

Die Messung der Corona Pandemie  
in Deutschland  
Ein Epilog aus Statistischer Sicht

Ulrich Rendtel (FU Berlin)

18. Oktober 2022  
Kolloquium Statistische Methoden in der empirischen  
Forschung

- "Infodemie" (Uno Generalsekretär Guterres)
- "Daten-Blindflug" (Sogar Gesundheitsminister Lauterbach und viele andere)
- "Herumstochern im Datennebel" (Vorstand Dt. Stat. Gesellschaft)
- ⋮

Statistik als Wissenschaft der Datenerhebung und Analyse von Daten:

**Haben die Statistiker in der Corona Pandemie versagt?**

# Die Messung der Pandemie über Neuinfektionen (Inzidenzen)

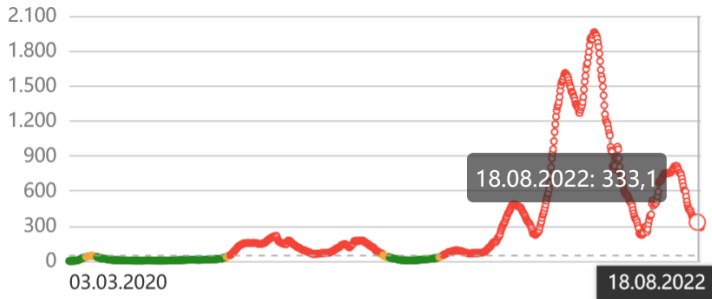
## 7-Tage-Inzidenz

Meldesystem gemäß IfSG



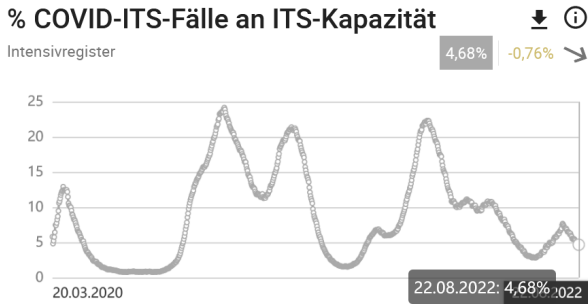
288,5

-25,09



**Hat Corona erst mit Omikron begonnen?  
Wieso "Epilog"? Ist Corona schon vorbei?**

# Die Messung der Pandemie über die Belegung der Intensivstationen



Sept. 2022: 32.1 Mio. bestätigte Infektionen  $\times$  2 (Dunkelziffer) =  
64.2 Mio Infektionen

**Corona wird eine endemische Erkrankung!**

# Datenquellen + Aufgaben

Quelle	Aufgaben				
	Ausbreitung Monitoring	Belastung G.-System	Vorhersage	Eindämmungseffekt Containment	Evaluation Eindämmungsm.
Meldesystem G-Ämter + RKI	?			+	?
Meldungen K-Häuser Hospitalisierungsrate		+			
DIVI Register Belegungsrate Intensivb.		+			
Sterberegister Übersterblichkeit		+			+
Mathematische Mod.			?		?
Abwasserproben	?				?
Umfragen mit Beprobungen	?				?

# Die 7-Tages Inzidenz des Meldesystems

- Anzahl Neuinfektionen in 7 Tagen pro 100 Tsd. Einwohner
- Gleitender Durchschnitt über die letzten 7 Tage:  
Glättungseffekt, starkes Wochenmuster
- Bezug zur Einwohnerzahl statt Absolutzahl: Regionale Vergleiche
- Bestätigte Infektionen: Nur Infektionen über PCR-Test und Meldung über Gesundheitsämter
- Sammlung und Veröffentlichung von Kreisdaten über Robert-Koch-Institut (RKI)

# Die 7-Tages Inzidenz in der medialen Öffentlichkeit

- Zentraler Wert im Infektionsschutzgesetz zur Begründung von Abwehrmaßnahmen (Maskenpflicht, Abstandsregeln, Reise- und Kontaktbeschränkungen, Lockdown).
- Tägliche Meldung der RKI-Inzidenzwerte in Nachrichten, Medien, Newskanälen, RKI-Dashboard, RKI-Tagesberichte, RKI-Wochenberichte.
- Zum Teil abweichende Inzidenzzahlen in anderen Medien (Spiegel-Online, etc)

