

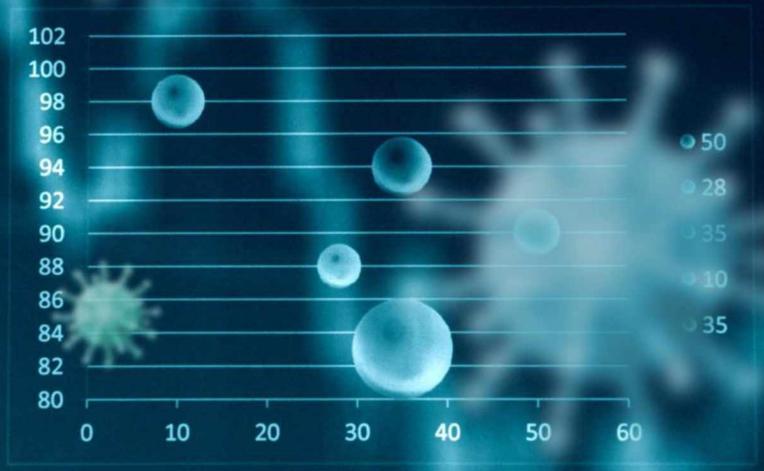
COVID-19 Entwicklung, Rheinland-Pfalz

Fraunhofer ITWM, 27.01.2023

Prof. Dr. Karl-Heinz Küfer
Dr. Raimund Wegener
Dr. Neele Leithäuser
Dr. Jan Mohring
Dr. Jaroslaw Wlazlo
Dr. Maximilian Pilz
Johanna Münch

Agenda

1. **Abwassernormierung – UBA und ITWM**
 2. **Abwasserdatenanalyse international**
 3. **Abwasserdatenanalyse Rheinland-Pfalz**
 4. **Prognose der Hospitalisierung aus Abwasserdaten**
 5. **Entnahme-Techniken und deren Auswirkung**
- Zusammenfassung**



COVID-19 Entwicklung

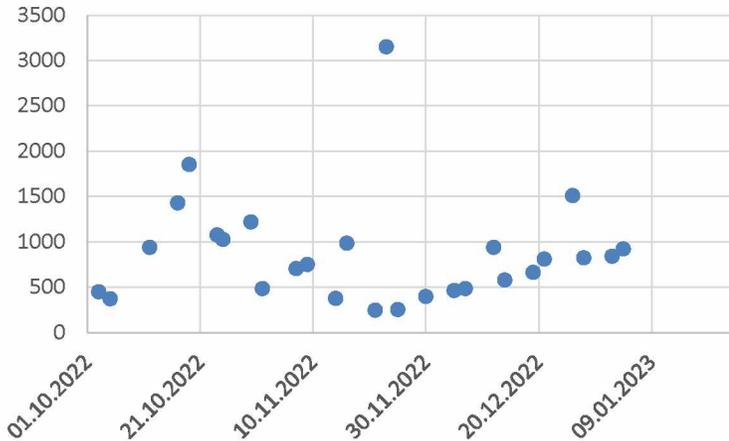
Abwassernormierung – UBA vs. ITWM



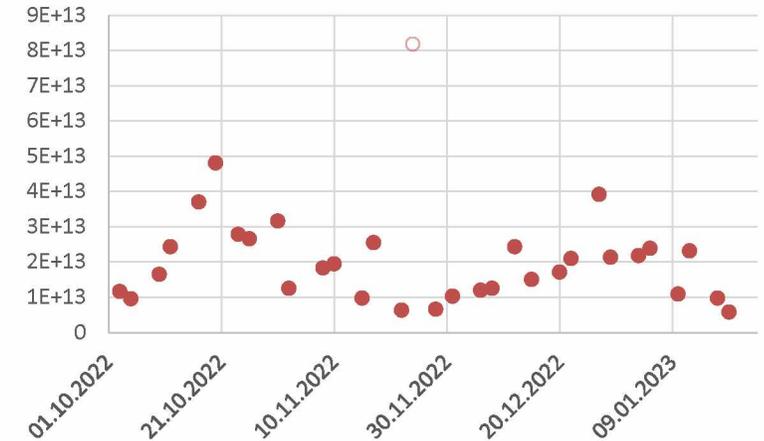
Abwassernormierung – UBA und ITWM

Beispiel Kaiserslautern

Viruslast (UBA Normierung)

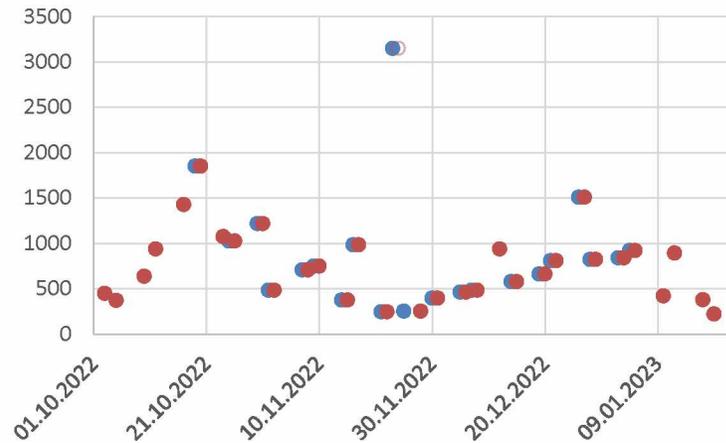


Viruslast (ITWM-Durchfluss-Normierung)



Konstanter
Umrechnungsfaktor
(Trockenwetterdurchfluss)

Vergleich der Normierungen

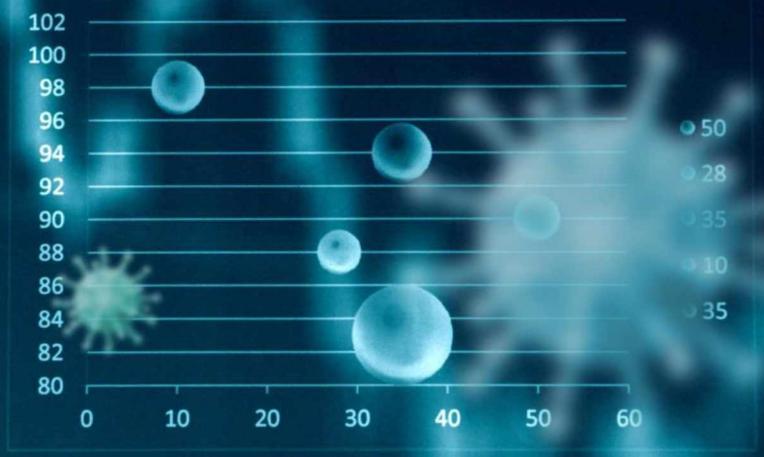


Gemeinsamkeiten:

- Exakt gleiche Werte (bzw. konstanter Umrechnungsfaktor)

Unterschiede:

- Zeitlich teilweise verschoben (unklar warum)
- Verfügbarkeit der Daten
- Ausreißer-Behandlung
- ITWM: zusätzlich PMMoV-Normierung



COVID-19 Entwicklung

Abwasseranalysen international



Abwasseranalyse Corona und andere Erreger

Internationaler Vergleich

Beispiele

- USA (diverse)
- Niederlande
- Frankreich
- Schweiz
- Neuseeland
- Weitere internationale Beispiele sind unter anderem über [COVIDPoops19](#) aufzufinden.



Abwasseranalyse Corona

Niederlande

Niederlande

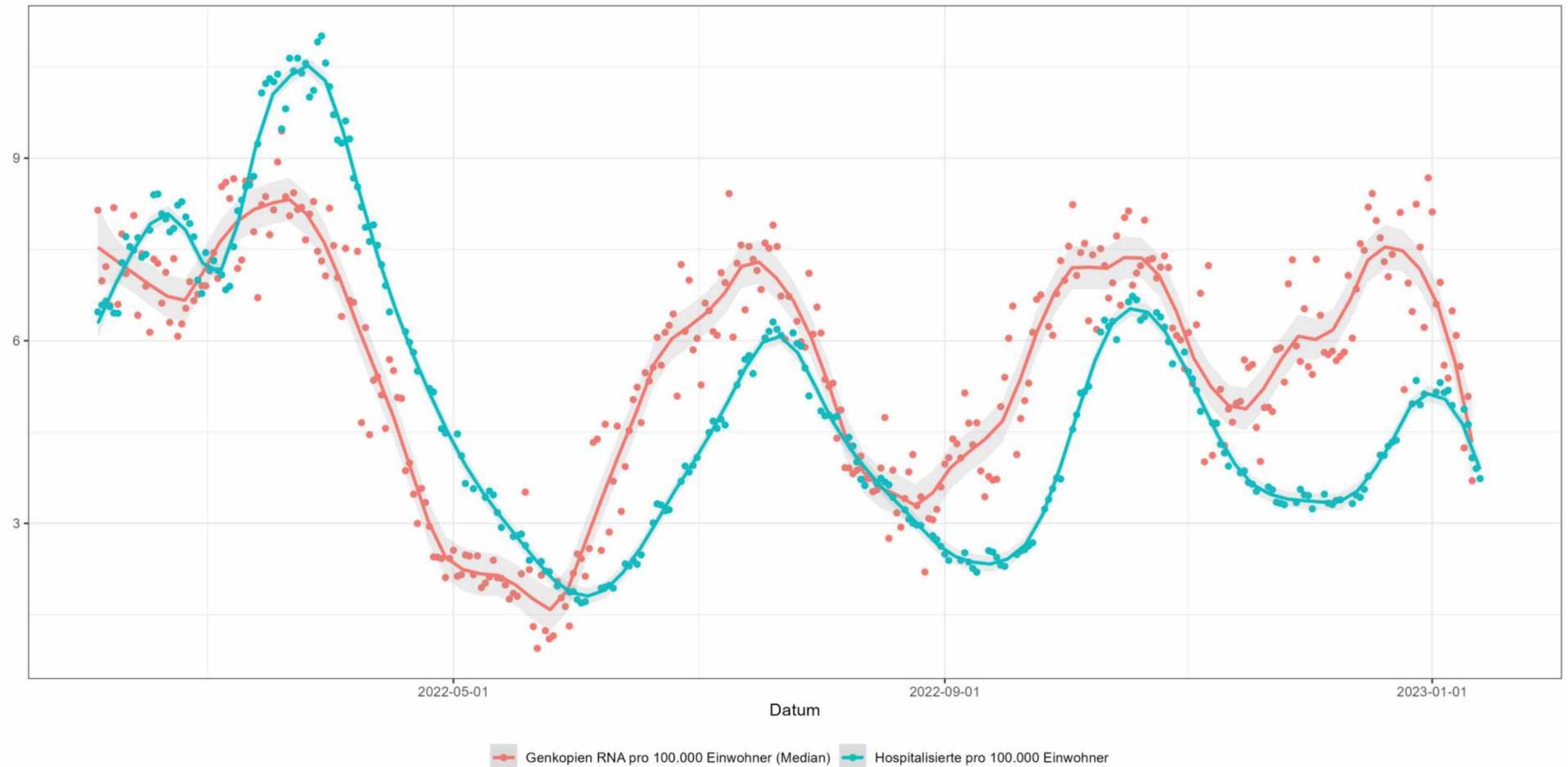
- Proben werden seit März 2020 (im Median seit Sept. 2020) alle 2-3 Tage entnommen.
- Hier wird sich auf Proben seit Anfang 2022 konzentriert zur Abbildung der Omikron-Variante.
- Vergleich von 317 Kläranlagen
- Messdaten sind online verfügbar
- URL: <https://coronadashboard.government.nl/landelijk/rioolwater>

Abwasseranalyse Corona

Niederlande

Niederlande: Vergleich Abwasserdaten und Hospitalisierungen

- Einwohnergewichteter Median von Abwasserdaten und Hospitalisierungen zeigt starke Zusammenhänge.

