



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

EGU

FB Energie · Gebäude · Umwelt
Energy · Building Services ·
Environmental Engineering

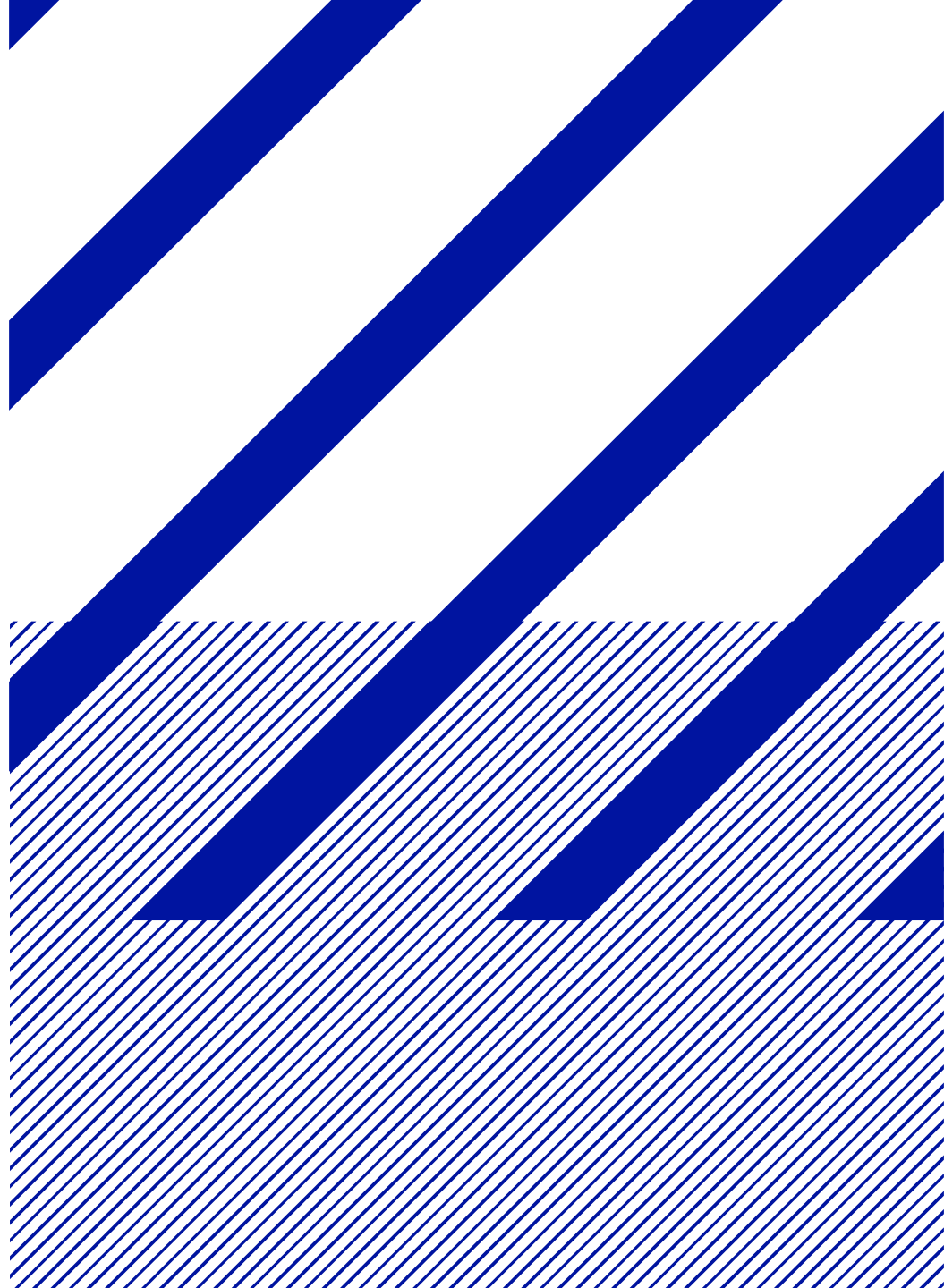
Auswirkungen des Coronavirus auf Luft und Wasser

fhuture-Veranstaltung
9. Februar 2021

Prof. Dr. Isabelle Franzen-Reuter
Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning



IWARU Institut für
Infrastruktur · Wasser ·
Ressourcen · Umwelt





Luft

Corona und der Einfluss auf die Umwelt



Luft

- Folgen für die Umwelt
 - Treibhausgasemissionen
 - Luftqualität
- Übertragungsweg Luft
- Zusammenhänge zwischen Luftverschmutzung und Sterblichkeitsrisiko bei Covid-19



Dresden während des Corona-Lockdowns (12.04.20): Blick von Gompitz über die leere Coventrystraße (B173) auf die Stadt
Foto: Tilo Arnhold, TROPOS

Corona und der Einfluss auf die Umwelt

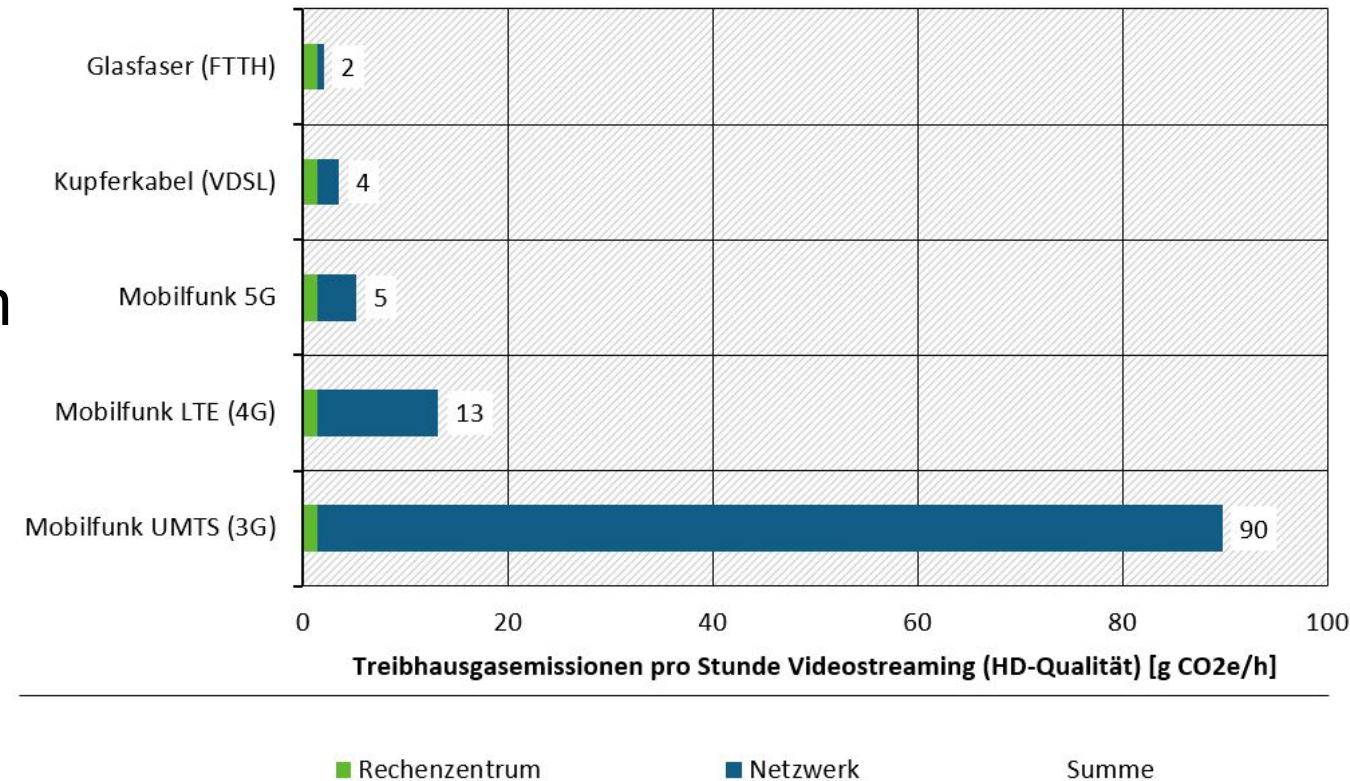


Folgen für die Umwelt

Streaming

- Die Nutzung von Streaming-Diensten und Cloud-Gaming hat sich von Februar bis März 2020 um etwa 30 % erhöht
- Die Menge der Treibhausgasemissionen ist vom Übertragungsweg abhängig
- Glasfaser ist die klimafreundlichste Übertragungstechnik

Treibhausgasemissionen Videostreaming Rechenzentrum und Übertragungsweg



Quelle: www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/video-streaming-art-der-datenuebertragung

Quelle: Umweltbundesamt

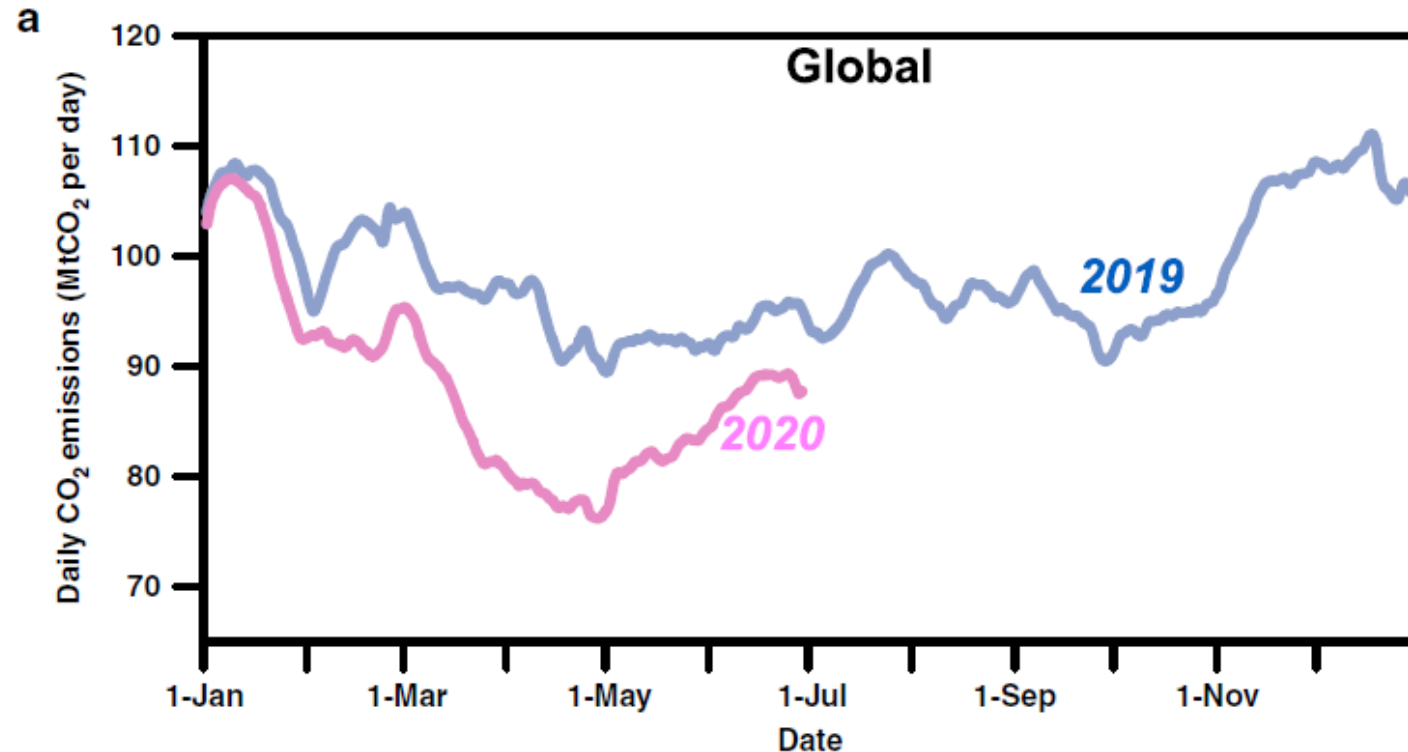
Corona und der Einfluss auf die Umwelt



Folgen für die Umwelt

Treibhausgasemissionen

- globaler Rückgang der CO₂-Emissionen im 1. Halbjahr 2020 um 8,8 % (1551 Mio. t)
- im gesamten Jahr 2020 wurden etwa 4,4 % weniger CO₂ emittiert als 2019
- größter Anteil am Rückgang hat der Verkehr



Quelle: Liu, Z. et al. Near-real-time monitoring of global CO₂ emissions reveals the effects of the COVID-19 pandemic. Nature Communications **11**, 5172 (2020).

