



Abschlussbericht Zürcher Coronavirus Schulstudie «Ciao Corona»

(Verfügung 142005113)

Verantwortliche: Prof. Dr. Susi Kriemler, PD Dr. Thomas Radtke und Prof. Dr. Milo Puhan

Zürich, 13.3. 2023

Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) unterstützte die «Ciao Corona» Studie wie in der Verfügung 142005113 festgehalten. Wir möchten Ihnen hier gerne den Abschlussbericht mit den bisherigen Resultaten zukommen lassen. Sämtliche Studienresultate finden Sie ebenfalls auf unserer Website (www.ciao-corona.ch).

Vorab zur Erinnerung finden Sie nachfolgend ein paar Eckdaten und die Hauptziele der «Ciao Corona» Studie. »Ciao Corona« ist eine populationsbasierte Schulstudie im Kanton Zürich, welche von Juni 2020 bis Juli 2022 mittels 5 Messperioden von 3-4 Wochen durchgeführt wurde. An den Messperioden haben jeweils rund 1900-2600 6- bis 17-jährige SchülerInnen aus 55 zufällig ausgewählten Schulen und Schulklassen teilgenommen. Die Untersuchungen fanden jeweils über 3-4 Wochen in den Schulen statt und enthielten eine Blutentnahme und durch Eltern und SchulleiterInnen ausgefüllte Fragebogen.

Die Hauptziele der Studie waren:

1. Bestimmung der Seroprävalenz der teilnehmenden SchülerInnen über die Zeit
2. Bestimmung der Ausbreitung des SARS-CoV-2 Virus innerhalb der Schulen und Klassen (sogenanntes Clustering)
3. Erfassung von Symptomen und Schweregrad von SARS-Cov-2 Infektionen bei SchülerInnen unter verschiedenen vorherrschenden Varianten des Virus
4. Bestimmung des longitudinalen Verlaufs der Anti-Spike (anti-S) und neutralisierenden Antikörper (gegen alle für Schweiz relevanten Varianten) nach einer SARS-CoV-2-Infektion, einer Impfung oder einer Kombination aus Infektion und Impfung
5. Erfassung und Charakterisierung von langfristigen Symptomen vereinbar mit Long COVID bei SchülerInnen mit und ohne SARS-CoV-2 Infektion
6. Verlauf von Lebensstil und Wohlbefinden während der Pandemie

Im Folgenden werden die wichtigsten Erkenntnisse über den Verlauf der Studie zusammengefasst, als Text und Abbildungen, wenn es noch keinen publizierten Artikel dazu gibt oder mit Hinweisen auf Publikationen oder Vorveröffentlichungen (preprints), wenn bereits Artikel vorliegen.

Abbildung 1 gibt einen Überblick über unsere schulbasierte Kohortenstudie »Ciao Corona«. Detaillierte Angaben zum Studiendesign, Zielen und Methodik finden Sie im Designpaper.¹ Die Studie läuft seit Juni 2020. Jeweils 1900-2600 Kinder und Jugendliche im Alter von 6-17 Jahren haben an 5 Messperioden zwischen Juni 2020 und Juli 2022 teilgenommen, davon 751 in mindestens 4 von 5 Runden. Die SchülerInnen stammten aus 55 zufällig ausgewählten Schulen des Kantons Zürich. Die Schulen wurden aus allen Bezirken ausgewählt, wobei die Anzahl der Schulen innerhalb eines Bezirks entsprechend der Bevölkerungszahl gewichtet wurde. Innerhalb jeder Schule wurden wiederum Klassen zufällig ausgewählt mit gleicher Verteilung aus Unter-, Mittel- und Oberstufe. Die grün hinterlegte Kurve zeigt den Infektionsverlauf in der Schweizer Bevölkerung.

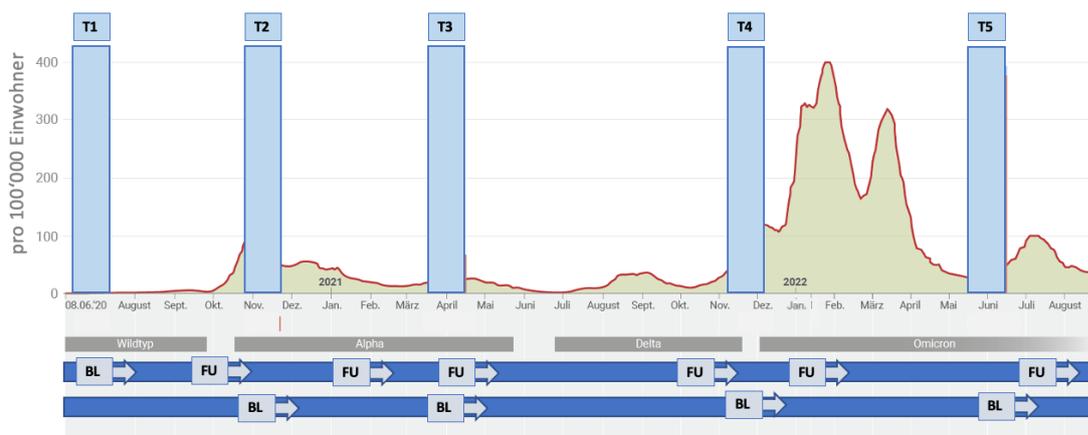


Abbildung 1: An der »Ciao Corona« Studie nahmen in jeder Testphase 1900-2600 SchülerInnen teil, welche aus zufällig ausgewählten Schulen und Klassen des Kanton Zürich stammten. Den SchülerInnen wurde zu den Messperioden (Zeitpunkte T1-T5) Blut abgenommen zur Bestimmung der Seroprävalenz und Immunantwort. Die SchülerInnen und ihre Eltern, sowie die SchulleiterInnen füllten regelmässig Fragebögen (FB) aus. BL=Baseline Fragebogen, FU=Follow-up Fragebogen.