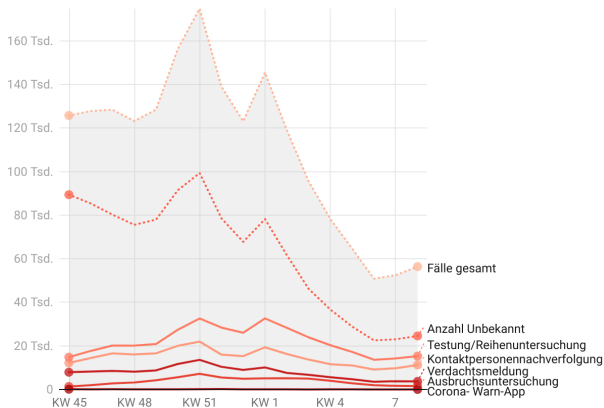
- Meldeverzug der Gesundheitsämter bis zur Ebene der Bundesländer speziell nach Wochenenden.
- Hohe Dunkelziffer der tatsächlichen Neuinfektionen:
  - Anfangs geringe Testkapazitäten.
  - Wechselnde Testungsregeln: Kontaktpersonen, Personen in systemrelevanten Bereichen, Vulnerable Personen, ...
  - Asymptomatische Verläufe ohne Testung.
  - Testung von Schulklassen.
  - G3: Zutritt nur für Geimpfte, Genesene + Getestete.
  - Omikron: Keine PCR-Testung nach positivem Schnelltest + Selbstquarantäne.
- Regionale Verteilung nur auf Kreisebene veröffentlicht.



- Klagen über fehlende digitale Infrastruktur bei den Gesundheitsämtern ("Fax statt zentrale Datenbank").
- Umstieg auf neues Softwarepaket ("SORMAS") wurde unter Pandemie-Bedingungen nicht realisiert.
- Generell zu große Hoffnungen auf die Digitalisierung als Mittel Erfassung und Bekämpfung der Corona Pandemie:
  - Corona App: Feststellen von Kontaktpersonen über Bluetooth-Technologie.  
Teuer (160 Mio EUR), Probleme mit Fehlalarmen (94 % !), Einschränkungen durch Datenschutz, Ineffizient!
  - Geplant (Empfehlung der Expertenkommission Feb. 2022):  
Nutzung der Elektronischen Patientenakte (Meldung über Erkrankung, Impfung, Hospitalisierung)  
Das System "Elektronische Patientenakte" wurde bisher noch nicht realisiert. Über Teilnahme entscheiden Patienten (Freiwilligkeit).

# Die Effizienz der Corona App

## Wie wurden Covid-19-Fälle bekannt (nach Meldewoche aufgeschlüsselt)?



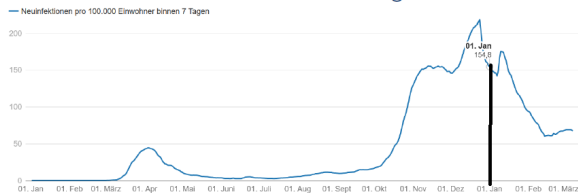
Erstellt mit Datawrapper

## Woche 51/2020: 32594 Meldungen über Testung/Reihenuntersuchungen, 106 über Corona-Warn-App

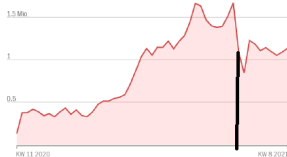
Ergebnisse des SURVNET Meldesystems der Gesundheitsämter über Bekanntwerden einer Corona Infektion (Jahreswechsel 2020/2021) (Quelle: <https://netzpolitik.org/2021/robert-koch-institut-widersprueche-zur-wirkung-der-corona-warn-app/>)

# Scheinbare Veränderungen der Inzidenzzahlen (1/2)

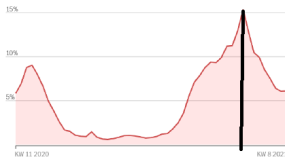
## Abnahme während der Weihnachtsfeiertage 2020:



### Durchgeführte Tests



### Positivrate



Daten: Robert Koch-Institut

**Halbierung der Anzahl der Tests über Feiertage + Anstieg der Positivrate um 50 %**

## Scheinbare Veränderungen der Inzidenzzahlen (2/2)

Vergleich der 7-Tages-Inzidenzen von Kita- und Schulkindern zwischen der Kalenderwoche 50 (Kitas und Schulen geschlossen) und der Kalenderwoche 15 (Kitas und Schulen teilweise geöffnet)

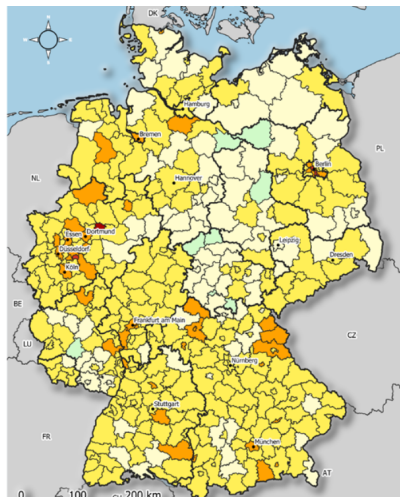
Altersgruppe	Kalenderwoche 50 7. - 13. Dez. 2020	Kalenderwoche 15 12. -18. April 2021
20-24	224	249
15-19	154	271
10-14	114	205
5-9	67	185

**Scheinbare Vergrößerung des Infektionsrisikos unter Kita- und Schulkindern im Frühjahr 2021**

- Großes regionales Interesse: ca. 18 Städtestudien z.B. München (April 2021)
- Bevorzugung von Hotspots (Heinsberg (Karneval), Tirschenreuth (Bierfest), ...)
  - Nur lokale Aussagekraft für atypische Orte.
  - Hoffnung, dass Dunkelziffer auch für andere Orte aussagekräftig ist.
  - Jedoch hohe erwartete Fallzahlen von Corona Infizierten.
- Starke Schwankungen der geschätzten Dunkelziffer (Faktor 2 bis 10, hohe Altersabhängigkeit)
- Kaum Konsequenzen für die Berichterstattung der registrierten offiziellen Corona Neuinfektionen

# Regionale Darstellung von Inzidenzen

- Große regionale Unterschiede bei Beginn der Pandemie
- Identifikation räumlicher Cluster und deren zeitliche Stabilität



Übermittelte  
Fälle der  
letzten  
**7**  
Tage

## COVID19-AKTIVITÄT Stand: 03.10.2020

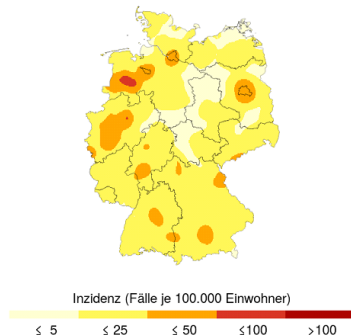
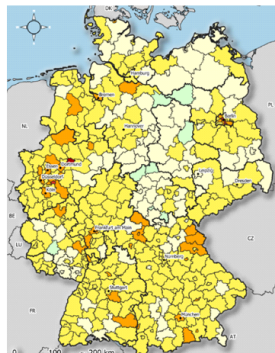
Fälle pro 100.000 Einwohner

- keine Fälle übermittelt [8]
- >0,0 - 5,0 [94]
- >5,0 - 25,0 [261]
- >25,0 - 50,0 [45]
- >50,0 - 100,0 [3]
- >100,0 - 500,0 [1]