Corona und der Einfluss auf die Umwelt

Folgen für die Umwelt

SPIEGEL Wissenschaft

Bericht für 2019

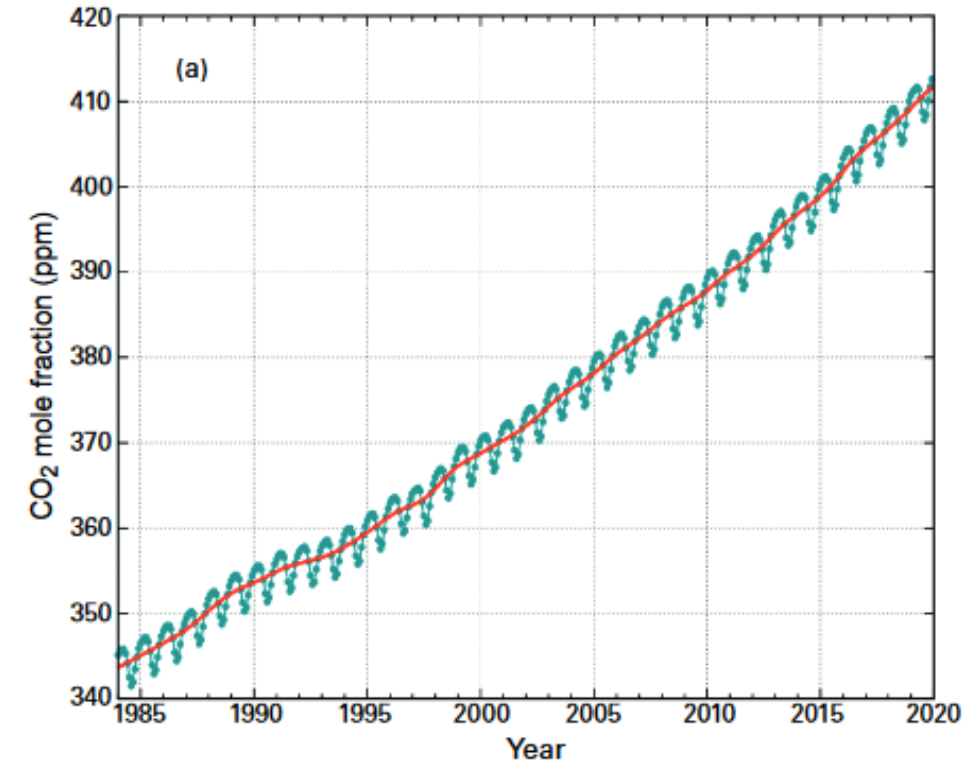
Uno meldet CO₂-Rekord in der Atmosphäre

Noch nie seit Beginn der Industrialisierung wurde so viel Kohlendioxid in der Atmosphäre nachgewiesen wie im vergangenen Jahr. Hoffnung auf deutliche Besserung durch Corona-Shutdowns gibt es wenig.

23.11.2020, 17:51 Uhr

© DER SPIEGEL (online)

 **CO₂-Gehalt der Atmosphäre steigt weiter an**



Globaler CO₂-Gehalt der Atmosphäre von 1985 bis 2019

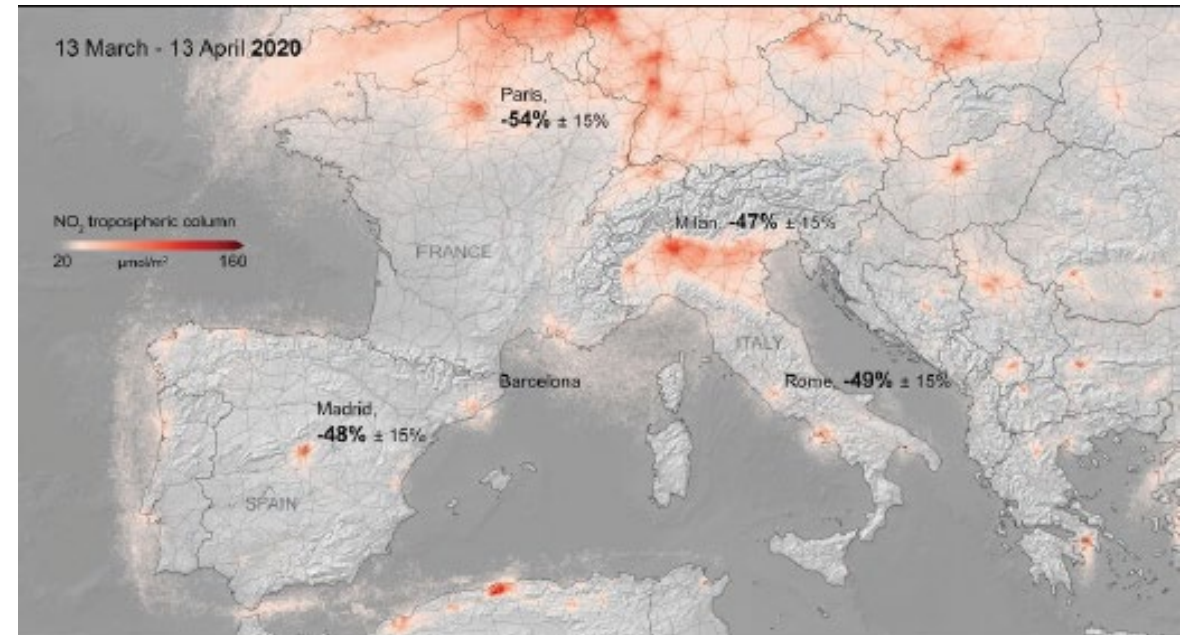
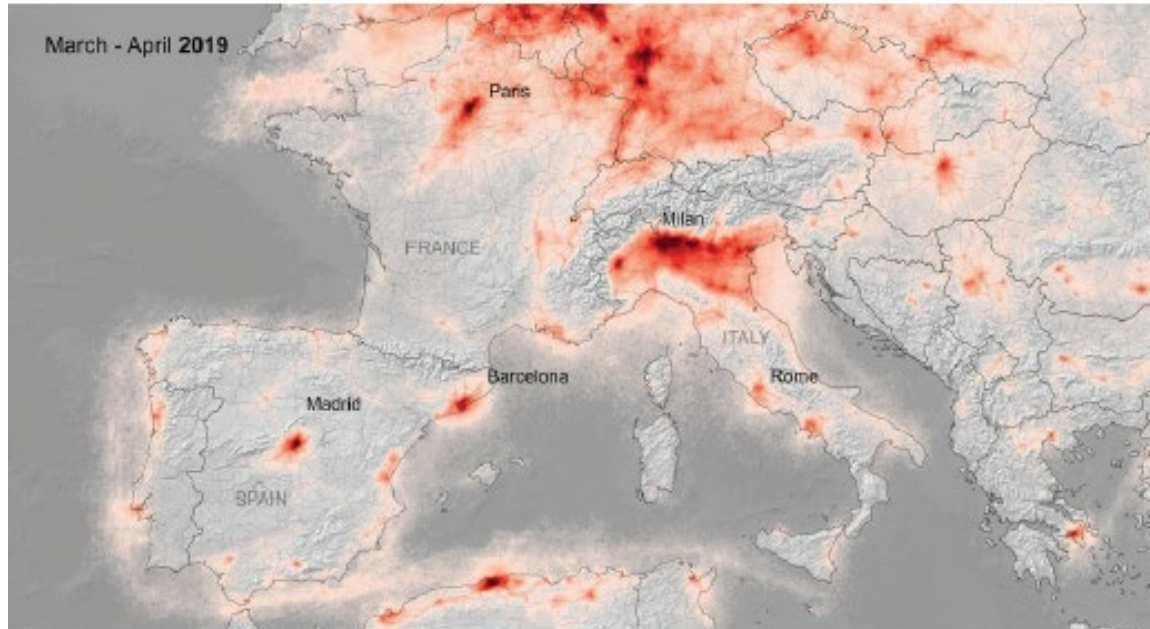
Quelle: WMO Greenhouse Gas Bulletin No. 16, Nov. 2020

Corona und der Einfluss auf die Umwelt

Folgen für die Umwelt

Weniger Produktion, weniger Verkehr, weniger Schadstoffe?

