

Ergebnisbericht der Online-Konferenz

„Wastewater-based Epidemiology – Polio, Pest und Pandemie“

Eine Veranstaltung des Technologieland Hessen am 15. Juli 2021

Auf einen Blick

Die Überwachung von Abwasser auf SARS-CoV-2 ist eine **verlässliche und kostengünstige Methode**, um **Infektionsverläufe** sowie das **Auftreten von Virenvarianten frühzeitig zu erkennen**. Die EU hat ihre Mitgliedstaaten aufgefordert, bis Oktober 2021 ein nationales Abwassermonitoring aufzubauen, und stellt dafür Fördermittel bereit. Das Ziel lautet, die Ergebnisse aus der Abwasseranalytik **in politische Entscheidungsprozesse einzubeziehen und strategisch zu nutzen**, um Schutzmaßnahmen zu ergreifen oder zu lockern. Einige Länder nutzen die Abwasseranalytik bereits für die Bewältigung der Coronakrise. Darüber hinaus lassen sich auch andere Erreger, Opioide und weitere Parameter zum **Gesundheitszustand der Bevölkerung im Abwasser nachweisen**. In der Ausrottung von Polioviren spielt die Abwasserüberwachung schon seit Jahren eine wichtige Rolle.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	1
2	Das Pandemiegeschehen im Abwasser verfolgen	2
3	Session 1: Setting the Scene	3
3.1	Ein Blick in die Vergangenheit: Jede Epoche hat ihre Seuchen	3
3.2	Umweltüberwachung zur Ausrottung von Polioviren	4
4	Session 2: Fighting the Pandemic.....	5
4.1	Aufbau einer EU-weiten Abwasserüberwachung.....	5
4.2	Praxisbeispiele aus Hessen: Trends und Virenvarianten frühzeitig erkannt.....	6
4.3	Praxisbeispiele aus Dänemark: Vom Pilotprojekt zum landesweiten Monitoring.....	7
4.4	Die Pandemie aus Sicht eines US-amerikanischen Abwasserverbands.....	8
4.5	Offene Diskussion: Covid-19 als globaler Weckruf	8
5	Session 3: Beyond Covid.....	9
5.1	Viren, Bakterien & Co.: Hunderte Krankheitserreger in Fäkalien und Abwasser.....	9
5.2	Biobot Analytics: Abwasserdaten als Geschäftsmodell	10
5.3	Antibiotikaresistente Erreger in Oberflächengewässern	10
5.4	Offene Diskussion: Zukünftige Bedrohungen im Blick	11
6	Fazit und Ausblick.....	12

Kontakt – Hessen Trade & Invest

Dr. Felix Kaup
felix.kaup@htai.de

Dr. Hendrik Pollmann
hendrik.pollmann@htai.de



TECHNOLOGIELAND
HESSEN

1 Zusammenfassung

Anderthalb Jahre nach dem Ausbruch von Covid-19 ist die Pandemie noch nicht bewältigt. Aufgrund der hochansteckenden Delta-Variante steigt die Zahl der täglichen Neuinfektionen aktuell in vielen Ländern wieder an. Vor diesem Hintergrund forderten die Referentinnen und Referenten der zweiten vom Technologieland Hessen organisierten Online-Konferenz zur abwasserbasierten Epidemiologie eine schnelle Implementierung der Abwasserüberwachung auf SARS-CoV-2.

Getreu dem Titel „Wastewater-based Epidemiology – Polio, Pest und Pandemie“ startete die Konferenz mit einem Blick in die Medizingeschichte. Historisch weist die Coronapandemie durchaus Gemeinsamkeiten mit Seuchen vergangener Epochen auf und es ist davon auszugehen, dass auch zukünftig Erreger mit pandemischem Potenzial auftreten werden. Der Ansatz lautet, neue Keime rechtzeitig im Abwasser zu detektieren und ihre Verbreitung mit regionalen Schutzmaßnahmen zu verhindern. Bei der Ausrottung von Polio, sprich der Kinderlähmung, spielen Abwasseranalysen bereits weltweit eine entscheidende Rolle. Auch darauf ging die Konferenz ein.

Im Fokus der Session „Fighting the Pandemic“ stand der Aufruf der EU-Kommission an alle Mitgliedsstaaten, bis Oktober 2021 eine nationale Abwasserüberwachung von SARS-CoV-2 einzurichten. Die EU stellt dafür Fördermittel in Höhe von insgesamt 20 Millionen Euro bereit. Die anschließend präsentierten Praxisbeispiele aus Deutschland, Dänemark und den USA zeigten übereinstimmend, dass die im Abwasser gemessenen Mengen an Viren-RNA das Infektionsgeschehen gut wiedergeben – und zwar schneller und deutlich kostengünstiger als über die Testung von Einzelpersonen. Neben der PCR-Analytik gewinnen Genomsequenzierungen auch in der Abwasserüberwachung immer mehr an Bedeutung, denn damit lässt sich die Verbreitung von Virenvarianten verfolgen.

