

# Augenmanifestationen nach Erhalt des COVID-19-Impfstoffs: Eine systematische Überprüfung

[www.ncbi.nlm.nih.gov/translate.goog/pmc/articles/PMC8709261](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/translate.goog/pmc/articles/PMC8709261)

Impfstoffe (Basel). 2021 Dez; 9(12): 1404.

Online veröffentlicht am 27. November 2021. doi: [10.3390/vaccines9121404](https://doi.org/10.3390/vaccines9121404)

PMCID: PMC8709261

PMID: [34960150](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34960150/)

Yu-Kuei Lee<sup>1</sup> und Yi-Hsun Huang<sup>1,\*</sup>

Abu Salim Mustafa, wissenschaftlicher Herausgeber und Moriya Tsuji, wissenschaftlicher Herausgeber

[Autoreninformationen Artikelhinweise Urheberrechts- und Lizenzinformationen PMC-Haftungsausschluss](#)

[Gehe zu:](#)

## Abstrakt

Die Pandemie der Coronavirus-Krankheit 2019 (COVID-19) hat seit 2019 tiefgreifende und dauerhafte Folgen. Obwohl Impfstoffe gegen COVID-19 im Rahmen einer Notfallgenehmigung entwickelt und zugelassen wurden, wurden auch verschiedene unerwünschte Ereignisse nach der COVID-19-Impfung gemeldet. Diese Überprüfung wurde durchgeführt, um Ärzten dabei zu helfen, die möglichen Manifestationen und systemischen Pathogenese, insbesondere solche im Zusammenhang mit dem Auge, nach einer COVID-19-Impfung zu erkennen. Am 22. August 2021 wurde über Embase, Medline und die Cochrane Library eine systemische Suche nach Veröffentlichungen zu Augenmanifestationen nach der COVID-19-Impfung durchgeführt. Eingeschlossen wurden zwei Fall-Kontroll-Studien/retrospektive Kohortenstudien, eine Querschnittsstudie, drei Fallserien, sechzehn Fallberichte, zwei Bilder und sieben Briefe. Augenmanifestationen nach der Impfung gegen COVID-19 können am Augenlid, an der Hornhaut und der Augenoberfläche, der Netzhaut, der Uvea, dem Nerv und den Gefäßen auftreten. Die Augenmanifestationen traten bis zu 42 Tage nach der Impfung auf und möglicherweise waren durch die Impfung induzierte immunologische Reaktionen dafür verantwortlich. Obwohl die Inzidenzrate von Augensymptomen bei den geimpften Probanden deutlich geringer ist als bei COVID-19-Patienten, sollten sich Ärzte der möglichen Zusammenhänge zwischen COVID-19-Impfstoffen und Augensymptomen bewusst sein, um Sehstörungen oder lebensbedrohliche Probleme frühzeitig zu diagnostizieren und zu behandeln Komplikationen.

**Schlüsselwörter:** unerwünschte Ereignisse, Coronavirus-Krankheit 2019 (COVID-19), Augenheilkunde, Impfstoffe

[Gehe zu:](#)

## 1. Einleitung

Die durch das schwere akute respiratorische Syndrom Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) verursachte Coronavirus-Krankheit 2019 (COVID-19) führte weltweit zu einer beispiellosen Pandemie. Die Europäische Arzneimittel-Agentur (EMA) und die US-amerikanische Food and Drug Administration haben vor Abschluss ihrer klinischen Studien die Notfallzulassung für mehrere COVID-19-Impfstoffe genehmigt. Derzeit hat die EMA vier Impfstoffe zugelassen, die vor SARS-CoV-2 schützen [ 1 , 2 ]. BNT162b2 (Pfizer/BioNTech, Mainz, Deutschland) [ 3 ] und mRNA-1273 (Moderna, Cambridge, MA, USA) [ 4 ] gehören zur Kategorie der mit Lipid-Nanopartikeln (LNP) formulierten mRNA-COVID-19-Impfstoffe, während ChAdOx1 (University of Oxford/AstraZeneca, Oxford, UK) [ 5 ] und Ad26.COV2.S (Johnson & Johnson/Janssen, New Brunswick, NJ, USA) [ 6 ] gehören zur Kategorie der Adenovirus-Vektor-COVID-19-Impfstoffe. Nach der Impfung wurden mehrere unerwünschte Ereignisse, einschließlich Augenmanifestationen, berichtet. In dieser Studie wollten wir alle gemeldeten Augennebenwirkungen der verfügbaren COVID-19-Impfstoffe überprüfen.

