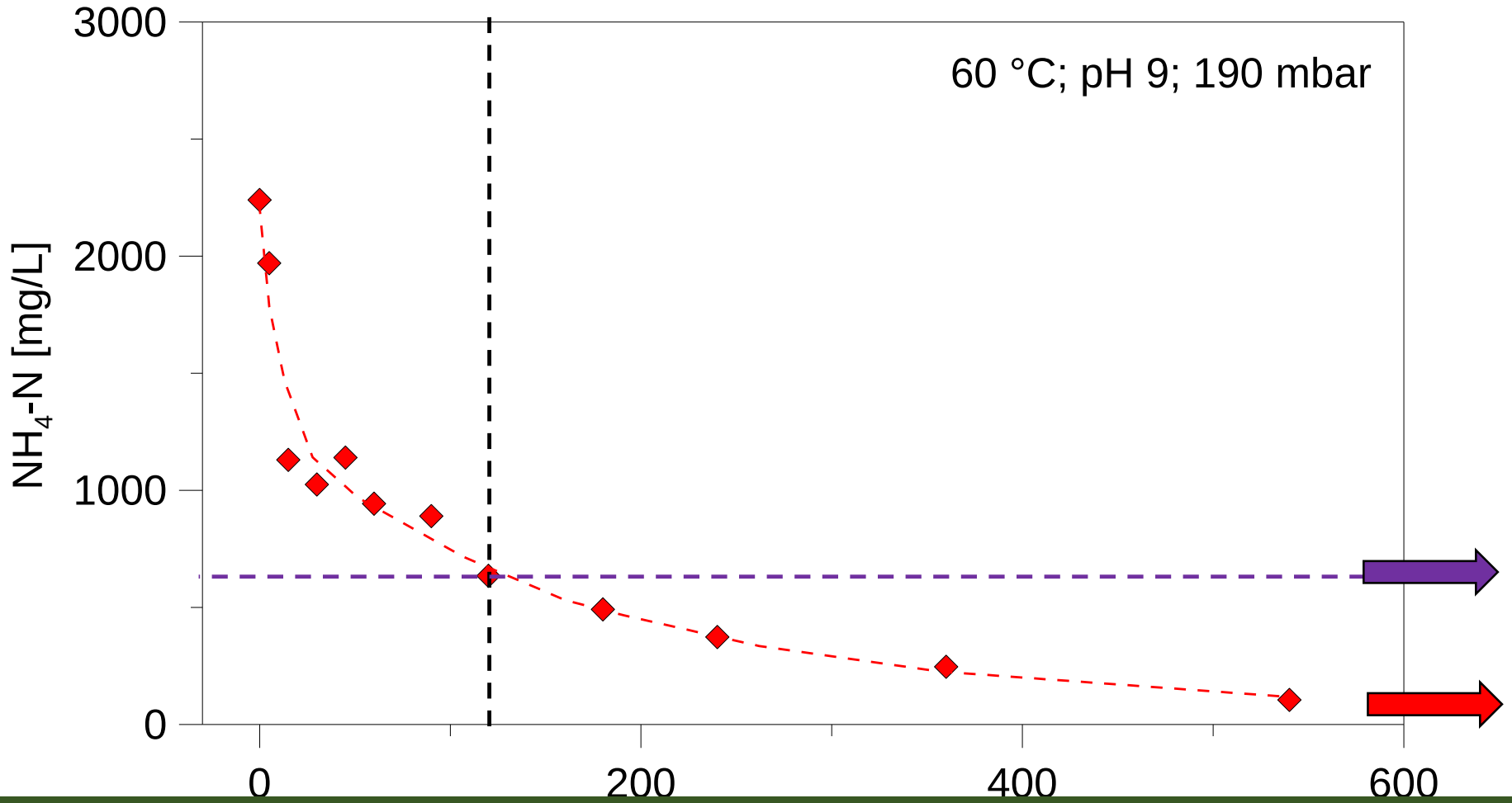
Erste Versuche bei pH=9; T=60°C, p=190 mbar



