

kompetenz wasser

**DAS KÖLNER FACHJOURNAL FÜR
DIE WASSERWIRTSCHAFT**

September 2023 | ISSN 1863-7035

BLAU-GRÜNE STADTGESTALTUNG

Wasserwirtschaftliche Klima-
folgenanpassung durch
multifunktionale Flächen

WEITERE THEMEN:

- › KLIMANEUTRALITÄT MIT CO₂-ROADMAP
- › NEUES ENTWÄSSERUNGSSYSTEM
- › INNOVATIVE GEODATEN-ERMITTLUNG
- › SANIERUNG HOCHWASSERSCHUTZMAUER
- › UND VIELE MEHR



© StEB Köln, Peter Jost

S. 6

Multifunktionsflächen schaffen Schutz und Lebensqualität

Überflutungsvorsorge im urbanen Kontext nimmt immer mehr Raum ein. Ein anschauliches Beispiel sind zwei neue Multifunktionsflächen in Köln-Porz-Eil.



© StEB Köln, Peter Jost

S. 12

Denkmal- und Landschaftsschutz im Blick

Die Weiterentwicklung der Kölner Parkweiher geht voran. Aktuell wird der Volksgartenweiher in der Kölner Südstadt komplett grunderneuert.

S. 26

Vom Klärwerk zum Energiewerk?

Für Kläranlagen ergeben sich viele Potenziale, die Energiewende zu unterstützen und davon zu profitieren. Ein Ziel, dem die StEB Köln mit ersten Maßnahmen im Großklärwerk Köln-Stammheim näher kommen.



© StEB Köln



© StEB Köln

S. 36

Neues System für neue Herausforderungen

Um den gestiegenen wasserwirtschaftlichen Anforderungen im Nordwesten Kölns Rechnung zu tragen, werden die bestehenden Entwässerungssysteme durch eine neue technische Gesamtlösung ersetzt.

S. 56

„Lindemauer“ erfüllt wieder aktuelle Hochwassernorm

Im April 2023 wurde die Sanierung der Hochwasserschutzanlage „Lindemauer“ in Köln-Sürth fertiggestellt. Das Sanierungsprojekt im Überblick.



© StEB Köln, Peter Jost

Inhalt

VORWORT

Blau-grüne Stadtgestaltung



MULTIFUNKTIONSFLÄCHEN

SCHAFFEN SCHUTZ UND LEBENSQUALITÄT

Überflutungsvorsorge am Beispiel
der „Eiler Plätze“ **Seite 6**

DENKMAL- UND LAND- SCHAFTSSCHUTZ IM BLICK

Sanierung des Volksgartenweiher
Seite 12

Nachhaltiges Handeln

MIT DER CO₂-ROADMAP ZUR KLIMANEUTRALITÄT

Wie die StEB Köln den Weg zur
Treibhausgasneutralität meistern
wollen **Seite 16**

WELCHES TREIBHAUSGAS- POTENZIAL HAT EIN KLÄRWERK?

Treibhausgas-Monitoring auf dem
Großklärwerk Köln-Stammheim
Seite 20

VOM KLÄRWERK ZUM ENERGIEWERK?

Biogasaufbereitung am
Beispiel des Großklärwerks
Köln-Stammheim **Seite 26**

CO-FERMENTATION IM AUFSCHWUNG

Status-Update zur alternativen
Energieerzeugung am Standort
Köln-Stammheim **Seite 31**

NEUE WERTE FÜR NACH- HALTIGES WIRTSCHAFTEN

Die Gemeinwohlbilanz der
StEB Köln **Seite 32**

Abwasser & Klärtechnik

NEUES SYSTEM FÜR NEUE HERAUSFORDERUNGEN

Aktive Starkregenvorsorge und
Ortsanlagenentwässerung
für Esch, Pesch und Auweiler
Seite 36

BEHANDLUNG VON FADEN- BAKTERIEN IM KLÄRWERK

Maßnahmen und mikroskopische
Erfolgskontrolle **Seite 40**

GUT KOMBINIERT: OZONUNG UND AKTIVKOHLEFILTRATION

Ergebnisse der RedOxA-Studie
am Beispiel des Klärwerks
Köln-Rodenkirchen **Seite 42**

INFEKTIONSGESCHEHEN FRÜHZEITIG ERKENNEN

Abwassersurveillance auf
SARS-CoV-2 bei den StEB Köln
Seite 48

INNOVATIVE GEODATEN- ERMITTLUNG

Prozessautomatisierung
mit GeoAI **Seite 52**

Hochwasserschutz

„LINDEMAUER“ ERFÜLLT WIEDER AKTUELLE HOCHWASSERNORM

Sanierung der Hochwasser-
schutzmauer in Köln-Sürth
abgeschlossen **Seite 56**

MELTHO:

EIN DOKUMENTATIONSTOOL FÜR HOCHWASSEREREIGNISSE

Innovative webbasierte Einsatz-
dokumentation **Seite 60**

IMPRESSUM

Seite 63

Vielen Dank an alle Autor*innen dieser Ausgabe!

Jonas Bachnick, Sachgebietsleiter Betriebsentwicklung Großklärwerk Köln-Stammheim, StEB Köln | **Burkhard Baur**, Sachgebietsleiter Verfahrenstechnik und Entsorgung, StEB Köln | **Patrick Becker**, Sachgebiet Fachtechnik, konzeptionelle Planungen und Optimierungen, StEB Köln | **Manuel Hartenberger**, Abfallbeauftragter Sachgebiet Verfahrenstechnik und Entsorgung, StEB Köln | **Jutta Lenz**, Beauftragte für Klimaschutz und Nachhaltigkeit, Sachgebiet Technische Betriebswirtschaft, StEB Köln | **Tobias Lübbert**, Sachgebiet Kanalbau Nord, StEB Köln | **Christian Mörchen**, Sachgebietsleiter Gewässerausbau und Hochwasserschutzanlagen, StEB Köln | **Gerald Nagelschmidt**, Projektleiter Sachgebiet Investorenmaßnahmen und strategische Planung, StEB Köln | **Dr. Andrea Poppe**, Abteilungsleiterin Abwasserinstitut, StEB Köln | **Marcel Sat**, Anforderungsmanager Aufgabengebiet IT-Anforderungs- und Produktmanagement, StEB Köln | **Alexander Schlote**, Aufgabengebiet

IT-Anforderungs- und Produktmanagement, StEB Köln | **Nico Schmitz**, Projektingenieur Sachgebiet Gewässerausbau und Hochwasserschutzanlagen, StEB Köln | **Wilfried Schmitz**, Projektleiter Sachgebiet Ingenieurbau, StEB Köln | **Axel Scholle**, Sachgebiet Ingenieurbau, StEB Köln | **Sebastian Scholz**, topocare GmbH | **Ingo Schwerdorf**, Abteilungsleiter Wasserwirtschaftliche Grundlagen, StEB Köln | **Sabine Siegmund**, Hochwasserschutzzentrale, StEB Köln | **Tatjana Töllner**, Sachgebiet Prozessanalyse Großklärwerk, StEB Köln | **Flavienne Wandeu**, Sachgebiet Verfahrenstechnik und Entsorgung, StEB Köln | **Jürgen Werker**, Sachgebietsleiter Kanalbau Nord, StEB Köln | **Dr. Marlene Willkomm**, Stellvertretende Leiterin Hochwasserschutzzentrale, StEB Köln | **Chris André Wunsch**, topocare GmbH | **Dr. Ergün Yücesoy**, Sachgebietsleiter Technische Betriebswirtschaft, StEB Köln

Vorwort



Liebe Leserinnen und Leser,

in neuem „Gewand“ halten Sie heute die aktuelle Ausgabe der „kompetenz wasser“ in den Händen. Moderner, anschaulicher und unterhaltsamer wollen wir Ihnen künftig unser breites Themenspektrum näherbringen. Gleichzeitig sollen Sie sich schnell einen Überblick über die einzelnen Themen und deren Zusammenhänge verschaffen können. Über das gesamte Heft hinweg werden Ihnen daher Elemente begegnen, die an eine Enzyklopädie erinnern und die Sie strukturiert durch die Inhalte leiten.

„Die WasserBesserMacher – blaues Wasser für eine grüne Stadt“ ist die Vision, die unser Handeln als Stadtentwässerungsbetriebe Köln bestimmt. Betrachten Sie das „neue Gewand“ des Hefts gerne auch als Anspielung hierauf. Müssen wir unsere Umwelt, ja gerade unsere Städte nicht schnellstmöglich in ein neues, blau-grünes Gewand kleiden, um sie klimaresilient – Stichwort: Schwammstadt – und damit auch für die Zukunft lebenswert zu machen? Wie muss (künftig) das Gewand der Kanalnetze und der Abwasserreinigung aussehen, damit trotz erweiterter Stadtgrenzen und einer stetig wachsenden Bevölkerung am Ende weiterhin blaues Wasser steht? Und wie müssen wir unser Wirtschaften generell gestalten – Energieaufbereitung und künstliche Intelligenz sind dabei wichtige Stichwortgeber –, um die (Ab-)Wasserwirtschaft heute und in Zukunft nachhaltig grün zu gestalten und sie (noch mehr) mit Klimaschutz in Einklang zu bringen?

Ob im Großen wie bei Baumaßnahmen oder im Kleinen wie bei der Arbeit mit Mikroorganismen: Welche neuen Gewänder die Stadtentwässerungsbetriebe Köln in ihren verschiedenen Arbeitsbereichen in jüngster Zeit entworfen haben, lesen Sie in dieser Ausgabe.

Dabei wünsche ich Ihnen viel Spaß!

Ihre Ulrike Franzke

Vorständin der StEB Köln

Multifunktionsflächen schaffen Schutz und Lebensqualität

Überflutungsvorsorge am Beispiel der „Eiler Plätze“

INTERVIEW MIT INGO SCHWERDORF (LEITER WASSERWIRTSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN, STEB KÖLN)
UND GERALD NAGELSCHMIDT (PROJEKTLEITER „EILER PLÄTZE“, STEB KÖLN)

Das Thema Überflutungsvorsorge im urbanen Kontext nimmt immer mehr Raum ein. Ein anschauliches Beispiel sind zwei neue Multifunktionsflächen in Köln-Porz-Eil, die die StEB Köln in Kooperation mit der Stadt Köln im Rahmen des Programms „Starke Veedel – Starkes Köln“ gebaut haben.

Zunehmende Starkregenereignisse mit Überflutungen zeigen: Die Folgen des Klimawandels sind in Städten wie Köln ganz praktisch spürbar. Wie hat sich das Phänomen in den vergangenen Jahren in Köln verändert, Herr Schwerdorf?

IS: In Köln erleben wir seit 2010 wie in ganz Europa die Folgen der Klimaveränderungen durch sehr unterschiedliche Wetterextreme. Mal haben wir sehr nasse, mal sehr trockene Jahre und Dürre. Gerade (red. Ergänzung: im Juni 2023) gehen die Temperaturen hoch, es hat lange nicht geregnet, Regenwasser fehlt. Doch in Köln kennen wir eben auch die andere Seite mit zu viel Regenwasser. Das verheerende Starkregenereignis vom 14.07.2021 mit unfassbaren Wassermengen, wie wir sie bis dato nie erlebt hatten, hat für uns letztlich den Ausschlag gegeben, uns mit der Thematik noch intensiver und breiter als zuvor auseinanderzusetzen.

Es besteht breiter Konsens darüber, dass eine bessere Bewältigung von Starkregenereignissen im urbanen Raum verstärkt die Oberfläche in die Problemlösung einbeziehen muss. Welche Standortkriterien sind dabei relevant?

IS: Mit diesen Fragen beschäftigt sich auch das Forschungsvorhaben MURIEL („Multifunktionale Flächen – Von der Idee zur Realisierung“), in dessen Rahmen wir gemeinsam mit Forschungsinstituten und Praktiker*innen in Köln, Karlsruhe und Wesseling Flächen detektiert haben, die wir multifunktional nutzen können. Als wichtigstes Kriterium hat sich herauskristallisiert, dass es sich bestenfalls um eine öffentliche Fläche handelt – hier haben wir anders als

bei privaten Flächen, die natürlich auch nicht vergessen werden sollten, schneller Zugang und können umbauen. Das zweite wichtige Kriterium berücksichtigt, dass die Fläche hinsichtlich ihrer Nutzung keine Benachteiligung durch den Starkregen mitbekommt. In diesem Zuge haben wir auch ethische und moralische Aspekte diskutiert. Etwa, inwieweit man Regenereignisse auf Friedhöfe leiten kann beziehungsweise darf; hier haben wir uns letztlich dagegen entschieden (*lacht*).

Gibt es weitere Ausschlusskriterien?

IS: Ja. Bei ungefähr elf Flächen haben wir uns gegen eine Nutzung durch Regenwasser entschieden, da wir von Altlasten ausgehen mussten. Bei der Kriterien-Betrachtung ist es notwendig, das Schutzgut Grundwasser im Blick zu behalten. Auch im Bereich einer Hochwasseranlage sollte keine „Mufu“, also eine Multifunktionsfläche, gebaut werden. Wir haben alle Kriterien zusammengetragen und daraus eine „Mufu-Potenzial-Flächenanalyse“ abgeleitet. Damit können wir jetzt genau sagen, welche Flächen im gesamten Kölner Stadtgebiet multifunktional genutzt werden können.

Sie nutzen den Multiplikator Stadt Köln bewusst, um dort Informationen in den einzelnen Ämtern zu platzieren – warum?

IS: Wenn die Stadt Köln beziehungsweise einzelne Ämter Flächenanpassungen planen, hoffen wir, dass sie auf uns zukommen, um diese für die StEB Köln sehr wichtigen Areale gemeinsam zu entwickeln. Wir freuen uns immer, wenn sich die Kolleg*innen der Stadt melden und uns von Anfang an als Partner auf Augenhöhe betrachten. Es geht schließlich nicht darum, dass wir „Verhinderer“ baulicher Maßnahmen sind, sondern als aktiver Bestandteil der Planung an der optimalen Lösung für die Stadt und die Anwohner*innen mitwirken.



Platz an der Leidenhausener Straße / © StEB Köln



Retentionsfläche am Eiler Schützenplatz / © StEB Köln, Peter Jost



Platz an der Leidenhausener Straße / © StEB Köln, Peter Jost



Bauarbeiten am Eiler Schützenplatz / © StEB Köln

Für die Realisierung multifunktionaler Retentionsflächen gibt es unterschiedliche Optionen – welche sind das und wonach haben Sie in Köln entschieden?

IS: Am Anfang steht der Bedarf nach Überflutungsschutz. Zum Beispiel, weil Starkregengefahrenkarten diesen nahelegen und/oder weil eine Fläche tatsächlich schon einmal überflutet war. Wenn wir dann an die Planung gehen, bilden wir zunächst die Topographie, die Gebäude und das Kanalnetz der betroffenen Fläche in einem Computermodell ab und rechnen das stattgefundenen Überflutungsszenario nach. Das wiederum validieren wir mit Informationen wie Bildern und Videos aus den sozialen Medien. Erkennen wir auf einem solchen Bild beispielsweise einen Wasserstand von 30 Zentimetern und bildet unser Modell dies ebenso ab, wissen wir: Mit dem Modell können wir weiterrechnen.

Im nächsten Schritt betrachten wir dann verschiedene Maßnahmen: von der Dachbegrünung und Versickerung bei öffentlichen Flächen über unterirdische Regenbecken oder die Vergrößerung des Kanalnetzes – wo sinnvoll und möglich – bis hin zu einer multifunktionalen Nutzung. Auch Speicher und Zisternen sind eine Option, da sie Regenwasser für Dürreperioden vorhalten können.

Ein bunter Strauß an Möglichkeiten. Wie geht es dann weiter?

IS: All diese Möglichkeiten betrachten wir anschließend hinsichtlich ihrer Wirksamkeit im Kanalnetz-Modell. Daneben bewerten wir auch das jeweilige Kosten-Nutzen-Verhältnis, sprich: Welche Maßnahme führt zur gewünschten Reduktion der Überflutungsgefahr und wie ist der

Platz an der Leidenhausener Straße mit Pergola und Bepflanzung / © StEB Köln



volkswirtschaftliche Vorteil zu bewerten – im Verhältnis zu den Investitionen und den Betriebskosten? Zeigt die Bewertung, dass die Maßnahme sinnhaft und wirtschaftlich angemessen ist, gehen wir weiter und besprechen die Maßnahme mit der Stadt Köln, da die betreffenden Flächen häufig auf öffentlichem Grund liegen.

Und wenn die Investitionskosten zu hoch werden?

IS: Den Fall hatten wir bislang nicht. Sollten zu hohe Investitionskosten dennoch einmal Thema sein, müssten wir uns auf der Suche nach Alternativen die Frage stellen, welche Möglichkeiten wir unter den gegebenen Umständen am Kanalnetz und an der Oberfläche haben. Hier kommt ein wesentlicher Partner ins Spiel: Wir sollten Bürger*innen unbedingt motivieren, sich mit Objektschutzmaßnahmen auseinanderzusetzen und zu erkennen, wie der richtige Umgang mit Regenwasser aussehen kann. Schotter- und andere versiegelte Flächen beispielsweise führen schlichtweg zu mehr Überflutung, das sollte jeder und jedem bewusst sein.

Köln stattdessen stärker zu entsiegeln, so dass Regenwasser vor Ort versickern oder über Zisternen genutzt werden kann, ist in der Konsequenz aktiv gelebte Überflutungsvorsorge und aktiv gelebter Hochwasserschutz. Am Ende wird der richtige Umgang mit Regenwasser für alle zu einer Verbesserung der Lebensqualität führen. Denn grüner Raum macht Städte gesünder, ruhiger, entspannter und sauberer, da beispielsweise Staub an begrünten Fassaden gebunden wird.

Starkregenschutz ist also immer auch eine Frage der Lebensqualität. Wie gestaltet sich dies am Beispiel Eil, Herr Nagelschmidt?

GN: Die Schaffung multifunktionaler Retentionsflächen stellt eine wirkungsvolle Maßnahme zur Entschärfung der Überflutungsgefahr in urbanen Räumen durch Starkregen dar. Hierbei dienen öffentliche Flächen, die ihren Hauptzweck zum Beispiel als Verkehrs- oder Grünflächen erfüllen, als Retentionsraum bei seltenen Starkregenereignissen und tragen so langfristig zu einer Verhinderung der Überflutung von Gebäuden bei. Damit wird in nachhaltiger Art und Weise auf die in der Praxis zu beobachtenden Klimaänderungen



Entstehung des Spielplatzes / © StEB Köln

reagiert und gleichzeitig der öffentlichen Risikovorsorge Rechnung getragen.

Darüber hinaus bieten multifunktionale Retentionsflächen spannende Synergieeffekte im Hinblick auf eine attraktive Stadt- und Freiraumgestaltung, da diese die Aufenthaltsqualität und die Lebensbedingungen der Bürger*innen signifikant verbessern und gleichzeitig ein nachhaltiger Umgang mit der begrenzten Ressource Boden gewährleistet wird.

Bei der Gestaltung multifunktionaler Flächen in Porz-Eil handelt es sich um ein Pilotprojekt, das als Vorbild für nachhaltige Klimaanpassungsmaßnahmen auch für andere Stadtteile dienen kann. Worum genau geht es?

GN: Zur Identifizierung von Pilotmaßnahmen haben sich die StEB Köln und die Stadt Köln von April 2015 bis Juni 2017 am bereits erwähnten Forschungsprojekt MURIEL beteiligt, das durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert wurde. In einer Fallstudie haben die Projektteilnehmer mehrere Maßnahmen zur multifunktionalen Flächennutzung für den überflutungsgefährdeten Stadtteil Porz-Eil entwickelt und letztlich den Eiler Schützenplatz und den Platz an der Leidenhausener Straße als geeignet identifiziert. Beide Projekte vereinen Stadtentwicklung und wasserwirtschaftliche Aspekte, indem die Qualität des öffentlichen Stadtraums verbessert und gleichzeitig das Überflutungsrisiko bei Starkregen gemindert wird.

Wie ging es dann konkret weiter?

GN: Der Eiler Schützenplatz wurde zu einem öffentlichen Park aufgewertet, der nun vielseitig genutzt werden kann. Zum Beispiel als Verweilort mit Sitzstufenanlage und Bänken, als Spielplatz, aber auch zur Durchführung von Veranstaltungen. Der neue, moderne Spielplatz wurde übrigens nach den Wünschen von Kindern und Jugendlichen mit einer Kletter-Balancier-Anlage, einer Drehschaukel, einer Tischtennisplatte, einem Trampolin und einem Ballfangtrichter realisiert und liegt erhöht oberhalb der tiefer liegenden Regenwasserrückhaltefläche. Angrenzend zur Straße wurde zudem die vorhandene PKW-Stellplatzanlage attraktiv umgebaut.





Startgrube Pilotrohrvortrieb für Kanalquerung Frankfurter Straße
© StEB Köln



Ablauf Retentionsbecken zum Kanal / © StEB Köln



Einweihung der „Eiler Plätze“ / Von links: Gerald Nagelschmidt, Projektleiter „Eiler Plätze“, StEB Köln; William Wolfram, Dezernent Klima, Umwelt, Grün und Liegenschaften der Stadt Köln; Ulrike Franke, Vorständin, StEB Köln; Sabine Stiller, Bezirksbürgermeisterin Köln-Porz; Brigitte Scholz, Leiterin Amt für Stadtentwicklung und Statistik der Stadt Köln; Ingo Schwerdorf, Leiter Wasserwirtschaftliche Grundlagen, StEB Köln / © StEB Köln, Peter Jost

Für die Fläche an der Leidenhausener Straße wiederum fiel die Wahl auf einen Quartiersplatz mit städtischem Charakter, der von Baumbesteckungen und Sitzpodesten aus Betonfertigteilen geprägt ist. Eine Pergola aus einer Stahlkonstruktion mit künftiger Bepflanzung spendet in absehbarer Zeit Schatten. Bei Starkregen fungiert ein unterirdischer Blockspeicher als Zwischenspeicher, der angesichts der räumlich begrenzten Platzverhältnisse in Verbindung mit den technischen Randbedingungen ein Retentionsvolumen von immerhin 29 m³ bereitstellt; auf der Fläche des Eiler Schützenplatzes können bei Starkregen mindestens 700 m³ Wasser zwischengespeichert werden.

Der vom Fördergeber für die Umsetzung des Projektes vorgegebene Zeitrahmen war eng umrissen – war das jemals ein Problem?

GN: Sagen wir, es war eine Herausforderung. Aufgrund zahlreicher Umstände ergaben sich tatsächlich bauzeitliche Verzögerungen, was infolge auch zu einer Erhöhung der Baukosten führte. Dennoch konnten die Bauhauptleistungen in 2022 innerhalb des vorgegebenen Bauzeitrahmens realisiert und die zusätzlichen Kosten im Rahmen gehalten werden.

Welche weiteren Herausforderungen kommen Ihnen in den Sinn?

GN: Da es im Stadtgebiet Köln bisher kein vergleichbares Projekt mit den Anforderungen an eine multifunktionale Fläche gab, konnten wir in Köln selbst auf keinerlei Praxiserfahrung zurückgreifen.

Herausfordernd war sicher, dass sich der Aufwand nicht allein auf die fachliche Betreuung des Gewerks der StEB Köln beschränkte, da auf Grundlage des für dieses Projekt mit der Stadt Köln geschlossenen Kooperationsvertrages alle Vergaben für Planungen, Bauvorbereitung und Bauleistungen durch die StEB Köln zu veranlassen waren. Darüber hinaus lag auch die federführende Koordinierung der Planungs- und Bautätigkeiten bei den StEB Köln. Damit verbunden war ein ständiger Austausch mit den involvierten Fachämtern der Stadt Köln – wobei der von Beginn an große Kreis der Projektbeteiligten mit zunehmender Projektdauer immer weiter gewachsen ist. Zudem mussten Planung, Ausschreibung und Bauausführung der Bauleistungen unter Berücksichtigung der Gewerke Freianlagen, Verkehrsanlagen und Kanalbau erfolgen – die Aufteilung der Gewerke im Rahmen der Ausschreibung war der Schlüssel zum Baustart.

Baulich herausfordernd war der Umstand, dass nahezu der gesamte Ausbaubereich durch einen umfangreichen Baumbestand geprägt ist, zu dessen Schutz bei den Arbeiten im Wurzel- und Traufbereich Mini- beziehungsweise Saugbagger unter Einbindung des Baumkontrolleurs der Stadt Köln eingesetzt werden mussten. Dann fällt mir noch die Kanalquerung in geschlossener Bauweise Höhe Frankfurter Straße ein; auch die Verlegung von Versorgungsleitungen zur Verhinderung einer Leitungskollision war anspruchsvoll.

*Für das Projekt gab es eine öffentliche Informationsveranstaltung, bei der die Bürger*innen Anregungen einbringen konnten, auch während der örtlichen Baumaßnahmen haben sie ihre Anliegen immer wieder platziert. Worum ging es dabei und wie sind Sie damit umgegangen?*

GN: Das Projekt wurde den Bürger*innen im Juli 2018 ausführlich vorgestellt, eingegangene Vorschläge und Wünsche wurden aufgegriffen und im Rahmen der weiteren Planung soweit möglich berücksichtigt. Eine besondere Herausforderung stellte der Beschluss der Bezirksvertretung Porz vom November 2021 dar, wonach die Durchführung des Schützenfestes im Juni 2022 auf dem Eiler Schützenplatz ungeachtet der Bautätigkeiten zu gewährleisten war. Diese Vorgabe galt es einzuhalten, was intensive Abstimmungen erforderte. Darüber hinaus wurden neben Absperrmaßnahmen auch bauliche Sondermaßnahmen wie die Aufbereitung von Flächen zur Andienung des Schützenfestes und die Aufstellung eines Kinderkarussells realisiert. Schlussendlich konnte das Eiler Schützenfest zur Zufriedenheit aller stattfinden.

Auch dem Wunsch der am Platz an der Leidenhausener Straße ansässigen Gastronomie „Zur Lindenwirtin“, den Betrieb der Außengastronomie während der Bauzeit aufrechtzuhalten, konnten wir nachkommen.

Was uns freut, ist das viele positive Feedback, das uns in Gesprächen mit den Anwohner*innen während der Bauausführung vor Ort entgegengebracht wurde. Die durchweg positive Resonanz ist eine schöne Bestätigung unserer Arbeit und motiviert für zukünftige Projekte dieser Art.

Ein schönes Fazit. Gibt es denn mit Blick auf weitere Multifunktionsflächen bereits Pläne oder anstehende Projekte, Herr Schwerdorf?

IS: Ja, einige. Wir werden auf jeden Fall in der Kasemattenstraße in Köln-Deutz eine weitere Multifunktionsfläche gestalten. Mit dem Projekt gehen wir abermals einen Schritt weiter, da wir vor Ort nicht nur Retentionsvolumen für Starkregen bereitstellen, sondern das gesamte Areal grüner gestalten – aktuell ist es stark durch Parkplätze und eine Straße asphaltiert. Die Idee ist, in dem Bereich eine Entsiegelung vorzunehmen und das Regenwasser aufzufangen. Sprich das Regenwasser aus dem öffentlichen Raum zu versickern.

Eine letzte Frage: Mit dem Projekt „Eiler Plätze“ bewerben sich die StEB Köln für den DWA-Klimapreis 2023. Wie schätzen Sie Ihre Gewinnchancen ein?

IS: Uns geht es primär gar nicht um die Gewinnchancen. Sondern darum zu zeigen, dass wir in und für Köln etwas getan haben, das Vorbildcharakter hat. Wir möchten gerne mit Kolleg*innen in ganz Deutschland ins Gespräch kommen und dafür ist der Klimapreis ein guter Schritt. Auch wir Kölner*innen haben nach Hamburg oder Karlsruhe geschaut, um von der Erfahrung anderer Städte zu profitieren. Unabhängig davon wird das Projekt Eil als ein Best-Practice-Projekt in einem Merkblatt der DWA zur multifunktionalen Flächennutzung vorgestellt. Auch hierüber kommen wir in den Dialog, lernen voneinander.

Eine gute Vision und ein ebensolches Schlusswort. Vielen Dank für das Gespräch.