Stickstoffdioxid (NO₂)



ESA Satellitendaten (Sentinel 5P). Troposphärische NO₂ Säule. Vergleich März-April 2019 und 13.03.2020 bis 13.04.2020 für Teile Europas.
(Quelle: Europäische Raumfahrtagentur. ESA https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Coronavirus_lockdown_leading_to_drop_in_pollution_across_Europe)

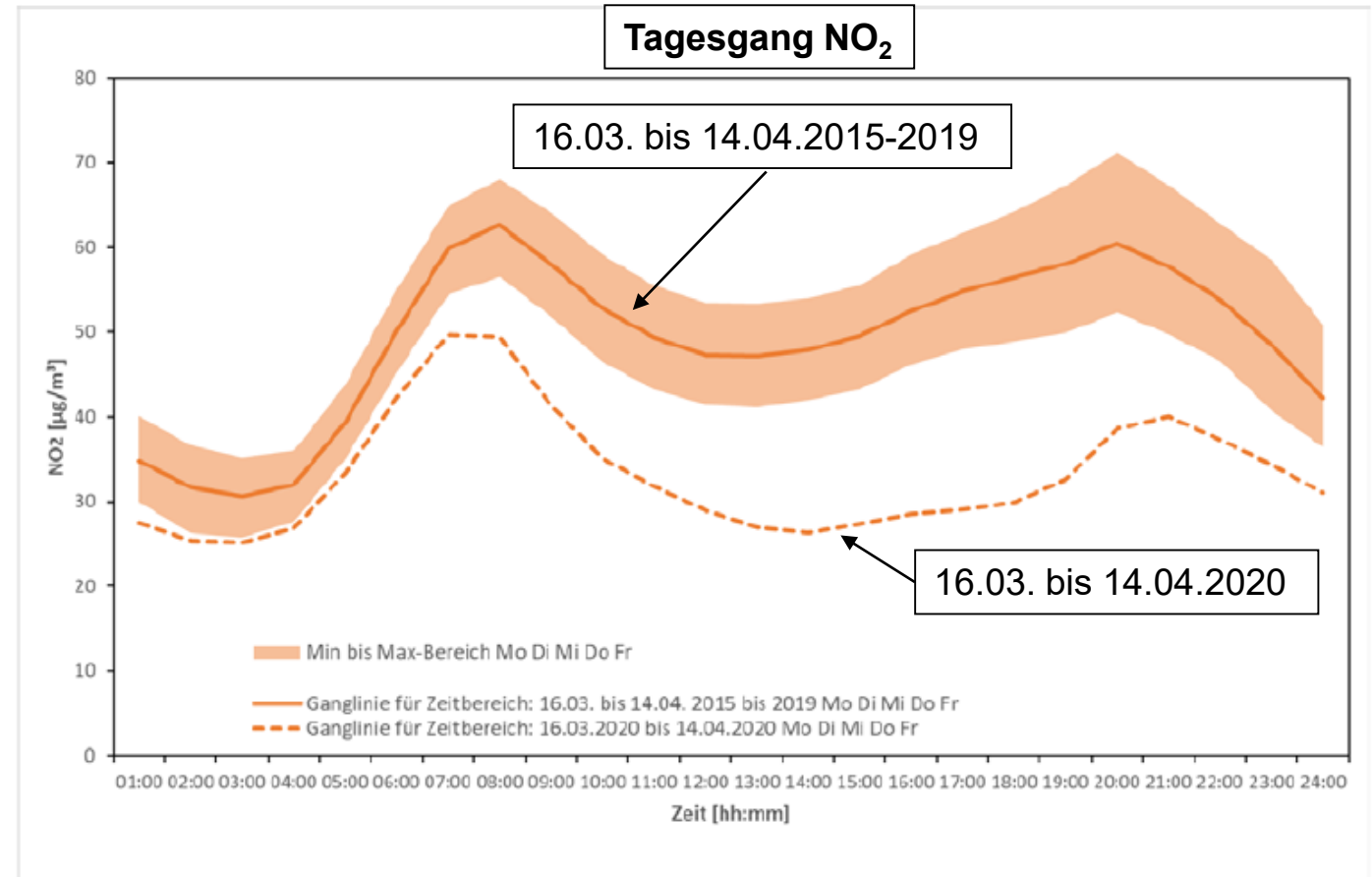
Corona und der Einfluss auf die Umwelt



Folgen für die Umwelt

Stickstoffdioxid (NO₂)

- Signifikante Abnahme der Belastung an verkehrsnahen Messtationen in NRW während des Lockdowns im Frühjahr



Tagesgang werktags an verkehrsnahen Stationen in NRW für NO₂ vom 16.03.2020 bis 14.04.2020 im Vergleich zum selben Zeitraum in den Vorjahren 2015-2019

(Quelle: LANUV NRW (2020). Auswirkungen der Schutzmaßnahmen gegen die COVID-19-Pandemie auf die Luftqualität in NRW.)

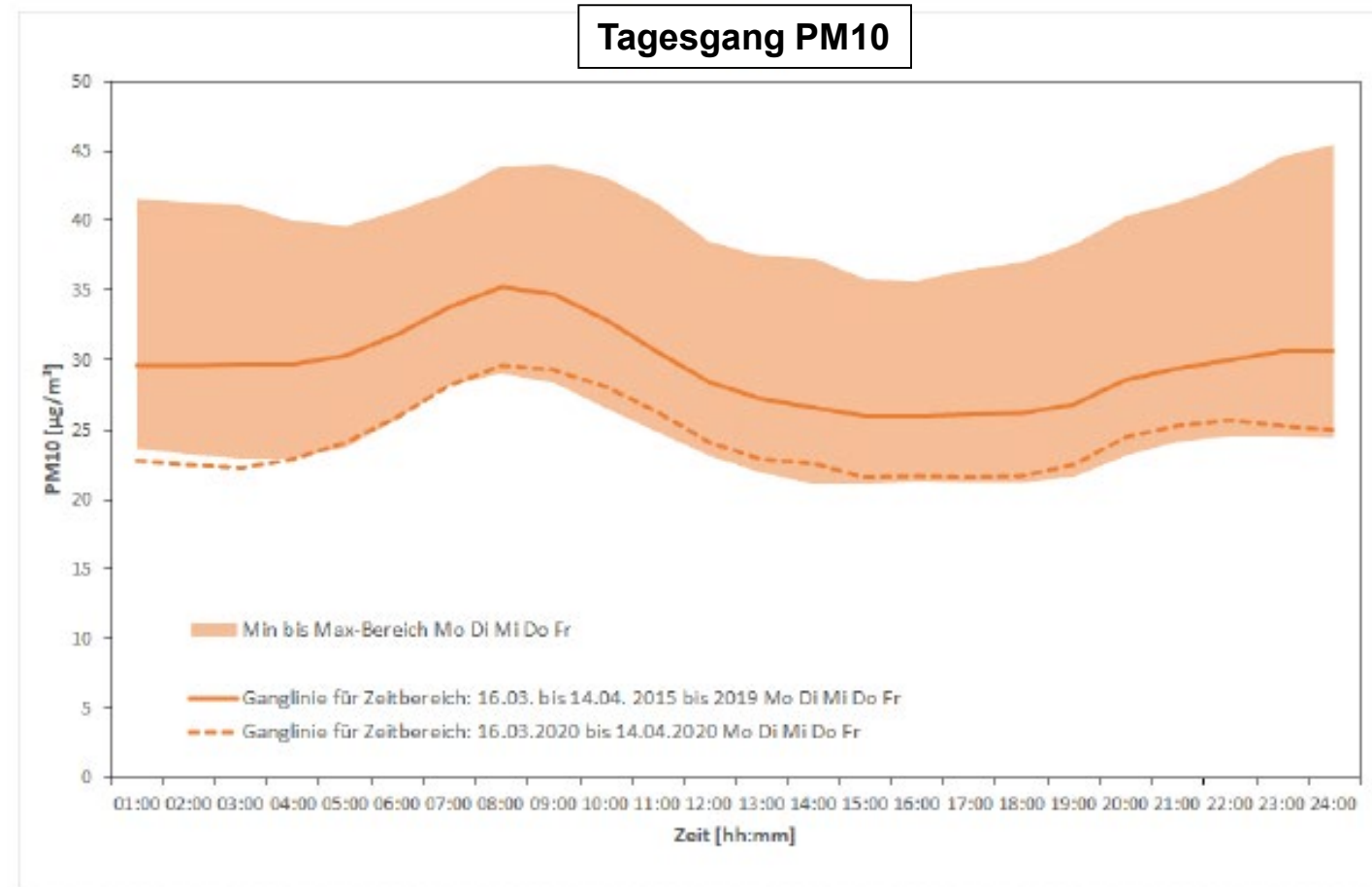
Corona und der Einfluss auf die Umwelt



Folgen für die Umwelt

Feinstaub (PM10)

- Geringfügige Abnahme der Belastung an verkehrsnahen Messtationen in NRW während des Lockdowns im Frühjahr



Tagesgang werktags an verkehrsnahen Stationen in NRW für PM10 vom 16.03.2020 bis 14.04.2020 im Vergleich zum selben Zeitraum in den Vorjahren 2015-2019
(Quelle: LANUV NRW (2020). Auswirkungen der Schutzmaßnahmen gegen die COVID-19-Pandemie auf die Luftqualität in NRW.)

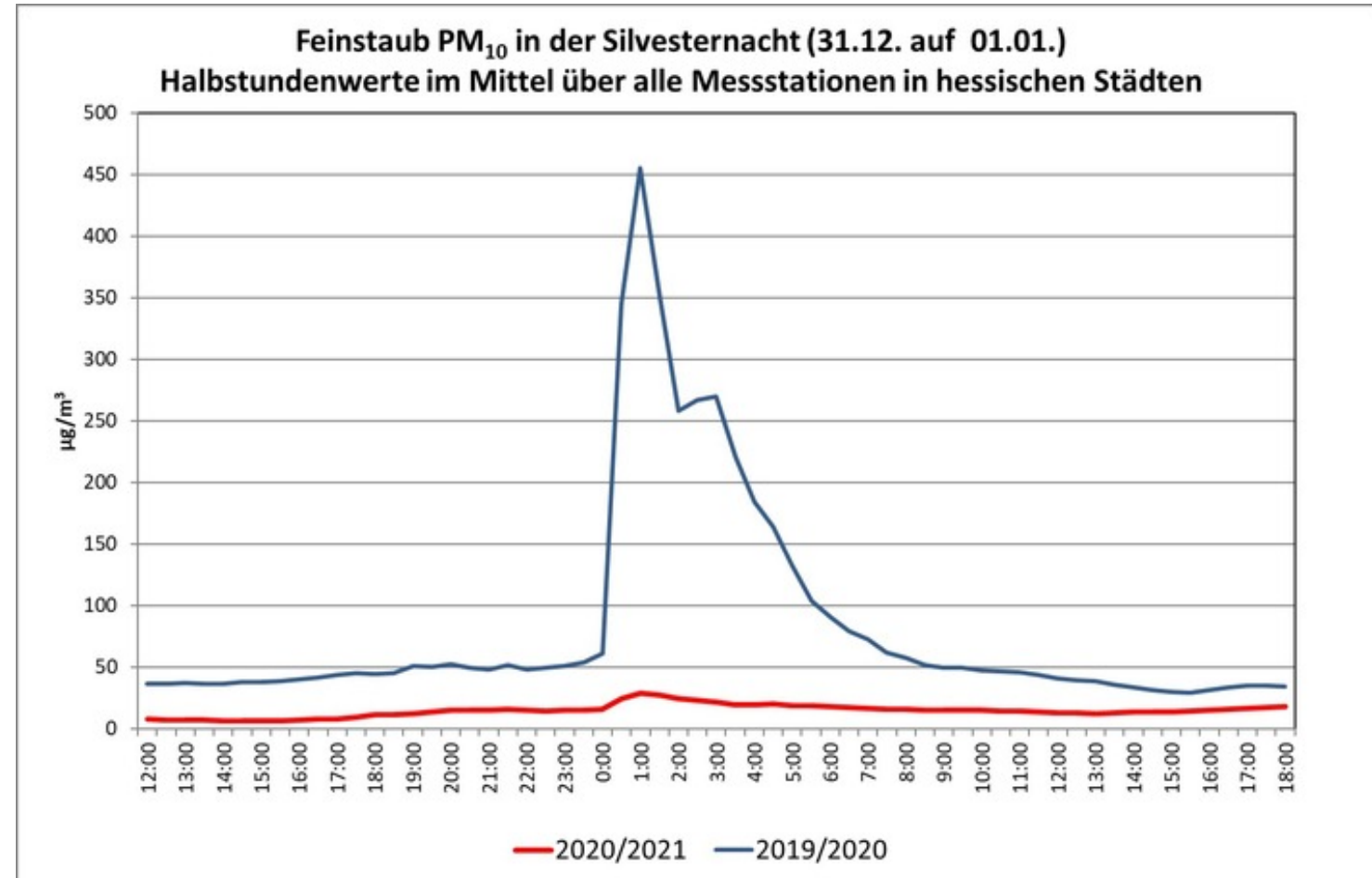
Corona und der Einfluss auf die Umwelt



Folgen für die Umwelt

Feinstaub (PM10)