Die Session „Beyond Covid“ unterstrich, dass das Potenzial der Abwasserüberwachung weit über die aktuelle Pandemie hinausreicht. Rota- und Noroviren, Cholera-Bakterien und viele weitere Krankheitserreger gelangen über menschliche Ausscheidungen ins Abwasser und lassen sich dort nachweisen, wie ein Vortrag über das Global Water Pathogens Project (GWPP) deutlich machte. Aus dem GWPP ging die Initiative Wastewater SPHERE hervor, die weltweit Daten zu SARS-CoV-2 im Abwasser sammelt. Der Vortrag von Biobot Analytics wiederum zeigte, dass die Abwasserüberwachung als Geschäftsmodell taugt. Das amerikanische Unternehmen startete 2017 mit dem Nachweis von Opioiden im Abwasser und konzentriert sich seit März 2020 auf die Coronapandemie. Der letzte Konferenzbeitrag widmete sich einer „stillen Pandemie“: Ein hessisches Pilotprojekt untersuchte die Verbreitung von antibiotikaresistenten Keimen in Oberflächengewässern. Auch hier herrscht Bedarf an einem abwasserbasierten Monitoringsystem.

2 Das Pandemiegeschehen im Abwasser verfolgen

Im Februar 2021 hatte das Technologieland Hessen Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Behörden zur ersten Online-Konferenz „Monitoring von SARS-CoV-2 im Kanalnetz“ begrüßt. Die Veranstaltung machte deutlich, dass sich das Infektionsgeschehen ergänzend zur klinischen Teststrategie mit Hilfe einer Beprobung und Analytik des Abwassers überwachen lässt. Mit der jetzt ausgerichteten zweiten Online-Konferenz möchte das Technologieland Hessen alle Akteure erneut zum gemeinsamen Handeln aufrufen. Der Aufbau eines abwasserbasierten Überwachungssystems ist dringend geboten, denn die pandemische Lage ist weiterhin ernst. In Deutschland und vielen anderen Ländern liegen die Zahlen der täglichen Neuinfektionen zwar noch deutlich unter den Höchstwerten vom Frühjahr 2021, aber sie steigen derzeit wieder an, vor allem wegen der Verbreitung der hochansteckenden Delta-Variante.

Das Abwassermonitoring basiert darauf, dass infizierte Personen Coronaviren oder deren Bestandteile ausscheiden, etwa beim Toilettengang oder Zähneputzen. Das Virenmaterial gelangt in die Kanalisation und die Viren-RNA kann mit den üblichen PCR-Tests und Genomanalysen im Abwasser nachgewiesen werden. Nach aktuellem Kenntnisstand geht vom Abwasser keine Ansteckungsgefahr aus.

Die erste Veranstaltung im Februar hatte gezeigt, dass das Abwassermonitoring verlässlich und empfindlich genug ist, um Pandemiewellen sowie das Auftreten von Virenvarianten frühzeitig zu erkennen. In den vergangenen Monaten wurde die Praxistauglichkeit des Verfahrens weiter bewiesen. So baut zum Beispiel Schweden gerade das Swedish Environmental Epidemiology Center auf und das Schweizer Abwassermonitoring-Programm wurde um mehrere Probenahmestellen ergänzt, so dass es nun etwa eine Million Einwohner erfasst.

Im März 2021 rief die EU-Kommission ihre Mitgliedstaaten auf, bis Oktober nationale abwasserbasierte Überwachungssysteme einzurichten. Die jetzt abgehaltene Veranstaltung informierte über die EU-Empfehlung und präsentierte im Anschluss Praxisbeispiele aus Deutschland, Dänemark und den USA. Hessen geht mit gutem Beispiel voran. Die Gruppe von Susanne Lackner an der TU Darmstadt zählt zu den Pionieren des SARS-CoV-2-Abwassermonitoring und arbeitet als Referenzlabor mit dem Joint Research Center der Europäischen Kommission zusammen. Neben Proben aus Frankfurt und Wiesbaden hat das Team im Rahmen einer EU-Messkampagne das Abwasser aus 44 europäischen Metropolen analysiert. Nun gelte es, die Gesundheitsbehörden von der Relevanz der Abwasserdaten zu überzeugen, sagte Lackner.

Die Idee der Abwasserüberwachung ist übrigens nicht neu: Die Weltgesundheitsorganisation hat Abwasseranalysen auf Polioviren schon vor Jahren in ihr Programm zur Ausrottung der

Kinderlähmung aufgenommen. Auch für das Monitoring von antibiotikaresistenten Bakterien und vielen anderen Pathogenen sowie als Frühwarnsystem für zukünftige Erreger mit pandemischem Potenzial bietet sich die Abwasserüberwachung an. Gleichwohl sind noch einige Hürden zu bewältigen, die eine enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Behörden erfordern.