	Kreis	Fälle	Inzidenz
1	SK Hamm	180	100,5
2	SK Berlin Neukölln	187	56,5
3	SK Remscheid	62	55,9
4	SK Berlin Mitte	213	55,5
5	SK Berlin Tempelhof-Schöneberg	166	47,2
6	SK Berlin Friedrichshain-Kreuzberg	136	47,0
7	SK Frankfurt am Main	329	43,7
8	SK Duisburg	212	42,5
9	SK Berlin Charlottenburg-Wilmersdorf	141	41,3
10	SK Bremen	231	40,6
11	LK Rhön-Grabfeld	31	38,9
12	SK Schweinfurt	21	38,9
13	LK Oberbergischer Kreis	103	37,8
14	SK Leverkusen	61	37,2
15	SK Gelsenkirchen	94	36,1

# Vergleich der regionalen Darstellung

- Links: RKI Darstellung (3. Okt. 2021)
- Rechts: Alternative Darstellung auf Basis von RKI Kreisdaten

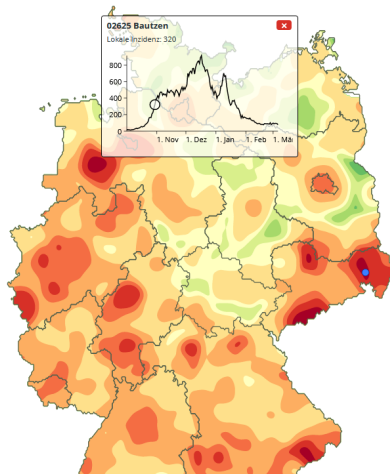


”Glatte Darstellung” (Kerndichten + Simulated EM-Algorithmus) in Rendtel et al. (2021): Die Darstellung von Inzidenzgebieten mit simulierten Geokoordinaten. AStA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv, 15, 93-106.

# Animierte Karten (1/2)

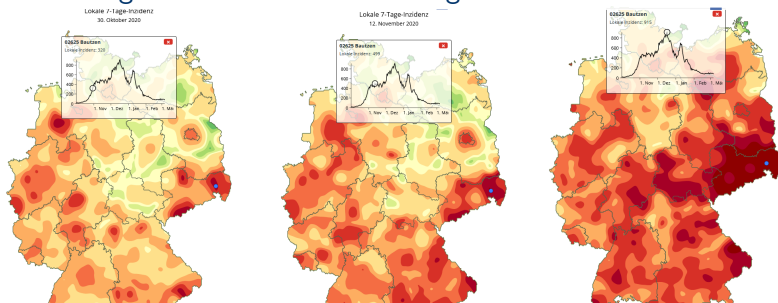
Zeitliche Entwicklung an einem bestimmten Ort (Auswahl über Maus oder PLZ)

Lokale 7-Tage-Inzidenz  
30. Oktober 2020





## Veränderung Inzidenzkarte über Zeitregler



Drei regionale Cluster (Bautzen, Riesa und Erzgebirge) verbinden sich und überdecken schließlich ganz Sachsen.

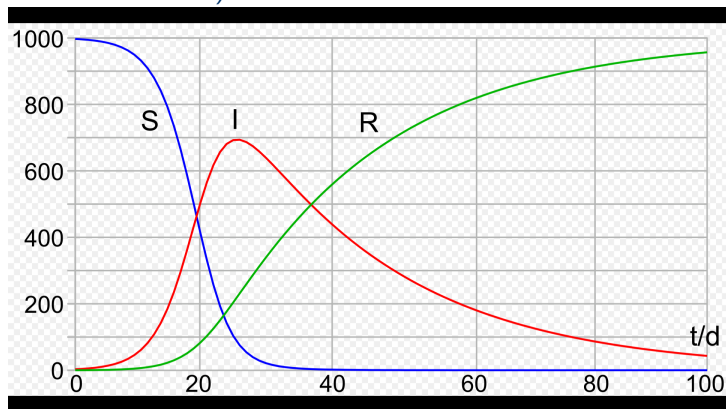
Animation ist im Internet frei verfügbar! Keine Reaktion des RKI auf alternatives Darstellungsformat.