Denkmal- und Landschaftsschutz im Blick

Sanierung des Volksgartenweiher

AUTOR: AXEL SCHOLLE

Seit Juni 2017 liegen Pflege und Unterhalt sämtlicher Kölner Stadtweiher in der Verantwortung der StEB Köln. Nach der erfolgreichen Sanierung des Blücherparkweiher von 2019 bis 2020 wird aktuell der Volksgartenweiher in der Kölner Südstadt im Rahmen eines Neubaus komplett grunderneuert.

Sie prägen das Gesicht der Domstadt, doch auch das Klima und die Lebensqualität maßgeblich mit: die zahlreichen Wasserflächen im urbanen Raum. Insgesamt gibt es im überwiegend zentralen Kölner Stadtgebiet sowie im Grüngürtel 15 Parkweiher, die vor sechs Jahren von der Stadt Köln in die Zuständigkeit und den Besitz der StEB Köln übertragen wurden. Damit einher geht die Verantwortung für die Pflege sowie den reibungslosen Betrieb dieser Stadtweiher einschließlich der technischen Einrichtungen wie Grundwasserbrunnen oder Wasserfontänen. Neben dem baulichen und technischen Unterhalt gehören vor allem die Kontrolle der Wasserqualität sowie das Beseitigen von Algen oder das bedarfsgerechte Entschlammen der Weiher zu den Hauptaufgaben. Auch die Sanierung ist eine wichtige Verpflichtung für die StEB Köln, immerhin sind die meisten Parkweiher in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts entstanden, der Sanierungsbedarf ist zum Teil groß.

Als erstes städtisches Gewässer wurde der Blücherparkweiher umfassend und erfolgreich saniert. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse können nun für die Sanierung weiterer Parkweiher zielführend genutzt werden. Den Auftakt macht mit dem höchsten Sanierungsbedarf nach dem Blücherparkweiher der beliebte Volksgartenweiher in der Kölner Südstadt.

STATUS QUO: DER VOLKSGARTENWEIHER

Der Volksgartenweiher entstand in den Jahren 1887 bis 1889 im Bereich des „Fort IV Paul“ des ehemaligen Festungsrings, dem heutigen Inneren Grüngürtel. Die exakte Beschaffenheit der Sohlabdichtung ist nicht bekannt, vermutlich handelt es sich jedoch um eine Tonabdichtung. Die Uferlinien wiederum sind aus Beton – zum Teil auch bituminös – hergestellt und werden von einem üppigen, mitunter sehr alten und teils als Naturdenkmal klassifizierten

Baumbestand gesäumt. Darüber hinaus steht die gesamte Parkanlage einschließlich des Weiher unter Denkmalschutz – relevante Aspekte, die bei der Realisierung der Sanierung ebenso zu berücksichtigen sind wie die Belange des Landschaftsschutzes.

WARUM SANIEREN UND WO LIEGEN DIE HERAUSFORDERUNGEN?

Die Fauna im Volksgarten ist vielfältig und divers: Im und am Volksgartenweiher leben Fische, Amphibien, Schildkröten, Muscheln und viele verschiedene Wasservögel – darunter Nil- und Kanadagänse, Enten, Blesshühner und Schwäne –, durch die ein hoher Nährstoffeintrag in Form von Phosphaten erfolgt. Starkes Algenwachstum nebst unangenehmer Geruchsentwicklung sind die Folge.

Die Frischwasser-Versorgung erfolgt seit 2016 mit Grundwasser über ein künstliches, offenes Gerinne mit einem kleinen Wasserfall.

Des Weiteren weist der Weiher einen sehr hohen Wasserverlust durch Versickerung auf. Aufgrund seines Alters, der Beschaffenheit der Sohle sowie des Einflusses der Bäume ist an diesem Standort daher von deutlichen Schäden an der Sohle auszugehen. In einem ebenfalls sehr schlechten Zustand ist die Wasserqualität des Weiher. Ursachen hierfür sind neben der geringen Wassertiefe von 40 bis 140 Zentimetern der hohe Populationsdruck durch Wasservögel; insbesondere Gänse sorgen für einen starken Nährstoffeintrag. Auch der Freizeitdruck durch die Bevölkerung ist auf einem hohen Niveau und führt zu Ansammlungen von Siedlungsabfällen im Gewässer.

Kurzum: Die größten Probleme mit Blick auf den Volksgartenweiher lassen sich auf zwei Kernaspekte herunterbrechen:

» die undichte Sohle und damit verbunden große Wasserverluste;

» die sehr hohe Nährstoffkonzentration – bedingt durch eine geringe Wassertiefe und die enorme Vogelpopulation.



WELCHE LÖSUNGSANSÄTZE GIBT ES?

Mit Blick auf die guten Erfahrungen bei der Sanierung des Blücherparkweiher fiel die Entscheidung für einen kompletten Neubau des Volksgartenweiher. Der Nutzen liegt auf der Hand: Durch einen Neubau besteht die Möglichkeit, den Weiher mit einer deutlich größeren Wassertiefe zu errichten. Während die Uferbereiche zum Schutz der dort liegenden Wurzeln ihre Wassertiefe behalten, wird der innere Teil des Weiher auf bis zu vier Meter eingetieft, was zu einer besseren Durchmischung des Wassers führt, die Wassertemperaturen reduziert und den Lebensraum für Fische, insbesondere Raubfische, deutlich optimiert. Dieser Neubau muss unter Berücksichtigung des Denkmal- und Landschaftsschutzes erfolgen.



Befischung am Volksgartenweiher / © StEB Köln, Peter Jost



Die Abdichtung des Weiher erfolgt durch eine Kunststoffdichtungsbahn (KDB), wie sie im Deponiebau Anwendung findet. Bei einer Materialstärke von 2,5 Millimetern und doppelt verschweißten Überlappungen haben diese Bahnen gemäß ihrer Zulassung eine Lebensdauer von mindestens 100 Jahren. Zum Schutz und als Sohlsubstrat wird die KDB mit einer bis zu 50 Zentimeter dicken Sandschicht bedeckt.



Um eine bessere Durchströmung des Weiher zu gewährleisten, wird eine neue Umwälzung installiert, die Wasser an zwei verschiedenen Stellen entnimmt und zum Zulauf des Weiher hochpumpt. Zudem wird der Weiher als Ersatz für die alte Fontäne mit zwei Schaumsprudlern ausgestattet. Im Gegensatz zu einer Fontäne sorgt ein Schaumsprudler für einen deutlich höheren Eintrag von Luftsauerstoff in das Gewässer.



Für die Sohle des Weiher wiederum ist eine Bepflanzung mit speziellen Algen, sogenannten Armleuchteralgen, vorgesehen, die Nährstoffe im Wasser binden und so zusätzlich zur Verbesserung der Wasserqualität beitragen. Ein gezielter Fischbesatz stellt das ausgewogene Verhältnis von Fried- und Raubfischen sicher. Da auf die Wasservogelpopulation kein direkter Einfluss ausgeübt werden kann, besteht die Möglichkeit, eine Phosphateliminationsanlage (PEA) nachzurüsten, sofern der problematisch hohe Phosphatgehalt durch die geplanten Maßnahmen nicht deutlich verbessert werden kann.



Das Wasser wird abgelassen / © StEB Köln



Amphibiensatzgewässer Volksgarten
© StEB Köln

WIE SIEHT DIE UMSETZUNG AUS?

Vor Baubeginn des Becken-Neubaus im März 2023 wurde neben dem Weiher ein sogenanntes Amphibiensatzgewässer errichtet, das bis zum Abschluss des Neubaus als Ersatzhabitat für Amphibien, doch auch für Reptilien und Vögel dient. Zudem musste der alte Weiher entschlammt werden, um ihn für den Neubau vorzubereiten. Hierzu wurde bei noch gefülltem Becken der verdünnte Schlamm von einem Boot aus zunächst in ein Trommelsieb gepumpt, in dem alle Grobstoffe, die größer als vier Millimeter sind, abgetrennt wurden. Anschließend konnte der Sandanteil bis 0,063 Millimeter durch einen Hydrozyklon ebenfalls abgetrennt werden – das verbleibende Schlamm-Wasser-Gemisch ließ sich über das Kanalnetz zur Kläranlage in Köln-Stammheim ableiten.

Die Bauzeit einschließlich Wiederbefüllung ist mit zwölf Monaten bis März 2024 kalkuliert. Im Anschluss erfolgen noch die Restmontage der technischen Ausrüstung, wie die Umwälzung und die Schaumspudler, sowie die landschaftsbauliche Wiederherstellung der durch die Maßnahme betroffenen Flächen. Zum endgültigen Projekt-Abschluss ist für die Sommermonate die Bepflanzung der Weihersohle mit Armleuchteralgen vorgesehen.

Weitere Infos zur
Weihersanierung gibt
es hier: [steb-koeln.de/
volksgartenweiher](https://steb-koeln.de/volksgartenweiher)



Erdarbeiten im Volksgartenweiher / © StEB Köln



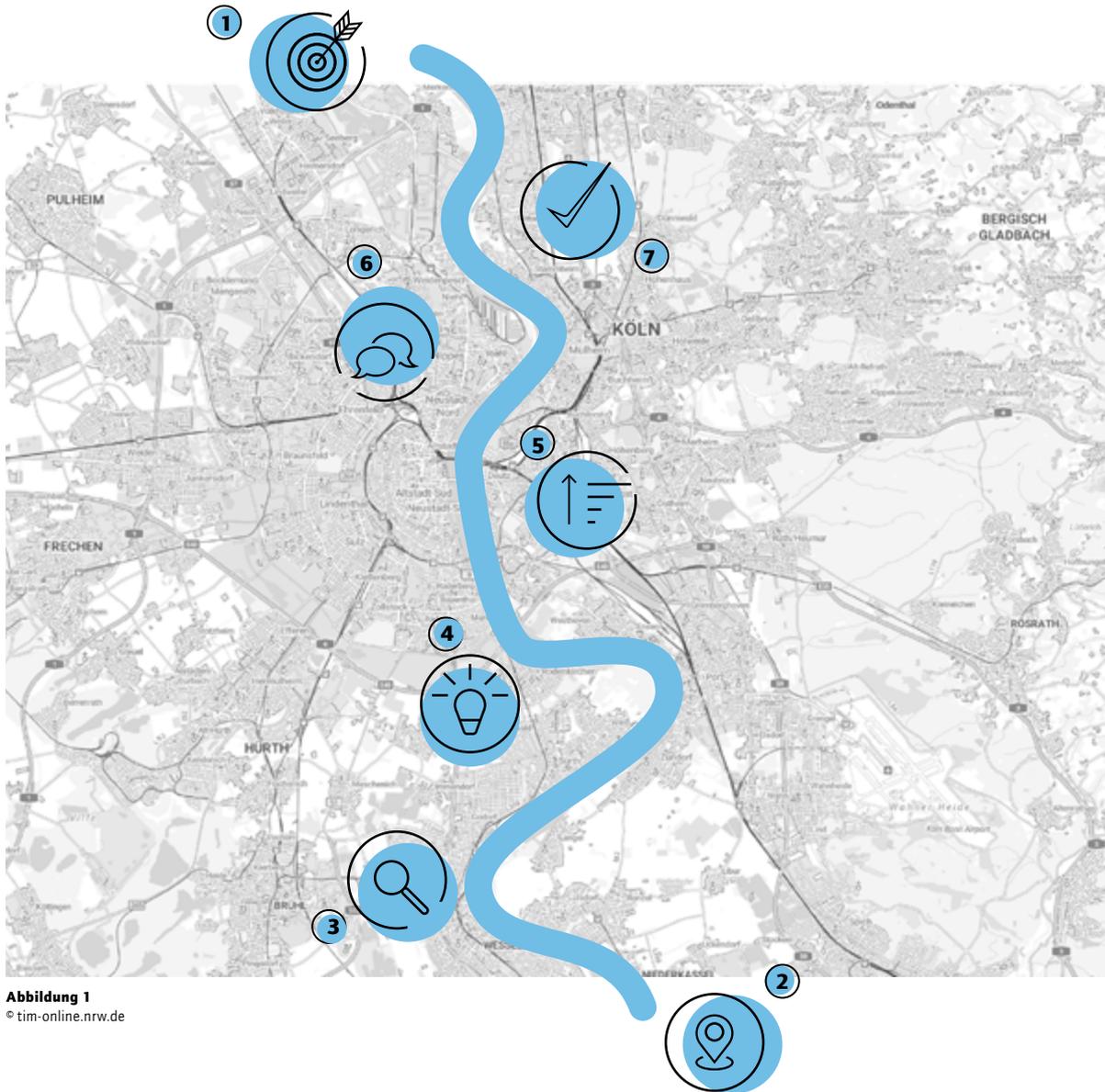


Abbildung 1
© tim-online.nrw.de

NACHHALTIGES HANDELN

Mit der CO₂-Roadmap zur Klimaneutralität

Wie die StEB Köln den Weg zur Treibhausgasneutralität meistern wollen

AUTOR: DR. ERGÜN YÜCESOY

Die StEB Köln haben sich ein ehrgeiziges Ziel gesetzt: Bis zum Jahr 2030 möchte das Unternehmen klimaneutral arbeiten – die kontinuierliche Reduzierung von Treibhausgasemissionen ist dabei ein wichtiger Schritt. Seit 2022 bietet nun eine umfassende CO₂-Roadmap als Wegweiser Orientierung.

Wenn die StEB Köln von Klimaneutralität sprechen, ist die sogenannte Treibhausgasneutralität – auch als Netto-null-Emissionen-Bilanz bekannt – gemeint. Es geht folglich darum, die Treibhausgasemissionen Schritt für Schritt zu senken. Unterstützen soll dabei eine CO₂-Roadmap, die 2022 in Zusammenarbeit mit einem Konsortium aus dem Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH (WI), dem Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft und Klimazukunft an der RWTH Aachen e. V. (FiW) sowie der Arbeitsgemeinschaft für sparsame Energie- und Wasserverwendung (ASEW) entwickelt wurde – ein Leitfaden, der das gesamte Unternehmen sowie dessen Lieferketten umfasst und die Fortschritte auf dem Weg zur Klimaneutralität nachvollziehbar und einfach dokumentierbar macht.

WORAUF KAM ES BEI DER ENTWICKLUNG AN?

Letztlich geht es darum, dass die CO₂-Roadmap zu jeder Zeit eine zeitlich strukturierte Darstellung der Handlungsfelder, Technologien, Maßnahmen und Innovationen zur Erreichung der angestrebten Klimaneutralität ermöglicht. Vor diesem Hintergrund ist der Entwicklungsprozess und Umgang mit der Roadmap von den folgenden sieben Schritten geprägt (siehe auch Abbildung 1):

1. Zieldefinition mit der SMART-Methode:

Zunächst wurde das gewünschte Niveau der CO₂-Reduktion bis zu einem bestimmten Datum mithilfe der SMART-Methode definiert: Nach diesem Kriterienraster müssen Ziele, um erreichbar und überprüfbar zu sein, spezifisch, messbar, attraktiv, realistisch und terminiert sein.

2. Status-quo-Analyse: In diesem Schritt wurden die aktuellen CO₂-Emissionen identifiziert und analysiert.

3. Identifizierung der Handlungsfelder: Basierend auf dem aktuellen Zustand und der angestrebten Zielsetzung wurden verschiedene Möglichkeiten zur Reduzierung von CO₂-Emissionen ausgewertet.

4. Entwicklung einer Roadmap: Für die definierten Handlungsfelder wurden konkrete Maßnahmen und Zeitpläne zur Erreichung der angestrebten Ziele identifiziert.

5. Priorisierung der Maßnahmen: Die wichtigsten Maßnahmen wurden definiert und anhand von Kriterien wie Wirksamkeit, potentiellen Auswirkungen und Durchführbarkeit priorisiert.

6. Kommunikation und Beteiligung aller Stakeholder*innen: Die Ziele und Rahmenbedingungen werden intern und extern kommuniziert, um Mitarbeiter*innen, Kund*innen, Investor*innen und Regulierungsbehörden einzubeziehen.

7. Überwachung des Fortschritts: Der Fortschritt wird regelmäßig überprüft, der Plan bei Bedarf angepasst, um sicherzustellen, dass er auf Kurs bleibt und sich an veränderte Umstände anpasst.

Die Roadmap dient nicht nur als Planungsinstrument, sondern auch als wichtiges Tool für die interne und externe Kommunikation über Ziele und Rahmenbedingungen der Klimaneutralitätsstrategie: Indem sie die Bedeutung ihrer Arbeit für das Erreichen der Klimaneutralitätsziele verdeutlicht, unterstützt sie dabei, das Vertrauen der Stakeholder*innen zu gewinnen und die Mitarbeitenden der StEB Köln zu motivieren, für die gemeinsame Vision einzustehen.

CO₂-BILANZIERUNG UND DIE METHODE DAHINTER

Der CO₂-Bilanz liegt der international anerkannte Standard „Greenhouse Gas Protocol“ (GHG-Protokoll) zu Grunde, der alle sieben im Rahmen des Kyoto-Protokolls regulierten Treibhausgase erfasst. Jedes dieser Gase hat ein unterschiedliches Treibhausgaspotenzial – man spricht in diesem Zusammenhang vom Global-Warming-Potenzial (GWP) –, das seine Wirkung auf die Erderwärmung über einen bestimmten Zeitraum ins Verhältnis zu CO₂ setzt. Anders gesagt: Erst das GWP macht es möglich, die Treibhausgase als CO₂-Äquivalent anzugeben und somit eine einheitliche Darstellung der Treibhausgasemissionen zu erreichen.

CO₂-Äquivalente (CO₂e) sind eine Maßeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase.

So wird nach dem GHG-Protokoll bilanziert:

Schritt 1 Im ersten Schritt wurde der Bilanzierungsumfang unter Anwendung des finanziellen Kontrollansatzes bestimmt, wobei Unternehmensbeteiligungen, an denen die StEB Köln nicht mehr als 50 Prozent halten, nicht berücksichtigt wurden.

Schritt 2 Im zweiten Schritt wurden alle unternehmensbedingten Emissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette erfasst, wobei zwischen direkten und indirekten Emissionen zu unterscheiden war. Dazu wurden die Scopes 1, 2 und 3 des GHG-Protokolls herangezogen (siehe Abbildung 2).

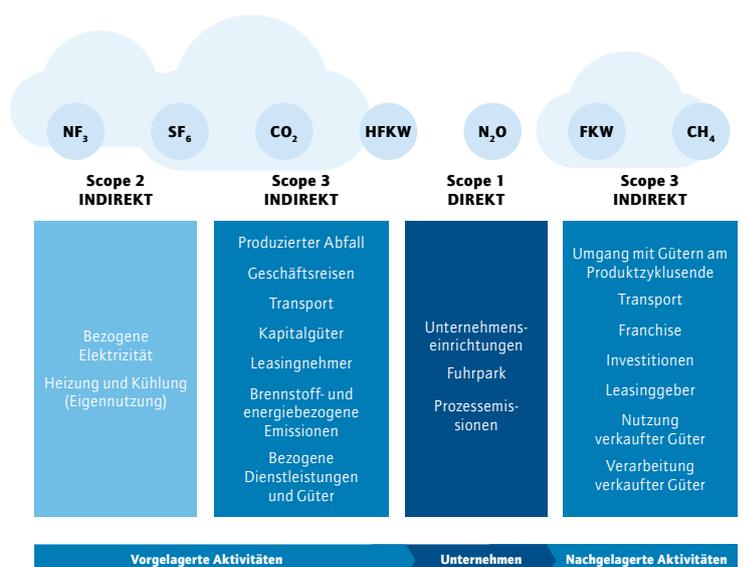


Abbildung 2: Unterscheidung der Scopes nach dem „Greenhouse Gas Protocol“
Quelle: WRI & WBCSD 2004 (Roadmap zur Erreichung der Klimaneutralität der StEB Köln bis 2030)

Schritt 3 Im dritten Schritt galt es, die Emissionsquellen zu identifizieren und für jede dieser Quellen entsprechende datenbankgestützte Emissionsfaktoren zu bestimmen, die die THG-Emissionen pro Einheit der Aktivität oder des Verbrauchs darstellen.

Schritt 4 Im vierten Schritt schließlich konnten unter Anwendung des Berechnungsmodells des „Intergovernmental Panel on Climate Change“ (IPCC) die Emissionen berechnet werden: Dafür wurde die Berichtsmenge mit dem Emissionsfaktor multipliziert, die CO₂e-Emissionen wurden in Tonnen bestimmt.

WO STEHEN DIE StEB KÖLN IN PUNCTO KLIMANEUTRALITÄT?

Seit vielen Jahren arbeiten die StEB Köln daran, die Kölner Kläranlagen energieautark zu gestalten und dadurch deren Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Das Unternehmen hat bereits erhebliche Fortschritte gemacht, indem es innovative Systeme der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK-Systeme) und Energieeffizienzinitiativen umgesetzt sowie zertifizierte erneuerbare Energie zur nachhaltigen Versorgung der Klärwerke eingekauft hat:

Allein im Jahr 2021 haben die StEB Köln mit diesen Maßnahmen 37 GWh Strom selbst erzeugt und damit circa 90 Prozent ihres eigenen Strombedarfs vor Ort gedeckt.

Das ursprüngliche Ziel der Energieautarkie haben die StEB Köln zugunsten der Klimaneutralität adaptiert, indem der Fokus nicht mehr nur auf die Emissionen der eigenen Standorte, sondern auf die ganzheitliche Emissionsbetrachtung des Großraums der Stadt Köln ausgeweitet wurde. Erste, einfache Optionen zur Reduzierung der eigenen Treibhausgasemissionen sind bereits umgesetzt. Doch für das ausgerufene Ziel der Netto-null-Emissionen müssen zusätzliche Lösungen erforscht und neue Technologien genutzt werden. Beides geht Hand in Hand mit einem gesteigerten Maß an Innovation und der engen Zusammenarbeit mit Expert*innen über alle StEB Köln-Abteilungen hinweg. Im Rahmen des Projekts haben die StEB Köln daher für jedes Handlungsfeld Experten aus verschiedenen Abteilungen des Unternehmens konsultiert, um potentielle Emissionsreduktions-Möglichkeiten zu untersuchen und einen umfassenden Plan zu entwickeln. Die detaillierte CO₂-Roadmap ist das gemeinsame Ergebnis dieser kooperativen Zusammenarbeit.

Konkret: der Status quo mit Blick auf die Emissionen Gesamtemissionen Im Jahr 2021 beliefen sich die Gesamtemissionen der StEB Köln auf rund 26.000 t CO₂e, wobei knapp 72,5 Prozent auf Scope-1-Emissionsquellen entfielen. Emissionen unter Scope 2 waren aufgrund des Bezugs von Ökostrom und des vergleichsweise geringen spezifischen

CO₂e-Emissionsfaktors des Fernwärmenetzes nur von marginaler Bedeutung. Der Anteil von Scope-2-Emissionsquellen an den Gesamtemissionen betrug weniger als ein Prozent – die verbleibenden 27 Prozent der Emissionen entfielen auf Scope 3 (siehe Abbildung 3).

Scope 1 Methan und Lachgas, die bei Reinigungsprozessen freigesetzt werden, waren die Hauptursache für Emissionen im Scope 1 und verursachten mehr als die Hälfte aller Emissionen überhaupt. Die Bilanzierung der Prozessemissionen fußt dabei auf Literaturwerten sowie Forschungsergebnissen und diente lediglich als Richtwert, wenngleich die Ergebnisse verdeutlichen, dass die doch erheblichen Emissionen eine besondere Betrachtung erforderlich machen. Um die genauen Emissionen zu identifizieren, haben die StEB Köln ein spezielles Messprogramm, das Treibhausgas-Monitoring, initiiert.

» Lesetipp: Den Beitrag zum Treibhausgas-Monitoring lesen Sie auf Seite 20

Weitere signifikante Emissionen entstanden durch die Verbrennung von Erd- und Faulgas in den KWK-Anlagen sowie die Freisetzung von Kühlmitteln. Auch der Fuhrpark hat einen hohen Anteil an den Ergebnissen.

Scope 3 Innerhalb von Scope 3 waren Kapitalgüter, Fäll- und Flockungshilfsmittel sowie Abfälle die größten Emissionsquellen – gefolgt vom Pendelverkehr der Mitarbeiter*innen, von Betriebsmitteln wie Nutriox oder Wasserstoffperoxid sowie Einkäufen von IT-Hardware und Geschäftsreisen.

Die Bilanzierung der Scope-3-Emissionen gestaltete sich aufgrund der suboptimalen Datenqualität als ein herausfordernder Prozess – zum Teil fehlten Aktivitätsdaten oder Emissionsfaktoren komplett. Infolgedessen konnten einige Emissionsquellen gar nicht erst identifiziert werden, weil sie außerhalb des Einflussbereiches der StEB Köln lagen oder weil notwendige Informationen fehlten. Tatsächlich ist Scope 3 der am schwierigsten zu ermittelnde Bereich und macht weitere Untersuchungen notwendig, um die Emissionen zu quantifizieren und geeignete Maßnahmen zur Reduzierung zu identifizieren (siehe Abbildung 3).

NETTO-NULL BIS 2030: SO KANN ES GELINGEN

Der Status quo ist ermittelt. Nun geht es darum, auf dem Weg zur Klimaneutralität 2030 die in der CO₂-Roadmap klar definierten Ziele konsequent zu verfolgen. Konkret heißt das: Bis 2027 streben die StEB Köln mit allen betrieblichen Aktivitäten (Scope 1, Scope 2 und Scope 3 mit Ausnahme von Prozessemissionen) eine Netto-Null bei den Emissionen an – für Prozess- und Bau-Emissionen ist der Zeitraum bis 2030 angelegt. Zudem hat sich das Unternehmen eine grundsätzliche Optimierung der Bilanzierung bis 2027 auf die Fahnen geschrieben.

Um alle ausgerufenen Ziele auch tatsächlich zu erreichen, haben die StEB Köln eine dreistufige Strategie etabliert.

Den Anfang machen allgemeine betriebliche Optimierungen, Energieeffizienzmaßnahmen sowie der Einsatz neuer Technologien, um so die Reduzierung lokaler Emissionen voranzutreiben. Im zweiten Schritt werden lokale Potenziale für die Nutzung erneuerbarer Energien erschlossen, um den externen Energiebezug zu minimieren. Unvermeidbare Restemissionen aus der Abwasserreinigung werden durch die Vermarktung lokaler regenerativer Strom- und Wärmeprodukte an Dritte oder alternativ durch Investitionen in externe Projekte kompensiert.