- Weniger Feinstaub in der Silvesternacht durch Verzicht auf Feuerwerk



Quelle: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 05.01.2021

Corona und der Einfluss auf die Umwelt

Übertragungsweg Luft

Hauptübertragungswege von SARS-CoV-2

- Tröpfchen $> 5 \mu\text{m}$
 - sinken schnell zu Boden
- Aerosole $< 5 \mu\text{m}$
 - schweben über längere Zeit in der Luft
 - verteilen sich in geschlossenen Räumen



Bildquelle: James Gathany - CDC Public Health Image library ID 11162, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6701700>

Corona und der Einfluss auf die Umwelt

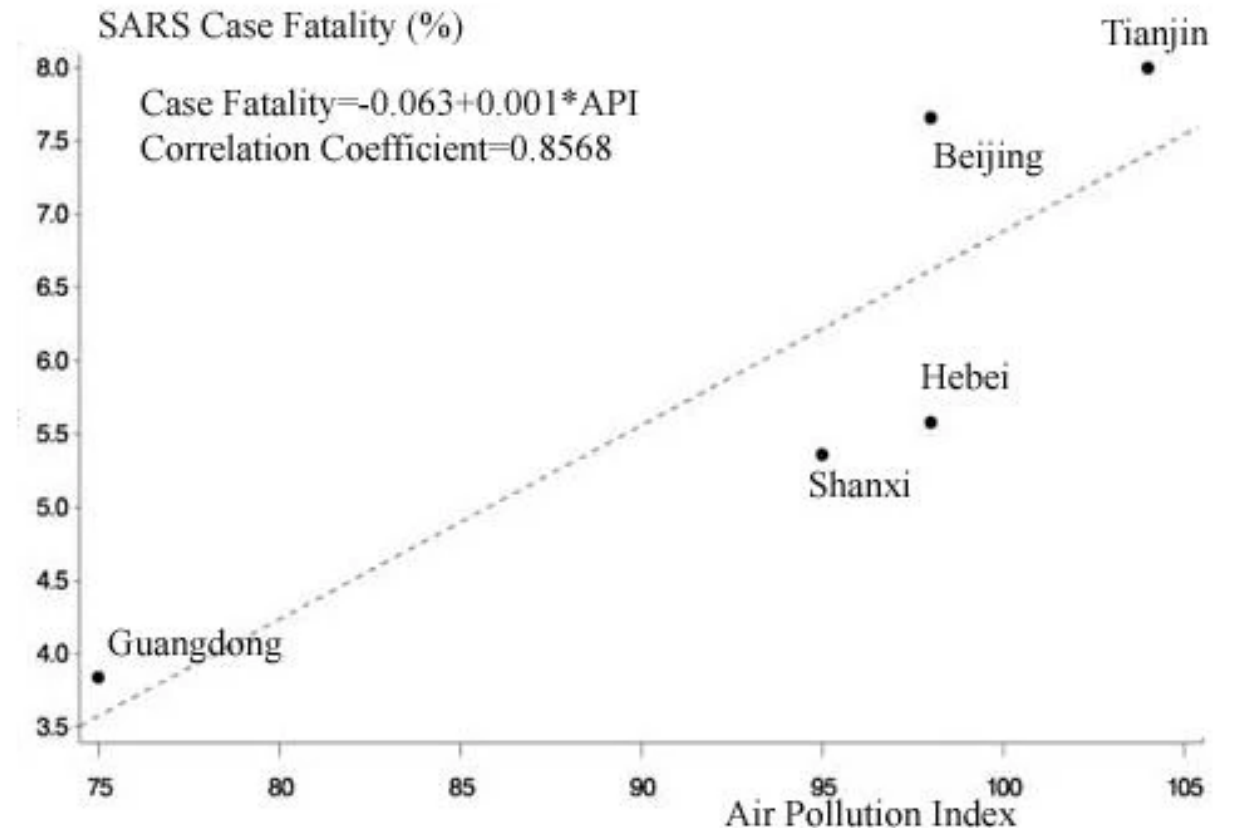


Luftverschmutzung

Erhöht Luftverschmutzung die Sterblichkeit durch Covid-19?

Zusammenhang zwischen kurzfristiger Exposition gegenüber Luftverschmutzung und der Sterblichkeitsrate (Letalität) von **SARS-CoV-1** in China in 2003

SARS-CoV-1 und SARS-CoV-2 sind eng miteinander verwandt



Quelle: Cui, Y., Zhang, ZF., Froines, J. *et al.* Air pollution and case fatality of SARS in the People's Republic of China: an ecologic study. *Environ Health* 2, 15 (2003)

Corona und der Einfluss auf die Umwelt

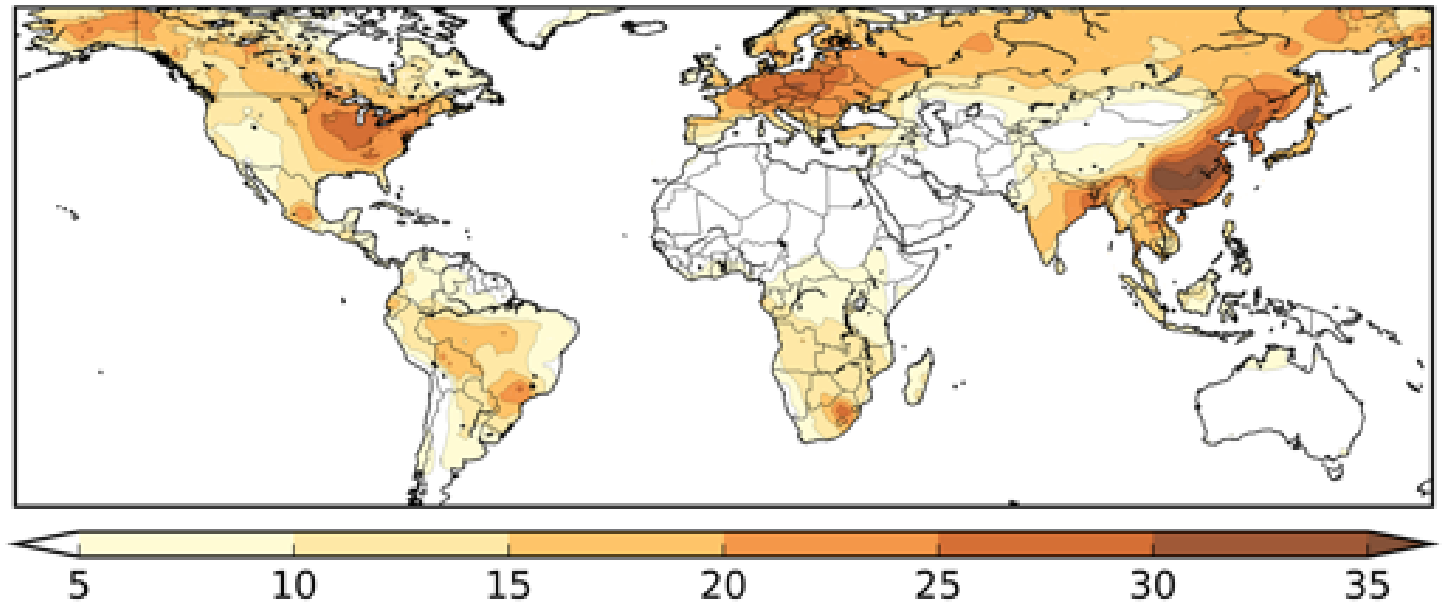


Luftverschmutzung

Erhöht Luftverschmutzung die Sterblichkeit durch Covid-19?

Hohe Feinstaubbelastung (PM_{2,5}) erhöht das Risiko, an Covid-19 zu sterben

Prozentualer Anteil der COVID-19-Mortalität, der auf Luftverschmutzung aus anthropogenen Quellen zurückzuführen ist



Quelle: Pozzer, A. *et al.* Regional and global contributions of air pollution to risk of death from COVID-19. *Cardiovascular Research*, cvaa288 (2020)

Corona und der Einfluss auf die Umwelt



Luft

Fazit

- Corona-Krise hat geringfügig positive Auswirkungen auf die Luftqualität und den Ausstoß von Treibhausgasen
- aber: kurzfristiger Effekt!

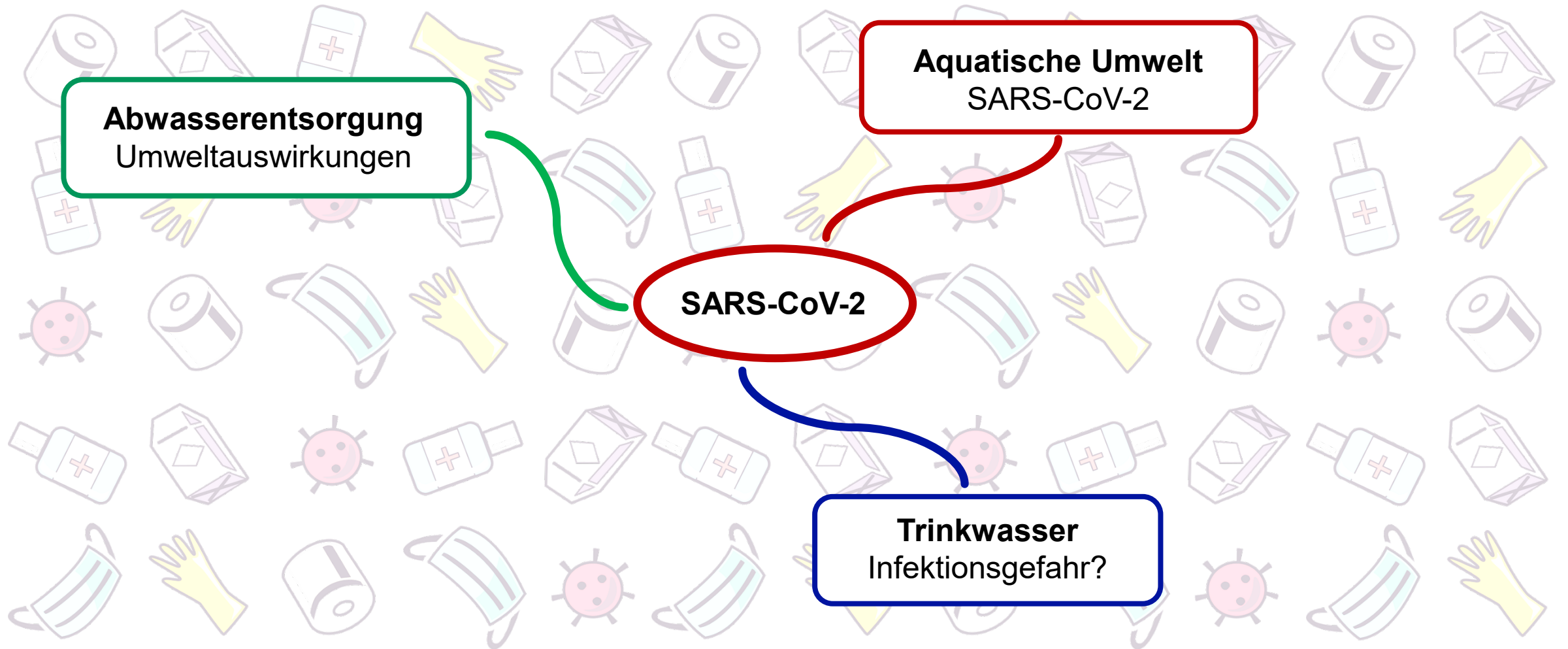
👉 Mittel- und langfristig sind weiterhin Maßnahmen auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene notwendig