[Gehe zu:](#)

## 2. Materialien und Methoden

Diese Überprüfung wurde gemäß den PRISMA-Richtlinien (Preferred Reporting Items for a Systematic Review and Meta-Analyses) [ 7 ] durchgeführt.

### 2.1. Suchstrategie

Um die Augenmanifestationen der COVID-19-Impfung umfassend zu identifizieren, haben wir systematisch drei Datenbanken, darunter Embase, Medline (Ovid) und Cochrane Central, nach Studien zu verwandten Themen durchsucht.

Für die Suche in den Datenbanken haben wir die folgenden Schlüsselwörter verwendet: („2019-nCoV“ ODER „nCoV-19“ ODER „nCoV-2019“ ODER „SARS-CoV-2“ ODER „SARS-CoV2“ ODER „SARSCoV2“ ODER „SARS2“ ODER „COVID“ ODER „Coronavirus“ ODER „Coronavirus-Krankheit 2019“ ODER „schweres akutes respiratorisches Syndrom“) UND („Auge“ ODER „okular“ ODER „Okulopathie“ ODER „okulomotorisch“ ODER „intraokular“ ODER „extraokular“ ODER „ophthalmisch“ ODER „Sehvermögen“ ODER „Orbita“ ODER „Hornhaut“ ODER „Konjunktiva“ ODER „Netzhaut“ ODER „Sklera“ ODER „Glaskörper“ ODER „Diplopie“ ODER „Metamorphopsie“ ODER „visuell“ ODER „optisch“). . Alle Begriffe wurden als Wörter in Titeln, Zusammenfassungen und Schlüsselwörtern verwendet.

Wir haben auch die Referenzen der eingeschlossenen Studien nach relevanteren Artikeln durchsucht. Die Literaturrecherche wurde am 22. August 2021 durchgeführt. Einschlusskriterien waren Originalartikel zu Augenmanifestationen von Patienten, die eine COVID-19-Impfung erhielten. Fallberichte, Fallserien, Briefe und Leitartikel waren ebenfalls enthalten. Studien ohne Informationen zu Augenmanifestationen von Patienten, die eine COVID-19-Impfung erhielten, wurden ausgeschlossen. Eingeschlossene Studien wurden in dieser Studie kategorisiert und basierend auf dem betroffenen Teil des Auges unterteilt.

## **2.2. Studienauswahl**

---

Wir haben die Studienauswahl mit EndNote x9 durchgeführt. Zwei Review-Autoren (YKL und YHH) überprüften unabhängig voneinander alle Titel und Abstracts anhand der Einschlusskriterien und holten anschließend alle relevanten Volltextartikel zur Eignungsbewertung ab. Eventuelle Unstimmigkeiten wurden durch Diskussion gelöst, bis ein Konsens erzielt wurde.

Ein Flussdiagramm, das den Prozess des Abrufens von Artikeln darstellt, ist in dargestellt Abbildung 1. Nach der Durchsuchung der Datenbanken entsprechend der Suchstrategie wurden zunächst insgesamt 341 Studien gefunden. Die Suche in Embase, Medline und Cochrane Library ergab 256, 71 bzw. 14 Ergebnisse, von denen 36 Studien aufgrund doppelter Artikel ausgeschlossen wurden. Wir haben insgesamt 305 Titel und Abstracts auf ihre Eignung geprüft. Davon wurden 252 Studien wegen Irrelevanz ausgeschlossen und 53 Studien für die Volltextauswertung ausgewählt. Wir haben 5 dieser Studien ausgeschlossen, da Berichte nicht abgerufen werden konnten, so dass 48 Artikel für die Aufnahme geeignet waren. Nach der Volltextauswertung wurden 18 Studien wegen fehlender Relevanz und 1 Studie wegen unbekanntem Impfstoff ausgeschlossen. Andererseits wurde eine Studie über Websites identifiziert, während ein anderer Artikel über eine Zitationssuche identifiziert wurde. Schließlich entsprachen 31 Berichte den Einschlusskriterien unserer Studie.

