

Bern, 24. Mai 2019

Erläuternder Bericht zur Bestimmung der gesamten ungelösten Stoffe (GUS) und der gelösten Stoffe (Nährstoffe) bei Abwasser aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen

1. Ausgangslage

Im Jahr 2012/13 wurde vom Kompetenznetzwerk Lab'Eaux die Praxis der GUS-Bestimmung bei Abwasser aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen (ARA) schweizweit erfasst und im Bericht vom 23.7.2013 «GUS-Praxis in der Schweiz - Eine Evaluation in ARA- und Referenzlabors» zusammengefasst. Es zeigte sich, dass schweizweit unterschiedliche Filtertypen, unterschiedliche Filtervorbereitungen und unterschiedliche Filtrationsvolumen bei der GUS-Bestimmung auf den ARA und in den Referenzlabors verwendet werden. In der damals gültigen Gewässerschutzverordnung (GSchV) wurde die Bestimmung der GUS mittels Membranfilter (Porengrösse 0.45 µm) als Konventionsmethode verlangt. Die teilweise stark partikelhaltigen Abwässer erschwerten eine zuverlässige Bestimmung der GUS mit diesem Membranfilter, da die Poren sehr rasch verschlossen. Dadurch wurden unterschiedliche und teilweise auch sehr geringe Probenvolumen filtriert. Um dieser Problematik entgegenzuwirken verwendeten einige Labors entweder einen zusätzlichen vorgeschalteten grobporigen Membranfilter oder verwendeten anstelle der Membranfilter einen Glasfaserfilter, deren Porengrösse zwar aufgrund der Labyrinthstruktur der Glasfasern nicht genau definierbar ist. Diese verschiedenen Methoden dürften teilweise auch mitverantwortlich sein, dass die Vergleichsanalysen zwischen der Eigenkontrolle des ARA-Labors und den behördlichen Kontrolllabors teilweise grössere Abweichung beim GUS zeigten.

Lab'Eaux prüfte die Eignung von Glasfaserfilter, welche der Norm EN 872 entsprechen, für die Bestimmung der GUS für Abwasser aus kommunalen ARA hinsichtlich der Vergleichbarkeit mit Membranfilter. Durch diese Prüfung soll die Grundlage geschaffen werden, bei einer Revision der GSchV allenfalls auch die Verwendung von Glasfaserfilter explizit bei Abwasser aus kommunalen ARA zu ermöglichen. Seit der Revision der GSchV, 1.1.2016, sieht der Gesetzgeber für die Bestimmung der GUS keine Konventionsmethode mehr vor. Dies bedeutet, dass die Methode bei der Bestimmung der GUS grundsätzlich frei wählbar ist, sie muss aber Art. 48 GSchV genügen, der besagt, dass sich Untersuchungen nach anerkannten Regeln der Technik richten, wozu insbesondere entsprechende Normen des CEN (Europäisches Komitee für Normung) zählen. Die Norm EN 872, welche die Bestimmung der suspendierten Stoffe mittels Glasfaserfilter beschreibt, erfüllt die Anforderung gemäss Art. 48.

Der vorliegende Bericht versteht sich als Empfehlung für die Bestimmung der GUS bei Abwasser aus kommunalen ARA und soll zu einer harmonisierten Vorgehensweise beitragen und die Vergleichsmessungen zwischen ARA- und Referenzlabors verbessern. Die Empfehlung wird unterstützt durch das Bundesamt für Umwelt (BAFU), VSA cc ARA und durch die Fachstellen der Kantone der Schweiz.

2. Zielsetzung

Primär richtete sich die Prüfung der Glasfaserfilter auf die Bestimmung der GUS von Abwasser aus kommunalen ARA hinsichtlich der Vergleichbarkeit mit Membranfilter der Porengrösse 0.45 µm. Da in einigen Labors das Filtrat aus der GUS-Bestimmung für weitere Analysen verwendet wird, wurde zudem die Vergleichbarkeit bei den Parametern gelösten organischen Kohlenstoff (DOC), Ammonium (NH₄⁺), Nitrat (NO₃⁻), Nitrit (NO₂⁻) und Phosphat (PO₄³⁻) geprüft. Die resultierende Empfehlung sollte sowohl die Bestimmung des GUS mit Glasfaserfilter wie auch die Verwendung des Filtrats für weitere Analysen abdecken.