3 Session 1: Setting the Scene

Die Online-Konferenz startete mit einem Vortrag zur Historie von Infektionskrankheiten, denn bei der Bewältigung der Covid-19-Pandemie hilft ein Vergleich mit früheren Seuchen. Auch aus dem Programm der Weltgesundheitsorganisation zur Ausrottung der Kinderlähmung lassen sich Lehren ziehen. Hier spielt die Abwasseranalytik bereits eine wichtige Rolle.

3.1 Ein Blick in die Vergangenheit: Jede Epoche hat ihre Seuchen

„Pest. Macht. Gesellschaft. Pandemien in historischer Perspektive“

Vortrag von Prof. Dr. Karl-Heinz Leven, Institut für Geschichte und Ethik der Medizin, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Den meisten Menschen mag die Coronapandemie als außergewöhnliches Ereignis erscheinen, doch Seuchen gab es in jeder Epoche, wie Karl-Heinz Leven, Direktor des Instituts für Geschichte und Ethik der Medizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, in seinem Einführungsvortrag erläuterte. Die Aufgabe der Medizingeschichte sieht er darin, Muster zu erkennen, um aus vergangenen Pandemien zu lernen. Die naturwissenschaftliche Erforschung von Infektionskrankheiten bezeichnete er als Erfolgsgeschichte, denn dank des Verständnisses der Erreger und der Übertragungsmechanismen konnten Impfstoffe entwickelt werden. Leven stellte aber auch fest, dass die Erfolge in den Naturwissenschaften Hand in Hand gehen mit gesellschaftlichen Problemen wie der Spaltung der Bevölkerung in Impfbefürworter und -gegner. Er erläuterte zudem verschiedene, mittlerweile überholte Vorstellungen der Verbreitung von Krankheitserregern. Auch die Wasserversorgung spielte dabei eine Rolle. Zum einen wurden viele Erreger tatsächlich übers Trinkwasser verbreitet. Zum anderen grassierte, zum Beispiel während der Pestepidemie im 14. Jahrhundert, das Gerücht der absichtlichen Brunnenvergiftung – eine Verschwörungstheorie der Vormoderne, die in abgewandelter Form auch in der aktuellen Pandemie verbreitet wird. So kursierte die Vorstellung, dass SARS-CoV-2 absichtlich von der Pharmaindustrie verbreitet worden sei. Auch die bisher noch nicht widerlegte These, das Coronavirus stamme aus einem Labor, gehöre in diesen Kontext, sagte Leven und betonte, wie wichtig es sei, dass die Weltgesundheitsorganisation

sowie andere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler dem nachgehen. Er riet außerdem von Appellen an die Moral ab. So sollte zum Beispiel Impfen nicht als „moralische Pflicht“ bezeichnet werden, denn das spalte die Gesellschaft nur weiter. Sachlich bleiben, lautet die Devise. Klare naturwissenschaftliche Argumente sind dabei unersetzlich.

3.2 Umweltüberwachung zur Ausrottung von Polioviren

„Environmental surveillance: Use for Polio eradication and beyond“

Vortrag von Dr. Ousmane M. Diop, Global Polio Laboratory Network der Weltgesundheitsorganisation (WHO), Genf, Schweiz

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) nutzt Abwasseranalysen in ihrem Programm zur Ausrottung des Polioerregers bereits seit Jahren, wie Ousmane Diop, Koordinator des Global Polio Laboratory Network der WHO, in seinem Vortrag erläuterte. Poliomyelitis, allgemein bekannt als Kinderlähmung, wird durch Polioviren ausgelöst, von denen es ursprünglich drei Wildtypen gab. Die Wildtypen WPV2 und WPV3 sind bereits ausgerottet. WPV1 tritt noch auf, vorwiegend in Pakistan und Afghanistan. Daneben gibt es in verschiedenen Regionen Ausbrüche durch Polioviren, die unter bestimmten Bedingungen aus dem oralen Polioimpfstoff, einem abgeschwächten Lebendimpfstoff, entstanden sind.

Die Bekämpfung von Polio sei dadurch erschwert, dass das beobachtete Infektionsgeschehen der Spitze eines Eisbergs gleiche, so Diop. Nur bei einem Prozent der infizierten Personen treten akute Lähmungen auf. Da aber alle Infizierten Polioviren mit dem Stuhl ausscheiden, bietet sich die Abwasserüberwachung als Warnsystem an. Seit 2013 finanziert die Global Polio Eradication Initiative (GPEI) entsprechende Programme in Pakistan, Afghanistan, Nigeria, Kenia und Angola. In Indien, China, Ägypten und Indonesien gewährt sie technische Unterstützung. Viele europäische Staaten haben Überwachungssysteme mit eigenen Mitteln aufgebaut. Mittlerweile gibt es in 50 Ländern Laboratorien, die Polioviren im Abwasser nachweisen.