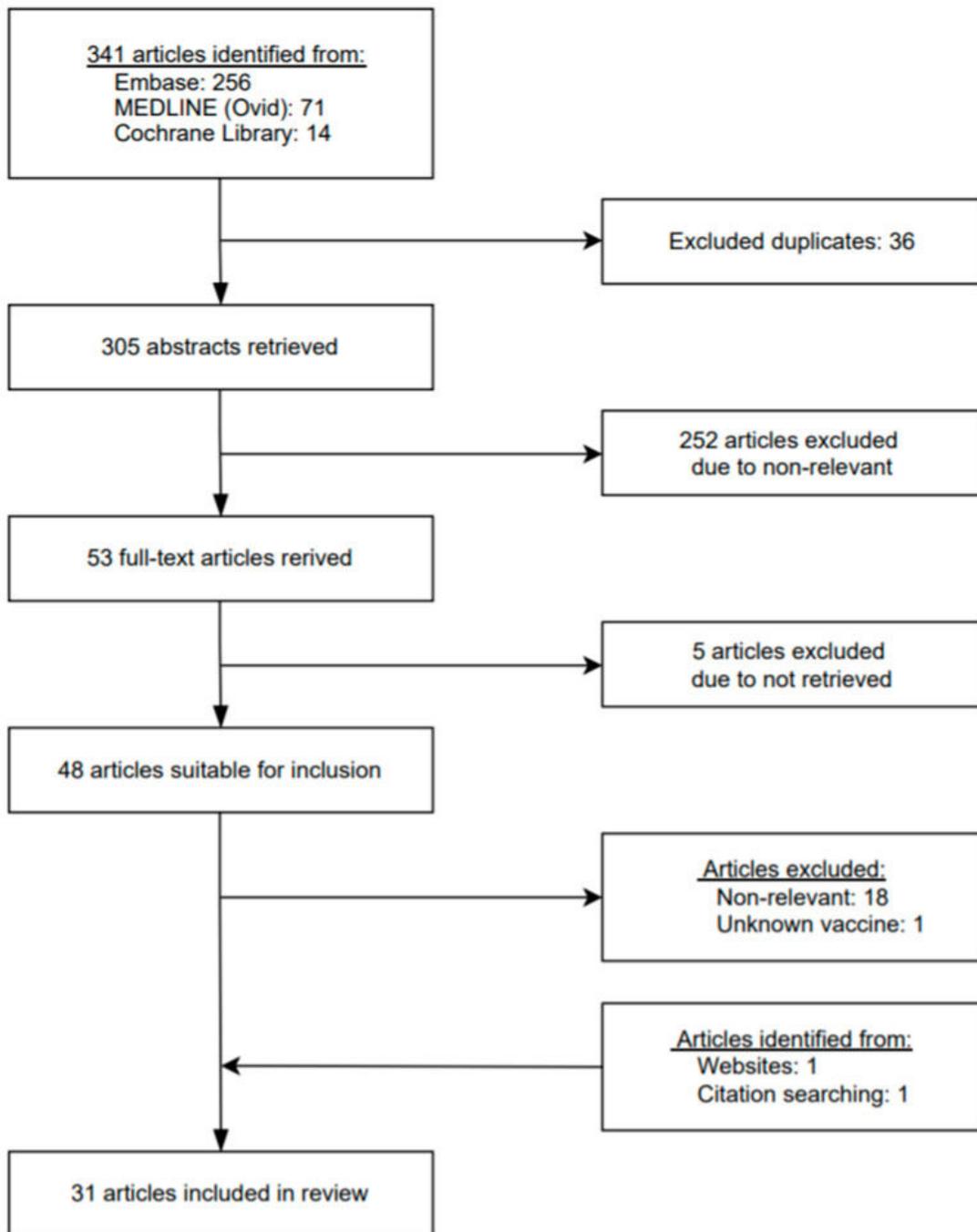


Abbildung 1  
PRISMA-Flussdiagramm der analysierten Artikel.