3. Vorgehen

Um Art 48 der GSchV einzuhalten wurden nur Glasfaserfilter in die Prüfung einbezogen, welche der Norm EN 872 entsprechen. Es wurden 6 verschiedene Fabrikate verwendet. Als erstes wurden die Filter auf die Normenkonformität geprüft. Es wurde geprüft, ob durch die Filtration von Wasser ein filterbedingter Gewichtsverlust (Auswaschung von Glasfasern) entsteht, und ob dieser für den Anwendungsbereich relevant sein kann. Die Filtrationen (fünffach-Bestimmung) wurden mit Reinstwasser und mit zwei verschiedenen Volumen durchgeführt: 150 mL und 500 mL

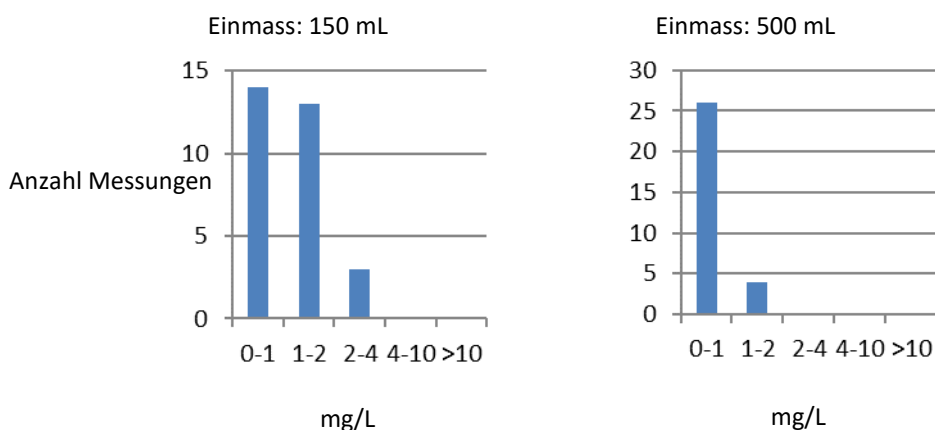
Es ist bekannt, dass bei der Filtration Stoffe - insbesondere der gelöste organische Kohlenstoff (DOC) - aus den Filtern ausgewaschen werden können (abgesehen von bereits vorgespülten Filtern). Dies wurde für die verschiedenen Glasfaserfilter mittels Filtration mit Reinstwasser mit zwei verschiedenen Volumen (150 mL und 500 mL) geprüft.

Für die Vergleichbarkeit der GUS zwischen Membran- und Glasfaserfilter wurden reale Proben aus dem Ablauf von kommunalen Abwasserreinigungsanlagen jeweils parallel mit Membran- und Glasfaserfilter filtriert. Die Analysen wurden auf mehrere Labors verteilt. Das verwendete Filtrationsvolumen (Einmass) betrug 300 mL. Insgesamt wurde der Vergleich mit 85 Proben durchgeführt. In den beiden Filtraten aller Proben wurden zudem die gelösten Stoffe wie DOC, Ammonium (NH₄⁺), Nitrat (NO₃⁻), Nitrit (NO₂⁻) und Phosphat (PO₄³⁻) gemessen und verglichen. Es ging auch darum zu prüfen, ob die nicht identische Porengrösse der Filter und nicht identische Partikelgrösse im Filtrat Messungen beeinflussen könnte, beispielsweise durch Streulicht bei fotometrischen Bestimmungen.

4. Resultate

Nachfolgend sind die Resultate der verschiedenen Prüfungen als Graphiken mit einem Kurzkomentar aufgelistet. Die Überprüfung des Gewichtsverlustes und den Blindwerten erfolgte für jeden der 6 verschiedenen Glasfaserfilter mittels fünffach-Bestimmung, d.h. pro Parameter wurden 30 Messungen durchgeführt.