Abreicherungs-rate (t=2h): 73 %

Abreicherungs-rate: 95 %

Erste Versuche bei pH=9; T=60°C, p=190 mbar

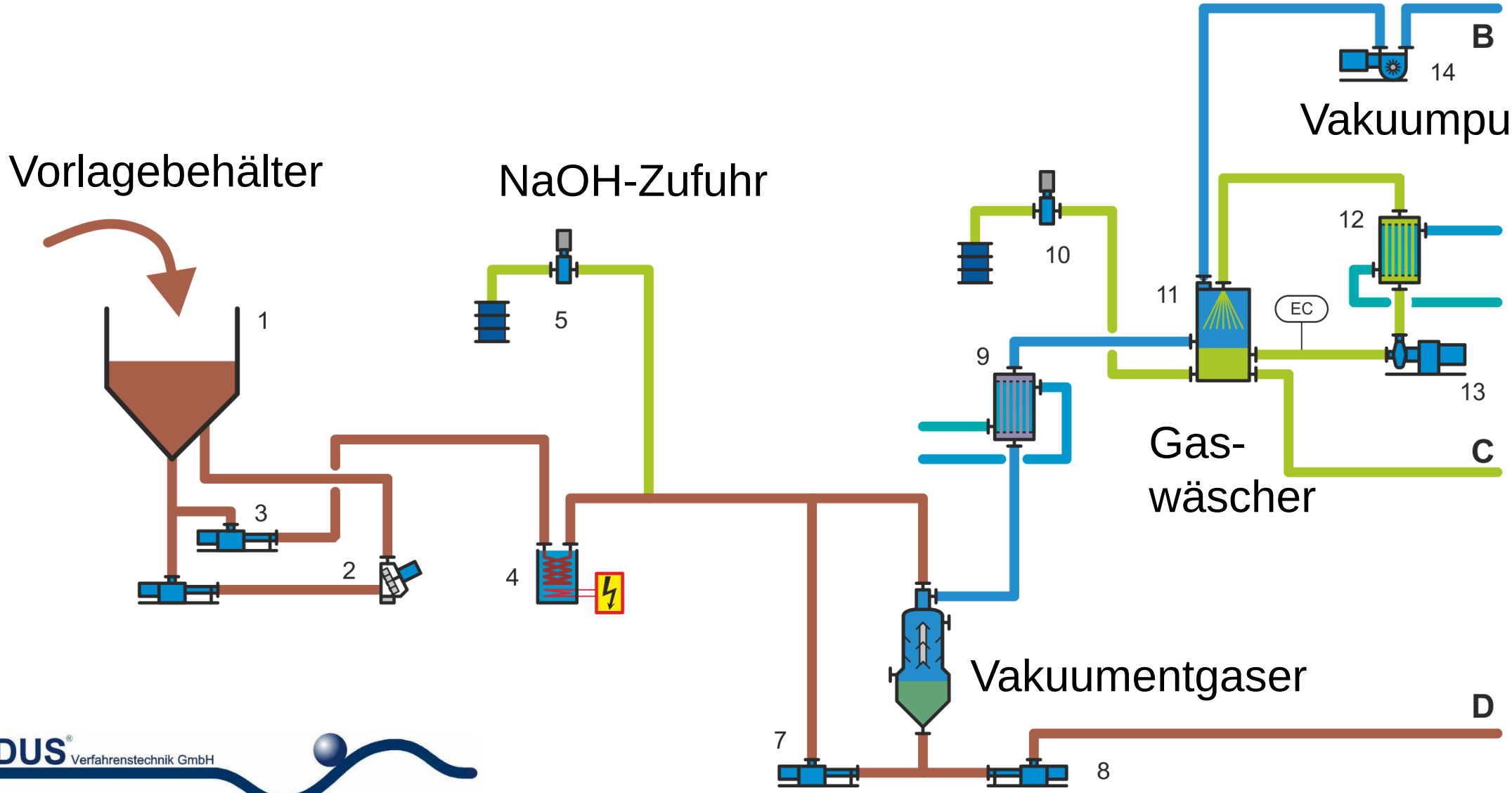


Abreicherungs-rate (t=2h): 73 %

Abreicherungs-rate: 95 %

→Konzentrationsgradient des Ammoniaks zu gering für schnelle Entgasung?