### 2.3. Datenextraktion und -analyse

Für jeden analysierten Bericht wurden unterschiedliche unerwünschte Ereignisse am Auge aufgezeichnet. Als unerwünschtes Augenereignis wurde jedes unerwünschte Ereignis im Zusammenhang mit dem Auge, den Adnexen oder dem Sehvermögen definiert. In jedem Bericht wurden Alter, Geschlecht, Vorgeschichte, Name des erhaltenen Impfstoffs, Datum der ersten/zweiten Dosis, Dauer der nach der Impfung aufgetretenen unerwünschten Ereignisse am Auge und Fieber aufgezeichnet. Die Qualitätsbewertung der Studien erfolgte nach dem Quality Rating Scheme for Studies and Other Evidence [ 8 ] und dem Oxford Centre for Evidence-based Medicine für die Bewertung einzelner Studien [ 9 ]. Merkmale von Augenmanifestationen nach Erhalt des COVID-19-Impfstoffs und die damit verbundenen Berichte werden in dargestellt Tabelle 1.

### Tabelle 1

Überprüfung der Literatur zu Augenmanifestationen nach der COVID-19-Impfung.

Studie	Art	Bewertungsergebnis *	Alter (Jahre)	Sex	Geimpft	Dosis	Dauer zwischen Impfung und Augensymptomen (Tage)	Diagnose
Al Khames Aga et al. [ 10 ]	Retrospektive Kohorte	3	N / A	N / A	BNT162B2	N / A	1	Schwellung der Augenlider und Allergie
Mazzatenta et al. [ 11 ]	Brief an den Herausgeber	5	44 63 67	F M F	BNT162B2 BNT162B2 BNT162B2	2. 2. 1	21–25 21 10	Purpurische Läsionen am Augenlid. Purpurische Läsionen am Augenlid. Ekchymotische Läsionen am Augenlid
Furer et al. [ 12 ]	Fallserie	4	56	F	BNT162B2	1	4	Herpes zoster ophthalmicus
Ravichandran et al. [ 13 ]	Fallbericht	5	62	M	ChAdOx1	1	21	Abstoßung eines Hornhauttransplantats
Wasser et al. [ 14 ]	Fallbericht	5	73 56	M M	BNT162B2 BNT162B2	1. 1	14 14	Abstoßung eines Hornhauttransplantats Abstoßung eines Hornhauttransplantats
Crnej et al. [ 15 ]	Brief an den Herausgeber	5	71	M	BNT162B2	1	7	Abstoßung eines Hornhauttransplantats
Phylactou et al. [ 16 ]	Fallbericht	5	66 83	F F	BNT162B2 BNT162B2	1. 2	7 21	Abstoßung eines Hornhauttransplantats Abstoßung eines Hornhauttransplantats
Mambretti et al. [ 17 ]	Fallbericht	5	22 28	F F	ChAdOx1 ChAdOx1	NA NA	2 2	Akute makuläre Neuroretinopathie Akute makuläre Neuroretinopathie
Böhler et al. [ 18 ]	Brief an den Herausgeber	5	27	F	ChAdOx1	1	2	Akute Makula-Neuretinopathie
Gabka et al. [ 19 ]	Fallbericht	5	20	F	ChAdOx1	N / A	1	Akute Makula-Neuretinopathie
Buch et al. [ 20 ]	Bilder	5	21	F	ChAdOx1	1	3	Akute Makula-Neuretinopathie
Fowler et al. [ 21 ]	Fallbericht	5	33	M	BNT162B2	N / A	3	Zentrale seröse Retinopathie
Subramony et al. [ 22 ]	Fallbericht	5	22	F	mRNA-1273	2	15	Netzhautablösung
Renisi et al. [ 23 ]	Fallbericht	5	23	M	BNT162B2	2	14	Akute Uveitis anterior
Mudie et al. [ 24 ]	Fallbericht	5	43	F	BNT162B2	2	3	Panuveitis
Goyal et al. [ 25 ]	Fallbericht	5	34	M	ChAdOx1	2	7	Multifokale Aderhautentzündung
Maleki et al. [ 26 ]	Fallbericht	5	33 79	F F	mRNA-1273 BNT162B2	2. 2	10 2	Akute zonale okkulte äußere Retinopathie Arteritische anteriore ischämische Optikusneuropathie
Papasavvas et al. [ 27 ]	Fallbericht	5	43	F	BNT162B2	2	42	Reaktivierung der Vogt-Koyanagi-Harada-Krankheit
Furer et al. [ 28 ]	Fall-Kontroll-Studie	3	N / A	N / A	BNT162B2	1. 2	N / A	Uveitis

