



Gutachten

Zentralklinikum Georgsheil (ZKG)

Einleitung geklärter Klinikabwässer der geplanten Kläranlage des ZKG in den Abelitz-Moordorf-Kanal

Chemisches Gutachten im Rahmen des Fachbeitrags WRRL: Allgemeine chemisch-physikalische Parameter, flussgebietspezifische und prioritäre Schadstoffe inkl. Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik

Auftraggeber: Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband (OOWV)

Auftragnehmer: AquaEcology GmbH & Co. KG, Oldenburg

Monika Schütt, Birgit Heyden, Thomas Raabe

März 2023

Endversion 20230301

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	9
1.1 Anlass für die Gutachtenerstellung	9
1.2 Methodische Vorgehensweise	11
2 Untersuchungsraum und Monitoring	12
3 Monitoringdaten	14
3.1 Allgemeine chemisch-physikalische Parameter (ACP).....	14
3.1.1 Sondendaten	14
3.1.2 Nährstoffdaten und Salze in filtrierter Probe	17
3.1.3 BSB, Stickstoff, Phosphor, Kohlenstoff und Eisen in unfiltrierter Probe	20
3.2 Schadstoffe	22
3.3 Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik.....	23
4 Mischungsberechnungen	28
4.1 Allgemeine chemisch-physikalische Parameter (ACP).....	30
4.2 Schadstoffe	35
5 Rückrechnungen auf Maximalkonzentrationen	38
5.1 Schadstoffe	39
5.2 Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik.....	43
6 AOX und Röntgenkontrastmittel	47
7 Zusammenfassende Bewertung	48
8 Schlussfolgerungen	50
9 Literatur	52
10 Anhang	53

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Lage der geplanten Kläranlage des Zentralklinikums Georgsheil (KA ZKG) sowie des Einleitungspunktes P1 in den Abelitz-Moordorf-Kanal (modifiziert nach Büro Weber Ingenieure 2022).....	10
Abbildung 2:	Untersuchungsraum bezüglich der neu geplanten Einleitungen des zu errichtenden ZKG mit Einleitstelle (violetter Punkt P1) und den Monitoring-Messstellen 1 bis 4 (rot) (modifiziert nach BioConsult 2021).....	12
Abbildung 3:	Physikalische Sondendaten über 12 Monate für Wassertemperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, pH-Wert und Oxidationspotenzial an den Messstellen 1 (oberhalb KA UTHW), 2 (Ablauf KA UTHW), 3 (unterhalb) KA UTHW und 4 (Marscher Tief).....	16
Abbildung 4:	Chemische Analysendaten über 12 Monate für Nährstoffe und Salze aus filtrierten Proben an den Messstellen 1 (oberhalb KA UTHW), 2 (Ablauf KA UTHW), 3 (unterhalb) KA UTHW und 4 (Marscher Tief).....	18
Abbildung 5:	Chemische Analysendaten über 12 Monate für biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB), organischen Kohlenstoff (TOC), Gesamt-Phosphor und -Stickstoff sowie Eisen aus unfiltrierten Proben an den Messstellen 1 (oberhalb KA UTHW), 2 (Ablauf KA UTHW), 3 (unterhalb) KA UTHW und 4 (Marscher Tief). Der OGewV-Vorgabewert für Gesamtstickstoff von $2,8 \text{ mg l}^{-1}$ entspricht dem Jahresmittelwert für in die Nordsee mündende Flüsse, für Marschengewässer vom Typ 22 gibt es keine Vorgabe.	20
Abbildung 6:	Messwerte ausgewählter Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik, Teil 1, gemessen am 21.09.2021 an Stationen 1 bis 4 (BG – Bestimmungsgrenze, n.n. – nicht nachweisbar)	26
Abbildung 7:	Messwerte ausgewählter Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik, Teil 2, gemessen am 21.09.2021 an Stationen 1 bis 4 (BG – Bestimmungsgrenze, n.n. – nicht nachweisbar)	27
Abbildung 8:	Gemessene Jahresmittel (Szenario 1) sowie prognostizierte Konzentrationen für ACP (Teil 1) an Messstation 3 bei verschiedenen Abflussszenarien (2 bis 5) im AMK und aus KA ZKG. Der OGewV-Vorgabewert für Gesamtstickstoff von $2,8 \text{ mg l}^{-1}$ entspricht dem Jahresmittelwert für in die Nordsee	

	mündende Flüsse, für Marschengewässer vom Typ 22 gibt es keine Vorgabe.	33
Abbildung 9:	Gemessene Jahresmittel (Szenario 1) sowie prognostizierte Konzentrationen für ACP (Teil 2) an Messstation 3 bei verschiedenen Abflussszenarien (2 bis 5) im AMK und aus KA ZKG. Der OGewV-Vorgabewert für Gesamtstickstoff von 2,8 mg l ⁻¹ entspricht dem Jahresmittelwert für in die Nordsee mündende Flüsse, für Marschengewässer vom Typ 22 gibt es keine Vorgabe.	34
Abbildung 10:	Gemessene Schadstoffwerte (Szenario 1) sowie prognostizierte Konzentrationen für ausgewählte Schadstoffe an Messstation 3 bei verschiedenen Abflussszenarien (2 bis 5) im AMK und aus KA ZKG, Teil 1.....	36
Abbildung 11:	Gemessene Schadstoffwerte (Szenario 1) sowie prognostizierte Konzentrationen für ausgewählte Schadstoffe an Messstation 3 bei verschiedenen Abflussszenarien (2 bis 5) im AMK und aus KA ZKG, Teil 2.....	37
Abbildung 12:	Konzentrationen an Messstelle 3 sowie Rückrechnungskonzentrationen (Maximalwerte) für die Einleitung ausgewählter Schadstoffe nach Anhang 6 und 8 OGewV für 4 Abflussszenarien ohne Verletzung des Verschlechterungsverbots der WRRL, Teil 1, (n.n. – nicht nachweisbar)	41
Abbildung 13:	Konzentrationen an Messstelle 3 sowie Rückrechnungskonzentrationen (Maximalwerte) für die Einleitung ausgewählter Schadstoffe nach Anhang 6 und 8 OGewV für 4 Abflussszenarien ohne Verletzung des Verschlechterungsverbots der WRRL, Teil 2.....	42
Abbildung 14:	Konzentrationen an Messstelle 3 sowie Rückrechnungskonzentrationen für die Einleitung ausgewählter Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik für 4 Abflussszenarien ohne Verletzung des Verschlechterungsverbots der WRRL, Teil 1, (n.n. – nicht nachweisbar)	45
Abbildung 15:	Konzentrationen an Messstelle 3 sowie Rückrechnungskonzentrationen für die Einleitung ausgewählter Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik für 4 Abflussszenarien ohne Verletzung des Verschlechterungsverbots der WRRL, Teil 2, (n.n. – nicht nachweisbar)	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Untersuchte chemisch-physikalische (ACP) und chemische Stoffe sowie Probenahmeorte und -frequenzen in Abelitz-Moordorf-Kanal und Marscher Tief	13
Tabelle 2:	Untersuchte humanmedizinische Spurenstoffe mit Bestimmungsgrenzen	13
Tabelle 3:	Messwerte ausgewählter flussgebietsspezifischer Schadstoffe (Anlage 6 OGewV) sowie Stoffe des chemischen Zustands (Anlage 8 OGewV), gemessen an Stationen 1 bis 4 am 21.09.2021 (Messungen nach DIN von Labor Dr. Nowak/Ottersberg). Überschreitungen der UQN-Werte aus der OGewV sind rot markiert	22
Tabelle 4:	Messwerte ausgewählter Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik, Teil 1, gemessen am 21.09.2021 an Stationen 1 bis 4 (Grenzwerte: vUQN, PNEC oder NOEC). Grenzwertüberschreitungen sind rot markiert (Messungen nach DIN durch Labor Dr. Nowak/Ottersberg)	25
Tabelle 5:	Messwerte ausgewählter Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik, Teil 2, gemessen am 21.09.2021 an Stationen 1 bis 4 (Grenzwerte: vUQN, PNEC oder NOEC, bei Iomeprol und Iopromid Trinkwassergrenzwert). Grenzwertüberschreitungen sind rot markiert (Messungen nach DIN durch Labor Dr. Nowak/Ottersberg)	25
Tabelle 6:	Abflussszenarien und Volumenabflüsse an der Einleitstelle P1 (neue Einleitungsstelle KA ZKG) als Grundlage für Mischungsberechnungen und Konzentrationsrückrechnungen	28
Tabelle 7:	Monatliche Messdaten und Jahresmittelwerte für ausgewählte ACP an der Messstelle 3, Teil 1 (unterhalb KA UTHW und unterhalb geplanter KA ZKG) sowie geplante vorgegebene Einleitkonzentrationen aus KA ZGK und Vorgabeschwellenwerte aus OGewV (rot markierte Messwerte zeigen Überschreitungen der OGewV-Vorgabewerte an)	30
Tabelle 8:	Monatliche Messdaten und Jahresmittelwerte für ausgewählte ACP an der Messstelle 3, Teil 2 (unterhalb KA UTHW und unterhalb geplanter KA ZKG) sowie geplante vorgegebene Einleitkonzentrationen für KA ZGK (abgeleitet aus KA UTHW) und Vorgabeschwellenwerte aus OGewV (rot markierte Messwerte zeigen Überschreitungen der OGewV-Vorgabewerte an)	31

Tabelle 9:	Gemessene Jahresmittel sowie prognostizierte Konzentrationen für ACP an Messstation 3 bei verschiedenen Abflussszenarien im AMK und aus KA ZKG, Teil 1 (rot markierte Messwerte zeigen Überschreitungen der OGewV-Vorgabewerte an). Der OGewV-Vorgabewert für Gesamtstickstoff von 2,8 mg l ⁻¹ entspricht dem Jahresmittelwert für in die Nordsee mündende Flüsse, für Marschengewässer vom Typ 22 gibt es keine Vorgabe.	32
Tabelle 10:	Gemessene Jahresmittel sowie prognostizierte Konzentrationen für ACP an Messstation 3 bei verschiedenen Abflussszenarien im AMK und aus KA ZKG, Teil 2 (rot markierte Messwerte zeigen Überschreitungen der OGewV-Vorgabewerte an).	32
Tabelle 11:	Gemessene Schadstoffwerte an Messstelle 3 (21.09.2021, Szenario 1) sowie prognostizierte Konzentrationen für Schadstoffe an Messstation 3 bei verschiedenen Abflussszenarien (2 bis 5) im AMK und aus KA ZKG (rot markierte Messwerte zeigen Überschreitungen der UQN-Werte aus der OGewV an). Für die Schadstoffe Anilin, Flufenacet, Metolachlor, Monolinuron und Triclosan wurden als Ausgangskonzentrationen an der Messstation 3 die halben Bestimmungsgrenzen (BG) angesetzt.....	35
Tabelle 12:	Rückrechnungsszenarien für die Einleitungskonzentrationen der Schadstoffe aus der geplanten KA ZKG, Teil 1: Rote und negative Werte zeigen an, dass die vorhandenen Konzentrationen an Messstelle 3 bereits über der UQN lagen; hier wurde als Maximalwert der Messwert von Messstelle 3 angenommen. Blaue Werte basieren auf der halben BG als Berechnungsbasis, braune Werte stehen für ein vollständig unbelastetes Gewässer, hier wurde der Maximalwert als Mittelwert aus beiden Werten berechnet.	39
Tabelle 13:	Rückrechnungsszenarien für die Einleitungskonzentrationen der Schadstoffe aus der geplanten KA ZKG, Teil 2: Rote und negative Werte zeigen an, dass die vorhandenen Konzentrationen an Messstelle 3 bereits über der UQN lagen; hier wurde als Maximalwert der Messwert von Messstelle 3 angenommen. Blaue Werte basieren auf der halben BG als Berechnungsbasis, braune Werte stehen für ein vollständig unbelastetes Gewässer, hier wurde der Maximalwert als Mittelwert aus beiden Werten berechnet.	40
Tabelle 14:	Rückrechnungsszenarien für die Einleitungskonzentrationen der Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik aus der geplanten KA ZKG, Teil 1: Rote und negative Werte zeigen	

an, dass die vorhandenen Konzentrationen an Messstelle 3 (oder die halbe BG) bereits über den vUQN-/PNEC-/NOEC-Werten lagen; hier wurde als Maximalwert der Messwert von Messstelle 3 angenommen. Blaue Werte basieren auf der halben BG als Berechnungsbasis, braune Werte stehen für ein vollständig unbelastetes Gewässer, hier wurde der Maximalwert als Mittelwert aus beiden Werten berechnet. 44

Tabelle 15: Rückrechnungsszenarien für die Einleitungskonzentrationen der Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik aus der geplanten KA ZKG, Teil 2: Rote und negative Werte zeigen an, dass die vorhandenen Konzentrationen an Messstelle 3 (oder die halbe BG) bereits über den vUQN-/PNEC-/NOEC-Werten lagen; hier wurde als Maximalwert der Messwert von Messstelle 3 angenommen. Blaue Werte basieren auf der halben BG als Berechnungsbasis, braune Werte stehen für ein vollständig unbelastetes Gewässer, hier wurde der Maximalwert als Mittelwert aus beiden Werten berechnet. 44

Tabelle 16: Monatliche Sondenmesswerte für ACP an Messstationen 1 bis 4 in AMK (1 und 3), KA UTHW (2) und MT (4) für den Zeitraum Juli 2021 bis Juni 2022 53

Tabelle 17: Monatliche Messwerte für unfiltrierte ACP-Proben an Messstationen 1 bis 4 in AMK (1 und 3), KA UTHW (2) und MT (4) für den Zeitraum Juli 2021 bis Juni 2022 54

Tabelle 18: Monatliche Messwerte für filtrierte ACP-Proben an Messstationen 1 bis 4 in in AMK (1 und 3), KA UTHW (2) und MT (4) für den Zeitraum Juli 2021 bis Juni 2022 55

Abkürzungsverzeichnis

AbwV:	Abwasserverordnung, letzte Ergänzungen 2020
ACP:	Allgemeine chemisch-physikalische Parameter: Daten aus Sondenmessungen, Nährstoff- und Salzdaten
AMK:	Abelitz-Moordorf-Kanal
KA UTHW:	Kläranlage Uthwerdum
KA ZKG:	Kläranlage des Zentralklinikum Georgsheil
MT:	Marscher Tief
MZB:	Makrozoobenthos
NOEC:	„No Observed Effect Concentration“ – Stoffkonzentration, bei der keine Effekte auf Organismen beobachtet werden
OGewV:	Oberflächengewässerverordnung (2016)
P1:	geplante Einleitstelle der KA ZKG
PNEC:	„Predicted No Effect Concentration“ – Modellierter Stoffkonzentration, bei der keine Effekte auf Organismen prognostiziert werden
vUQN:	vorgeschlagene UQN-Werte seitens Europäischer Kommission für eine Erweiterung der EG-Wasserrahmenrichtlinie/ Oberflächengewässerverordnung (EU-Annexes 2022), nicht amtlich
WRRL:	EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000)
ZKG:	Zentralklinikum Georgsheil

1 Einführung

1.1 Anlass für die Gutachtenerstellung

Die kommunale Trägergesellschaft Kliniken Aurich-Emden-Norden mbH plant für die Sicherstellung der medizinischen Versorgung die Errichtung des „Zentralklinikums Georgsheil“ (ZKG) in der Gemeinde Südbrookmerland südöstlich des Ortsteils Uthwerdum. Die beiden Gebietskörperschaften (Landkreis Aurich und Stadt Emden) kommen damit ihrem Versorgungsauftrag nach. Die Inbetriebnahme des ZKG ist im Jahr 2028 geplant. Zur Inbetriebnahme ist auch eine sichere Abwasserentsorgung zu gewährleisten.

Der Oldenburgisch-Ostfriesische Wasserverband (OOWV) hat von der Gemeinde Südbrookmerland die Abwasserbeseitigungspflicht übernommen und betreibt im Ortsteil Uthwerdum die kommunale Kläranlage Uthwerdum (KA UTHW). Diese befindet sich ca. 1,5 km vom geplanten Standort des ZKG entfernt. Die KA UTHW hat weitgehend ihre Ausbaugröße erreicht und kann daher im Bestand die zusätzlichen Abwassermengen aus der ZKG nicht behandeln.

Zur Behandlung der Klinikabwässer, die zusätzlich zu den für kommunale Kläranlagen üblichen Schadstoffgehalten auch höhere Konzentrationen an Arzneimitteln und Röntgenkontrastmitteln aufweisen können, soll daher eine separate Kläranlage (KA ZKG) errichtet werden, die ausschließlich der Reinigung des im ZKG anfallenden Abwassers dient, wobei eine vollständige Entkopplung von Schmutz- und Niederschlagswasser erfolgt. Die KA ZKG soll in unmittelbarer Nähe zur KA UTHW auf einem Teil des jetzigen Bauhofs errichtet werden. Dem noch einzureichenden Antrag auf wasserrechtliche Genehmigung / Erlaubnis sollen nach Angabe von Weber-Ingenieure (2023) Unterlagen (Bericht und Pläne) beigefügt werden, aus welchen weitere technische Details zum Vorhaben entnommen werden können.

Geplant ist bei der neuen Anlage die Einrichtung einer 4. Reinigungsstufe. Vorgehen ist dazu nach aktuellem Planungsstand eine Kombination aus UV-Anlage und granulierter Aktivkohle (GAK-Filter). Die Sauerstoffkonzentration im Ablauf wird dann von der biologischen Aktivität im GAK-Filter abhängen. Inwiefern biologische Prozesse im GAK-Filter auftreten, kann aufgrund der zahlreichen einflussnehmenden Parameter und der noch nicht genauer bekannten Abwasserzusammensetzung erst nach Inbetriebnahme festgestellt werden. Falls die Sauerstoffkonzentrationen im Ablauf nicht den Anforderungen der Oberflächengewässerverordnung entsprechen, soll ein Sauerstoffeintrag erfolgen, z. B. über eine Nachbelüftung oder Überfallkaskade (Weber-Ingenieure 2023).

Die geklärten Abwässer sollen über eine Druckrohrleitung an einer separaten Einleitungsstelle (P1) in den Abelitz-Moordorfkanal (AMK) südwestlich der KA UTHW

eingeleitet werden. Die nachfolgende Abbildung 1 zeigt die geplante Lage der Kläranlage und des Einleitpunktes P1:



Abbildung 1: Lage der geplanten Kläranlage des Zentralklinikums Georgsheil (KA ZKG) sowie des Einleitungspunktes P1 in den Abelitz-Moordorf-Kanal (modifiziert nach Büro Weber Ingenieure 2022)

Die Aufgabe eines Fachbeitrags gemäß WRRL bzw. Wasserhaushaltsgesetz (WHG) ist die Identifizierung und Beschreibung der betroffenen Wasserkörper (Grundwasser und Oberflächengewässer). Der vorliegende Fachbeitrag bezieht sich auf die Oberflächengewässer. In der Abstimmung zum Untersuchungsumfang wurde hinsichtlich der Bearbeitung der WRRL-relevanten Grundwasserkörper mit den Genehmigungs- und Fachbehörden vorab vereinbart, dass die Grundlagen für den Fachbeitrag Grundwassergefährdung für eine Übertragung der Ergebnisse auf den gesamten Grundwasserkörper ausreichen. Eine Beurteilung der vorhabenbedingten Auswirkungen auf die Grundwasserkörper wird daher im Grundwassergefährdungsfachbeitrag (OÖVV 2022) vorgenommen und im vorliegenden Bericht nicht weiter aufgenommen.

Die gewässerökologische Beschreibung und Bewertung der relevanten Qualitätskomponenten erfolgt unter Berücksichtigung aktueller Untersuchungsergebnisse und dient der Beurteilung der vorhabenbedingten Auswirkungen auf den ökologischen Zustand bzw. das Potenzial und den chemischen Zustand der betroffenen Gewässer. Maßgeblich ist dabei die Beantwortung der Frage, ob das Vorhaben eine nicht zulässige Verschlechterung im Sinne der WRRL bedingen oder dem Zielerreichungsgebot entgegenstehen könnte. Vor diesem Hintergrund werden die Auswirkungen der geplanten Einleitung geklärter Abwässer aus dem Zentralklinikum in den Abelitz-Moordorfkanal bewertet.

1.2 Methodische Vorgehensweise

Für die neue Kläranlage des ZKG muss eine wasserrechtliche Erlaubnis beantragt werden. Voraussetzung für die Erteilung einer solchen ist das Vorliegen eines entsprechenden gewässerkundlichen Fachbeitrags nach den Vorgaben der Wasser-Rahmenrichtlinie (WRRL 2000) sowie der gültigen Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016).

Im vorliegenden chemischen Fachbeitrag wird zunächst die Ist-Situation im Abelitz-Moordorf-Kanal (AMK) und im Marscher Tief (MT) dargestellt. Grundlage waren Messungen von physikalisch-chemischen und chemischen Parametern, die in den Jahren 2021/2022 entsprechend eines mit den Genehmigungs- und Fachbehörden abgestimmten Untersuchungsumfangs analysiert wurden und in den folgenden Kapiteln beschrieben werden.

Auf Basis der Angaben des für die Errichtung des ZKG zuständigen Trägers sowie des Ingenieurbüros Weber (Weber Ingenieure 2022), das mit der Konstruktion und Auslegung der neuen Kläranlage befasst ist, wurden in einem weiteren Schritt aus den einzutragenden Stoffmengen und Abflussvolumina verschiedene Mischungsszenarien für den Abelitz-Moordorf-Kanal durchgerechnet. Die zugehörigen Abflussdaten dazu wurden vom Büro MathejaConsult (2022) berechnet. Die Daten aus den Mischungsberechnungen stellten dann die Grundlage für eine Berechnung der möglichen Konzentrationen für die verschiedenen Stoffe in dem Abelitz-Moordorf-Kanal und dem nachfolgenden Marscher Tief nach Inbetriebnahme der neuen Kläranlage dar. Die Ergebnisse werden ebenfalls in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt.