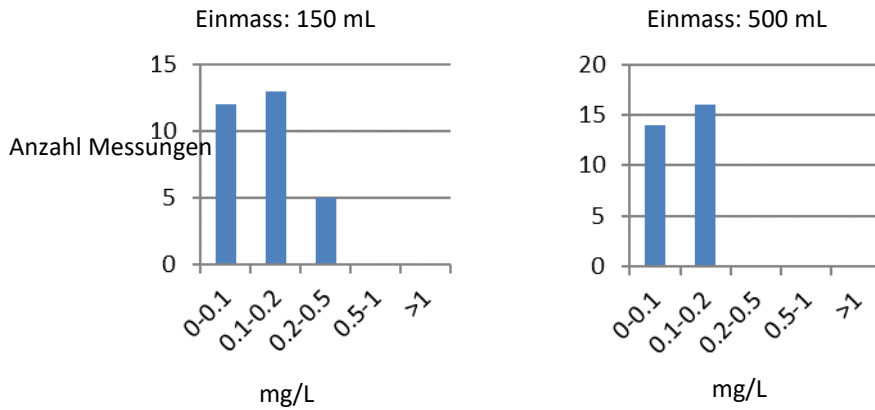
4.1 Normenkonformität, Gewichtsverlust



Bei einem Einmass von 150 mL Reinstwasser betrug der Gewichtsverlust der Glasfaserfilter in 27 der 30 Messungen weniger als 2 mg/L; bei einem Einmass von 500 mL in 26 von 30 Messungen weniger als 1 mg/L. Die Norm EN 872, welche besagt, dass bei 150 mL Einmass der Gewichtsverlust weniger als 2 mg/L betragen soll, ist mehrheitlich erfüllt. Zwischen den einzelnen Filter-Produkten gab es keine grossen Unterschiede.

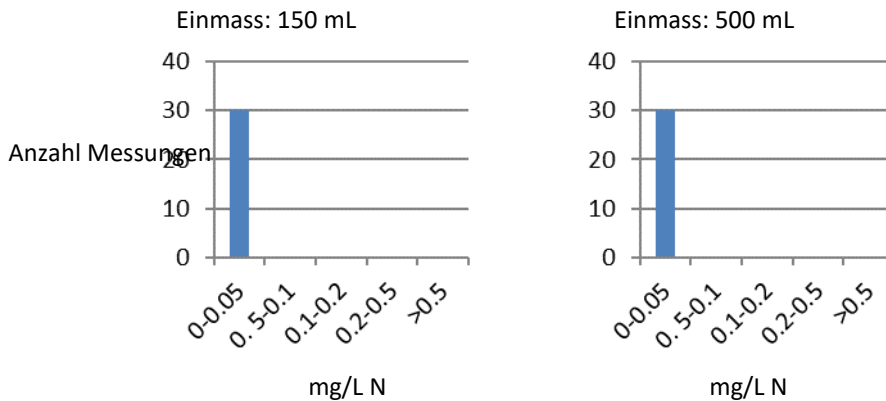
4.2 Blindwert

DOC



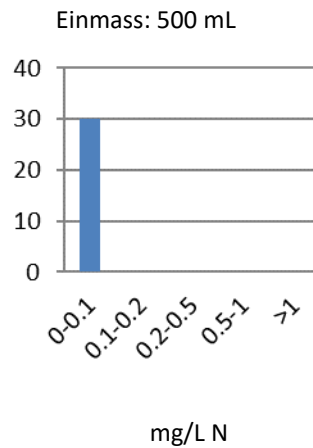
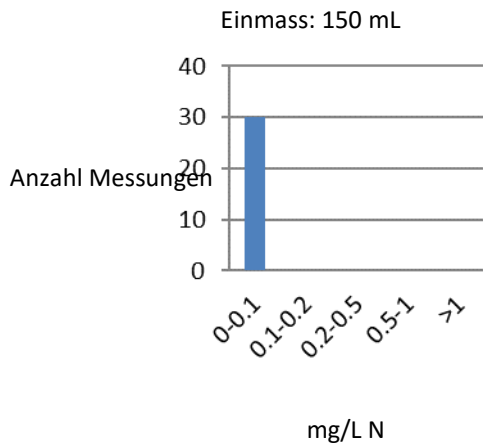
Bei einem Einmass von 150 mL Reinstwasser betragen die resultierenden DOC-Konzentrationen nach der Filtration mittels Glasfaserfilter bis 0.5 mg/L; bei einem Einmass von 500 mL bis 0.2 mg/L. Je grösser das Einmass, desto geringer wirkt sich der ausgewaschene DOC auf die Konzentration der Probe aus. Um diesen Eintrag in die Probe zu vermeiden, sind die Filter mit mindestens 50 mL vorzuspülen.