Abbildung 3: CO₂e-Emissionen mit Fokusbetrachtung Scope 1 und Scope 3
 Quelle: StEB Köln, Roadmap zur Erreichung der Klimaneutralität der StEB Köln bis 2030

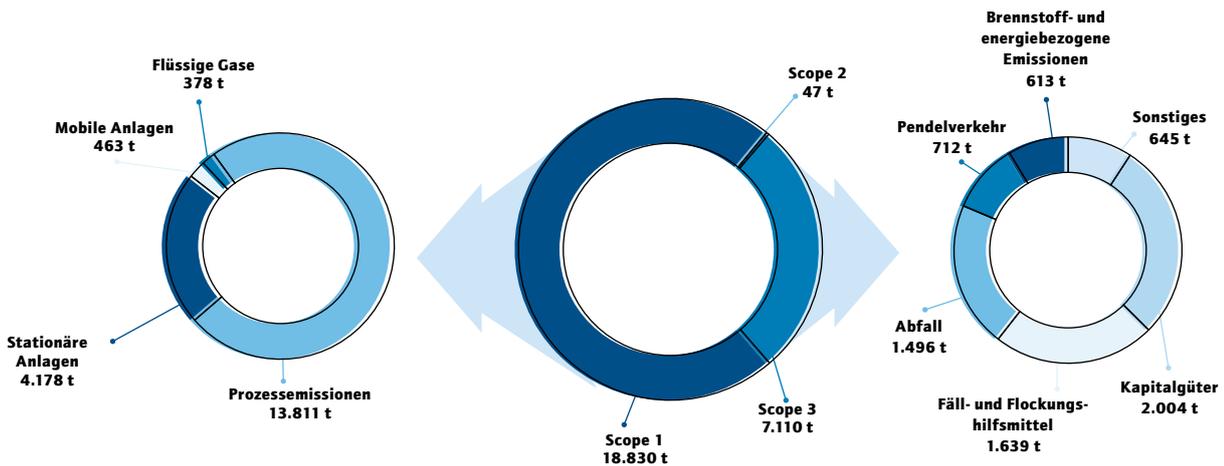
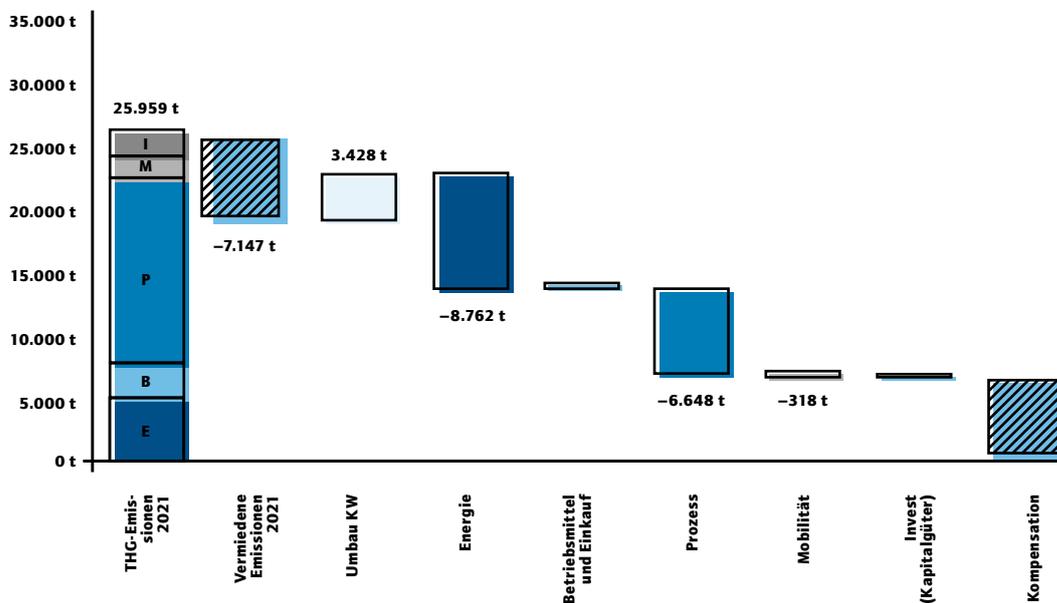


Abbildung 4: CO₂-Roadmap-Maßnahmen mit den Zielbeiträgen je Handlungsfeld
 Quelle: StEB Köln



KLIMANEUTRALITÄT BIS 2030: DIE ECKPFEILER DER CO₂-ROADMAP

Für den Fortschritt in Richtung Netto-Null bis 2030 sind insgesamt sechs Fokusthemen im Rahmen der Roadmap relevant:

- 1. Energie:** Fokus auf Effizienzsteigerung, regenerative Energien, Klärgasproduktion, Ökostrombeschaffung und Wärmekonzepte
- 2. Betriebsmittel und eingekaufte Waren:** Fokus auf nachhaltige Beschaffung und Verbrauchsreduzierung
- 3. Prozesse:** Fokus auf Prozessemissions-Management
 › Lesetipp: Den Beitrag zur Biogasaufbereitung lesen Sie auf Seite 26

- 4. Mobilität:** Fokus auf Dekarbonisierung der Fahrzeugflotte und Einsatz alternativer Kraftstoffe
- 5. Investitionsgüter und Bautätigkeiten:** Fokus auf Nutzung alternativer Baustoffe und Reduzierung von Bautätigkeiten durch alternative Lösungen
- 6. Sequestrierung und Kompensation beziehungsweise Abgabe von grüner Energie an Dritte:** Fokus beispielsweise auf Biogasaufbereitung und Energie-Verkauf an die Stadt

NACHHALTIGES HANDELN

Welches Treibhaus- gaspotenzial hat ein Klärwerk?

Treibhausgas-Monitoring auf dem Großklärwerk Köln-Stammheim

AUTORINNEN: FLAVIENNE WANDEU, TATJANA TÖLLNER



Um die Auswirkungen des Klimawandels zu begrenzen, hat die Bundesregierung im Hinblick auf das Pariser Klimaabkommen das Ziel ausgerufen, Treibhausgasemissionen bis 2030 deutlich zu senken. Das betrifft auch Kläranlagen. Die StEB Köln haben reagiert: Im Projekt „Treibhausgas-Monitoring auf dem Großklärwerk Köln-Stammheim (GKW Stammheim)“ werden relevante Emissionen gemessen und Maßnahmen zur Verminderung etabliert.

Das Thema Treibhausgas-Reduzierung ist in gesellschaftlichen wie politischen Debatten rund um das Thema Klimaschutz omnipräsent. Dabei geht der primäre Blick nicht auf das natürliche und wichtige Vorkommen natürlicher Treibhausgase (THG) in der Erdatmosphäre, die ein Leben auf unserem Planeten erst möglich machen. Vielmehr sind die dringend notwendigen Maßnahmen zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen eine Reaktion auf die Konzentrationszunahme der Treibhausgase aufgrund der anthropogenen Einflüsse der Menschen – sie emittieren durch ihre energieintensive Lebensweise seit Beginn der Industrialisierung immer mehr Treibhausgase in die Atmosphäre, was das Klima wandelt und in diesem Zusammenhang massive Folgen für die Umwelt hat.

Ohne Treibhausgase wäre ein Leben auf unserem Planeten nicht möglich. Treibhausgase absorbieren die von der Erdoberfläche ausgehende Wärmestrahlung im Infrarotbereich und verursachen die Erwärmung der Erdatmosphäre. Statt einer globalen Erdmitteltemperatur von ca. 15° C würde eine mittlere Temperatur von etwa –18° C auf der Erde herrschen. Zu den wichtigsten natürlichen Treibhausgasen zählen beispielsweise Kohlenstoffdioxid, Lachgas, Methan und Ozon.

TREIBHAUSGASEMISSIONEN IM KONTEXT KLÄRANLAGE

Um gefährliche Auswirkungen des Klimawandels zu verhindern, hat die internationale Staatengemeinschaft im Übereinkommen von Paris 2015 beschlossen, die globale Erwärmung auf deutlich unter 2° C, möglichst auf 1,5° C gegenüber des vorindustriellen Niveaus zu begrenzen. Im Hinblick auf das Pariser Klimaabkommen hat die Bundesregierung eine Strategie zum Klimaschutz mit dem Klimaschutzplan 2050 vorgelegt, der in allen Sektoren Leitbilder für das Jahr 2050 sowie Meilensteine und strategische Maßnahmen bezogen auf das Jahr 2030 formuliert. Somit hat die Bundesregierung das Ziel zur Minderung der Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 65 Prozent gegenüber 1990 auf die emissionsrelevanten Sektoren Energie, Gebäude, Verkehr, Industrie, Abfall und Landwirtschaft heruntergebrochen und konkrete Ziele für die jeweiligen Sektoren beschlossen.

In der Abwasserreinigung treten Emissionen bei Kläranlagen sowohl indirekt als auch direkt auf: **Direkte Emissionen** (*Scope 1*) entstehen durch die biochemischen Prozesse der biologischen Reinigungsstufen. Die sogenannten **indirekten Emissionen** hingegen werden durch den Energieverbrauch der Kläranlage (*Scope 2*), die Nutzung von Betriebsstoffen sowie bei dem Transport und der Entsorgung des von der Kläranlage produzierten Schlammes (*Scope 3*) verursacht.

Die StEB Köln verpflichten sich, als Kommunalunternehmen einen Beitrag zur Reduktion der THG im Sektor Abwasser beziehungsweise im Abfallbereich zu leisten. Hierbei haben sich die StEB Köln das Ziel gesetzt, bis 2030 klimaneutral zu werden, das angestrebte Ziel ist es, Netto-null-Emissionen für alle betrieblichen Aktivitäten und für die prozessbezogenen Emissionen ausweisen zu können (*mehr dazu lesen Sie im Beitrag „CO₂-Roadmap“, Seite 16*). Vor diesem Hintergrund werden bei den StEB Köln zurzeit unterschiedliche Projekte verfolgt, darunter auch das Projekt „THG-Monitoring auf dem Großklärwerk Köln-Stammheim (GKW Stammheim)“.

Im Rahmen des THG-Monitorings sollen die relevanten Prozessemissionen aus der Abwasserreinigung identifiziert und gemessen werden. Zudem sollen Maßnahmen ergriffen werden, um diese Emissionen zu vermindern.



ENTSTEHUNG UMWELTRELEVANTER TREIBHAUSGASE AUF EINER KLÄRANLAGE

Auf kommunalen Kläranlagen können vornehmlich drei klimarelevante Gase innerhalb verschiedener Verfahrensstufen emittiert werden: Lachgas (N_2O), Methan (CH_4) und Kohlenstoffdioxid (CO_2). Da angenommen wird, dass CO_2 -Emissionen auf Kläranlagen als biogen, sprich aus dem natürlichen CO_2 -Kreislauf stammend, überwiegen, liegt der Fokus auf Lachgas und Methan.

Treibhausgaspotenzial von Lachgas und Methan

Um die Wirkung von Treibhausgasemissionen vergleichen zu können, wurde das Konzept der Treibhausgaspotenziale, auch „Global Warming Potentials“ (GWP), entwickelt. Bei diesem Vorgehen werden die Emissionen innerhalb eines bestimmten Zeitraums auf das ebenfalls als Treibhausgas deklarierte Kohlenstoffdioxid bezogen. Demnach werden alle Emissionen als sogenannte CO_2 -Äquivalente angegeben und ermöglichen so vergleichbare Aussagen, zum Beispiel über die Gesamtemissionen einzelner Länder. Derzeit werden die GWP-Werte auf einen Zeitraum von 100 Jahren bezogen. Es gelten die Werte des Weltklimarates IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) von 2007.



Lachgas, die fachsprachliche Bezeichnung für Distickstoffmonoxid, ist ein süßlich riechendes, farbloses Gas, das vorwiegend bei der mikrobiellen Umsetzung von Stickstoff entsteht – natürlicherweise im Erdboden und in den Meeren. Der Einsatz stickstoffhaltiger Dünger bei der Landwirtschaft sowie Prozesse bei der Abwasserreinigung verstärken die Anreicherung des Gases in der Erdatmosphäre. Das Gas besitzt einen GWP_{100} von 298 $\text{g CO}_2\text{-e/g N}_2\text{O}$, ist demnach 298-mal wirksamer, und hat eine Lebenszeit von 121 Jahren in der Atmosphäre. Damit trägt Lachgas überproportional hoch zum anthropogen verursachten Treibhausgaseffekt bei.



Methan wiederum besitzt eine 25-mal höhere Wirksamkeit als CO_2 und eine Lebenszeit von 12,4 Jahren.^{1,2} Das Gas ist sowohl farb- als auch geruchlos und entsteht, wenn organisches Material unter anaeroben Bedingungen abgebaut wird. Anthropogen verursachte Methanquellen sind die Land- und Forstwirtschaft sowie Mülldeponien und Klärwerke.

Bildung von Lachgas und Methan innerhalb der Verfahrensstufen einer Kläranlage

FOKUS LACHGAS

Lachgas kann bei Kläranlagen in den Verfahrensstufen der biologischen Abwasserreinigung sowohl innerhalb der Nitrifikation als auch bei der Denitrifikation gebildet werden. Während der Nitrifikation wird Ammonium (NH_4^+) über Nitrit (NO_2^-) zu Nitrat (NO_3^-) umgewandelt (siehe Abbildung 1). Hierbei kann Lachgas

einerseits als unerwünschtes Nebenprodukt während der Ammoniumoxidation entstehen. Bei diesem Bildungsweg (Weg 1) erfolgt die Oxidation von Ammonium zu Nitrit über das Zwischenprodukt Hydroxylamin (NH_2OH). Verläuft diese Reaktion nicht vollständig, kann stattdessen Lachgas gebildet werden. Zusätzlich dazu kann es infolge eines niedrigen Sauerstoffgehalts passieren, dass bei der Nitrifikanten-Denitrifikation (Weg 2) das gebildete Nitrit nicht zu Nitrat oxidiert, sondern über Stickstoffmonoxid (NO) zu Lachgas reduziert wird.

Weitere Ursachen der Lachgasbildung in der Nitrifikation können Stressbedingungen wie hohe Ammonium- und Nitritkonzentrationen, Belastungsschwankungen oder Hemmstoffe sein.³

Während Lachgas bei der Nitrifikation unerwünscht ist, stellt es bei der Denitrifikation ein natürliches Zwischenprodukt bei der Umwandlung von Nitrit über Stickstoffmonoxid (Weg 3) zu elementarem Stickstoff (N_2) (Weg 4) dar. Ein gestörter Betrieb kann jedoch dazu führen, dass die Abbauprozesse von Lachgas zu langsam oder nicht vollständig durchgeführt werden, wodurch sich das Zwischenprodukt anreichert und gegebenenfalls freigesetzt wird. Umstände, welche die Denitrifikation hemmen, sind zum Beispiel ein Restsauerstoffgehalt, ein ungünstiges N/CSB-Verhältnis, CSB-Stöße, Änderungen der Temperatur oder des pH-Werts sowie Hemmstoffe. Aufgrund der Tatsache, dass während der Denitrifikation die Möglichkeit besteht, gebildetes Lachgas wieder abzubauen, kann diese Verfahrensstufe auch als potentielle Lachgas-Senke angesehen werden.⁴

Demgegenüber stellt die Nitrifikation einen Bereich vermehrter Lachgas-Emissionen dar, da es hier aufgrund der Belüftung einfacher ausgestrippt werden kann.⁵ Inwiefern Lachgas-Emissionen während der Deammonifikation auftreten können, wird noch untersucht.

FOKUS METHAN

Wenn es um die Bildung von Methan geht, müssen alle Verfahrensstufen betrachtet werden, über die Organik im Abwasser unter anaeroben Bedingungen abgebaut werden kann. Zudem begünstigen hohe Schlammalter die Methanbildung. Da diese Bedingungen bereits im Kanalnetz gegeben sind, bietet dieser Bereich ein hohes ungewolltes Methanbildungspotenzial: Das im Kanalnetz gebildete Methan kann im Anschluss in Bereichen mit hohem Lufteintrag wie zum Beispiel bei Pumpwerken, Sandfängen oder auch aus den belüfteten Zonen der biologischen Reinigung emittiert werden.

Demgegenüber bietet auch die Schlammfäulung – hier ist die Methanbildung gewollt – ein großes Potenzial ungewollter Methan-Ausgasungen aus der wässrigen Phase. Voraussetzung hierfür sind nicht abgedeckte oder undichte Bereiche, als besonders relevant stellen sich hierbei die Faultürme und alle der Fäulung nachgelagerten Verfahrensstufen (Nacheindicker, Schlammmentwässerung, Schlamm Lagerung etc.) dar. Ein ebenfalls nicht außer Acht zu lassender Aspekt ist der Anteil der Methan-Emissionen, der durch den Methan-Schlupf der BHKW-Motoren entsteht.⁶

» Hinweis: Im Folgenden wird der weitere Fokus auf der Untersuchung der Lachgasbildung liegen.



Abbildung 1: N₂O-Bildungswege und Reduktionswege innerhalb der Nitrifizierung und Denitrifizierung
 Quelle: Gruber, Wenzel et al 2022

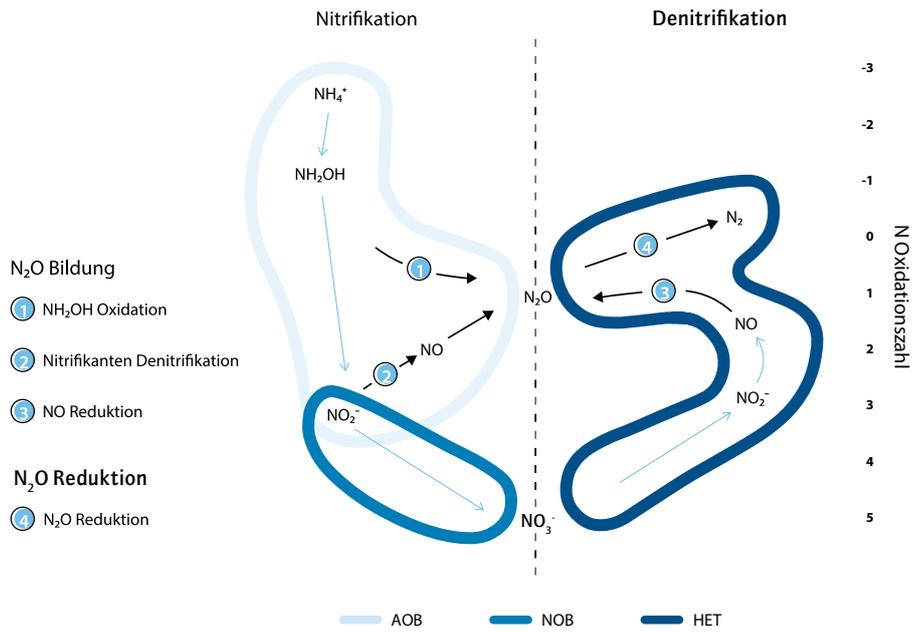


Abbildung 2: Emissionsfaktor N₂O-N/N_{KAZU}-KA in Abhängigkeit der N-Entfernung
 Quelle: nach Studie "ReLaKo" der TU Wien 2015
 Die Studie untersuchte verschiedene Kläranlagen. Die unterschiedlichen Formen im Diagramm stellen die Ergebnisse der Kläranlagen dar.

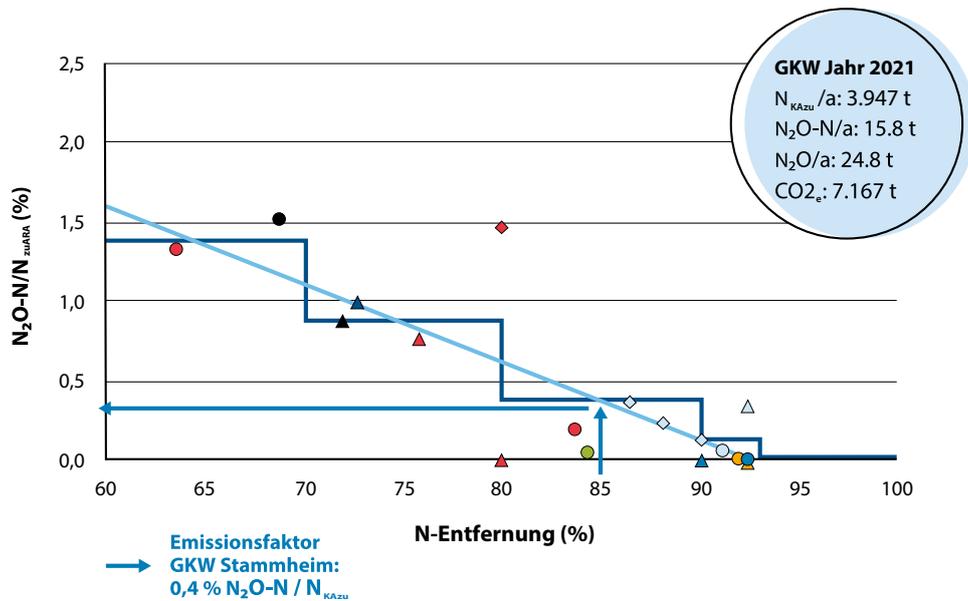


Abbildung 3: Trendkurven der Denitrifikation
 Abwassertemperatur [°C] (rot)
 RedOx-Potenzial [mV] (violett)
 Wirkleistung Rezirkulationspumpe [kW] (gelb)
 N₂O-Konzentration [mg/l] (grün)
 Abwassermenge Ablauf GKW [m³/s] (grau)
 Quelle: StEB Köln

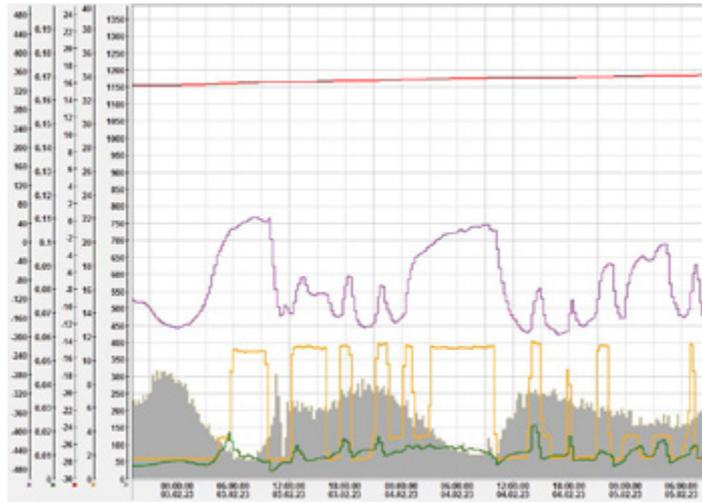


Abbildung 4: Trendkurven der Variokaskade
 Abwassertemperatur [°C] (rot)
 RedOx-Potenzial [mV] (violett)
 O₂-Konzentration [mg/l] (blau)
 Ammoniumfracht Zulauf Schwachlast [kg/h] (gelb)
 N₂O-Konzentration [mg/l] (grün)
 Abwassermenge Ablauf GKW [m³/s] (grau)
 Quelle: StEB Köln

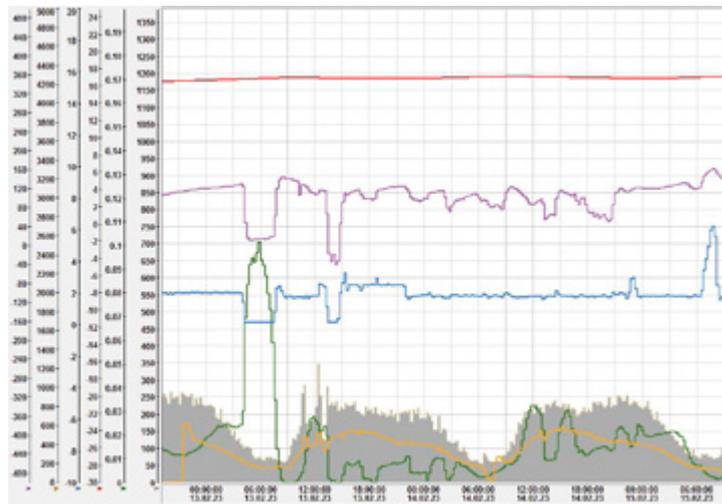
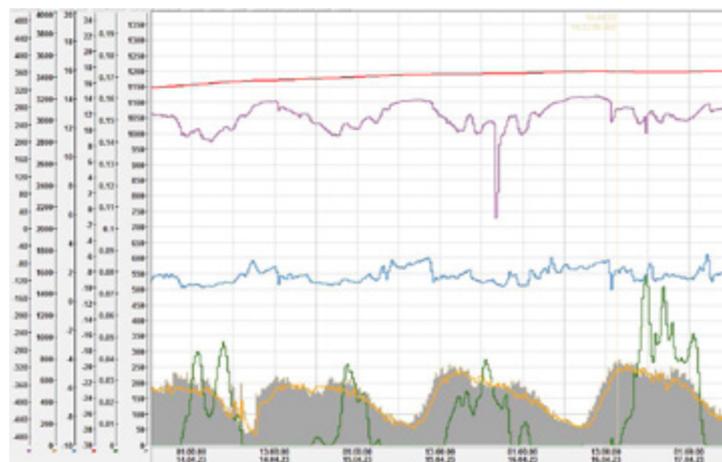


Abbildung 5: Trendkurven der Nitrifikation
 Abwassertemperatur [°C] (rot)
 RedOx-Potenzial [mV] (violett)
 Ammoniumfracht Zulauf Schwachlast [kg/h] (gelb)
 O₂-Konzentration [mg/l] (blau)
 N₂O-Konzentration [mg/l] (grün)
 Abwassermenge Ablauf GKW [m³/s] (grau)
 Quelle: StEB Köln



Fußnoten: 1 Parravicini, V., et al. „ReLaKO-Reduktionspotenzial bei den Lachgas-Emissionen aus Kläranlagen durch Optimierung des Betriebes Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.“ Umwelt und Wasserwirtschaft, Vienna, Austria (2015). / 2 IPCC (2021): Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Masson-Delmotte V. et al., Editors. / 3 Schneider, Y., M. Beier, and K-H. Rosenwinkel. „Influence of operating conditions on nitrous oxide formation during nitrification and denitrification.“ Environmental Science and Pollution Research 21 (2014): 12099–12108. / 4 Conthe, Monica, et al. „Denitrification as an N2O sink.“ Water Research 151 (2019): 381–387. / 5 Gruber, Wenzel, et al. „Lachgasemissionen aus ARA.“ AQUA & GAS 1 (2022): 14–22. / 6 Merkblatt DWA-M 230-1: Treibhausgasemissionen bei der Abwasserbehandlung – Teil 1: Direkte Treibhausgasemissionen – Messen und Bewerten. / 7 R. v. Schulthess und W. Gujer. „Release of Nitrous Oxide (N2O) from denitrifying activated sludge: Verification and Application of a Mathematical Model“, Water Res., Bd. 30, Nr. 521–530, 1996.

DAS PROJEKT „LACHGAS-MONITORING“ AUF DEM GWK STAMMHEIM

Die derzeitigen Abschätzungen der Lachgas-Emissionen des Großklärwerks Köln-Stammheim (GWK Stammheim), die im Scope 1 ausgewiesen werden, beruhen auf dem von der TU Wien im Rahmen der Studie „ReLaKo“ von 2015 entwickelten Stufenansatz (siehe Abbildung 2). Hierbei wird auf Basis des Wirkungsgrades der Stickstoff-Elimination der Kläranlage – betrieblicher Haupteinflussfaktor für die Lachgasbildung und -emission – der Emissionsfaktor $N_2O-N / N_{Zulauf,KA}$ aus der Interpolationsgeraden abgeleitet. Daraus wiederum wurde die jeweilige Fracht an emittiertem N_2O berechnet und aufsummiert, so dass sich die Jahressumme der emittierten N_2O -Fracht in t/a ergibt.

Das GWK Stammheim lässt sich in dieser Studie mit einer Stickstoff-Elimination von etwa 85 Prozent (im Jahr 2021) auf einer bestimmten Stufe einordnen, die einem Emissionsfaktor von ungefähr 0,4 Prozent $N_2O-N / N_{Zulauf,KA}$ entspricht. Bei einer jährlichen Fracht von 3.947 t Stickstoff berechnen sich mithilfe dieses Emissionsfaktors eine Lachgasfracht von 24,8 t und eine CO_2 -Äquivalenz von 7.167 t. Dies entspricht wiederum 27,6 Prozent (Jahr 2021) der Gesamtemission der StEB Köln.

Aufgrund dieser Umstände sowie der Tatsache, dass sich in der Studie andere Klärwerke derselben Stufe hinsichtlich ihres Bautyps und der Größenordnung vom GWK Stammheim unterscheiden – was die Anwendbarkeit erschwert –, haben die StEB Köln ein eigenes Lachgas-Monitoring-Projekt initiiert. Ziel dieses Projekts ist es, mithilfe einer Langzeitmessung die Bildung und die Emission von Lachgas in den relevanten Verfahrensstufen, der Schwachlast und der Prozesswasserbehandlung des GWK Stammheim zu ermitteln. Aufbauend darauf sollen eigene anlagenspezifische Emissionswerte für das GWK Stammheim generiert und diesbezüglich betriebliche Maßnahmen abgeleitet werden. Die Umsetzung als Langzeitmessung ermöglicht darüber hinaus auch die Erfassung jahreszeitlicher Schwankungen.