In der nachfolgenden **Tabelle 1** finden Sie die Charakteristika der Schulkohorte zu jedem Zeitpunkt der Messung.

Tabelle 1 Charakteristika der in die Studie eingeschlossenen Schulen, Klassen und SchülerInnen

	T1	T2	T3	T4	T5
Testphasen	Jun/Jul 2020	Oct/Nov 2020	Mar/Apr 2021	Nov/Dec 2021	Jun/Jul 2022
Vorherrschende VOC ^a	wildtype	wildtype	alpha	delta	omicron

QUERSCHNITT - KOHORTE

n	2473	2500	2453	1876	2125
Alter in Jahren (range)	12 (6-17)	12 (7-17)	12 (7-17)	12 (7-17)	12 (7-18)
Geschlecht (n, % männlich)	1197 (48%)	1211 (48%)	1166 (48%)	883 (47%)	851 (47%)
Altersgruppe					
<12 Jahre	1450 (59%)	1298 (52%)	1144 (47%)	945 (50%)	1015 (48%)
≥12 Jahre	1023 (41%)	1202 (48%)	1306 (53%)	930 (50%)	1110 (52%)
Chronische Erkrankung ^a	546 (24%)	551 (24%)	536 (24%)	375 (23%)	413 (23%)
Geimpft					
total	N/A	N/A	N/A	476/1876 (25%)	922/2125 (43%)
<12 Jahre				N/A	285/1015 (28%)
≥12 Jahre				476/930 (51%)	637/1110 (57%)
Ausgefüllte Fragebogen	2210 (89%)	2014 (81%)	1898 (77%)	1459 (78%)	1426 (67%)

LÄNGSSCHNITT - KOHORTE

n	751				
Alter in Jahren (range)	10 (6-15)	11 (7-16)	11 (7-16)	12 (8-17)	12 (8-17)
Geschlecht (n, % männlich)	355 (47%)				
Altersgruppe					
<12 Jahre	496 (71%)	492 (68%)	465 (63%)	377 (52%)	325 (43%)
≥12 Jahre	199 (29%)	233 (32%)	273 (37%)	345 (48%)	426 (56%)
Chronische Erkrankung ^a	166 (23%)				
Geimpft					
Total	N/A	N/A	N/A	184/751 (25%)	345/751 (46%)
<12 Jahre				N/A	93/325 (29%)
≥12 Jahre				184/345 (53%)	252/426 (59%)
Ausgefüllte Fragebogen	678 (90%)	647 (86%)	636 (85%)	610 (81%)	515 (69%)

Werte sind ausgedrückt Anzahl (n) and Prozent (%); Vorherrschende VOC: SARS-CoV-2 Variante mit >50% Betroffenheit unter den Neuinfektionen, ^aChronische Erkrankungen (mit potentieller Beeinflussung der Immunität) wie beispielsweise Asthma, Heuschnupfen, Allergien, chronische Darmerkrankungen.

1. Entwicklung der Seroprävalenz von Juni 2020 bis Juli 2022

Abbildung 2 zeigt die Entwicklung der Seroprävalenz bei SchülerInnen über zwei Jahre der Pandemie. Die über 12-jährigen SchülerInnen konnten sich ab Juni 2021 impfen lassen, die 5-11-Jährigen ab Dezember 2021. Betrachtet man alle teilnehmenden SchülerInnen, stieg die Seroprävalenz von initial 2% im Sommer 2020 auf 47% im Winter 2021 und auf 97% im Sommer 2022 an. Unter den ungeimpften SchülerInnen zeigten im Winter 2021 33% und im Sommer 2022 dann 95% SARS-CoV-2 Anti-S IgG Antikörper. Diese Zahlen belegen, dass praktisch alle SchülerInnen zum Zeitpunkt der letzten Messung genesen, geimpft oder genesen und geimpft waren.