Ammonium



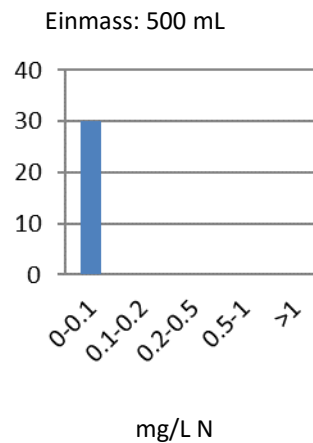
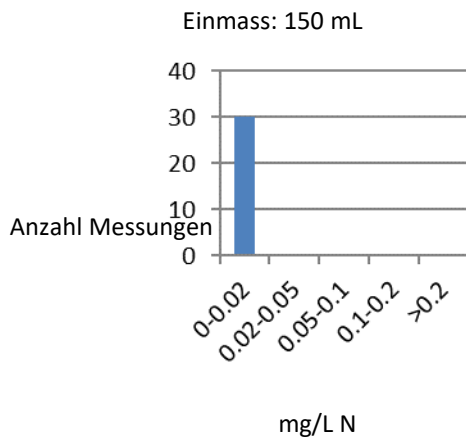
Aus den Glasfaserfiltern konnte sowohl bei einem Einmass von 150 mL wie auch von 500 mL kein allfällig ausgewaschenes Ammonium in einer Konzentration >0.05 mg/L N nachgewiesen werden.

Nitrat



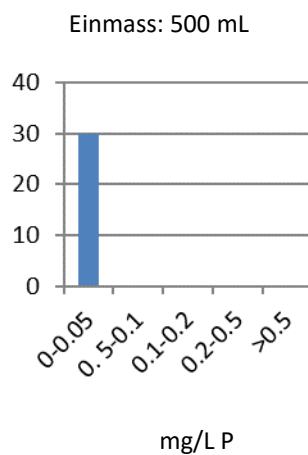
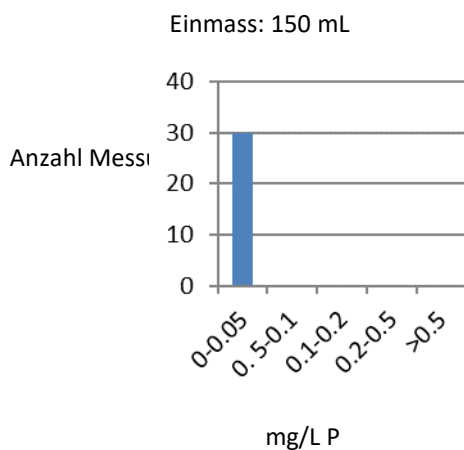
Aus den Glasfaserfiltern konnte sowohl bei einem Einmass von 150 mL wie auch von 500 mL kein allfällig ausgewaschenes Nitrat in einer Konzentration >0.1 mg/L N nachgewiesen werden.

Nitrit



Aus den Glasfaserfiltern konnte sowohl bei einem Einmass von 150 mL wie auch von 500 mL kein allfällig ausgewaschenes Nitrit in einer Konzentration >0.02 mg/L N nachgewiesen werden.