Wasser

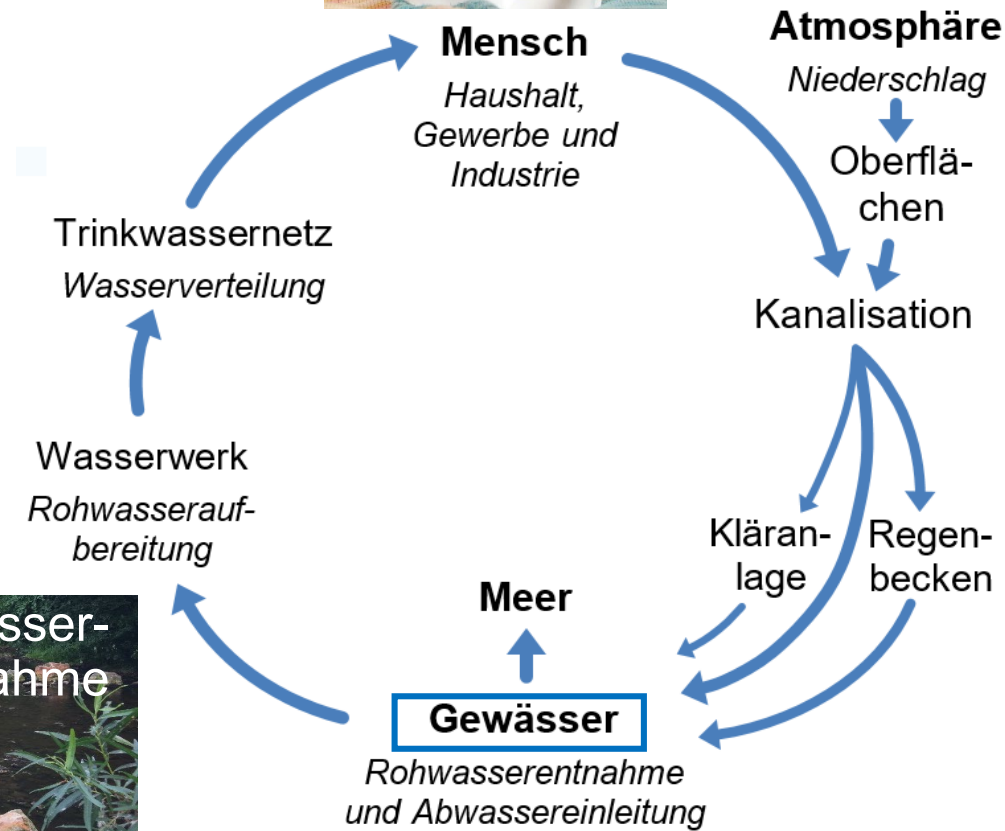
SARS-CoV-2 in aquatischer Umwelt

Schwerpunkte



Wasserkreislauf

Urbaner Wasserkreislauf



Herausforderungen durch verändertes Nutzverhalten



Umweltbelastungen

Hygieneartikel

Westfälische Nachrichten

Mi., 18.11.2020

Zeitungs-Gruppe Münster | Westfälische Nachrichten | Münstersche Zeitung

🏠 MÜNSTER ▾ MÜNSTERLAND ▾ NACHRICHTEN ▾ SPORT ▾

Startseite > Münster 📡 > Kein Toilettenpapier? Lieber spülen statt wischen

Begehrte Ware in der Corona-Krise

Kein Toilettenpapier? Lieber spülen statt wischen

Münster - Wieder alles weggehamstert – Toilettenpapier ist derzeit sehr begehrt. Aber was tun, wenn der Vorrat aufgebraucht ist? Prof. Dr. Helmut Grüning erklärt, was alles ins Klo darf und was nicht. Von Westfälische Nachrichten

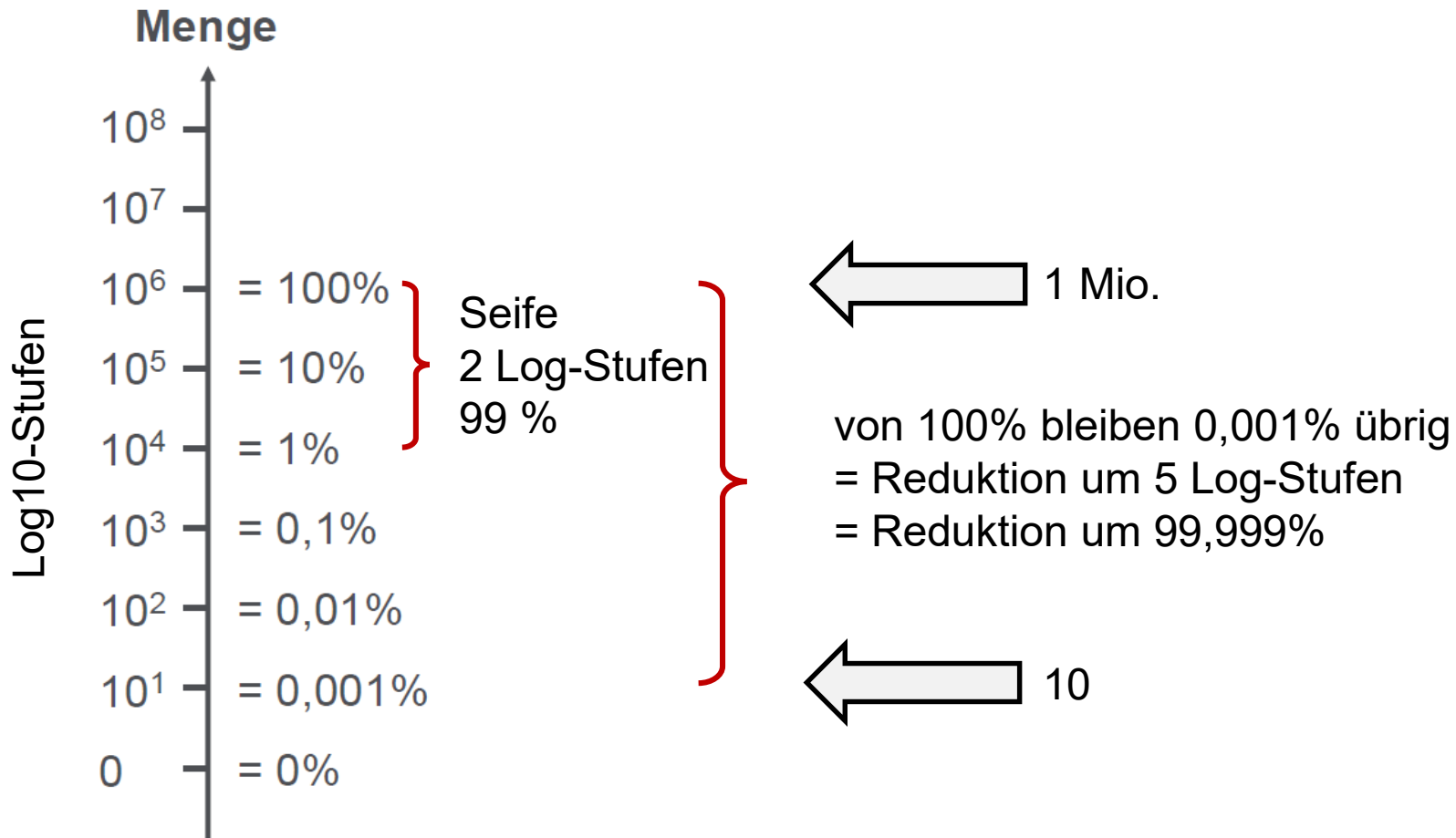


Bilder:



Umweltbelastungen

Hygiene: Desinfektionsmittel

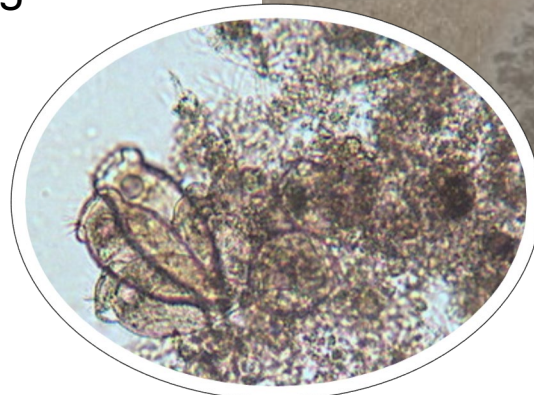


Umweltbelastungen

Hygiene: Desinfektionsmittel

Alkoholbasierte Desinfektionsmittel können in Kläranlagen abgebaut werden. Desinfektionsmittel, die quartäre Ammoniumverbindungen oder Bipheyl-2-ol enthalten, sind giftiger. Gelangen sie über das **Abwasser** in ein **Gewässer**, können Wasserorganismen geschädigt werden.

- Desinfektion **nach** dem Händewaschen.
- Großflächige Desinfektion (Straßen, Plätze etc.) wie beispielsweise in China oder Teheran stellen eine völlig andere Größenordnung dar.



...die Dosis macht das Gift...



Umweltbelastungen

Interviewanfragen zur Poolpflege



Prof. Dr. Helmut Grüning

Pflege-Tipps für den Pool im Garten

Lange Schlangen, aufwendiges Anmelden – an heißen Tagen in Corona-Zeiten einen Platz im Freibad zu ergattern, ist nicht leicht. Deshalb haben Pools für den eigenen Garten derzeit Hochkonjunktur. Ein Professor der FH Münster beantwortet Fragen zur richtigen Pflege.



Umweltbelastungen

Pools waren ausverkauft...