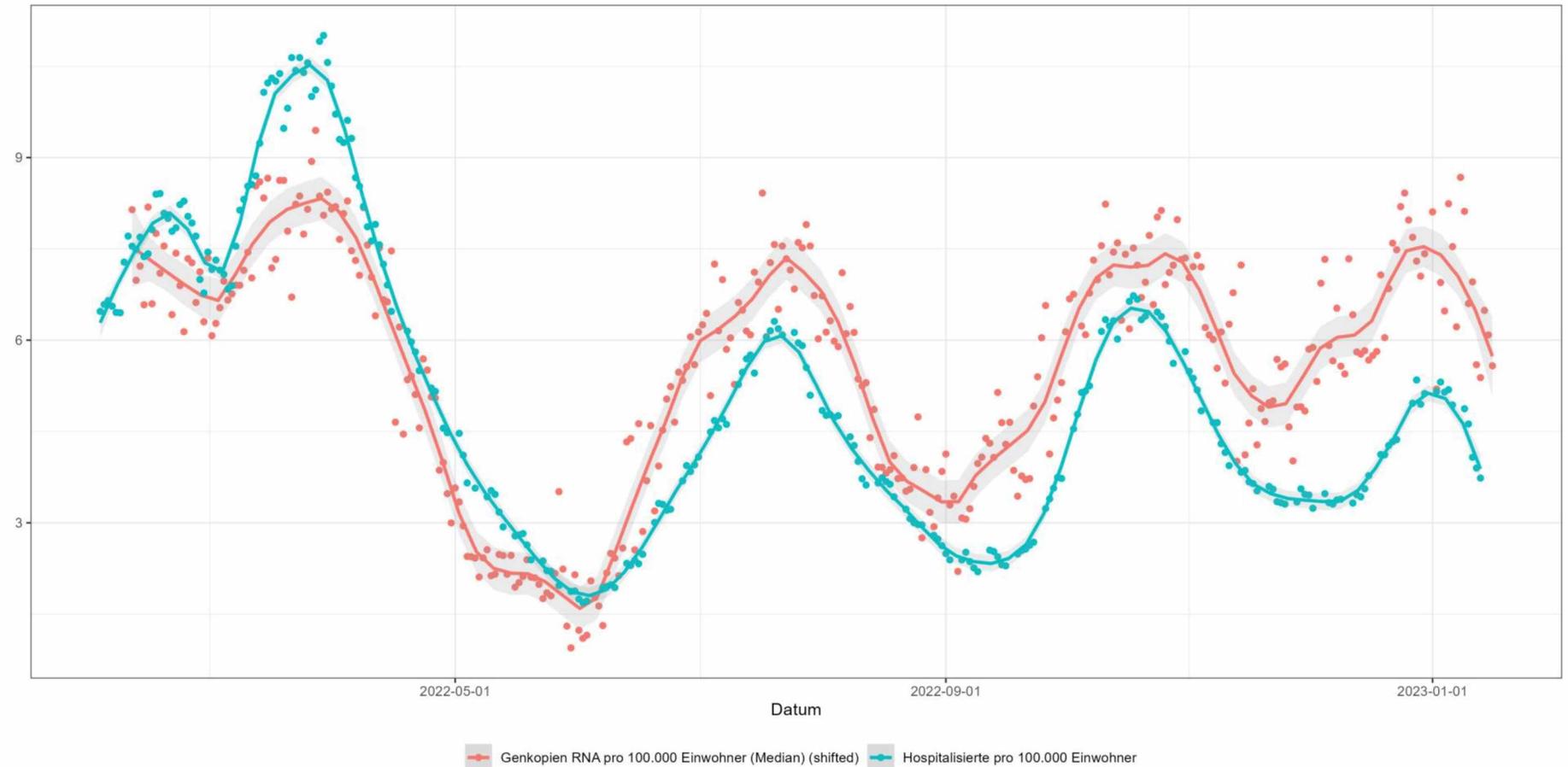


Abwasseranalyse Corona

Niederlande

Niederlande: Vergleich Abwasserdaten und Hospitalisierungen

- Wir beobachten einen **Zeitversatz von etwa einer Woche**.
- Die rote Kurve zeigt die um **eine Woche verschobenen** Abwasserdaten.



Abwasseranalyse Corona

Schweiz

Schweiz

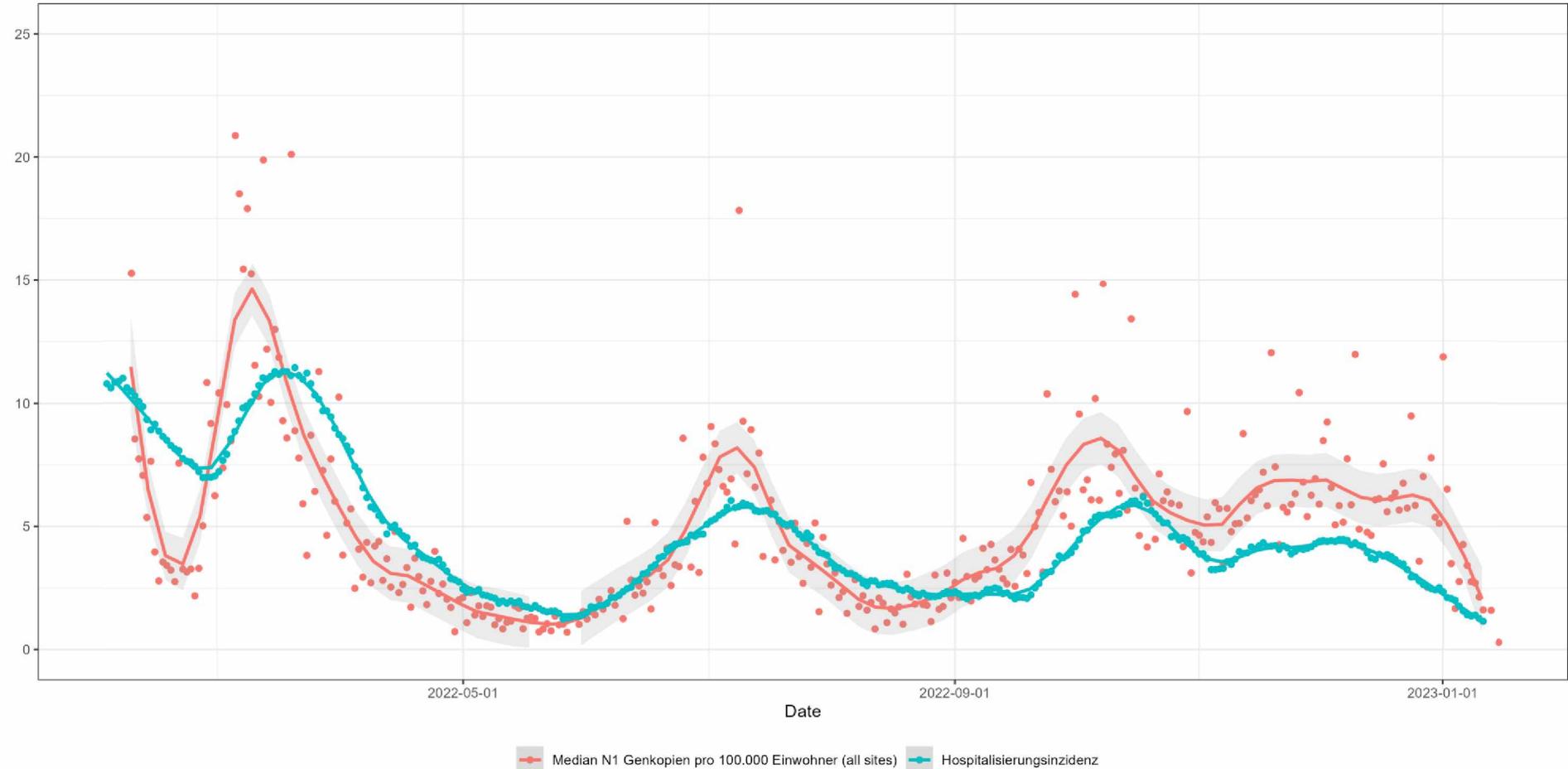
- Proben werden seit Januar 2022 (einzelne Standorte bereits seit 2020) alle 1-2 Tage entnommen
- Hier wird sich auf Proben seit Anfang 2022 konzentriert zur Abbildung der Omikron-Variante.
- Vergleich von 102 aktiven Kläranlagen
- Messdaten sind online verfügbar
- URL: <https://www.covid19.admin.ch/de/epidemiologic/waste-water>

Abwasseranalyse Corona

Schweiz

Schweiz: Vergleich Abwasserdaten und Hospitalisierungen

- Einwohnergewichteter Median von Abwasserdaten und Hospitalisierungen zeigt starke Zusammenhänge.