Phosphat

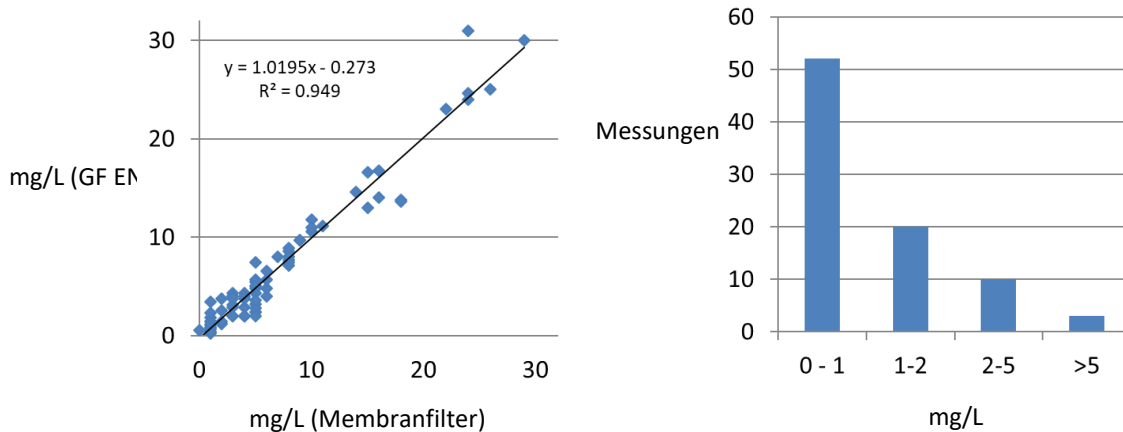


Aus den Glasfaserfiltern konnte sowohl bei einem Einmass von 150 mL wie auch von 500 mL kein allfällig ausgewaschenes Phosphat in einer Konzentration >0.05 mg/L P nachgewiesen werden.

4.3 Vergleichsmessungen

Die Vergleichsmessungen mit realen Proben aus dem Ablauf kommunaler ARA basierten auf der parallelen Filtration der Proben einerseits mit einem Membranfilter, Porengrösse 0.45 µm und andererseits mit einem Glasfaserfilter der Norm EN 872. Das Filtrationsvolumen betrug jeweils 300 mL und die Filter wurden mit mind. 50 mL vorgespült. Insgesamt wurde der Vergleich mit 85 ARA in verschiedenen Labors durchgeführt, wobei nicht alle Labors alle Parameter routinemässig bei ARA-Proben messen.

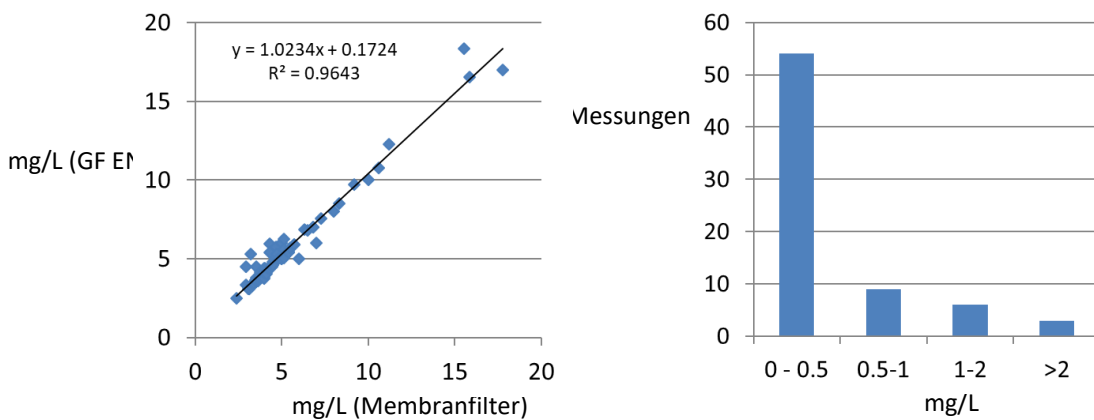
GUS



Die wenigen Werte über 50 mg/L wurden nicht dargestellt.