In den weniger entwickelten Ländern sei die Abwasserüberwachung eine Herausforderung, erläuterte Diop. So ist die Zahl an geeigneten Probenahmestellen in infrastrukturschwachen Regionen limitiert und die Logistik aufwendig, wenn sich kein Labor in der Nähe befindet. In Ländern, die oral gegen Polio impfen, können Impfviren zudem bei der Analytik zu einem Hintergrundrauschen führen, das die eigentlichen Krankheitserreger überdeckt. Ferner ist es angesichts der relativ geringen Fallzahlen schwierig, die Empfindlichkeit der Methode abzuschätzen. Dennoch ist die Abwasserüberwachung ein wichtiges Instrument zur Bekämpfung der Kinderlähmung. Die Ausrottung von WPV1 und damit des letzten verbliebenen Wildtyps strebt die GPEI bis 2023 an.

4 Session 2: Fighting the Pandemic

Die Referenten der zweiten Session konzentrierten sich auf die Coronapandemie. Der erste Beitrag dieses Blocks ging auf die Aufforderung der EU-Kommission an alle Mitgliedstaaten ein, bis Oktober 2021 abwasserbezogene Monitoringsysteme aufzubauen. Die anschließend vorgestellten Beispiele aus Hessen, Dänemark und den USA unterstrichen die Praxistauglichkeit der Abwasserüberwachung.

4.1 Aufbau einer EU-weiten Abwasserüberwachung

„The EU Sewage Sentinel System for SARS-CoV-2“

Vortrag von Dr. Bernd Manfred Gawlik, Joint Research Centre der Europäischen Kommission, Ispra, Italien

In einer im März 2021 erschienenen Empfehlung fordert die EU-Kommission alle Mitgliedstaaten auf, bis Oktober 2021 abwasserbezogene Monitoringsysteme für SARS-CoV-2 auf nationaler Ebene aufzubauen. Die Abwasserüberwachung solle die klinische Teststrategie nicht ersetzen, sondern ergänzen, betonte Bernd Gawlik vom Joint Research Centre (JRC) der Europäischen Kommission in seinem Vortrag.

Einige Länder, darunter Finnland und die Niederlande, binden die Ergebnisse der Abwasseranalysen bereits in ihre nationalen Covid-19-Dashboards ein. Die spanische Region Katalonien hat ebenfalls ein abwasserbasiertes Überwachungssystem aufgebaut. Es dient der EU jetzt als Vorbild für eine europaweite Plattform.

Die EU-Kommission kann den Mitgliedstaaten die Abwasserüberwachung auf SARS-CoV-2 nicht vorschreiben, stellt als Anreiz aber Fördermittel in Höhe von insgesamt 20 Millionen für das Jahr 2021 bereit. Die Verteilung orientiert sich an den Einwohnerzahlen. Deutschland stehen aus diesem Budget 3,6 Millionen Euro zu. Die EU-Empfehlung macht konkrete Vorgaben, zum Beispiel sollen in Städten mit über 150.000 Einwohnern mindestens zweimal wöchentlich Kläranlagen beprobt werden. Gawlik riet, die zuständigen Gesundheitsbehörden von Beginn an miteinzubeziehen. Die Abwasserdaten müssten zudem leicht verständlich dargestellt werden, etwa in Form eines Ampelsystems, damit Gesundheitsbehörden sie nutzen können.

Die EU-Kommission strebt den Aufbau einer digitalen europäischen Austauschplattform an, die Daten aus verschiedenen Quellen integriert, darunter Abwasserdaten, Wetterdaten, klinische und Forschungsdaten. Osteuropa solle zukünftig stärker einbezogen werden, außerdem wolle man jetzt in die „transportation hubs“ hineinzoomen, sagte Gawlik. Besonders interessant sei in diesem Zusammenhang der Großraum Frankfurt mit dem Frankfurter Flughafen. Die Region gilt als „super site“, da sie städtisches Ballungsgebiet, touristisches Ziel und internationalen Verkehrsknotenpunkt vereint. Als außereuropäisches

Beispiel nannte er das olympische Dorf in Tokio, das ein Programm zur Abwasserüberwachung aufgelegt hat. Die Technik sei reif für den Einsatz, unterstrich Gawlik auch mit Blick auf die Tourismus- und Veranstaltungsbranche. Bei den Lambda- und Kappa-Varianten von SARS-CoV-2 könnte das Abwassermonitoring erstmals Entscheidungen auf europäischer Ebene beeinflussen.

4.2 Praxisbeispiele aus Hessen: Trends und Virenvarianten frühzeitig erkannt

„Auf den Spuren von SARS-CoV-2 im Abwasser – was wir aus dieser Pandemie lernen können“, Vortrag von Prof. Dr. Susanne Lackner, Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwissenschaften, Institut für Wasserversorgung, Abwasser- und Abfalltechnik (IWAR), Technische Universität Darmstadt

Die Gruppe von Susanne Lackner an der Technischen Universität Darmstadt zählt in Deutschland zu den Pionieren der Abwasserüberwachung auf SARS-CoV-2. Während des ersten Workshops im Februar präsentierte Lackner ein Projekt, das sich mit Coronaviren im Abwasser aus der Metropolregion Frankfurt am Main beschäftigte. Mittlerweile hat ihr Team auch Abwasserproben aus anderen Städten analysiert, unter anderem aus der hessischen Landeshauptstadt Wiesbaden und aus 44 europäischen Metropolen im Rahmen einer EU-Messkampagne. Lackners Gruppe kooperiert derzeit mit der EU-Kommission sowie mit dem Wasserwirtschaftsverband Emschergenossenschaft.