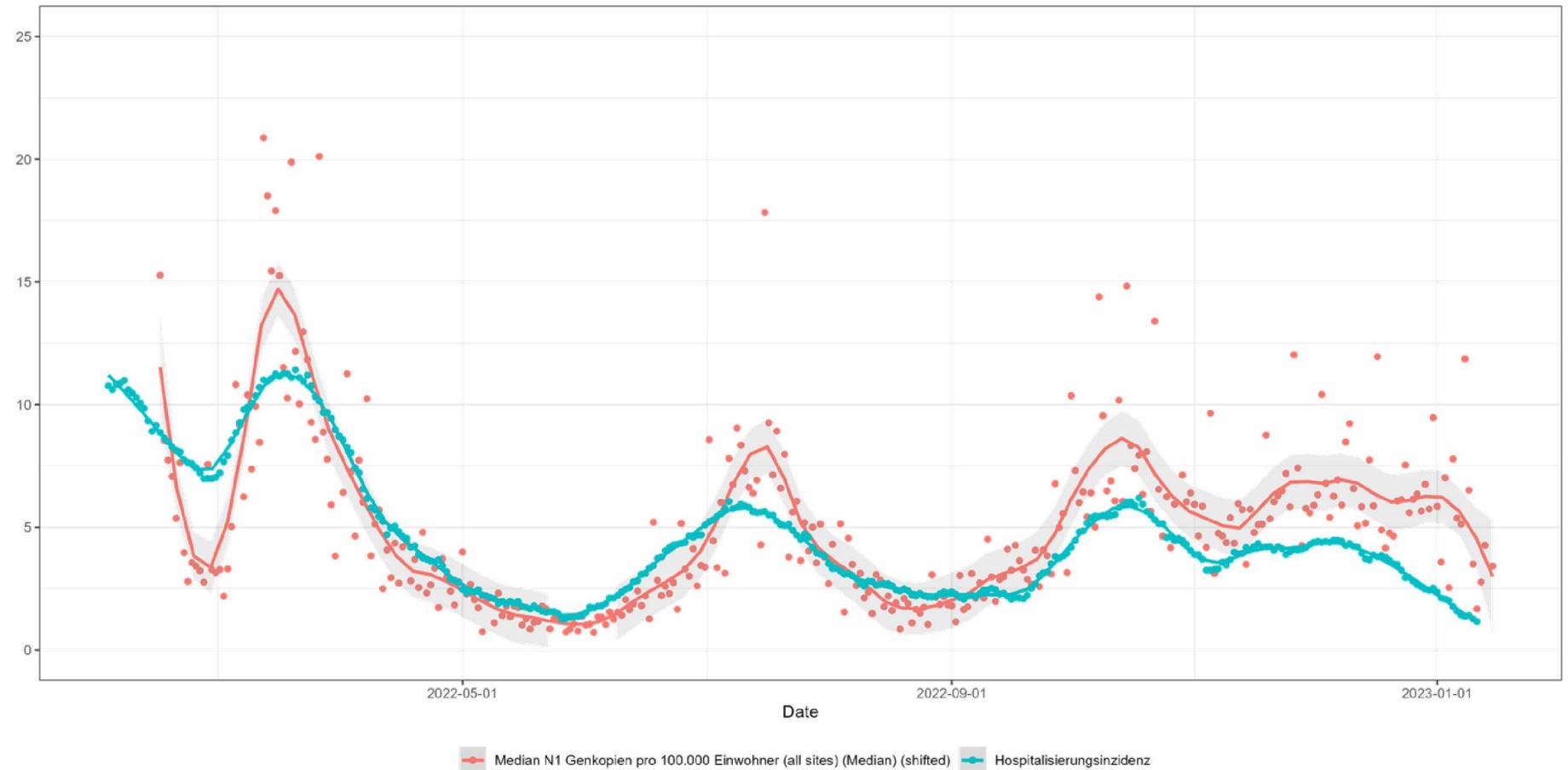


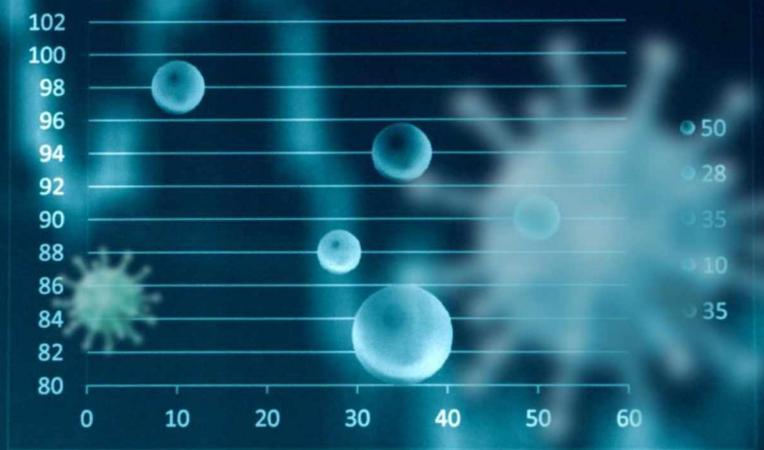
Abwasseranalyse Corona

Schweiz

Schweiz: Vergleich Abwasserdaten und Hospitalisierungen

- Wir beobachten einen **Zeitversatz von etwa einer Woche**.
- Die rote Kurve zeigt die um **eine Woche verschobenen** Abwasserdaten.





COVID-19 Entwicklung

Abwasseranalysen Rheinland-Pfalz



Abwasseranalyse Corona

Rheinland-Pfalz

Rheinland-Pfalz

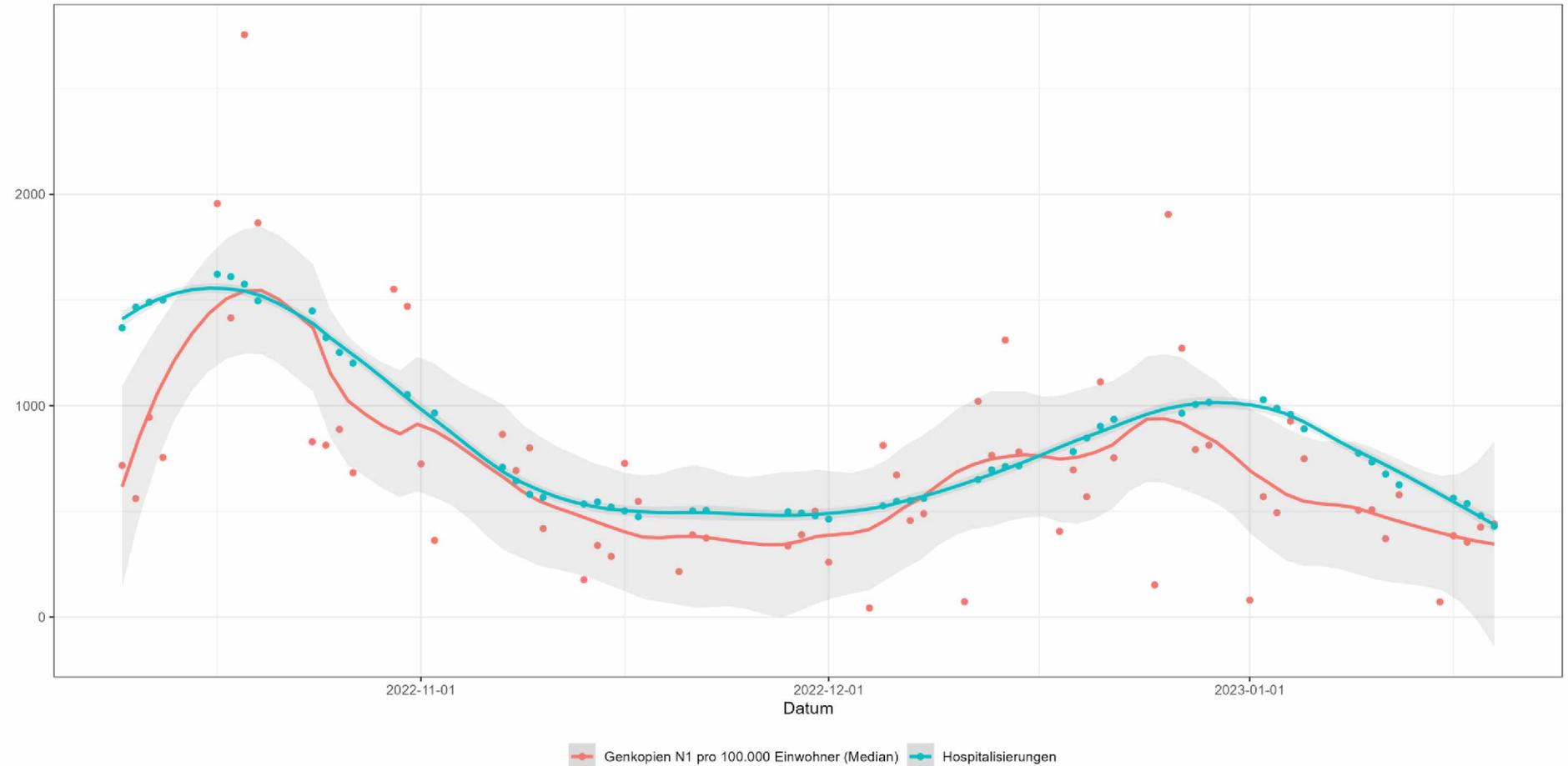
- Dieselben Analysen wurden für Rheinland-Pfalz durchgeführt.
- Ein zeitlicher Vorsprung zeigt sich hier noch nicht.
- Allerdings ist eine Korrelation vorhanden.
- Der Beobachtungszeitraum ist deutlich kürzer als in den Niederlanden und der Schweiz.
- Die Datenqualität könnte durch einheitliche Messung noch verbessert werden.

Abwasseranalyse Corona

Rheinland-Pfalz

RLP: Vergleich Abwasserdaten und Hospitalisierungen

- Einwohnergewichteter Median von Abwasserdaten und Hospitalisierungen zeigt starke Zusammenhänge.