Zusätzlich wurden für verschiedene Schadstoffe und ausgewählte Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik Rückrechnungen ausgeführt, um zu ermitteln, welche zusätzlichen Stofffrachten über die neue Kläranlage zusätzlich zu den bestehenden Belastungen eingeleitet werden können, ohne gegen die Vorgaben der WRRL (Verschlechterungsverbot, Verbesserungsgebot) zu verstoßen.

2 Untersuchungsraum und Monitoring

Die nachfolgende Abbildung 2 gibt einen Überblick über den Untersuchungsraum, der für eine Darstellung der bestehenden Einleitungsverhältnisse sowie für eine Bewertung der künftigen Einleitungen aus der KA ZKG relevant ist. Bei dem hauptsächlich betroffenen Gewässer handelt es sich um den Abelitz-Moordorf-Kanal, der südwestlich fließt und nach 14 km die Abelitz erreicht. Aus diesem System zweigt das Marscher Tief ab. Über die hydrologischen Verhältnisse gibt das Gutachten des Büros MathejaConsult (2022) weitere Informationen. Da durch die Einleitungen eine Beeinflussung durch Stofftransporte im weiteren Gewässerverlauf nicht auszuschließen ist, wurde auch das Marscher Tief beprobt.

Bei den in Abbildung 2 dargestellten Messstationen handelt es sich um eine Messstation stromaufwärts der KA Uthwerdum (Station 1), einen Messpunkt im direkten Ablauf der KA Uthwerdum (Station 2), eine Messstation unterhalb der KA-Einleitungen (Station 3) sowie eine weiter entfernte Messstation (Station 4), die im Marscher Tief vor der Einmündung in das Große Meer liegt.

Im Zuge eines einjährigen Monitorings wurden die Messstationen 1 bis 4 von Juli 2021 bis Juni 2022 monatlich auf die allgemeinen chemisch-physikalischen Parameter (ACP) beprobt.

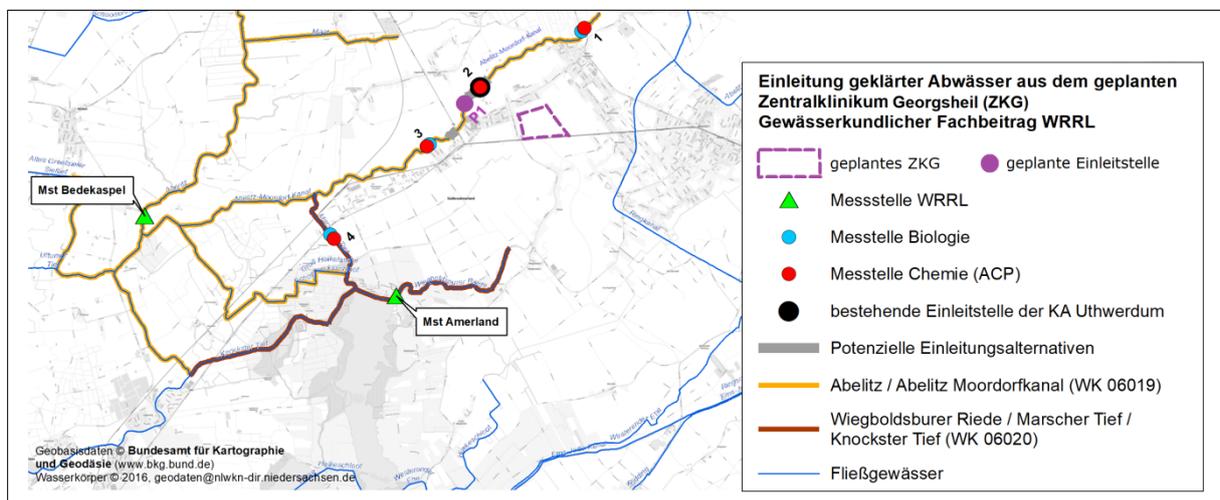


Abbildung 2: Untersuchungsraum bezüglich der neu geplanten Einleitungen des zu errichtenden ZKG mit Einleitstelle (violetter Punkt P1) und den Monitoring-Messstellen 1 bis 4 (rot) (modifiziert nach BioConsult 2021)

Außerdem fand am 21.09.2021 eine einmalige Beprobung aller 4 Messstellen für eine Analyse auf Schadstoffe gemäß Anlagen 6 und 8 OGeWV (2016) sowie einer Auswahl von Spurenstoffen aus Humanmedizin und Diagnostik statt, deren Vorkommen in den Abwässern der neuen Kläranlage vermutet werden kann.

Die nachfolgenden Tabellen geben einen Überblick über die durchgeführten Messungen:

Tabelle 1: Untersuchte chemisch-physikalische (ACP) und chemische Stoffe sowie Probenahmeorte und -frequenzen in Abelitz-Moordorf-Kanal und Marscher Tief

Komponente	Messorte	Messfrequenz	Parameter
ACP (Anlage 3 OGeW)	Stationen 1 bis 4	Monatlich: Juli 2021 bis Juni 2022	Temperatur Salzgehalt Sauerstoffgehalt pH-Wert Nitrat, Nitrit, Ammonium Phosphat Chlorid, Sulfat
Flussgebietspezifische Schadstoffe (Anlage 6 OGeW)	Stationen 1 bis 4	Einmalig am 21.09.2021	Schadstoffe laut Anlage 6
Prioritäre Schadstoffe (Anlage 8 OGeW)	Stationen 1 bis 4	Einmalig am 21.09.2021	Schadstoffe laut Anlage 8
Spurenstoffe aus Hu- manmedizin/Diagnostik	Stationen 1 bis 4	Einmalig am 21.09.2021	Auswahl laut nachfolgender Liste

Tabelle 2: Untersuchte humanmedizinische Spurenstoffe mit Bestimmungsgrenzen

Wirkstoff	Wirkstoffgruppe	Bestimmungsgrenze [µg l ⁻¹]
Azithromycin	Antibiotikum	0,050
Diclofenac	Analgetikum	0,025
Carbamazepin	Antiepileptikum	0,030
Sulfamethoxazol	Antibiotikum	0,030
Clarithromycin	Antibiotikum	0,050
Erythromycin	Antibiotikum	0,050
Trimethoprim	Antibiotikum	0,001
Clotrimazol	Antimykotikum	0,020
Fluconazol	Antimykotikum	0,020
Miconazol	Antimykotikum	0,020
Venlafaxin	Antidepressivum	0,050
Amidotrizoesäure	Röntgenkontrastmittel (RKM)	0,050
Iomeprol	Röntgenkontrastmittel (RKM)	0,050
Iopromid	Röntgenkontrastmittel (RKM)	0,050
AOX	RKM als AOX gemessen	
Ethinyl-Estradiol	Antirezeptivum/ Hormon	0,025

Alle Analysen wurden durch das zertifizierte Labor Institut Dr. Nowak in Ottersberg durchgeführt.

3 Monitoringdaten

Von Juli 2021 bis Juni 2022 wurden verschiedene Messungen im Rahmen eines Monitorings durchgeführt. Diese Messungen umfassten die Parameter ACP, Schadstoffe und Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik. Eine Übersicht wurde bereits in Tabelle 1 gegeben. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Messungen kurz dargestellt.

3.1 Allgemeine chemisch-physikalische Parameter (ACP)

Von Juli 2021 bis Juni 2022 wurden monatlich an den Stationen 1,3 und 4 sowie im Ablauf der KA UTHW (Station 2) eine Auswahl an allgemeinen chemisch-physikalischen Parametern (ACP) gemessen. Die Ergebnisse basierten zum einen auf In-situ-Sondenmessungen, zum anderen wurden die Nährstoffe und Salze Chlorid und Sulfat als Wasserproben genommen und anschließend im Labor analysiert.

3.1.1 Sondendaten

Die nachfolgende Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse monatlicher Messungen verschiedener physikalischer Parameter an den Messstationen 1 bis 4 über den Verlauf eines Jahres. Diese Messungen umfassten die Parameter Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoffgehalt, pH-Werte sowie das Redoxpotenzial (ORP). Dabei waren die Messungen an der Messstation 2 ausschließlich direkte Untersuchungen im Ablauf der KA UTHW, während die Stationen 1, 3 und 4 den eigentlichen Gewässerverlauf repräsentierten.

Die nachfolgende Abbildung 3 zeigt für die Wassertemperaturen und die Sauerstoffgehalte im Abelitz-Moordorf-Kanal und auch im Marscher Tief einen jahrestypischen Verlauf: Hohe Wassertemperaturen von $> 20\text{ °C}$ und niedrigere Sauerstoffkonzentrationen von teilweise $< 4\text{ mg l}^{-1}$ im Sommer und niedrige Temperaturen von $< 6\text{ °C}$ und hohe Sauerstoffgehalte von $> 10\text{ mg l}^{-1}$ im Winter und Frühjahr. Die Einleitungen der KA UTHW (Messstation 2) zeigten im Winter um bis zu 5 °C höhere Temperaturen als der Abelitz-Moordorf-Kanal. Diese Temperaturen haben offensichtlich keinen Einfluss auf das nachgeschaltete Oberflächengewässer. Das wurde insbesondere in den Wintermonaten deutlich, in den denen sowohl die Messstation 1 als auch die Messstation 3 häufig gleiche oder höhere Werte verglichen mit dem Ablauf (Messstation 2) aufwiesen (Abbildung 3). Die Sauerstoffgehalte waren im Ablauf der KA UTHW bei leichten Schwankungen mit um die 6 mg l^{-1} über 12 Monate relativ stabil.

Die Salzgehalte im Abelitz-Moordorf-Kanal und im Marscher Tief waren mit 0,20 bis 0,30 (einheitenlos) abhängig von Sielaktivitäten, zeigten aber keine großen Schwankungen. Im Ablauf der KA UTHW waren die Salzgehalte im Durchschnitt 0,15 bis 0,20 höher als im Gewässer und variierten zwischen 0,35 und 0,40. Ein

signifikanter Einfluss der KA UTHW auf die Salzgehalte der nachfolgenden Messstelle 3 konnte nicht beobachtet werden.

Über den Gesamtzeitraum lagen die pH-Werte zwischen 6,5 und 7 und erreichten nur im Sommer im Marscher Tief (Messstelle 4) Werte zwischen 7 und 8. Hier waren neben den sommerlichen biologischen Aktivitäten auch ein stärkerer mariner Einfluss im Marscher Tief zu sehen. Bis auf wenige Ausnahmen waren die pH-Werte damit in dem von der OGewV vorgegebenen Intervall von 6,5 bis 8,5

Das Redoxpotenzial (ORP) ist ein Maß für die oxidierenden Substanzen im Wasser. Es erreichte im Gewässersystem minimale Werte von um 80 mV im Winter und maximale Werte von > 150 mV im Herbst. Auch hier waren die Werte im Ablauf der KA UTHW im Mittel um etwa 20 mV erhöht.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die ACP-Sondendaten über den Jahresverlauf für alle Parameter und für alle Messstellen ein konsistentes Verhalten zeigten. Die Vorgabewerte der OGewV für das gute ökologische Potenzial wurden bis auf wenige Ausnahmen bei einigen Sauerstoffgehalten (nur Oberflächengewässer) und pH-Werten (KA UTHW) eingehalten.

Eine tabellarische Übersicht über alle Sondenmessdaten findet sich in Tabelle 16 im Anhang.

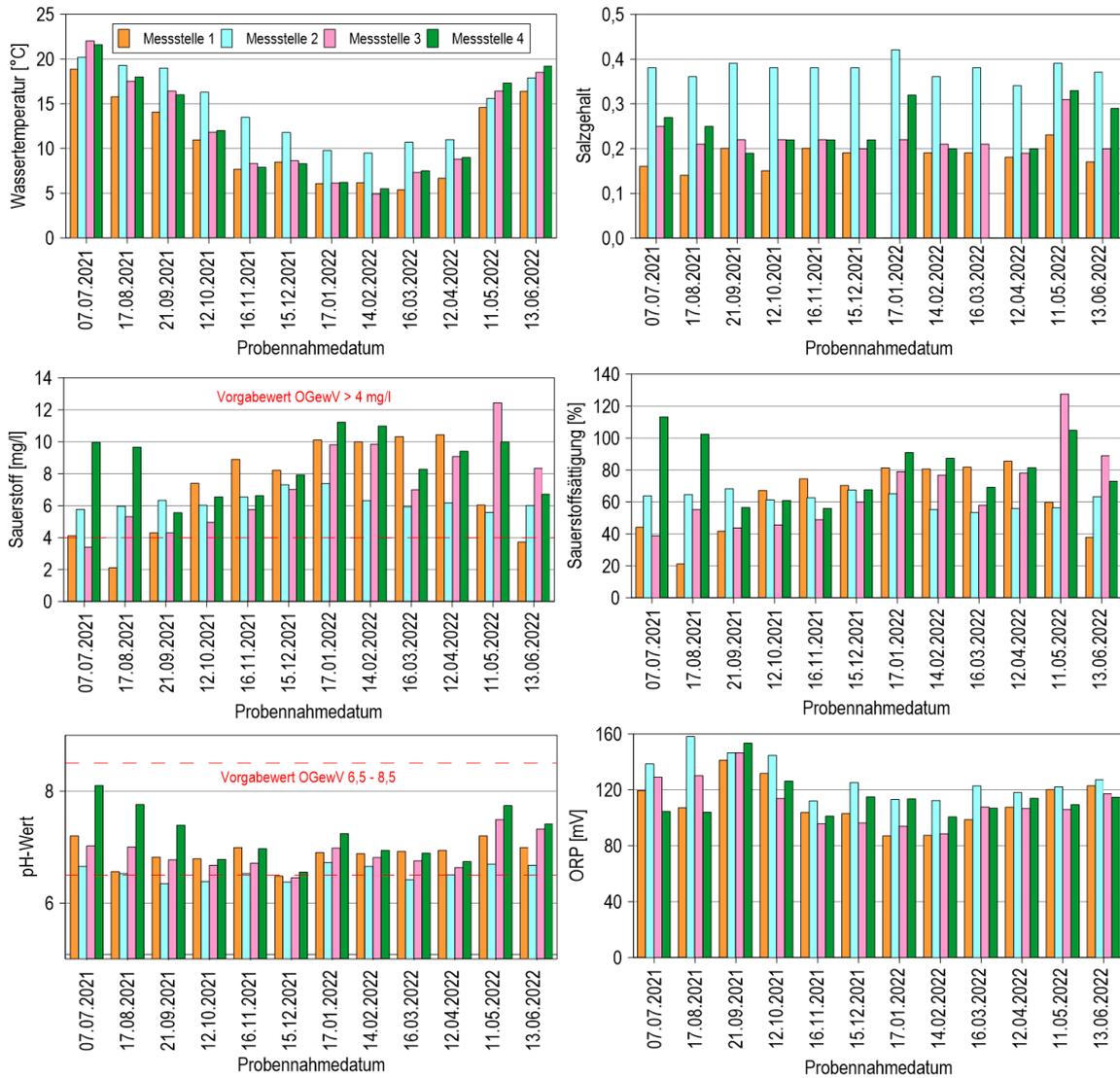


Abbildung 3: Physikalische Sondendaten über 12 Monate für Wassertemperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, pH-Wert und Oxidationspotenzial an den Messstellen 1 (oberhalb KA UTHW), 2 (Ablauf KA UTHW), 3 (unterhalb) KA UTHW und 4 (Marscher Tief)

3.1.2 Nährstoffdaten und Salze in filtrierter Probe

Parallel zu den Sondenmessungen wurden filtrierte Proben für die chemischen Parameter Stickstoff, Phosphor, Chlorid und Sulfat genommen und später im Labor gemessen. Die Abbildung 4 gibt hier einen Überblick. Die Phosphatwerte für den Abelitz-Moordorf-Kanal und das Marscher Tief lagen größtenteils unter dem Vorgabewert der OGeWV von $0,2 \text{ mg l}^{-1}$. Ausnahmen waren im Abelitz-Moordorf-Kanal die spätsommerlichen/ herbstlichen Konzentrationen, die zum Teil $0,3 \text{ mg l}^{-1}$ überschritten und die Mineralisierungsprozesse im Gewässer widerspiegelten. Die Einleitungskonzentrationen aus der KA UTHW lagen zumeist zwischen $0,25$ und $0,55 \text{ mg l}^{-1}$. Ein Einfluss dieser Einleitkonzentrationen auf die Phosphatkonzentrationen der nachfolgenden Messstationen 3 und 4 im Abelitz-Moordorf-Kanal und im Marscher Tief waren nicht zu erkennen.

Die Nitratwerte erreichten im Winter Maximalwerte von $> 5 \text{ mg l}^{-1}$ und im Sommer Minimalwerte von $< 0,5 \text{ mg l}^{-1}$. Die Konzentrationsverläufe waren damit überwiegend durch die biologische Aktivität gesteuert. Die monatlichen Messwerte an der Messstelle 2 (Ablauf der KA UTHW) waren überwiegend deutlich (bis zu $2,5 \text{ mg l}^{-1}$) niedriger als an den Messstellen im Gewässer. Lediglich in den Sommermonaten von Mai bis August waren die Nitratkonzentrationen im Einleitungswasser der Kläranlage um bis zu $1,2 \text{ mg l}^{-1}$ höher als im Fließgewässer, da hier die Konzentrationen saisonbedingt sehr niedrig waren und im Marscher Tief sogar die Bestimmungsgrenze unterschritten. In diesen Monaten waren die Konzentrationen an der Messstelle 3 durch die Einleitungen der KA UTHW beeinflusst.

Die Nitritkonzentrationen in Oberflächengewässern spiegeln die biologischen Umsetzungsprozesse im Oxidationsverlauf von organischem Stickstoff zu Ammonium über Nitrit zu Nitrat wider. Sie sind abhängig von der Aktivität der Mikroorganismen, Temperatur und Sauerstoffgehalt im Gewässer. Höhere Konzentrationen deuten auf unvollständige Oxidationsprozesse infolge von niedrigen Sauerstoffgehalte hin. Die gemessenen Nitritkonzentrationen lagen zwischen $< 0,005$ und $0,2 \text{ mg l}^{-1}$. Die höchsten Werte fanden sich im Juli 2021 an den Messstellen 1 und 3.

Im Kläranlagenablauf wurden überwiegend höhere Nitritkonzentrationen gemessen, sie erreichten im Winter teilweise Werte von $> 0,3 \text{ mg l}^{-1}$. Hier wurden parallel im Vergleich zu den Messstellen 1 und 4 leicht erhöhte Werte an der nachfolgenden Station 3 beobachtet. Ein Einfluss der KA UTHW war nicht auszuschließen. Allerdings waren die Gewässerkonzentrationen mit überwiegend $< 0,1 \text{ mg l}^{-1}$ in einem niedrigen Bereich. Die OGeWV gibt für Nitrit keine Maximalwerte vor.

Der Vorgabewert der OGeWV für Ammonium liegt bei $0,3 \text{ mg l}^{-1}$. Dieser Wert wurde sowohl im Ablauf der KA UTHW als auch im Gewässer größtenteils überschritten. Ausnahmen waren die Monate März bis Juni 2022 und für die Einleitungen der KA

UTHW zusätzlich die Monate Juli bis September 2021. Für die KA-Einleitungen von Ammonium konnten keine systematischen Einflüsse auf die Konzentrationen an den Messstellen 3 und 4 im Oberflächengewässer festgestellt werden, auch nicht bei höheren Konzentrationen von $> 0,6$ mg.