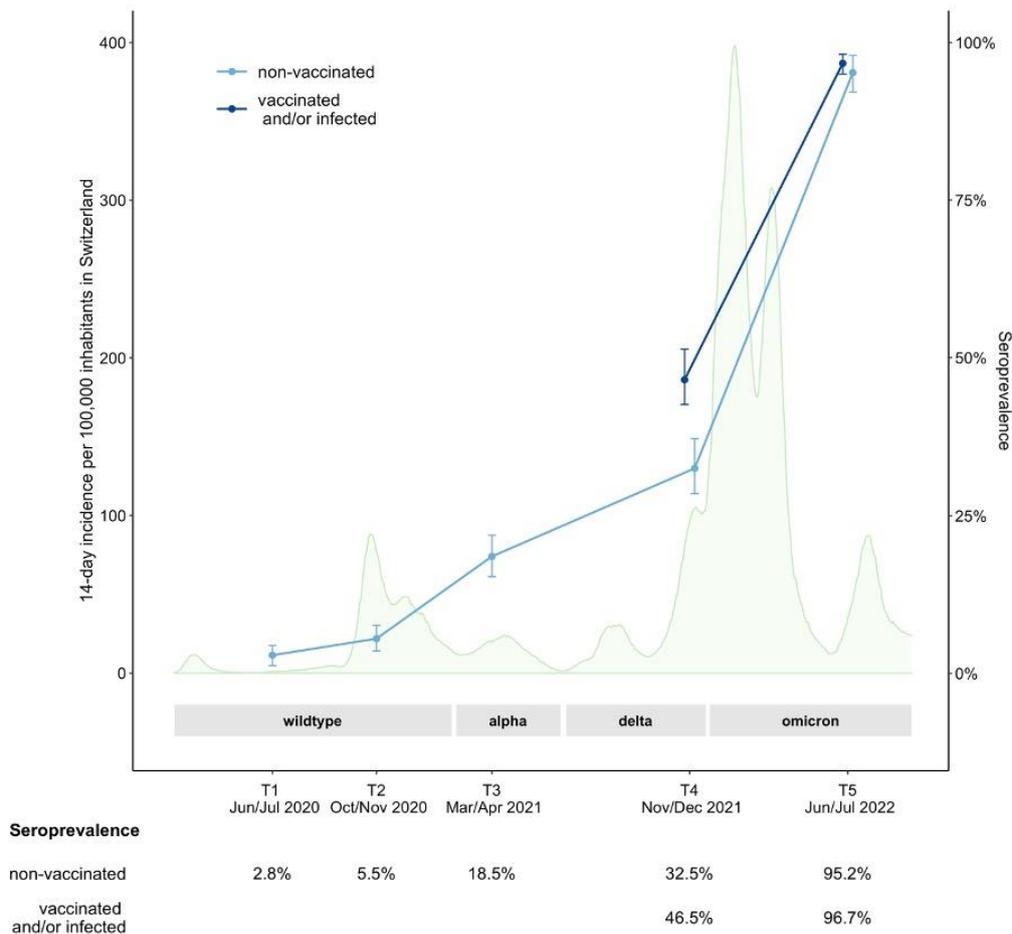


Abbildung 2: Entwicklung der Seroprävalenz bei rund 1900-2600 getesteten SchülerInnen über die Zeit (Querschnittsdaten). T1-T5 beschreiben die Messperioden in den Schulen mit Seroprävalenzen und 95% Vertrauensintervallen in hellblau für die ungeimpften SchülerInnen, in dunkelblau für alle SchülerInnen inklusive der Geimpften. Die grün gefärbte Fläche beschreibt den Pandemieverlauf in der Schweizer Bevölkerung mit Anzahl PCR-Positiver pro 100'000 EinwohnerInnen.

2. Bestimmung der Ausbreitung des SARS-CoV-2 Virus innerhalb der Schulen und Klassen durch ein sogenanntes Clustering

Für die Erkenntnisse über das Clustering verweisen wir gerne auf die Publikationen aus den ersten 4 Messperioden, die wir dem Abschlussbericht beigelegt haben.²⁻⁵ Da mehr oder weniger alle SchülerInnen zur Messperiode T5 seropositiv waren, erübrigte sich diese Analyse.

3. Entwicklung der humoralen Immunantwort nach Infektionen und Impfungen

Abbildung 3 zeigt den Verlauf von Anti-Spike-IgG-Antikörpern unter Verwendung der Längsschnittkohorte (n = 715). Ausgeschlossen wurden SchülerInnen, die in allen fünf Testrunden seronegativ getestet wurden (n = 37), und diejenigen, die zwischen T4 und T5 serokonvertierten (n = 328). Die restlichen SchülerInnen (n=350) wurden entsprechend ihrem Zeitpunkt der Serokonversion in vier Gruppen eingeteilt, z. B. Gruppe 1 umfasste TeilnehmerInnen, die vor T1 serokonvertierten, Gruppe 2 diejenigen, die zwischen T1 und T2 serokonvertierten etc. Demzufolge sind die Verläufe der Antikörpertiter über 6, 12 bzw. 18 Monate dargestellt. Die **Antikörper blieben bis zu 18 Monate nachweisbar**, und die Titer stiegen mit jeder Testrunde. Dieser Anstieg erfolgte entweder durch eine neue Infektion, eine Reinfektion, eine Impfung, oder eine Kombination davon. Ein erster deutlicher Anstieg der Antikörper-Titer trat zwischen T3 und T4 auf, was mit dem Beginn der Impfung zusammenfiel. Die größte Farbveränderung und damit der höchste Anstieg der Titer trat zwischen T4 und T5 auf, als Omikron zur vorherrschenden Virusvariante wurde. Bei T5 waren **bei 99 % aller SchülerInnen mit früheren positiven Antikörperergebnissen weiterhin Antikörper nachweisbar**. Rund 5% der SchülerInnen blieben stets seronegativ (n=37), und alle anderen bis zum Zeitpunkt im Juni/Juli 2022 waren infiziert, reinfiziert, geimpft, oder beides.

