

# Infektions-Epidemiologie: Erläuterung der wichtigsten Begriffe

Volker Jentsch

März 2021

Natürlich sind wir alle gut informiert; hören und lesen die relevanten Zahlen, Proportionen, Statistiken und Risiken in Bezug auf die aktuell grassierende Seuche. Dennoch könnte es nützlich sein, den Wirrwarr an Zahlen und Graphiken, der neuerdings tagtäglich auf uns einströmt, zu entwirren. Diese Absicht verfolgt mein kurzgehaltener Streifzug durch die Infektions-Epidemiologie.

## 1 Häufigkeits-Maße

Die Epidemiologie ist die *statistische* Beschreibung von Krankheiten, insbesondere deren Häufigkeit und den Umständen, unter denen sie auftreten und abklingen. Folglich geht es nicht um eine einzelne Person, sondern um Gruppen von Personen, oft auch um die gesamte Bevölkerung eines Landes. Für die quantitative Beschreibung ihrer Untersuchungen bedient sich die Epidemiologie gewisser Kennzahlen. Eine unmittelbar einleuchtende ist die Prävalenz.

## 2 Prävalenz $P$

Der aktuelle Gesundheitszustand der Gesellschaft oder Gruppen davon, in Bezug auf eine übertragbare oder nicht übertragbare Krankheit, wird durch die Prävalenz abgebildet. Sie bezeichnet die Anzahl der (zu einem Zeitpunkt  $t$ ) Erkrankten  $E(t)$  im Verhältnis zur Bevölkerungszahl vom Umfang  $B$ :

$$P(t) = E(t)/B$$

Beispiel: Am 11.3.2021 gibt es in Deutschland  $E(t) = 123137$  gesicherte Corona-Infizierte bei  $B = 82$  Millionen Einwohner. Die Prävalenz des Covid Virus in der Bevölkerung zu diesem Zeitpunkt beträgt folglich 150 Erkrankungen pro 100 Tausend Einwohner. Die Prävalenz für Müllheim (wie auch für Freiburg) zum gleichen Zeitpunkt beträgt 89 und für den Landkreis 135 Erkrankungen auf 100 Tausend Bewohner.

Notiert man die Prävalenz über der Zeit, zum Beispiel auf einem Blatt Papier, dann erhält man die sogenannte epidemiologische Kurve, die den zeitlichen Verlauf der Krankheit darstellt.

Etwas komplizierter ist die aktuell heiß diskutierte Inzidenzrate. Es gibt mehrere Definitionen, ich beziehe mich der Einfachheit halber auf die vom **RKI** verwendete.

### 3 Inzidenz $I$

Im Gegensatz zur Prävalenz beschreibt die Inzidenz die Geschwindigkeit, mit der die Krankheit zu- oder abnimmt. Sie ist somit ein Maß für die Dynamik ihrer Ausbreitung, also des Anteils  $N_1$  der Bevölkerung vom Umfang  $N_0$ , der in einem definierten Zeitraum (das **RKI** wählt sieben Tage) erkrankt:

$$I = N_1/N_0$$

Die Inzidenz ist folglich die Wahrscheinlichkeit (oder das Risiko), dass eine Person aus  $N_0$  im betrachteten Zeitraum erkrankt. Beispiel: In Freiburg wurden innerhalb von 7 Tagen (5.3.-11.3.21)  $N_1 = 145$  neue Infektionen gemeldet, für  $N_0 = 230000$ ; das Resultat ist eine ziemlich kleine Zahl, mit der man nicht viel anfangen kann. Bezieht man, wie das **RKI**, die Neuerkrankungen auf 100.000 Bewohner,  $I = N_1/(N_0/10^5)$ , dann erhält man die überschaubare Zahl von 63 Neuerkrankungen pro 100.000 Freiburger.