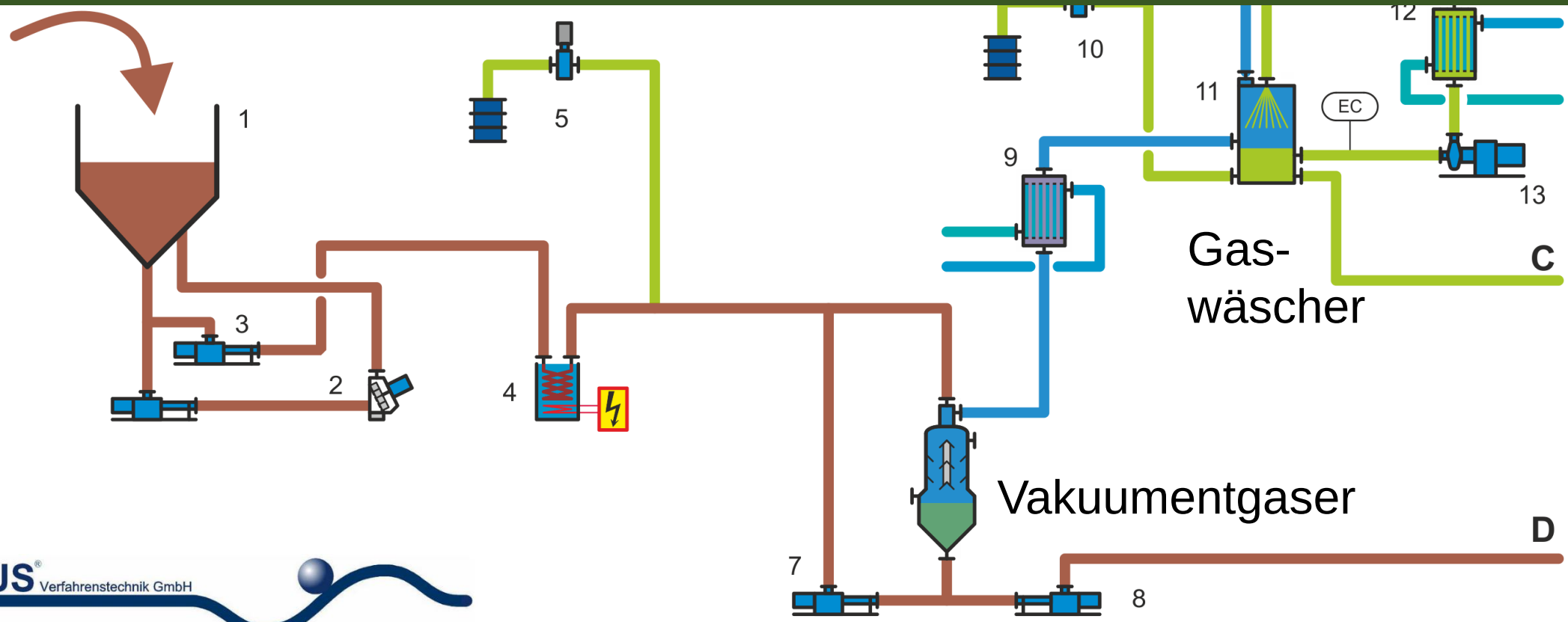
Pilotanlage zur Vakuum-Entgasung



PONDUS® Verfahrenstechnik GmbH

Pilotanlage zur Vakuum-Entgasung