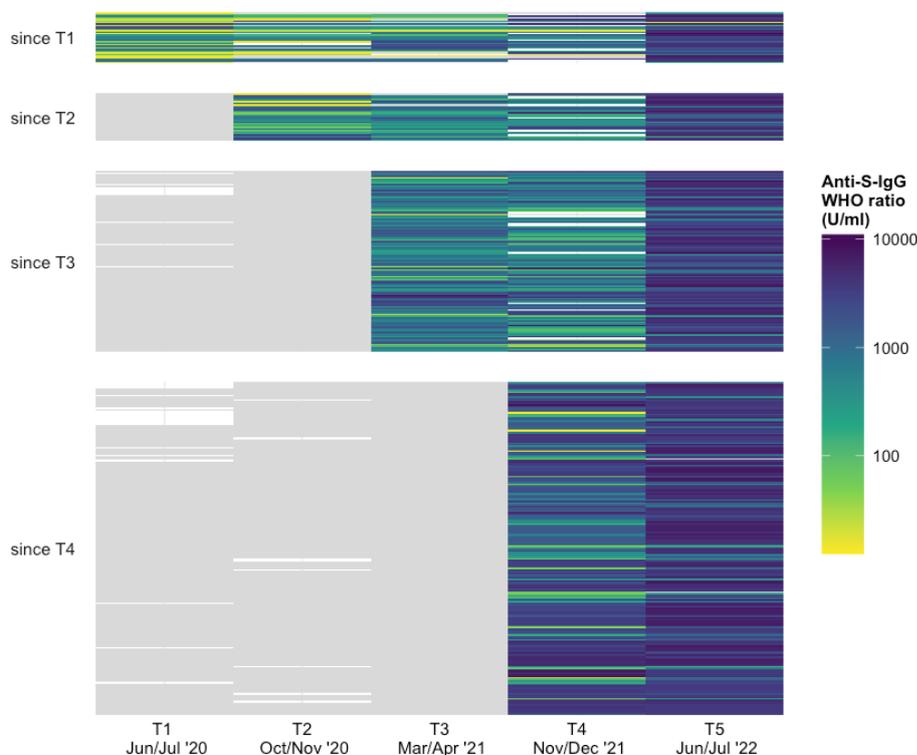


Abbildung 3: Individuelle longitudinale Verläufe von SARS-CoV-2 Anti-Spike-IgG-Titern über die Zeit, getrennt in Gruppen nach erstmaligem Auftreten eines seropositiven Ergebnisses (n = 386) zu den jeweiligen Zeitpunkten (T1: Juni/Juli 2020, T2: Oktober/November 2020, T3: März/April 2021, T4: November/Dezember 2021, T5: Juni/Juli 2022). Ausgeschlossen wurden SchülerInnen, die stets seronegativ waren (n=37) bzw. diejenigen die zwischen T4 und T5 serokonvertierten (n=328). In grau: seronegative Resultate, seropositive Resultate als Farbskala von gelb nach dunkelblau aufgrund der Titerhöhe in WHO ratios (U/ml).

4. Auswirkungen der Omikronwelle

Abbildung 4 zeigt die Auswirkung der Omikronwelle zwischen Winter 2021 und Sommer 2022 anhand der Entwicklung von Anti-S-IgG-Antikörpern zwischen T4 (Nov/Dec 2021) und T5 (Juni/Juli 2022). Dieser Zeitraum entspricht dem Beginn von Omikron als dominierende VOC (variant of concern) bis zum Ende des ersten grossen Infektionsgipfels (siehe **Abbildung 1**). Die SchülerInnen wurden aufgeteilt nach ihrem Infektions- bzw. Impfstatus zu T4 und T5 in seronegativ (keine Anti-S IgG Antikörper), infiziert (Anti-S IgG+, Anti-Nuc IgG-), geimpft (Anti-S IgG+, Anti-Nuc IgG-) oder hybrid (Anti-S IgG+, Anti-Nuc IgG+). Die Abbildung zeigt, dass geimpfte SchülerInnen und jene mit Hybridimmunität generell höhere Titer als infizierte SchülerInnen zur Messperiode T4 und T5 aufwiesen. Sie zeigt ausserdem, dass unter Omikron und den Impfpfehlungen praktisch alle SchülerInnen (97%) entweder serokonvertierten (das heisst sich neu ansteckten) oder einen Titeranstieg durch eine Reinfektion, Impfung oder beides erlangten. Des Weiteren fällt auf, dass die Titer zwischen T4 und T5 in jeder Gruppe anstiegen unabhängig davon, ob neu infiziert, geimpft oder mit Hybridimmunität.