Aus den Abwasserdaten könne man zwei Informationen ziehen, erklärte Lackner. Zum einen lassen sich Trends – ansteigende oder abnehmende Infektionszahlen – etwa eine Woche schneller erkennen als mit der klinischen Teststrategie. Zum anderen liefert die Abwasseruntersuchung Informationen über mutierte Viren. So entdeckten die Darmstädter Forscherinnen und Forscher die hochansteckende Delta-Variante schon Mitte Mai im Wiesbadener Abwasser. In den Proben aus Frankfurt war diese Variante mit einem Anteil von 75 Prozent Mitte Juni schon dominierend.

Während die Trendanalyse auf der klassischen PCR-Technik basiert, also auf dem Nachweis von wenigen charakteristischen Regionen in der RNA von SARS-CoV-2, wird für die Untersuchung auf mutierte Viren das komplette Genom sequenziert. Die meisten medizinisch relevanten Mutationen betreffen das Spikeprotein, wobei einige Mutationen bei mehreren Virenvarianten auftreten, andere wiederum spezifisch sind für eine bestimmte Mutante. Die Herausforderung bestehe darin, die Varianten auf der Grundlage ihrer Mutationen korrekt zu identifizieren, sagte Lackner. In Deutschland werden derzeit etwa 10 bis 15 Prozent aller PCR-positiven klinischen Proben sequenziert. Im Abwasser soll die Detektion von Virenvarianten nun vorangetrieben werden.

4.3 Praxisbeispiele aus Dänemark: Vom Pilotprojekt zum landesweiten Monitoring

*„From pilot to full scale: Implementing wastewater monitoring of SARS-CoV-2 in Denmark“
Vortrag von Dr. Sofie Midgley, Danish WHO National Reference Laboratory for poliovirus,
Statens Serum Institut, Kopenhagen, Dänemark*

Dänemarks Vorgehen gegen die Coronapandemie ist durch eine intensive Teststrategie gekennzeichnet. Über 80 Prozent der 5,8 Millionen Einwohner des Landes wurden bislang mindestens einmal getestet. Die Kapazität umfasst täglich 200.000 PCR- und 500.000 Antigen-tests sowie wöchentlich 5.000 Genomsequenzierungen.

Trotz der bereits hohen Impfquote sei davon auszugehen, dass SARS-CoV-2 auf geringem Level weiterhin in der Bevölkerung zirkulieren werde, sagte Sofie Midgley, Leiterin des dänischen WHO-Referenzlabors für Polioviren am Statens Serum Institut in Kopenhagen. Im Abwassermonitoring sieht sie eine preiswerte Ergänzung zur klinischen Teststrategie. Die Untersuchung einer Abwasserprobe koste 5.000 bis 10.000 Dänische Kronen (umgerechnet 650 bis 1.300 Euro) und erfasse etwa 300.000 Personen, so Midgley. Zum Vergleich bezifferte sie die Kosten für 300.000 Antigen-Tests auf 30 Millionen Dänische Kronen (umgerechnet etwa vier Millionen Euro).

Nach Evaluierungsprojekten zum Abwassermonitoring in den dänischen Städten Ishøj, Kopenhagen und Vordingborg wurde im Frühjahr 2021 ein einmonatiges Pilotprojekt auf der Insel Bornholm durchgeführt, wo sieben Kläranlagen täglich beprobt wurden. Die Ergebnisse stimmten mit den klinisch ermittelten Fallzahlen überein. Ein zweites dänisches Pilotprojekt läuft den gesamten Juli 2021 und umfasst landesweit 16 Kläranlagen sowie 4 Pumpstationen. Die vorläufigen Ergebnisse veröffentlicht das Statens Serum Institut jeden Donnerstag online (<https://covid19.ssi.dk/overvagningsdata/overvaagning-af-sarscov2-i-spildevand>). Von August 2021 bis Januar 2022 werden im Rahmen eines landesweiten Überwachungsprogramms dreimal wöchentlich Abwasserproben an 230 Kläranlagen und Pumpstationen genommen. Nach einem halben Jahr Laufzeit wird das Programm evaluiert. Zum Abschluss ihres Vortrags blickte Midgley über den Tellerrand und betonte, dass viele andere Krankheitserreger sowie Antibiotikaresistenzen ebenfalls im Abwasser nachgewiesen werden könnten. Auch auf die Beteiligung Dänemarks an der Initiative zur Polioausrottung ging sie kurz ein.