Abwasseranalyse Corona

Rheinland-Pfalz

Modellbasierte Prognose der Hospitalisierungen

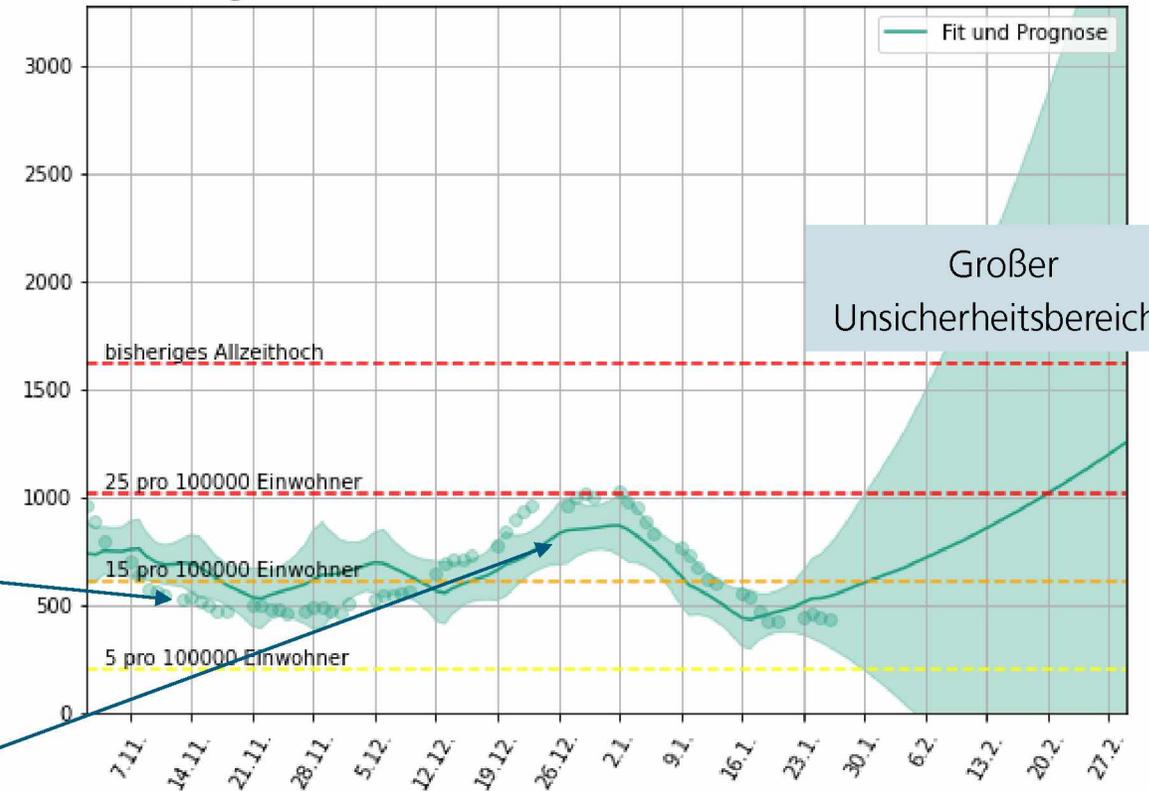
Methode

1. Mathematisches Modell fitten, um Zusammenhang zwischen Abwasserdaten und Hospitalisierungsdaten zu erkennen
 - Basierend auf Infektionsmodell
2. Berechnung und Prognose der Hospitalisierungen auf Basis der Abwasserdaten

Punkte: **Gemessene**
Hospitalisierungen (Engel-Daten)

Linie: **Berechnete** Hospitalisierungen
(auf Basis von Abwasserdaten)

Prognose der Krankenhausbetten in Rheinland-Pfalz vom 25.01.2023



Abwasseranalyse: Heatmap (PMMoV-normiert)

Entwicklung des Anteils der Genkopien pro PMMoV * 100.000



- Aktuell keine alarmierende Virenlast im Abwasser

Abwasseranalyse: Heatmap (PMMoV-normiert)

Relative Entwicklung im Vergleich zur vorherigen Probe (Anteil der Genkopien pro PMMoV * 100.000)

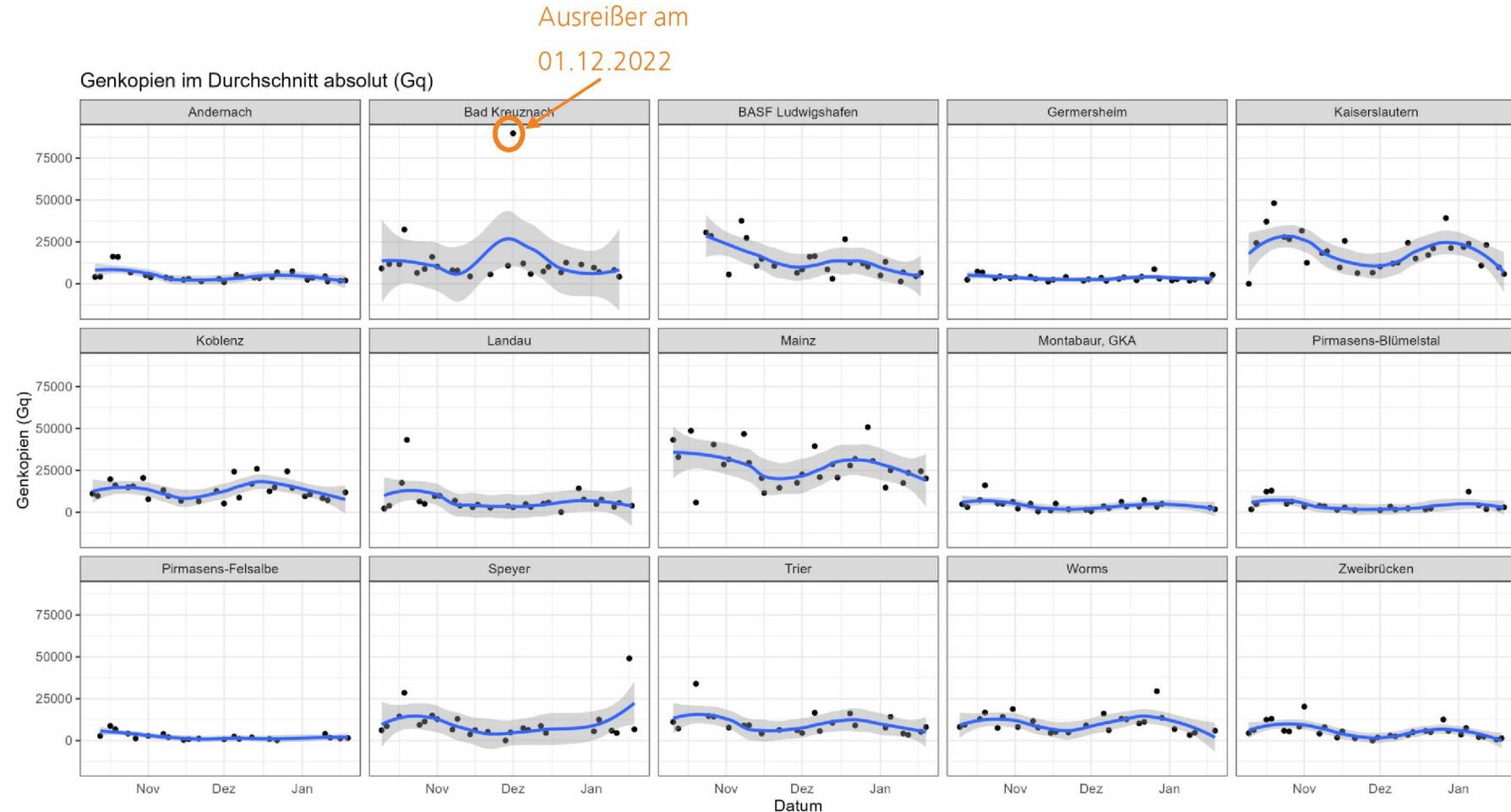


- Aktuell keine alarmierende Virenlast im Abwasser

Virenlast mit Durchfluss-Normierung

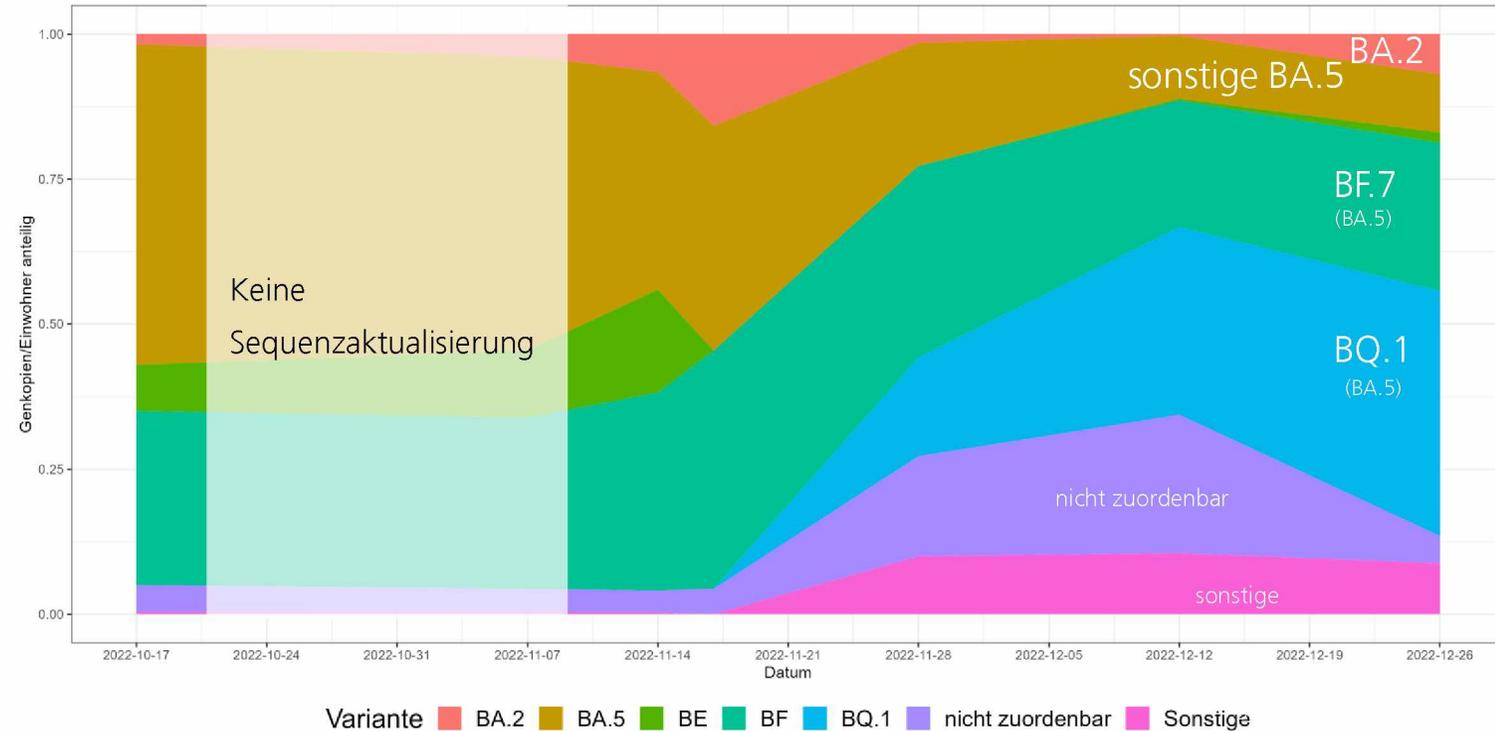
Hintergrund

- Die absolute N1-/N2-Virenlast wird mithilfe der Durchflussmenge hochgerechnet
- Annahme
 - Je größer die Durchflussmenge, desto geringer ist die Virenlast pro ml (Verwässerung)
- Nachteil
 - Durchflussmenge steht nicht in jedem Probenbegleitschein zur Verfügung
 - ca. 7% der Proben sind unbrauchbar
- Vorteil
 - Trendentwicklungen erscheinen „stabiler“