Die meisten Vergleichsmessungen bezüglich der GUS wiesen eine Differenz von 2 mg/L und weniger auf. Wird das Beurteilungskriterium der "Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 35" des Bundes von "5 mg/L + 10%" der Referenzmessung (entspricht hier der Messung mit dem Membranfilter) angewendet, erfüllen dieses nur 2 Vergleichsmessungen nicht. Etwa 90 % der Vergleichswerte würden sogar ein strengeres Kriterium von "2 mg/L + 10%" erfüllen. Zudem liegt keine systematische Abweichung vor (Steigung der Trendlinie nahe bei 1.00). Die Vergleichbarkeit hinsichtlich der GUS ist somit gegeben.

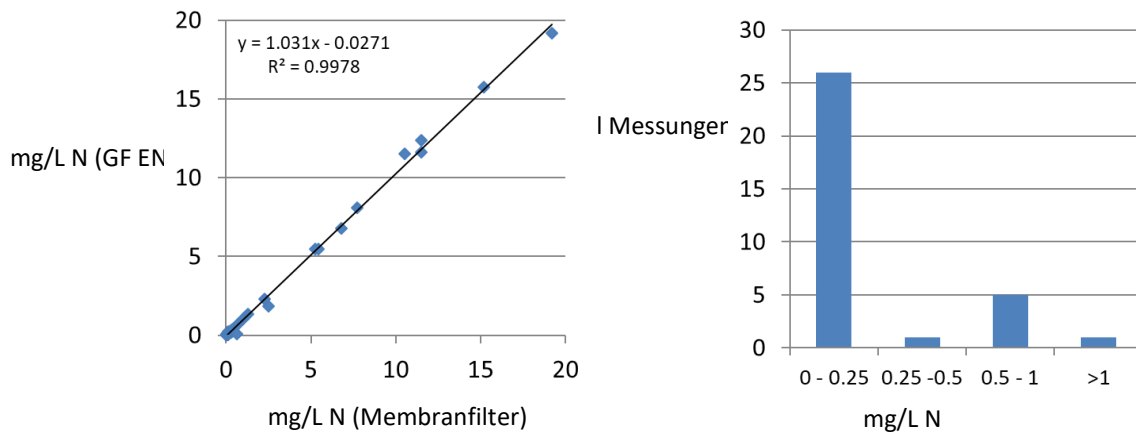
DOC



Die wenigen Werte über 20 mg/L wurden nicht dargestellt.

Die meisten Vergleichsmessungen bezüglich des DOC wiesen eine Differenz von 2 mg/L und weniger auf, der Grossteil sogar weniger als 0.5 mg/L. Wird das Beurteilungskriterium der "Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 35" des Bundes von "2 mg/L + 10%" der Referenzmessung (entspricht hier der Messung mit dem Membranfilter) angewendet, erfüllt dieses nur 1 Vergleichsmessung nicht. Bis auf diese eine Vergleichsmessung würden sämtliche Vergleichsmessungen sogar ein strengeres Kriterium von "1 mg/L + 10%" erfüllen. Zudem liegt keine systematische Abweichung vor (Steigung der Trendlinie nahe bei 1.00). Die Vergleichbarkeit hinsichtlich des DOC ist somit gegeben.