4.4 Die Pandemie aus Sicht eines US-amerikanischen Abwasserverbands

„Milwaukee Metropolitan Sewerage District's pandemic response“

Vortrag von Kevin L. Shafer, Milwaukee Metropolitan Sewerage District, Milwaukee, Wisconsin, USA

Kevin Shafer, Geschäftsführer des Milwaukee Metropolitan Sewerage District (MMSD), schilderte die Herausforderungen der Covid-19-Pandemie aus Sicht der Wasserwirtschaft beziehungsweise eines Privatunternehmens. Als regionaler Zweckverband ist der MMSD für die Abwasserreinigung und den Hochwasserschutz von über einer Million Einwohnern in 28 Gemeinden im Großraum Milwaukee im US-Bundesstaat Wisconsin zuständig.

In Sachen SARS-CoV-2-Abwasserüberwachung kooperiert der MMSD mit Sandra McLellan von der University of Wisconsin in Milwaukee. Sie initiierte Abwassermonitoring-Projekte in drei Städten beziehungsweise Verwaltungsbezirken in Wisconsin (Racine, Milwaukee und Green Bay). Insgesamt werden zwölf Kläranlagen beprobt. Die Menge von SARS-CoV-2 in Abwasserproben aus den beiden von MMSD betriebenen Klärwerken (South Shore und Jones Island) korrelierte mit den offiziell bestätigten Fallzahlen, wie Shafer für den Messzeitraum Januar 2020 bis Januar 2021 zeigte. Er unterstrich, dass in den USA auch anderswo Abwasser auf SARS-CoV-2 untersucht werde. Die Hoffnung laute, sagte Shafer, dass das Abwasser Hinweise liefere, um schneller auf erneute Ausbrüche der Pandemie zu reagieren. Er bezeichnete den Ansatz einer abwasserbasierten Epidemiologie als „Kanarienvogel in der Kohlemine“, also als überlebenswichtiges Warnsystem, das eine Bedrohung rechtzeitig anzeigt. Der MMSD ist schon aus wirtschaftlichen Gründen an einem solchen Indikator interessiert. Bis Mitte Juli verzeichnete der Abwasserverband einen pandemiebedingten Verlust von etwa drei Millionen US-Dollar.

4.5 Offene Diskussion: Covid-19 als globaler Weckruf

Das SARS-CoV-2-Abwassermonitoring ist reif für die Anwendung, dennoch mangelt es in vielen Ländern noch an der Umsetzung. Die offene Diskussion, die sich an die zweite Session anschloss, eröffnete Moderator Felix Kaup von Hessen Trade & Invest daher mit der Frage, wie es der Initiative zur Polioausrottung gelungen sei, die Staaten vom Nutzen der Abwasserüberwachung zu überzeugen. Referent Ousmane Diop von der WHO betonte, dass die globale Einigkeit auf diesem Gebiet hilfreich gewesen sei. Er erwähnte, dass sich das Vorgehen bereits bewährt hat, etwa in Israel, das 2013 auf den Nachweis von Polioerregern im Abwasser mit einer präventiven Diagnostik reagierte und so die Ausbreitung eindämmte. Susanne Lackner von der TU Darmstadt und Sofie Midgley vom dänischen Statens Serum Institut setzen auf die Überzeugungskraft der hohen Datenqualität sowie auf das gute Kosten-Nutzen-Verhältnis.

In ihrem Vortrag hatte Midgley schon auf die relativ geringen Kosten der Abwasserüberwachung verwiesen. Dieser Aspekt wurde in der Diskussionsrunde vertieft. Bernd Gawlik vom Joint Research Center der EU setzte die Kosten des Abwassermonitorings in Relation zu den Ausgaben für andere Maßnahmen der Pandemiebewältigung. Allein die Entwicklung der deutschen Corona-Warn-App habe etwa 69 Millionen Euro gekostet, sagte er. Damit verglichen seien die 20 Millionen Euro an EU-Mitteln wenig, zumal das damit geförderte Abwassermonitoring insgesamt eine halbe Milliarde Personen erfassen soll. Diop bezeichnete die aktuelle Lage als globalen „wake-up call“. Man müsse das derzeitige Engagement in Sachen Abwassermonitoring nutzen, um Überwachungssysteme zu etablieren, die zukünftig auch vor neuen Krankheitserregern warnen können.

5 Session 3: Beyond Covid

Nicht nur Coronaviren hinterlassen ihre Spuren in der Kanalisation. Andere Krankheitserreger, aber auch Drogen und weitere Gesundheitsparameter können ebenfalls im Abwasser nachgewiesen werden. Abwasserbasierte Epidemiologie hat Potenzial und macht unter anderem neue Geschäftsmodelle möglich.