Das **RKI** interpretiert das Infektionsgeschehen vorwiegend auf Basis der landesweit gemittelten Inzidenz. Sie dient ihm als Orientierungspunkt für Einschränkungen der Bewegungsfreiheit, die durch das Infektionsschutzgesetz ermöglicht werden. Das Vorgehen wird aus guten Gründen kritisiert. Bekanntlich differiert die Inzidenz von Ort zu Ort, was auf regionale Unterschiede in der Alters- und Sozialstruktur der Bevölkerung (Alte und Arme erkranken häufiger), Zählweisen der Gesundheitsämter, statistische Schwankungen, Häufigkeit der Teste, u.a. zurückzuführen ist. Sinnvoller wäre es, eine Reihe von *weiteren Faktoren* zu berücksichtigen, die den Status und die Ausbreitung der Pandemie charakterisieren. Daraus wäre ein gewichtetes Mittel zu errechnen und dieses als Maßstab für staatliche Maßnahmen zu verwenden. Die *weiteren Faktoren* sind:

- Altersverteilung der Erkrankten
- Verdoppelungszeit (Zeitspanne, nach der sich die Zahl der Infektionen verdoppelt hat);
- Verteilung der Sterbefälle nach Alter, Vorerkrankung etc.;
- Auslastung der Krankenhäuser;
- Nachverfolgungs-Potential der Gesundheitsämter;
- Impfkapazität und Impfrate
- Kapazität und Effektivität von Nachweis-Teste
- $R$ -Wert.

## 4 $R$ -Wert

Der Reproduktionsfaktor des Infektionsgeschehens wird mit  $R$  bezeichnet; er bestimmt den zeitlichen Verlauf der Pandemie: wenn  $R$  kleiner als 1 ist, schrumpft die Infektion exponentiell, ist  $R$  größer als 1 wächst sie exponentiell. Er spielt eine wichtige Rolle in mathematischen Modellen, die sich mit der zeitlichen und räumlichen Ausbreitung von Infektionen befassen. Er charakterisiert, vereinfacht, die Infektiosität der infizierten Person. Bei Masern liegt diese Zahl bei etwa 16, was bedeutet, dass durchschnittlich 16 Menschen von einer infizierten Person ansteckt werden, vorausgesetzt, alle sind suszeptibel, d.h. nicht immun. Bei Covid wird sie auf 3 geschätzt, kann aber bei den Mutanten deutlich höher sein.  $R$  ist eine zeitabhängige Größe, weil mit der Dauer der Pandemie Abwehrmaßnahmen wirken, sei es durch Impfung oder durch Kontaktbeschränkungen innerhalb der Bevölkerung.

Folgerung: Wie oben ausgeführt, wird der Status und die Ausbreitung der Pandemie von vielen Faktoren bestimmt. Der aktuelle Maßstab für staatliches Handeln basiert zur Zeit im wesentlichen auf der durchschnittlichen 7-Tage Inzidenz. Sinnvoller erscheint es, alle oben genannten Faktoren einzubeziehen und daraus einen gewichteten Mittelwert zu errechnen; und diesen zur Grundlage weiterer Entscheidungen über den Umfang von Restriktionen zu machen

## 5 Risikoreduktion

Ein weiteres, wichtiges Element in der Epidemiologie ist der Begriff des Risikos. Er ist schon im Zusammenhang mit der Inzidenz aufgetaucht. Alles, was mit Risiko und daraus abgeleiteten Begriffen zusammenhängt, lässt sich sehr schön an Hand der Studie erklären, die der Wirksamkeitsprüfung des mRNA-Impfstoffs von *BioNTech* zugrunde liegt. Die Firma hatte für seine Phase III der Studie 44000 Personen verschiedenen Alters und Geschlechts rekrutiert und diese wie üblich nach den Regeln der Kunst in zwei Hälften aufgeteilt; Studienarm (1) ohne Impfung, Studienarm (2) mit Impfung. Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich über mehrere Monate im Sommer/Herbst 2020. Das Ergebnis: es gab 170 Infektionen, davon 9 im Studienarm (2). Frage: Wie wirksam ist der Impfstoff? Die Antwort: Man errechnet die Risikominderung, die durch die Impfung herbeigeführt worden ist. Als erstes werden die Inzidenzen errechnet. Die Inzidenz (oder das Erkrankungs-Risiko) der Exponierten war  $I_{exp} = 161/22000$ , das der Nicht-Exponierten  $I_{nexp} = 9/22000$ . Was interessiert, ist die Risikominderung, also die Differenz der Risiken zwischen (1) und (2). Aus