Studie	Art	Bewertungsergebnis *	Alter (Jahre)	Sex	Geimpft	Dosis	Dauer zwischen Impfung und Augensymptomen (Tage)	Diagnose
Helmchen et al. [ 29 ]	Brief an den Herausgeber	5	40	F	ChAdOx1	1	14	Optikus-/Chiasmneuritis mit longitudinaler ausgedehnter transversaler Myelitis
Reyes-Capo et al. [ 30 ]	Fallbericht	5	59	F	BNT162B2	N / A	2	Abducens-Nerv-Lähmung
Panovska-Stavridis et al. [ 31 ]	Brief an den Herausgeber	5	29	F	ChAdOx1	1	9	Obere Augenvenenthrombose
Bayas et al. [ 32 ]	Bilder	5	55	F	ChAdOx1	1	10	Obere Augenvenenthrombose
Castelli et al. [ 33 ]	Brief an den Herausgeber	5	50	M	ChAdOx1	1	11	Hirnvenöse Sinusthrombose
Wolf et al. [ 34 ]	Fallserie	4	46	F	ChAdOx1	1	13	Hirnvenöse Sinusthrombose
Suresh et al. [ 35 ]	Fallbericht	5	27	M	ChAdOx1	1	2	Hirnvenöse Sinusthrombose
Dias et al. [ 36 ]	Fallbericht	5	47	F	BNT162B2	1	6	Hirnvenöse Sinusthrombose
Siehe et al. [ 37 ]	Fallserie	4	18–39	N / A	Ad26.COVS.2.S	1	6	Hirnvenöse Sinusthrombose
Blauenfeldt et al. [ 38 ]	Fallbericht	5	60	F	ChAdOx1	1	8	Akuter ischämischer Schlaganfall und Blutung
Santovito et al. [ 39 ]	Brief an den Herausgeber	5	im mittleren Alter	M	BNT162B2	2	3	N / A
Kadali et al. [ 40 ]	Querschnittsstudie	4	N / A	N / A	BNT162B2	N / A	1–42	N / A

[In einem separaten Fenster öffnen](#)

\* Die Bewertungspunktzahl der Studien wurde gemäß dem Quality Rating Scheme for Studies and Other Evidence [ 8 ] und dem Oxford Centre for Evidence-based Medicine für Bewertungen einzelner Studien [ 9 ] eingestuft. Abkürzungen: F weiblich, M männlich, NA werden im Artikel nicht erwähnt.

[Gehe zu:](#)

### 3. Ergebnisse

Insgesamt wurden 31 Studien in unsere systemische Überprüfung einbezogen und nach verschiedenen Teilen des Auges und angrenzenden Geweben in Augenlid, Hornhaut und Augenoberfläche, Netzhaut, Uvea, Nerv, Gefäßthrombose und andere eingeteilt.

#### 3.1. Augenlid

In unserer Literaturrecherche gab es sechs Patienten mit Augenliderscheinungen. Das Durchschnittsalter dieser Patienten betrug 57,5 (Bereich 44–67) Jahre. Die durchschnittliche Dauer zwischen der COVID-19-Impfung und dem Auftreten der Augensymptome betrug 10,0 (Bereich 1–21) Tage. Die Patienteneigenschaften wurden in drei Artikeln untersucht.

##### Schwellung des Augenlids

In einer Studie zur Untersuchung der Symptome nach der Verabreichung von drei Arten von COVID-19-Impfstoffen (Pfizer, AstraZeneca und Sinopharm) haben Al Khames Aga et al. berichtet, dass zwei von 1736 Teilnehmern am Tag der Impfung mit dem COVID-19-Impfstoff BNT162b2 eine Schwellung der Augenlider und eine schwere allergische Reaktion aufwiesen [ 10 ].