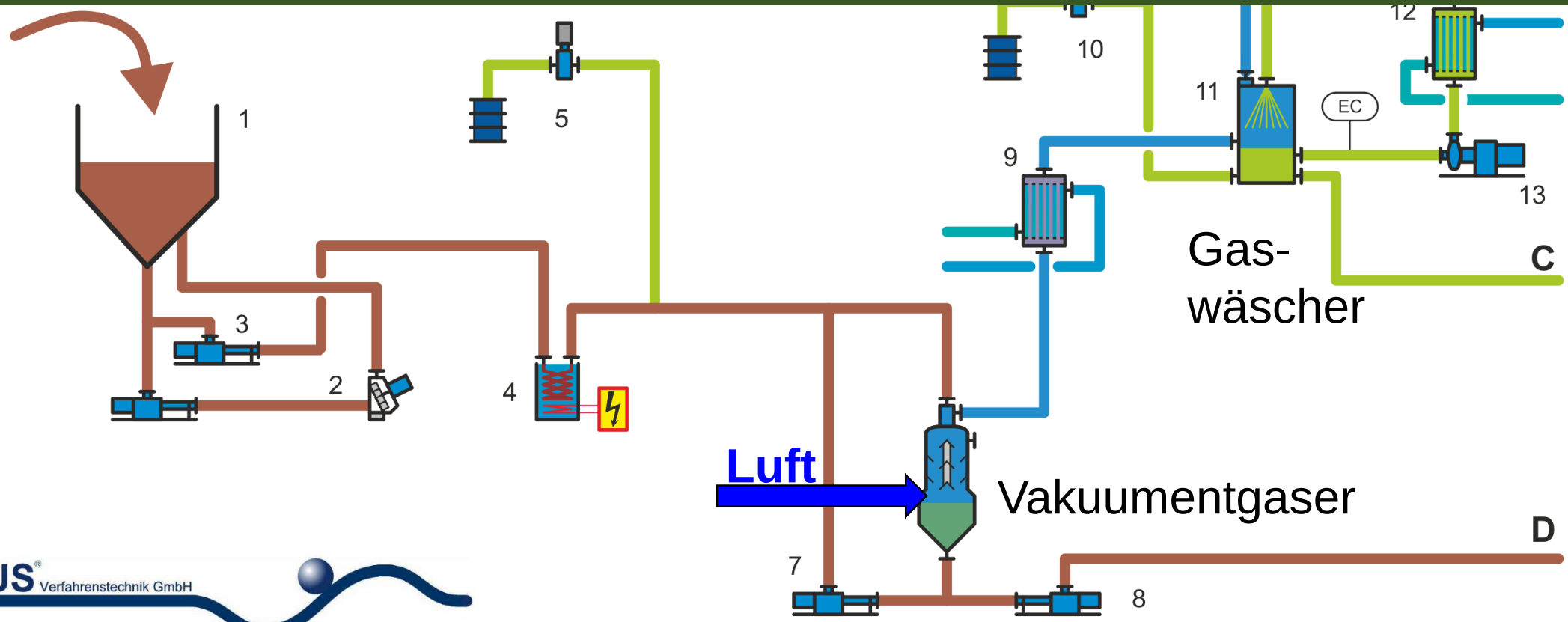
→Einfacher Versuch zur Erhöhung des NH_3-Konzentrationsgradienten: Luftzufuhr in Entgaser bei p= 190 mbar