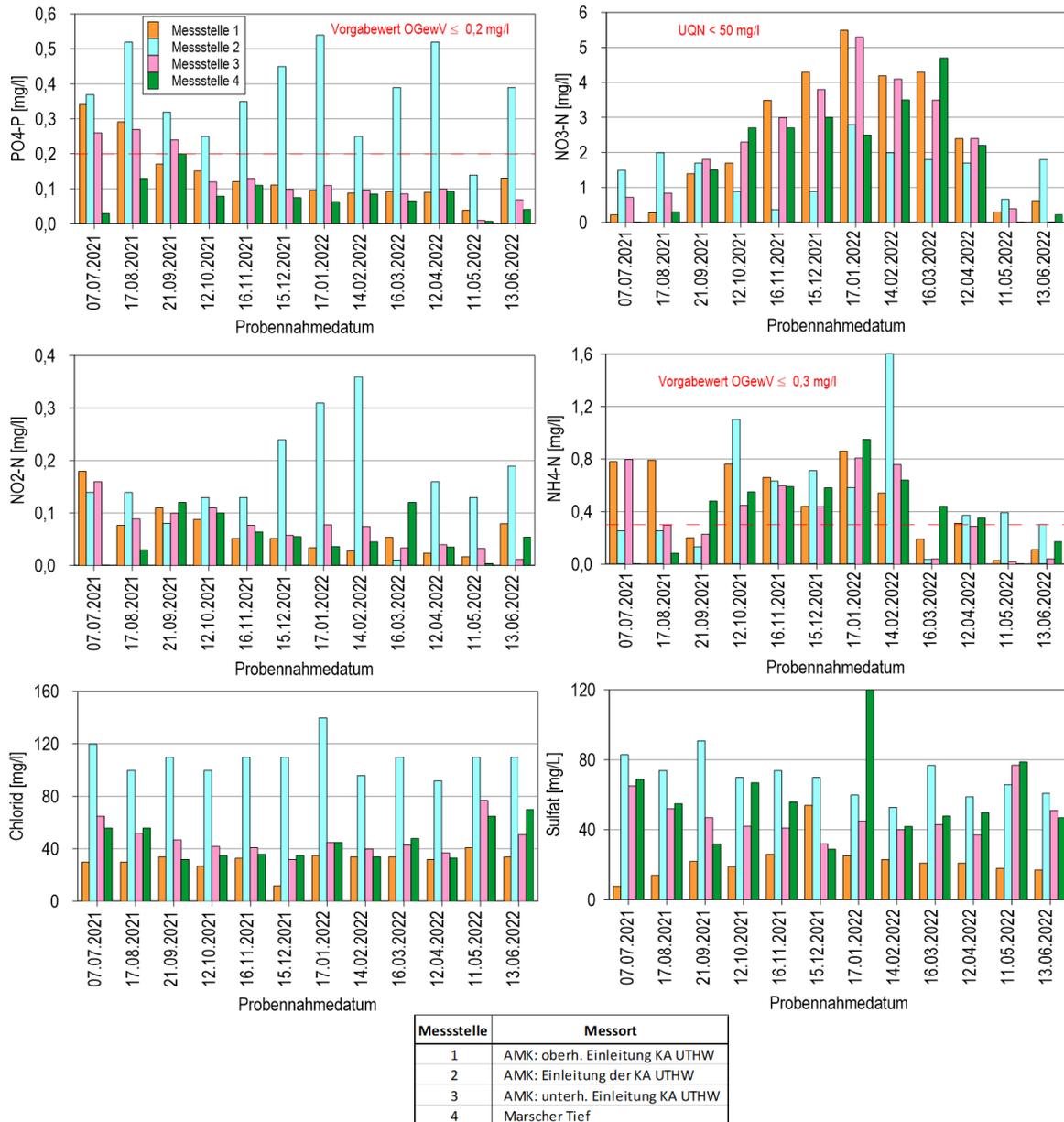


Abbildung 4: Chemische Analysendaten über 12 Monate für Nährstoffe und Salze aus filtrierten Proben an den Messstellen 1 (oberhalb KA UTHW), 2 (Ablauf KA UTHW), 3 (unterhalb KA UTHW) und 4 (Marscher Tief)

Die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Sondenmesswerte für den Salzgehalt wurden wesentlich durch die Konzentrationen an Chlorid und Sulfat dominiert. Das galt sowohl für die Gewässer als auch für die Einleitungen der KA UTHW. Während die Chloridkonzentrationen im Gewässer um die 40 mg l⁻¹ schwankten, mit höheren Konzentrationen von 60 bis 80 mg l⁻¹ im Sommer an den Messstellen 3 und 4, waren die Gehalte im Ablauf der KA UTHW mit 80 bis 120 mg l⁻¹ durchweg deutlich höher. Ein partieller Einfluss dieser höheren Konzentrationen auf die Chloridgehalte an Messstelle 3 war nicht auszuschließen. Die höheren Chloridgehalte an Messstelle 4 hingen vermutlich mit dem Wasseraustausch zwischen Marscher Tief und dem Großen Meer zusammen.

Auch die Sulfatkonzentrationen waren im Ablauf der KA UTHW mit 60 bis > 80 mg l⁻¹ generell höher als im Oberflächengewässer (10 bis 50 mg l⁻¹). Allerdings fanden sich im Marscher Tief (Messstelle 4) zwischenzeitlich wesentlich höhere Sulfatkonzentrationen mit 80 bis > 120 mg l⁻¹. Die Messstelle 3 zeigte fast durchgehend höhere Sulfatgehalte als die Messstelle 1. Hier war im Gewässerverlauf vermutlich ein Einfluss aus der Entwässerung sulfathaltiger Böden, wie sie in Marschen vorkommen, zu erkennen.

Weder für Chlorid- noch für Sulfatkonzentrationen macht die OGewV eine Schwellenwertvorgabe für Marschengewässer des Typs 22.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich die Werte der filtrierten ACP-Proben für die KA UTHW und das Oberflächengewässersystem Abelitz-Moordorf-Kanal/ Marscher Tief teilweise erheblich unterschieden. Allerdings hatten die Einleitungen nur begrenzte Auswirkungen. So überschritten die Ablaufwerte der KA UTHW beim Phosphat zwar ganzjährig deutlich den Gewässervorgabewert von 0,2 mg l⁻¹, die Konzentrationen hatten aber keinen messbaren Einfluss auf die Konzentrationswerte der nachfolgenden Messstellen 3 und 4. Bei Ammonium wurden die OGewV-Werte von 0,3 mg l⁻¹ im Winter an allen Messstellen überschritten. An den Messstellen 1 und 3 gab es auch im Sommer Überschreitungen. Ein Einfluss der KA UTHW war nicht feststellbar.

Eine tabellarische Übersicht über alle Ergebnisse der Messungen der filtrierten ACP-Proben findet sich in Tabelle 17 im Anhang.

3.1.3 BSB, Stickstoff, Phosphor, Kohlenstoff und Eisen in unfiltrierter Probe

Aus unfiltrierten Wasserproben wurden die ACP-Werte für BSB₅, Gesamt-Stickstoff und -Phosphor, TOC sowie Eisen bestimmt. Die nachfolgende Abbildung 5 zeigt einen Überblick über die Messungen an den Messstellen 1 bis 4 über den Jahresverlauf 2021 bis 2022.

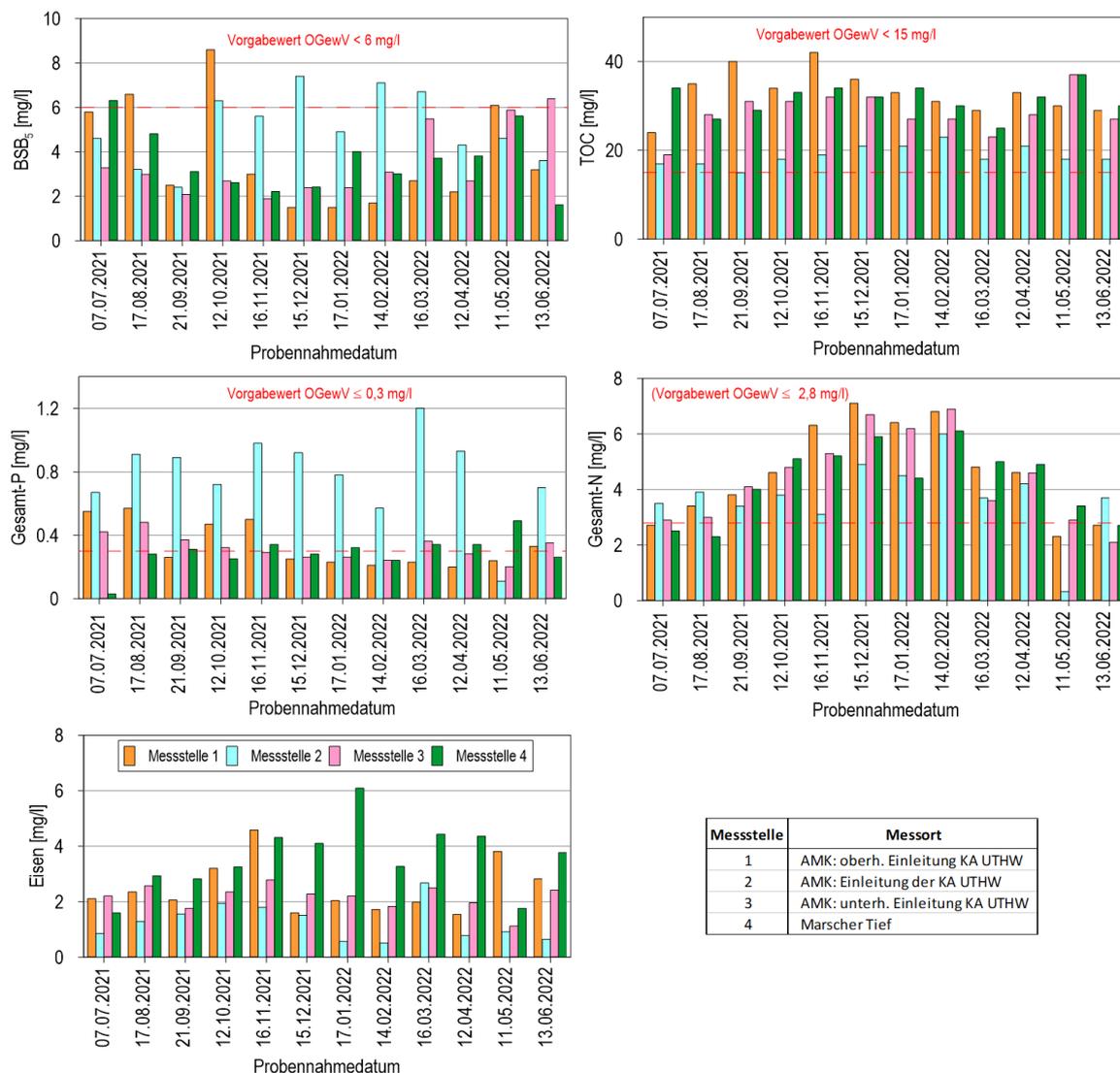


Abbildung 5: Chemische Analysendaten über 12 Monate für biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB), organischen Kohlenstoff (TOC), Gesamt-Phosphor und -Stickstoff sowie Eisen aus unfiltrierten Proben an den Messstellen 1 (oberhalb KA UTHW), 2 (Ablauf KA UTHW), 3 (unterhalb KA UTHW) und 4 (Marscher Tief). Der OGewV-Vorgabewert für Gesamtstickstoff von 2,8 mg l⁻¹ entspricht dem Jahresmittelwert für in die Nordsee mündende Flüsse, für Marschengewässer vom Typ 22 gibt es keine Vorgabe.

Der Gewässervorgabewert für den biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB₅) von 6 mg l⁻¹ wurde sowohl in den Gewässern als auch im Ablauf der KA UTHW zu verschiedenen Zeitpunkten überschritten. Im Ablauf der KA UTHW fanden sich im Winter 2021/2022 teilweise Werte von > 7 mg l⁻¹. Diese Werte waren vermutlich prozessbedingt und hatten keine Auswirkungen auf die nachfolgenden Messstellen 3 und 4.

Für den gesamt-organischen Kohlenstoff (TOC) wurde der Vorgabewert der OGewV von 15 mg l⁻¹ zu allen Zeiten und an allen Messstellen deutlich überschritten, zum Teil wurden an der Messstelle 1 im Abelitz-Moordorf-Kanal Konzentrationen von 40 mg l⁻¹ und mehr gemessen. Der Ablauf KA UTHW wies dagegen durchgehend niedrigere mittlere Werte von 19 mg l⁻¹ auf, bei Maxima von 23 und Minima von 15 mg l⁻¹.

Während in den Oberflächengewässern die mittleren Konzentrationen des Gesamtphosphors bei 0,32 mg l⁻¹ lagen (Minimum 0,03 mg l⁻¹, Maximum 0,57 mg l⁻¹) und damit zu großen Teilen unterhalb des OGewV-Schwellenwerts von 0,30 mg l⁻¹ lagen, betrug der Mittelwert am Ablauf der KA UTHW 0,78 mg l⁻¹, Maximalwerte wurden mit 0,90 bis 1,20 mg l⁻¹ registriert. Eine signifikante Erhöhung der Konzentrationen an Gesamtphosphor im Gewässer an der unterhalb liegenden Messstelle 3 als Folge dieser Einleitungen ließen sich allerdings nicht feststellen.

Der Gesamtstickstoff zeigte als Jahresmittel über alle Stationen einen Wert von 4,3 mg l⁻¹ und lag damit über dem Vorgabewert der OGewV von 2,8 mg l⁻¹. Maxima mit 6,0 bis 7,1 mg l⁻¹ fanden sich in den Wintermonaten. Der Schwellenwert von 2,8 mg l⁻¹ entspricht eigentlich dem OGewV-Jahresmittelwert für in die Nordsee mündende Flüsse und ist ein vom Land Niedersachsen (NLWKN) angestrebter Vorgabewert für Oberflächengewässer. Für die Marschengewässer vom Typ 22 gibt es bisher keine Vorgabe in der OGewV. Die Einleitungskonzentrationen der KA UTHW waren dabei zum größten Teil um 1 bis 2 mg l⁻¹ niedriger als die Konzentrationen in den Oberflächengewässern, eine Ausnahme bildeten die Sommermonate Juni bis August. Allerdings wurde auch hier für die Oberflächengewässer zugrunde gelegte Vorgabewert von 2,8 mg l⁻¹ zu fast allen Zeitpunkten überschritten.

Für die Eisenkonzentrationen in Marschengewässern macht die OGewV keine Schwellenwertvorgaben, da hier die geogenen Eisengehalte im Boden und Grundwasser die Konzentrationen in den Oberflächengewässern dominieren. Im Jahresverlauf zeigte das Marscher Tief mit bis zu 6 mg l⁻¹ Eisen die höchsten Werte, während sich an den Messstationen 1 und 3 überwiegend Konzentrationen von 2 bis 3 (maximal 4) mg l⁻¹ Eisen fanden. Das Einleitwasser der KA UTHW war mit Gehalten von 1 bis 2 mg l⁻¹ in einem deutlich niedrigeren Konzentrationsbereich in Bezug auf Eisen. Alle Werte lagen in einem für die Gewässer typischen Wertebereich.

Es lässt sich zusammenfassen, dass von den unfiltrierten ACP-Parametern TOC und Gesamtstickstoff die Konzentrationsvorgabewerte der OGewV im Jahresverlauf weitgehend überschritten wurden, wobei die Einleitwerte der KA UTHW etwas niedrigere Messwerte aufwiesen. Bei Gesamtphosphor und BSB₅ wurden die Vorgabewerte weitgehend eingehalten. Ausnahme waren die Phosphorwerte der KA UTHW, die ganzjährig über dem Vorgabewert für Oberflächengewässer von 0,3 mg l⁻¹ lagen. Ein Einfluss im Gewässerverlauf war nicht sichtbar. Die Eisenwerte lagen im Normbereich.

Eine tabellarische Übersicht über alle Ergebnisse der Messungen der unfiltrierten ACP-Proben findet sich in Tabelle 18 im Anhang.

3.2 Schadstoffe

Am 21.09.2021 wurden während einer einmaligen Probenahme an den Stationen 1,3 und 4 sowie im Ablauf der KA UTHW (Station 2) Wasserproben genommen und im Labor auf alle Schadstoffe entsprechend den Anlagen 6 und 8 der OGewV gemessen. Bei der nachfolgenden Darstellung der Messergebnisse wurden nur die Schadstoffe berücksichtigt, bei denen die Messwerte an einzelnen Messstellen oberhalb der Bestimmungsgrenze lagen. Einen Überblick über die Ergebnisse gibt Tabelle 3. Insbesondere die im Ablauf der KA UTHW (Messstelle 2) gemessenen Konzentrationen wurden als Basiswerte für die Berechnung der möglichen Einleitungs- und Mischungskonzentrationen aus der neuen KA ZKG zugrunde gelegt.

Tabelle 3: Messwerte ausgewählter flussgebietspezifischer Schadstoffe (Anlage 6 OGewV) sowie Stoffe des chemischen Zustands (Anlage 8 OGewV), gemessen an Stationen 1 bis 4 am 21.09.2021 (Messungen nach DIN von Labor Dr. Nowak/Ottersberg). Überschreitungen der UQN-Werte aus der OGewV sind **rot markiert**

Station	Messort	Anilin µg l ⁻¹	Flufenacet µg l ⁻¹	Imidacloprid µg l ⁻¹	Metolachlor µg l ⁻¹	Monolinuron µg l ⁻¹	Nicosulfuron µg l ⁻¹	Triclosan µg l ⁻¹	Benz(a)pyren µg l ⁻¹	Blei µg l ⁻¹	Nickel µg l ⁻¹	PFOS µg l ⁻¹
1	AMK: oberh. Einleitung KA UTHW	<0,100	<0,010	0,00035	<0,0250	<0,0250	0,0040	<0,0050	0,00020	0,30	5,0	0,00150
2	AMK: Einleitung der KA UTHW	0,330	0,038	0,04200	<0,0250	0,0580	<0,0030	0,0110	0,00030	<0,30	3,0	0,00080
3	AMK: unterh. Einleitung KA UTHW	<0,100	<0,010	0,00820	<0,0250	<0,0250	0,0050	<0,0050	0,00020	0,30	4,0	0,00160
4	Marscher Tief	<0,100	<0,010	0,00180	0,0380	<0,0250	0,0100	<0,0050	0,00020	0,80	4,0	0,00150
	UQN	0,800	0,040	0,00200	0,2000	0,2000	0,0090	0,0200	0,00017	1,20	4,0	0,00065
	Bestimmungsgrenze	0,100	0,010	0,00005	0,0250	0,0250	0,0030	0,0050	0,00020	0,30	1,3	0,00020

Die Tabelle zeigt, dass von den untersuchten Anhang-6-Stoffen Anilin (Farbengrundstoff), Flufenacet (Biozid), Monolinuron (Biozid) und Triclosan (Bakterizid) in den Oberflächengewässern (Messstellen 1,3 und 4) nicht nachweisbar waren. Metolachlor (Biozid) wurde nur an Messstelle 4 (Marscher Tief) erfasst, die Konzentration lag mit 0,0380 µg l⁻¹ nahe der Bestimmungsgrenze.

Mit Ausnahme der Biozide Metolachlor und Nicosulfuron sowie des prioritären Stoffs Blei wurden alle gelisteten Schadstoffe im Abfluss der KA UTHW mit Konzentrationen oberhalb der Nachweisgrenze erfasst. Bei Imidacloprid (Biozid),

Benz(a)pyren (Verbrennungsprodukt) und der Perfluorooctansulfonsäure (PFOS, Tensid, Imprägnierungsmittel) wurden die UQN-Werte sowohl im Ablauf der KA UTHW als auch im Gewässersystem überschritten. Die Konzentrationen von Nicosulfuron und dem prioritären Stoff Blei lagen im Gewässersystem oberhalb der Bestimmungsgrenzen und überschritten an einzelnen Stationen die UQN-Werte.

Die stärksten Überschreitungen der UQN-Vorgaben zeigten das Imidacloprid und PFOS, hier lagen 2- bis 3-fache Überschreitungen im Gewässersystem vor, an der Messstation 3 sogar ein 4-mal so hoher Wert wie die UQN für das Imidacloprid. Bei den Verbindungen Benz(a)pyren und PFOS und in eingeschränktem Maße auch beim Imidacloprid sollte beachtet werden, dass die hier gemessenen Werte nur knapp oberhalb der Bestimmungsgrenzen lagen. Insbesondere beim PFOS gibt es erst in den letzten Jahren überhaupt die Möglichkeit, unterhalb der UQN-Schwellenkonzentration zu messen.

Während die Verbindungen Anilin, Benzo(a)pyren, Nickel und PFOS aus Entwässerungen von Haushalts- und Industrieabwässern stammen, sind die gemessenen Werte für die verschiedenen Biozide vermutlich diffusen Einträgen aus der Entwässerung von landwirtschaftlich genutzten Flächen geschuldet.

3.3 Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik

Parallel zu den Schadstoffmessungen wurden am 21.09.2021 während einer einmaligen Probenahme an den Stationen 1, 3 und 4 sowie im Ablauf der KA UTHW (Station 2) Wasserproben genommen und im Labor auf eine Auswahl von Spurenstoffen aus Humanmedizin und Diagnostik entsprechend Tabelle 2 gemessen. Für diese Stoffe gibt es bisher keine Vorgaben in der aktuellen WRRL bzw. ihrer deutschen Umsetzung in der OGeWV (2016). Für die Bewertung möglicher Auswirkungen von Einleitungen aus Klinikabwässern in den Abelitz-Moordorf-Kanal wurden daher toxikologische Werte wie NOEC („Kein-beobachteter-Effekt-Konzentration“) und PNEC („Vorhergesagte Kein-Effekt-Konzentration“) verwendet. Es gibt allerdings konkrete Pläne der Europäischen Kommission die Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie und damit auch der Oberflächengewässerverordnung um Angaben für weitere verschiedene Stoffe zu erweitern, unter anderem für eine Auswahl von Arzneimitteln. Entsprechende Vorschläge für neue UQN-Werte finden sich in ersten Entwürfen (EU-Annexes 2022). Soweit diese Werte für die vorliegende Untersuchung anwendbar waren, wurden sie als "vorläufige" UQN (vUQN) gekennzeichnet und in Auswertungen einbezogen. Aufgrund ihres Vorschlagsstatus besitzen sie aktuell keine gesetzliche Verbindlichkeit für eine Bewertung auf Basis der WRRL (OGeWV).

Die nachfolgende Tabelle 4 und Tabelle 5 sowie Abbildung 6 und Abbildung 7 geben einen Überblick über die Messergebnisse der genannten Messkampagne. Die

Messwerte in den Oberflächengewässern (Messstationen 1, 3 und 4) wurden in den nachfolgenden Kapiteln als Basis für die Rückrechnung auf mögliche maximale Einleitkonzentrationen durch die neue KA ZKG verwendet.

