

Mathematik Prozentrechnen
Material

V 2.1 29.1.21

SPIEGEL Wissenschaft

Sinopharm

**Chinesischer Corona-Impfstoff hat
Wirksamkeit von 79 Prozent**



WORAUF INDIEN, CHINA UND RUSSLAND SETZEN
**Welche Impfstoffe gibt es
weltweit?**
...und was taugen sie?

„Wirksamkeit von 79 Prozent“? „Impfstoffe weltweit“?

Was heißt das? Wie berechnet man so etwas? Was bedeutet das?

- 1 Aus der Phase-3-Studie von **Biontech/Pfizer** vom 10.12.20, update vom 16.12.20 in NEJM;
Impfstoff BNT162b2 DOI¹: [10.1056/NEJMoa2034577](https://doi.org/10.1056/NEJMoa2034577)

Biontech/Pfizer	Placebo	Impfstoff	Wirksamkeit
gesamt	18846	18860	
in Analyse			
bis 14 Tage nach Dosis 1	275	50	81,8 %
14 Tage bis Dosis 2 (21 Tage)	82	39	52,4 %
bis 7 Tage nach Dosis 2	21	2	90,5 %
bis 86 Tage nach Dosis 2	172	9	94,8 %
insgesamt erkrankt	550	100	81,8 %

Bemerkungen:

mRNA- Impfstoff

In EU zugelassen am 21.12.20

Land: ca. 28000 USA, ca.8000 Brasilien und Argentinien, 744 aus Südafrika

Die Gesamtzahl wird aufwändig differenziert: Mit/ohne Vorinfektion, Aussteiger u.v.a.m.

Die Wirksamkeit hängt hier z.T. von wenigen Einzelpersonen ab!

Eine Langzeitstudie verbietet sich aus ethischen Gründen: Nach diesen Ergebnissen wäre es nicht vertretbar, der Placebo-Gruppe zwei Jahre lang den Impfstoff vorzuenthalten (wie geplant).

- 2 Aus der Phase-3-Studie von **MODERNA** vom 30.12.20 in NEJM;
Impfstoff mRNA-1273 DOI¹: [10.1056/NEJMoa2035389](https://doi.org/10.1056/NEJMoa2035389)

MODERNA	Placebo	Impfstoff	Wirksamkeit
gesamt	15170	15181	
in Analyse	14134	14073	
bis 14 Tage nach Dosis 1	11	5	
14 Tage bis Dosis 2 (29 Tage)	35	2	
bis 14 Tage nach Dosis 2	19	0	
bis 119 Tage nach Dosis 2	204	12	
insgesamt erkrankt	269	19	

Bemerkungen:

in EU zugelassen am 6.1.21

mRNA- Impfstoff

Land: USA; dabei ca. 24000 Weiße, Rest Schwarz, asiatisch, indianisch u.a.; ca. 5000 Risikopat.
über 65 Jahre: 7512 TN

¹ DOI ist eine Nummer, unter der offizielle Publikationen auf Dauer unverändert auffindbar sind.

Mathematik Prozentrechnen

V 2.1 29.1.21

Material

- 3 Aus der Phase-3-Studie von **AstraZeneca** vom 9.12.20 in The Lancet; (Interimsergebnisse)
 Impfstoff AZD1222

[DOI: 10.1016/S0140-6736\(20\)32661-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32661-1)

AstraZeneca	Placebo	Impfstoff	Wirksamkeit
2 volle Dosen	4455	4440	
dabei erkrankt	71	27	
1 halbe und 1 volle Dosis	1374	1367	
dabei erkrankt	30	3	
insgesamt erkrankt			

Bemerkungen:

In EU zugelassen am 29.1.21

Vektorimpfstoff: DNA in Adenovirus ChAdOx1 (Schimpansenvirus)

Placebo heißt hier Meningokokken-Impfstoff MenACWY mit/ohne Salzwasser.

Land: Großbritannien und Brasilien

über 70 Jahre: 444 TN

Moderna meldet 175 schwere Nebenwirkungen bei 168 TN, 91 mit Placebo, 84 mit Impfstoff, nur 3 davon werden mit der Impfung in Verbindung gebracht.