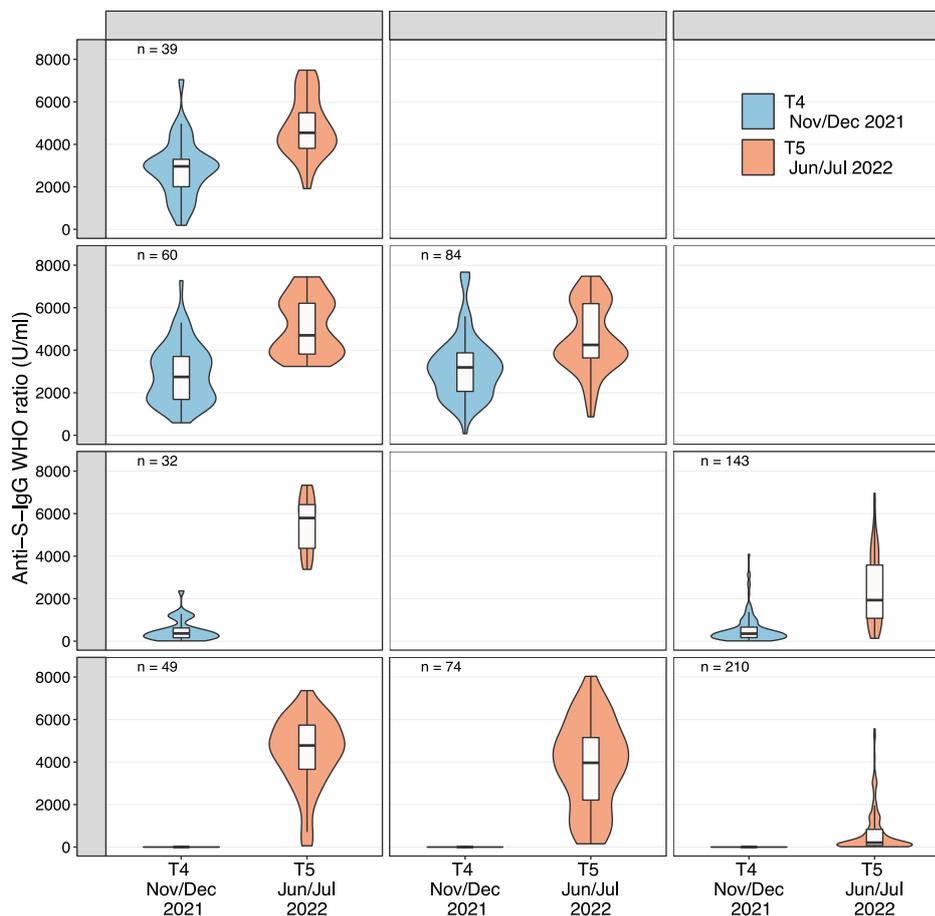


Abbildung 4: Entwicklung der Anti-Spike-IgG-Titer zwischen T4 (November/Dez. 2021) und T5 (Juni/Juli 2022) bei primär seronegativen, infizierten, geimpften SchülerInnen und jenden mit hybrider Immunität zu T4. Die Boxplots zeigen Median- und Interquartilbereiche (IQR; Whisker: 1,5 IQR). Die Violin-Plots zeigen die gespiegelte Dichte für jeden Titerwert (kontinuierliche Verteilung) für Anti-S IgG WHO ratio (U/ml). Reinfektionen wurde anhand von Anti-Nuc IgG Antikörpern diagnostiziert, eine Hybridimmunität bei primäre Seropositivität und anschliessender Impfung, oder bei Impfung und dem Vorhandensein von Anti-Nuc IgG Antikörpern. Wiedergegeben ist auch die Anzahl der gesteteten SchülerInnen (n) in jeder Rubrik a) bis l)

5. Symptome und Schweregrad von SARS-Cov-2 Infektionen bei SchülerInnen unter verschiedenen vorherrschenden Varianten des SARS-CoV-2 Virus

Die Symptome der SchülerInnen über die Zeit blieben in jeder Untersuchung stets mild oder waren nicht vorhanden. Sie führten nur in Einzelfällen zu Hospitalisationen. Am häufigsten traten Kopfschmerzen, verstopfte Nase, Halsschmerzen, Müdigkeit, trockener Husten oder Fieber bzw. Fiebergefühl auf. Geschmacks- und Geruchsstörungen waren äusserst selten vorhanden. **Abbildung 5** zeigt die Symptome von seronegativen und seropositiven SchülerInnen am Beispiel von Zeitpunkt T2 (Okt/Nov 2020). Die Überlappung der Symptome in beiden Gruppen war stets so gross, dass zu keinem Zeitpunkt der Studie Symptome als diagnostisches Mittel hilfreich waren.²⁻⁴ Die berichteten Symptome der späteren Untersuchungen vom Winter 2021 und Sommer 2022 waren nicht mehr interpretierbar, da zusätzlich Symptome aufgrund der Impfung berichtet wurden und es im Sommer 2022 kaum noch seronegative SchülerInnen gab.

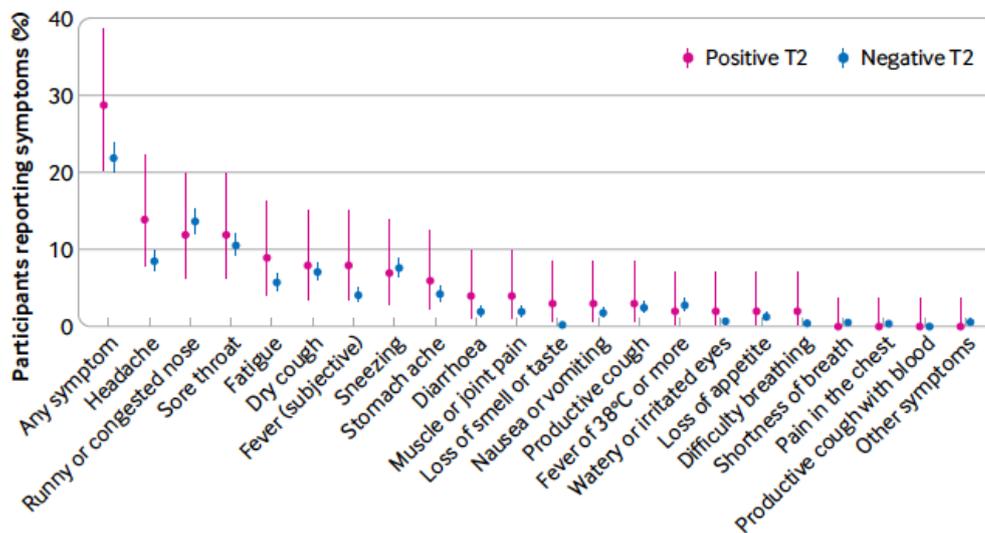


Abbildung 5 zeigt die von den SchülerInnen bzw. deren Eltern angegebenen Symptome während den 6 Monaten vor dem Messzeitpunkt T2 (Okt/Nov 2020) für die Antikörper-positiven SchülerInnen in rot und die Antikörper-negativen SchülerInnen in blau. Es zeigte sich eine deutliche Überlappung bei allen Symptomen, sodass nicht zwischen einer SARS-CoV-2 und einer anderen Infektion, oder einem anderen Grund für das Auftreten von Symptomen unterschieden werden konnte.