5.1 Viren, Bakterien & Co.: Hunderte Krankheitserreger in Fäkalien und Abwasser

„Data and tools for understanding global waterborne pathogens“

*Vortrag von Dr. Joan B. Rose, Homer Nowlin Chair in Water Research,
Michigan State University, East Lansing, USA*

Joan Rose von der Michigan State University ist eine Koryphäe auf dem Gebiet der Wassermikrobiologie. Hunderte von Erregern, die verschiedenste Krankheiten von Durchfall über Herzleiden bis zu neurologischen Problemen auslösen, könnten in Fäkalien und Abwasser gefunden werden, sagte sie in ihrem Vortrag. Neben viralen und bakteriellen Krankheitserregern erwähnte sie Wurmeier und einzellige Parasiten wie *Entamoeba histolytica*, den Auslöser der Amoebenruhr. Die Wasseranalytik ist vor allem deswegen wichtig, weil viele Krankheiten – anders als Covid-19 – durch verunreinigtes Trinkwasser ausgelöst werden können. Als Beispiel dafür nannte Rose die bakteriellen Infektionskrankheiten Typhus und Cholera. Im Fokus ihres Vortrags stand das Global Water Pathogens Project (GWPP). Die Initiative verfolgt das Ziel, die Abwasserentsorgung und Bereitstellung von sauberem Wasser weltweit zu gewährleisten.

Aus dem GWPP ging im vergangenen Jahr das Projekt Wastewater SPHERE hervor (SPHERE steht für SARS Public Health Environmental Response). Die Datenbank des Projektes wächst stetig und umfasst derzeit über 15.000 Abwasserproben von 620

Probenahmestellen in 24 Ländern. Eine interaktive Online-Karte (www.waterpathogens.org/content/w-sphere-map) stellt die Ergebnisse dar. Rose rief alle Wasserversorger, Laboratorien und Einrichtungen des Gesundheitswesens auf, sich der Zusammenarbeit anzuschließen und Daten einzureichen oder die globalen Datensätze zu nutzen.

5.2 Biobot Analytics: Abwasserdaten als Geschäftsmodell

„Biobot Analytics – we are building early warning health analytics from data available in our sewers“, Vortrag von Dr. Mariana Matus, Biobot Analytics, Cambridge, USA

Biobot Analytics ist ein Spin-off des Massachusetts Institute of Technology im amerikanischen Cambridge. In ihrem Vortrag machte Geschäftsführerin und Mitgründerin Mariana Matus deutlich, dass sich mit Abwasserdaten durchaus Geld verdienen lässt. Nach der Gründung im Jahr 2017 fokussierte sich Biobot zunächst auf die Detektion von Opioiden im Abwasser. Vor Covid-19 sei die Opioid-Epidemie das vorrangige Gesundheitsproblem der USA gewesen, erläuterte Matus. Auf Basis von Biobots Messungen und anschließenden gezielten Aufklärungskampagnen konnte etwa in der Stadt Cary in North Carolina das Problem von Opioidmissbrauch und Überdosen um 40 Prozent reduziert werden.

Seit März 2020 konzentriert sich Biobot auf den Nachweis von SARS-CoV-2 im Abwasser. Das Start-up kooperiert mit dem US-Gesundheitsministerium sowie dem US-Verteidigungsministerium und erhebt mittlerweile Abwasserdaten in allen US-Bundesstaaten. Bislang wurden mehr als 9.000 Proben aus rund 350 Entnahmestellen auf SARS-CoV-2 untersucht und damit über 30 Prozent der US-Bevölkerung abgedeckt.

Vor einigen Monaten hat Biobot ein eigenes Dashboard gelauncht (www.biobot.io/data), das USA-weit über SARS-CoV-2 im Abwasser informiert und die Abwasserdaten den klinischen Fallzahlen gegenüber stellt. In Kanada, Ecuador und Uruguay ist das Unternehmen ebenfalls aktiv.

5.3 Antibiotikaresistente Erreger in Oberflächengewässern

*„Antimicrobial Resistance - Detection of multi-drug resistant pathogens in surface water“
Vortrag von Gudrun Bettge-Weller und Susanne Harpel*

Zentrum für Gesundheitsschutz am Hessischen Landesprüfungs- und Untersuchungsamt im Gesundheitswesen, (HLPUG), Dillenburg

Der letzte Vortrag der Online-Konferenz widmete sich dem Nachweis von antibiotikaresistenten Bakterien in Oberflächengewässern. Anlass für das Pilotprojekt des Hessischen Landesprüfungs- und Untersuchungsamtes im Gesundheitswesen (HLPUG) war ein Beinahe-Ertrinkungsunfall eines 69-jährigen Mannes im Jahr 2017 in Frankfurt. In seinem

Atemtrakt wurden anschließend Bakterien der Art *Klebsiella pneumoniae* gefunden. Die Bakterien waren gegen vier Antibiotika-Gruppen resistent und wiesen das Enzym Carbapenemase auf, das Antibiotika inaktiviert. Infolgedessen wurden zahlreiche hessische Oberflächengewässer auf resistente Keime untersucht.