<https://www.hagebau.de/garten-frame-pools/> - aufgerufen am 18.11.2020



Zusätzlicher Wasserbedarf war erkennbar:

- Klassischer Pool (8m × 4m × 1,5m): 48 m³
- Jahresbedarf einer Person (120 l/d): 44 m³



SARS-CoV-2 im Wasserkreislauf



Abwasserentsorgung

Sars-CoV-2 im Abwasser



Menschlicher Stuhl

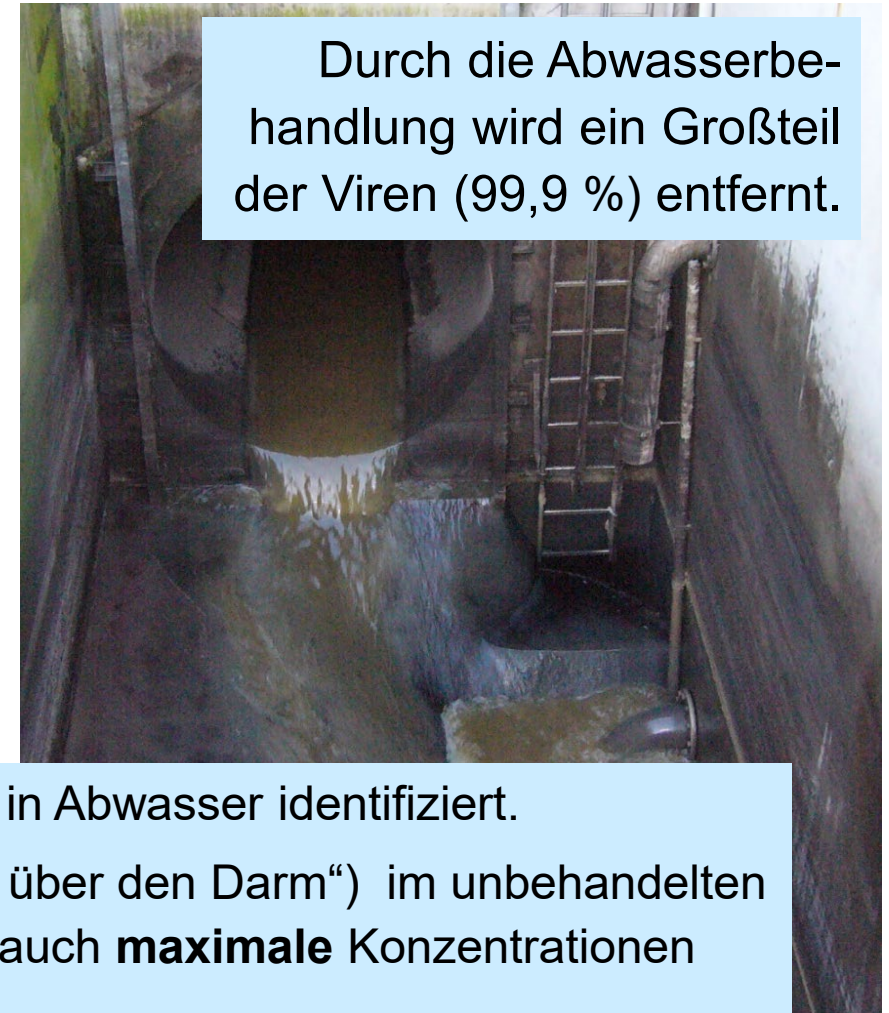
- 100 Milliarden Bakterien pro g
- 100 Millionen Viren pro g
- 10 Millionen Schleimhautzellen pro g
- Nur ein kleiner Teil sind Stoffwechselprodukte

Bei 40 % der infizierten Personen war das Virus mit dem Kot nachweisbar. Somit besteht die Möglichkeit, dass eine Übertragung des Virus über den **Abwasserpfad** in die **aquatische Umwelt** erfolgt. Es ist **nicht auszuschließen**, dass auch in Wasserkörpern, die zu **Trinkwassergewinnung** genutzt werden, SARS-CoV-2 vorkommen.



Aktuelle Herausforderungen

- Xenobiotika (Chemikalien)
- Arzneimittelrückstände
- Schwermetalle
- Kohlenwasserstoffe (PAK, MKW)
- Mikroplastik
- ...
- und auch **Bakterien** (z. B. *Vibrio cholerae*) sowie **Viren** wie Norovirus, Rotavirus, Hepatitis A- und E-Viren etc.



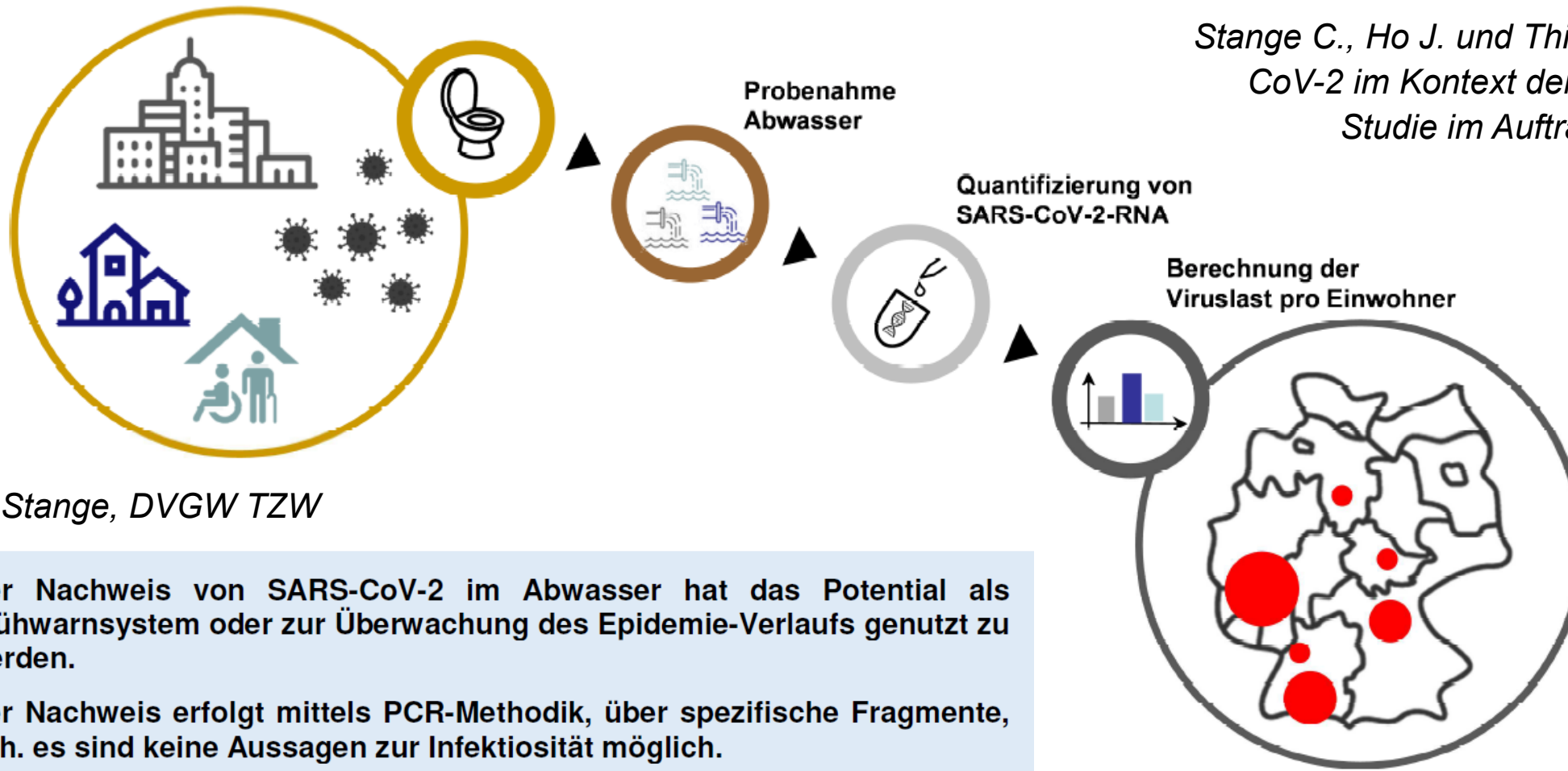
Insgesamt wurden **150 Arten von Viren** in menschlichen Fäkalien und in Abwasser identifiziert.

Die geschätzte mittlere Konzentrationen von enteralen Viren („enteral - über den Darm“) im unbehandelten Abwasser liegt bei etwa **7 000 infektiösen Viren pro Liter**. Es wurden auch **maximale** Konzentrationen von **10⁹ Viren pro Liter** ermittelt.

Das neuartige Coronavirus SARS-CoV-2 ist also nur eine der Herausforderungen...

Sars-CoV-2 im Abwasser

Schematische Darstellung der abwasserbasierten Epidemiologie



Stange C., Ho J. und Thiem A. (2020) SARS-CoV-2 im Kontext der Wasserversorgung. Studie im Auftrag des DVGW, Bonn

© Stange, DVGW TZW

Der Nachweis von SARS-CoV-2 im Abwasser hat das Potential als Frühwarnsystem oder zur Überwachung des Epidemie-Verlaufs genutzt zu werden.

Der Nachweis erfolgt mittels PCR-Methodik, über spezifische Fragmente, d. h. es sind keine Aussagen zur Infektiosität möglich.

Bakterien und Viren



Stange C., Ho J. und Thiem A. (2020) SARS-CoV-2 im Kontext der Wasserversorgung. Studie im Auftrag des DVGW, Bonn

Behandeltes Abwasser ist derzeit kaum untersucht (zwei Studien)
Bislang konnte SARS-CoV-2 im Ablauf der Kläranlage nicht nachgewiesen werden.

Die Daten zum Vorkommen von Coronaviren – und insbesondere von SARS-CoV-2 – in **Oberflächengewässern** sind momentan begrenzt. Eine italienische Studie belegt das Vorkommen von SARS-CoV-2-RNA-Fragmenten in einem **Oberflächenwasser**. Der Eintrag wird auf den Zulauf von unbehandeltem Abwasser bei einem **Starkregen** zurückgeführt. Es wurden keine infektiösen Viren nachgewiesen. Allerdings können umhüllte Viren (wie SARS-CoV-2) in Gewässern längere Zeit überleben.

A close-up photograph of a water tap with water running out. The water is splashing and creating bubbles. The background is dark and out of focus. The image is overlaid with a white rectangular box containing the title text. There are also blue geometric shapes and a diagonal line pattern in the bottom right corner.