$$R_{rel} = (I_{exp} - I_{nexp})/I_{exp}$$

errechnet sich die relative Risikominderung, während bei der absoluten

$$R_{abs} = I_{exp} - I_{nexp}$$

der Nenner wegfällt.

Setzt man obige Zahlen ein, folgt  $R_{rel} = 0.94$ . Also verkündet die Firma, dass die Wirksamkeit des Impfstoff etwa 94% beträgt. Diese Zahl überzeugt; ihr Eindruck verringert sich jedoch, wenn man die absolute Risikominderung berechnet:  $R_{abs} = 152/22000$ . Das heißt: Die Therapie mit *BioNTech* vermeidet bei 22000 Probanden 152 Erkrankungen, oder gleichbedeutend, bei 1000 Probanden etwa 7 Erkrankungen. Dass die Zahl nicht höher ausfällt, liegt an der immer noch (glücklicherweise) relativ geringen Prävalenz. Tatsächlich haben die Nicht-Geimpften eine 18-mal höhere Chance, zu erkranken als die Geimpften. Das zu errechnen, braucht es fast schon höhere Mathematik:

$$\text{Chancenvergleich} = (161/(22000 - 161))/(9/(22000 - 9)).$$

Übrigens soll die Wirksamkeit der konkurrierenden Impfstoffe mit dem mRNA-Impfstoff von *BioNTech* vergleichbar sein.

Nicht unerwähnt bleiben soll, dass der Covid-Impfstoff, wie überhaupt jeder Impfstoff, ein Risiko *in sich* birgt. Einige Fachleute bemängeln den Ablauf der Studie und des Genehmigungsverfahrens. Die zwei wichtigsten Kritikpunkte sind: (a) der Beobachtungszeitraum war nicht ausreichend, um *starke* Aussagen zu ermöglichen: weder, um Risiken von Erkrankungen zu erfassen, die durch Verabreichung des Impfstoffs entstehen können, noch, um über Immunität und Infektiosität der Geimpften sicher entscheiden zu können; (b) der besonders susceptible Teil der Bevölkerung (Menschen hohen Alters) war nicht hinreichend repräsentiert.

Wie auch immer: Es gilt die klassische Risikoabwägung, die bei jeder Medikamentengabe, Operation oder neuen Technologie (man denke an die Rechtfertigung der Kernkraftwerke) zum Tragen kommt: Überwiegt der mögliche Nutzen den möglichen Schaden? Was Covid 19 betrifft, so die nahezu einhellige Meinung, ist das Verhältnis Schaden zu Nutzen eindeutig; man spricht von der Größenordnung 1 : 1 *Million*. Wer mehr dazu wissen möchte, sei das Büchlein von *C.Arvey, Corona Impfstoffe Rettung oder Risiko?* empfohlen.

## 6 Folgerung

Wie oben ausgeführt, wird der Status und die Ausbreitung der Pandemie von vielen Faktoren bestimmt. Der aktuelle Maßstab für staatliches Handeln basiert zur Zeit im wesentlichen auf der durchschnittlichen 7-Tage Inzidenz. Sinnvoller erscheint es, alle oben genannten Faktoren einzubeziehen und daraus einen gewichteten Mittelwert zu errechnen; und diesen zur Grundlage weiterer Entscheidungen über den Umfang von Restriktionen zu machen.