Erste Schritte für das Lachgas-Monitoring-Projekt

Im August und September 2022 wurden in einem der neueren Schwachlastbecken (Beckengruppe 7–14) drei Sonden der dänischen Firma Unisense verbaut. Konkret befinden sich die Sonden an drei unterschiedlichen Stellen: im Ablauf der Denitrifikation, in der Mitte der zweiten Variokaskade – die sowohl belüftet als auch nicht belüftet werden kann – sowie im Ablauf der Nitrifikation. Der Sensor misst nach dem elektrochemischen Prinzip, bei dem der Elektrolysestrom eines Gases gemessen und in eine Konzentration umgewandelt wird. Die Sensorspitze bleibt für Sauerstoff und Lachgas durchlässig, wobei nur Letzteres bis zur Kathode der Sonde gelangt. Der Messbereich der Sonde liegt zwischen 0,005–1,5 mg/l. Da die Sonden für die Messung in der flüssigen Phase konzipiert sind, erfassen sie zwar die Bildung, nicht aber die Emissionen von Lachgas.

In einem ersten Schritt ist geplant, die in der Flüssigphase erfassten Messwerte nach einer von SCHULTHESS und GUJER hergeleiteten Formel in Emissionen umzurechnen.⁷ Dafür gilt es, verschiedene Einflussfaktoren der jeweiligen Schwachlast-Zone zu betrachten, wie Tabelle 1 zeigt.

Im anschließenden zweiten Schritt werden die bereits berechneten Werte mithilfe einer Messung in der Gasphase validiert.

Zusätzlich zu den Lachgassonden wurden auch drei RedOx-Sonden an die gleichen Stellen wie die Lachgassonden implementiert, um eine potentielle Korrelation zwischen der Potenzialänderung und der Lachgasbildung im Abwasser zu erfassen. Diese zusätzlichen Messungen sollen dazu beitragen, die Lachgasbildungsprozesse besser nachvollziehen zu können und betriebliche Optimierungen umzusetzen.

Denitrifikation	<ul style="list-style-type: none"> › Kohlenstoffangebot (CSB) › N/CSB-Verhältnis › RedOx-Potenzial › Interne Rezirkulation
Nitrifikation	<ul style="list-style-type: none"> › Ammoniumkonzentration (NH_4) › Sauerstoff › Schlammalter › Temperatur, pH, RedOx

Tabelle 1: Einflussfaktoren auf die Lachgasbildung während der Denitrifikation und Nitrifikation. Quelle: StEB Köln.

EIN ERSTER PROJEKT-ZWISCHENSTAND

AUFFÄLLIGKEITEN AUS DEM LACHGAS-MONITORING

- › In den Abbildungen 3 bis 5 sind Trendkurven der Denitrifikation, der Variokaskade und der Nitrifikation dargestellt. Bei der Denitrifikation in Abbildung 3 wird ersichtlich, dass die Lachgasbildung erheblich durch die interne Rezirkulation beeinflusst wird: Je mehr in die Deni-Zone rezirkuliert wird, desto mehr Lachgas wird unter Umständen gebildet.
- › Weiterhin lässt sich sagen, dass in dieser Zone ein Anstieg der Lachgasbildung oder auch -akkumulation mit einem Anstieg des RedOx-Potenzials einhergeht.
- › In der Variokaskade ist vor allem auffällig, dass Lachgas während des Ausschaltens der Belüftung gebildet und akkumuliert wird. Bei erneutem Einschalten der Belüftung sinken die Werte für gelöstes Lachgas drastisch, was für eine Strippung des Lachgases über die eingebrachte Luft spricht.
- › Bezüglich des RedOx-Potenzials wird deutlich, dass dieses je nach Zustand (belüftet/unbelüftet) bei der Bildung von Lachgas abfällt oder steigt (siehe Abbildung 4).
- › Während der Nitrifikation wiederum ist in Abbildung 5 erkennbar, dass Lachgas bei erhöhter Ammoniumfracht und einer damit einhergehenden Sauerstoffabnahme gebildet wird.

Im laufenden Jahr 2023 wird mit den bisherigen Messdaten eine Auswertung der Emissionen vorgenommen, gleichzeitig werden die beschriebenen Auffälligkeiten als Einflussfaktoren näher untersucht.



NACHHALTIGES HANDELN

Vom Klärwerk zum Energiewerk?

Biogasaufbereitung am Beispiel
des Großklärwerks Köln-Stammheim

AUTOREN: JONAS BACHNICK, WILFRIED SCHMITZ

Abwasserreinigung und Energie sind eng miteinander verbunden, denn Kläranlagen benötigen große Energiemengen, um den Reinigungsprozess aufrechtzuerhalten. Gleichzeitig ergeben sich für Kläranlagen viele Potenziale, die Energiewende zu unterstützen und davon auch selbst zu profitieren. Ein erklärtes Ziel, dem die StEB Köln mit ersten Maßnahmen im Großklärwerk Köln-Stammheim (GKW Stammheim) näher kommen.

Mit Blick auf das Thema Energiewende werden auf dem GKW Stammheim aktuell unterschiedliche Maßnahmen in Gang gesetzt. Auf der einen Seite steht die Reduktion des Energiebedarfs: Energetische Optimierungen wie beispielsweise der Austausch alter Elektromotoren und der Einsatz verbesserter Mess- und Regelungstechnik für eine effizientere Prozesssteuerung zeigen bereits Wirkung. Doch die Reduktion von Energie ist nur ein Schritt. Mit der Umsetzung nachhaltiger Energiekonzepte etwa beschreiten die StEB Köln innovative Wege, um zusätzliche Potenziale zu erschließen, die in der Roadmap zur Erreichung der Klimaneutralität der StEB Köln definiert sind. Die Biogasaufbereitung ist hier ein wichtiger Baustein.

» Lesetipp: Was sich hinter der CO₂-Roadmap zur Erreichung der Klimaneutralität der StEB Köln verbirgt, lesen Sie im Beitrag „CO₂-Roadmap“, Seite 16

Co-Fermentation heute und in Zukunft

Die Erweiterung der Co-Fermentationsanlage auf dem GKW Stammheim ist ein Baustein der CO₂-Roadmap, der kürzlich realisiert wurde. Co-Fermentation ist ein Prozess, bei dem organische Abfälle wie Lebensmittelreste gemeinsam mit Klärschlamm in den Faulbehältern der Kläranlage vergoren werden. Im Ergebnis führt dies zu einer höheren Produktion von Biogas (Klärgas), das mithilfe von Blockheizkraftwerken zur Strom- und Wärmeerzeugung auf Kläranlagen genutzt wird.

Doch was passiert, wenn die Biogasproduktion den eigenen Bedarf zeitweise übersteigt? In diesem Fall wird aus dem Biogas, Stand heute, zusätzlicher Strom produziert und in das Stromnetz eingespeist. Ein Vorgang, der mit Blick auf die aktuell angespannte Lage der Gasversorgung die Frage aufwirft, inwiefern es noch sinnvoll ist, das Biogas einfach zu verstromen, ohne die gleichzeitig erzeugte Wärme nutzen zu können. Wäre dies in Momenten, in denen der Bedarf im Stromnetz durch Windkraft und Photovoltaik schon mehr als gedeckt werden kann, nicht sogar kontraproduktiv?

» Lesetipp: Was sich hinter der Co-Fermentationsanlage der StEB Köln verbirgt, lesen Sie im Beitrag „Co-Fermentation“, Seite 31



Bild oben: Von links: Jonas Bachnick, Leiter Betriebsentwicklung GKW, StEB Köln; Ulrike Franzke, Vorständin, StEB Köln; William Wolfram, Dezernent Klima, Umwelt, Grün und Liegenschaften, Stadt Köln, und Manuel Hartenberger, Projekt-Ingenieur, StEB Köln, bei der Inbetriebnahme der erweiterten Co-Fermentationsanlage / © StEB Köln
Bild linke Seite: Absaugprozess der Co-Fermentationsanlage / © StEB Köln

Neue Wege für das Klärgas

Vor dem beschriebenen Hintergrund der Überproduktion und Verstromung steht dem GWK Stammheim in Kürze eine Biogasaufbereitung als weitere Verwertungsmöglichkeit zur Verfügung. Diese Option ermöglicht es, überschüssiges Biogas in das Erdgasnetz einzuspeisen.

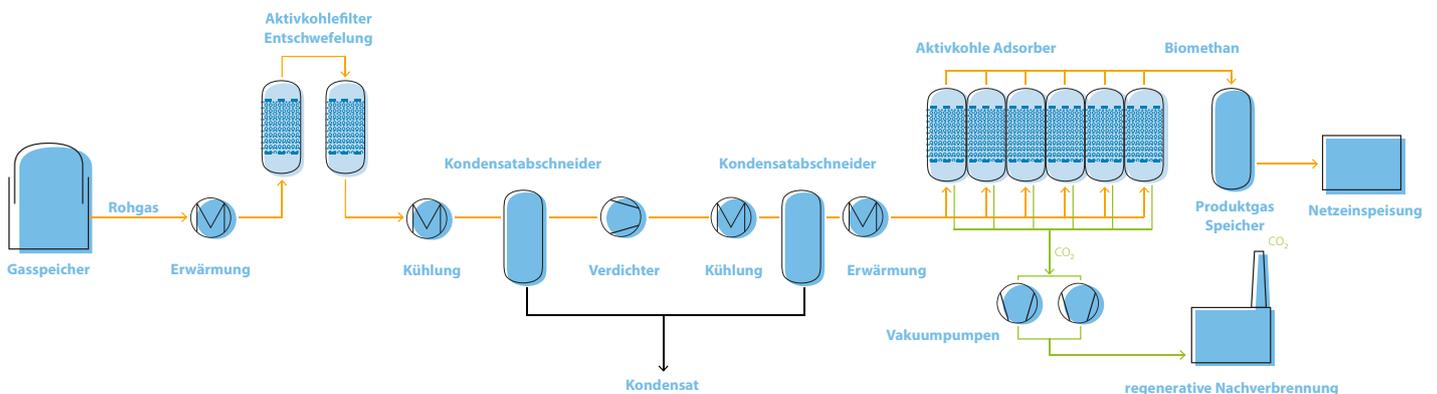
Das auf Kläranlagen produzierte Biogas enthält mit etwa 40 Prozent in der Regel einen hohen Anteil an Kohlendioxid und anderen Verunreinigungen, die zunächst entfernt werden müssen. Daher umfasst die Biogasaufbereitung mehrere Prozessschritte, wie die Entfernung von Schwefelverbindungen durch Aktivkohlefilter und die Feuchtigkeitsabscheidung mittels Kondensation durch Kühlung.

Zur Entfernung des CO₂-Anteils wiederum kommt im GWK Stammheim das Verfahren der Druckwechseladsorption zum Einsatz. Dabei wird das Gas über einen Verdichter in Aktivkohlekolonnen hineingepresst. Die Aktivkohle adsorbiert das CO₂ – der Methan-Anteil wird frei durchgeleitet. Ist eine Kolonne vollständig mit CO₂ beladen, wird die Beschickung gestoppt und auf eine andere Kolonne gewechselt. Die vollbeladene Aktivkohle wird regeneriert, indem das CO₂ durch Vakuumpumpen abgesaugt wird. Durch die getaktete Fahrweise befinden sich immer einige der sechs Kolonnen in der Beschickung und einige in der Regeneration, so dass ein kontinuierlicher Gasvolumenstrom erzeugt werden kann.

Das aufbereitete Biomethan wird in das Netz der Rheinischen Netzgesellschaft eingespeist. So kann es an anderen kommunalen Standorten der StEB Köln und der Stadt Köln verbraucht werden und dort durch die Substitution von Erdgas die CO₂-Bilanz verbessern. Das in der Aufbereitung abgeschiedene CO₂ wird zunächst in einer Nachbehandlung von Methanresten befreit und dann in die Atmosphäre abgeleitet.

Dieses CO₂ ist als klimaneutral definiert, da es biogenen und nicht fossilen Ursprungs ist. Perspektivisch wird auch eine weitere Verwendung des CO₂ angestrebt.

VEREINFACHTES VERFAHRENSSCHEMA DER GASAUFBEREITUNG



Klärgasaufbereitung als Wegbereiter für mehr Photovoltaik

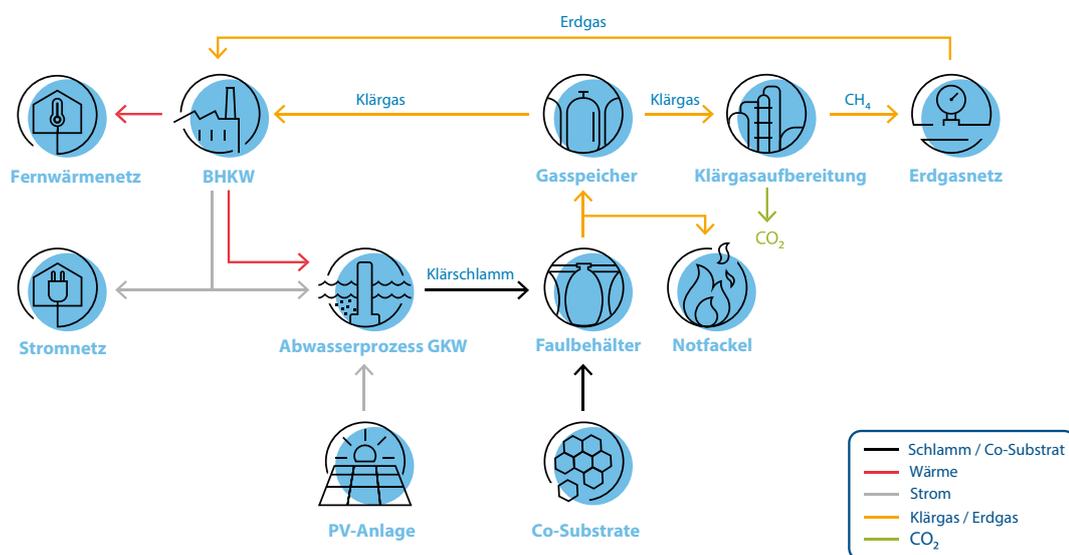
Die beschriebene Anbindung an ein zusätzliches Energienetz eröffnet zusätzliche interessante Möglichkeiten, dem Ziel der Klimaneutralität näher zu kommen. Photovoltaik (PV) beispielsweise gilt als wichtiger Baustein für das Gelingen der Energiewende. Geeignete Flächen für großflächige Anlagen zu finden, ist im urbanen Raum jedoch eine Herausforderung. Deshalb sollen die Flächen des GWK Stammheim demnächst in großen Teilen doppelt genutzt werden, indem nicht nur weitere Gebäude, sondern auch einige Klärbecken mit PV-Anlagen überbaut werden. Nachdem geeignete Flächen dafür identifiziert wurden, soll in den kommenden Jahren schrittweise eine Leistung von mehr als drei Megawatt-Peak zusätzlich installiert werden. Ermöglicht wird dies dadurch, dass sich die zeitweise entstehenden Energieüberschüsse durch die Gasaufbereitungsanlage ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll mit einem hohen Wirkungsgrad im Gasnetz speichern und nutzen lassen. In Zeiten von hohen PV-Stromerträgen kann dann mehr Biogas zu Biomethan aufbereitet und in das Gasnetz geleitet werden.

Sektorenkopplung von Strom, Gas und Wärme

Neben Strom und Gas rückt mit der Biogasaufbereitung noch ein weiterer Energiesektor in den Fokus: Wärme. Genauer: Die Verstromung des Klärgases im Blockheizkraftwerk geht mit einer großen Menge an Abwärme einher – jährlich beziffert sich diese auf etwa 30 Gigawattstunden. Im Winter wird die Abwärme für die Temperierung der Faulbehälter und die Beheizung der Betriebsgebäude bereits sinnvoll genutzt. Darüber hinaus anfallende Wärmeüberschüsse gehen an ein Nahwärmenetz der RheinEnergie, um Haushalte in der Umgebung zu beheizen. Im Sommer hingegen geht ein größerer Teil dieser Abwärme ungenutzt verloren. Hier setzen die bereits geplanten Maßnahmen an: Durch den zukünftig erhöhten Anteil an PV-Strom und die Möglichkeit, Biogas in das Erdgasnetz einzuspeisen, kann das Blockheizkraftwerk besonders in den Sommermonaten dem Wärmebedarf entsprechend zurückgefahren werden – dadurch wird weniger Wärmeenergie verschwendet. Über die Jahreszeiten hinweg ergibt sich so ein effizienterer Energieeinsatz, der sich den saisonalen Gegebenheiten anpasst.



ENERGIESYSTEM DES GROSSKLÄRWERKS KÖLN-STAMMHEIM





Biogasaufbereitungsanlage in der Bauphase / © StEB Köln, Marvin Moritz

Trotz dieser Herausforderungen erkennen wir, dass ein Klärwerk zukünftig nicht nur der Abwasserreinigung dient, sondern als Bestandteil des Energiesystems auch einen wichtigen Beitrag zum Gelingen der Energiewende leistet.

Möglichkeiten für Flexibilisierung und Regenergie

Zusätzlich zu diesen jahreszeitlichen Anpassungen lohnt sich auch ein Blick auf kürzere Zeitintervalle im Stunden- und Minutenbereich. Mit voranschreitender Transformation der Stromversorgung hin zu erneuerbaren Energien ergibt sich eine deutlich höhere Volatilität in der Stromerzeugung: Wenn Stromerzeugung und Bedarf auseinanderdriften, verlangt das System nach einem schnellen Ausgleich. Diese Leistung flexibler Entnahme oder Einspeisung von Strom wird am Markt gehandelt.

Das heißt: Abhängig von ihrer Größe verfügen Klärwerke über einen nennenswerten Stromverbrauch und bei Nutzung von Blockheizkraftwerken auch über eine nennenswerte Erzeugungsleistung. Grundsätzlich besteht daher die Möglichkeit, Flexibilitätsoptionen beziehungsweise Regenergie zu vermarkten. Dabei ist wichtig, wie die Energieströme innerhalb der Anlagen gemanagt werden können. Ein schnelles Herunterfahren von Stromverbrauchern oder Blockheizkraftwerken erscheint nur sinnvoll, wenn das weiterhin entstehende Klärgas aus den Faulbehältern entweder zwischengespeichert oder anderweitig verwertet wird.

Aus diesen Gründen werden auch die Klärgasspeicher des GKW Stammheim derzeit erneuert und vergrößert, so dass sich Schwankungen in Gaserzeugung und -verbrauch besser ausgleichen lassen. Wenn zusätzlich eine Gasaufbereitungsanlage betrieben wird, ist die Fähigkeit zum

Herunterregeln von Blockheizkraftwerken auf Kläranlagen noch größer, da sie nicht mehr durch das Gasspeichervolumen limitiert ist.

Fazit und Ausblick: zukünftige Herausforderungen

Es zeigt sich, dass dort, wo zunächst „nur“ eine Möglichkeit gesucht wurde, Klärgasüberschüsse sinnvoll zu nutzen, mit der Gasaufbereitung eine Lösung bereitsteht, die zusätzliche Potenziale mit sich bringt. Die Herausforderung für eine weitere Optimierung des Energiesystems der Kläranlage liegt dabei in der weiteren Digitalisierung. Warum?

Durch die Anzahl der Systemkomponenten ergibt sich eine hohe Komplexität. Gerade in einer Mischwasserkanalisation ist der Energiebedarf der Kläranlage ebenso wetterabhängig wie die Stromerzeugung einer Photovoltaikanlage – leider sind diese Effekte gegenläufig. Zukünftig gilt es also, mithilfe von Wetterprognosen und Betriebsdaten sowohl Energiebedarf als auch -erzeugung vorherzusagen und die Energie- und Stoffströme auf der Anlage vorausschauend zu lenken. Mit der Flexibilitätsvermarktung könnte eine weitere Größe hinzukommen, die hohe Anforderungen an die Steuerung und Regelung des Energiesystems der Kläranlage stellt.

NACHHALTIGES HANDELN

Co-Fermentation im Aufschwung

Status-Update zur alternativen Energieerzeugung am Standort Köln-Stammheim

AUTOR: MANUEL HARTENBERGER

„Klärgas für die Zukunft“: Unter diesem Titel haben die StEB Köln in der vergangenen Ausgabe „kompetenz wasser“ über die Co-Fermentation auf dem Großklärwerk Köln-Stammheim (GKW Stammheim) ausführlich berichtet. Seitdem hat sich das Projekt äußerst erfolgreich entwickelt. Ein Update.

Die Mitvergärung biogener Abfälle – auch bekannt als Co-Fermentation – erfreut sich im GKW Stammheim wachsender Beliebtheit: Im Jahr 2022 wurde eine Rekordmenge von über 21.900 t an gehaltvollen Fett-Abfällen angenommen und verarbeitet. Gegenüber dem Vorjahr konnte die Liefermenge somit um fast 50 Prozent gesteigert werden.

Im Ergebnis hat sich die Faulgasproduktion damit ungefähr um weitere 700.000 Nm³, die Stromproduktion der Co-Fermentationsanlage um circa 145 Prozent auf knapp 2,9 GWh erhöht. In den Jahren davor lag die Stromproduktion bei durchschnittlich 1,5 GWh pro Jahr.

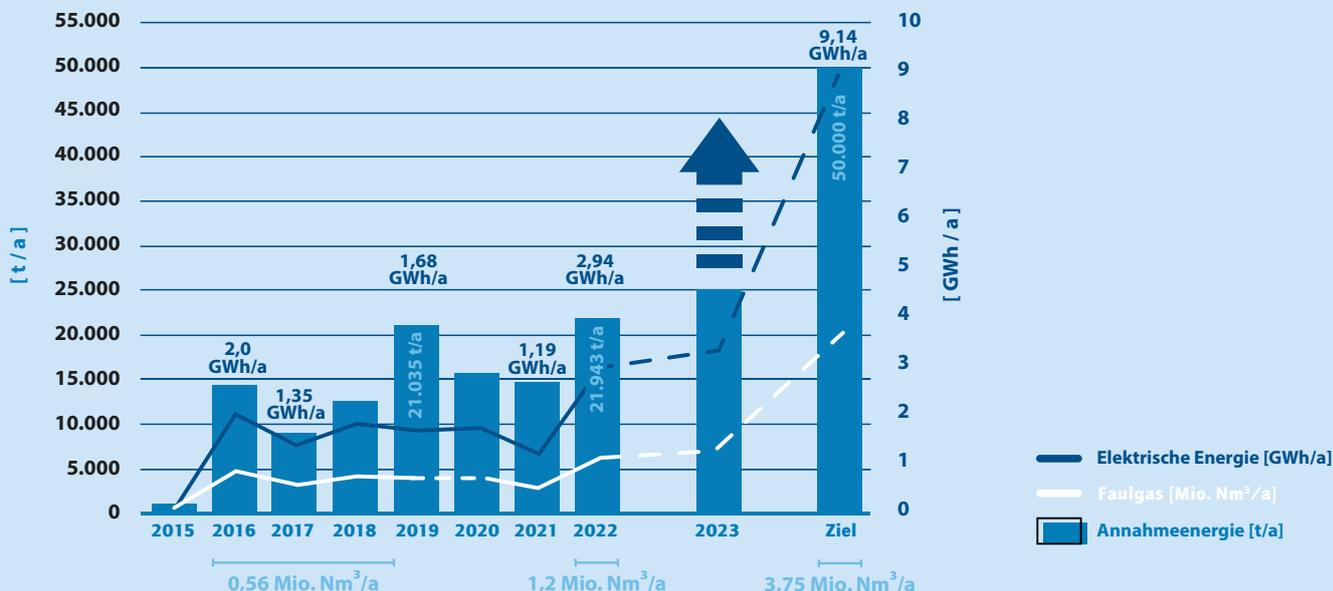
Im Oktober 2022 haben die StEB Köln eine zusätzliche Annahmestation auf dem GKW Stammheim in Betrieb genommen. Dahinter steht die Absicht einer perspektivischen Erhöhung der Annahmemengen auf bis zu 50.000 t pro Jahr und einer sich daraus ergebenden, rechnerischen Stromproduktion von jährlich bis zu 9,14 GWh. Dass durch die Erzeugung von Klärgas, das im Blockheizkraftwerk des GKW Stammheim zur Strom- und Wärmeproduktion genutzt wird, jedes Jahr etwa 900 t CO₂ eingespart werden, ist ein nachhaltiger Nebeneffekt, der unmittelbar auf das erklärte Ziel der Klimaneutralität bis 2030 einzahlt.



Den Artikel „Klärgas für die Zukunft – die Co-Fermentation auf dem Großklärwerk Köln-Stammheim geht in den Dauerbetrieb und wird zusätzlich erweitert“ können Sie online hier nachlesen.

NACHHALTIG AUF ERFOLGSKURS

ENTWICKLUNG DER ENERGIEERZEUGUNG IM GESCHÄFTSFELD CO-FERMENTATION



Quelle: StEB Köln

Neue Werte für nachhaltiges Wirtschaften

Die Gemeinwohlbilanz der StEB Köln

AUTORIN: JUTTA LENZ

Als Unternehmen der öffentlichen Daseinsvorsorge haben die StEB Köln eine besondere Verantwortung gegenüber Gesellschaft und Umwelt. Da ist es nur konsequent, sich auch mit dem Prinzip der Gemeinwohl-Ökonomie (GWÖ) auseinanderzusetzen, die auf eine nachhaltige und sozial gerechte Wirtschaftsweise abzielt. Zum Beispiel über das Pilotprojekt der Stadt Köln zur Gemeinwohlbilanzierung (GWB).

Obwohl die StEB Köln sich bisher nicht explizit der Gemeinwohl-Ökonomie (GWÖ) angeschlossen haben, setzt das Unternehmen bereits zahlreiche Maßnahmen um, die den GWÖ-Prinzipien entsprechen. So haben sich die StEB Köln beispielsweise am Pilotprojekt der Stadt Köln zur Gemeinwohlbilanzierung für den ersten Bewertungszeitraum über die Geschäftsjahre 2021/2022 beteiligt.

DIE IDEE HINTER DER THEORIE

Die Gemeinwohl-Ökonomie ist ein alternatives Wirtschaftsmodell, das auf den Prinzipien Solidarität, ökologische Nachhaltigkeit, soziale Gerechtigkeit und demokratische Mitbestimmung basiert. Unternehmen, die sich der GWÖ verpflichten, setzen sich eine ethische Wirtschaftsweise zum Ziel. Als Hilfestellung bietet die GWÖ ein nachhaltig ausgerichtetes Bilanzierungs- und Bewertungssystem mit konkreten Fragestellungen, an dem sich Unternehmen auf dem Weg zu einer nachhaltigen Wirtschaftskultur orientieren können. Die Idee dahinter: nachhaltiges Wirtschaften als eine Kultur zu etablieren und zu dokumentieren, die nicht ausschließlich auf ökonomische Gewinne abzielt, sondern gleichberechtigt entsprechende Beiträge zum ökologischen und sozialen Gemeinwohl leistet.

PILOTPROJEKT DER STADT KÖLN

Mit dem Ratsbeschluss vom 16.09.2021 fiel der Startschuss für das Pilotprojekt zur Gemeinwohlbilanzierung der Stadt Köln – insgesamt wurden damit zehn Unternehmen bei der Erarbeitung einer individuellen GWB unterstützt. Dazu zählen die zwei stadteigenen Unternehmen KölnBäder und StEB Köln, acht weitere Teilnehmer sind außerhalb städtischer Beteiligungen angesiedelt, vor allem kleine und mittelständige Unternehmen (KMU) und Start-ups.

GEMEINWOHL-ÖKONOMIE

Ihren Ursprung hat die Bewegung in Österreich. Basierend auf den Arbeiten des Ökonomen Christian Felber entstand ab dem Jahr 2008 die Gemeinwohl-Matrix und mit ihr eine weltweite Bewegung, die heute in der EFRAG (European Financial Reporting Advisory Group) als Mitgliedsorganisation vertreten ist. Die EFRAG ist mit der Erarbeitung der europäischen Nachhaltigkeitsberichtsstandards (ESRS) für die EU-Richtlinie CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive) beauftragt.

>>Informationen zur Gemeinwohl-Ökonomie Deutschland unter:
<https://germany.ecogood.org/>

Ziel des Projekts ist es, sowohl die Gemeinwohlbilanz der beteiligten Unternehmen zu festigen und zu verbessern als auch die Gemeinwohlbilanzierung auf weitere Unternehmen und andere Projekte auszuweiten.