Schutzmaßnahmen Wasserversorgung

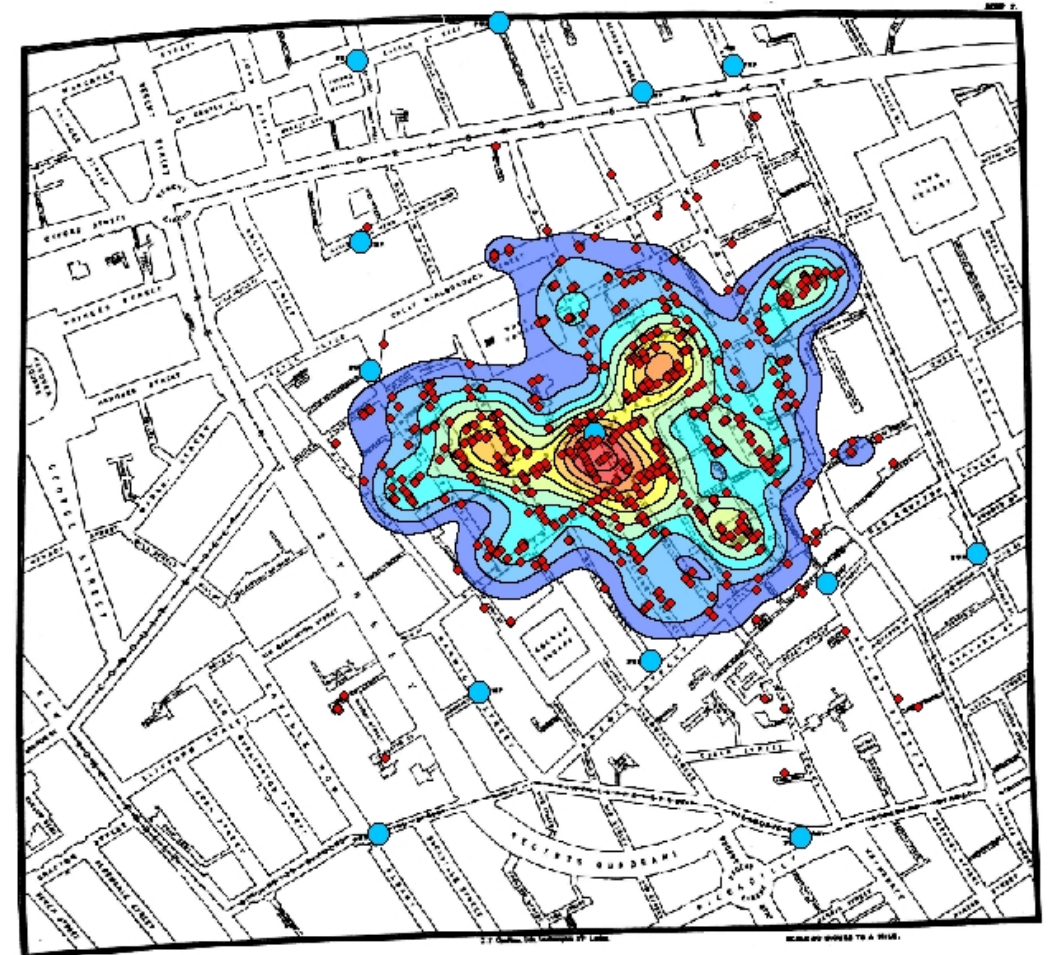
Folgen von verunreinigtem Wasser

Pandemieentwicklung

Der Arzt John Snow stellte im Jahr 1854 die Häufigkeitsverteilung von Cholerafällen in 48 Stadtgebieten von London kartographisch dar, indem er für jeden Krankheitsfall einen Punkt in der Karte verortete.



Cholera ist auch heute noch in vielen Ländern ein Problem!



<http://www.udel.edu/johnmack/frec480/cholera/cholera2.html>

Bakterien und Viren (Wasserpfad)

Krankheitserreger (die mit dem Wasser verbreitet werden können)

Bakterien	Viren	Protozoen
E.Coli EHEC	Hepatitis A und E (Gelbsucht)	Cryptosporidien
Salmonellen	Poliomyelitis (Kinderlähmung)	Giardia lamblia
Typhus + Paratyphus	Adenoviren	Entamoeba histolytica (Amöbenruhr)
Cholera	Norwalkviren	
Shigellen	Coxsackviren	
Yersinien	Enteroviren	
Campylobacter	Rotaviren	

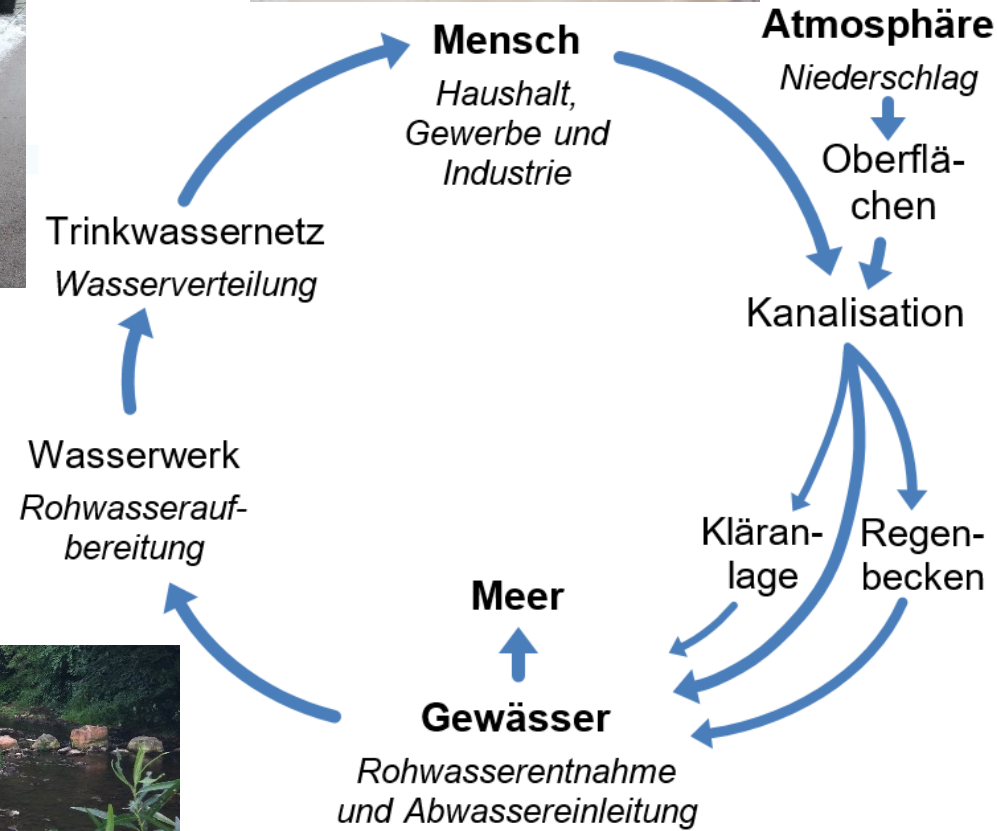
- Einzellige Mikroorganismen (0,5 bis 5 µm)
- Über 5 000 Arten bekannt
- Zellwand schützt vor äußeren Einflüssen
- Vermehrung durch Querteilung (im Idealfall alle 20 Minuten)

- Eine Zellwand (25 bis 300 nm)
- Über 1 500 Arten bekannt
- Kein Stoffwechsel – sind zur Vermehrung auf lebende Zelle angewiesen
- Können nicht abgetötet, sondern nur „inaktiviert“ werden.

- Einzeller (1 µm bis 2 mm)
- rund 40 000 Arten bekannt
- Einzeln oder in Kolonien
- Ernähren sich von org. Stoffen (z.B. Bakterien)
- Meistens für den Menschen ungefährlich

Wasserkreislauf

Urbaner Wasserkreislauf

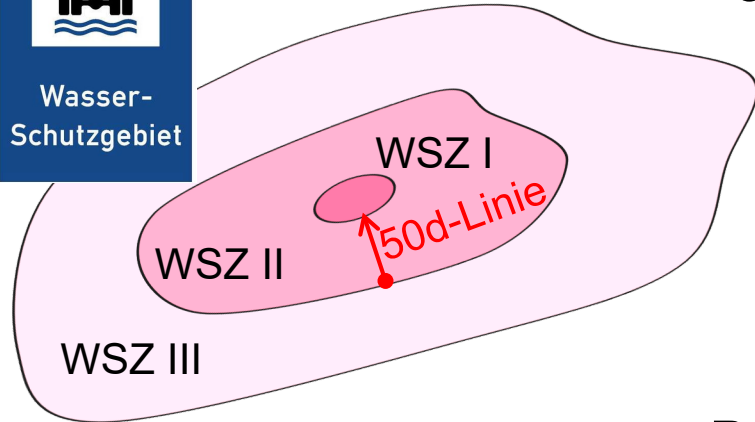


Wasserversorgung

Multi-Barrieren-System



Wasser-Schutzgebiet



Barriere II
Wassergewinnung



Barriere III
Wasseraufbereitung



Barriere I
Ressourcenschutz



Barriere IV
Wasserverteilung
+ Hausinstallation



Mikrobiologische Parameter

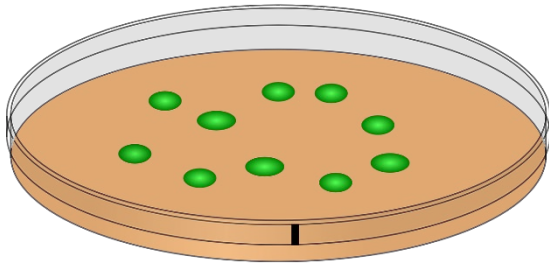
Trinkwasserverordnung „Indikatoren“

Anlage 1 (zu § 5 Absatz 2 und 3) Mikrobiologische Parameter

(Fundstelle: BGBl. I 2016, 476)

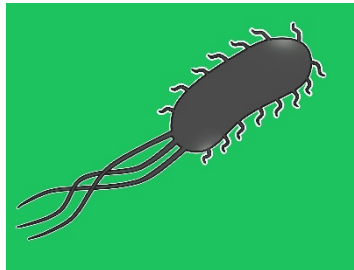
Teil I

Allgemeine Anforderungen an Trinkwasser



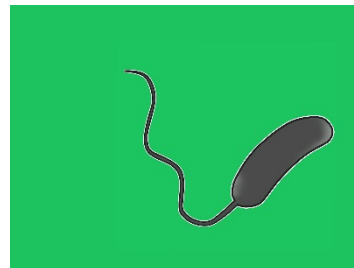
Laufende Nummer	Parameter	Grenzwert*
1	Escherichia coli (E. coli)	0/100 ml
2	Enterokokken	0/100 ml

* Die festgelegten Werte berücksichtigen die Messunsicherheiten der Analyse- und Probennahmeverfahren.



Teil II

Anforderungen an Trinkwasser, das zur Abgabe in verschlossenen Behältnissen bestimmt ist



Laufende Nummer	Parameter	Grenzwert*
1	Escherichia coli (E. coli)	0/250 ml
2	Enterokokken	0/250 ml
3	Pseudomonas aeruginosa	0/250 ml

* Die festgelegten Werte berücksichtigen die Messunsicherheiten der Analyse- und Probennahmeverfahren.

Infektiöse Dosis ausgewählter Bakterien und Viren

Mikroorganismus	Geschätzte infektiöse Dosis
Salmonella spp.	10^4 bis 10^{10}
Vibrio parahaemolyticus	10^6 bis 10^9
Campylobacter jejuni	10^2 bis 10^9
Vibrio cholerae	10^3
Escherichia coli 0157:H7	10 bis 10^2
Hepatitis-A-Virus	< 10
Norovirus	< 10

Im Wasser für den menschlichen Gebrauch dürfen Krankheitserreger im Sinne des Infektionsschutzgesetzes nicht in Konzentrationen enthalten sein, die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen.
(Trinkwasserverordnung)

Die infektiöse Dosis von SARS-CoV-2 ist derzeit nicht exakt bestimmt. Bei respiratorischen Viren ist die infektiöse Dosis im Allgemeinen jedoch sehr gering.