Abwasseranalyse: Varianten

- Stand: KW 52 2022
- Zur besseren Analyse des Variantenwachstums haben wir die etwa 150 unterschiedlichen Varianten nach ihren Abstammungslinien aggregiert
- Die Anteile sind (im Gegensatz zur Darstellung der IQM-Plattform) nach angeschlossenen Einwohnern gewichtet
- BQ.1 (inklusive BQ1.1) wächst weiterhin deutlich
- XBB1.5 ist in der vorletzten Probe (KW50) nur in Koblenz nachweisbar (ca. 1.36%), in der aktuellen (KW52) nur in Mainz (ca. 2%)



Studien zu Abwassertests

Referenzen

Duvallet et al. 2022:

<https://doi.org/10.1021/acsestwater.1c00434>

Klapsa et al. 2022:

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)01804-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01804-9)

Langeveld et al., 2022:

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161196>

Maal-Bared et al. 2022:

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158964>

McCall et al., 2020:

<https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116160>

McClary-Guiterrez et al. 2021,

<https://doi.org/10.1039/D1EW00235J>

Mercier et al. 2022:

<https://doi.org/10.1038/s41598-022-20076-z>

Olesen et al, 2021:

<https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117433>

Wolfe et al. 2022:

<https://doi.org/10.1021/acs.estlett.2c00350>

Xagorarakis and O'Brien, 2019:

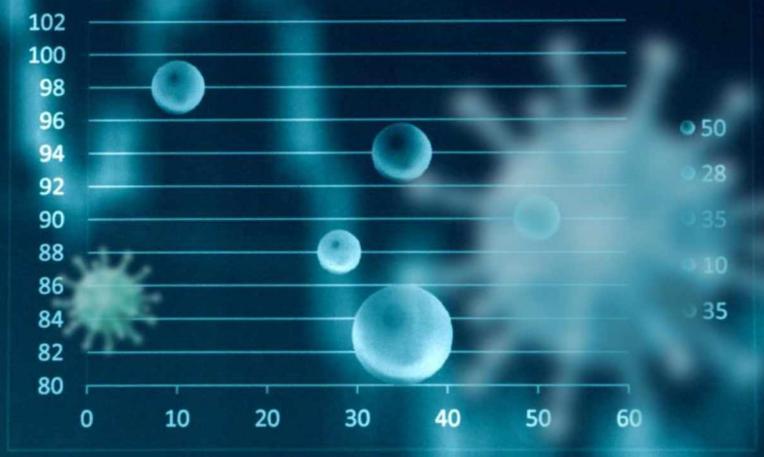
https://doi.org/10.1007%2F978-3-030-17819-2_5

Xiao et al. 2022:

<https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118070>

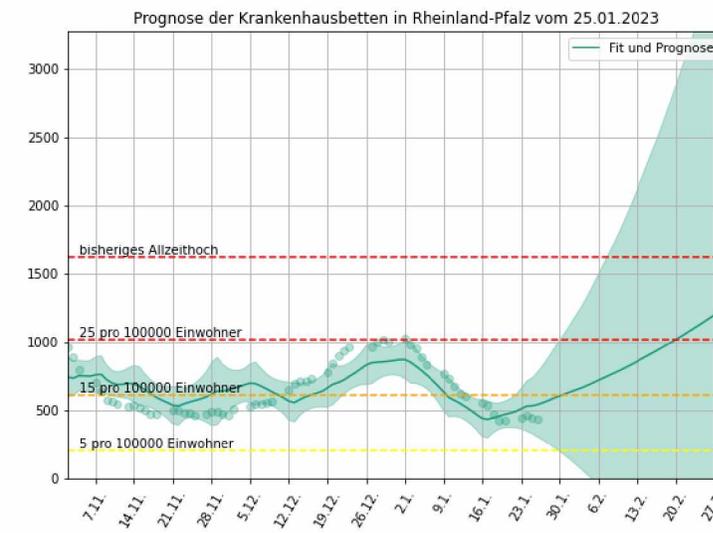
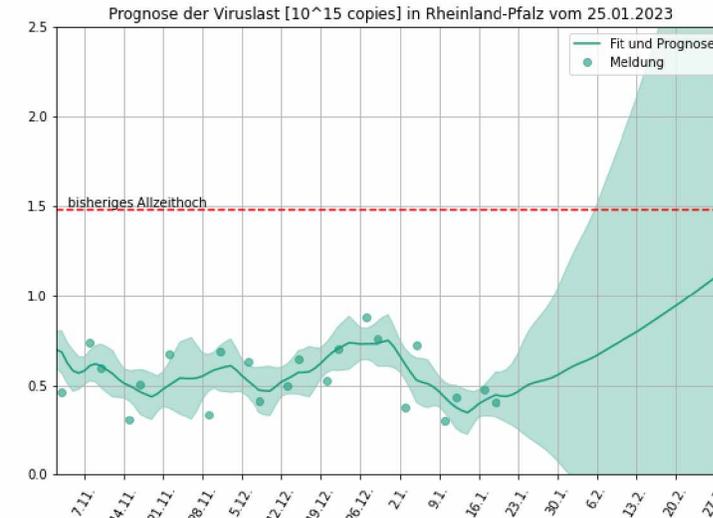
COVID-19 Entwicklung

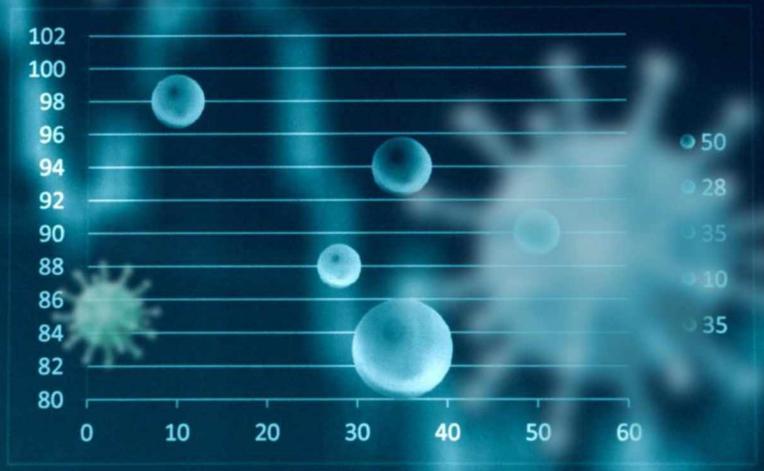
Prognose der Hospitalisierung aus Abwasserdaten



Prognose der Hospitalisierung aus Abwassermessungen

- ITWM hat Nachweis erbracht, dass sich Hospitalisierung aus Abwasserdaten vorhersagen lässt
- Wichtig ist die richtige Normierung und Aggregation der Messungen einzelner Kläranlagen:
$$G = \frac{P}{\sum_i p_i} \sum_i \frac{V_i}{v_i} g_i$$
- In RLP liegt Zeitvorsprung von Abwasserdaten gegenüber der Krankenhausbelegung eher unter 1 Woche
- Aber Kopplung der Abwasserdaten mit Corona-Modell des ITWM erlaubt
 - Erkennung der Tendenz hinter schwankenden Einzelmessungen
 - Prognose der Hospitalisierung in nächsten 1-2 Wochen
- Verzicht auf zentrale Covid-Erfassung in den Kliniken scheint möglich
 - so lange Virus nicht wesentlich mutiert (Ausscheidungsrate, Gefährlichkeit)
- Genauere Vorhersagen erfordern geringeres Messrauschen
 - durch einheitlich volumenbezogene Probenahme





COVID-19 Entwicklung

Entnahme-Techniken und deren Auswirkung



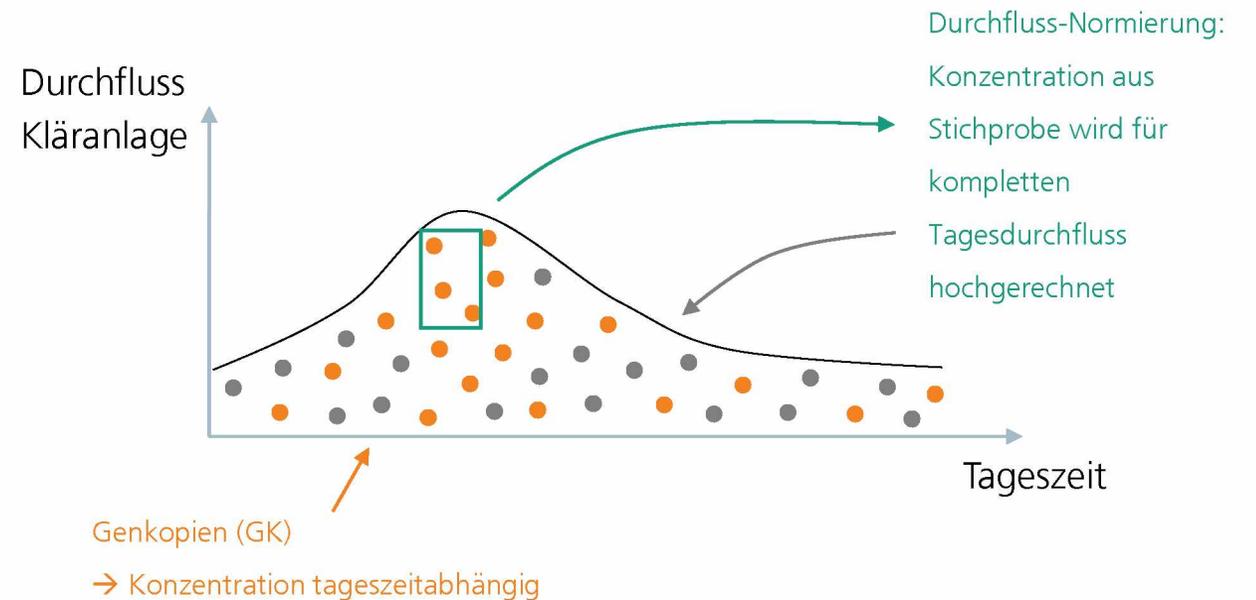
Probennahme

Mögliche Probenahmetechniken (siehe technischer Leitfaden)