##### Purpurische Läsionen am Augenlid

In einer Fallserienstudie haben Mazzatenta et al. berichteten, dass eine 44-jährige Frau und ein 63-jähriger Mann purpurische Läsionen an den oberen Augenlidern hatten, die 21–25 Tage nach der Impfung mit der zweiten Dosis des BNT162b2-COVID-19-Impfstoffs auftraten. Der andere Fall betraf eine 67-jährige Frau, die 10 Tage nach der ersten Dosis des COVID-19-Impfstoffs BNT162b2 eine Ekchymose an den oberen Augenlidern entwickelte. Die purpurischen Augenlidläsionen aller drei Patienten waren asymptomatisch und verschwanden spontan nach 10–15 Tagen [ 11 ].

#### Herpes Zoster Ophthalmicus (HZO)

Furer et al. führte eine Fallserie zu Herpes Zoster nach der BNT162b2-COVID-19-Impfung bei Patienten mit autoimmunen entzündlichen rheumatischen Erkrankungen durch. Einer der sechs Patienten hatte einen Herpes zoster ophthalmicus ohne Hornhautbeteiligung. Eine 56-jährige Frau mit einer Vorgeschichte von seropositiver rheumatoider Arthritis entwickelte vier Tage nach der ersten Dosis des COVID-19-Impfstoffs BNT162b2 starke Schmerzen im linken Auge und in der Stirn. Die Begleitsymptome waren eine hyperämische Konjunktivitis des linken Auges und ein vesikulärer Ausschlag an der linken Stirn [ 12 ].

### 3.2. Hornhaut und Augenoberfläche

---

Sechs Patienten entwickelten nach der COVID-19-Impfung Hornhaut- und Augenoberflächenmanifestationen. Das Durchschnittsalter dieser Patienten betrug 68,5 (Bereich 56–83) Jahre. Die durchschnittliche Dauer zwischen der COVID-19-Impfung und dem Auftreten der Augensymptome betrug 14,0 (Bereich 7–21) Tage. Die Merkmale der Patienten wurden in vier Artikeln untersucht.

#### Abstoßung eines Hornhauttransplantats nach perforierender Keratoplastik (PKP)

Ravichandran et al. berichteten über einen 62-jährigen Mann mit einer PKP-Vorgeschichte aufgrund einer Hornhautnarbe im rechten Auge seit zwei Jahren. Drei Wochen nach der ersten Dosis des ChAdOx1-COVID-19-Impfstoffs litt er unter einer Verstopfung des rechten Auges und verschwommenem Sehen. Es wurde eine Khodadoust-Abstoßungslinie in der Mitte des Endothels mit Transplantatödem und einer Reaktion der Vorderkammer (AC) festgestellt. Es wurde eine Hornhauttransplantatabstoßung des rechten Auges diagnostiziert [ 13 ]. Wasser et al. berichteten über zwei Fälle von Hornhauttransplantatabstoßung nach der ersten Dosis des BNT162b2-COVID-19-Impfstoffs [ 14 ]. Ein 73-jähriger Mann mit einer Vorgeschichte von PKP im linken Auge aufgrund eines Keratokonus, der sich zwei Jahre zuvor aufgrund eines späten Endothelversagens einer erneuten Transplantation unterzogen hatte. 13 Tage nach der Impfung hatte er Beschwerden im linken Auge. Es wurden eine Zilieninjektion im linken Auge, ein Hornhautödem, Descemet-Falten und keratische Ausfällungen (KP) festgestellt und eine Abstoßung des Hornhauttransplantats diagnostiziert. Der andere Patient war ein 56-jähriger Mann mit bilateralem Keratokonus in der Vorgeschichte, der sich vor 25 bzw. sieben Jahren einer PKP am rechten bzw. linken Auge unterzogen hatte. Aufgrund eines späten Endothelversagens wurde 10 Monate zuvor eine erneute Augentransplantation durchgeführt. 14 Tage nach der Impfung entwickelte er eine verschwommene Sicht auf dem rechten Auge. Es wurden ein Hornhautödem des rechten Auges, KPs und AC-Zellen festgestellt und eine Abstoßung des Hornhauttransplantats diagnostiziert [ 14 ].