6. Erfassung und Charakterisierung von langfristigen Symptomen vereinbar mit Long COVID bei SchülerInnen mit und ohne SARS-CoV-2 Infektion

Es ist sehr herausfordernd, die Häufigkeit von Long Covid bei Kindern und Jugendlichen zu erfassen, da viele Symptome unspezifisch sind und auch ohne vorausgehende SARS-CoV-2 Infektion als Folge von anderen Infekten oder als Ausdruck von psycho-somatischen Beschwerden vorkommen. «Ciao Corona» erlaubte, als eine der wenigen populationsbasierten Studien weltweit, die Symptome zwischen Antikörper - positiven und Antikörper - negativen SchülerInnen zu vergleichen. Dies ist entscheidend, da in der Allgemeinbevölkerung zahlreiche der oben genannten, unspezifischen Symptome vorherrschen, die nicht auf eine Coronavirus-Infektionen zurückzuführen sind. Dieses «Hintergrundrauschen» an Symptomen gilt es bestmöglich zu erfassen und bei der Beurteilung der Häufigkeit der langfristigen Symptome, die potenziell durch eine Infektion mit dem SARS-CoV-2 Virus verursacht wurden, in Betracht zu ziehen.

Tabelle 2 zeigt den Unterschied in Symptomen zwischen den Antikörper-positiven, geimpften und Antikörper-negativen SchülerInnen mit Long Covid vereinbaren Symptomen während der Alpha dominierten (zwischen März/April 2021) und während der Delta dominierten (zwischen Nov/Dez 2021 und Juni/Juli 2022) Infektionsphase.⁶ Der Unterschied in der Häufigkeit von Symptomen zwischen der seropositiven und seronegativen Gruppen und der geimpften Gruppe war stets in der Grössenordnung von 1-2%. Unsere Daten sind im Einklang mit einer Übersichtsarbeit von Studien an nicht-hospitalisierten Kindern und Jugendlichen, die eine Prävalenz von Long Covid Symptomen von 3% bei Kindern und Jugendlichen berichteten.⁷ Die häufigsten Symptome waren Müdigkeit, Kopf- und Bauchschmerzen, sowie Konzentrationsschwierigkeiten. Die Symptome waren höchstens mässig stark und führten nur in Einzelfällen zu Hospitalisationen. Auch die empfundene Gesundheit unterschied sich zu keinem Zeitpunkt relevant zwischen seropositiven, geimpften oder seronegativen Kindern und Jugendlichen.

Long Covid bei Kindern und Jugendlichen kann bis und mit der Deltawelle als eher selten, und falls vorhanden, als mild eingestuft werden. Die Auswertungen der Omikronwelle liegen noch nicht vor. Diese Auswertung wird aufgrund der kleinen seronegativen Gruppe mit Vorsicht zu geniessen sein. Zum jetzigen Zeitpunkt kann gesagt werden, dass Long Covid bei Kindern und Jugendlichen in der Schweiz vorkommt mit einer Prävalenz von 1-2% und in der grossen Mehrheit mild verläuft.

Tabelle 2 Unterschiede in der Häufigkeit von Long COVID kompatiblen Symptomen zwischen den Antikörper-positiven, geimpften und Antikörper-negativen SchülerInnen unter der Alphawelle (Frühling -Winter 2021) und der Deltawelle (Winter 2021 und Sommer 2022)

	T3 –T4 (alpha) Mär/Apr 2021 – Nov/Dez 2021			T4 –T5 (delta) Nov/Dez 2021 – Jun/Jul 2022		
	Seropositiv	Geimpft	Seronegativ	Seropositiv	Geimpft	Seronegativ
N (Total)	232	169	336	279	261	58
Symptome >4 Wochen (%)	20 (9)	22 (13)	38 (11)	44 (16)	31 (12)	8 (14)
Symptome >12 Wochen (%)	8 (3)	6 (4)	8 (2)	14 (5)	9 (3)	2 (3)
Müdigkeit (%)	5 (2)	4 (2)	2 (1)	7 (3)	3 (1)	0
Kopfschmerzen (%)	3 (1)	0	3 (1)	1 (1)	2 (1)	1 (2)
Bauchschmerzen (%)	3 (1)	0	2 (1)	2 (1)	0	0
Konzentrationsschwierigkeiten (%)	3 (1)	0	2 (1)	3 (1)	2 (1)	0
Empfundene Gesundheit						
Ausgezeichnet (%)	87 (38)	48 (29)	118 (35)	93 (34)	90 (35)	20 (36)
Gut (%)	132 (58)	105 (63)	199 (59)	164 (60)	159 (61)	33 (59)
Einigermassen gut (%)	10 (4)	14 (8)	18 (5)	16 (6)	11 (4)	3 (5)
Schlecht (%)	0	0	0	0	0	0

7. Verlauf von Lebensstil und Wohlbefinden über den Verlauf der Pandemie

Generell ist in der Literatur zu finden, dass sich Lebensstil und mentale Gesundheit von Kindern und Jugendlichen über die Pandemie verschlechtert haben, und zwar zum Teil gravierend. Die Ergebnisse basieren in der grossen Mehrheit auf der frühen Pandemiezeit,⁸ auf kleinen Stichproben und Vergleichsdaten und langfristige Verläufe fehlen fast gänzlich. In „Ciao Corona“ ging die körperliche Aktivität früh in der Pandemie zurück, erholte sich aber rasch auf annähernd prä-pandemische Werte. Die Erhöhung der Bildschirmzeit war prolongiert und erholte sich nicht wieder, insbesondere nicht bei den Sekundarschülern (**Abbildung 6A**). Die Erfüllung der Empfehlungen für körperliche Aktivität und Medienkonsum war generell höher bei Primar- als bei Sekundarschülern. Die generell hohe Lebensqualität reduzierte sich im Verlauf der Pandemie nur geringfügig und war bei Kindern, die die Empfehlungen für körperliche Aktivität oder Bildschirmzeit erfüllten, konsistent um 2-3 Scorepunkte höher (**Abbildung 6B**). Dieser Unterschied in Lebensqualität zwischen den Gruppen war ergo gering und kaum von klinischer Bedeutung.