Schöpfprobe

- Mind. 5 Schöpfvorgänge mit Eimer, Schöpfer o.ä.
- Mind. 500ml pro Vorgang, Zielvolumen 3-5 Liter
- Empfehlung: 5 Entnahmen im zeitlichen Abstand von 2 Minuten
- Zeitpunkt: während erwartetem Peak der Morgentoilette

Beispiel Schöpfprobe



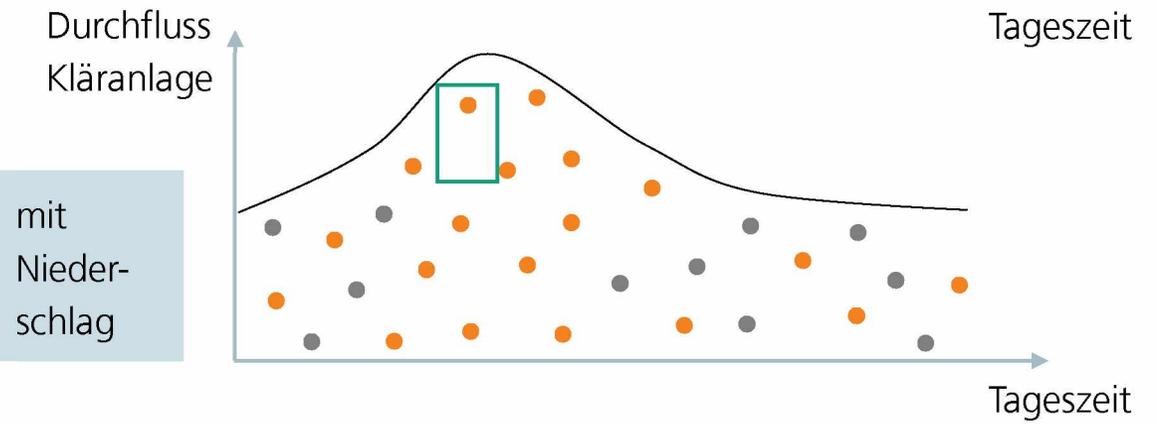
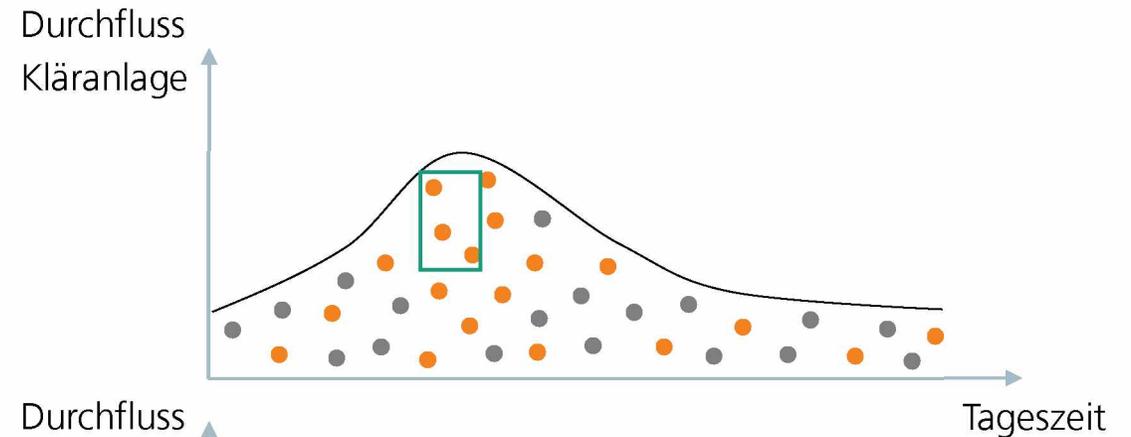
Probennahme

Mögliche Probenahmetechniken (siehe technischer Leitfaden)

Schöpfprobe

- Mind. 5 Schöpfvorgänge mit Eimer, Schöpfer o.ä.
- Mind. 500ml pro Vorgang, Zielvolumen 3-5 Liter
- Empfehlung: 5 Entnahmen im zeitlichen Abstand von 2 Minuten
- Zeitpunkt: während erwartetem Peak der Morgentoilette

Beispiel Schöpfprobe



Probennahme

Mögliche Probenahmetechniken (siehe technischer Leitfaden)

Schöpfprobe

- Mind. 5 Schöpfvorgänge n
- Mind. 500ml pro Vorgang,
- Empfehlung: 5 Entnahmen
- Minuten
- Zeitpunkt: während erwart

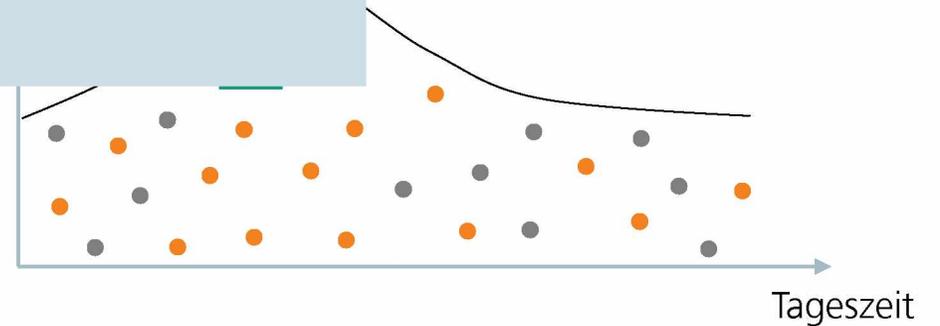
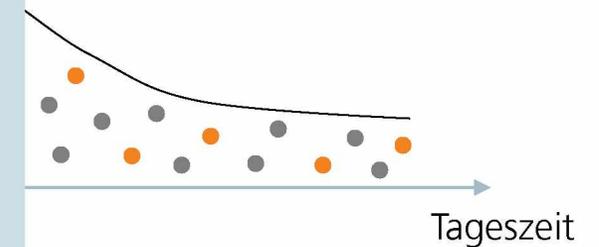
Fazit

- Die Konzentration der Stichprobe ist **nicht repräsentativ** für den gesamten Tag
- Niederschlag kann das Ergebnis deutlich **verfälschen**
- **Gute Nachricht:** Keine Kläranlage entnimmt mit Schöpfprobe

Beispiel Schöpfprobe

Durchfluss
Kläranlage ↑

mit
Nieder-
schlag



Probennahme

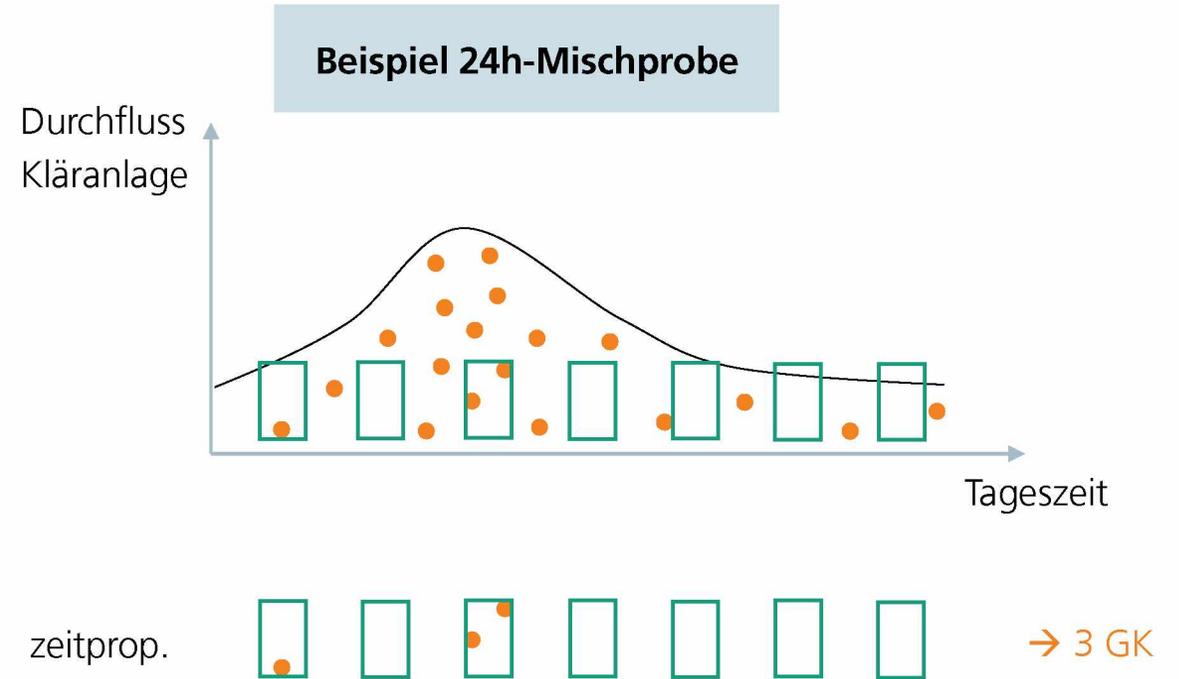
Mögliche Probenahmetechniken (siehe technischer Leitfaden)

Schöpfprobe

- Mind. 5 Schöpfvorgänge mit Eimer, Schöpfer o.ä.
- Mind. 500ml pro Vorgang, Zielvolumen 3-5 Liter
- Empfehlung: 5 Entnahmen im zeitlichen Abstand von 2 Minuten
- Zeitpunkt: während erwartetem Peak der Morgentoilette