PONDUS® Verfahrenstechnik GmbH

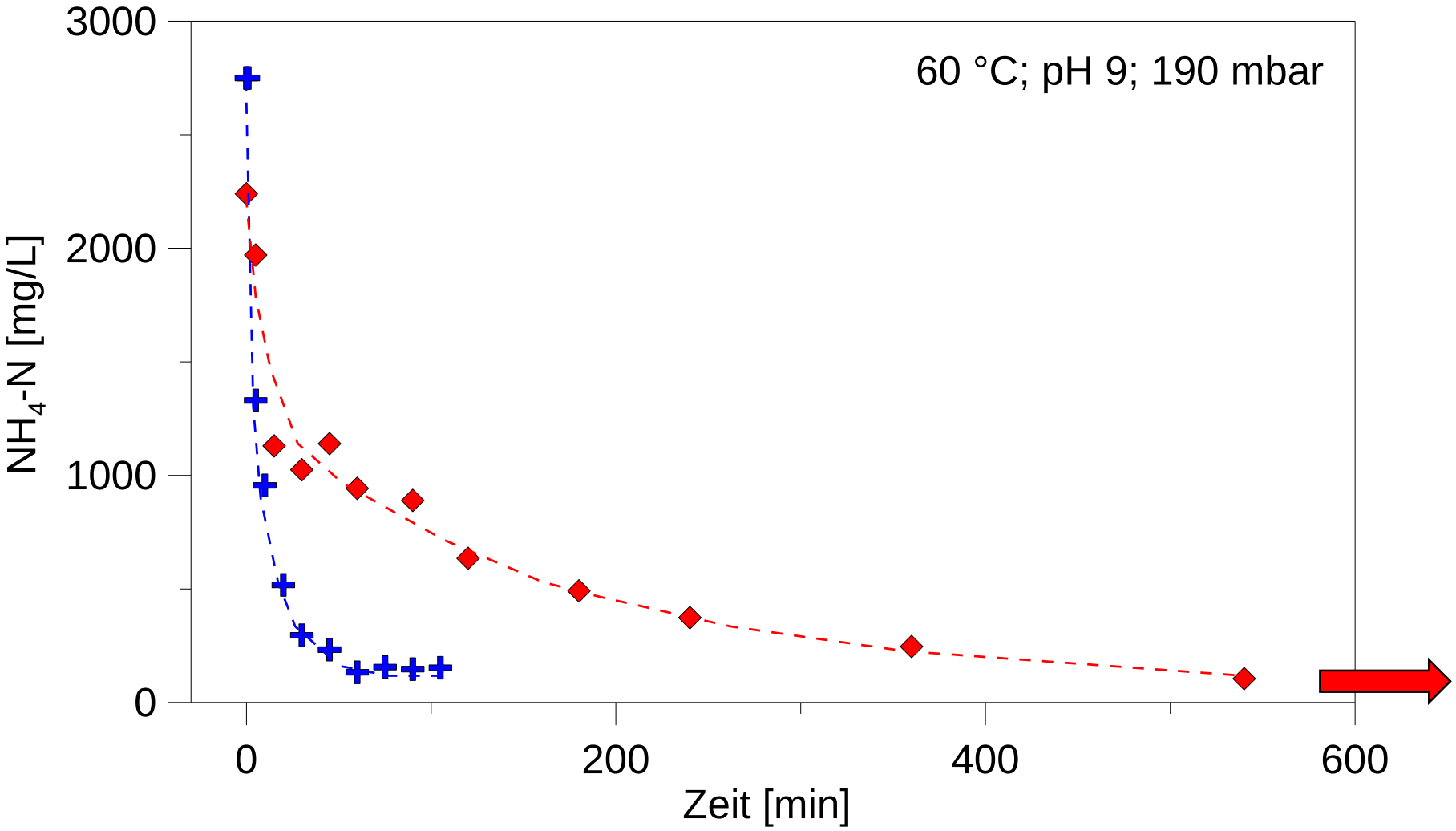
Pilotanlage zur Vakuum-Entgasung

→Einfacher Versuch zur Erhöhung des NH_3-Konzentrationsgradienten: Luftzufuhr in Entgaser bei p= 190 mbar