Die Messwerte für die Verbindungen Azithromycin und Erythromycin (beide Antibiotika), Clotrimazol und Miconazol (beide Antimykotika), Iomeprol (Röntgenkontrastmittel, „RKM“) und Ethinyl-Estradiol (Kontrazeptivum) lagen im Gewässersystem (Messstellen 1,3 und 4) unterhalb der Bestimmungsgrenzen und waren damit nicht nachweisbar. Insbesondere beim Ethinyl-Estradiol zeigt sich hier ein methodisches Problem bei der Bewertung: Die zurzeit erreichbare Nachweisgrenze wird mit $0,025 \mu\text{g l}^{-1}$ angegeben, während der neu vorgeschlagene vUQN-Wert (EU-Annexes 2022) lediglich $0,000017 \mu\text{g l}^{-1}$ beträgt, also etwa 3 Größenordnungen darunter liegt. Ohne Anreicherung sind solche Konzentrationen im Labor nicht messbar und eine Einhaltung der zu erwartenden Vorgaben für Ethinyl-Estradiol ist daher nicht überprüfbar.

Ähnliche Verhältnisse bezüglich der gemessenen Konzentrationen fanden sich für die Verbindungen Clotrimazol, Miconazol, Iomeprol, Iopromid und Ethinyl-Estradiol an der Messstelle 2 im Ablauf der KA UTHW; dagegen waren die Antibiotika Azithromycin und Erythromycin mit messbaren Konzentrationen im Ablauf der KA UTHW vorhanden, der Wert für Azithromycin überschritt mit $0,480 \mu\text{g l}^{-1}$ in der KA auch deutlich den vUQN-Wert von $0,019 \mu\text{g l}^{-1}$.

Alle weiteren Verbindungen waren sowohl im Gewässersystem – hier nicht an allen Messstellen – als auch im Ablauf der KA UTHW nachweisbar. Insbesondere das Antiphlogistikum Diclofenac und das Antimykotikum Fluconazol überschritten mit Konzentrationen von $5,2$ bzw. $0,22 \mu\text{g l}^{-1}$ die vUQN-/ PNEC-/ NOEC-Werte im Ablauf der KA UTHW zum Teil sehr deutlich und zeigten auch im weiteren Verlauf des Gewässersystems sehr hohe Konzentrationen.

Auch für die Verbindungen Sulfamethoxazol, Clarithromycin, Venlafaxin und Amidotrizoesäure lagen die Konzentrationen im Abwasser der KA UTHW 1,5- bis 5-fach oberhalb der vUQN-/ PNEC-/ NOEC-Schwellenwerte und konnten im weiteren Gewässerverlauf mit erhöhten Konzentrationen an den Messstellen 3 und 4 verfolgt werden.

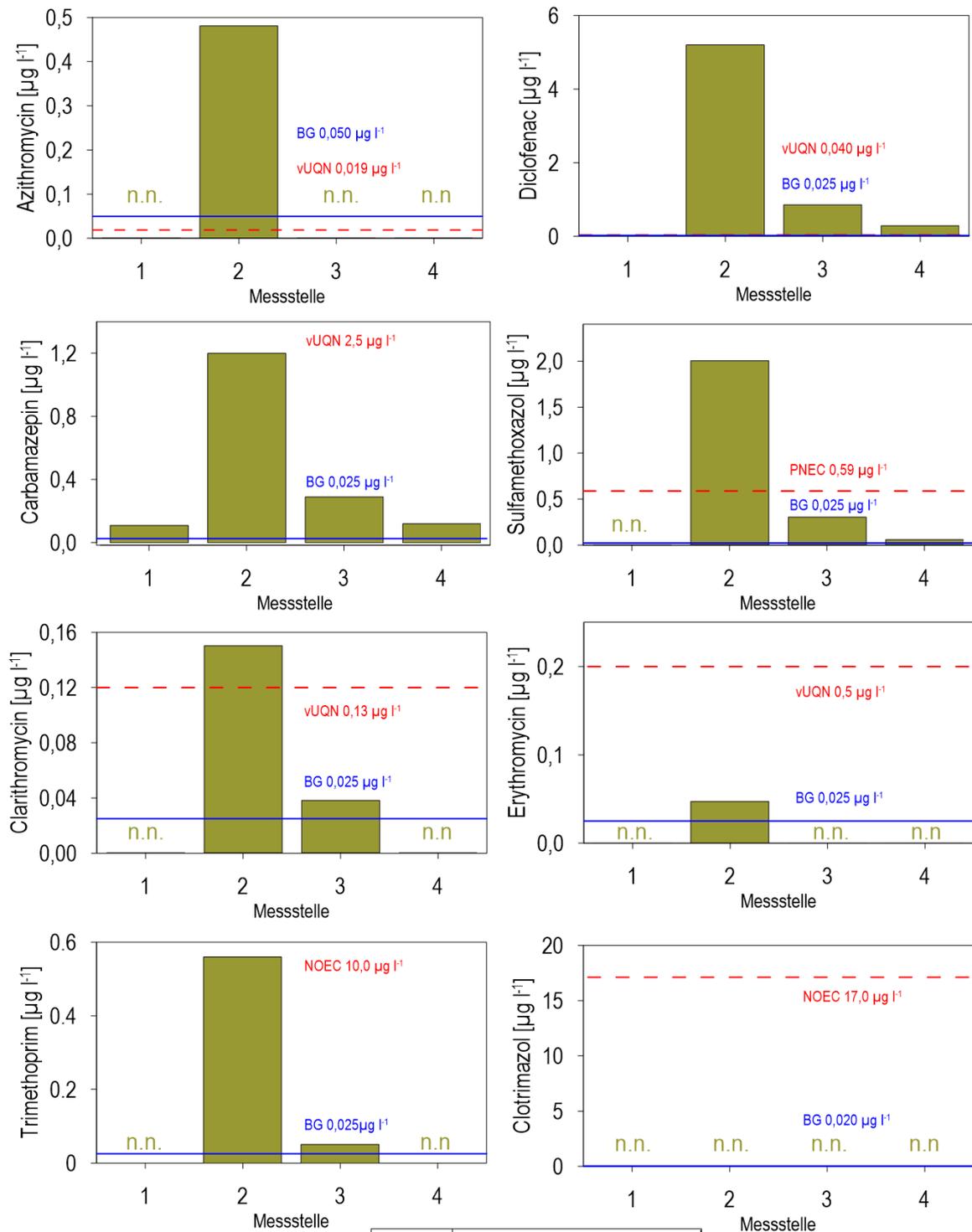
Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die gemessenen Gewässerkonzentrationen für die meisten Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik im unkritischen Bereich lagen, d.h. die vUQN-/ PNEC- bzw. NOEC-Werte unterschritten. Dies galt auch für Verbindungen, die im Abwasser der KA UTHW in höheren Konzentrationen vorlagen. Ausnahmen bildeten die Medikamente Diclofenac und Fluconazol: Ihre Gehalte waren sowohl im Ablauf der KA UTHW als auch im nachfolgenden Gewässersystem stark erhöht und stellten damit potenzielle Problemstoffe dar.

Tabelle 4: Messwerte ausgewählter Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik, Teil 1, gemessen am 21.09.2021 an Stationen 1 bis 4 (Grenzwerte: vUQN, PNEC oder NOEC). Grenzwertüberschreitungen sind rot markiert (Messungen nach DIN durch Labor Dr. Nowak/Ottersberg)

Messstelle	Messort	Azithromycin µg l ⁻¹	Diclofenac µg l ⁻¹	Carbamazepin µg l ⁻¹	Sulfamethoxazol µg l ⁻¹	Clarithromycin µg l ⁻¹	Erythromycin µg l ⁻¹	Trimethoprim µg l ⁻¹	Clotrimazol µg l ⁻¹
1	AMK: oberh. Einleitung KA UTHW	<0,050	0,032	0,110	<0,0250	<0,0250	<0,0250	<0,0250	<0,0200
2	AMK: Einleitung der KA UTHW	0,480	5,200	1,200	2,0000	0,1500	0,0470	0,5600	<0,0200
3	AMK: unterh. Einleitung KA UTHW	<0,050	0,860	0,290	0,3000	0,0380	<0,0250	0,0510	<0,0200
4	Marscher Tief	<0,050	0,290	0,120	0,0560	<0,0250	<0,0250	<0,0250	<0,0200
	Grenzwert	0,019	0,040	2,500	0,5900	0,1300	0,5000	10,0000	17,00000

Tabelle 5: Messwerte ausgewählter Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik, Teil 2, gemessen am 21.09.2021 an Stationen 1 bis 4 (Grenzwerte: vUQN, PNEC oder NOEC, bei Iomeprol und Iopromid Trinkwassergrenzwert). Grenzwertüberschreitungen sind rot markiert (Messungen nach DIN durch Labor Dr. Nowak/Ottersberg)

Messstelle	Messort	Fluconazol µg l ⁻¹	Miconazol µg l ⁻¹	Venlafaxin µg l ⁻¹	Amidotrizoensäure µg l ⁻¹	Iomeprol µg l ⁻¹	Iopromid µg l ⁻¹	Ethinyl-Estradiol µg l ⁻¹
1	AMK: oberh. Einleitung KA UTHW	<0,0250	<0,0250	<0,0250	<0,050	<0,050	<0,050	<0,025000
2	AMK: Einleitung der KA UTHW	0,2200	<0,0250	1,4000	1,200	<0,050	<0,050	<0,025000
3	AMK: unterh. Einleitung KA UTHW	0,0490	<0,0250	0,2000	0,560	<0,050	0,140	<0,025000
4	Marscher Tief	0,2900	<0,0250	0,0380	0,140	<0,050	<0,050	<0,025000
	Grenzwert	0,0037	10,0000	0,2600	0,800	1,000	1,000	0,000017



Messstelle	Messort
1	AMK: oberh. Einleitung KA UTHW
2	AMK: Einleitung der KA UTHW
3	AMK: unterh. Einleitung KA UTHW
4	Marscher Tief

Abbildung 6: Messwerte ausgewählter Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik, Teil 1, gemessen am 21.09.2021 an Stationen 1 bis 4 (BG – Bestimmungsgrenze, n.n. – nicht nachweisbar)

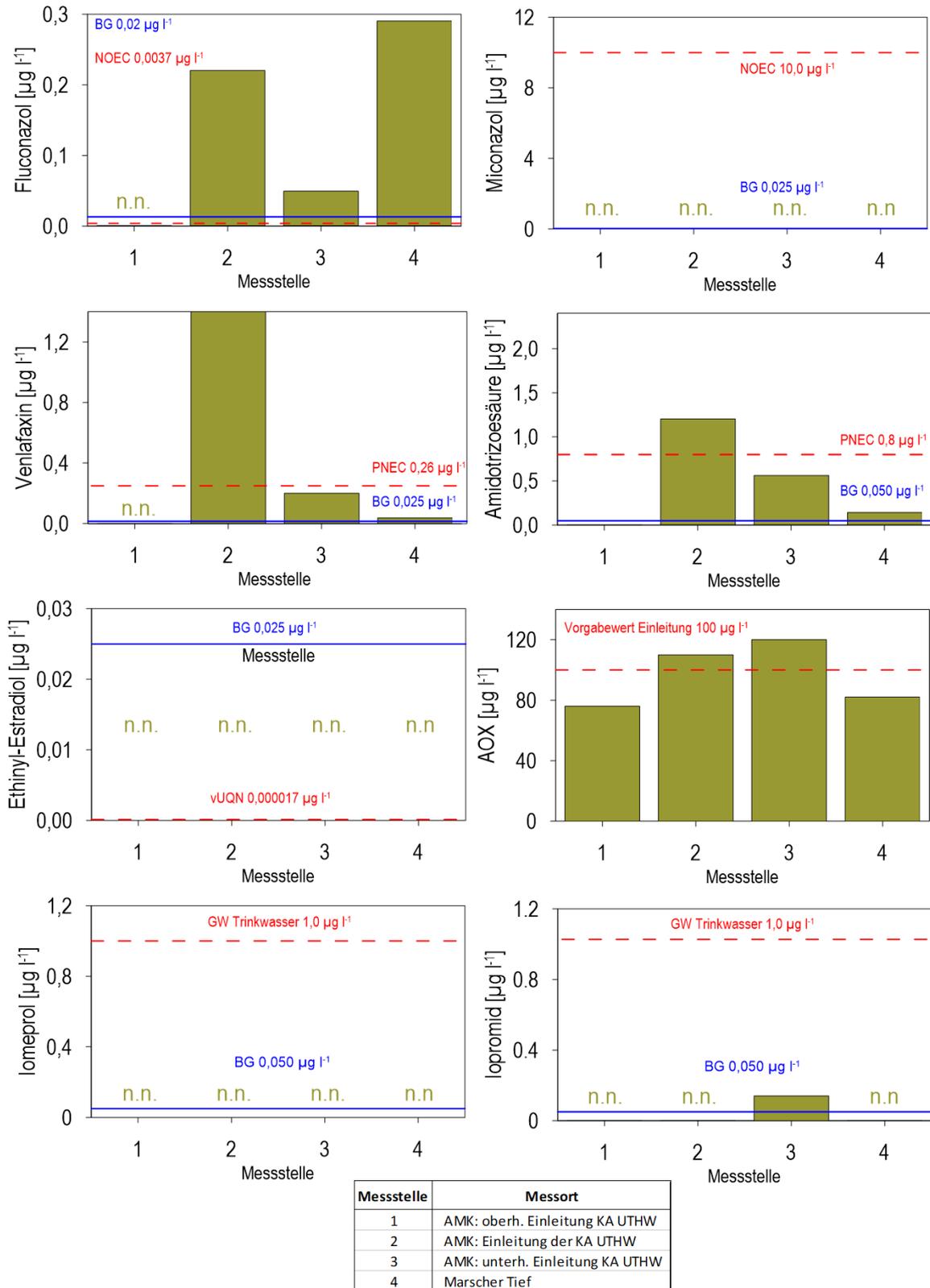


Abbildung 7: Messwerte ausgewählter Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik, Teil 2, gemessen am 21.09.2021 an Stationen 1 bis 4 (BG – Bestimmungsgrenze, n.n. – nicht nachweisbar)

4 Mischungsrechnungen

Auf Basis der vorgegebenen Einleitkonzentrationen für ACP und gemessener Konzentrationen für ausgewählte relevante Schadstoffe wurden für die zu errichtende Kläranlage Zentralklinikum Georgsheil (KA ZKG) verschiedene Mischungsszenarien berechnet, die im Folgenden dargestellt werden.

Die folgende Tabelle 6 gibt einen Überblick über die angenommenen Volumenströme im Abelitz-Moordorf-Kanal an der geplanten Einleitstelle P1 der KA ZKG: Für den Abelitz-Moordorf-Kanal wurde der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ P1) sowie der mittlere Abfluss (MQ P1) an der Einleitstelle P1 modelliert (Büro MathejaConsult 2022). MNQ P1 und MQ P1 betragen danach an der möglichen neuen Einleitstelle jeweils $305 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ bzw. $12.241 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$. Die neuen Einleitungsvolumina der KA ZKG wurden mit konstant $490 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ für die mittlere Ablaufmenge und mit $735 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ für einen zeitweiligen maximalen Ablauf angesetzt (Büro Weber Ingenieure 2022). Die zwei Volumenabflüsse für den Abelitz-Moordorf-Kanal und die zwei Einleitungsmengen für die KA ZKG wurden zu vier verschiedenen Gesamtabflussszenarien kombiniert, die als Grundlage für Mischungsrechnungen verwendet wurden (untere 4 Zeilen in Tabelle 6). Insbesondere die beiden Szenarien mit den mittleren Niedrigabflüssen des Abelitz-Moordorf-Kanals an P1 (MNQ P1) entsprechen extremen Verhältnissen und sind als „Worst-Case“-Betrachtung zu werten.

Tabelle 6: Abflussszenarien und Volumenabflüsse an der Einleitstelle P1 (neue Einleitungsstelle KA ZKG) als Grundlage für Mischungsrechnungen und Konzentrationsrückrechnungen

Abflussszenario	Volumen [$\text{m}^3 \text{ d}^{-1}$]	Beschreibung
MQ KA ZKG	490	Geplanter mittlerer Volumenabfluss KA ZKG
Qmax KA ZKG	735	Geplanter maximaler Volumenabfluss KA ZKG
MNQ P1	305	Mittlerer Niedrigwasservolumenabfluss in AMK an P1
MQ P1	12.241	Mittlerer Volumenabfluss in AMK an P1
MQ KA ZKG + MNQ P1	795	Gesamtvolumenabfluss aus MQ KA ZKG plus MNQ P1
MQ KA ZKG + MQ P1	12.731	Gesamtvolumenabfluss aus MQ KA ZKG plus MQ P1
Qmax KA ZKG + MNQ P1	1.040	Gesamtvolumenabfluss aus Qmax KA ZKG plus MNQ P1
Qmax KA ZKG + MQ P1	12.976	Gesamtvolumenabfluss aus Qmax KA ZKG plus MQ P1

Der Berechnungsprozess für die Mischkonzentrationen im Gewässer wurde in vier Teilschritten durchgeführt:

- Berechnung der IST-Frachten [g d^{-1}] des Abelitz-Moordorf-Kanals an der Einleitstelle P1 auf Basis der Daten von MNQ P1 und MQ P1 und der Mittelwerte aus Messungen der ACP (Jahresmittel 2021/2022) bzw. der Schadstoffe (Messung 21.09.2021) an der Station 3 (Abelitz-Moordorf-Kanal unterhalb KA-Einleitung)

- Berechnung der theoretischen Einleitungsfrachten der KA ZKG an P1 auf Basis des mittleren und maximalen Abflusses sowie der vorgegebenen Betriebsmittelwertkonzentrationen (ACP) bzw. Messkonzentrationen aus dem Ablauf der KA UTHW (Schadstoffe)
- Summation der Frachten (Einleitungsfrachten + IST-Frachten)
- Berechnung der neuen Konzentrationen im Einleitungsgewässer auf Basis der Gesamtvolumina im Abelitz-Moordorf-Kanal an Einleitungsstelle P1

Bei den Berechnungen handelte es sich ausschließlich um Mischungsrechnungen; es wurde eine sofortige und vollständige Vermischung der Einleitungen mit dem Wasserkörper des Abelitz-Moordorf-Kanals angenommen, Abbau- oder Umwandlungsprozesse wurden nicht berücksichtigt.

4.1 Allgemeine chemisch-physikalische Parameter (ACP)

Für die Berechnung der IST-Frachten der ACP im Abelitz-Moordorf-Kanal als Grundlage für die Mischungsberechnungen wurden die monatlichen Messungen als Jahresmittelwerte für die Messstelle 3 berechnet und verwendet. Für die Mischungsberechnungen selbst wurden entweder die Vorgabewerte (Konzentrationen) für die Betriebsmittelwerte der neuen KA ZKG als Einleitungswerte (Tabelle 7, Quelle: Weber Ingenieure 2022) oder – wenn diese Vorgabewerte nicht vorhanden waren – die Messwerte aus der KA UTHW (Tabelle 8, Mittelwerte 2021/2022) als Grundlage verwendet. Bei Letzterem wurde davon ausgegangen, dass die Auslegung und Konditionierung der neuen KA ZKG so erfolgt, dass die bisherigen Einleitungs- und Vorgabewerte der KA UTHW auf jeden Fall eingehalten werden können. Einen Überblick über die Daten und Mittelwerte geben die nachfolgenden Tabellen:

Tabelle 7: Monatliche Messdaten und Jahresmittelwerte für ausgewählte ACP an der Messstelle 3, Teil 1 (unterhalb KA UTHW und unterhalb geplanter KA ZKG) sowie geplante vorgegebene Einleitkonzentrationen aus KA ZKG und Vorgabeschwellenwerte aus OGewV (rot markierte Messwerte zeigen Überschreitungen der OGewV-Vorgabewerte an)

Datum	BSB ₅ mg l ⁻¹	Gesamt-P mg l ⁻¹	Gesamt-N mg l ⁻¹	Nitrat mg l ⁻¹	Nitrit mg l ⁻¹	Ammonium mg l ⁻¹
07.07.2021	3,30	0,42	2,9	0,72	0,160	0,80
17.08.2021	3,00	0,48	3,0	0,84	0,089	0,30
21.09.2021	2,10	0,37	4,1	1,80	0,100	0,23
12.10.2021	2,70	0,32	4,8	2,30	0,110	0,45
16.11.2021	1,90	0,29	5,3	3,00	0,077	0,60
15.12.2021	2,40	0,26	6,7	3,80	0,058	0,44
17.01.2022	2,40	0,26	6,2	5,30	0,078	0,81
14.02.2022	3,10	0,24	6,9	4,10	0,075	0,76
16.03.2022	5,50	0,36	3,6	3,50	0,034	0,04
12.04.2022	2,70	0,28	4,6	2,40	0,040	0,29
11.05.2022	5,90	0,20	2,9	0,39	0,033	0,02
13.06.2022	6,40	0,35	2,1	0,02	0,012	0,04
Jahresmittelwerte Station 3	3,45	0,32	4,4	2,35	0,072	0,40
Vorgabewerte Betriebsmittelwerte KA ZKG	3,00	0,50	4,3	4,00	0,040	0,30
Vorgabewerte OGewV	6,00	0,30	(2,80)	50,00	-	0,30

Tabelle 8: Monatliche Messdaten und Jahresmittelwerte für ausgewählte ACP an der Messstelle 3, Teil 2 (unterhalb KA UTHW und unterhalb geplanter KA ZKG) sowie geplante vorgegebene Einleitkonzentrationen für KA ZKG (abgeleitet aus KA UTHW) und Vorgabeschwellenwerte aus OGewV (rot markierte Messwerte zeigen Überschreitungen der OGewV-Vorgabewerte an)

Datum	Gesamt-N _{anorg} mg l ⁻¹	O ₂ mg l ⁻¹	pH	Chlorid mg l ⁻¹	Sulfat mg l ⁻¹	TOC mg l ⁻¹	Eisen mg l ⁻¹
07.07.2021	1,68	3,39	7,02	65	35	19	2,20
17.08.2021	1,23	5,29	7,00	52	34	28	2,56
21.09.2021	2,13	4,28	6,77	47	36	31	1,75
12.10.2021	2,86	4,94	6,67	42	38	31	2,34
16.11.2021	3,68	5,74	6,71	41	35	32	2,77
15.12.2021	4,30	6,99	6,45	32	25	32	2,27
17.01.2022	6,19	9,79	6,98	45	31	27	2,19
14.02.2022	4,94	9,83	6,81	40	29	27	1,82
16.03.2022	3,58	6,98	6,75	43	26	23	2,49
12.04.2022	2,73	9,06	6,63	37	26	28	1,95
11.05.2022	0,44	12,42	7,49	77	51	37	1,11
13.06.2022	0,08	8,32	7,32	51	22	27	2,40
Jahresmittelwerte Station 3	2,82	7,25	6,88	48	32	29	2,15
Mittelwert Einleitungen KA UTHW	2,21	6,27	6,54	109	70	19	1,26
Vorgabewerte OGewV	-	> 4	6,50-8,50	-	-	< 15	-

Die Ergebnisse der Mischungsrechnungen für die ACP werden in den nachfolgenden Tabellen und Abbildungen dargestellt. Es wurde deutlich, dass die Vorgabewerte der OGewV für die Parameter Gesamtphosphor, Gesamtstickstoff, Ammonium und gesamt-organischem Kohlenstoff (TOC) überschritten wurden, bei Phosphor und Ammonium lagen die Überschreitungen in Abhängigkeit vom Szenario bei 10 bis 50 %, bei Gesamtstickstoff bis 60 % und beim TOC bis nahezu 100 %. Allerdings lagen die vorgegebenen Betriebsmittelwerte bei Gesamtstickstoff und Ammonium (Tabelle 9) unterhalb der entsprechenden Jahresmittelwerte aus den monatlichen Messungen an Messstelle 3. Auch die beim TOC (Tabelle 10) zugrunde gelegten Einleitungswerte der KA UTHW waren deutlich geringer als die Gewässerkonzentrationen. Dadurch ergab sich für diese Parameter durch die Einleitungen rechnerisch eine Verminderung der Gewässerkonzentrationen und damit eine Verbesserung des IST-Zustands.