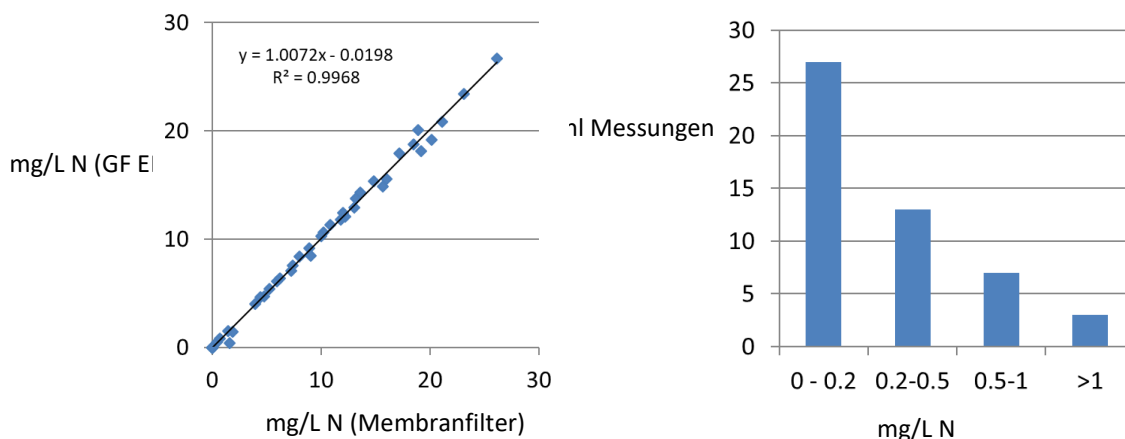
Ammonium



Die wenigen Werte über 20 mg/L N wurden nicht dargestellt.

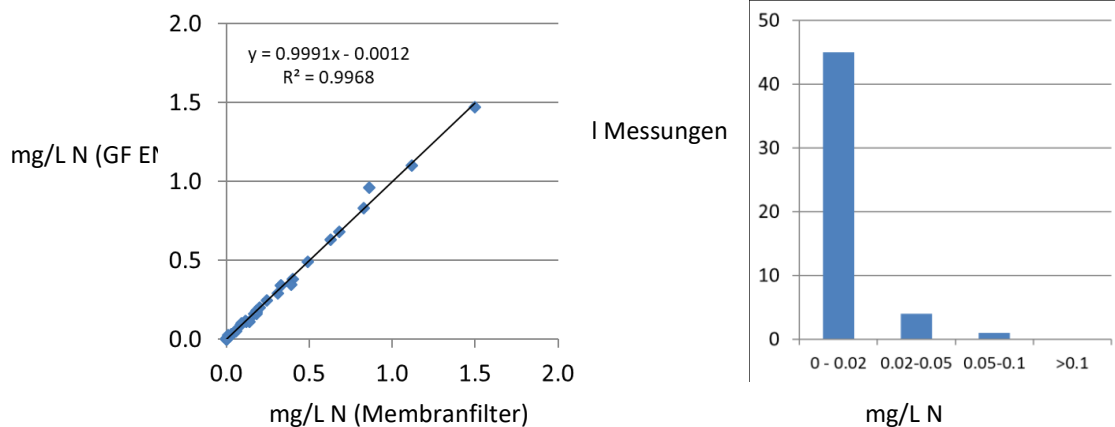
Die meisten Vergleichsmessungen bezüglich des Ammoniums wiesen eine Differenz von 0.25 mg/L N und weniger auf. Wird das Beurteilungskriterium der "Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 35" des Bundes von "0.3 mg/L N + 10%" der Referenzmessung (entspricht hier der Messung mit dem Membranfilter) angewendet, erfüllen dieses nur 2 Vergleichsmessungen nicht. Zudem liegt keine systematische Abweichung vor (Steigung der Trendlinie nahe bei 1.00). Die Vergleichbarkeit hinsichtlich des Ammoniums ist somit gegeben.