24h-Mischprobe

- Entnahme mehrerer Einzelproben über 24h verteilt
- Kühlung vorausgesetzt
- Entnahme kann **zeitproportional** oder **volumenproportional** erfolgen
- Zielvolumen: mind. 3-5 Liter



Probennahme

Mögliche Probenahmetechniken (siehe technischer Leitfaden)

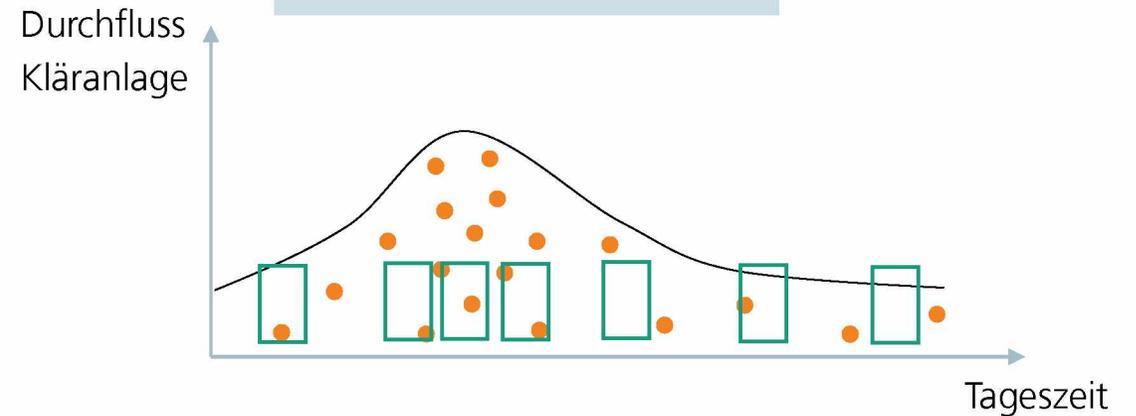
Schöpfprobe

- Mind. 5 Schöpfvorgänge mit Eimer, Schöpfer o.ä.
- Mind. 500ml pro Vorgang, Zielvolumen 3-5 Liter
- Empfehlung: 5 Entnahmen im zeitlichen Abstand von 2 Minuten
- Zeitpunkt: während erwartetem Peak der Morgentoilette

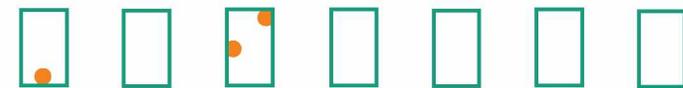
24h-Mischprobe

- Entnahme mehrerer Einzelproben über 24h verteilt
- Kühlung vorausgesetzt
- Entnahme kann **zeitproportional** oder **volumenproportional** erfolgen
- Zielvolumen: mind. 3-5 Liter

Beispiel 24h-Mischprobe



zeitprop.



→ 3 GK

volumenprop.



→ 7 GK

Probennahme

Mögliche Probenahmetechniken (siehe technischer Leitfaden)

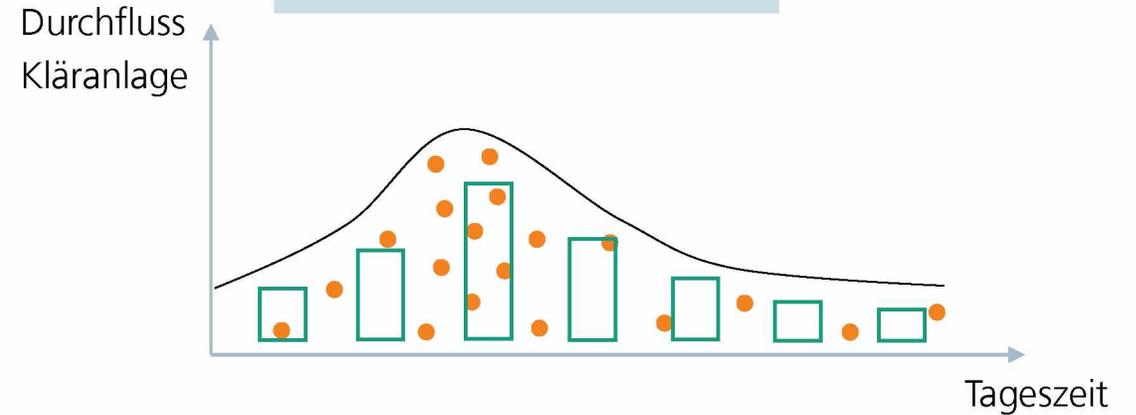
Schöpfprobe

- Mind. 5 Schöpfvorgänge mit Eimer, Schöpfer o.ä.
- Mind. 500ml pro Vorgang, Zielvolumen 3-5 Liter
- Empfehlung: 5 Entnahmen im zeitlichen Abstand von 2 Minuten
- Zeitpunkt: während erwartetem Peak der Morgentoilette

24h-Mischprobe

- Entnahme mehrerer Einzelproben über 24h verteilt
- Kühlung vorausgesetzt
- Entnahme kann **zeitproportional** oder **volumenproportional** erfolgen
- Zielvolumen: mind. 3-5 Liter

Beispiel 24h-Mischprobe



zeitprop.



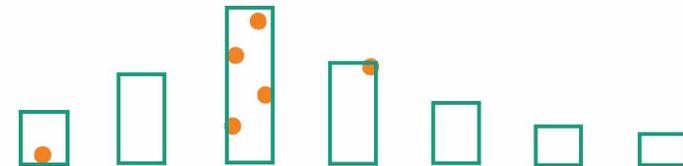
→ 3 GK

volumenprop.



→ 7 GK

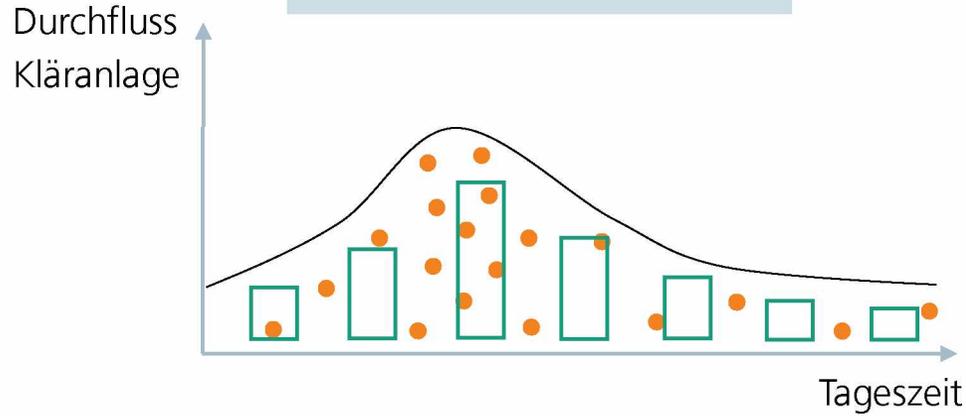
durchflussprop.



→ 6 GK

Probennahme

Beispiel 24h-Mischprobe



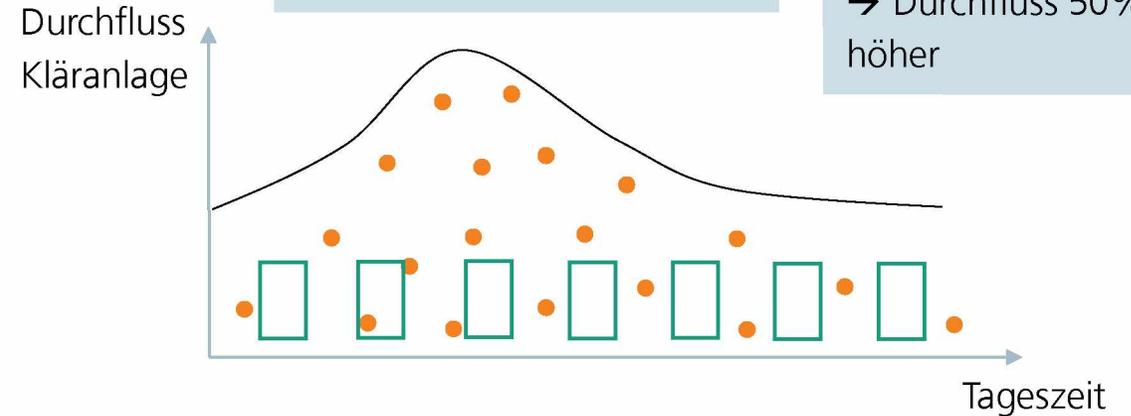
zeitprop. → 3 GK

volumenprop. → 7 GK

durchflussprop. → 6 GK

Beispiel 24h-Mischprobe

Mit Niederschlag
→ Durchfluss 50%
höher



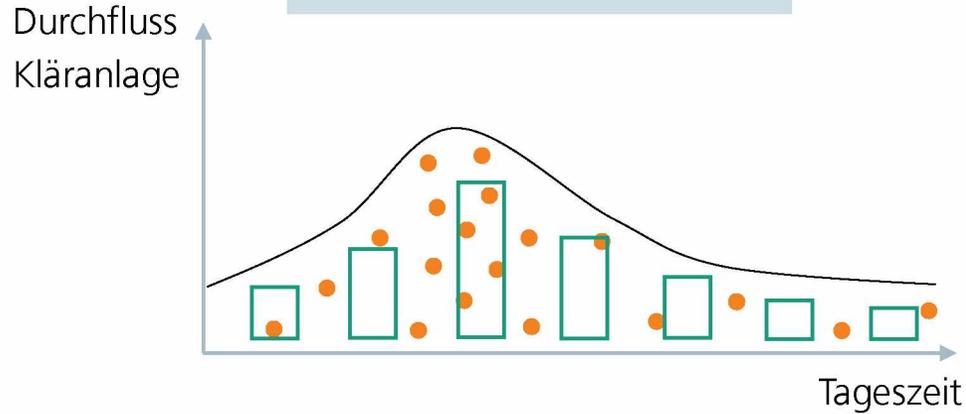
zeitprop. → 1 GK
norm. 1,5 GK

volumenprop.

durchflussprop.