Der Schwellenwert von 2,8 mg l⁻¹ bei Gesamtstickstoff entspricht eigentlich dem OGewV-Jahresmittelwert für in die Nordsee mündende Flüsse, ist aber aktuell ein vom Land Niedersachsen (NLWKN) vorgegebener Wert für alle Oberflächengewässer. Für die Marschengewässer vom Typ 22 gab es bisher keine Vorgabe in der OGewV.

Die Sauerstoffwerte der Einleitungen aus der KA UTHW waren über den gesamten betrachteten Zeitraum von 12 Monaten deutlich $> 4 \text{ mg l}^{-1}$ und lagen damit unkritischen Bereich. Anders waren die Verhältnisse im Gewässer: Hier waren in den Sommermonaten (z.B. Juli in Tabelle 8) zum Teil Werte unterhalb des Schwellenwertes von 4 mg l^{-1} ermittelt worden. Es wird davon ausgegangen, dass auch in der neuen KA ZKG die Einleitungswerte für Sauerstoff den Vorgabewert deutlich überschreiten und so das Verbesserungsgebot der WRRL erfüllen.

Bei den erfassten Temperatur- und pH-Bedingungen im Gewässer ist ein Entstehen von höheren und damit toxischen (für Fische, Fischbrut, Makrozoobenthos) Konzentrationen an Ammoniak aus Ammonium nicht zu erwarten.

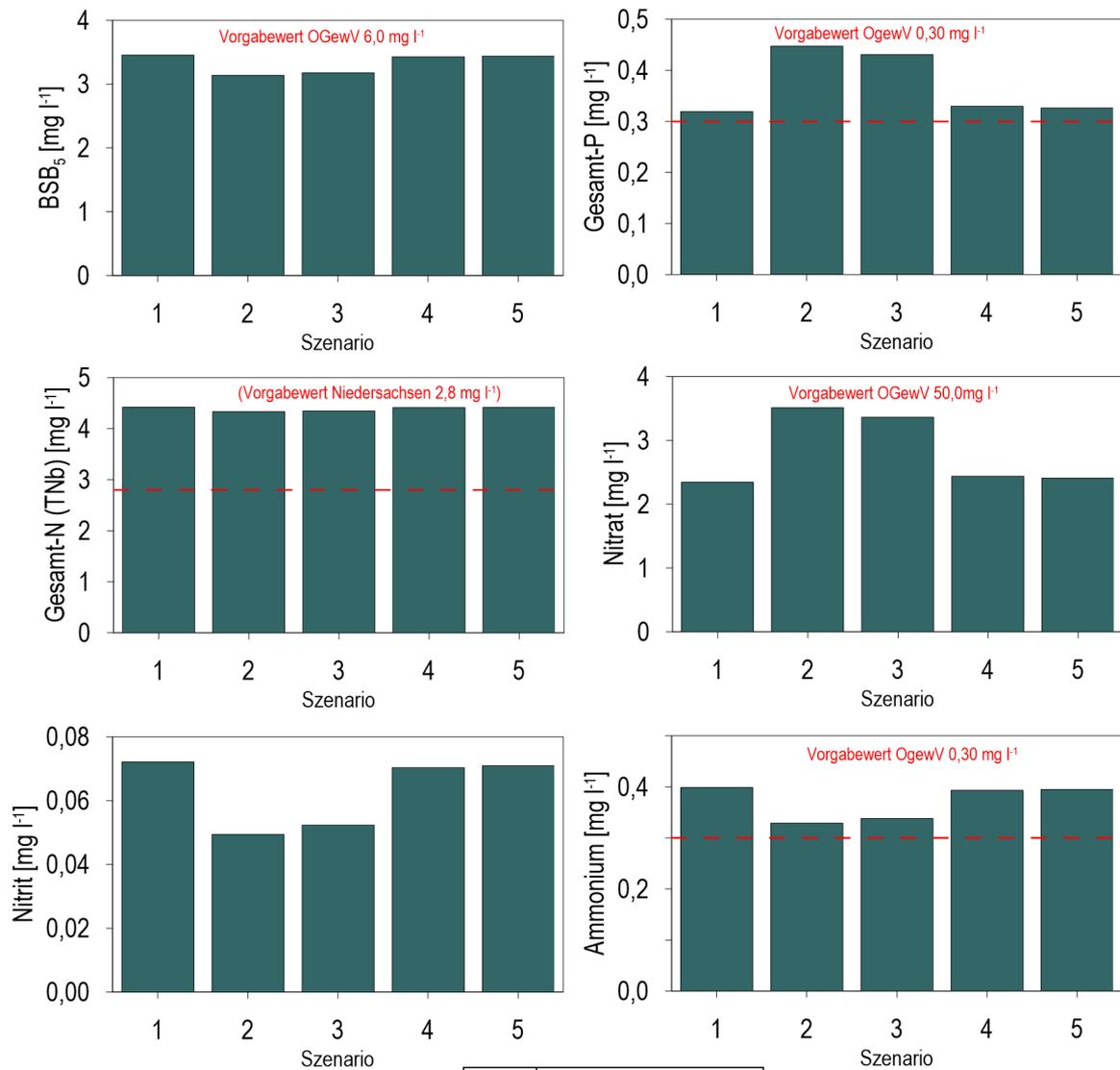
Die angenommenen Chlorid- und Sulfatkonzentrationen aus der neuen KA ZKG sind höher als die Gewässerkonzentrationen und führen damit zu einer Zunahme. Hier gibt es für den Gewässertyp 22 (Marschengewässer) keine Vorgaben und es sind durch die prognostizierten Konzentrationen im Gewässer keine Auswirkungen zu erwarten.

Tabelle 9: Gemessene Jahresmittel sowie prognostizierte Konzentrationen für ACP an Messstation 3 bei verschiedenen Abflussszenarien im AMK und aus KA ZKG, Teil 1 (**rot markierte Messwerte** zeigen Überschreitungen der OGewV-Vorgabewerte an). Der OGewV-Vorgabewert für Gesamtstickstoff von $2,8 \text{ mg l}^{-1}$ entspricht dem Jahresmittelwert für in die Nordsee mündende Flüsse, für Marschengewässer vom Typ 22 gibt es keine Vorgabe.

Nr.	Szenario	Total Q	BSB ₅	Gesamt-P	Gesamt-N (TNb)	Nitrat	Nitrit	Ammonium
		m ³ d ⁻¹	mg l ⁻¹					
1	Jahresmittel Messst 3		3,45	0,32	4,43	2,35	0,07	0,40
2	Qmax KA ZKG + MNQ P1	1.040	3,13	0,45	4,34	3,52	0,05	0,33
3	MQ KA ZKG + MNQ P1	795	3,17	0,43	4,35	3,37	0,05	0,34
4	Qmax KA ZKG + MQ P1	12.976	3,42	0,33	4,42	2,44	0,07	0,39
5	MQ KA ZKG + MQ P1	12.731	3,43	0,33	4,42	2,41	0,07	0,39
	Vorgabewerte OGewV		6,00	0,30	(2,80)	50,00	-	0,30

Tabelle 10: Gemessene Jahresmittel sowie prognostizierte Konzentrationen für ACP an Messstation 3 bei verschiedenen Abflussszenarien im AMK und aus KA ZKG, Teil 2 (**rot markierte Messwerte** zeigen Überschreitungen der OGewV-Vorgabewerte an).

Nr.	Szenario	Total Q	Gesamt-N _{anorg}	O ₂	pH	Chlorid	Sulfat	TOC	Eisen
		m ³ d ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹		mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹
1	Jahresmittel Messst 3		2,82	7,25	6,88	47,67	32,33	28,50	2,15
2	Qmax KA ZKG + MNQ P1	1.040	2,39	6,56	6,64	91,01	58,95	21,67	1,52
3	MQ KA ZKG + MNQ P1	795	2,44	6,65	6,67	85,47	55,55	22,54	1,60
4	Qmax KA ZKG + MQ P1	12.976	2,78	7,20	6,86	51,14	34,47	27,95	2,10
5	MQ KA ZKG + MQ P1	12.731	2,80	7,21	6,87	50,03	33,78	28,13	2,12
	Vorgabewerte OGewV		-	> 4	6,50-8,50	-	-	< 15	-



Nr.	Szenario
1	Originalmessung Messst 3
2	Qmax KA ZKG + MNQ P1
3	MQ KA ZKG + MNQ P1
4	Qmax KA ZKG + MQ P1
5	MQ KA ZKG + MQ P1

Abbildung 8: Gemessene Jahresmittel (Szenario 1) sowie prognostizierte Konzentrationen für ACP (Teil 1) an Messstation 3 bei verschiedenen Abflussszenarien (2 bis 5) im AMK und aus KA ZKG. Der OGewV-Vorgabewert für Gesamtstickstoff von 2,8 mg l⁻¹ entspricht dem Jahresmittelwert für in die Nordsee mündende Flüsse, für Marschengewässer vom Typ 22 gibt es keine Vorgabe.

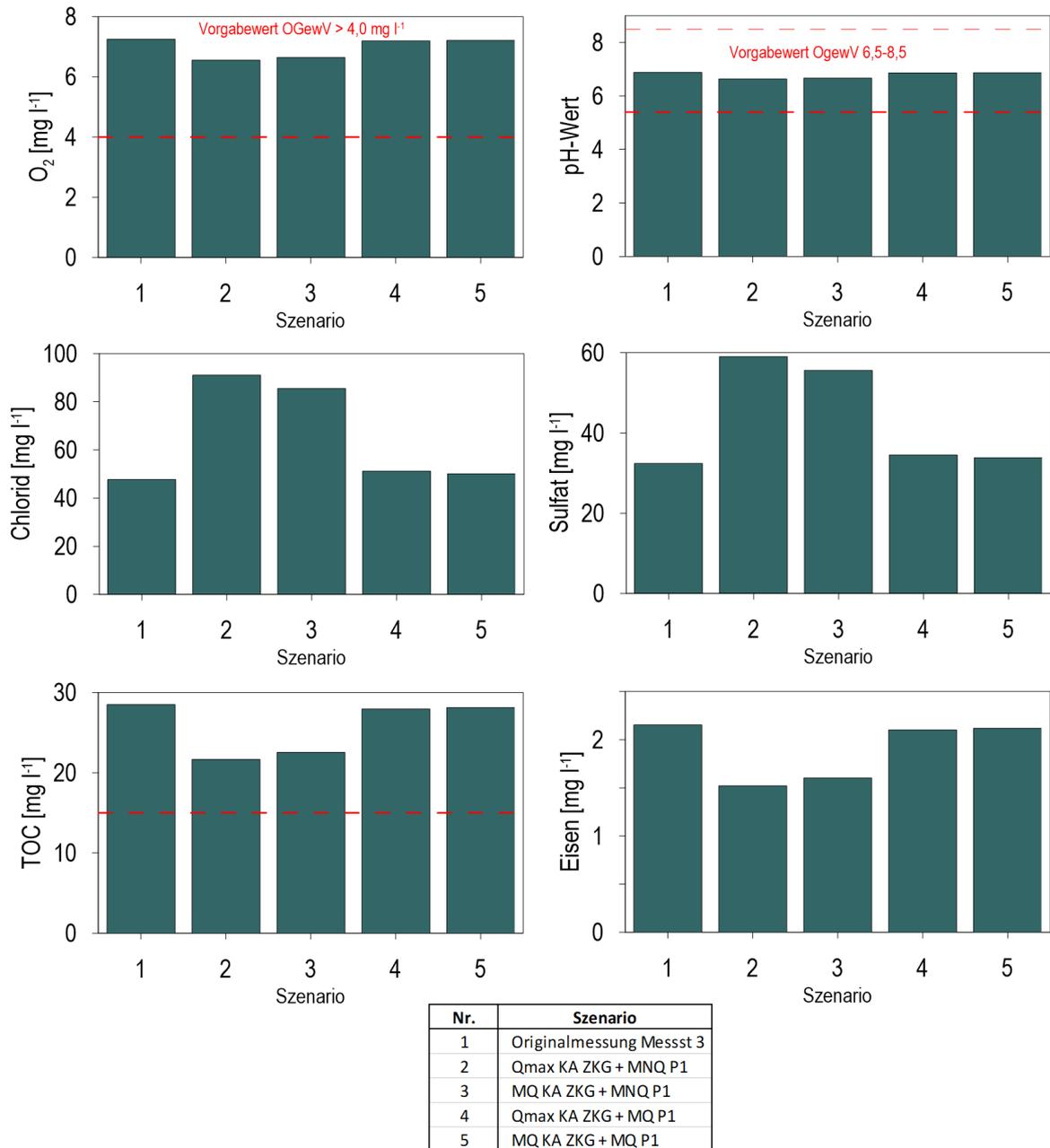


Abbildung 9: Gemessene Jahresmittel (Szenario 1) sowie prognostizierte Konzentrationen für ACP (Teil 2) an Messstation 3 bei verschiedenen Abflussszenarien (2 bis 5) im AMK und aus KA ZKG. Der OGewV-Vorgabewert für Gesamtstickstoff von 2,8 mg l⁻¹ entspricht dem Jahresmittelwert für in die Nordsee mündende Flüsse, für Marschengewässer vom Typ 22 gibt es keine Vorgabe.

4.2 Schadstoffe

Für die Mischungsberechnungen bezüglich der Schadstoffe wurden die Messwerte aus dem Ablauf der KA UTHW (Messung 21.09.2021) als Basis für die Einleitungswerte der KA ZKG verwendet. Für die Berechnung der IST-Frachten im Abelitz-Moordorf-Kanal wurden die Messwerte der Schadstoffe an Messstelle 3 (Messung 21.09.2021) herangezogen. Da die Konzentrationen der Schadstoffe Anilin, Flufenacet, Metolachlor, Monolinuron und Triclosan an der Messstation 3 unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen, wurden für eine Mischungsberechnung die halben Bestimmungsgrenzkonzentrationen angesetzt. Aus diesen Daten wurden die erwartbaren Schadstoffkonzentrationen im Abelitz-Moordorf-Kanal an Messstelle 3 berechnet. Einen Überblick über die Ergebnisse geben Tabelle 1 und Abbildung 10.

Tabelle 11: Gemessene Schadstoffwerte an Messstelle 3 (21.09.2021, Szenario 1) sowie prognostizierte Konzentrationen für Schadstoffe an Messstation 3 bei verschiedenen Abflussszenarien (2 bis 5) im AMK und aus KA ZKG (rot markierte Messwerte zeigen Überschreitungen der UQN-Werte aus der OGewV an). Für die Schadstoffe Anilin, Flufenacet, Metolachlor, Monolinuron und Triclosan wurden als Ausgangskonzentrationen an der Messstation 3 die halben Bestimmungsgrenzen (BG) angesetzt

Szenario	Nr.	Total Q m ³ d ⁻¹	Anilin µg l ⁻¹	Flufenacet µg l ⁻¹	Imidacloprid µg l ⁻¹	Metolachlor µg l ⁻¹	Monolinuron µg l ⁻¹	Nicosulfuron µg l ⁻¹	Triclosan µg l ⁻¹	Benz(a)pyren µg l ⁻¹	Blei µg l ⁻¹	Nickel µg l ⁻¹	PFOS µg l ⁻¹
Messstation 3	1		0,0500	0,005	0,0082	0,0125	0,0125	0,0050	0,0025	0,00020	0,30	4,00	0,00160
Qmax KA ZKG + MNQ P1	2	1.040	0,2332	0,0283	0,0321	0,0125	0,0447	0,0025	0,0085	0,00027	0,19	3,29	0,00103
MQ KA ZKG + MNQ P1	3	795	0,2034	0,0253	0,0290	0,0125	0,0405	0,0028	0,0077	0,00026	0,21	3,38	0,00111
Qmax KA ZKG + MQ P1	4	12.976	0,0659	0,0069	0,0101	0,0125	0,0151	0,0048	0,0030	0,00021	0,29	3,94	0,00155
MQ KA ZKG + MQ P1	5	12.731	0,0608	0,0063	0,0095	0,0125	0,0143	0,0049	0,0028	0,00020	0,29	3,96	0,00157
UQN			0,8000	0,0400	0,0020	0,2000	0,2000	0,0090	0,0200	0,00017	1,20	4,00	0,00065

Es wurde deutlich, dass die UQN-Werte der OGewV für die Parameter Imidacloprid, Benz(a)pyren und PFOS deutlich überschritten wurden, beim Imidacloprid konnten diese Überschreitungen bei geringen Abflüssen des Abelitz-Moordorf-Kanals das 15-fache des UQN-Wertes betragen.

Die Konzentrationen aller anderer Schadstoffe blieben bei den Mischungsrechnungen unterhalb der Schwellenwerte der entsprechenden UQN.

Die Schadstoffe Benz(a)pyren und PFOS müssen mittlerweile als ubiquitäre Schadstoffe betrachtet werden, die in allen Oberflächengewässern in den industrialisierten Regionen Deutschlands vorkommen.