Kinder und Jugendliche in der Schweiz waren vor allem im Anfang der Pandemie von verminderten sozialen Kontakten, home-schooling und geschlossenen Sportclubs betroffen. In den meisten Ländern waren jedoch Ausmass und Länge von Lockdowns und Schulschliessungen deutlich einschneidender. Unser kurzer Lockdown von 6 Wochen und die nachfolgenden Restriktionen wirkten sich denn auch kaum auf ihre Lebensqualität aus und letztere war kaum vom Lebensstil der Kinder und Jugendlichen beeinflusst. Einschränkend muss bei unseren Daten erwähnt werden, dass die meisten Kinder aus höher gestellten sozialen Schichten stammten und somit von einer Selektion der Bevölkerung ausgegangen werden muss. Verläufe und Assoziationen könnten demzufolge milder als in tieferen sozio-ökonomischen Schichten ausgefallen sein.

Abbildung 6A

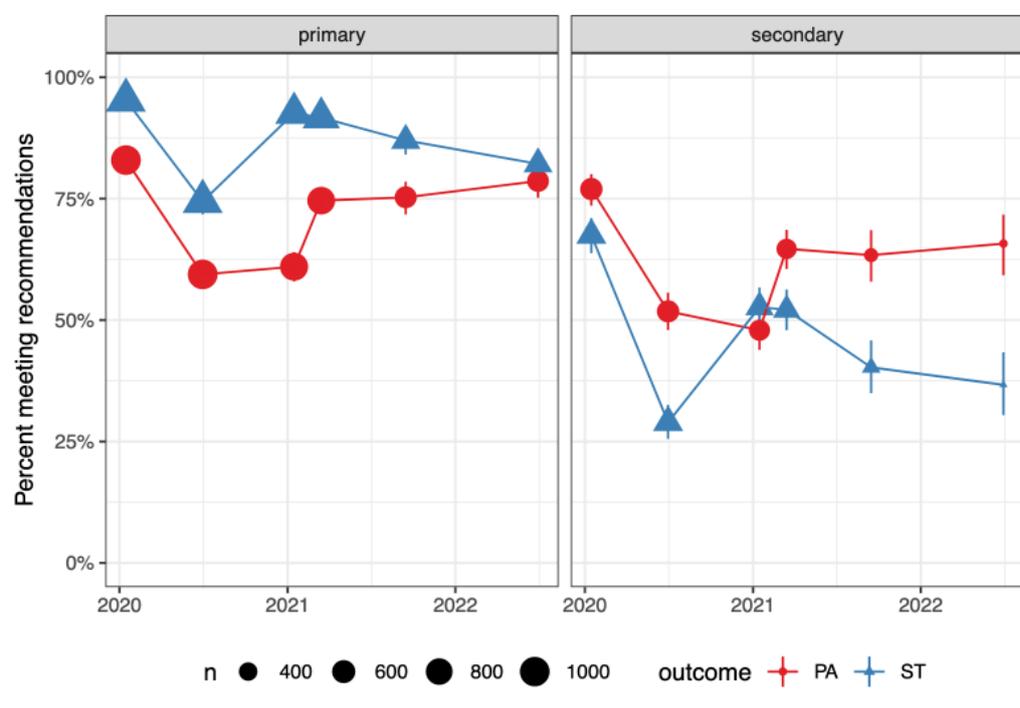


Abbildung 6B

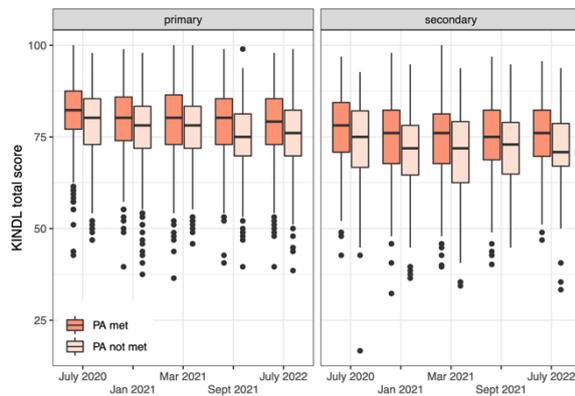


Abbildung 6C

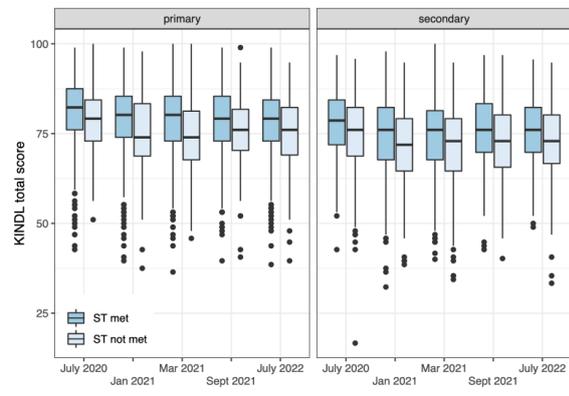


Abbildung 6. Abbildung 6A zeigt die Anzahl SchülerInnen, die zum jeweiligen Messzeitpunkt die offiziellen Empfehlungen für körperliche Aktivität (60 Minuten moderate bis intensive körperliche Aktivität) und sitzende Tätigkeit (max 120 Minuten pro Tag) erfüllten. Die roten Kreise zeigen die körperliche Aktivität («Physical activity», PA) und die blauen Dreiecke zeigen die sitzende Tätigkeit («Sedentary Time», ST). Abbildungen 6B und 6C zeigen das Wohlbefinden, anhand eines validierten KINDL Fragebogens erfasst und als Gesamtscore dargestellt (Skala von 0-100, höhere Werte entsprechen einer höheren Lebensqualität), welches zu jedem Zeitpunkt um 2-3 Scorepunkte höher war bei Kindern, welche die Bewegungs- (rot) und Medienkonsumrichtlinien (blau) der Schweiz erfüllten, gegenüber denjenigen, welche die Richtlinien nicht erfüllten.