# Was leistet das Meldesystem der Gesundheitsämter und des RKI?

- Schnelle Messung der Neuinfektionen: Jedoch Dunkelziffer, schwankende Testintensität, lokale Ungenauigkeit, ...
- Kontaktverfolgung ==> Eindämmungseffekt bei Beginn der Pandemie, bei hohen Infektionszahlen Überlastung Gesundheitsämter und Testlabore.
- Ermittlung R-Wert: Nur valide bei zeitlich konstanter Dunkelziffer, zu geringe regionale Differenzierung ( ==> Wirksamkeit von Kontakteinschränkungen, Impfquote) .
- Positivitätsrate als Indikator für Ausbreitung der Infektion: Jedoch sehr hohe Positivitätsrate bei Testung von Verdachtsfällen, z.B. Testung über die Weihnachtsfeiertage.
- Keine Prognose für zukünftige Entwicklung der Infektionszahlen: Lediglich Hoffnung, dass Überschreiten eines Gipfels angezeigt wird.

# Prognose via mathematisches Modell

**SIR** = Susceptable (Ansteckbare), Infected, Removed (Genesene oder Verstorbene)



Wechsel zwischen den 3 Bevölkerungsgruppen:

- Von S nach I: Infektionsrate
- Von I nach R: Genesungsrate

- Homogenes Kontakt- und Ansteckungsverhalten über Regionen, Altersgruppen, Kontaktregelungen, Impfquote, Virustyp,...

## **Unrealistische Annahme erzeugt unrealistische Prognosen**

- Häufig Fokus nur auf qualitativen Aussagen. **Wenig Empirie!**
- Schätzung der Modellparameter anhand der gemeldeten Fälle (Stark fehlerbehaftet)!
- **Herdenimmunität:** Krankheit stirbt aus, wenn sich nur genügend viele Personen angesteckt haben; Anfängliches Konzept in UK.

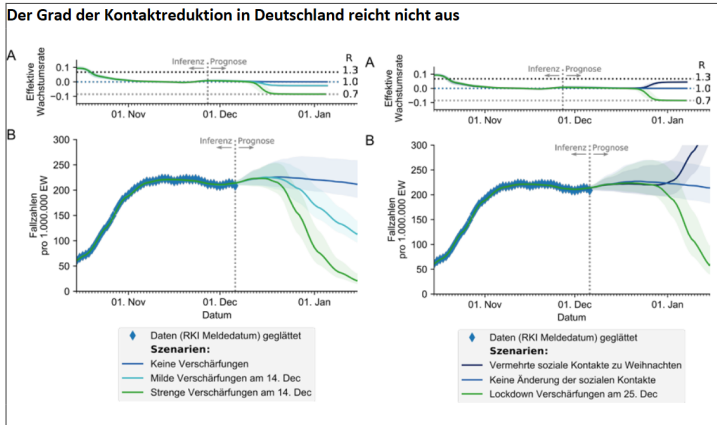
- **Null-Covid Strategie:**

- Einteilung Deutschland in regionale Zonen mit strengen Zugangsbeschränkungen bis Inzidenz auf 10 gesunken ist: Nicht realisiertes Konzept einer Wissenschaftlergruppe (Helmholtz-Institut).
- Abschottung Neuseelands: Ist gescheitert (Offizielle Infektionsrate 33.9 Prozent wie in Deutschland)!
- Einsperren der Bevölkerung z.B. in Shanghai: Extreme Auswirkungen und ökonomische Schäden (Offizielle Infektionsrate China 0.1 Prozent)!

# Empfehlungen "der Wissenschaft"

Ad-hoc Stellungnahme der Wissenschaftsakademie Leopoldina vom 8. Dezember 2020:

**Die Feiertage und den Jahreswechsel für einen harten Lockdown nutzen!**



Falsche Prognose: Lockdown dauerte bis Mitte Februar 2021.