Im Jahr 2018 nahm das HLPUG Proben in 25 Badeseen, fünf Badeteichen und der Lahn. Die Lahn wurde ab Limburg flussaufwärts zwölfmal alle zehn Kilometer beprobt, wobei die Lage von relevanten Einrichtungen – dazu zählen die Kliniken in Gießen und Marburg – berücksichtigt wurde. Die Beprobung der Lahn wurde im Folgejahr wiederholt. In den Seen und Teichen war die Belastung hingegen so gering, dass keine nochmalige Untersuchung erfolgte. Die mikrobiologische Analyse der Flusswasserproben zeigte, dass es sich bei der Mehrzahl der resistenten Bakterien um *Escherichia coli* handelte. Sowohl 2018 als auch 2019 wurden aber auch resistente *Klebsiella pneumoniae* und einige weitere resistente Bakterienarten gefunden. Das ist bedenklich, denn zum Beispiel über die Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen mit Flusswasser könnten die resistenten Keime zum Menschen gelangen. In Europa sterben schon heute jährlich rund 35.000 Menschen an einer Infektion mit Bakterien, gegen die keine Medikamente mehr helfen. Referentin Gudrun Bettge-Weller bezeichnete die zunehmende Verbreitung von antibiotikaresistenten Keimen, die aktuell nicht überwacht wird, daher als „stille Pandemie“.

5.4 Offene Diskussion: Zukünftige Bedrohungen im Blick

Angesichts der breiten Palette an Krankheitserregern stellt sich die Frage, auf welche Keime sich die Abwasserüberwachung zukünftig konzentrieren soll. Susanne Harpel vom Hessischen Landesprüfungs- und Untersuchungsamt im Gesundheitswesen empfahl, das Augenmerk stärker auf multiresistente Bakterien zu richten. Das sei vor allem auch deswegen wichtig, weil Resistenzen weitergegeben und sich so auf verschiedene Bakterienarten verteilen könnten. Die US-Mikrobiologin Joan Rose riet ebenfalls zu einer stärkeren Beachtung antibiotikaresistenter Keime, nannte aber auch andere Kandidaten für die Abwasserüberwachung, etwa neue Varianten von Noroviren, die weltweit grassieren und heftige Magen-Darm-Erkrankungen auslösen.

Rose schlug die Einrichtung von anpassungsfähigen Monitoringprogrammen vor. Für Keime mit geringer Verbreitung seien Screeningverfahren ausreichend, die lediglich das Vorkommen oder Nichtvorkommen anzeigen. Im Falle anderer Erreger – wie SARS-CoV-2 – müssten hingegen genetische Varianten und Ausbruchswellen verfolgt werden. Biobot-Gründerin Mariana Matus ergänzte, dass die Überwachungssysteme auch regional anpassungsfähig sein sollten. Sie wünscht sich eine einheitliche Plattform, mit der sich etwa in Afrika Ebolaerreger, in Israel Polioviren und in den USA Opiode nachweisen lassen.

6 Fazit und Ausblick

Die zweite vom Technologieland Hessen veranstaltete Online-Konferenz zur abwasserbasierten Epidemiologie machte deutlich, dass das Abwassermonitoring auf SARS-CoV-2 reif für die praktische Anwendung ist und zügig implementiert werden sollte. Die Abwasseranalysen sind dabei nicht als Ersatz, sondern komplementär zu der medizinischen Covid-19-Diagnostik zu verstehen. Die Vorträge unterstrichen zudem, dass die Abwasserüberwachung über die aktuelle Pandemie hinaus von Bedeutung ist, auch um neue Bedrohungen zu erkennen. Bei der Bekämpfung von Polioviren spielen entsprechende Überwachungsprogramme bereits eine wichtige Rolle.

Gleichwohl sind beim Aufbau abwasserbasierter Monitoringprogramme noch einige Schwachpunkte zu beseitigen. Mehrere Referentinnen und Referenten bezeichneten die Zusammenarbeit mit den Gesundheitsbehörden als Herausforderung. Sowohl bei der Aufbereitung der Abwasserdaten für das Gesundheitssystem als auch beim Datentransfer herrscht noch Optimierungsbedarf. Besonders in weniger entwickelten Ländern gestaltet sich die Logistik, etwa der Transport und die Lagerung von Proben, schwierig. Außerdem wurde – wie schon während der ersten Online-Konferenz im Februar – eine Standardisierung der Verfahrensschritte von der Probenahme bis zur Datenspeicherung gefordert.

Pandemien hat es in jeder Epoche gegeben, wie der Einführungsvortrag mit Blick in die Medizingeschichte gezeigt hat, und unser Zeitalter bleibt davon nicht verschont. Im Gegenteil: der Klimawandel, die Massentierhaltung und andere Faktoren befördern die Verbreitung gefährlicher Keime noch. Mit der Abwasserüberwachung steht jetzt, auch aufgrund des rasanten Fortschritts in der Genanalytik, ein kostengünstiges und verlässliches Instrument der Pandemiebekämpfung zur Verfügung. Diese Chance sollten Regierungen weltweit nutzen, nicht nur um Covid-19 zu bewältigen, sondern auch, um eine derart dramatische Lage, wie sie SARS-CoV-2 ausgelöst hat, nach Möglichkeit zukünftig zu verhindern.