Problem: Mutationen gelten als deutlich infektiöser.

Wasserversorgung

Bakterien und Viren

Coronaviren haben eine Membranhülle.

Die meisten human-pathogenen Viren, die im Abwasser vorkommen (i.d.R. enterale Viren), sind unbehüllt und weisen ein anderes Verhalten in der aquatischen Umwelt auf als Viren mit Membranhülle.

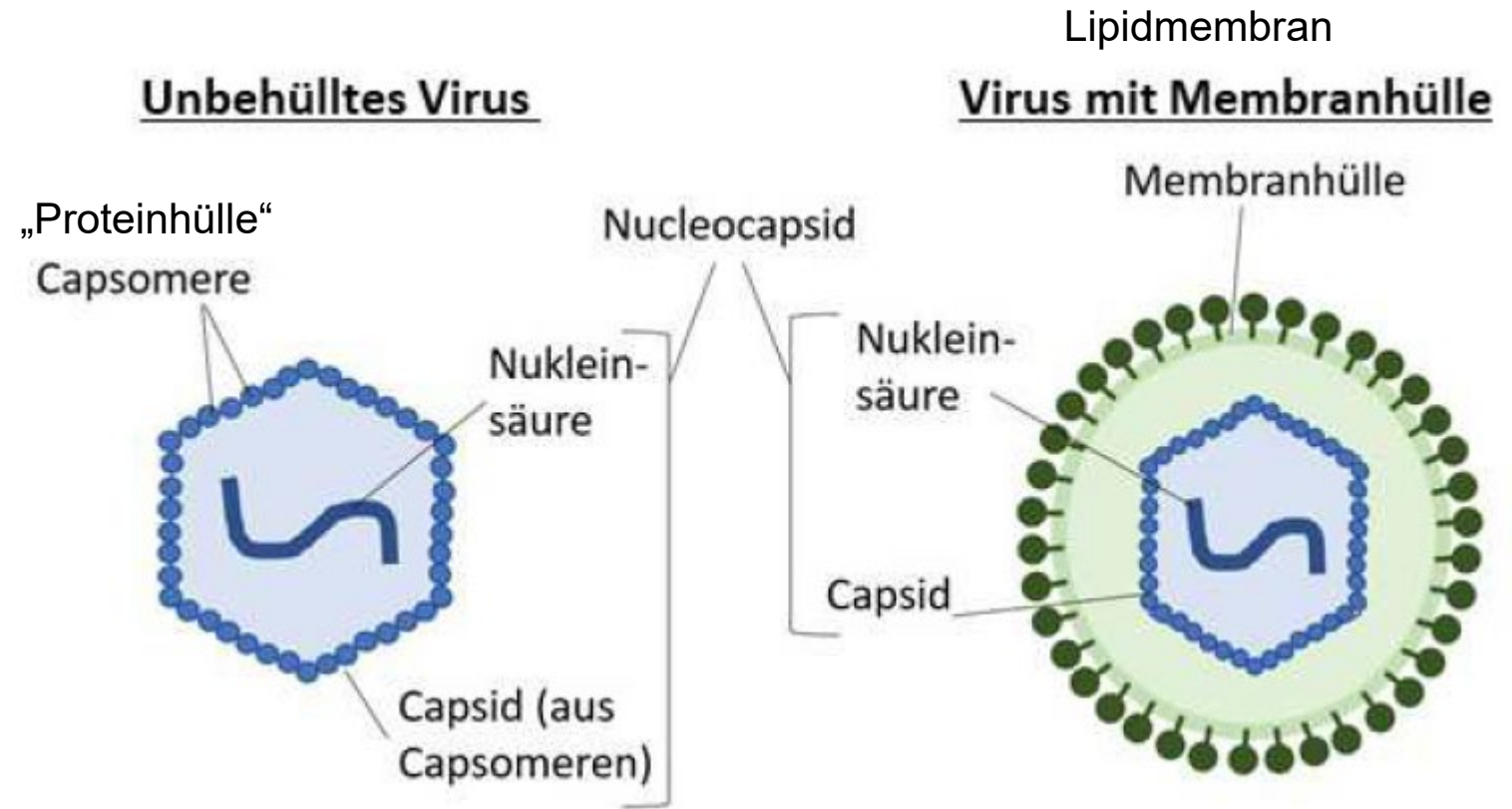
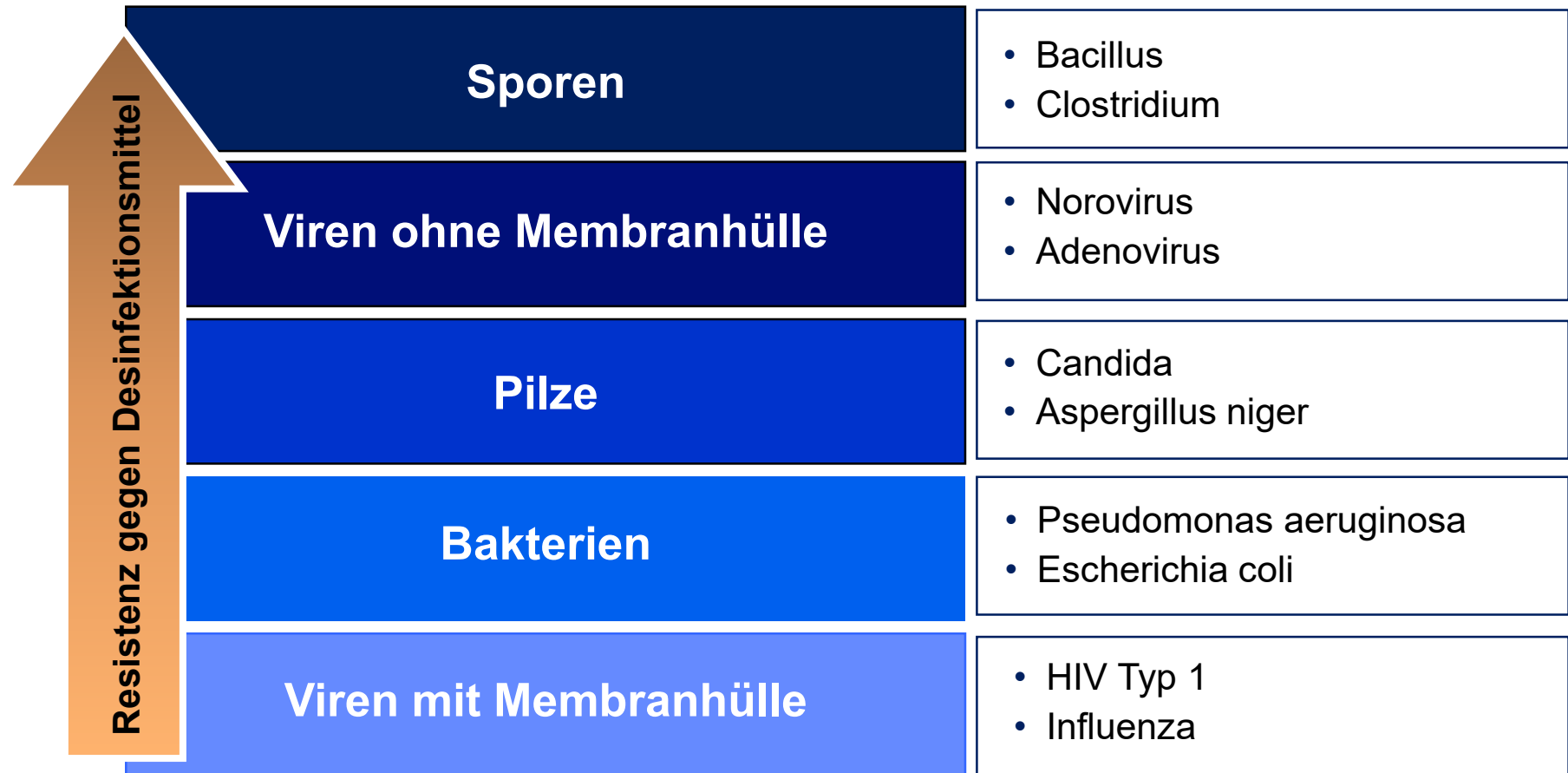


Bild: Wigginton K.R., Ye Y. und Ellenberg R.M. (2015) Emerging investigators series: The source and fate of pandemic viruses in the urban water cycle. Environmental science: Water research and technology, Jg. 1, Nr. 6, S. 735-746, 2015

Wasserversorgung

Resistenz gegen Desinfektionsmittel



Quelle: TZW
DVGW-Technologiezentrum
Karlsruhe

Wasserversorgung

Rückhalt und Desinfektion

Verfahren		Mikroorganismen einschließlich Krankheitserreger					
		einzeln, frei suspendiert			in Partikeln fäkalen Ursprungs		
		Bakterien	Viren	Parasiten	Bakterien	Viren	Parasiten
Filtration		+	+	+	+	+	+
Desinfektion	Chlor						
	Chlordioxid (ClO ₂)	+	+	-	-	-	-
	Ozon (O ₃)	+	+	(±)	-	-	-
	UV-Strahlen	+	+	+	-	-	-
	Thermisch >90°C	+	+	+	+	+	+
+ hohe Effektivität		- niedrige Effektivität			(±) Effektivität nicht abschließend untersucht		

Desinfektionsmittel muss unmittelbar auf Mikroorganismen einwirken.

Keine unmittelbare Wirkung möglich.

Quelle: Hofmann O., Hoyer O., Schoenen D. und Wricke B. (2004) Desinfektion. In: Wasseraufbereitung – Grundlagen und Verfahren. DVGW Lehr- und Handbuch der Wasserversorgung Bd. 6. ISBN 3-486-26365-X

Zusammenfassung

Gefährdung über den Wasserpfad

Mehrfach wurde ein Nachweis **infektiöser** Viren in **Stuhlproben** dokumentiert – im **Abwasser** wurden bislang **keine infektiösen** Viren nachgewiesen.

Im **Oberflächenwasser** wurden molekularbiologische Signale (mittels PCR) von SARS-CoV-2 gefunden, aber keine infektiösen Erreger detektiert. (Bislang nur sehr wenige Untersuchungen!)

Nach Angabe der WHO gibt es bisher keine Hinweise, dass das Coronavirus SARS-CoV-2 über den Wasserweg übertragen wird. Das Umweltbundesamt schätzt eine Verbreitung des Virus über das **Trinkwasser** als höchst unwahrscheinlich ein.

Nach aktuellem wissenschaftlichen Kenntnisstand kann eine Verbreitung des SARS-CoV-2 über die **Trinkwasserversorgung** ausgeschlossen werden.



Vielen Dank und bleiben Sie gesund!



Prof. Dr. Isabelle Franzen-Reuter
Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning

Stegerwaldstraße 39 fon +49 (0)2551.962-163
D-48565 Steinfurt fax +49 (0)2551.962-271

gruening@fh-muenster.de
www.fh-muenster.de