- Auf die **R-Wert-Bremse** treten hilft immer die Infektionszahlen zu senken!
- Welche Maßnahme hat welchen Effekt? Soziale und wirtschaftliche Folgen sind sehr unterschiedlich!  
Beispiel: 3G-Regel (Geimpft, Genesen oder Getestet):  
Kostenloser **Bürgertest** für Nicht-Geimpfte: Kosten 10 Mrd. Euro!  
Beispiel: Schulschliessungen: Belastete Eltern und Kinder extrem. Erfolg des Online Unterrichts zweifelhaft.
- Messung der **bestätigten** Fälle auf **Kreisebene** zu ungenau um Effekte einzelner Maßnahmen zu evaluieren!
- Evaluation nur möglich auf Basis **individueller repräsentativer Längsschnittdaten inklusive Hintergrundmerkmale**

- Unterschiedliche Eindämmungsmaßnahmen auf regionaler Ebene: EU-Länder, Bundesländer, Landkreise.
- In der öffentlichen Wahrnehmung negative Konnotation als "Flickenteppich".
- Votum für nationale Regelungen: "Bundesnotbremse" (bei Inzidenzen  $\geq 100$ ) für Eindämmungsmaßnahmen (Anzahl Personen, Schulschließungen, ...)



# Vom willkürlichen Flickenteppich zum geplanten Flickenteppich

Existenz unterschiedlicher Regelungen ist methodische Voraussetzung für die Evaluation von Eindämmungsmaßnahmen!

- Kontrafaktische Methode: Was wäre ohne spezifische Maßnahmen, z.B. Schulschließungen, passiert?
- Vorbild Evaluationsprogramm der Hartz-IV Reformen(Forderung der Expertenkommission) benötigt Ressourcen!
- Bericht Expertenkommission (S.84): Stärke des Lockdown-Effekts nicht abschätzbar!

- Beispiel WHO-Evaluationsstudie zur Übersterblichkeit: Vergleich mit Schweden (Verzicht auf Lockdowns und auf Schließung der Gastronomie) Keine wesentlichen Unterschiede zwischen Deutschland (73 / 100000 Einw.) und Schweden (66 / 100000 Einw.) .
- Beispiel Evaluationsstudie der Covid-19-Analysis Group (CODAG Bericht 28) kommt mit Bayes Analyse zu quantitativen Ergebnissen.

# Prozentuale Reduktion des R-Werts durch Eindämmungsmaßnahmen

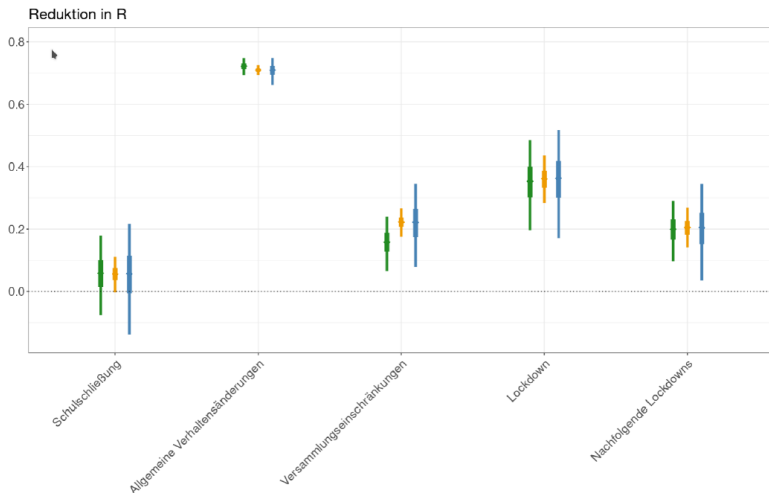


Abbildung (Codag-Bericht 28) Mittelwerte und 95%-Kredibilitätsintervalle der a-Posteriori Verteilungen der geschätzten prozentuale Reduzierung des R-Werts. Grün: Effekt für Deutschland, Orange: Mittlerer Effekt für 20 europäische Länder. Blau: Vorhersage für beliebiges europäisches Land.

# Experimente zum Effekt von Lockerungen (1/2)

## Das ist ein Experiment!



People were only admitted after a negative Covid test (Image: Getty Images)

Mai 2021 in einem englischen Nachtclub mit 3G und Warn-App ohne Social Distancing und Masken.