Probennahme

Beispiel 24h-Mischprobe



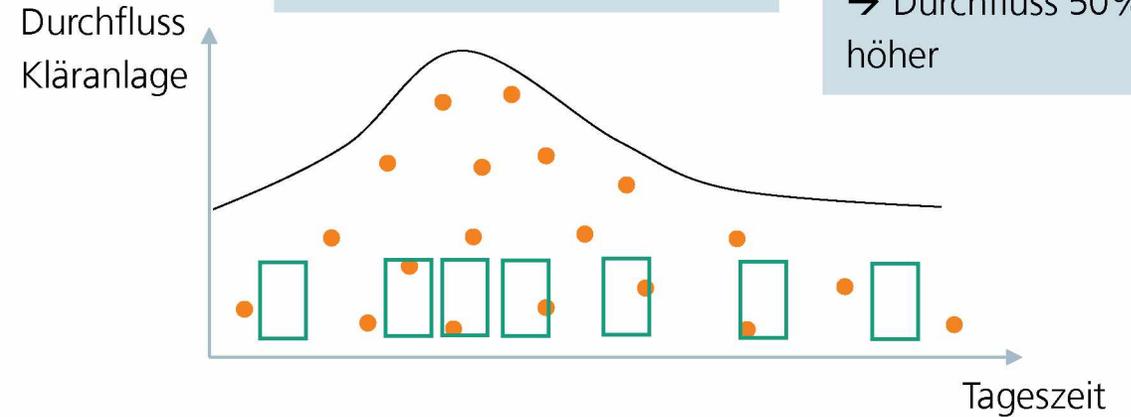
zeitprop. → 3 GK

volumenprop. → 7 GK

durchflussprop. → 6 GK

Beispiel 24h-Mischprobe

Mit Niederschlag
→ Durchfluss 50%
höher



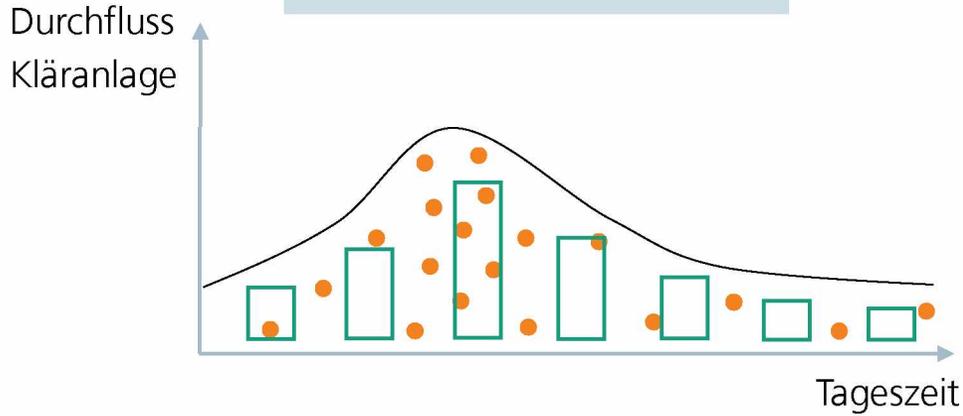
zeitprop. → 1 GK
norm. 1,5 GK

volumenprop. → 5 GK
norm. 7,5 GK

durchflussprop.

Probennahme

Beispiel 24h-Mischprobe



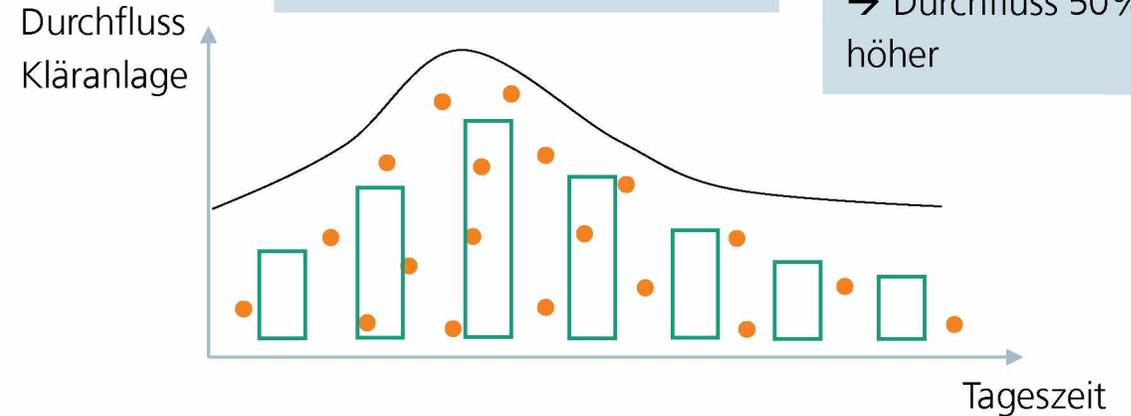
zeitprop. → 3 GK

volumenprop. → 7 GK

durchflussprop. → 6 GK

Beispiel 24h-Mischprobe

Mit Niederschlag
→ Durchfluss 50%
höher

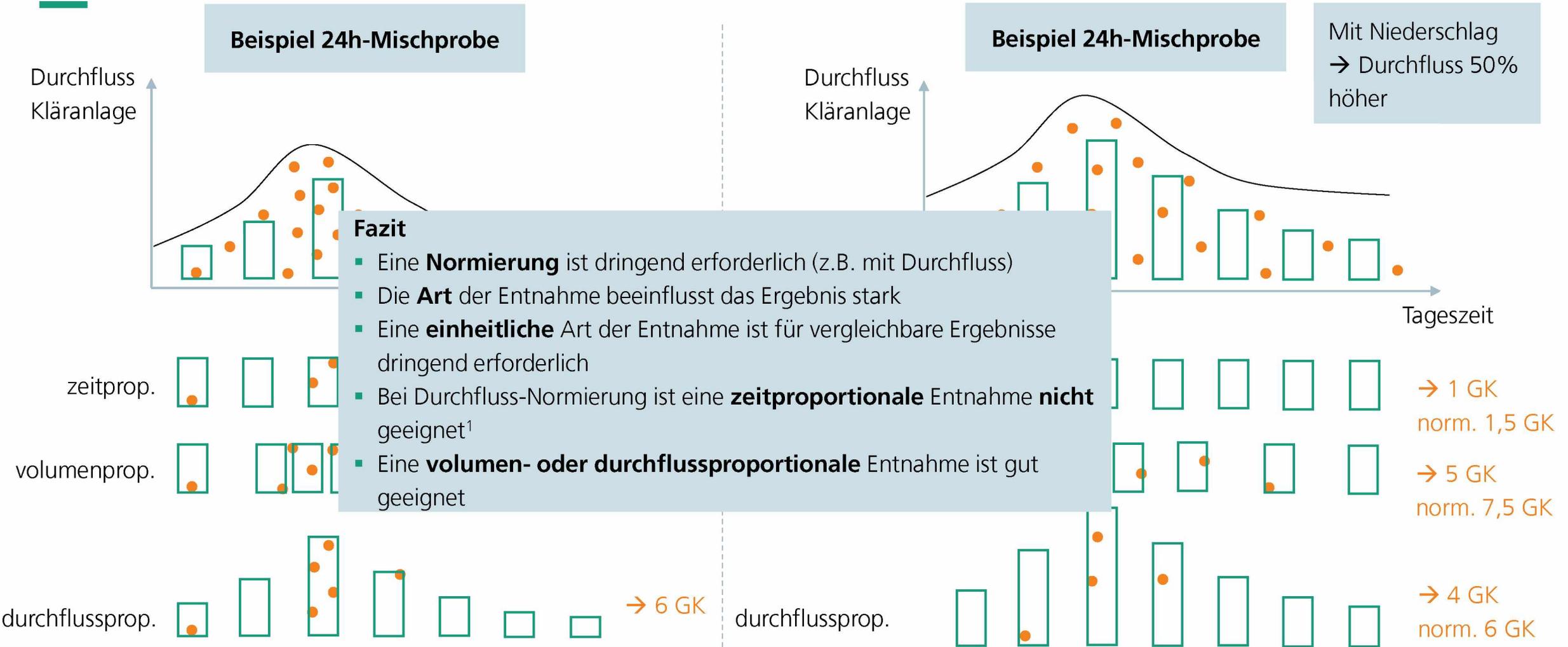


zeitprop. → 1 GK
norm. 1,5 GK

volumenprop. → 5 GK
norm. 7,5 GK

durchflussprop. → 4 GK
norm. 6 GK

Probennahme



¹: <https://vorarlberg.at/documents/302033/472548/Abwasser%C3%BCberwachung+-+Probenahme+bei+Indirekteinleitern.pdf/1e021a99-e083-5b89-0e0f-dd8828c648ab>

Zusammenfassung

- Die Prognosen auf Basis der klinischen Meldedaten sind derzeit harmlos, aber auch nicht sehr belastbar.
- Die Hospitalisierungszahlen fallen nicht mehr, sondern können wieder langsam beginnen zu steigen
- Die Virenlast im Abwasser ist weiterhin gering, jedoch teilweise mit steigender Tendenz.

- Im internationalen Vergleich zeigt sich, dass Abwasseranalysen die Infektionsstärke verschiedener Erreger eindeutig nachbilden.
- In den Niederlanden und der Schweiz zeigt sich ein zeitlicher Vorsprung der Genkopien im Abwasser zu den Hospitalisierungen (belegte Betten) um eine Woche.

- In RLP ist ein deutlicher Zusammenhang zwischen Hospitalisierungen und Genkopien im Abwasser erkennbar.
- Erste Modelle zur Abschätzung der Hospitalisierten auf Basis von Abwasserdaten wurden erfolgreich gefittet.
 - Der Wert der Abwasseranalyse steigt insbesondere dann, falls langfristig andere Datenquellen (z.B. Erfassung von Hospitalisierten mit COVID) wegfällt
- Eine Vereinheitlichung der Art der Probennahme ist wünschenswert.

- Es liegen aus RLP bisher noch keine Variantendaten aus 2023 vor. Laut RKI-Wochenbericht steigt der Anteil an XBB.1.5 deutlich. Es ist allerdings möglich, dass sich die rasante Verbreitung von XBB1.5 in den USA in Deutschland nicht wiederholen wird.

- **Nächste Schritte:**
 - Eine einheitliche Messmethode in Rheinland-Pfalz könnte sinnvoll sein.
 - Expertengespräche sind geplant und werden weiter forciert.

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit