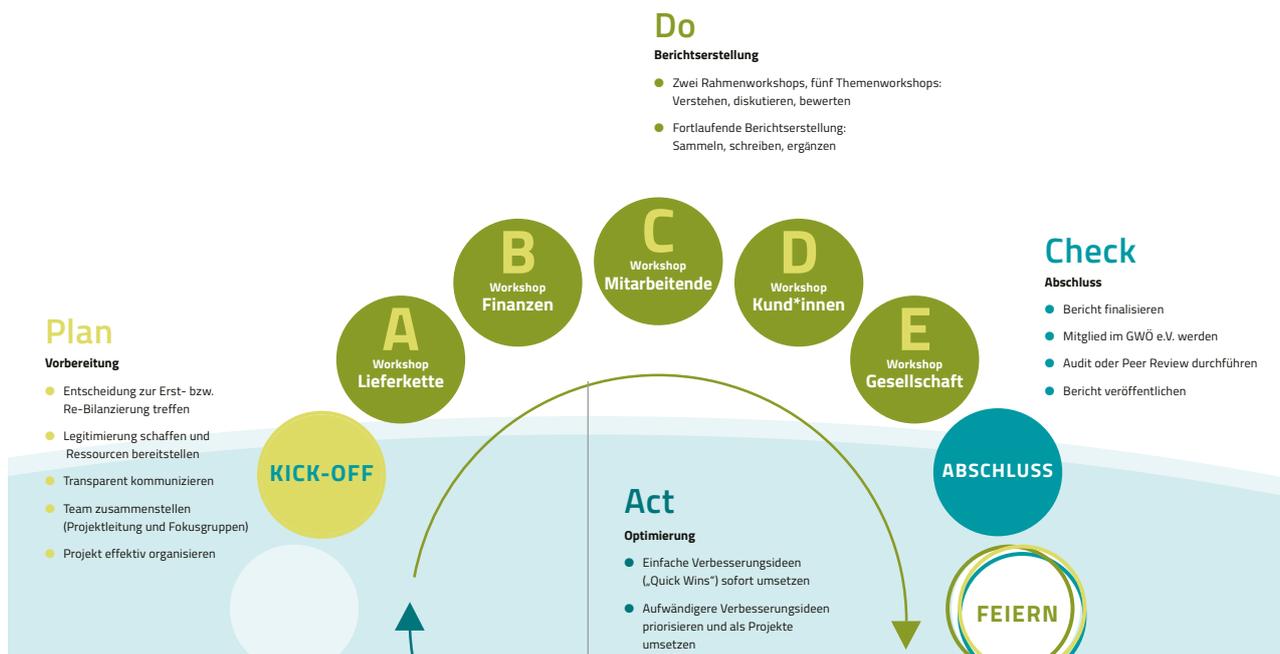


Abbildung 1: PDCA Zyklus
 Quelle: Stiftung Gemeinwohl-Ökonomie NRW 2019

GEMEINWOHL-MATRIX 5.0

WERT	MENSCHENWÜRDE	SOLIDARITÄT UND GERECHTIGKEIT	ÖKOLOGISCHE NACHHALTIGKEIT	TRANSPARENZ UND MITENTSCHEIDUNG
BERÜHRUNGSGRUPPE				
A: LIEFERANT*INNEN	A1 Menschenwürde in der Zulieferkette	A2 Solidarität und Gerechtigkeit in der Zulieferkette	A3 Ökologische Nachhaltigkeit in der Zulieferkette	A4 Transparenz und Mitentscheidung in der Zulieferkette
B: EIGENTÜMER*INNEN & FINANZ-PARTNER*INNEN	B1 Ethische Haltung im Umgang mit Geldmitteln	B2 Soziale Haltung im Umgang mit Geldmitteln	B3 Sozial-ökologische Investitionen und Mittelverwendung	B4 Eigentum und Mitentscheidung
C: MITARBEITENDE	C1 Menschenwürde am Arbeitsplatz	C2 Ausgestaltung der Arbeitsverträge	C3 Förderung des ökologischen Verhaltens der Mitarbeitenden	C4 Innerbetriebliche Mitentscheidung und Transparenz
D: KUND*INNEN & MITUNTERNEHMEN	D1 Ethische Kund*innenbeziehungen	D2 Kooperation und Solidarität mit Mitunternehmern	D3 Ökologische Auswirkung durch Nutzung und Entsorgung von Produkten und Dienstleistungen	D4 Kund*innen-Mitwirkung und Produktransparenz
E: GESELLSCHAFTLICHES UMFELD	E1 Sinn und gesellschaftliche Wirkung der Produkte und Dienstleistungen	E2 Beitrag zum Gemeinwesen	E3 Reduktion ökologischer Auswirkungen	E4 Transparenz und gesellschaftliche Mitentscheidung

Gemeinwohl-Ökonomie: www.ecogood.org



Abbildung 2: Gemeinwohl-Matrix
 Quelle: Stiftung Gemeinwohl-Ökonomie NRW 2019

4	Vorbildlich: innovative Idee + Verwirklichung, Ideengeber
3	Erfahren: gutes Ergebnis, ist evaluiert, weitere Maßnahmen sind umgesetzt
2	Fortgeschritten: gute Tat, erste Änderungen/Maßnahmen sind umgesetzt
1	Erste Schritte: Guter Willen, habe erkannt, habe mich beschäftigt, thematisiert, Maßnahmen dazu überlegt, bin informiert und habe reflektiert
0	Basislinie: gesetzliche geforderte bzw. branchenübliche Praxis, Risiken sind nicht vorhanden.
-1	Risiken wenig relevant, Maßnahmen wurden eingeleitet
-2	Risiken wenig relevant, Maßnahmen wurden noch nicht eingeleitet
-3	Risiken erheblich relevant, Maßnahmen wurden eingeleitet
-4	Risiken erheblich relevant, Maßnahmen wurden noch nicht eingeleitet

Abbildung 3: Bewertung GWB
Quelle Stiftung Gemeinwohl-Ökonomie NRW 2019



Abbildung 4: GW™-Skala
Quelle: em-faktor – Die Social Profit Agentur

Neben einer fundierten fachlichen Beratung und Begleitung hat die KölnBusiness Wirtschaftsförderung GmbH (KBW) eine ergänzende Veranstaltungsreihe zur Förderung der Netzwerkbildung unter den teilnehmenden Unternehmen initiiert. Gleichzeitig konnten auf diesem Wege neben dem Konzept der Gemeinwohl-Ökonomie die beiden städtischen Unternehmen sowie die Pilotgruppe einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt werden.

GEMEINWOHL-ÖKONOMIE BEI DEN STEB KÖLN – DIE MEILENSTEINE

- › **1** Im Sinne eines guten Projektmanagements (vgl. *Abbildung 1*) haben die StEB Köln-Vorständin Ulrike Franzke und die StEB Köln-Geschäftsbereichsleiter im Juli 2022 zum Start des Pilotprojektes an einer Info-Veranstaltung teilgenommen, in der die Ziele, Meilensteine, konkreten Zuständigkeiten und das Projektteam vereinbart worden sind.
- › **2** Nach der Sommerpause ging es im September mit einem großen Kick-off-Meeting für alle 27 Team-Mitglieder aus den betroffenen Fachbereichen der StEB Köln los, wobei sich die Auswahl der Fachbereiche an den fünf Themenfeldern der Gemeinwohl-Matrix orientierte (siehe *Abbildung 2*):
 - › Lieferketten,
 - › Finanzen,
 - › Mitarbeitende,
 - › Kund*innen und
 - › Gesellschaft.
 Die eigentliche Organisation des Projekts wurde als ein hybrider Mix aus Präsenz- und Online-Terminen angelegt, die allgemeine Resonanz darauf war ebenso positiv wie die Reaktion des Teams auf die Vorstellung der theoretischen Grundlagen der Gemeinwohl-Ökonomie. Die Teilnehmenden inspirierte vor allem die Idee, die bisher vorherrschende ökonomische Gewichtung um die Beachtung ökologischer Grundlagen und sozialer Werte zu erweitern.
- › **3** Für die inhaltliche Arbeit selbst fanden in der Zeit von Ende September bis Mitte November 2022 sogenannte „Berührungsgruppen-Workshops“ statt: In insgesamt fünf intensiven Online-Workshops haben die Projektteilnehmer*innen wichtige Informationen zum Unternehmen, praktische Umsetzungsbeispiele im Berichtszeitraum sowie erste Kennzahlen, Indikatoren und Beispiele zusammengetragen.
- › **4** Auf Basis einer Selbstbewertung stand im Anschluss an die Workshop-Phase die schriftliche Dokumentation der Ergebnisse an. Ein notwendiger Prozess, schließlich dient der fertig erstellte Bericht als wichtige Grundlage für das anschließende Audit sowie die Zertifizierung, deren Prozessabwicklung der Internationale Verband der Gemeinwohl-Ökonomie audit.ecogood.org verantwortet.
- › **5** Im Zuge des obligatorischen Audits werden die StEB Köln in Kürze eine entsprechende Bewertung erhalten (vgl. *Abbildung 3*).

Vor allem die Aktivitäten zur Einsparung von Energie- und Treibhausgasemissionen, die Verfahren zur weitergehenden Abwasserreinigung, die Schwammstadt-Konzeption, der partizipative Umgang mit Kund*innen und Stakeholder*innen und das Engagement, die nachhaltige Transformation immer wieder mit neuen, auch kleinen Projekten voranzubringen, hatten einen nennenswerten Einfluss auf das sehr positive Gesamtergebnis.

SCHLUSSBETRACHTUNG ZUR GEMEINWOHLBILANZ

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Erstellung einer Gemeinwohlabilanz (GWB) den StEB Köln zahlreiche Vorteile bietet: Als detaillierte Analyse macht sie transparent, inwieweit ein Unternehmen oder eine Organisation bereits zum Gemeinwohl beitragen und welche Aspekte in diesem Kontext noch optimiert werden können.

Konkret:

» Was und wie tragen die StEB Köln zum Gemeinwohl der Stadt Köln bei?

Diese Erkenntnisse ermöglichen die Identifikation von Stärken und Potenzialen in Bezug auf soziale, ökologische und wirtschaftliche Aspekte.

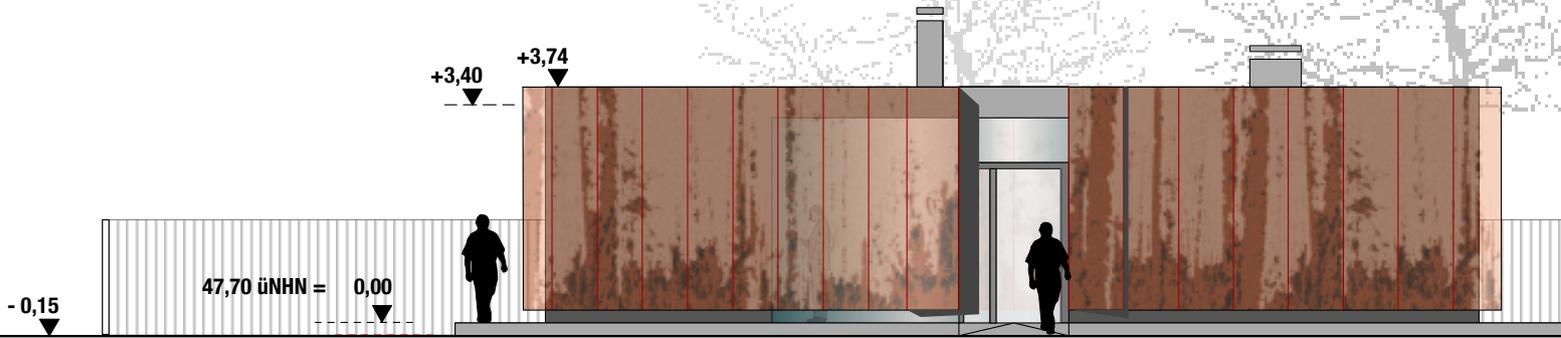
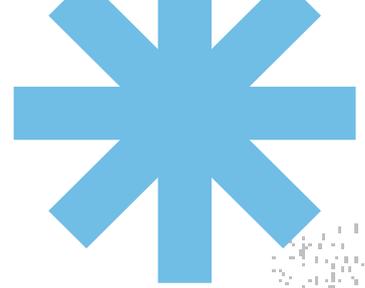
» Wie können die StEB Köln die Zusammenarbeit mit Bürger*innen, Unternehmen und anderen Organisationen verbessern?

Die GWB schafft ein gemeinsames Verständnis von Werten und Zielen und fördert die Zusammenarbeit in Richtung einer nachhaltigen und zukunftsfähigen Stadtentwässerung.

» Wie lässt sich das Image der StEB Köln weiter verbessern?

Die GWB zeigt, dass sich die StEB Köln bereits für das Gemeinwohl einsetzen und verantwortungsbewusst handeln.

Auch wenn die Erstellung einer Gemeinwohlabilanz den StEB Köln unterm Strich betrachtet viele Vorteile bietet und Entwicklungspotenziale aufzeigt, ist die Erstellung selbst mit einem entsprechend hohen Aufwand für die Steuerung der Zielsetzungen, die Datenauswertung, die Dokumentation und die Audits verbunden. Mit Blick auf die Zukunft heißt das: Wenn die Evaluation des Pilotprojekts eine positive Gesamtbewertung ergibt, empfiehlt das Projektteam der StEB Köln die Weiterentwicklung und eine regelmäßige Wiederholung dieser Bilanz im Sinne der Gemeinwohl-Ökonomie.



Planausschnitt PW Martinusstraße / © StEB Köln

ABWASSER & KLÄRTECHNIK

Neues System für neue Herausforderungen

Aktive Starkregenvorsorge und Ortsanlagenentwässerung
für Esch, Pesch und Auweiler

AUTOREN: JÜRGEN WERKER, TOBIAS LÜBBERT

Überflutungen, Überlastung und Überalterung: Um den gestiegenen wasserwirtschaftlichen Anforderungen im Nordwesten Kölns Rechnung zu tragen, werden die bestehenden Entwässerungssysteme im Rahmen des Großprojektes „Esch-Pesch“ durch eine neue technische Gesamtlösung ersetzt.

Zum Hintergrund: Die in den 1970er-Jahren etablierten Entwässerungssysteme der Kölner Ortsteile Esch, Pesch und Auweiler sind aus technischer Sicht sprichwörtlich „in die Jahre gekommen“, ihre Nutzungsdauer ist erreicht. Das betrifft neben den dezentralen Pumpwerken, über die das klärpflichtige Abwasser zur Kläranlage Köln-Langel entwässert wird, auch das offene Grabensystem, über das die

Ortsteile nicht klärpflichtiges Abwasser in der Ortsrandlage Pulheim entwässern. Hinzu kommen Starkregenereignisse, die in der jüngsten Vergangenheit wiederholt zu Überflutungen im Entwässerungsgebiet sowie zu Überlastungen und Schäden am teilweise über dem Gelände liegenden, offenen Abflussgraben geführt haben.

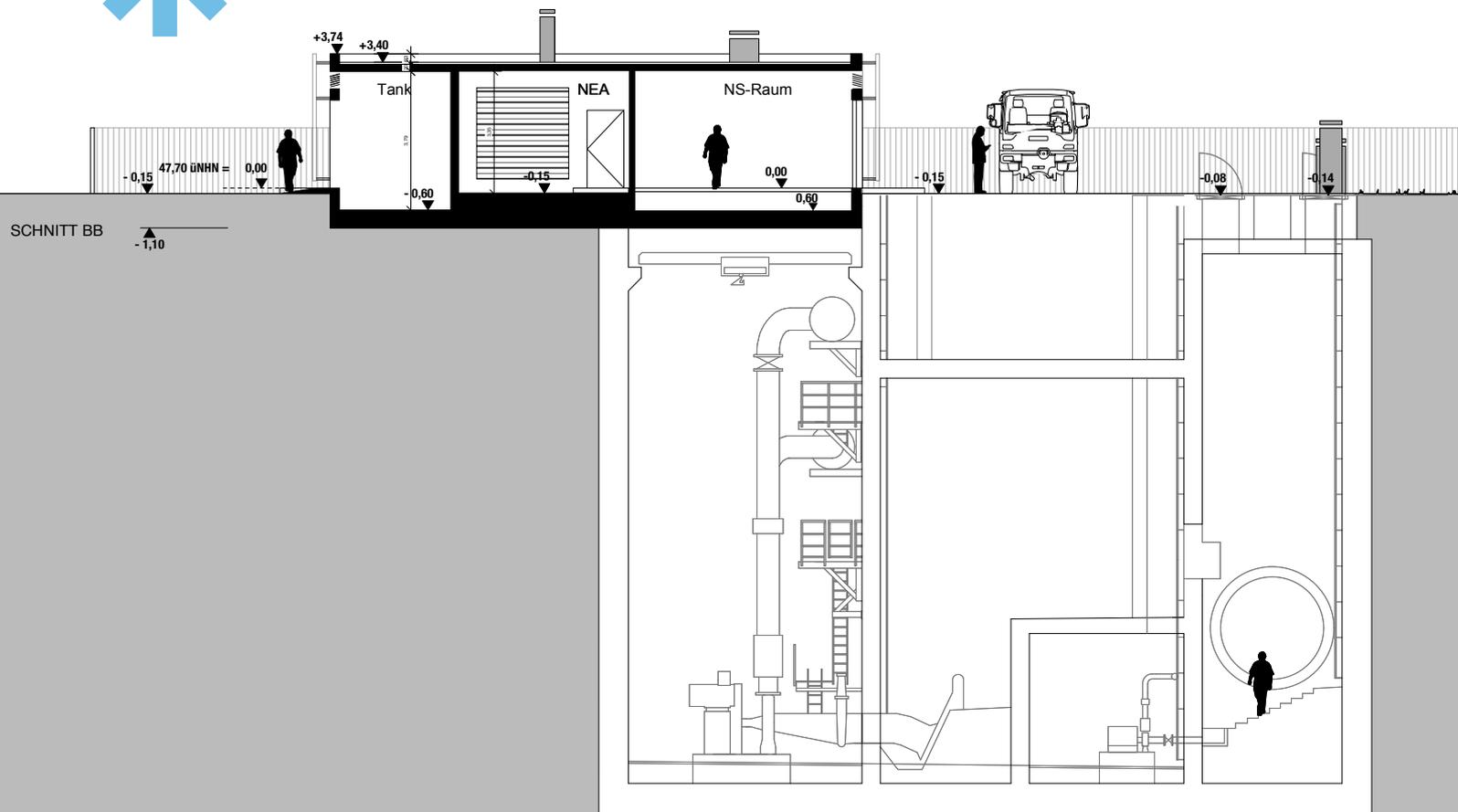
Da weder der Austausch einzelner Komponenten noch die Anlagen-Ertüchtigung betrieblich und wirtschaftlich sinnvoll sind, haben sich die StEB Köln mit dem Großprojekt „Esch-Pesch“ für eine neue technische Lösung entschieden, die in insgesamt fünf Teilprojekte gegliedert ist.

DAS GROSSPROJEKT „ESCH-PESCH“ IM FOKUS

1. Das Abwasser des gesamten Entwässerungsgebietes wird über einen neu zu errichtenden **Mischwasser-sammelkanal** abgeleitet.
2. Ein **zentrales Pumpwerk** befördert sowohl das nicht klärflichtige Mischwasser als auch das klärflichtige Schmutzwasser weiter.
3. Eine neue, redundante **Schmutzwasserdruckleitung** befördert das klärflichtige Abwasser Richtung Kläranlage.
4. Ein Teilstück dieser Druckleitung wird durch einen **Frei-spiegelkanal** ersetzt.
5. Der heute offene Ableitungsgraben für das nicht klärflichtige Abwasser zum Randkanal wird durch **zwei geschlossene Druckleitungen** ersetzt.

Der Neubau erfüllt nicht nur die gestiegenen wasserwirtschaftlichen Anforderungen – auch die Betriebssicherheit der Anlagen wird erhöht: Anwohner*innen und Umwelt sind zukünftig besser vor Überflutungen geschützt, die vor allem durch ein Versagen der derzeit offenen Abwassergräben hervorgerufen werden könnten.

Die erforderliche Bau- und Betriebs-genehmigung gemäß § 57.2 LWG für „Esch-Pesch“ wurde 2021 von der Bezirks-regierung Köln erteilt – die Bauzeit für die Gesamtmaßnahme ist auf circa vier Jahre terminiert und hat ein finanzielles Gesamt-volumen von 60 bis 80 Millionen Euro.



SCHRITT FÜR SCHRITT ZUR NEUANLAGE

1. MISCHWASSERSAMMELKANAL

Der neue Mischwasserstaukanal – Baubeginn ist im Herbst 2023 geplant – beginnt von Pesch aus im Bereich des bestehenden Regenrückhaltebeckens an der Pescher Straße und verläuft in der Trasse des bestehenden Vorflutgrabens der StEB Köln entlang der ausgekiesten Teiche bis zum Betriebsgelände des StEB Köln-Pumpwerks an der Martinusstraße in Esch. Dabei wird unter anderem die Auweilerstraße gekreuzt. Als vorbereitende Maßnahme wurden im Bereich zwischen Pescher Straße und Auweilerstraße bereits in den Jahren 2021 und 2022 zwei provisorische Druckrohrleitungen DN 800 und DN 300 verlegt. Diese verlaufen streckenweise entlang des Vorflutgrabens, so dass hier bereits das Bauprovisorium für die Kanalverlegung errichtet ist. Im Zuge dieser Arbeiten wurde der vorhandene Abwassergraben schon einmal streckenweise verfüllt.

Dimensionen und Details

Insgesamt hat der Mischwasserkanal einen Durchmesser von DN 3400. Ein Staubauwerk im Kanal aktiviert ein zusätzliches Rückhaltevolumen – stärkere Regenzuflüsse aus dem höher liegenden Stadtteil Pesch werden so zunächst in Kaskaden zurückgehalten, was zu einer Entlastung des Pumpwerks und des unterhalb liegenden Rückhaltekanals DN 3400 führt. Daneben wird bei extremen Starkregenereignissen auch das vorhandene Regenbecken Pesch zur Regenrückhaltung genutzt. Das hat den Vorteil, dass auf den Bau von zusätzlichen Rückhaltebecken im Kanalnetz verzichtet werden kann. Von Pesch bis zum Staubauwerk wird der Mischwasserkanal als Ei-Profil mit einer Nennweite von 1.400/2.100 Millimetern gebaut, die erforderliche Mischwasserbehandlung findet durch die Bereitstellung von nutzbaren 3.500 m³ Staurauminhalt in diesem Mischwasserkanal statt.

TECHNISCHE DETAILS IM FOKUS

- › Rund 900 m langer Mischwasserkanal im Ei-Profil mit Nennweite von 1.400/2.100 mm
- › Rund 1.000 m DN 3400 in offener Bauweise
- › 1 Staubauwerk und rund 20 Schachtbauwerke

2. ZENTRALES PUMPWERK MARTINUSSTRASSE ESCH

Ein zentrales Pumpwerk am Ende des Stauraumkanals befördert das klärpflichtige Abwasser zur Kläranlage Köln-Langel. Bei Regenwetter erfolgt zunächst eine Zwischenspeicherung im Stauraumkanal. Bei stärkeren Ereignissen sorgen die Regenwetterpumpen des zentralen Pumpwerks für eine Entlastung des nicht klärpflichtigen, mechanisch vorgereinigten Mischwassers, indem sie den Abfluss zum Vorfluter (Kölner Randkanal) begrenzen. Bei Abflussspitzen wird der Stauraumkanal oberhalb der Wehrschwelle als Regenrückhaltung betrieben.

Ökologisch und ökonomisch effizient

Im Rahmen der Planungsbearbeitung konnten durch Computersimulationen Optimierungsansätze erarbeitet werden, die eine deutlich vereinfachte Ausbildung der Pumpwerk-zuläufe sowie der Pumpensumpfgestaltung ermöglichten. Mittels dieser CFD-Berechnungen (Computational Fluid Dynamics) konnte nachgewiesen werden, dass eine von den üblichen Ansätzen abweichende bauliche Gestaltung einen wesentlich besseren Stoffrückhalt bewirkt.

**Das hat positive
Auswirkungen auf den
Gewässerschutz. Gleich-
zeitig können deutliche
Baukosteneinsparungen
erzielt werden.**

Das Hochbauteil des Pumpwerks wurde unter architektonischen Gesichtspunkten gestaltet: Die Fassade erhält eine hinterleuchtete stählerne Verkleidung in Cortenstahloptik – eine moderne Photovoltaikanlage auf dem Dach erzeugt einen Teil des Strombedarfs für die Schmutzwasserpumpen.

TECHNISCHE DETAILS IM FOKUS

- › Mischwasserpumpwerk mit beidseitig angeströmter Entlastungsanlage, Schmutzwasserteil (1 × 30 l/s, 1 × 50 l/s, 4 × 55 l/s) und Regenwasserteil (5 × 800 l/s)
- › Abmessungen des Tiefbauteils von 23 m × 21,4 m, Tiefe 14,30 m
- › Abmessungen des Hochbauteils von ca. 17,50 m × 15,10 m, Höhe 3,90 m
- › Baubeginn der Maßnahme: Sommer 2023



Altes bestehendes Pumpwerk Martinusstraße
© StEB Köln

3. REDUNDANTE SCHMUTZWASSERDRUCKLEITUNG

Zur Ableitung des klärpflichtigen Mischwassers zum Netz der Kläranlage Köln-Langel wird die vorhandene alte, einsträngige Druckleitung DN 300 durch eine zweite, neue Druckleitung DN 300 in einer neuen Trasse verstärkt. Durch die Etablierung dieses redundanten Systems ist die reibungslose Sanierung der vorhandenen Druckleitung gewährleistet. Eine relevante Baumaßnahme, die die Betriebssicherheit bei Verstopfungen oder Leitungsversagen erheblich erhöht – schließlich ist der Betrieb der Ableitung des klärpflichtigen Mischwassers rund um die Uhr erforderlich.

TECHNISCHE DETAILS IM FOKUS

- › Rund 1.160 m lange Druckrohrleitung DN 300
- › 1 Stück Schieberbauwerk mit Weichenfunktion
- › 6 Stück Betriebsschächte/-schieber

4. FREISPIEGELKANAL ZUR ABLEITUNG IM BEREICH BLOCKSTRASSE

Im Bereich der Blockstraße, die die beiden Ortsteile Esch und Volkhoven miteinander verbindet, wurde die alte Druckleitung durch einen Freispiegelkanal ersetzt. Das hat gleich mehrere Vorteile: Zum einen lassen sich durch die Nutzung einer Freispiegelleitung im Gegensatz zu einer Druckleitung bekannte betrieblichen Probleme, die zum Beispiel bei der Inspektion entstehen, vermeiden. Auf der anderen Seite ist der Freispiegelkanal energetisch günstiger, da für das frei fließende Wasser keine zusätzliche Energie für Pumpen aufgewendet werden muss. Diese Teilmaßnahme ist baulich bereits fertiggestellt.

TECHNISCHE DETAILS IM FOKUS

- › Rund 1,3 km langer neuer Kanal (Freigefälle)
- › Ei-Profil DN 600/900



Leitungsverlegung für das Bauprovisorium / © StEB Köln

5. ZWEI GESCHLOSSENE DRUCKLEITUNGEN

Um die ordnungsgemäße Ableitung des nicht klärpflichtigen Mischwassers sicherzustellen, ist die Verlegung von zwei parallel laufenden Druckleitungen DN 1200 im unmittelbaren Bereich des vorhandenen Ablaufgrabens zum Randkanal geplant. Der aktuell vorhandene und stark sanierungsbedürftige Abwassergraben wird nach Inbetriebnahme der Gesamtanlage komplett zurückgebaut und anschließend verfüllt – damit wird die Landschaft nicht mehr „zerschnitten“, sondern harmonisiert.

TECHNISCHE DETAILS IM FOKUS

- › Rund 1.500 m lange Druckrohrleitung, 2 × DN 1200
- › 1 Einleitungsbauwerk in den Randkanal
- › 1 Übergangsbauwerk
- › 2 × 8 Revisionschächte

Behandlung von Fadenbakterien im Klärwerk

Maßnahmen und mikroskopische Erfolgskontrolle

INTERVIEW MIT PATRICK BECKER, BETRIEBSLEITER IM KLÄRWERK KÖLN-LANGEL

Um eine effektive Abwasserreinigung zu gewährleisten, ist es wichtig, dass Kläranlagenbetreiber und Fachleute in der Abwasserbehandlung geeignete Maßnahmen zur Überwachung, Kontrolle und Reduktion der Entwicklung von Fadenbakterien ergreifen.

Herr Becker, für eine effektive Abwasserreinigung ist unter anderem die Kontrolle und Reduktion von Fadenbakterien maßgeblich. Können Sie die Situation kurz einordnen: Wann treten Fadenbakterien auf, was begünstigt ihre Vermehrung und welche Konsequenzen, speziell für den Kläranlagenprozess, sind damit verbunden?

Wenn die Lebensverhältnisse für Fadenbakterien günstiger sind als die der flockenbildenden Mikroorganismen, führt dieser Wachstumsvorteil dazu, dass sich fadenbildende Bakterien massenhaft vermehren können. Zusätzlich wird das Auftreten von Fadenbakterien durch verschiedene Faktoren beeinflusst, wie beispielsweise durch die Konzentrationen der Abwasserinhaltsstoffe, das Nährstoffverhältnis, die Sauerstoffkonzentration und die Abwassertemperatur. Das Abwasser im Zulauf der Kläranlage Langel etwa enthält zeitweise hohe Konzentrationen an Fettverbindungen, die das Fadenwachstum begünstigen.

Um Ihre Frage nach den Konsequenzen zu beantworten, kann man sagen, dass Fadenbakterien allgemein kritisch zu betrachten sind, da sie die Leistungsfähigkeit betroffener Kläranlagen beeinträchtigen und damit zu Störungen im Reinigungsprozess führen können. Ist zum Beispiel die Sedimentation des Belebtschlammes in der Nachklärung gestört, kommt es zum Schlammabtrieb, der im Worst Case zu einer Überschreitung der wasserrechtlichen Grenzwerte im Ablauf der Kläranlage führen kann.

Zur Bewertung der Bakterienentwicklung sowie der Stabilität und Effizienz von Belebtschlamm-Systemen in Abwassersystemen ist der Schlammvolumenindex (SVI) ein wichtiger Indikator. Was sagt dieser Index aus?

Der Schlammvolumenindex ist der Quotient aus dem Schlammvolumen (ml/l) und der Trockensubstanz (g/l) pro Liter Belebtschlamm. Dieser Index wird in Milliliter pro Gramm (ml/g) angegeben und beschreibt das Absetzverhalten des Belebtschlammes.

Welche Grenzwerte sind dabei akzeptabel, ab wann müssen Kläranlagenbetreiber in die Behandlung einsteigen?

In der Literatur wird ein gut absetzender Belebtschlamm für kommunale Kläranlagen mit 50–100 ml/g angegeben. Bei höheren Werten verschlechtern sich die Absetzeigenschaften, ab 150 ml/g spricht man schließlich von Blähschlamm. Wann

jedoch der geeignete Zeitpunkt ist, um die Blähschlammbekämpfung einzuleiten, muss für jede Kläranlage individuell beurteilt werden. Die zur Verfügung stehende Nachklärung ist dabei eine bestimmende Größe. Auf jeden Fall sollte die hydraulische Aufenthaltszeit von zwei Stunden sowie eine Oberflächenbeschickung kleiner 1,6 Meter pro Stunde bei horizontal durchströmten und weniger als zwei Meter pro Stunde bei vertikal durchströmten Becken eingehalten werden.

Wie identifizieren Sie unterschiedliche Fadenbakterien in einer Abwasserprobe ganz konkret und inwiefern bietet die Online-Plattform „feralco-waterlab.com“ hier Unterstützung?

Im Rahmen der Selbstüberwachung wird regelmäßig das mikroskopische Bild bestimmt, da dies eine direkte Bewertung der Belebtschlammflocke sowie den Vergleich gegenüber vorherigen Bestimmungen möglich macht. Die Bestimmung der Fadenbakterien selbst erfolgt am Nasspräparat unter Verwendung eines Phasenkontrastmikroskops, so lässt sich die Fadenmorphologie erkennen. Durch verschiedene Färbemethoden am Trockenpräparat können noch weitere Unterscheidungsmerkmale identifiziert werden, dafür haben sich Gram- und Neisser-Färbung bewährt. Die Online-Plattform „feralco-waterlab.com“ ist im Prozess der mikroskopischen Untersuchung mit ihren Referenzabbildungen und einer digitalen Bestimmungshilfe immer wieder hilfreich.

Mit Blick auf Ihre Arbeit für die Kläranlage Köln-Langel: Wie stellte sich die Ausgangssituation dar?

In der Kläranlage Köln-Langel können wir jedes Jahr in der kalten Jahreszeit und gerade in den Frühlingsmonaten ein vermehrtes Aufkommen von Fadenbakterien beobachten. Das liegt vor allem an den Abwassertemperaturen: Sobald diese unter 15 °C sinken, sind die Fadenbildner im Wachstumsvorteil – mit zeitweise sehr hohen Vermehrungsraten.

Die Behandlung von Fadenbakterien in Kläranlagen erfordert häufig die Kombination verschiedener Maßnahmen. Welche sind das und auf welche Behandlungsmethode(n) haben Sie im Klärwerk Köln-Langel gesetzt?

Nicht alle Faktoren, die das Wachstum von Fadenbakterien begünstigen, können beeinflusst werden. Grundsätzlich muss die Behandlungsmethode gezielt auf den zu bekämpfenden Mikroorganismus abgestimmt sein. Im Klärwerk Köln-Langel werden bei steigendem Schlammvolumenindex zunächst verfahrenstechnische Maßnahmen wie längere Belüftungszeiten und vermehrte Schwimmschlamm- beziehungsweise Fettabzüge eingeleitet. Das an die Abwassertemperatur angepasste

Schlammalter wird über den Überschussschlammabzug eingestellt und im Weiteren stetig beobachtet. Sollten die zuvor genannten Maßnahmen nicht ausreichen und sollte der Schlammvolumenindex weiter steigen, erfolgt die Bekämpfung mit Chemikalien, zum Beispiel mit Aluminiumsalzen, um die Fadenstrukturen zu beschädigen.

Wie haben Sie die Proben vorbereitet und die Behandlungsergebnisse – auch mit Blick auf notwendige Fähigkeiten und Ressourcen – überwacht und bewertet? Welche Mikroskope setzen Sie ein?

Sobald in der regelmäßigen mikroskopischen Kontrolle vermehrt Fadenbakterien zu erkennen sind, werden die Belebtschlammanalysen im Klärwerk intensiviert. Zur Bestimmung der morphologischen Merkmale erfolgt die Untersuchung im Betriebslabor am Lebendpräparat bei 100- bis 400-facher Vergrößerung. Dafür nutzen wir ein Carl Zeiss™ Primo Star™ Phasenkontrastmikroskop. Zusätzlich führt in unserem Auftrag die Bioserve GmbH mindestens einmal im Monat eine umfassende Belebtschlammanalyse durch.

Welche charakteristischen Merkmale von Fadenbakterien sind unter dem Mikroskop sichtbar? Gibt es weitere Parameter, die neben der Anzahl der Fadenbakterien unter dem Mikroskop bei der Beurteilung des Erfolgs der Fadenbakterienbehandlung berücksichtigt werden sollten?

Wie bereits erwähnt, erfolgt im ersten Schritt die Erkennung der Fadenmorphologie. Dabei werden verschiedene Merkmale erfasst: Fadenform, -position, -aufwuchs, -durchmesser, Verzweigung, Beweglichkeit, Scheide, Einschnürungen, Querwände, Zellform und Zelleinschlüsse.

Bei einer erfolgreichen Behandlungsstrategie ist ein Rückgang der fadenbildenden Mikroorganismen zu erkennen, eine zunehmende Beschädigung der Fadenstruktur lässt sich bei

einer erfolgreichen Fadenbekämpfung mit Chemikalien beobachten. Die Absetzeigenschaften des Belebtschlammes sollten sich nun stetig verbessern.

Über welchen Zeitraum haben Sie die Fadenbakterienbehandlung im Klärwerk Köln-Langel vorgenommen und mikroskopisch überwacht? Gibt es einen Richtwert, wie häufig und wie lange mikroskopische Untersuchungen zur Erfolgskontrolle von Fadenbakterienbehandlungen durchgeführt werden sollten?

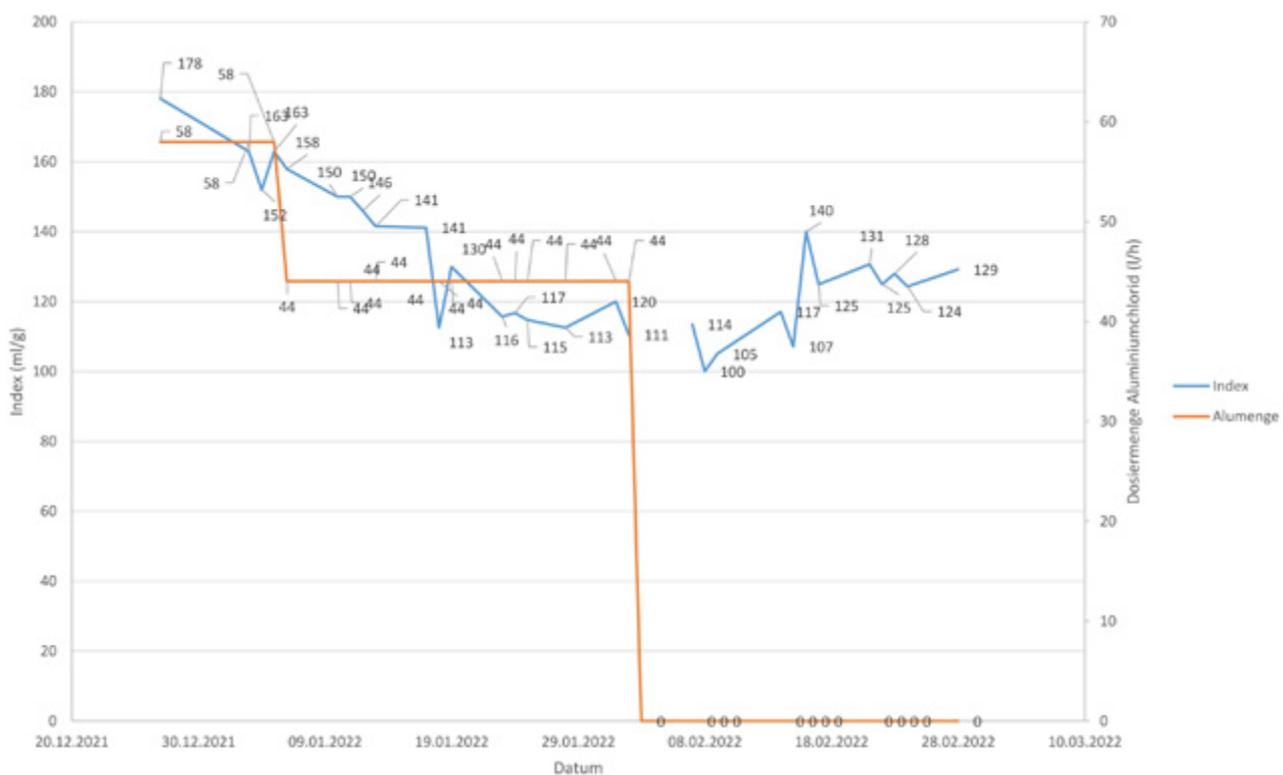
Im Klärwerk Langel kann die Bekämpfung der Fadenbakterien üblicherweise recht spät eingeleitet werden, aufgrund der günstigen Bauweise der Nachklärbecken ist hier nämlich auch ein Schlammvolumenindex bis zu 160 ml/g hinnehmbar. In den Monaten Januar bis Mai jedoch kann der Index über diesen Wert steigen, so dass eine chemische Behandlung mit Aluminiumsalzen zu veranlassen ist. Die mikroskopischen Untersuchungen sind mindestens wöchentlich durchzuführen, der Schlammvolumenindex wird nach Möglichkeit arbeitstäglich ermittelt.

Haben Sie eine Empfehlung, wie Betreiber von Kläranlagen das Auftreten von Fadenbakterien in ihrem Abwassersystem grundsätzlich verhindern oder minimieren können?

Generell gilt für eine erfolgreiche Behandlungsmaßnahme, dass im ersten Schritt immer die fadenbildenden Mikroorganismen identifiziert werden sollten, bevor die Behandlungsmethode festgelegt wird. Ist der Organismus bekannt, sind die auslösenden Faktoren zu minimieren. Eine Allgemeinempfehlung gibt es hier leider nicht, da die jeweilige Behandlung gezielt auf den identifizierten Mikroorganismus abgestimmt sein muss. Immerhin kann dank einer regelmäßigen mikroskopischen Untersuchung das Auftreten von Fadenbakterien frühzeitig festgestellt werden, also eine klare Empfehlung.

Vielen Dank für das Gespräch.

DOSIERUNG ALUMINIUMCHLORID ZUR FADENBAKTERIENBEKÄMPFUNG, INDEX LANGEL



Quelle: StEB Köln



Gut kombiniert: Ozonung und Aktivkohlefiltration

Ergebnisse der RedOxA-Studie am Beispiel des Klärwerks Köln-Rodenkirchen

AUTOR: BURKHARD BAUR

Hinter der vom Land NRW geförderten Studie steht das Prinzip der Spurenstoffelimination durch Ozonung in Kombination mit Aktivkohlefiltern. Konkret: Die „Reduzierung des Ozon-Oxidationsaufwandes für Spurenstoffe in Kombination mit Aktivkohlefiltration“. Praktisch erprobt wurde dieser kombinierte Ansatz mit einer Pilotanlage auf dem Klärwerk in Köln-Rodenkirchen.

Das Ziel hinter RedOxA ist die Entwicklung eines Verfahrens zur Entfernung anthropogener organischer Spurenstoffe aus dem Kölner Abwasser, dazu zählen beispielsweise

Arzneimittelreste. Für die Testphase fiel die Wahl auf eine eigene Pilotanlage auf dem Klärwerk Köln-Rodenkirchen, für deren Aufbau eine von sechs bestehenden Zellen der vorhandenen BIOFOR®-Filteranlage aus den 1990er-Jahren zu einem sogenannten Ozonreaktor umgebaut wurde (siehe Abbildung 1).

Der Umbau einer weiteren Filterzelle für granuliert Aktivkohle (GAK) konnte zur biologischen Nachbehandlung der Ozonung genutzt werden, eine dritte (Vergleichs-)Zelle wurde mit dem ursprünglichen Filtermaterial auf Basaltbasis als Referenzfilter betrieben.

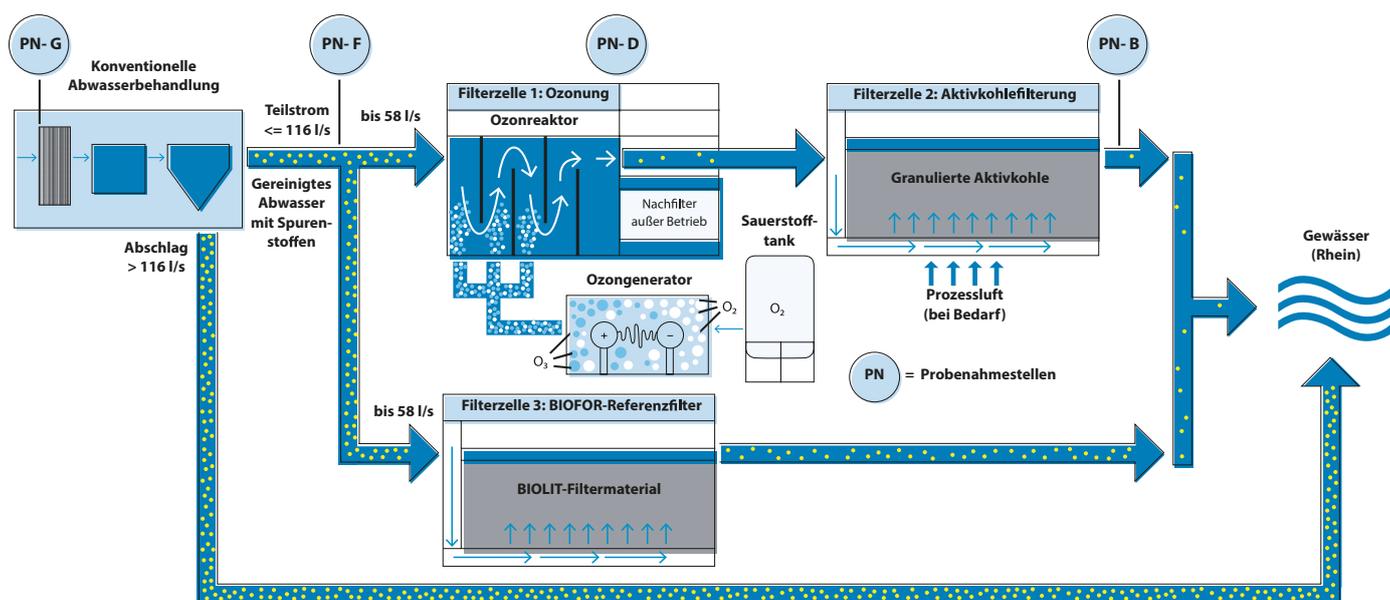


Abbildung 1: Fließbild der Pilotanlage im Projekt RedOxA / Quelle: StEB Köln
Bild linke Seite: Klärwerk-Rodenkirchen / © StEB Köln, Sabine Grothues

DER REDOXA-ANSATZ IN DER PRAXIS

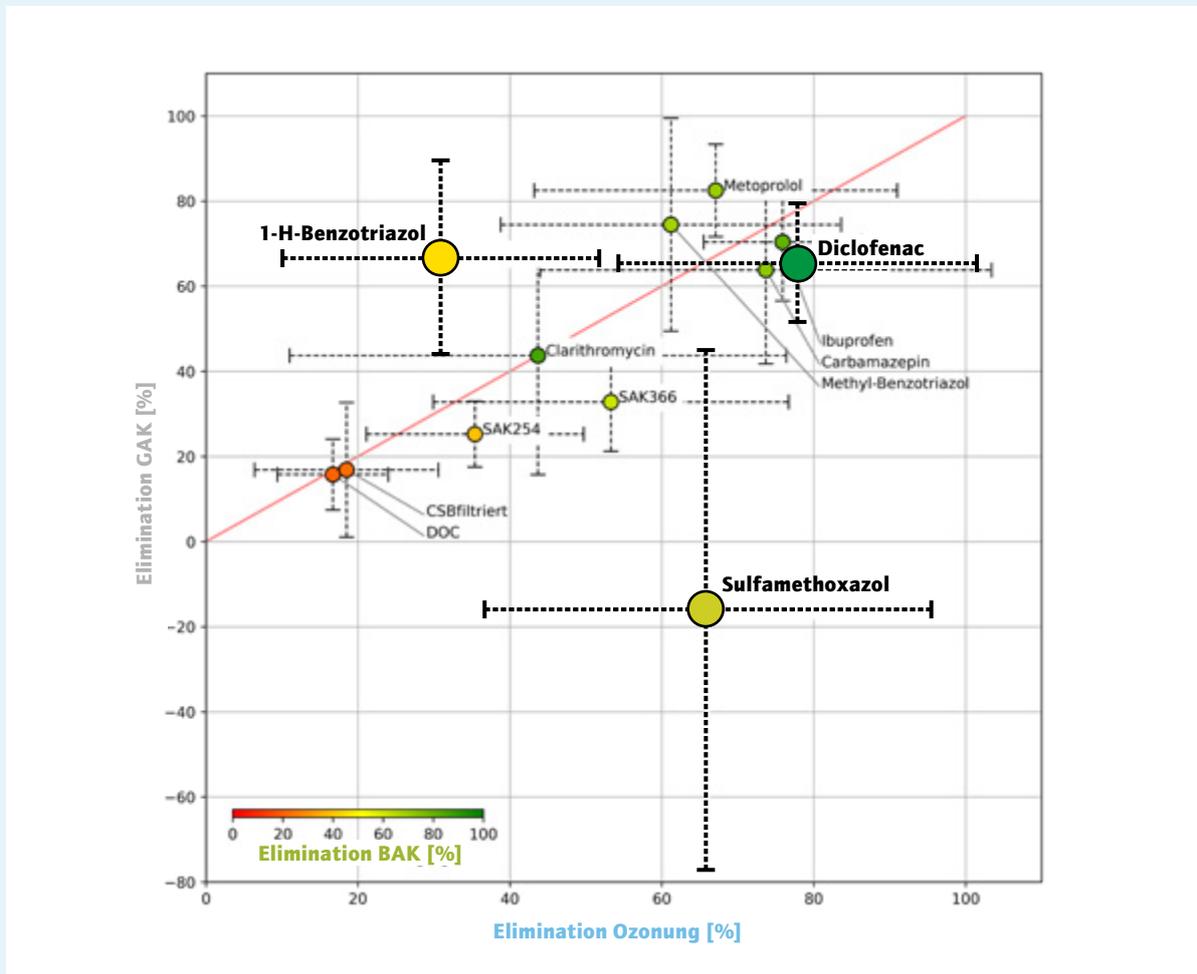
Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse des Pilotprojekts zeigen: Verglichen mit dem Einsatz der jeweiligen Einzelfahren Ozonung und Aktivkohlefiltration lässt sich unter Verwendung des Kombinationsverfahrens „Ozonung mit nachgeschalteter Aktivkohlefiltration“ eine deutliche Verbesserung der Spurenstoffelimination erzielen (siehe *Abbildung 2*).

Aufgrund der bereits längeren Betriebszeit aus dem Vorprojekt AdOx Köln mit einem durchgesetzten Bettvolumen von ca. 86.000 BV (m^3 Abwasser je m^3 Aktivkohle) war die Adsorptionskapazität der Aktivkohle nicht mehr ausreichend, um das festgesetzte Reinigungsziel von 80 Prozent gegenüber den sechs Leitsubstanzen Carbamazepin, Diclofenac, Clarithromycin, Metoprolol, Sulfamethoxazol und 1H-Benzotriazol zu erreichen. De facto konnten diese sechs Leitsubstanzen im Mittel um die Hälfte, sprich um bis zu 40 Prozent eliminiert werden.



Abbildung 2: Grafik der Wirkungsgrade GAK, Ozonung und BAK, Zulauf Pilotanlage

Jeweils auf den Zulauf der Pilotanlage bezogene Wirkungsgrade für die Adsorption an granulierter Aktivkohle (GAK, Projekt AdOx) über die Ozonung (mit biologischer Nachbehandlung an Blähton, Projekt AdOx) sowie farblich abgesetzt für die Ozonung mit Aktivkohle als biologischer Nachbehandlung (BAK, Projekt RedOxA)
Quelle: StEB Köln



		1H-Benzotriazol	Sulfamethoxazol	Diclofenac
Ozon	0,06–0,66 $\text{mgO}_3/\text{mgDOC}$	31 %	66 %	78 %
GAK	4.800–40.500 BV	66 %	-16 %	65 %
BAK	0,15–0,6 $\text{mgO}_3/\text{mgDOC}$, 74.000–86.000 BV	47 %	59 %	94 %

Tabelle zu Abbildung 2: Tabellarische Wirkungsgrade GAK, Ozon und BAK für exemplarische Stoffe
Quelle: StEB Köln

WEITERE WICHTIGE ERGEBNISSE AUS DEM PILOTPROJEKT:

- › Mit der Ozonung als Einzelverfahren konnte das Reinigungsziel bei spezifischen Ozondosen von $> 0,47 \text{ mgO}_3/\text{mgDOC}$ erreicht werden.
- › Trotz des sehr hohen Alters der GAK ließ sich unter Nachschaltung der Aktivkohlefiltration die Ozondosis auf etwa $0,34 \text{ mgO}_3/\text{mgDOC}$ reduzieren (siehe Abbildung 3).
- › Bezogen auf das oben genannte Reinigungsziel für die sechs Leitsubstanzen ergab die Betrachtung der GAK-Filtration als Einzelverfahren ein Austauschintervall von etwa 14.000 BV. Bei höherer Standzeit der Aktivkohle bricht der Wirkungsgrad, insbesondere bei Regenwetter, deutlich ein (siehe Abbildung 4). Das führt zu zeitweiligen Desorptionseffekten, in deren Zuge der Wirkungsgrad auch negative Werte annehmen kann.

Die Lösung: Die bei Regenwetter schlechtere Adsorption der Aktivkohle kann unter Vorschaltung der Ozonung ausgeglichen werden, was das Austauschintervall der Aktivkohle maßgeblich beeinflusst: Bei einer Dosis von $0,34 \text{ mgO}_3/\text{mgDOC}$ verlängert sich das Austauschintervall der Aktivkohle von 14.000 BV auf mehr als 86.000 BV.

- › Ein weiterer Vorteil der Ozonung-Aktivkohle-Kombination ist die verminderte Bildung von Transformations- und Oxidationsnebenprodukten. Die Bildung des kanzerogenen Bromats etwa ist maßgeblich von der Ozondosis abhängig. Werden im Kombinationsverfahren nun geringere Ozondosen eingesetzt als im Einzelverfahren, kommt es auch zu einer geringeren Bildung von Bromat.

Abbildung 3: Ozonbedarf mit Nachbehandlung Blähton (Projekt AdOx) bzw. Aktivkohle (RedOxA) Elimination gemittelt für die Stoffliste laut Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe NRW (KomM NRW)
Quelle: StEB Köln

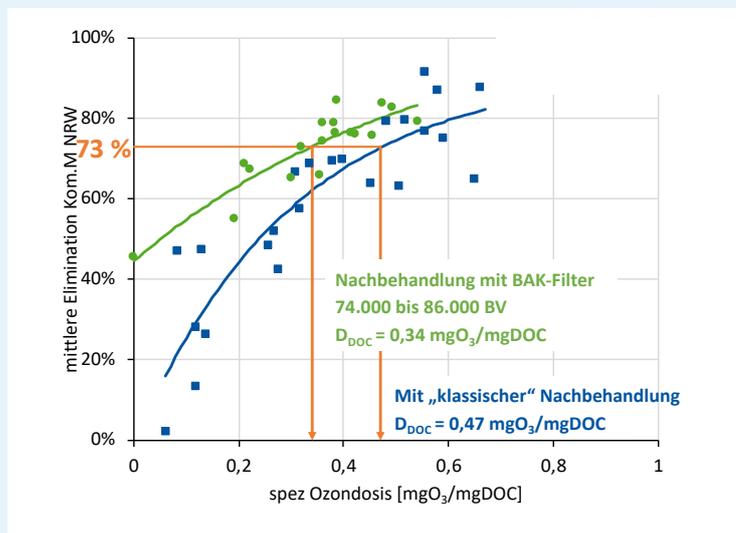
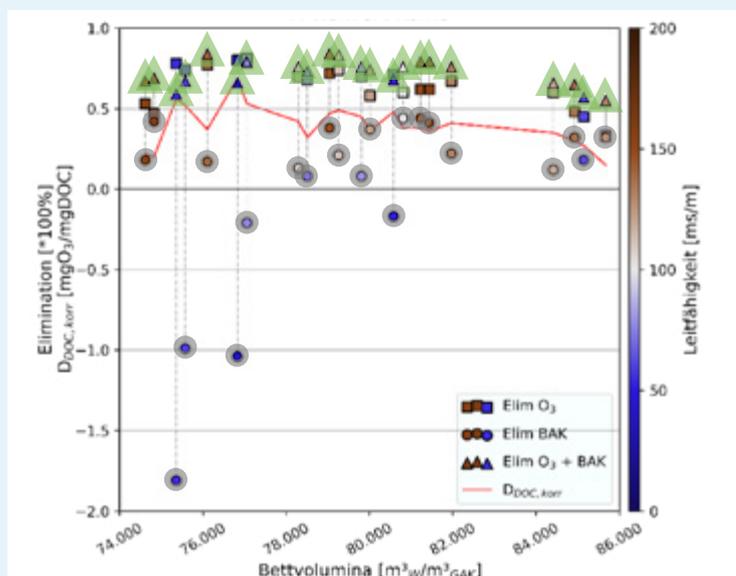


Abbildung 4: Wirkungsgrad für Aktivkohle bei höherer Standzeit
Quelle: StEB Köln



Elimination im Kombinationsverfahren bei $> 60\%$ (im Mittel 73%)!