## Das englische Event Research Programme:

- Ziel: Untersuchung des Risikos von Lockerungsmaßnahmen
- April bis Juli 2021
- 31 Pilot Events (Fußball, Tennis, Theater, Nachtclub) mit 2 Mio. Teilnehmern
- Zutritt: 3G + Warn-App
- Tests: 7 Tage nach Event + 14 Tage nach Event (Within Person)

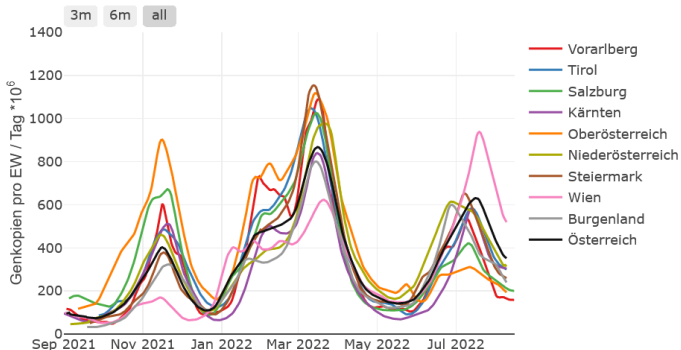
- Identifikation von Corona Viren und Virenvarianten im Abwasser möglich.
- Rückrechnung auf Virusvorkommen im Einzugsgebiet ohne Dunkelziffer möglich.
- Frühwarnindikator: 4-10 Tage vor positiven Tests.
- Preiswert: ca. 14 Mio Euro/Jahr für 235 Klärwerke in Deutschland
- EU-Empfehlung März 2021. Seit Sep. 2021 in Österreich im Einsatz. Start eines Pilotprojekts in Deutschland im April 2022.
- Einsatz auch bei: Polio, Influenza, Resistente Bakterien, Drogen, ...

# Das Corona Abwasser Monitoring in Österreich



SARS-CoV-2 Abwassermonitoring Österreich

Personengewichtete Verläufe der Bundesländer (und gesamt Ö):



- Benötigt wird eine repräsentative Stichprobe mit Testung zur Aufdeckung der Dunkelziffer des Meldesystems
- WHO-Empfehlung bei Beginn der Pandemie (Frühjahr 2020):
  - First Best: Panel Survey derselben Personen über die Zeit
  - Second Best: Serie von Querschnitten
- Beispiel: Corona Infection Survey (CIS) in UK
  - Univers. Oxford, ONS (amtliche Statistik), Gesundheitsministerium
  - Haushaltssurvey: 440 Tsd. Personen in 220 Tsd. Haushalten
  - Follow-up: alle 14 Tage PCR-Test (Viren), jeden Monat Trockenblutprobe (Antikörper)
  - Geschätzte Infektionsfälle (England bis 22.4. 2022): 38.5 Mio vs. gemeldete Infektionsfälle 18.4 Mio (Faktor Dunkelziffer 2.09)



- Personen mit positivem PCR-Test müssen an Gesundheitsamt gemeldet werden (Bruch der Anonymität!).
- Testung in Zentren/Hausarzt oder Selbsttest.
- Bei neuer Stichprobe: Hoher Nonresponse und kaum Kontrollvariablen.
- Alternativer Ansatz: Benutze bestehendes Panel und verknüpfe Testergebnisse mit Umfragedaten.
  - Viele Kontrollvariablen bei Nonresponse
  - Probanden verbleiben im Panel + Möglichkeit für Testwiederholungen + dynamische Modelle möglich
  - Risiko für Panel: Mitglieder verweigern wegen Testung weitere Kooperation

- SOEP als Basisstichprobe für Selbstbeobachtung (Nasenabstrich und Trockenblut)
- Welle 20/21 + Welle 21/22 Nov bis Feb.
- Bruttostichprobe 30 Tsd. Personen, Netto 15 Tsd. Personen.
- Alle Haushaltsmitglieder werden eingeschlossen. Ausnahme Welle 20/21: Jugendliche unter 18 Jahren fehlen (Datenschutz!)
- Alle Variablen des SOEP stehen als Kovariablen zur Verfügung, auch Impfungen, Einstellung zum Impfen, frühere Erkrankungen, ...
- Personen bleiben im Panel: Auswirkungen Corona Erkrankungen, Evaluation Corona Maßnahmen,...

- Welle 20/21 : Dunkelziffer Faktor ca. 2!
- Welle 21/22 : Ende November 2021 ca. 10 Prozent der Erwachsenen haben eine Corona Infektion durchgemacht.
- Die Daten werden in das SOEP integriert und stehen für die Forschung zur Verfügung.

# Haben die Statistiker in der Corona Pandemie versagt? (1/2)

- In der Öffentlichkeit nicht präsent?
  - Regelmäßige, breit gestreute Berichte der COVID 19 Analysis Group (CODAG) an der LMU, die sich an Nicht-Statistiker richten + Publikationen zu den Berichten.
  - In den Medien präsent: Tagesschau (Küchenhoff), Bild-Zeitung (Kauermann), Deutschland-Funk (Antes)
- Falsche Empfehlungen?
  - Dunkelziffer-Problematik des Meldesystems wurde von Statistikern frühzeitig angemahnt.
  - Idee mit RKI-SOEP Stichprobe kam von Statistikern zu Beginn der Pandemie im Juli 2020 (Rendtel et al. in Soeppaper 1094).
  - Now-Casting Verfahren zur Korrektur der Nachmeldungen bei der Hospitalisierungsinzidenz wurde von Statistikern entworfen.

# Haben die Statistiker in der Corona Pandemie versagt? (2/2)

- Jedoch kaum Repräsentation in Beratungsgremien!
  - Wissenschaftsakademie Leopoldina: federführend waren Nicht-Statistiker!
  - Expertenkommission zur Evaluation von Corona Schutzmaßnahmen (Kein Epidemiologe dabei)!
  - Ausbildungshintergrund der Entscheider: Virologen, Sparkassenleiter, Tierarzt, Biologen, Juristen,...
  - RKI-SOEP Studie unbekannt unter Mitgliedern der Expertenkommission (Notwendigkeit einer repräsentativen Längsschnittstudie wird in Abschlussbericht betont).
  - Ergebnisse der CODAG-Evaluationsstudie wurden einzelnen Mitgliedern der Kommission vorab mitgeteilt. Kein Bezug im Abschlussbericht!

- Das System der Meldungen über die Gesundheitsämter war prinzipiell überfordert:
  - Meldeverzug war oft Resultat mangelnder personeller Ressourcen (Sparpolitik bei Gesundheitsämtern).
  - Die Erwartungen an die Digitalisierung des Gesundheitswesens sind unrealistisch.
  - Der Defekt der Dunkelziffer kann auch bei einer Verbesserung des Systems nicht behoben werden. Preiswerte Auswege: Statistische Erhebungen, Abwassermonitoring.

- Fehlende Finanzierung!
  - RKI-SOEP Studie zunächst nur als Querschnitt (20/21) bewilligt (Argument: Kein Geld!), obwohl die Kosten (2.5 Mio Euro) im Vergleich zu den anderen Vorhaben (Corona Warn-App 160 Mio Euro) sehr gering waren.
  - Für Auswertung wurde **eine** zeitlich befristete (1 Jahr) Stelle für einen wiss. Mitarbeiter ausgeschrieben.
  - Folge: Die Daten der RKI-SOEP Stichprobe wurden bisher nur rudimentär (Dunkelziffer, Seroprävalenz) ausgewertet.

- Die nächste Pandemie kommt bestimmt!
- Die Kombination von laufenden Umfragen und Selbstbeobachtung funktioniert!
  - Neue Möglichkeiten der Nonresponse-Kontrolle.
  - Dynamische Modelle sind möglich.
  - Zusammenhänge mit sozio-ökonomischen Merkmalen und Einstellungen möglich.
- Datenzugang für die Wissenschaft muss noch ausgelotet werden (Zur Zeit nur On-Site im DIW).
- Die Kooperation von RKI, Unis und anderen Forschungseinrichtungen kann verbessert werden (Evaluation durch Wissenschaftsrat!).
- Rolle der Statistik (speziell Survey Statistik) im Gesundheitswesen sollte gestärkt werden, z.B. durch Verstärkung der Fachgruppe am RKI und durch stärkere Berücksichtigung von Statistikern in Beratungsgremien.