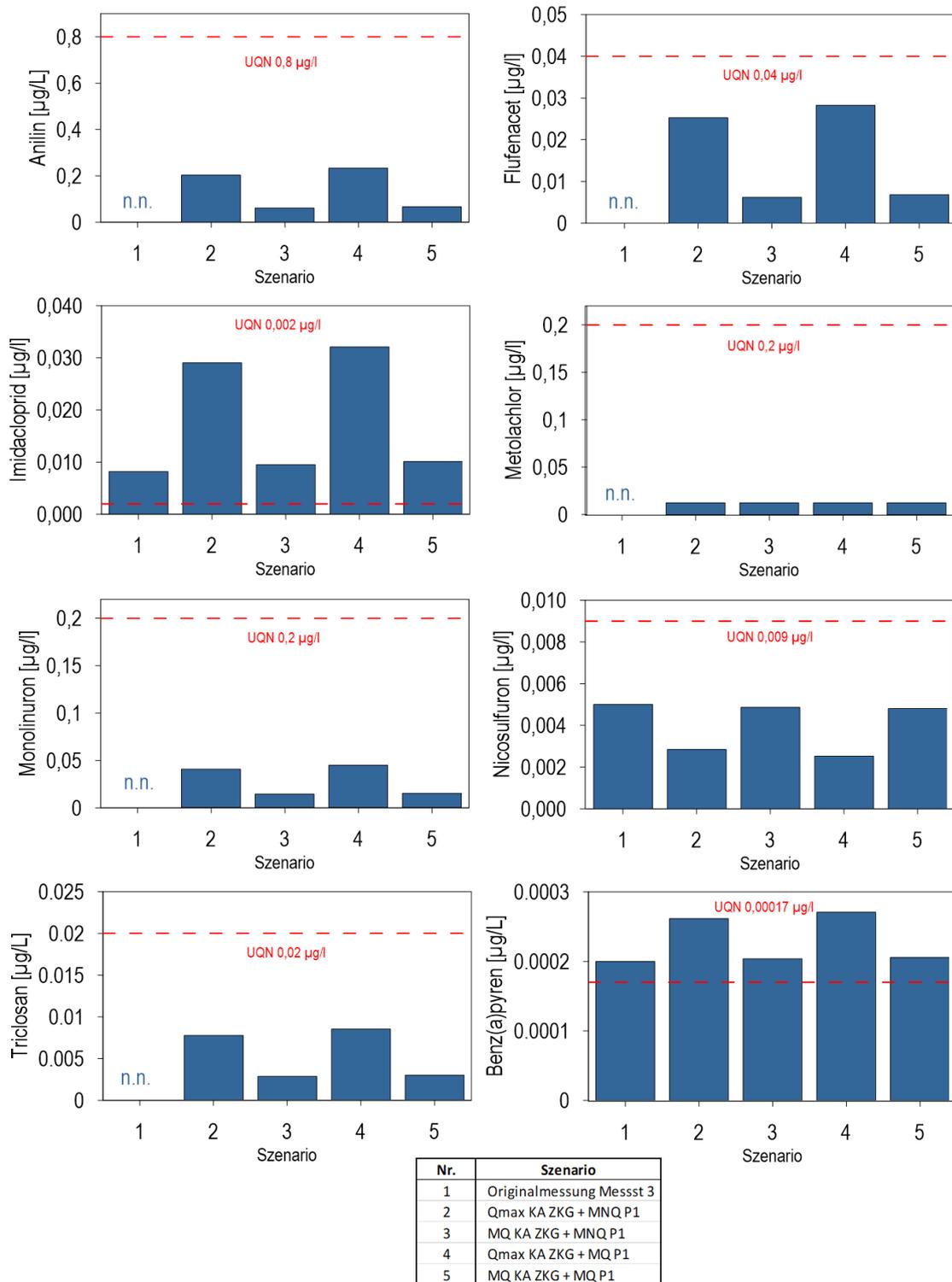


Abbildung 10: Gemessene Schadstoffwerte (Szenario 1) sowie prognostizierte Konzentrationen für ausgewählte Schadstoffe an Messstation 3 bei verschiedenen Abflussszenarien (2 bis 5) im AMK und aus KA ZKG, Teil 1

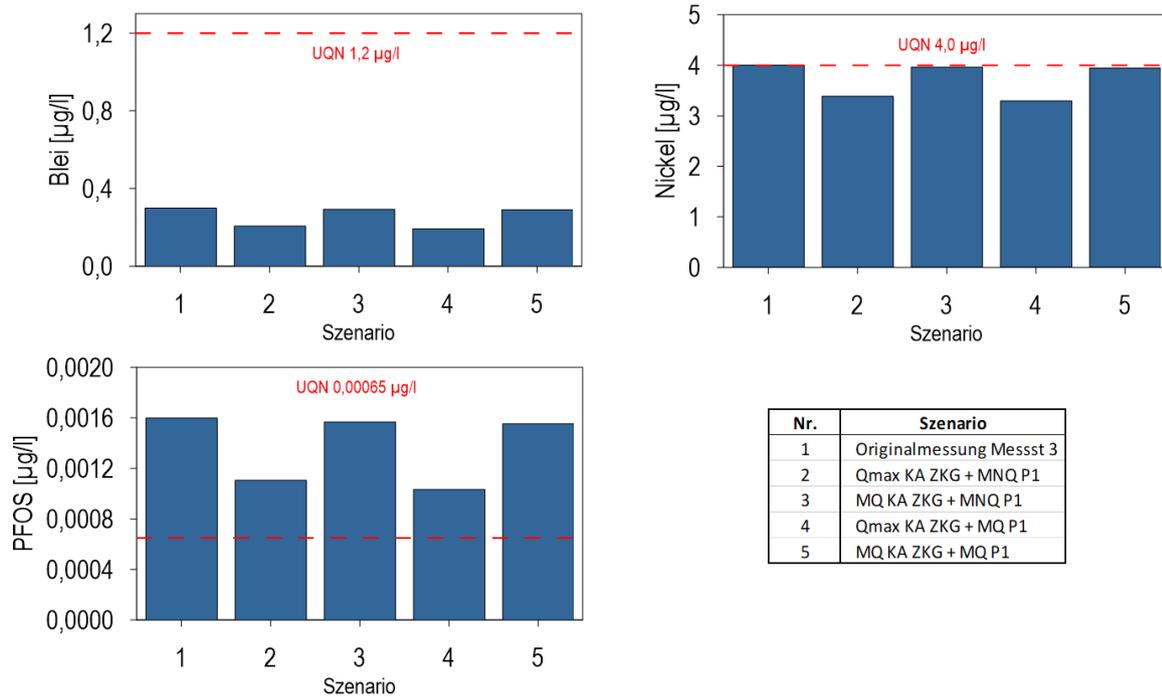


Abbildung 11: Gemessene Schadstoffwerte (Szenario 1) sowie prognostizierte Konzentrationen für ausgewählte Schadstoffe an Messstation 3 bei verschiedenen Abflussszenarien (2 bis 5) im AMK und aus KA ZKG, Teil 2

5 Rückrechnungen auf Maximalkonzentrationen

Auf Basis der gemessenen Konzentrationen für ausgewählte Schadstoffe und Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik an der Messstelle 3 (21.09.2021) im Abelitz-Moordorf-Kanal wurden verschiedene Verdünnungsszenarien rückgerechnet, die die möglichen Einleitkonzentrationen der neuen KA ZKG unter der Voraussetzung ermittelten, dass die bestehende Gewässersituation nicht verschlechtert wurde (Verschlechterungsverbot der WRRL). Die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

Es wurden hier dieselben Volumenströme angesetzt, die bereits in Kapitel 4, Tabelle 6, dargestellt wurden: Für den Abelitz-Moordorf-Kanal wurde der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ P1) sowie der mittlere Volumenabfluss (MQ P1) an der Einleitstelle P1 modelliert (Büro MathejaConsult 2022). MNQ P1 und MQ P1 betragen danach an der möglichen neuen Einleitstelle jeweils $305 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ bzw. $12.241 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$. Die neuen Einleitungsvolumina der KA ZKG wurden mit konstant $490 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ für den mittleren Ablauf und mit $735 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ für einen zeitweiligen maximalen Ablauf angesetzt (OOWV, grundsätzliche technische Informationen). Die Abflussszenarien wurden hier ebenfalls zu vier verschiedenen Gesamtabflussszenarien kombiniert (Tabelle 1Tabelle 6), die als Grundlage für Rückrechnungen verwendet wurden.

Der Rückrechnungsprozess für die Mischkonzentrationen im Gewässer wurde in vier Teilschritten durchgeführt:

- Berechnung der IST-Frachten [g d^{-1}] des Abelitz-Moordorf-Kanals an der Einleitstelle P1 auf Basis der Daten von MNQ P1 und MQ P1 und der Ergebnisse aus Messungen der Schadstoffe und Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik (Messung 21.09.2021) an der Station 3 (Abelitz-Moordorf-Kanal unterhalb KA-Einleitung)
- Berechnung der an UQN-Konzentrationen orientierten maximalen Schadstofffrachten im Gewässer Abelitz-Moordorf-Kanal für die 4 verschiedenen Abflussszenarien
- Differenzbildung der Frachten (theoretische UQN-Frachten – IST-Frachten)
- Rückrechnung der Differenz (entspricht der theoretisch zulässigen zusätzlichen Einleitungsfracht) auf die verschiedenen zulässigen Konzentrationen in den Einleitungsvolumina der KA ZKG

Bei den Rückrechnungen handelte es sich ausschließlich um Mischungsrechnungen; es wurde eine sofortige und vollständige Vermischung der Einleitungen mit dem Wasserkörper des Abelitz-Moordorf-Kanals angenommen, Abbau- oder Umwandlungsprozesse wurden nicht berücksichtigt.

5.1 Schadstoffe

Für die Rückrechnungen bezüglich der Schadstoffe wurden zunächst die IST-Frachten im Abelitz-Moordorf-Kanal aus den Messwerten an Messstelle 3 (Messung 21.09.2021) berechnet. Da die Konzentrationen der Schadstoffe Anilin, Flufenacet, Metolachlor, Monolinuron und Triclosan an der Messstation 3 unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen, wurden für die Frachtenberechnung die halben Bestimmungsgrenzkonzentrationen angesetzt. In einem weiteren Schritt wurden aus den UQN-Daten die maximal zulässigen Schadstofffrachten im Abelitz-Moordorf-Kanal an Messstelle 3 berechnet. Aus der Differenz dieser beiden Frachten wurde dann auf die zulässigen Konzentrationen für die Einleitungen aus der KA ZKG rückgerechnet. Die daraus resultierenden empfohlenen Maximalwerte für die Einleitungen konnten die UQN-Werte dabei überschreiten. Voraussetzung für die empfohlenen Maximalwerte war, dass sich der Gewässerzustand auf Grund der Einleitungen nicht verschlechtern sollte (Verschlechterungsverbot der WRRL). Einen Überblick über die Ergebnisse geben die nachfolgenden Tabellen und Abbildungen.

Tabelle 12: Rückrechnungsszenarien für die Einleitungskonzentrationen der Schadstoffe aus der geplanten KA ZKG, Teil 1: **Rote und negative Werte** zeigen an, dass die vorhandenen Konzentrationen an Messstelle 3 bereits über der UQN lagen; hier wurde als **Maximalwert** der Messwert von Messstelle 3 angenommen. **Blaue Werte** basieren auf der halben BG als Berechnungsbasis, **braune Werte** stehen für ein vollständig unbelastetes Gewässer, hier wurde der **Maximalwert** als Mittelwert aus beiden Werten berechnet.

Basis	Szenario	Q KA ZKG	Anilin	Flufenacet	Imidacloprid	Metolachlor	Monolinuron
		m ³ d ⁻¹	µg l ⁻¹				
UQN - (Messt 3 oder 0,5 BG)	MQ KA ZKG + MNQ P1	490	1,27	0,06	-0,0019	0,32	0,32
UQN - (Messt 3 oder 0,5 BG)	MQ KA ZKG + MQ P1	490	19,54	0,91	-0,1529	4,88	4,88
UQN - (Messt 3 oder 0,5 BG)	Qmax KA ZKG + MNQ P1	735	1,11	0,05	-0,0006	0,28	0,28
UQN - (Messt 3 oder 0,5 BG)	Qmax KA ZKG + MQ P1	735	13,29	0,62	-0,1013	3,32	3,32
UQN - 0	MQ KA ZKG + MNQ P1	490	1,30	0,06		0,32	0,32
UQN - 0	MQ KA ZKG + MQ P1	490	20,79	1,04		5,20	5,20
UQN - 0	Qmax KA ZKG + MNQ P1	735	1,13	0,06		0,28	0,28
UQN - 0	Qmax KA ZKG + MQ P1	735	14,12	0,71		3,53	3,53
Empfohlene Maximalwerte	MQ KA ZKG + MNQ P1	490	1,28	0,06	0,0082	0,32	0,32
Empfohlene Maximalwerte	MQ KA ZKG + MQ P1	490	20,16	0,98	0,0082	5,04	5,04
Empfohlene Maximalwerte	Qmax KA ZKG + MNQ P1	735	1,12	0,06	0,0082	0,28	0,28
Empfohlene Maximalwerte	Qmax KA ZKG + MQ P1	735	13,71	0,66	0,0082	3,43	3,43
UQN			0,80	0,04	0,0020	0,20	0,20

Tabelle 13: Rückrechnungsszenarien für die Einleitungskonzentrationen der Schadstoffe aus der geplanten KA ZKG, Teil 2: **Rote und negative Werte** zeigen an, dass die vorhandenen Konzentrationen an Messstelle 3 bereits über der UQN lagen; hier wurde als **Maximalwert** der Messwert von Messstelle 3 angenommen. **Blaue Werte** basieren auf der halben BG als Berechnungsbasis, **braune Werte** stehen für ein vollständig unbelastetes Gewässer, hier wurde der **Maximalwert** als Mittelwert aus beiden Werten berechnet.

Basis	Szenario	Q KA ZKG	Nicosulfuron	Triclosan	Benz(a)pyren	Blei	Nickel	PFOS
		m ³ d ⁻¹	µg l ⁻¹					
UQN - (Messt 3 oder 0,5 BG)	MQ KA ZKG + MNQ P1	490	0,011	0,03	0,00015	1,8	4,0	0,00006
UQN - (Messt 3 oder 0,5 BG)	MQ KA ZKG + MQ P1	490	0,109	0,46	-0,00058	23,7	4,0	-0,02308
UQN - (Messt 3 oder 0,5 BG)	Qmax KA ZKG + MNQ P1	735	0,011	0,03	0,00016	1,6	4,0	0,00026
UQN - (Messt 3 oder 0,5 BG)	Qmax KA ZKG + MQ P1	735	0,076	0,31	-0,00033	16,2	4,0	-0,01517
UQN - 0	MQ KA ZKG + MNQ P1	490	0,011	0,03				
UQN - 0	MQ KA ZKG + MQ P1	490	0,109	0,52				
UQN - 0	Qmax KA ZKG + MNQ P1	735	0,011	0,03				
UQN - 0	Qmax KA ZKG + MQ P1	735	0,076	0,35				
Empfohlene Maximalwerte	MQ KA ZKG + MNQ P1	490	0,011	0,03	0,00020	1,8	4,0	0,00160
Empfohlene Maximalwerte	MQ KA ZKG + MQ P1	490	0,109	0,49	0,00020	23,7	4,0	0,00160
Empfohlene Maximalwerte	Qmax KA ZKG + MNQ P1	735	0,011	0,03	0,00020	1,6	4,0	0,00160
Empfohlene Maximalwerte	Qmax KA ZKG + MQ P1	735	0,076	0,33	0,00020	16,2	4,0	0,00160
UQN			0,009	0,02	0,00017	1,2	4,0	0,00065

Die berechneten Werte zeigten, dass für die verschiedenen Einleitungsszenarien zum Teil stark unterschiedliche Maximalwerte für die zulässigen Einleitungen ohne Verletzung des Verschlechterungsverbots der WRRL vorlagen. Bei den Parametern, die im Gewässer keine Überschreitungen der UQN-Werte gezeigt hatten, waren die höheren Abflussraten des Abelitz-Moordorf-Kanals (Szenarien 4 und 5) eine entscheidende Größe für die höheren zulässigen Einleitungsmengen.

Bei den Schadstoffen Imidacloprid, Benz(a)pyren, Nickel und PFOS waren die zugehörigen UQN-Werte an Messstelle 3 bereits überschritten. Hier richteten sich die maximalen Einleitungskonzentrationen ausschließlich nach der an Messstelle 3 vorhandenen Konzentrationen, um das Verschlechterungsverbot einzuhalten.

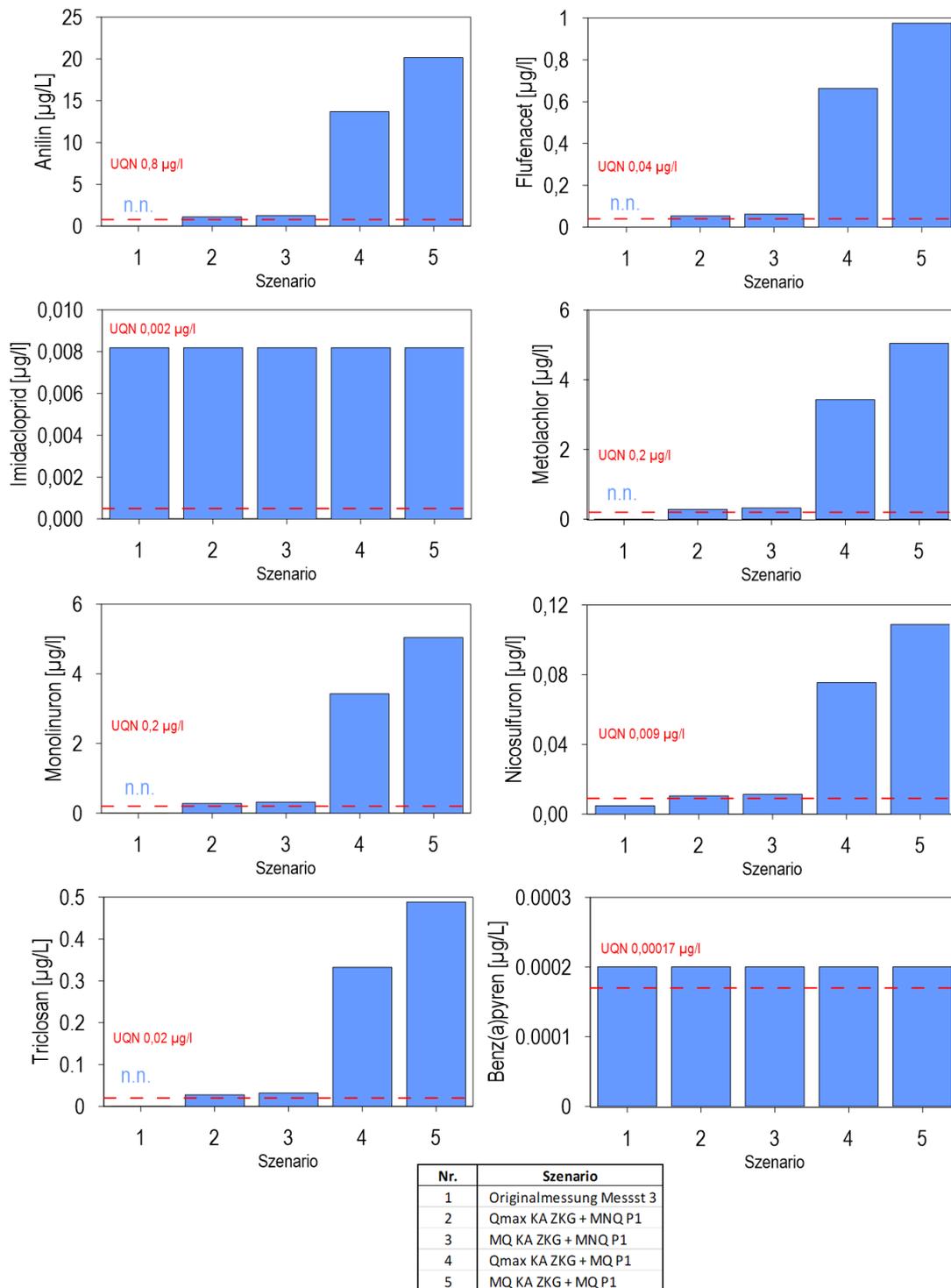


Abbildung 12: Konzentrationen an Messstelle 3 sowie Rückrechnungskonzentrationen (Maximalwerte) für die Einleitung ausgewählter Schadstoffe nach Anhang 6 und 8 OGewV für 4 Abflusszenarien ohne Verletzung des Verschlechterungsverbots der WRRL, Teil 1, (n.n. – nicht nachweisbar)

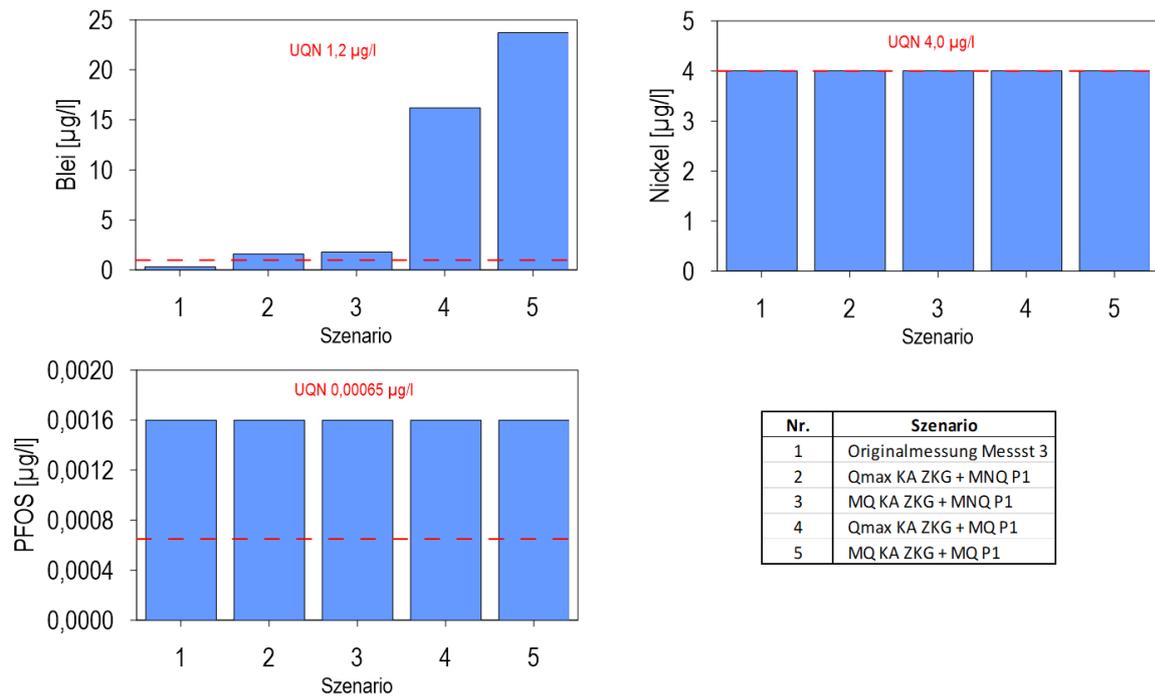


Abbildung 13: Konzentrationen an Messstelle 3 sowie Rückrechnungskonzentrationen (Maximalwerte) für die Einleitung ausgewählter Schadstoffe nach Anhang 6 und 8 OGewV für 4 Abflusszenarien ohne Verletzung des Verschlechterungsverbots der WRRL, Teil 2

5.2 Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik

Analog zu den Schadstoffen wurden für die Rückrechnungen bezüglich der Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik zunächst die IST-Frachten im Abelitz-Moordorf-Kanal aus den Messwerten an Messstelle 3 (Messung 21.09.2021) berechnet. Da die Konzentrationen der Schadstoffe Azithromycin, Erythromycin, Clotrimazol, Miconazol, und Iomeprol an der Messstation 3 unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen, wurden für die Frachtenberechnung die halben Bestimmungsgrenzenkonzentrationen angesetzt. In einem weiteren Schritt wurden aus den vUQN-/PNEC-/NOEC-Werten die maximal zulässigen Schadstofffrachten im Abelitz-Moordorf-Kanal an Messstelle 3 berechnet. Aus der Differenz dieser beiden Frachten wurde dann auf die zulässigen Konzentrationen für die Einleitungen aus der KA ZKG rückgerechnet. Die daraus resultierenden empfohlenen Maximalwerte für die Einleitungen konnten die vUQN-/PNEC-/NOEC-Werte dabei überschreiten. Voraussetzung für die empfohlenen Maximalwerte war, dass sich der Gewässerzustand auf Grund der Einleitungen nicht verschlechtern sollte (Verschlechterungsverbot der WRRL). Einen Überblick über die Ergebnisse geben die nachfolgenden Tabellen und Abbildungen.