Elimination im Aktivkohlefilter liegt bei 12% bis 44% (bei Regenwetter niedriger)!

Mittlere Elimination der Leitsubstanzen nach KomM NRW: Benzotriazol, Diclofenac, Carbamazepin, Clarithromycin, Metoprolol, Sulfamethoxazol

EINZEL- VERSUS KOMBIMASSNAHME: EIN BLICK AUF DIE KOSTEN

Seit 2021 haben sich die Energiekosten sowohl für die Ozonung als auch für die Herstellung von Aktivkohle turbulent entwickelt. In der Sensitivitätsbetrachtung für absehbare Kostensprünge kann jedes Einzelverfahren ebenso wie das Kombinationsverfahren die günstigste Lösung darstellen, wohingegen sich bei ausschließlicher Betrachtung für die Errichtung einer Spurenstoffelimination entweder eine reine Adsorption oder eine Ozonung ohne Nachbehandlung mit Aktivkohle als günstiger darstellen wird.

Im laufenden Betrieb führt die beschriebene Kombination zu einer Betriebskostensparnis, was auf die geringere Anzahl an benötigten Ozondosen bei einer gleichzeitig deutlichen Verlängerung des Austauschintervalls der Aktivkohle zurückzuführen ist. In den Jahreskosten aus Investition und Betrieb ist – je nach Kostenniveau für die Betriebsmittel – die Schwankung zwischen den betrachteten Szenarien deutlich größer als die Spanne zwischen den Verfahren.



Klärwerk Stammheim
© StEB Köln, Sabine Grothues

BEEINFLUSST DAS VERFAHREN DIE SPURENSTOFFKONZENTRATION IM RHEIN?

Hinsichtlich der Vorteile durch eine zusätzliche Behandlungsstufe auf dem Klärwerk stellt sich die Frage, welcher Anteil vom Klärwerk erfasst wird. Diffuse Quellen wie etwa Abschlüge der Mischwasserbehandlung gehen am Klärwerk vorbei und gelangen unbehandelt in den Rhein.

Nach Einschätzung der Umweltverwaltung des Landes NRW (00_EstAb2020_Gesamtversion.pdf, Seite.145) für Q und Nges als Marker für gelöste Stoffe werden neun bis elf Prozent des kommunalen Abwassers – darunter werden sowohl die „Mischwasserentlastung“ als auch die „kommunale Abwasserbehandlung“ zusammengefasst – entlastet, etwa 90 Prozent sowohl der Abwassermenge wie auch der Fracht für den Gesamtstickstoff Nges, der von den ausgewiesenen Frachten am ehesten als Indikator für gelöste Stoffe anzusehen ist. Als Abschätzung daraus werden ebenfalls ungefähr 90 Prozent der anfallenden Fracht durch Humanpharmaka im Zulauf des Klärwerks erfasst – für Veterinärpharmaka und Spurenstoffe wie Biozide aus dem Fassadenanstrich hingegen stellt sich das Bild völlig anders dar.

Der Behandlungsanteil, den eine Teilstrombehandlung für 80 Prozent der Wassermenge erfasst, wurde im Projekt „AdOx Köln“ („Adsorption an granulierter Aktivkohle“/ „Oxidation mittels Ozonung“) auf Grundlage von Betriebsdaten des Großklärwerks Köln-Stammheim (GKW Stammheim) mit 84 Prozent der „Trockenwetterqualität“ ausgewiesen, mithin etwa 75 Prozent der anfallenden, kommunalen Fracht der Humanpharmaka – sei es zum Klärwerk hin oder am Klärwerk vorbei.

» Hinweis: Zur Erfassungsquote der Kölner Klärwerke für die kommunal anfallende Spurenstofffracht liegt keine Messung vor.

Frachtzuwachs – eindeutige Zuordnung

Bei einer Änderung der Kosten für Strom und Aktivkohle kann das preisliche Optimum aus Ozondosis und Standzeit der Aktivkohle im laufenden Betrieb nachgefahren werden. Das macht das Kombinationsverfahren als Maßnahme zur Spurenstoffelimination gerade für große Kläranlagen interessant.

Wie im Abschlussbericht zum Projekt AdOx Köln ausgewiesen, überschreiten mit Diclofenac und Ibuprofen zwei der untersuchten Spurenstoffe den Beurteilungswert für den Rhein, wobei die Emission des GWK Stammheim zu dieser Belastung beiträgt. Ohne eine Spurenstoffbehandlung erhöht sich die Fracht im Rhein allein für Diclofenac um neun Prozent, unabhängig vom Beitrag diffuser Quellen. Bei einer 80-prozentigen Teilstrombehandlung auf Spurenstoffe reduziert sich die Emission des GWK Stammheim auf etwa ein Drittel des Wertes.

Zielerreichung – Spurenstoffelimination braucht Kooperation

Betrachtet man den Risikoquotienten für Diclofenac nicht nur im Kölner Raum, sondern weiter stromaufwärts, ist dieser bereits überschritten. Das bedeutet: Auch wenn die Kenngröße mit einem Kölner Beitrag zur Spurenstoffelimination zählbar verbessert wird, lässt sich die gewünschte Umweltqualität für den Rhein nur in der Koordination mit den Oberliegern und Unterliegern sowie unter Einbeziehung der diffusen Quellen einstellen.

Der Beitrag fasst den **Abschlussbericht des Projektes RedOxA** zusammen und stimmt in erheblichen Anteilen mit der Ultrakurzfassung des ISA der RWTH Aachen überein. Die letzte Fassung der Grafiken wurde durch Vera Kohlgrüber, KomS BW, für ihren Vortrag zur Essener Tagung 2023 erstellt. Die StEB Köln danken der NRW Bank für die großzügige Förderung und allen Projektbeteiligten der verschiedenen Institutionen für die konstruktive Zusammenarbeit.

DOKUMENTE ZUM PROJEKT AUF DER WEBSITE DER STEB KÖLN

Das Projekt RedOxA zur Verfahrenskombination aus Ozonung und Aktivkohleadsorption schließt sich an eine Verfahrensauswahl in 2012 (unveröffentlicht) sowie ein zweiphasiges Monitoring und eine Verfahrensabgrenzung Adsorption gegen Ozonung im Projekt AdOx Köln in 2012–2020 an. Die Berichte zu den Projekten AdOx Köln und RedOxA sind auf der Website der StEB Köln hinterlegt.

ABSCHLUSSBERICHT PROJEKT REDOXA



WEITERE BERICHTE

WEBSITE DER STEB KÖLN MIT INFORMATIONEN ZUM PROJEKT



ABSCHLUSSBERICHT ADOX KÖLN, PHASE 1



ABSCHLUSSBERICHT ADOX KÖLN, PHASE 1, ANHANG 10.9, CFD



ABSCHLUSSBERICHT ADOX KÖLN, PHASE 1, ANHANG 10.10, REVISION CFD



ABSCHLUSSBERICHT ADOX KÖLN, PHASE 2



ABSCHLUSSBERICHT ADOX KÖLN, PHASE 2, ANHANG



KURZBERICHT ADOX KÖLN, PHASE 2



Stand: August 2023



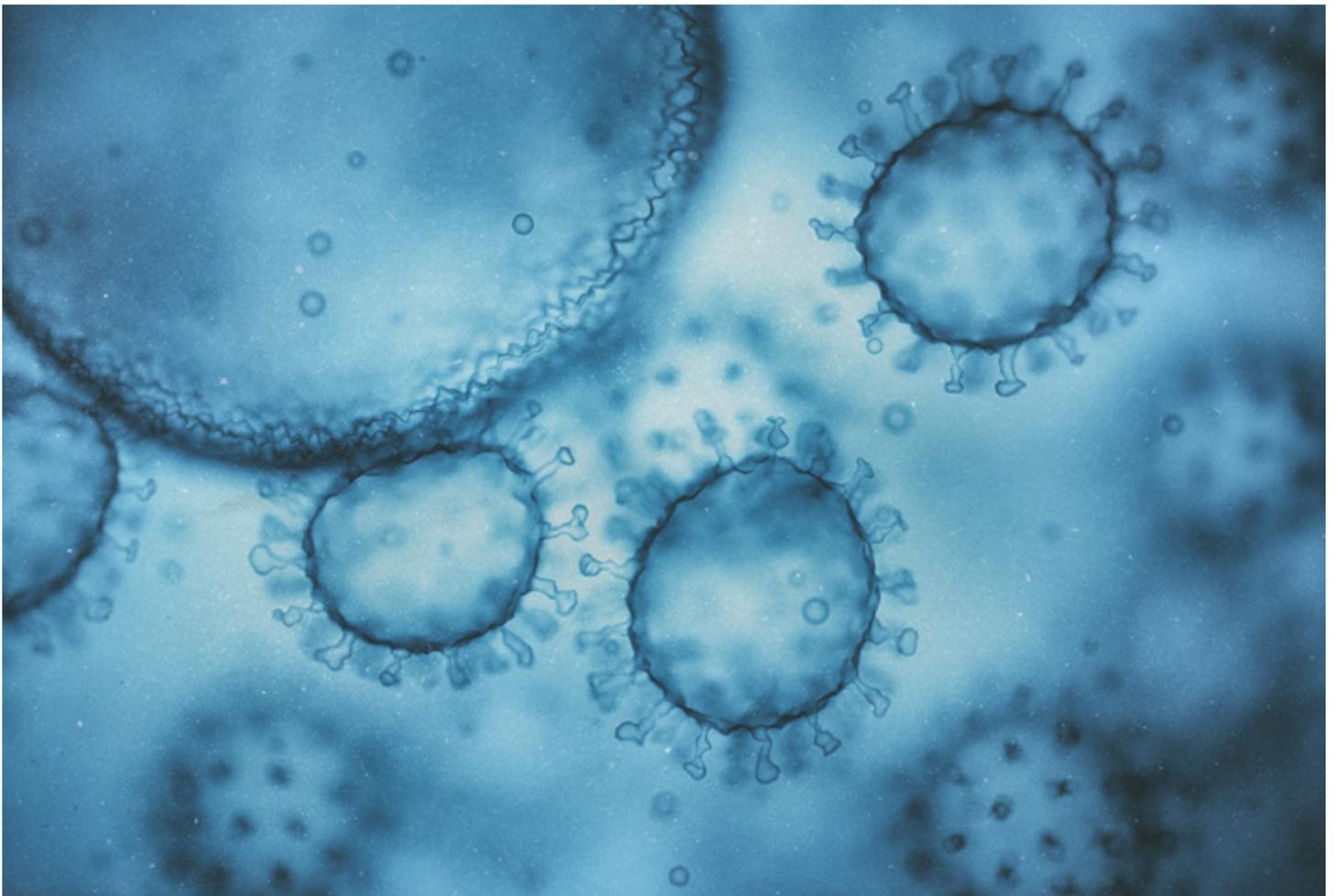
ABWASSER & KLÄRTECHNIK

Infektionsgeschehen frühzeitig erkennen

Abwassersurveillance auf SARS-CoV-2 bei den StEB Köln

AUTORIN: DR. ANDREA POPPE

Die Mengen-Bestimmung für spezielle Gene im Viruserbmaterial über das sogenannte Corona-Abwassermonitoring lässt Rückschlüsse auf die Infektionslage der Bevölkerung zu – auch neue Varianten lassen sich durch regelmäßige Messungen des kommunalen Abwassers frühzeitig entdecken. Seit Frühjahr 2020 wirken die StEB Köln daran mit, ein solches deutschlandweites Früh- und Entwarnsystem zu etablieren.



Zum Hintergrund: Durch das gezielte Corona-Abwassermonitoring kann das Infektionsgeschehen in der Bevölkerung umfangreicher erfasst werden als durch die Personentestung. Das liegt daran, dass alle Infizierten das Virus, zum Beispiel mit dem Stuhl, bereits ausscheiden, bevor sich Krankheits-symptome zeigen. Auch neue Varianten können durch regelmäßige Messungen im Abwasser frühzeitig entdeckt werden. Das ist das Ergebnis zahlreicher Projekte, die die StEB Köln mitentwickelt und erprobt haben:



Um eine verlässliche Trendaussage treffen zu können, wird ein zeitlicher Vorlauf von mindestens sechs Wochen benötigt. Ferner müssen die Analysedaten immer dann normiert werden, wenn die Kanalisation – wie in Köln überwiegend der Fall – als sogenanntes Mischsystem betrieben wird. In diesem Fall werden kommunales Abwasser und Niederschlagswasser gemeinsam abgeleitet, Niederschläge führen daher zur Verdünnung des Abwassers. Für die Normierung stehen verschiedene Methoden zur Verfügung, die zum Beispiel unter Berücksichtigung des Trockenwetterzuflusses oder sogenannter Surrogatviren, deren Menge im Abwasser bei Trockenwetter nahezu gleichbleibend ist, angewandt werden.



Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf der Genkonzentrationen im Abwasser des GWK Köln-Stammheim und des Klärwerks Köln-Langel / Quelle: StEB Köln



Abbildung 2: Wechsel der Corona-Varianten von Delta zu Omikron im Abwasser des GWK Köln-Stammheim und des Klärwerks Köln-Langel im Zeitraum Dezember 2021 bis Februar 2022 / Anteil der Omikron-Variante – ddPCR Omikron / (E:ORF) / Quelle: StEB Köln

PHASE 1: PROBENAHME UND ANALYSE

Mit Beginn der Pandemie ging es zunächst darum, sich auf einheitliche Probenahmeverfahren und Analysemethoden zu verständigen beziehungsweise diese zu entwickeln. Zusammen mit dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung Leipzig (UFZ Leipzig), der TU Dresden und der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) haben die StEB Köln relevantes Know-how in die Arbeitsgruppen „Probenahme“ und „Deutschlandweite Ausrollung“ eingespeist. Außerdem wurden der TU Dresden regelmäßig Abwasserproben des Großklärwerks Köln-Stammheim (GWK Stammheim) für die Entwicklung der Virusanalytik zur Verfügung gestellt. Ein Verfahren, das aufgrund der geringen Haltbarkeit des Virus-Genmaterials sowie dessen Adsorption an abwasserbürtige Feststoffe besonders herausfordernd ist.

PHASE 2: ERSTES MONITORING IN DER PRAXIS

Von Oktober 2021 bis März 2022 haben die StEB Köln ein selbstfinanziertes Abwassermonitoring bei den Klärwerken Köln-Stammheim und Köln-Langel nach den dafür mittlerweile erarbeiteten Randbedingungen durchgeführt – zu nennen sind die 24-Stunden-Zulauf-Mischprobe, der gekühlte Probentransport sowie die Analyse innerhalb von 48 Stunden nach Probeneingang im Labor. Die Virusanalytik inklusive Probentransport wurde extern vergeben.

Pro Woche wurden zwei Proben untersucht. Die Auswertung der Daten und die Trendermittlung fielen in die Verantwortung des Auftragslabors, das die Ergebnisse regelmäßig und zeitnah an das Kölner Gesundheitsamt übermittelt hat.

Im betrachteten Zeitraum konnte das Infektionsgeschehen in beiden Kölner Klärwerkseinzugsgebieten anhand der Genkonzentration im Abwasser abgebildet und mit den ermittelten Inzidenzen des Gesundheitsamtes Köln verglichen werden. Die beiden Kurven zeigen einen sehr ähnlichen Verlauf (siehe Abbildung 1), zwischen den Einzugsgebieten bestehen demnach keine signifikanten Unterschiede. Im weiteren Verlauf des Monitorings konnte man sich daher auf das GWK Stammheim konzentrieren.

Eine weitere Erkenntnis des Monitorings: Im betrachteten Zeitraum fand der Wechsel der Virus-Varianten von Delta zu Omikron statt (siehe Abbildung 2). Im Kölner Abwasser tauchte die Omikron-Variante erstmals am 30.12.2021 auf.

Mit dieser Variante verkürzte sich die Vorwarnzeit von maximal zehn Tagen auf unter vier Tage. Bei den zum aktuellen Zeitpunkt vorherrschenden Varianten XBB 1.5 und BA 2/5 (Stand: April 2023) hat sich dieses Zeitfenster noch einmal deutlich verkürzt (siehe Abbildung 3).

PHASE 3: EU-GEFÖRDERTES ABWASSERMONITORING

Im Zuge der EU-Empfehlung an die Mitgliedsstaaten für die Durchführung von Corona-Abwassermonitorings machte das sogenannte ESI-CorA-Projekt erstmals eine Förderung des Monitorings für ausgewählte Standorte in Deutschland möglich. Insgesamt wurden anhand verschiedener Kriterien 20 Standorte ausgewählt, darunter auch das GWK Stammheim.

Das Pilotprojekt ESI-CorA wurde im Rahmen eines Emergency-Support-Instruments von der Europäischen Kommission gefördert.

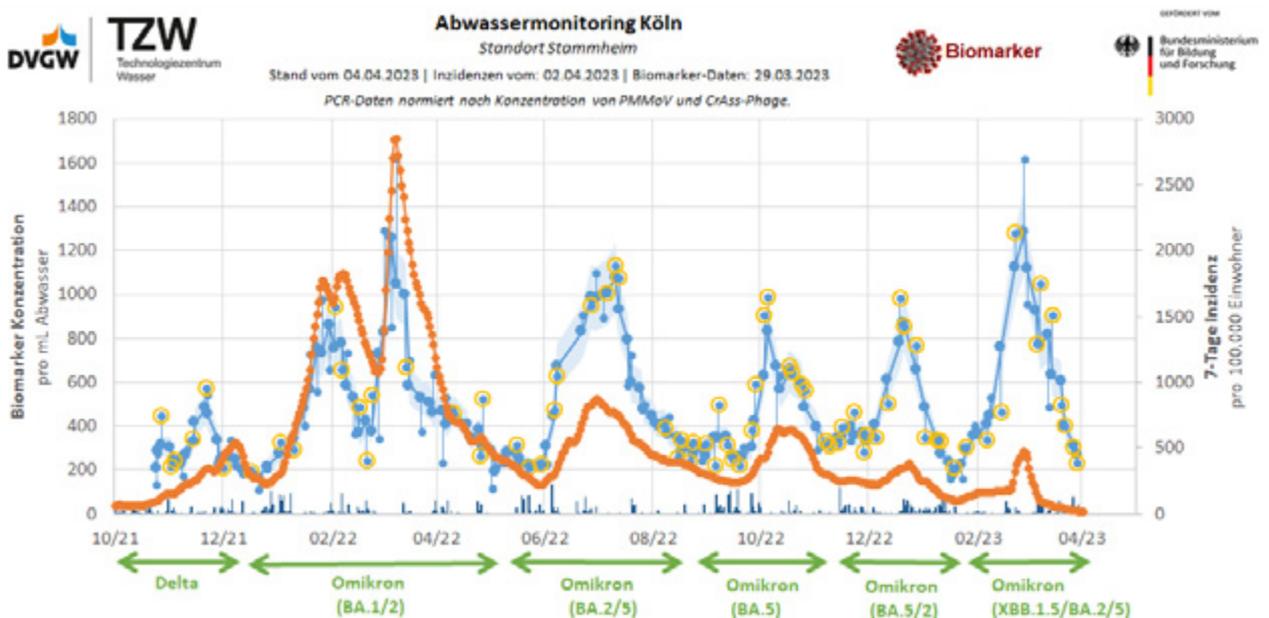
Im Zeitraum von Mitte März 2022 bis Mitte Februar 2023 konnten im Rahmen des Projektes jeweils zwei 24-Stunden-Zulaufproben pro Woche untersucht werden, wobei laut Vorgabe keine Probenahme am Wochenende und an Feiertagen stattfinden durfte, so dass für das GWK Stammheim seit Oktober 2021 lückenlos Daten vorliegen (siehe *Abbildung 3*).

Außerdem wurden im Projektzeitraum drei Proben an der Technischen Universität Darmstadt sequenziert, um aussagekräftige Erkenntnisse zur Ausbreitung von Varianten und Mutationen zu gewinnen.

Das Umweltbundesamt sorgte im Rahmen des Projektes zusätzlich für die Qualitätssicherung der Genanalytik der Teilnehmer*innen und forderte ebenfalls über mehrere Monate Proben an.

Wie aus *Abbildung 3* ersichtlich ist, konnten alle Infektionswellen im Abwasser abgebildet und zum Zeitpunkt der Analyse die Änderungen im Pandemiegeschehen frühzeitig erkannt werden. Ein weiterer Vorteil war, dass auch die Dunkelziffer bei den Erkrankten über das Abwassermonitoring für die Entscheidungstragenden besser einschätzbar wurde.

Abbildung 3: Genkonzentrationen im Abwasser des GWK Köln-Stammheim sowie 7-Tage-Inzidenzen von Oktober 2021 bis April 2023
Quelle: StEB Köln



DAS PROJEKT IM DETAIL

Um den Aufwand und die Fehleranfälligkeit bei der Abwicklung zu minimieren und gleichzeitig auch die Akzeptanz der Mitarbeitenden für diese Zusatzaufgabe im laufenden Betrieb zu fördern, wurde bei der Projekt-Realisation auf vorhandene und geübte Prozesse in den Kölner Klärwerken sowie im Abwasserinstitut Köln zurückgegriffen.

Nach sorgfältiger Homogenisierung wurden die ESI-CorA-Proben aus der täglich im Abwasserinstitut aus den drei Zuläufen des GWK Stammheim für die Betriebsanalytik proportional gemischten 24-Stunden-Zulauf-Mischprobe gewonnen und für den Transport fertig gemacht. Die gekühlten Proben mussten spätestens 48 Stunden nach ihrer Entnahme ohne Unterbrechung der Kühlkette beim externen Labor eingehen und dort direkt weiterverarbeitet werden. Nur so konnten Verluste des empfindlichen Genmaterials ausgeschlossen werden. Aus diesem Grund fiel die Entscheidung auf die Nutzung der Montags- und Mittwochsproben, die entsprechend mittwochs beziehungsweise freitags das Auftragslabor erreichen.

Die Bereitstellung des vorgegebenen Probenvolumens von einem Liter pro Probe war in der Regel problemlos möglich. Ein Engpass war nur dann nicht ausgeschlossen, wenn gleichzeitig eine weitere Probe an das Umweltbundesamt zur Qualitätssicherung der Genanalytik und an die TU Darmstadt zur Variantenuntersuchung bereitzustellen und

zu versenden war oder wenn gleichzeitig vom Betrieb Bedarf für eine Sonderanalytik angemeldet wurde.

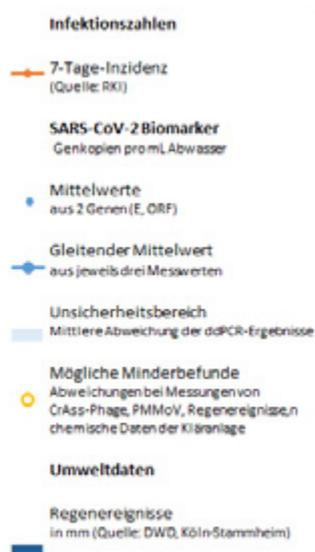
Auch der Probentransport mit Paketdienstleistern war überwiegend zuverlässig, vereinzelt wurden Probenpakete nicht abgeholt oder nicht (fristgerecht) geliefert. Ferner sind einige wenige Probenausfälle auf Klärwerks-Außerbetriebnahmen am verabredeten Probenahmetag sowie auf Feiertage oder Betriebsferien des Auftragslabors zurückzuführen.

WEITERENTWICKLUNG DATENMANAGEMENT

Ein weiterer Schwerpunkt des ESI-CorA-Projekts lag auf der Weiterentwicklung eines modernen Datenmanagements mit einer schnellen, übersichtlichen Ergebnisdarstellung in einem dafür entwickelten Dashboard. Dazu wurden über eine spezielle App die in jeder Probe ermittelten Viruslasten zusammen mit weiteren Abwasseranalyse-Befunden erfasst: Relevant waren die Ammonium- und die organische Belastung, der pH-Wert, die Leitfähigkeit, die Abwasser- und Lufttemperatur sowie die Abwassermenge. Diese Befunde konnten im Dashboard nach den einzelnen Standorten und den Entscheidungsträgern im Gesundheitswesen aufbereitet zeitnah zur Verfügung gestellt werden.

Das Datenmanagement stellte sich als herausfordernd dar, da die diversen Angaben innerhalb der StEB Köln an verschiedenen Stellen vorgehalten wurden und zeitnah an den Projektträger zu berichten waren. Das heißt: Zukünftig ist diese Form der Datenbereitstellung intern zu optimieren, um den Prozess für alle Beteiligten zu erleichtern und die fristgerechte Datenabgabe zu gewährleisten.

Das Kölner Gesundheitsamt hat die Monitoring-Ergebnisse für seine Lagebeurteilung in Köln gewinnbringend genutzt. Auch das Landesgesundheitszentrum NRW verwendet die hiesigen Daten zur Abschätzung der Pandemielage in NRW. Ebenso gehen die Kölner Daten regelmäßig dem Robert Koch-Institut (RKI) zu und werden dort im Pandemieradar als ein wichtiges von mehreren Instrumenten zur deutschlandweiten Lagebeurteilung genutzt.



FAZIT UND AUSBLICK

Nach nunmehr zwei Jahren Erfahrung mit dem Corona-Abwassermonitoring hat es sich als wertvolles Instrument für die Beurteilung der Infektionslage bewährt und wird aktuell deutschlandweit an insgesamt 175 Standorten erprobt und gefördert. Die StEB Köln sind hieran wieder mit dem GWK Köln-Stammheim beteiligt.

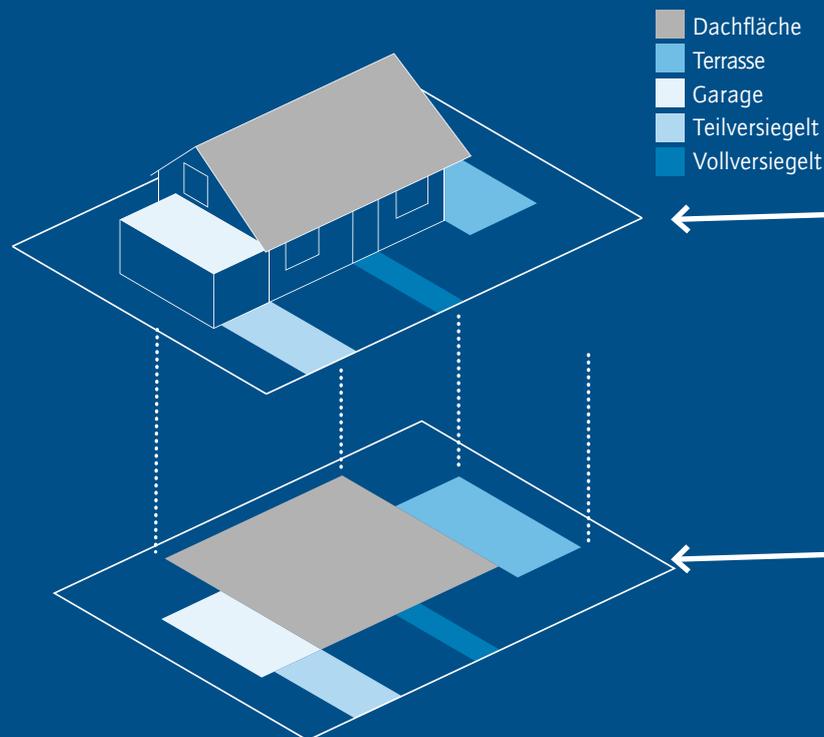
Auch eine generelle Ausweitung des Abwassermonitorings auf andere Viren und Krankheitserreger, wie zum Beispiel Polio, sowie auf Antibiotika-Resistenzen ist für die Zukunft angedacht.

ABWASSER & KLÄRTECHNIK

Innovative Geodaten- Ermittlung

Prozessautomatisierung mit GeoAI

AUTOREN: ALEXANDER SCHLOTE, INGO SCHWERDORF



Für die gezielte Ermittlung von Abwassergebühren bildet die Flächenerhebung eine relevante Berechnungsgrundlage. Dafür werden relativ kleinräumige (geografische) Informationen zu den erfassten Grundstücken benötigt, da bei der Ermittlung der Niederschlagswassergebühren für Grundstückseigentümer*innen zwischen unbefestigten und abflusswirksamen, befestigten Flächen unterschieden werden muss. Ein neues, KI-gestütztes Tool soll den Prozess künftig deutlich effizienter gestalten.