Weitere, nicht spezifisch erwähnte Publikationen findet man unter ⁹⁻¹²



Publikationen

1. Ulyte A, Radtke T, Abela IA, Haile SR, Braun J, Jung R, Berger C, Trkola A, Fehr J, Puhan MA, Kriemler S. Seroprevalence and immunity of SARS-CoV-2 infection in children and adolescents in schools in Switzerland: design for a longitudinal, school-based prospective cohort study. *Int J Public Health* 2020;65(9):1549-57. doi: 10.1007/s00038-020-01495-z
2. Ulyte A, Radtke T, Abela IA, Haile SR, Berger C, Huber M, Schanz M, Schwarzmüller M, Trkola A, Fehr J, Puhan MA, Kriemler S. Clustering and longitudinal change in SARS-CoV-2 seroprevalence in school children in the canton of Zurich, Switzerland: prospective cohort study of 55 schools. *Bmj* 2021;372:n616. doi: 10.1136/bmj.n616
3. Ulyte A, Radtke T, Abela IA, Haile SR, Blankenberger J, Jung R, Capelli C, Berger C, Frei A, Huber M, Schanz M, Schwarzmüller M, Trkola A, Fehr J, Puhan MA, Kriemler S. Variation in SARS-CoV-2 seroprevalence across districts, schools and classes: baseline measurements from a cohort of primary and secondary school children in Switzerland. *BMJ open* 2021;11(7):e047483. doi: 10.1136/bmjopen-2020-047483
4. Ulyte A, Radtke T, Abela IA, Haile SR, Ammann P, Berger C, Trkola A, Fehr J, Puhan MA, Kriemler S. Evolution of SARS-CoV-2 seroprevalence and clusters in school children from June 2020 to April 2021: prospective cohort study Ciao Corona. *Swiss medical weekly* 2021;151:w30092. doi: 10.4414/smw.2021.w30092
5. Haile SR, Raineri A, Ruueegg S, Radtke T, Ulyte A, Puhan MA, Kriemler S. Heterogeneous evolution of SARS-CoV-2 seroprevalence in school-age children: Results from the school-based cohort study Ciao Corona in November-December 2021 in the canton of Zurich. *medRxiv* 2022 doi: <https://doi.org/10.1101/2022.05.31.22275814> doi: <https://doi.org/10.1101/2022.05.31.22275814>
6. Radtke T, Ulyte A, Puhan MA, Kriemler S. Long-term Symptoms After SARS-CoV-2 Infection in Children and Adolescents. *JAMA : the journal of the American Medical Association* 2021 Published Online First: 2021/07/16. doi: 10.1001/jama.2021.11880 doi: 10.1001/jama.2021.11880
7. Nittas V, Gao M, West EA, Ballouz T, Menges D, Wulf Hanson S, Puhan MA. Long COVID Through a Public Health Lens: An Umbrella Review. *Public Health Rev* 2022;43:1604501. doi: 10.3389/phrs.2022.1604501
8. Peralta GP, Cramer AL, Haile SR, Kahlert CR, Lorthe E, Marciano L, Nussbaumer A, Radtke T, Ulyte A, Puhan MA, Kriemler S. Lifestyle Behaviours of Children and Adolescents During the First Two Waves of the COVID-19 Pandemic in Switzerland and Their Relation to Well-Being: An Observational Study *Int J Public Health* 2022;67:1604978. doi: 10.3389/ijph.2022.1604978
9. Ammann P, Ulyte A, Haile SR, Puhan MA, Kriemler S, Radtke T. Perceptions towards mask use in school children during the SARS-CoV-2 pandemic: the Ciao Corona Study. *medRxiv* 2021 doi: doi.org/10.1101/2021.09.04.21262907 doi: doi.org/10.1101/2021.09.04.21262907
10. Blankenberger J, Haile SR, Puhan MA, Berger C, Radtke T, Kriemler S, Ulyte A. Prediction of Past SARS-CoV-2 Infections: A Prospective Cohort Study Among Swiss Schoolchildren. *Front Pediatr* 2021;9:710785. doi: 10.3389/fped.2021.710785
11. Muralitharan N, Peralta GP, Haile SR, Radtke T, Ulyte A, Puhan MA, Kriemler S. Parents' Working Conditions in the Early COVID-19 Pandemic and Children's Health-Related Quality of Life: The Ciao Corona Study. *Int J Public Health* 2022;67:1605036. doi: 10.3389/ijph.2022.1605036
12. Ulyte A, Haile SR, Blankenberger J, Radtke T, Puhan MA, Kriemler S. SARS-CoV-2 seroprevalence in children, parents and school personnel from June 2020 to April 2021: cohort study of 55 schools in Switzerland. *Swiss medical weekly* 2022;152:w30193. doi: 10.4414/smw.2022.w30193