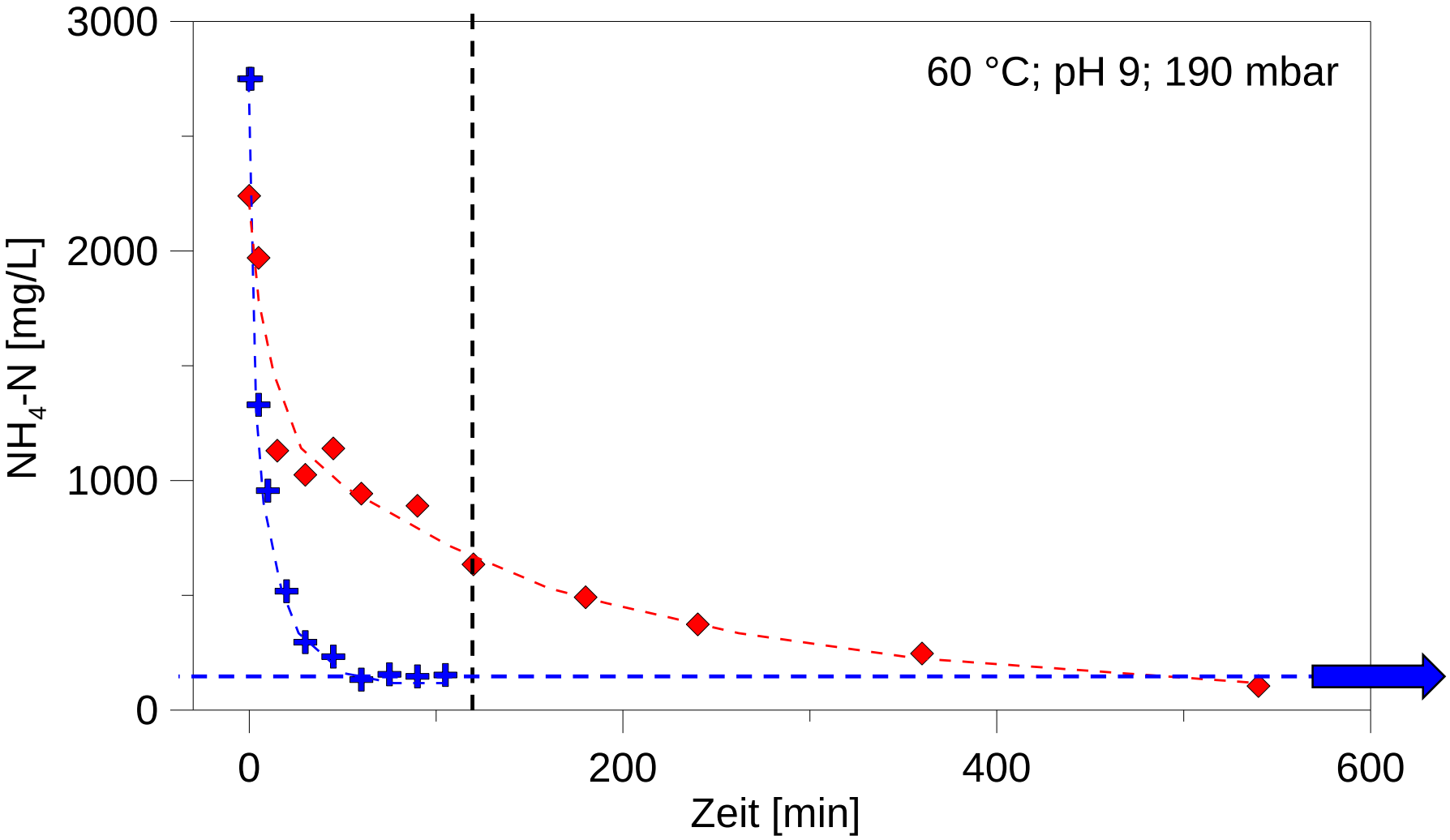
PONDUS® Verfahrenstechnik GmbH

Erste Versuche bei pH=9; T=60°C, p=190 mbar



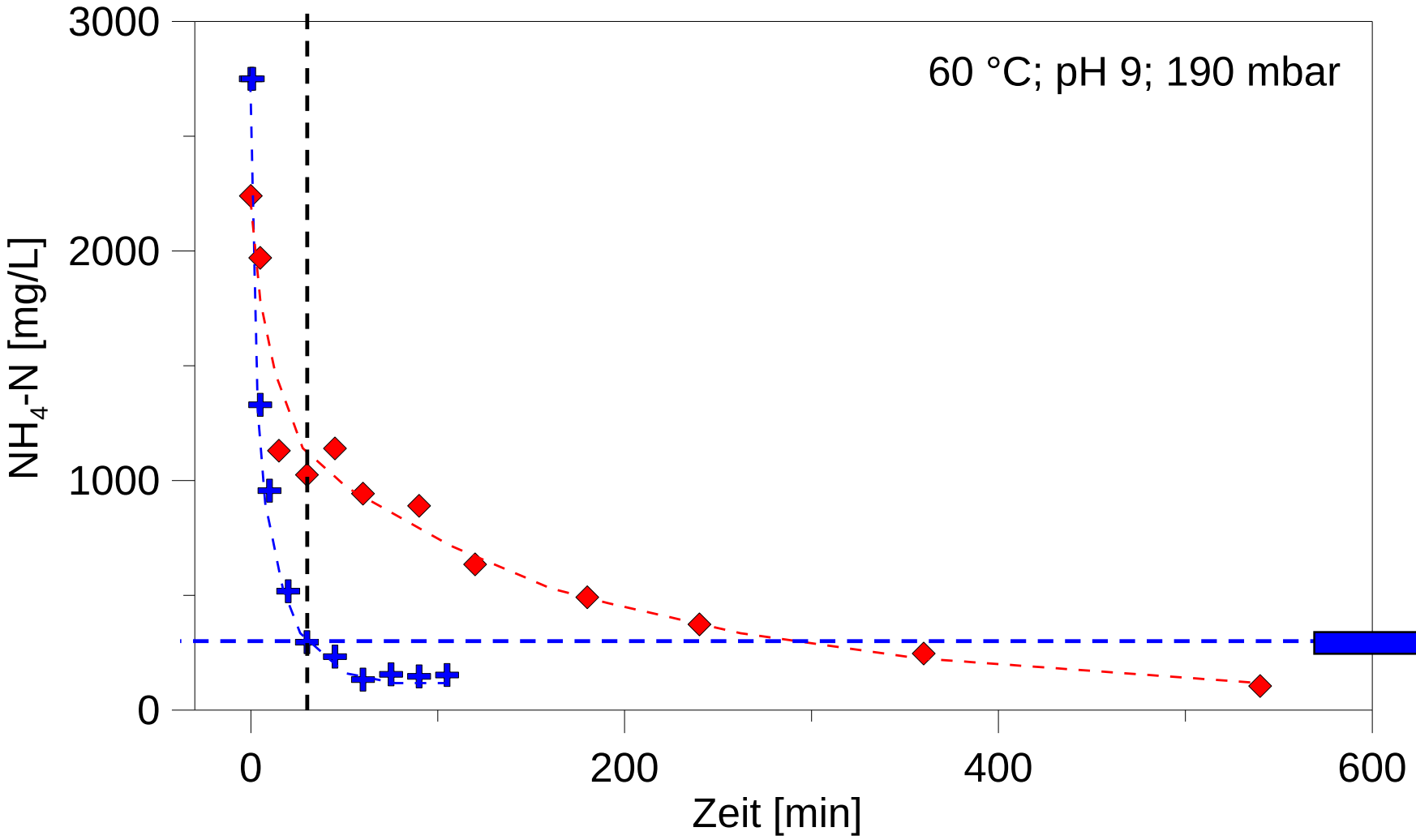
Abreicherungs-rate: 95 %

Erste Versuche bei pH=9; T=60°C, p=190 mbar



Abreicherungs-rate (t=2h): 95 %

Schnellere N-Abreicherung durch höheren NH_3-Konzentrationsgradienten zwischen flüssiger und gasförmiger Phase



Abreicherungs-rate (t=0,5h): 89 %

Zusammenfassung

- ✓ **Günstige Prozessbedingungen:** pH=9, p=190 mbar und T=60°C
- ✓ **N-Abreicherungsraten** > 90%

Nächste Schritte

- ➡ Erhöhung des NH_3-Konzentrationsgradienten: **ohne die Zufuhr von Luft**
  → Rückführung des ammoniakfreien Gases aus dem Gaswäscher
- ➡ **Neue geometrische Form des Vakuumentgasers** zur Erhöhung der Kontaktfläche zwischen gasförmiger und flüssiger Phase
- ➡ **CO_2-Strippung** vor der Natronlaugendosierung

Danke für Ihre Aufmerksamkeit