Niederschlagswasser von Flächen, die nicht der Gebührenpflicht unterliegen, wird in der Regel versickert oder für die unmittelbare beziehungsweise anschließende Verwendung gespeichert. Die schadlose Beseitigung ist prinzipiell Aufgabe der Gemeinde – in diesem Fall der StEB Köln –, kann aber auch auf Grundstückseigentümer*innen übertragen werden. Diese Regelung der Abwasserbeseitigungspflicht erfordert jedoch eine belastbare Grundlage: Eine detaillierte (Vor-)Auswertung, die in erster Linie auf der Basis von Luftbildern und weiteren Daten vorgenommen werden kann, soll den Kund*innen eine nachvollziehbare und verständliche Unterscheidung der Teilflächen ihres Grundstücks ermöglichen und so Rückfragen oder Korrekturen vermeiden (siehe Abbildung 1).

WARUM IST EINE PROZESS-OPTIMIERUNG SINNVOLL?

Grundsätzlich sind die StEB Köln immer auf der Suche nach innovativen Methoden zur Prozessoptimierung und nehmen dabei auch den Prozess der Niederschlagswassergebührenermittlung in den Fokus. Das hat den einfachen Hintergrund, dass befestigte Flächen im geografischen Informationssystem (GIS) des Unternehmens bislang weder digital erfasst noch klassifiziert und zentral fortgeführt werden, was die Arbeit nicht nur unnötig erschwert: Tatsächlich ist die flächendeckende manuelle Erfassung dieser über das 404 km² große Kölner Stadtgebiet verteilten Flächen sowie eine Nachverfolgung ihrer kontinuierlichen Veränderungen mit den vorhandenen Personalressourcen nicht möglich. Kurzum: Bei den StEB Köln ist eine weitestgehende Automatisierung der Prozesse „Flächenbestimmung“ und der darauf aufbauenden „Änderungsdetektion“ auf Basis vorliegender Daten mehr als erforderlich. Die dafür wesentliche Datengrundlage umfasst Luftbilder, Infrarotluftbilder, das Liegenschaftskataster ALKIS, Laserscandaten und Panoramabilder. Dass GeoAI hier eine smarte Lösung darstellen kann, haben die Ergebnisse eines Testprojektes in Köln-Widdersdorf gezeigt.

Gebührenfläche

ALKIS-Flurstück

Befestigte Fläche



Abbildung 1: Überblick/Begriffe
Quelle: StEB Köln
Bild linke Seite: © tim-online.nrw.de

DIE BASIS: DAS GEOAI-TESTPROJEKT

Um die spezifischen Anforderungen bei der automatisierten Erkennung wie Schattenwurf, Überdeckung durch Vegetation, Dachüberstände oder auch komplexe Objekte in den Griff zu bekommen, haben die StEB Köln mit HEXAGON AB einen starken Entwicklungspartner für den Einsatz von GeoAI-Methoden und damit einen potentiellen Partner für eine längerfristige Zusammenarbeit gefunden. Eine besonders interessante Arbeitsgrundlage für die Anliegen der StEB Köln liefert eine innovative, von HEXAGON entwickelte Methode zur automatisierten Erkennung komplexer Objekte, darunter auch Autos und Gartenpools, die jüngst in Köln-Widdersdorf mit vielversprechenden Ergebnissen getestet wurde: Ein auf GeoAI basierender Klassifikations-Algorithmus klassifiziert jeden Pixel des Eingabebildes, führt eine Plausibilitätsprüfung durch und ordnet diesen einer definierten Klasse zu. Das Ergebnis ist eine räumlich genaue Landklassifikation in Form von georeferenzierten GeoTIFFs mit einer festen 8-Bit-Farbcodierung.

In einem zweiten Schritt werden die so erzeugten Rasterdaten vektorisiert und bereinigt. Zur weiteren Klassifizierung der Flächen werden ergänzende Höheninformationen verwendet, abschließend findet eine Verschneidung mit den ALKIS-Daten (Liegenschaftskataster) statt (*siehe Abbildung 2*).

Am Beispiel des Testgebiets Köln-Widdersdorf wurden zwei Luftbild-Datensätze aus Befliegungen in den Jahren 2020 und 2021 zunächst jeweils separat mit der GeoAI-Methode ausgewertet. Die Bilddaten verfügen über eine Bodenauflösung von fünf Zentimetern – die Verschneidung mit dem ALKIS-Datenbestand erlaubt eine flurstücksscharfe Auswertung. Die Auswertung 2021 hat gezeigt, dass die Methode unter Hinzunahme hochauflöser Laserscandaten sogar noch bessere Ergebnisse liefert.

Um relevante Veränderungen der Flächen im zeitlichen Verlauf zu identifizieren (Change Detection 2020/2021), wurden abschließend beide Ergebnisdatensätze miteinander verglichen (*siehe Abbildung 3*).

GeoAI (Geospatial Artificial Intelligence) ist eine neue Form des Machine Learnings, das beispielsweise die Erkennung komplexer Objekte in Fernerkundungsdaten beinhaltet.

MEHRWERT FÜR DEN PROZESS DER GEBÜHRENERMITTLUNG

Im Anschluss an das beschriebene Testprojekt wurden die Ergebnisse hinsichtlich der Niederschlagswassergebührenbestimmung innerhalb der StEB Köln umfassend überprüft. Mit dem positiven Ergebnis, dass die Flächen in vielen Fällen ohne weitere Anpassung in das Tool übernommen werden könnten. Sofern die Flächen einmal vollständig ausgemessen sind, gilt

es nur noch zu entscheiden, ob sie gebührenrelevant sind oder nicht. Der Aufwand für eine im Einzelfall notwendige manuelle Korrektur automatisiert klassifizierter Flächen hält sich daher in Grenzen. Vielmehr wird eine flächendeckende Klassifizierung der befestigten Flächen in Köln so überhaupt erst möglich.

Einen großen Mehrwert stellen zudem die Ergebnisse der Change Detection dar: Um die wirklich relevanten Veränderungen innerhalb des Stadtgebiets in einem angesetzten Zeitraum herauszufiltern, kann beispielweise ein Schwellenwert von Flächen ab einer Größe von mehr als 10 m² angesetzt werden.

ZUSÄTZLICHE DATENNUTZUNG

Um Schnittmengen zu eruieren und eine mögliche Nutzung durch andere Fachabteilungen abzufragen, haben die StEB Köln das Vorhaben der KI-gestützten Geodaten-Erfassung frühzeitig intern kommuniziert. Einen nennenswerten Mehrwert bieten georeferenzierte Daten beispielsweise

der Abteilung „Wasserwirtschaftliche Grundlagen“ – unter anderem zur Art der Befestigung und zu dem Befestigungsgrad. Die Daten können dabei als Grundlage für hydrodynamische Schmutzfrachtberechnungen herangezogen werden, auch für hydraulische Nachweise von Netzen sind sie sehr wertvoll.

Bisher wurden die Daten aus ALKIS-Verschneidungen generiert, doch die KI-basierte Erfassung ist gegenüber der bisherigen Methode detaillierter, da weitergehende Informationen zu Befestigungen mit Anschluss an Versickerungsanlagen oder bestehende Dachbegrünungen vorliegen. Auch können über die Luftbilddatenauswertungen Informationen erfasst werden, die in den ALKIS-Datensätzen bisher fehlten. Insgesamt werden die Ergebnisse der Berechnungen zukünftig realitätsnäher.

Ein weiterer Vorteil ist, dass potentielle Flächen zur Dachbegrünung und Entsiegelungen von privaten und öffentlichen Flächen erfasst werden. Ob die Ergebnisse letztlich in einem Entsiegelungskataster münden könnten, wird derzeit in einem weiteren Arbeitskreis mit Akteur*innen der Fachverwaltungen der Stadt Köln untersucht. Dies wäre ein weiterer Grundstein für die Etablierung und Umsetzung des Schwammstadtprinzips in Köln.

Abbildung 2: Klassifizierung der befestigten Flächen
© StEB Köln



Ausgewählte Landnutzungsklassen

- Terrace
- Roof
- Facade
- Structure (trampolines, sunshades, etc.)
- Vehicle
- Impervious
- Rock
- Swimming Pool
- Sand

Abbildung 3: Change Detection
© StEB Köln



2020, komplett
(Baustelle)

2021, komplett

Change Detection

ZUSAMMENFASSUNG ...

GeoAI ist eine Schlüsseltechnologie bei der Automatisierung geodatenbasierter Prozesse. Sie ist gut geeignet, um repetitive Prozesse bei der Auswertung zu unterstützen und „in die Fläche“ zu bringen, spezifische Fragestellungen wiederum lassen sich durch das Nachtrainieren von Netzwerken lösen.

Die Klassifikation und Segmentierung (Vektorisierung) bildet die Basis zur Objektbildung und Zuordnung zu anderen Systemen, benötigt unterstützend jedoch hybride Sensoren bei der Beurteilung, der Erkennung und der Qualitätssteigerung der Ergebnisdaten. Insbesondere die Vektorisierung hilft, Mehrdeutigkeiten bei der Erkennung zu beseitigen. Davon abgesehen ist sie in den meisten Fällen generell der Schlüssel für eine bessere Prozessintegration.

... UND AUSBLICK

Das Testprojekt hat gezeigt, was mit GeoAI im spezifischen Use Case möglich ist. Für die Auswertung des gesamten Kölner Stadtgebiets mit GeoAI findet zurzeit (red. Anm.: im August) ein öffentliches Vergabeverfahren statt.

In einem weiteren Schritt wird eine Integration des neuen Auswertungs-Workflows in das bei den StEB Köln genutzte ESRI-ArcGIS-basierte Kanalmanagementsystem novaKANDIS der Firma CADMAP angestrebt. Dort werden die befestigten Flächendaten dann mit Eigentümer- und Verbrauchsdaten verknüpft, um einen Erklärungsbogen mit allen notwendigen Informationen für die Kund*innen der StEB Köln zu generieren.





Saniertes (links) und erhaltenes Mauerwerk / © StEB Köln, Peter Jost



Die Lindemauer vor der Sanierung mit den neuen Bohrpfahlköpfen / © StEB Köln



HOCHWASSERSCHUTZ

„Lindemauer“ erfüllt wieder aktuelle Hochwassernorm

Sanierung der Hochwasserschutzmauer in Köln-Sürth abgeschlossen

AUTOREN: CHRISTIAN MÖRCHEN, NICO SCHMITZ



Im April 2023 wurde die Sanierung der Hochwasserschutzanlage „Lindemauer“ in Köln-Sürth fertiggestellt. Damit entspricht die Hochwasserschutzanlage wieder dem aktuellen Stand der Hochwassernorm und schützt das Hinterland weiterhin bis zum Schutzziel von 11,30 Metern als Kölner Pegel. Das Sanierungsprojekt im Überblick.



Bild oben: StEB Köln-Vorständin Ulrike Franzke mit StEB Köln-Projektleiter Christian Mörchen und dem stellvertretenden Bezirksbürgermeister von Köln-Rodenkirchen Achim Görtz beim Pressetermin zur Einweihung der Lindemauer
© StEB Köln, Peter Jost

Rückblende: Im Februar 2013 hatte der Rat der Stadt Köln die Ertüchtigung der Hochwasserschutzanlage Lindemauer in Köln-Sürth beschlossen, da für die bestehende Stahlbetonmauer der neue rechnerische Nachweis des schnell abfließenden Hochwassers und des gleichzeitig drückenden Grundhochwassers nicht erbracht werden konnte.

PLANUNG UND MASSNAHMEN

Während der Planungs- und Genehmigungsphase zur Ertüchtigung der Lindemauer galt es, unterschiedliche Aspekte abzuwägen und zu vereinen. Neben den statischen Anforderungen etwa wurden auch ökologische Aspekte wie Flora, Fauna und Habitat, soziale Perspektiven wie Lärm und Erschütterungen und auch wirtschaftliche Faktoren, die beispielsweise einen Neubau gegen eine Sanierung abwägen, berücksichtigt.

Nach Erteilung des Planfeststellungsbeschlusses für die Sanierung im Dezember 2020 durch die Bezirksregierung Köln konnte die Baumaßnahme, die den sogenannten Lückenschluss zwischen den Hochwasserschutzbauwerken südlich und nördlich der Lindemauer darstellt, im September 2021 starten. Im Zuge der Sanierung wurden neben den gestiegenen statischen Anforderungen auch schadhafte Betonstellen in Angriff genommen, denn an vielen Stellen fehlte die Betonüberdeckung. Die Stahlbewehrung lag an vielen Stellen frei und war infolge von Frost und Tausalzen bereits korrodiert.



DIE 3 WICHTIGSTEN MASSNAHMEN

Zu den konstruktiven Hauptgewerken der 300 Meter langen und im Mittel sechs Meter hohen Hochwasserschutzwand zählt Folgendes:

1. Das Herstellen einer aufgelösten Bohrpfahlwand: Die aufgelöste **Bohrpfahlwand** setzt sich aus 130 Stahlbetonbohrpfählen mit einer Länge von sechs bis sieben Metern und einem Durchmesser von 90 Zentimetern zusammen. Die einzelnen Bohrpfähle stehen in einem Achsabstand von zwei Metern – somit wird der Grundwasserstrom nicht beeinträchtigt.

2. Die Betonage eines darüber liegenden Kopfbalkens: Zusammen mit dem **Stahlbetonkopfbalken** dient die neue Bohrpfahlwand als Fußpunktsicherung der Hochwasserschutzwand.

3. Die Sanierung der alten Lindemauer mittels Betonvorsatzschale: Die neu erstellte **Vorsatzschale aus Stahlbeton** dient der Wiederherstellung der Betondeckung und somit dem Korrosionsschutz und der Dauerhaftigkeit. Um die Betonoberflächen optisch aufzuwerten, wurden die Flächen durch aufwendige Steinmetzarbeiten bearbeitet, das sogenannte Stocken.



Oben: Fertiggestellte betonierte Vorsatzschale in je 9 m breiten und 6 m hohen Blöcken. Verbreiteter Geh- und Radweg (4 m Breite) aus Gussasphalt / Böschungssicherung aus einbetonierten Wasserbausteinen / © StEB Köln

Mitte: Fertiggestellter Betonkopfbalken neben Bestandsfundament der Lindemauer / © StEB Köln

Unten: Aufgang an der sanierten Lindemauer / © StEB Köln, Peter Jost

AUF DER BAUSTELLE VERARBEITETER FRISCHBETON (ORTBETON)

Hauptgewerke	Kenngrößen	Massen Ortbeton
Aufgelöste Bohrpfahlwand: Stahlbetonbohrpfähle	Anzahl: 130 Stück Länge: 6 – 7 m Durchmesser: 90 cm	500 m ³
Betonkopfbalken Kraftschlüssiger Verbund der Bohrpfähle untereinander und mit Bestandswand	Breite: 2 m Länge: 260 m Höhe: 60 cm	440 m ³
Vorsatzschale für Bestandsmauer (+ Abbruch und Erneuerung Brüstung)	Höhe: 5 – 6 m Breite: 9 m/Block Dicke: 15 cm/Block Anzahl Blöcke: 35	315 m ³
Ortbeton (Stand 14.12.2022 abgerechnet)	SUMME	1.255 m ³

HERAUSFORDERUNGEN UND UMSETZUNG

Neben den Hauptgewerken war eine Vielzahl weiterer Gewerke an der Sanierung beteiligt, zum Beispiel für den Straßen- und Gehwegbau, die Böschungssicherung, das Verlegen von Versorgungsleitungen oder die Montage eines Stahlholmgeländers auf der sanierten Lindemauer. Letzteres dient der Absturz-sicherung für Fußgänger*innen und Radfahrer*innen.

Als besonders anspruchsvoll erwiesen sich während der Baumaßnahmen die provisorische Umlegung der Versorgungsleitungen für den anliegenden Gastronomiebetrieb „Sürther Bootshaus“ sowie die Aufrechterhaltung der Wegebeziehungen am an der Mauer angrenzenden „Sürther Leinpfad“: Das öffentliche Interesse an der Hochwasserschutzmaßnahme war aufgrund dieses stark frequentierten Weges, des ortsprägenden Charakters und der architektonischen Anforderungen entsprechend groß. Weiterhin stellte sich auch der Umfang zur Wiederherstellung des Gehweges auf der Landseite als deutlich umfassender heraus als ursprünglich geplant.

Hervorzuheben ist der Umstand, dass in enger Abstimmung mit dem Amt für Landschaftspflege und Grünflächen der Stadt Köln die meisten Stadtbäume erhalten werden konnten. Darüber hinaus erfolgte Ende 2021 eine Ausgleichspflanzung von jungen Heistern und Sträuchern im rechtsrheinischen Deichvorland in Köln-Langel, da das Bundesnaturschutzgesetz grundsätzlich einen ökologischen Ausgleich für das Entfernen von Vegetation vorsieht.

Das Auftragsvolumen der Baumaßnahme betrug rund 3,5 Millionen Euro brutto, zu 80 Prozent gefördert vom Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen.

Benannt wurde die Mauer nach der Firma Linde, die die Hochwasserschutzmauer für den Bau ihres Verwaltungsgebäudes benötigte und sie Anfang der 1970er-Jahre initiierte und finanzierte.



HOCHWASSERSCHUTZ

MELTHO: ein Dokumentationstool für Hochwasserereignisse

Innovative webbasierte Einsatzdokumentation

AUTOR*INNEN: DR. MARLENE WILLKOMM, SABINE SIEGMUND,
MARCEL SAT, CHRIS ANDRÉ WUNSCH, SEBASTIAN SCHOLZ

Schon FLIWAS 2 war webbasiert, weshalb bereits gute Erfahrungen für den Einsatz eines web- basierten IT-Systems zur Dokumentation eines Hoch- wassereinsatzes vorlagen.

Ein Hochwasserereignis beschert den betroffenen Kommunen nicht nur viel Wasser, sondern auch den Einsatzzentralen eine Flut an Informationen und Daten. Um eine effiziente Einsatzdokumentation zu gewährleisten, hat die StEB Köln-Hochwasserschutzzentrale mit der topocare GmbH das webbasierte IT-System MELTHO (MELDungstoolHochwasser) entwickelt.

Im Falle eines Hochwassers müssen Meldungen zahlreicher Parteien koordiniert werden. Dafür ist eine zentrale, zügige und einfache Einsatzdokumentation unverzichtbar. Sie gewährleistet eine schnelle und gute Lageeinschätzung, einen einheitlichen und aktuellen Informationsstand für alle Hochwasserbeteiligten sowie eine umfassende Auswertung des Einsatzes nach dem Ereignis. Alles Aspekte, die das eigens entwickelte, webbasierte Tool MELTHO abdeckt.

EINSATZDOKUMENTATION WEITERGEDACHT

Da das bisher zur Einsatzdokumentation genutzte Vorgängersystem FLIWAS 2 (FlutInformations- und WarnSystem) technisch nicht weiterentwickelt und im März 2023 eingestellt wurde, hat die StEB Köln-Hochwasserschutzzentrale bereits im Jahr 2022 die Entwicklung des webbasierten IT-Systems MELTHO initiiert und es mit der topocare GmbH – Spezialisten für Innovationen im Hochwasserschutz und Wasserbau – realisiert. Die Entscheidung für eine webbasierte Lösung beruht auf der Grundlage, dass alle Hochwasserbeteiligten, städtische Ämter ebenso wie zum Beispiel die RheinEnergie, das THW, die Polizei oder die DLRG, zu jeder Zeit und von jedem Ort aus plattformübergreifend darauf zugreifen können, ohne für die Funktionalität eine neue Anwendung auf ihrem System installieren zu müssen:

Der Zugriff auf MELTHO kann sowohl von einem Rechner, Laptop oder Tablet erfolgen. Die Bedienoberfläche ist nach dem Prinzip des Responsive Designs entwickelt, sprich, die Oberfläche passt sich automatisch an jedes Endgerät an.

MELTHO IM ÜBERBLICK

Der Umgang mit MELTHO sowie die Einrichtung eines entsprechenden Accounts sind denkbar einfach:

- › Zuerst werden die Ämter und Organisationen in MELTHO angelegt, die bei einem Einsatz innerhalb der Stadt Köln beteiligt sind.
- › Danach können sich die Nutzer*innen auf der Webseite von MELTHO durch das Anlegen eines persönlichen Accounts und die Auswahl ihrer Organisation für das IT-System registrieren.
- › Abschließend werden die Nutzer*innen von einem sogenannten Experten-Admin freigeschaltet.

Bearbeitung allgemein Nach der Einrichtung erfolgt die weitere Bearbeitung in MELTHO auf Organisationsebene, so dass die fortlaufende Bearbeitung eingehender Meldungen und die lückenlose Ereignisdokumentation auch im Schichtdienst gewährleistet sind. Über ein in MELTHO hinterlegtes Rechte- und Rollenkonzept werden zudem Sichtbarkeiten und Funktionen der einzelnen Organisationen geregelt, wobei Datenschutzrichtlinien jederzeit beachtet und berücksichtigt sind. Personenbezogenen Daten wie Name und Vorname der Ansprechpartner*innen und die Organisationseinheit werden mit den jeweiligen Meldungen verknüpft und dienen ausschließlich dazu, im Bedarfsfall mit der jeweiligen Person Rücksprache halten zu können.

Dateien Im Grundsatz geht es bei MELTHO darum, Meldungen von Hochwasserbeteiligten sowie Bürger*innen aufzunehmen, zu bearbeiten und alle zusätzlichen Informationen während des Einsatzes – zum Beispiel Lageberichte oder Protokolle – zu speichern. Dabei können in MELTHO sowohl Fotos als auch Videos, E-Mails und PDF-Dokumente hochgeladen und gespeichert werden. In einem konkreten Anwendungsfall im Rahmen des Rheinhochwassers wurden Dokumente auf das PDF-Format beschränkt, um auf Tablets, die im Außendienst genutzt werden, eine optimale Lesbarkeit zu garantieren.

Meldungen Die Einstiegsseite von MELTHO zeigt das Dashboard. Hier wird direkt die Anzahl der im System angelegten Meldungen sowie ihr jeweiliger Status nachvollziehbar angezeigt: offen, in Bearbeitung oder abgeschlossen (siehe Abbildung 1).

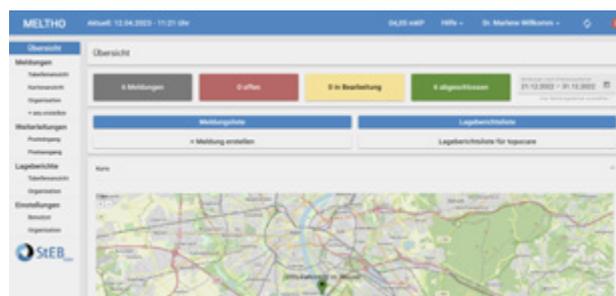


Abbildung 1: Dashboard MELTHO / © topocare
Bild linke Seite: Hochwasser Köln / © StEB Köln, Peter Jost

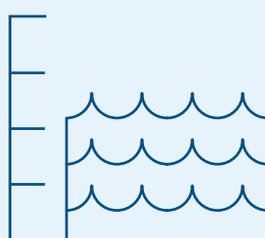
Die Lagebericht-Funktion erleichtert die einheitliche und dokumentierte Information für alle Hochwasserbeteiligten. Diese lückenlose Einsatzdokumentation wird auch zur Evaluierung des Hochwassereinsatzes und für die Entscheidungsfindung genutzt.

WER HAT WANN WAS EINGETRAGEN UND WÄHREND DES EINSATZES ENTSCHIEDEN?

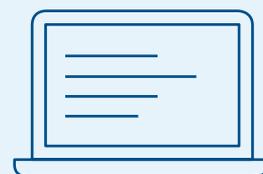
MELTHO ist reversionssicher: Einmal eingetragene Meldungen können nicht mehr aus der Datenbank gelöscht werden. Gleichzeitig machen automatische „Status-Stempel“ die Historie sämtlicher Meldungen nachvollziehbar und die Dokumentation von der Aufnahme bis zur finalen Abarbeitung einer Meldung mit allen Zwischenständen komplett.



» **Zeit**



» **Wasserstand**



» **Bearbeitung**

Innerhalb von MELTHO können Meldungen zur Unterstützung der Bearbeitung an zusätzliche Organisationen, die im System hinterlegt sind, weitergeleitet werden. Auch die Anlage georeferenzierter Meldungen ist möglich: Wird MELTHO mit einem Tablet genutzt, kann direkt auf die GPS-Funktion des Gerätes zugegriffen werden, so dass der Standort nicht manuell eingegeben werden muss. Voraussetzung ist, dass die Standortbestimmung auf dem Tablet freigegeben wurde.

Lageberichte Eine wesentliche weitere Funktion ist die Erzeugung von Lageberichten – so kann beispielsweise ein täglicher Lagebericht durch die einzelnen Hochwasserbeteiligten zügig erstellt werden. Auf dieser Basis wiederum fasst die StEB Köln-Hochwasserschutzzentrale (Hochwassereinsatzstab) einen Gesamtlagebericht automatisiert zusammen, wobei jederzeit die Möglichkeit der Nachbearbeitung gegeben ist.

Anwendung MELTHO ist anwenderfreundlich – die Handhabung erfolgt intuitiv. Das ist gerade bei einem IT-System, das im Alltag nur selten benutzt wird, von großer Bedeutung. Damit sich alle Nutzer*innen auch nach einer längeren hochwasserfreien Zeit stets sicher im Umgang mit MELTHO fühlen, führt die StEB Köln-Hochwasserschutzzentrale in Köln mindestens einmal im Jahr eine Schulung beziehungsweise praktische Übungen durch.

Fazit Hinsichtlich der beschriebenen Funktionen ist eine Optimierung des IT-Systems, der Organisation und der Maßnahmen im Einsatz in Köln gegeben. MELTHO unterstützt die Arbeiten sowohl in der Hochwasserschutzzentrale als auch in den dezentralen Leitstellen. Das konnte das IT-System in der Praxis erfolgreich belegen: Das Tool war bereits bei vier kleineren Hochwasserereignissen im Winter 2022/23 zielführend im Einsatz.

MELTHO: EIN DOKUMENTATIONSTOOL AUCH FÜR STARKREGENEREIGNISSE

Neben Hochwasserereignissen eignet sich MELTHO auch für andere Vorkommnisse, wie etwa Starkregen. Sobald ein entsprechender Meldungstyp angelegt und die Organisation für eben diesen freigeschaltet wurde, kann jede*r Nutzer*in die erstellte Meldung dem passenden Meldungstyp zuordnen. Damit haben die StEB Köln ein Werkzeug für alle erdenklichen Meldungstypen zur Verfügung, durch deren Zuordnung eine schnelle Sortierung von Meldungen und Informationen in einem gemeinsamen IT-System möglich wird. Das hat den Vorteil, dass die Nutzer*innen der verschiedenen Ämter und Organisationen dasselbe IT-System für verschiedene Einsätze nutzen können, was letztlich auch die Akzeptanz des IT-Systems selbst erhöht und Einarbeitungszeiten verkürzt.

» **Tipp:** MELTHO kann aufgrund seines Aufbaus auch außerhalb von Köln, also von anderen Kommunen, Verbänden oder Bundesländern, für die Einsatzdokumentation genutzt werden – das Rollen- und Rechtekonzept lässt sich individuell anpassen. Interessierte finden weitere Informationen dazu unter: topocare.de

Impressum

Herausgeber:

Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR (StEB Köln)

Inhaltlich Verantwortliche gemäß §§ 5, 6 TMG und § 55 Abs. 2 RStV: Birgit Konopatzki

Redaktion:

Carla Meyer, Unternehmenskommunikation, StEB Köln
Yvonne Egberink, YES communicationWORKS

Konzept und Gestaltung:

Hochhaus Agentur GmbH, Köln

Bildnachweis:

Titelbild: StEB Köln, Florian Baukmann
Vorwort: StEB Köln, Sabine Grothues

ISSN 1863-7035