Analog zu den Schadstoffen zeigten die berechneten Werte, dass für die verschiedenen Einleitungsszenarien zum Teil stark unterschiedliche Maximalwerte für die zulässigen Einleitungen ohne Verletzung des Verschlechterungsverbots der WRRL vorlagen. Bei den Parametern, die im Gewässer keine Überschreitungen der vUQN-, PNEC- bzw. NOEC-Werte gezeigt hatten, waren die höheren Abflussraten des Abelitz-Moordorf-Kanals (Szenarien 4 und 5) eine entscheidende Größe für die höheren zulässigen Einleitungsmengen.

Bei den Arzneimitteln Diclofenac und Fluconazol waren der zugehörige vUQN- bzw. NOEC-Wert an Messstelle 3 bereits im IST-Zustand überschritten. Hier richteten sich die maximalen Einleitungskonzentrationen ausschließlich nach der an Messstelle 3 vorhandenen Konzentrationen, um das Verschlechterungsverbot einzuhalten.

Das Hormon Ethinyl-Estradiol war im Gewässersystem nicht nachzuweisen, weil die Bestimmungsgrenze mit $0,025000 \mu\text{g l}^{-1}$ etwa 3 Größenordnungen oberhalb des vUQN-Wertes von $0,000017 \mu\text{g l}^{-1}$ lag. Hier musste daher der vUQN-Wert als maximale Einleitkonzentration angesetzt werden.

Tabelle 14: Rückrechnungsszenarien für die Einleitungskonzentrationen der Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik aus der geplanten KA ZKG, Teil 1: **Rote und negative Werte** zeigen an, dass die vorhandenen Konzentrationen an Messstelle 3 (oder die halbe BG) bereits über den vUQN-/PNEC-/NOEC-Werten lagen; hier wurde als **Maximalwert** der Messwert von Messstelle 3 angenommen. **Blaue Werte** basieren auf der halben BG als Berechnungsbasis, **braune Werte** stehen für ein vollständig unbelastetes Gewässer, hier wurde der **Maximalwert** als Mittelwert aus beiden Werten berechnet.

Basis	Szenario	Q ZK m ³ d ⁻¹	Azithromycin µg l ⁻¹	Diclofenac µg l ⁻¹	Carbamazepin µg l ⁻¹	Sulfamethoxazol µg l ⁻¹	Clarithromycin µg l ⁻¹	Erythromycin µg l ⁻¹	Trimethoprim µg l ⁻¹	Clotrimazol µg l ⁻¹
UQN - (Messt 3 oder 0,5 BG)	MQ KA ZKG + MNQ P1	490	0,015	-0,47	3,88	0,77	0,19	0,80	16,2	27,6
UQN - (Messt 3 oder 0,5 BG)	MQ KA ZKG + MQ P1	490	-0,131	-20,45	57,71	7,83	2,43	12,68	258,5	441,4
UQN - (Messt 3 oder 0,5 BG)	Qmax KA ZKG + MNQ P1	735	0,017	-0,30	3,42	0,71	0,17	0,70	14,1	24,1
UQN - (Messt 3 oder 0,5 BG)	Qmax KA ZKG + MQ P1	735	-0,081	-13,62	39,31	5,42	1,66	8,62	175,7	300,0
UQN - 0	MQ KA ZKG + MNQ P1	490	0,031					0,81		
UQN - 0	MQ KA ZKG + MQ P1	490	0,494					12,99		
UQN - 0	Qmax KA ZKG + MNQ P1	735	0,027					0,71		
UQN - 0	Qmax KA ZKG + MQ P1	735	0,335					8,83		
Empfohlene Maximalwerte	MQ KA ZKG + MNQ P1	490	0,023	0,86	3,88	0,77	0,17	0,81	16,2	27,6
Empfohlene Maximalwerte	MQ KA ZKG + MQ P1	490	0,181	0,86	57,71	7,83	2,17	12,83	259,0	441,4
Empfohlene Maximalwerte	Qmax KA ZKG + MNQ P1	735	0,022	0,86	3,42	0,71	0,15	0,70	14,1	24,1
Empfohlene Maximalwerte	Qmax KA ZKG + MQ P1	735	0,127	0,86	39,31	5,42	1,49	8,72	176,0	300,0
vUQN, PNEC oder NOEC			0,019	0,04	2,50	0,59	0,13	0,50	10,0	17,0

Tabelle 15: Rückrechnungsszenarien für die Einleitungskonzentrationen der Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik aus der geplanten KA ZKG, Teil 2: **Rote und negative Werte** zeigen an, dass die vorhandenen Konzentrationen an Messstelle 3 (oder die halbe BG) bereits über den vUQN-/PNEC-/NOEC-Werten lagen; hier wurde als **Maximalwert** der Messwert von Messstelle 3 angenommen. **Blaue Werte** basieren auf der halben BG als Berechnungsbasis, **braune Werte** stehen für ein vollständig unbelastetes Gewässer, hier wurde der **Maximalwert** als Mittelwert aus beiden Werten berechnet.

Basis	Szenario	Q ZK m ³ d ⁻¹	Fluconazol µg l ⁻¹	Miconazol µg l ⁻¹	Venlafaxin µg l ⁻¹	Amidotrizoensäure µg l ⁻¹	Iomeprol µg l ⁻¹	Iopromid µg l ⁻¹	Ethinyl-Estradiol µg l ⁻¹
	MQ KA ZKG + MNQ P1	490	-0,0245	16,2	0,30	0,95	1,61	1,54	-0,007753
	MQ KA ZKG + MQ P1	490	-1,1280	259,5	1,76	6,80	25,36	22,48	-0,311833
	Qmax KA ZKG + MNQ P1	735	-0,0151	14,1	0,28	0,90	1,40	1,36	-0,005163
	Qmax KA ZKG + MQ P1	735	-0,7508	176,3	1,26	4,80	17,24	15,32	-0,207883
UQN - 0	MQ KA ZKG + MNQ P1	490		16,2			1,62		0,000028
UQN - 0	MQ KA ZKG + MQ P1	490		259,8			25,98		0,000442
UQN - 0	Qmax KA ZKG + MNQ P1	735		14,1			1,41		0,000024
UQN - 0	Qmax KA ZKG + MQ P1	735		176,5			17,65		0,000300
Empfohlene Maximalwerte	MQ KA ZKG + MNQ P1	490	0,0490	16,2	0,30	0,95	1,61	1,54	0,000017
Empfohlene Maximalwerte	MQ KA ZKG + MQ P1	490	0,0490	259,7	1,76	6,80	25,67	22,48	0,000017
Empfohlene Maximalwerte	Qmax KA ZKG + MNQ P1	735	0,0490	14,1	0,28	0,90	1,41	1,36	0,000017
Empfohlene Maximalwerte	Qmax KA ZKG + MQ P1	735	0,0490	176,4	1,26	4,80	17,45	15,32	0,000017
vUQN, PNEC oder NOEC			0,0037	10,0	0,26	0,80	(1,0)	(1,0)	0,000017

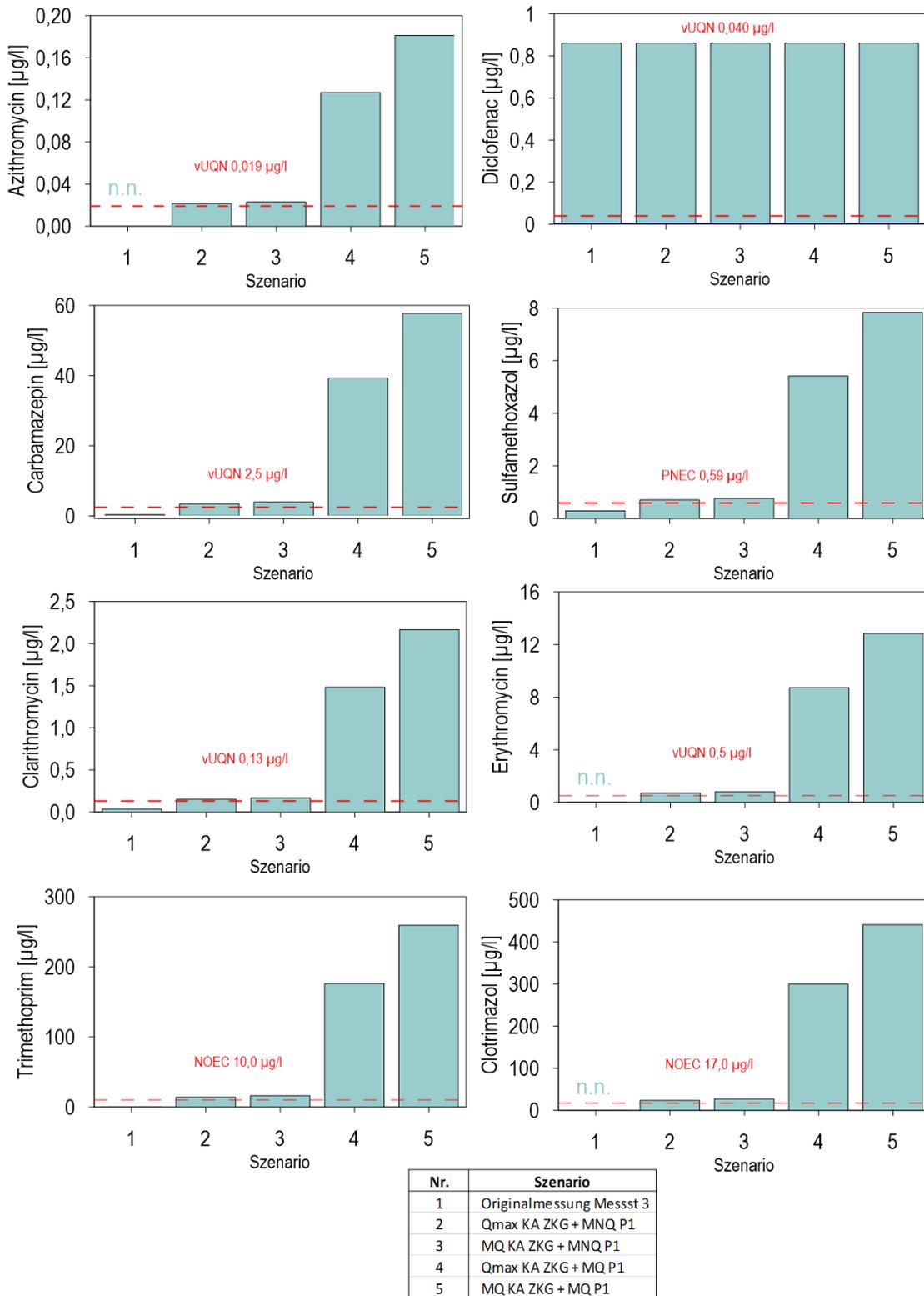


Abbildung 14: Konzentrationen an Messstelle 3 sowie Rückrechnungskonzentrationen für die Einleitung ausgewählter Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik für 4 Abflussszenarien ohne Verletzung des Verschlechterungsverbots der WRRL, Teil 1, (n.n. – nicht nachweisbar)

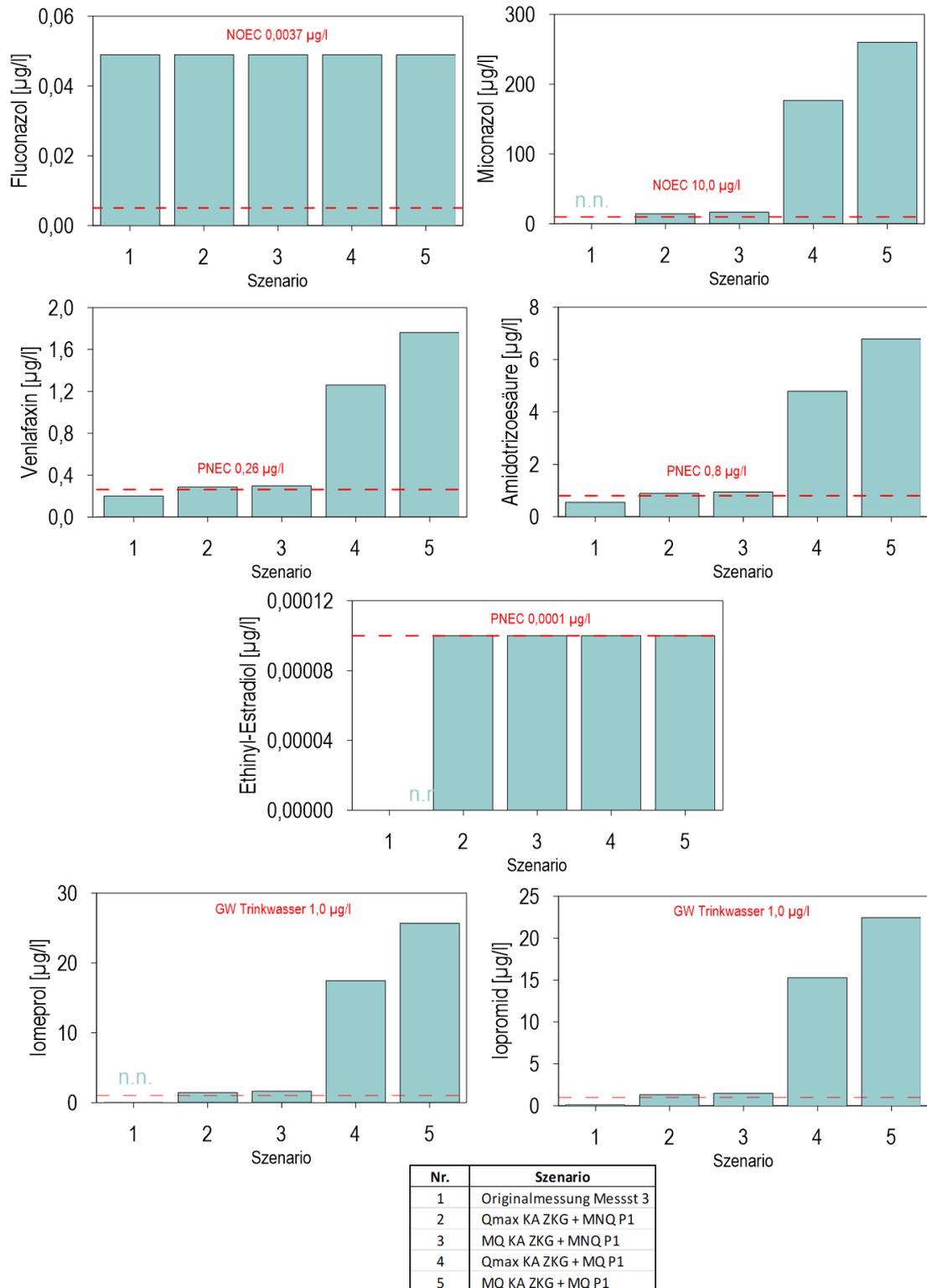


Abbildung 15: Konzentrationen an Messstelle 3 sowie Rückrechnungskonzentrationen für die Einleitung ausgewählter Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik für 4 Abflussszenarien ohne Verletzung des Verschlechterungsverbots der WRRL, Teil 2, (n.n. – nicht nachweisbar)

6 AOX und Röntgenkontrastmittel

Der zunehmende Einsatz von Röntgenkontrastmitteln (RKM) im klinischen Bereich ist Stand der Diagnostik und beeinflusst die Abwassersysteme der entsprechenden Kläranlagen. Zu den am meisten verwendeten RKM gehören organische Iodverbindungen – häufig triiodierte Benzolderivate –, die zum einen sehr stabil und zum anderen möglichst wenig toxisch sein müssen, um ihre Funktion in der Röntgendiagnostik zu erfüllen. Man unterscheidet hier zusätzlich ionische RKM wie die Amidotrizoesäure, und nicht-ionische RKM wie Iopromid und Iomeprol. Um aus dem menschlichen Organismus möglichst vollständig wieder ausgeschieden zu werden, haben die eingesetzten RKM im Allgemeinen eine sehr gute Wasserlöslichkeit. In diesen Eigenschaften liegt die gute Eignung der Substanzen für ihren zweckbestimmten Einsatz. Auf der anderen Seite stellen die Stabilität und hohe Polarität (Wasserlöslichkeit) der RKM ein Problem dar, wenn die Substanzen in das Abwasser und mittelbar in die Umwelt gelangen. Sie werden im Klärschlamm nicht adsorbiert, reichern sich nicht in Biomasse an (keine Bioakkumulation) und sind nicht flüchtig. Auch die Aktivkohlefiltration ist aufgrund der hohen Polarität der RKM nur eingeschränkt für eine effiziente Minimierung der Konzentrationen geeignet (Bergmann 2011).

Eine Möglichkeit der Behandlung ist die Oxidation der Stoffe mit Ozon oder einer Kombination von Ozon, Wasserstoffperoxid und/oder UV-Bestrahlung („Advanced Oxidation Processes“, AOP) oder einer UV-Bestrahlung mit hoher Leistung.

Formal gehören die RKM wegen ihres Iodgehaltes zu dem Summenparameter AOX (adsorbierbare organisch-gebundene Halogene). In Krankenhausabwässern setzt sich der AOX-Wert typischerweise zu 75–90% aus iodhaltigen Röntgenkontrastmitteln zusammen, der Rest stammt aus Reinigungs- und Desinfektionsmitteln sowie aus Arzneistoffen. Die Elimination des nicht aus den RKM resultierenden AOX in Kläranlagen ist großenteils problemlos über die biologische Reinigungsstufe oder Aktivkohle möglich.

Auch wenn neuere Verfahren noch nicht Stand der Technik sind, ist nach Stand der Wissenschaft bereits eine weitgehende Elimination der RKM und damit eine deutliche Reduzierung der AOX-Konzentration möglich.

Röntgenkontrastmittel sollen bei der Anwendung im menschlichen Organismus durch den Stoffwechsel nicht verändert werden. Daher sind sie äußerst reaktionsträge und zeigen bei einer Einleitung in Oberflächengewässer keine Wechselwirkungen mit den Stoffwechselprozessen der wasserlebenden Organismen, sondern werden stattdessen relativ unverändert im Wasserkörper transportiert. Auch toxische oder kanzerogene Wirkungen auf die Biologie im Gewässer sind nicht erwartbar. Daher sind sowohl die RKM als auch die daraus resultierenden AOX-Konzentrationen aus gewässerökologischer Sicht als unproblematisch zu bewerten.

7 Zusammenfassende Bewertung

Für Beurteilung und Einordnung der geplanten Einleitungen aus der neuen Kläranlage Zentralklinikum Georgsheil (KA ZKG) wurden Messungen von allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern (ACP), Schadstoffen und Spurenstoffen aus Humanmedizin und Diagnostik im Abelitz-Moordorf-Kanal und im Marscher Tief sowie in der Bestandskläranlage Uthwerdum (KA UTHW) durchgeführt. Aus diesen Messungen wurden im Rahmen dieses Gutachtens verschiedene Mischungs- und Rückrechnungsszenarien abgeleitet, um eine Einschätzung vorzunehmen, inwieweit die geplanten Einleitungen aus der KA ZKG einen Einfluss auf das Gewässersystem des Abelitz-Moordorf-Kanals und des Marscher Tiefs haben werden.

Die Monitoringuntersuchungen ergaben für die ACP bei den Parametern gesamtorganischer Kohlenstoff (TOC), Gesamtstickstoff und Ammonium im Gewässer Überschreitungen der Vorgabewerte der OGewV.

Bei den relevanten Schadstoffen nach Anlage 6 und 8 OGewV überschritten die Verbindungen Imidacloprid, Benzo(a)pyren und PFOS die UQN-Schwellenwerte aus der OGewV.

Dagegen lagen die gemessenen Gewässerkonzentrationen für die meisten Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik im unkritischen Bereich. Ausnahmen bildeten die Medikamente Diclofenac und Fluconazol; ihre Gehalte waren im Gewässersystem stark erhöht und stellen damit potenzielle Problemstoffe dar.

Bei den Verdünnungsmischungsberechnungen für die ACP auf Basis der vorgegebenen, geplanten Betriebsmittelwerte ergaben sich für alle betrachteten Szenarien Überschreitungen der Vorgabewerte der OGewV für die Parameter Gesamtphosphor, Gesamtstickstoff und Ammonium. Für den Gesamtstickstoff wurden die Vorgaben der OGewV für Mündungen von Flüssen in marine Gewässer angewendet, daher waren die Überschreitungen noch deutlicher. Der strengere Zielwert TNb von $2,8 \text{ mg l}^{-1}$ ist in Niedersachsen bereits für jeden Wasserkörper als Bewirtschaftungszielwert anzusetzen. Dabei ist es unerheblich, um welchen Gewässertyp es sich handelt. Allerdings sind auch die Vorbelastungen im Gewässersystem bereits hoch; letzteres gilt auch für die Ammoniumwerte.