- 4 Aus der Phase-3-Interims-Studie von Sechenov-Universität Moskau vom 2.2.21

Impfstoff Sputnik V / Gam-COVID-Vac

[DOI: 10.1016/S0140-6736\(21\)00234-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00234-8)

Sputnik V	Placebo	Impfstoff	Wirksamkeit
in Analyse	5476	16501	
2. Dosis erhalten	4902	14964	
14 Tage nach Dosis 1	96	79	
21 Tage nach Dosis 1 (Dosis 2)	64	16	
28 Tage nach Dosis 1	47	13	
insgesamt erkrankt			

Bemerkungen:

In EU zugelassen am xx.yy.21

Vektorimpfstoff: DNA in 2 Adenoviren Ad26 und Ad5 (1. und 2. Dosis)

[Lancet-Kommentar zur Interimsstudie](#) (DOI: 10.1016/S0140-6736(21)00191-4)

Mathematik Prozentrechnen
Material

V 2.1 29.1.21

- 5 Aus der Phase-3-Studie von **Novavax** vom
Impfstoff NVX-CoV2373 DOI:

Novavax	Placebo	Impfstoff	Wirksamkeit
insgesamt erkrankt			

Bemerkungen:
Interimsmittteilung über die Presse 29.1.21
In EU zugelassen am xx.yy.21
Totimpfstoff, rekombinant hergestellter Spike-Protein-Ersatz mit Adjuvant

- 6 Aus der Phase-3-Studie von **Janssens** vom xx.yy.21
Impfstoff Ad26.COVID.2.S / JNJ-78436735 DOI:

Johnson&Johnson	Placebo	Impfstoff	Wirksamkeit
insgesamt erkrankt			

Bemerkungen:
In EU zugelassen am xx.yy.2021
am 29.1.21 erschien eine Interimsmittteilung über Phase 1/2
Vektorimpfstoff: DNA in Adenovirus Ad26, z.T. mit MVA-Booster

- 7 Aus der Phase-3-Studie von **CureVac** vom
Impfstoff CVnCoV DOI:

CureVac	Placebo	Impfstoff	Wirksamkeit
insgesamt erkrankt			

Bemerkungen:
In EU zugelassen am xx.yy.21
mRNA-Impfstoff

Mathematik Prozentrechnen

V 2.1 29.1.21

Aufgaben

8 Wie kommt man zu den Wirksamkeitszahlen?

P sei die Zahl der Personen, die ohne Behandlung erkrankten (Placebo-Gruppe)

I sei die Zahl der Personen, die trotz Impfstoff erkrankten (Impfstoff-Gruppe)

Deren Verhältnis gibt Auskunft über die Wirksamkeit (z.B. Biontech):

Methode 1 aus Studie: $1 - (I/P) = 1 - (100/550) = P/P - I/P = (P - I) / P = (550-100) / 550 = \mathbf{81,8 \%}$

Methode 2: 100 sind mit Impfstoff erkrankt, 550 hätten es ohne Impfstoff sein können.

Das sind $100/550 = 18,2\%$.

Also hat der Impfstoff $100\% - 18,2\% = 81,8\%$ Erkrankungen verhindert

Voraussetzung: Die beiden Testgruppen mit und ohne Impfstoff sind gleich groß! (s.8.4)

9 Berechne die Zahlen bei Moderna und AstraZeneca und vergleiche mit den Pressezahlen:

Moderna meldet 94,1% Wirksamkeit und AstraZeneca 62,1% bzw. 90% bei erster halber Dosis.

(Es war ein Fehler, der zu diesem überraschenden Ergebnis führte!)

10 Was bedeuten die Zahlen?

Sie beruhen trotz der großen Studien auf sehr wenigen Fällen. Das heißt, nur einzelne zusätzlich oder weniger infizierte Personen hätten die Ergebnisse deutlich ändern können.

Man achte also nicht auf einzelne Prozente, sondern den dramatischen Gesamteffekt.

11 Aufgaben:

11.1 Rechne die Zahlen von Biontech nach.

11.2 Berechne die fehlenden Zahlen der anderen Impfstoffe.

11.3 Wie ändern sich die Prozentangaben, wenn in einer Impfstoffgruppe ein bis drei Personen falsch zugeordnet wurden? (Ein erkrankter Proband hat sich nicht gemeldet, ein Test war falsch positiv o.ä.)

11.4 Wie ändert sich die Berechnung, wenn doppelt so viele Probanden den Impfstoff bekommen wie das Placebo. (Modellrechnung mit 20000 und 10000 Personen) Das könnte aus ethischen Gründen angebracht sein, wenn man sehr große Hoffnung in den Impfstoff legt und das Risiko für die Placebo-Gruppe zu groß erscheint. (Schwere unheilbare Krankheitsverläufe wie bei Ebola)

Nachtrag 3.2.21: Bei Sputnik V ist man so vorgegangen! Rechne nach!

11.5 Wie groß ist der Prozentsatz der Erkrankten in der Gesamtmenge der StudienteilnehmerInnen?

11.6 Vergleiche mit den „Positivraten“ in Europa (Anteil der positiv getesteten an allen getesteten).

Welche Rolle spielt dabei die Auswahl derer, die getestet werden?

(Alle Schüler einer Schule, alle Personen mit Symptomen, die zum Arzt gingen, alle Reiserückkehrer)

11.7 Suche z.B. mit Google nach „Positivrate Covid-19“; Ergebnis z.B. [Statista](#)

11.8 Siehe auch [Johns-Hopkins-University](#) Interessante Vergleichszahlen mit Erklärung, aber nur USA.