Nitrat



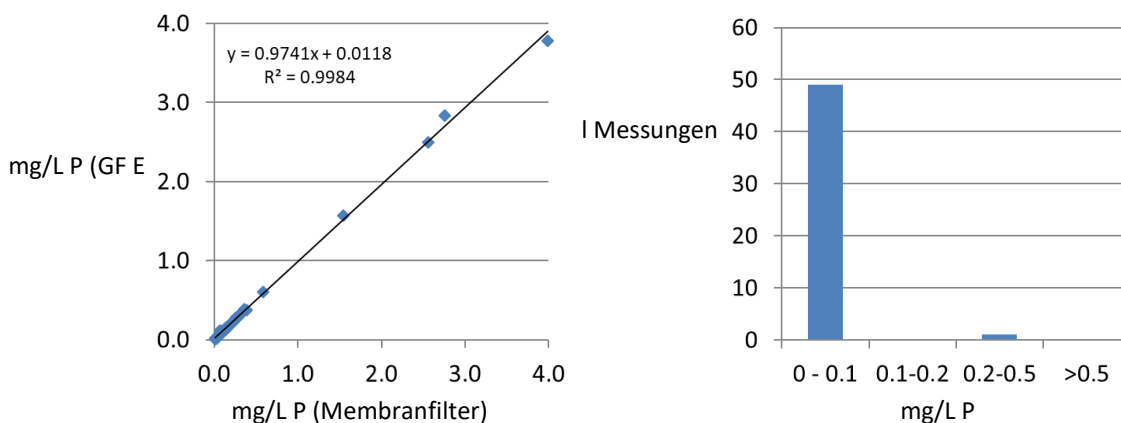
Die meisten Vergleichsmessungen bezüglich des Nitrats wiesen eine Differenz von 1 mg/L N und weniger auf. Wird das Beurteilungskriterium der "Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 35" des Bundes des Gesamtstickstoffs von "0.5 mg/L N + 10%" der Referenzmessung (entspricht hier der Messung mit dem Membranfilter) hier für Nitrat angewendet, erfüllt dieses nur 1 Vergleichsmessung nicht. Zudem liegt keine systematische Abweichung vor (Steigung der Trendlinie nahe bei 1.00). Bis auf 3 Vergleichswerte im tiefen Bereich erfüllen alle Vergleichsmessungen bereits das relative Kriterium. Die Vergleichbarkeit hinsichtlich des Nitrats ist somit gegeben.

Nitrit



Die meisten Vergleichsmessungen bezüglich des Nitrits wiesen eine Differenz von 0.02 mg/L N und weniger auf. Wird das Beurteilungskriterium der "Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 35" des Bundes von "0.05 mg/L N + 10%" der Referenzmessung (entspricht hier der Messung mit dem Membranfilter) angewendet, erfüllt dieses nur 1 Vergleichsmessung nicht. Zudem liegt keine systematische Abweichung vor (Steigung der Trendlinie nahe bei 1.00). Die Vergleichbarkeit hinsichtlich des Nitrits ist somit gegeben.

Phosphat



Fast alle Vergleichsmessungen bezüglich des Phosphats wiesen eine Differenz von 0.1 mg/L P und weniger auf. Wird das Beurteilungskriterium der "Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 35" des Bundes des Gesamtphosphors von "0.1 mg/L P + 10%" der Referenzmessung (entspricht hier der Messung mit dem Membranfilter) angewendet, erfüllen alle Vergleichsmessung diese Anforderung. Wird ein strengeres Kriterium von "0.05 mg/L P + 10%" angewendet, erfüllen auch alle Vergleichsmessung dieses. Zudem liegt keine systematische Abweichung vor (Steigung der Trendlinie nahe bei 1.00). Die Vergleichbarkeit hinsichtlich des Phosphats ist somit gegeben.

5. Schlussfolgerung

Die Verwendung von Glasfaserfiltern der Norm EN 872 anstelle von Membranfiltern der Porengröße 0.45 μm führt zu vergleichbaren Resultaten bei der Bestimmung der GUS in Abwasser von kommunalen ARA. Das Filtrat einer solchen behandelten Abwasserprobe kann für die Bestimmungen von gelösten Stoffen wie den DOC, Ammonium (NH_4^+), Nitrat (NO_3^-), Nitrit (NO_2^-) und Phosphat (PO_4^{3-}) verwendet werden. Die Vergleichbarkeit für die geprüften Parameter ist gegeben. Bei der Bestimmung des DOC gilt es zu beachten, dass DOC auch aus den Glasfaserfiltern ausgewaschen werden kann. Wird ein Probenvolumen von 500 mL verwendet, könnte auf ein Vorspülen der Filter verzichtet werden. Aufgrund der vorliegenden Resultate können Glasfaserfilter der Norm EN 872 vorbehaltlos für die Analytik von Abwasser aus kommunalen ARA verwendet werden.