Für die Verdünnungsmischungsberechnungen bei den Schadstoffen ergaben sich im Gewässersystem die gleichen problematischen Konstellationen, die auch beim Monitoring zu beobachten gewesen waren: Die Stoffe Imidacloprid, Benzo(a)pyren und PFOS überschritten in allen Szenarienrechnungen die von der OGewV vorgegebenen UQN-Werte.

Bei den Rückrechnungen der geplanten Einleitungswerte auf maximale Konzentrationen in Bezug auf die existierenden Vorbelastungen waren für die Schadstoffe Imidacloprid, Benzo(a)pyren und PFOS die Vorbelastungen bereits so hoch, dass

hier nur die Messwerte aus dem Gewässersystem als Maximalwerte vorgeschlagen werden konnten, ohne das Verschlechterungsverbot der WRRL zu verletzen. Bei den übrigen Schadstoffen hingen die Maximalkonzentrationen für eine Einleitung entscheidend vom Abflussvolumen des Abelitz-Moordorf-Kanals ab; je höher dieser Abfluss war, desto höher waren die möglichen Einleitkonzentrationen, ohne gegen das Verschlechterungsverbot zu verstoßen.

Ähnliche Verhältnisse fanden sich bei den Rückrechnungsszenarien für die Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik: Diclofenac und Fluconazol fanden sich bereits mit hohen IST-Konzentrationen im Gewässer und lagen über den vUQN-/NOEC-Werten. Hier konnte nur der Gewässerwert als Maximalkonzentration für die künftigen Einleitungen angenommen werden, ohne das Gewässer zu verschlechtern. Bei den übrigen Spurenstoffen aus Humanmedizin und Diagnostik hingen wie bei den Schadstoffen die Maximalkonzentrationen für eine Einleitung entscheidend vom Abflussvolumen des Abelitz-Moordorf-Kanals ab; je höher dieser Abfluss war, desto höher waren die möglichen Einleitkonzentrationen, ohne dass eine Verschlechterung der Bedingungen im Gewässer zu erwarten war. Eine Ausnahme bildete hier das Ethinyl-Estradiol: Da der vUQN-Wert weit unterhalb der Bestimmungsgrenze lag, konnte hier keine Aussage in Bezug auf die realen Konzentrationen gemacht werden. Daher kam in diesem Fall nur der vUQN-Wert als Vorgabe für einen Maximalwert in Betracht.

8 Schlussfolgerungen

Die nach einer Inbetriebnahme der neuen KA ZKG zu erwartenden Belastungen bei den allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern sind gering. Insbesondere vor dem Hintergrund der neueren Klärwerkstechniken sind hier eher Verbesserungen im Vergleich zu den Messwerten an Messstelle 3 zu erwarten, das gilt insbesondere für die Phosphorkomponenten.

Das Schadstoffspektrum, das im Rahmen des Gutachtens untersucht wurde, entspricht in großen Teilen den Verhältnissen, wie sie in vielen Oberflächengewässern gefunden werden. Es ist wie oben beschrieben davon auszugehen, dass aufgrund der Abwasserherkunft und der 4. Reinigungsstufe durch die geplante KA ZKG kein signifikanter zusätzlicher Eintrag in das Gewässer erfolgt.

Auch bei den Spurenstoffen aus Humanmedizin und Diagnostik kann eine ausreichende Reduktion der Konzentrationen durch die KA ZKG angenommen werden. Das betrifft auch die Verbindungen, die bereits im Gewässer höhere Konzentrationen aufweisen, wie das Diclofenac und das Fluconazol.

In Bezug auf die Stoffgruppe der AOX und die mit diesem Parameter verbundenen iodhaltigen Röntgenkontrastmittel (RKM) stellt sich die Situation zunächst anders dar: Während die gängigen halogenierten Kohlenwasserstoffe, die vorwiegend Chlor und Brom enthalten, durch die verschiedenen Reinigungsstufen in einer Kläranlage zu großen Teilen reduziert werden können, ist dies bei den RKM nur bedingt der Fall, weil sie sehr inert gegenüber Oxidationen sind und nur bedingt durch eine vierte Reinigungsstufe zurückgehalten werden. Hier können messbare Mengen in die Gewässersysteme gelangen.

Insbesondere die robusten Eigenschaften der Verbindungen – sie sollen ja per Definitionem unverändert durch die Verdauungssysteme im Menschen durchgeleitet werden, um ihre Funktion bei Röntgenaufnahmen zu erfüllen – sorgen aber ohnehin dafür, dass die Verbindungen bei einer Einleitung in Oberflächengewässer keine Wechselwirkungen mit den Stoffwechselprozessen bei Organismen zeigen, sondern relativ unverändert im Wasserkörper transportiert werden. Auch toxische oder kanzerogene Wirkungen sind nicht erwartbar.

Für die Qualitätskomponenten (QK) und den chemischen Zustand gemäß WRRL können folgende Schlussfolgerungen in Bezug auf die Inbetriebnahme der KA ZKG gezogen werden:

- (1) Die dargestellten Verhältnisse für die ACP lassen keine Auswirkungen auf das Gewässersystem Abelitz-Moordorf-Kanal und Marscher Tief erwarten, die negative Einflüsse auf die biologischen Qualitätskomponenten haben werden. Die ACP selbst sind nicht bewertungsrelevant, sondern haben lediglich unterstützende Funktion für die Bewertung der biologischen QK.
- (2) Die flussgebietspezifischen Schadstoffe stellen ebenfalls eine unterstützende QK für die Bewertung der biologischen QK dar. Hier sind ebenfalls keine Auswirkungen zu erwarten. Bei verschiedenen Komponenten ist eine Verbesserung des Gewässerzustands anzunehmen, da ihre Einleitungskonzentrationen kleiner als die Gewässerkonzentrationen sind.
- (3) Beim chemischen Zustand sind keine Änderungen des jetzigen Gewässerzustands zu erwarten; die prognostizierten Einleitungen werden keine messbaren negativen Auswirkungen auf das Gewässer haben. Bei verschiedenen Komponenten ist eine Verbesserung des Gewässerzustands anzunehmen, da ihre Einleitungskonzentrationen kleiner als die Gewässerkonzentrationen sind.
- (4) Die Spurenstoffe aus Humanmedizin und Diagnostik sind gemäß den Vorgaben der WRRL und der OGewV nicht bewertungsrelevant. Hier konnten nur Einordnungen auf Basis der vUQN-, PNEC- und NOEC-Schwellenwerte vorgenommen werden. Negative Auswirkungen der Einleitungen auf das bestehende Gewässersystem sind nicht zu erwarten.

Es kann daher davon ausgegangen werden, dass bei bestimmungsgemäßer Auslegung der geplanten KA ZKG keine messbaren negativen Auswirkungen auf das bestehende Gewässersystem des Abelitz-Moordorf-Kanals und des Marscher Tiefs auftreten werden. Wie dargestellt, wird das Verschlechterungsverbot der WRRL eingehalten bzw. kann eine negative Beeinträchtigung der Gewässerqualität durch die Einleitungen nicht erwartet werden. Bei einer bestimmungsgemäßen Auslegung der geplanten Anlage, wie oben beschrieben, können die Frachten für Schadstoffe so weit reduziert werden, dass durch die Einleitungen auch das Verbesserungsgebot der WRRL eingehalten werden kann.

9 Literatur

- AGA (1991): Allgemeine Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA): Entscheidungshilfe für die Wasserbehörden in wasserrechtlichen Erlaubnisverfahren, RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft, IV B 7 1571/11-30707 v. 14.5.1991, Anlage 1.
- EU-Annexes (2022): Annexes to the Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2000/60/EC establishing a framework for Community action in the field of water policy, Directive 2006/118/EC on the protection of groundwater against pollution and deterioration and Directive 2008/105/EC on environmental quality standards in the field of water policy. Europäische Kommission, 26.10.2002, 28 Seiten.
- https://environment.ec.europa.eu/document/download/5aa45d99-811a-4e45-b89a-c10e30745fc1_en?filename=Annexes%20to%20the%20proposal_0.pdf (zuletzt aufgerufen 22.11.2022)
- MathejaConsult (2022): Zentralklinikum Georgsheil (ZKG) – Einleitung geklärter Klinikabwässer der geplanten Kläranlage des ZKG in den Abelitz-Moordorf-Kanal – Hydrologisches Gutachten zur Abflusssituation und zur Ermittlung von hydrologischen Randbedingungen für die Mischungsberechnung. Büro MathejaConsult, Bericht 2022/15, Wettmar, 15 S.
- OGewV (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung), Ausfertigungsdatum 20.06.2016 (BGBl. I S. 1373).
- Weber Ingenieure (2022): Zentralklinikum Georgsheil (ZKG) – Errichtung Klinikkläranlage (KKA) – Abstimmung Auslegungswerte 13.09.2022.
- Weber Ingenieure (2023): Information via E-Mail v. 13.02.2023, Frau Tineke Bittlingmayer.
- WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik: ABL EG Nr. L 327/1, 22.12.2000.

10 Anhang

Tabelle 16: Monatliche Sondenmesswerte für ACP an Messstationen 1 bis 4 in AMK (1 und 3), KA UTHW (2) und MT (4) für den Zeitraum Juli 2021 bis Juni 2022

Datum	Uhrzeit	Messstation	Temp [°C]	Leitf [µS/cm]	Salzgehalt	O ₂ -Sättigung [%]	O ₂ -Konz [mg/l]	pH	ORP (mV)
07.07.2021	13:51:59	1	18,9	293,0	0,16	44,0	4,09	7,2	119,4
07.07.2021	14:12:33	2	20,2	701,6	0,38	63,8	5,76	6,65	138,8
07.07.2021	14:30:02	3	22,0	490,1	0,25	38,8	3,39	7,02	129,1
07.07.2021	14:46:07	4	21,6	517,7	0,27	113,1	9,96	8,1	104,5
17.08.2021	15:09:08	1	15,8	249,6	0,14	21,1	2,09	6,56	107,2
17.08.2021	11:57:37	2	19,3	650,8	0,36	64,7	5,96	6,52	158,3
17.08.2021	13:37:54	3	17,5	367,4	0,21	55,3	5,29	7	130,2
17.08.2021	17:53:15	4	18,0	447,0	0,25	102,3	9,67	7,76	104,0
21.09.2021	14:53:09	1	14,1	323,6	0,20	41,6	4,28	6,82	141,1
21.09.2021	14:03:38	2	19,0	707,6	0,39	68,3	6,32	6,34	146,7
21.09.2021	13:12:08	3	16,4	381,5	0,22	43,8	4,28	6,77	146,5
21.09.2021	12:29:09	4	16,0	319,8	0,19	56,5	5,57	7,39	153,3
12.10.2021	09:50:15	1	11,0	234,0	0,15	67,1	7,38	6,79	131,7
12.10.2021	11:04:48	2	16,3	639,5	0,38	61,4	6,01	6,38	144,9
12.10.2021	10:24:13	3	11,8	333,3	0,22	45,7	4,94	6,67	113,9
12.10.2021	10:42:40	4	12,0	348,3	0,22	60,9	6,55	6,78	126,2
16.11.2021	10:32:48	1	7,7	279,0	0,20	74,4	8,88	6,99	103,8
16.11.2021	10:55:26	2	13,5	595,9	0,38	62,7	6,53	6,52	112,3
16.11.2021	11:14:26	3	8,3	310,8	0,22	48,9	5,74	6,71	95,7
16.11.2021	11:32:25	4	7,9	311,6	0,22	55,9	6,63	6,97	101,2
15.12.2021	10:38:40	1	8,5	265,0	0,19	70,2	8,20	6,48	103,0
15.12.2021	14:21:28	2	11,8	572,6	0,38	67,5	7,30	6,37	125,4
15.12.2021	14:41:54	3	8,6	277,6	0,20	59,9	6,99	6,45	96,4
15.12.2021	15:01:40	4	8,3	312,2	0,22	67,6	7,93	6,55	115,0
17.01.2022	10:55:21	1	6,1	8,1	0,00	81,2	10,09	6,9	87,0
17.01.2022	11:31:08	2	9,8	606,8	0,42	65,2	7,37	6,72	113,4
17.01.2022	11:53:47	3	6,1	291,5	0,22	79,0	9,79	6,98	94,0
17.01.2022	12:14:45	4	6,2	423,4	0,32	90,8	11,23	7,24	113,5
14.02.2022	10:39:24	1	6,2	255,4	0,19	80,5	9,97	6,88	87,4
14.02.2022	11:36:10	2	9,5	520,5	0,36	55,3	6,30	6,65	112,6
14.02.2022	11:53:20	3	4,9	268,4	0,21	76,9	9,83	6,81	88,6
14.02.2022	12:16:40	4	5,5	265,4	0,20	87,3	10,99	6,94	100,7
16.03.2022	10:01:36	1	5,4	247,9	0,19	81,6	10,30	6,92	98,7
16.03.2022	10:57:18	2	10,7	555,2	0,38	53,4	5,92	6,41	123,0
16.03.2022	11:16:14	3	7,3	282,6	0,21	58,0	6,98	6,75	107,8
16.03.2022	11:36:00	4	7,5	8,2	0,00	69,1	8,29	6,89	106,9
12.04.2022	10:14:23	1	6,7	238,2	0,18	85,3	10,42	6,94	107,6
12.04.2022	10:36:51	2	11,0	509,5	0,34	56,0	6,16	6,5	118,2
12.04.2022	10:58:23	3	8,8	268,5	0,19	78,1	9,06	6,63	106,7
12.04.2022	11:46:21	4	9,0	284,0	0,20	81,4	9,41	6,74	113,9
12.05.2022	12:00:00	1	14,6	379,1	0,23	59,6	6,02	7,2	120,1
12.05.2022	12:00:00	2	15,6	653,0	0,39	56,3	5,57	6,69	122,4
12.05.2022	12:00:00	3	16,4	533,0	0,31	127,6	12,42	7,49	106,1
12.05.2022	12:00:00	4	17,3	579,0	0,33	104,7	9,99	7,74	109,4
13.06.2022	10:11:09	1	16,4	301,0	0,17	37,8	3,70	6,99	122,9
13.06.2022	10:33:14	2	17,9	657,2	0,37	63,4	6,00	6,67	127,4
13.06.2022	10:50:27	3	18,5	363,0	0,20	89,0	8,32	7,32	117,3
13.06.2022	11:52:22	4	19,2	528,2	0,29	72,9	6,72	7,41	114,7

Tabelle 17: Monatliche Messwerte für unfiltrierte ACP-Proben an Messstationen 1 bis 4 in AMK (1 und 3), KA UTHW (2) und MT (4) für den Zeitraum Juli 2021 bis Juni 2022

Datum	Messstelle	BSB ₅ mg l ⁻¹	TOC mg l ⁻¹	Gesamt-P mg l ⁻¹	Gesamt-N mg l ⁻¹	Eisen mg l ⁻¹
07.07.2021	1	5,8	24	0,55	2,7	2,10
07.07.2021	2	4,6	17	0,67	3,5	0,86
07.07.2021	3	3,3	19	0,42	2,9	2,20
07.07.2021	4	6,3	34	0,03	2,5	1,60
17.08.2021	1	6,6	35	0,57	3,4	2,34
17.08.2021	2	3,2	17	0,91	3,9	1,29
17.08.2021	3	3,0	28	0,48	3,0	2,56
17.08.2021	4	4,8	27	0,28	2,3	2,93
21.09.2021	1	2,5	40	0,26	3,8	2,05
21.09.2021	2	2,4	15	0,89	3,4	1,56
21.09.2021	3	2,1	31	0,37	4,1	1,75
21.09.2021	4	3,1	29	0,31	4,0	2,82
12.10.2021	1	8,6	34	0,47	4,6	3,19
12.10.2021	2	6,3	18	0,72	3,8	1,95
12.10.2021	3	2,7	31	0,32	4,8	2,34
12.10.2021	4	2,6	33	0,25	5,1	3,25
16.11.2021	1	3,0	42	0,50	6,3	4,57
16.11.2021	2	5,6	19	0,98	3,1	1,80
16.11.2021	3	1,9	32	0,29	5,3	2,77
16.11.2021	4	2,2	34	0,34	5,2	4,31
15.12.2021	1	1,5	36	0,25	7,1	1,59
15.12.2021	2	7,4	21	0,92	4,9	1,52
15.12.2021	3	2,4	32	0,26	6,7	2,27
15.12.2021	4	2,4	32	0,28	5,9	4,10
17.01.2022	1	1,5	33	0,23	6,4	2,03
17.01.2022	2	4,9	21	0,78	4,5	0,57
17.01.2022	3	2,4	27	0,26	6,2	2,19
17.01.2022	4	4,0	34	0,32	4,4	6,09
14.02.2022	1	1,7	31	0,21	6,8	1,71
14.02.2022	2	7,1	23	0,57	6,0	0,52
14.02.2022	3	3,1	27	0,24	6,9	1,82
14.02.2022	4	3,0	30	0,24	6,1	3,27
16.03.2022	1	2,7	29	0,23	4,8	1,97
16.03.2022	2	6,7	18	1,20	3,7	2,68
16.03.2022	3	5,5	23	0,36	3,6	2,49
16.03.2022	4	3,7	25	0,34	5,0	4,43
12.04.2022	1	2,2	33	0,20	4,6	1,53
12.04.2022	2	4,3	21	0,93	4,2	0,78
12.04.2022	3	2,7	28	0,28	4,6	1,95
12.04.2022	4	3,8	32	0,34	4,9	4,36
11.05.2022	1	6,1	30	0,24	2,3	3,80
11.05.2022	2	4,6	18	0,11	0,3	0,92
11.05.2022	3	5,9	37	0,20	2,9	1,11
11.05.2022	4	5,6	37	0,49	3,4	1,76
13.06.2022	1	3,2	29	0,33	2,7	2,81
13.06.2022	2	3,6	18	0,70	3,7	0,65
13.06.2022	3	6,4	27	0,35	2,1	2,40
13.06.2022	4	1,6	30	0,26	2,7	3,77

Tabelle 18: Monatliche Messwerte für filtrierte ACP-Proben an Messstationen 1 bis 4 in in AMK (1 und 3), KA UTHW (2) und MT (4) für den Zeitraum Juli 2021 bis Juni 2022

Datum	Messstelle	Phosphat-N	Nitrat-N	Nitrit-N	Ammonium-N	Chlorid	Sulfat
		mg l ⁻¹					
07.07.2021	1	0,34	0,22	0,18	0,78	30	8
07.07.2021	2	0,37	1,50	0,14	0,25	120	83
07.07.2021	3	0,26	0,72	0,16	0,80	65	35
07.07.2021	4	0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,005	56	69
17.08.2021	1	0,29	0,28	0,08	0,79	30	14
17.08.2021	2	0,52	2,00	0,14	0,25	100	74
17.08.2021	3	0,27	0,84	0,09	0,30	52	34
17.08.2021	4	0,13	0,30	0,03	0,08	56	55
21.09.2021	1	0,17	1,40	0,11	0,20	34	22
21.09.2021	2	0,32	1,70	0,08	0,13	110	91
21.09.2021	3	0,24	1,80	0,10	0,23	47	36
21.09.2021	4	0,20	1,50	0,12	0,48	32	32
12.10.2021	1	0,15	1,70	0,09	0,76	27	19
12.10.2021	2	0,25	0,89	0,13	1,10	100	70
12.10.2021	3	0,12	2,30	0,11	0,45	42	38
12.10.2021	4	0,08	2,70	0,10	0,55	35	67
16.11.2021	1	0,12	3,50	0,05	0,66	33	26
16.11.2021	2	0,35	0,37	0,13	0,63	110	74
16.11.2021	3	0,13	3,00	0,08	0,60	41	35
16.11.2021	4	0,11	2,70	0,06	0,59	36	56
15.12.2021	1	0,11	4,30	0,05	0,44	12	54
15.12.2021	2	0,45	0,89	0,24	0,71	110	70
15.12.2021	3	0,10	3,80	0,06	0,44	32	25
15.12.2021	4	0,08	3,00	0,06	0,58	35	29
17.01.2022	1	0,10	5,50	0,03	0,86	35	25
17.01.2022	2	0,54	2,80	0,31	0,58	140	60
17.01.2022	3	0,11	5,30	0,08	0,81	45	31
17.01.2022	4	0,06	2,50	0,04	0,95	45	120
14.02.2022	1	0,09	4,20	0,03	0,54	34	23
14.02.2022	2	0,25	2,00	0,36	1,60	96	53
14.02.2022	3	0,10	4,10	0,08	0,76	40	29
14.02.2022	4	0,09	3,50	0,05	0,64	34	42
16.03.2022	1	0,09	4,30	0,05	0,19	34	21
16.03.2022	2	0,39	1,80	0,01	0,03	110	77
16.03.2022	3	0,09	3,50	0,03	0,04	43	26
16.03.2022	4	0,07	4,70	0,12	0,44	48	48
12.04.2022	1	0,09	2,40	0,02	0,31	32	21
12.04.2022	2	0,52	1,70	0,16	0,37	92	59
12.04.2022	3	0,10	2,40	0,04	0,29	37	26
12.04.2022	4	0,09	2,20	0,04	0,35	33	50
11.05.2022	1	0,04	0,30	0,02	0,03	41	18
11.05.2022	2	0,14	0,67	0,13	0,39	110	66
11.05.2022	3	0,01	0,39	0,03	0,02	77	51
11.05.2022	4	0,01	< 0,02	0,00	< 0,005	65	79
13.06.2022	1	0,13	0,63	0,08	0,11	34	17
13.06.2022	2	0,39	1,80	0,19	0,30	110	61
13.06.2022	3	0,07	0,02	0,01	0,04	51	22
13.06.2022	4	0,04	0,22	0,05	0,17	70	47