#### Abstoßung eines Hornhauttransplantats nach Descemet-Membran-Endothel-Keratoplastik (DMEK)

Crnej et al. berichteten über einen 71-jährigen Mann mit einer Vorgeschichte einer endothelialen Dekompensation nach Phakoemulsifikation, der sich fünf Monate lang einer DMEK des rechten Auges unterzogen hatte [ 15 ]. Sieben Tage nach der ersten Dosis des COVID-19-Impfstoffs BNT162b2 verschlechterte sich sein Sehvermögen. Es wurden eine Bindehautinjektion am rechten Auge und ein Hornhautödem festgestellt. Die zentrale Hornhautdicke betrug 714 µm und es wurde eine Abstoßung des Hornhautendotheltransplantats diagnostiziert. Phylactou et al. berichteten über zwei Fälle mit Fuchs-endothelialer Hornhautdystrophie in der Vorgeschichte, die sich nach Verabreichung des BNT162b2-COVID-19-Impfstoffs einer DMEK mit akuter Hornhautendotheltransplantatabstoßung unterzogen [ 16 ]. Eine 66-jährige Frau, die sich 21 Tage zuvor einer DMEK am rechten Auge unterzogen hatte, entwickelte sieben Tage nach der ersten Impfdosis verschwommenes Sehen. Es wurden eine Bindehautinjektion am rechten Auge, ein diffuses Hornhautödem und feine KPs festgestellt, und es wurde eine Abstoßung des Hornhautendotheltransplantats am rechten Auge diagnostiziert. Bei einer anderen 83-jährigen Frau wurde sechs bzw. drei Jahre zuvor eine DMEK am rechten bzw. linken Auge durchgeführt. Drei Wochen nach der zweiten Impfdosis litt sie unter beidseitiger Sehstörung, Schmerzen, Lichtscheu und Rötung. Es wurden auch bilaterale zirkumkorneale Injektionen, KPs und AC-Entzündungen festgestellt. Die zentrale Hornhautdicke betrug im rechten und linken Auge 660 µm bzw. 622 µm. Es wurde die Diagnose einer beidseitigen gleichzeitigen akuten Abstoßung des Endotheltransplantats gestellt.

### 3.3. Retina

---

In unserer Literaturrecherche gab es sieben Patienten mit Netzhautmanifestationen. Das Durchschnittsalter dieser Patienten betrug 24,7 (Bereich 20–33) Jahre. Die durchschnittliche Dauer zwischen der COVID-19-Impfung und dem Einsetzen der Netzhautsymptome betrug 4,0 (Bereich 1–15) Tage. Die Merkmale der Patienten wurden in fünf Artikeln untersucht.

#### Akute Makula-Neuroretinopathie (AMN)

Bøhler et al. berichteten über eine 27-jährige Frau, die orale Kontrazeptiva einnahm und nach Erhalt der ersten Dosis des ChAdOx1-COVID-19-Impfstoffs ein akutes parazentrales Skotom entwickelte [ 18 ]. Die Fundoskopie des linken Auges ergab eine zarte tropfenförmige Makulaläsion, die sich nasal in Bezug auf die Fovea befand. Die Augenkohärenztomographie (OCT) zeigte eine leichte Hyperreflexion der äußeren Kern- und Plexiformschichten sowie eine Störung der Ellipsoidzone. Somit wurde eine AMN des linken Auges diagnostiziert. Gabkak et al. berichteten über eine 20-jährige Frau mit einer Vorgeschichte oraler Kontrazeptiva und einem bilateralen Flackerskotom nach Verabreichung des ChAdOx1-COVID-19-Impfstoffs [ 19 ]. Die Fundoskopie ergab eine leichte Aufhellung um die Fovea herum. Das OCT zeigte hyperreflektive Plaques und eine Störung der Ellipsoidverbindung. Daher wurde eine bilaterale AMN diagnostiziert. Buch et al. berichteten über eine zuvor gesunde 21-jährige Frau mit bilateralen parazentralen Skotomen drei Tage nach Erhalt des ersten ChAdOx1-COVID-19-Impfstoffs [ 20 ]. Die Infrarot-Reflexionsbildung zeigte beidseitig umschriebene parazentrale dunkle Läsionen, die mit der Verdickung der äußeren plexiformen Schicht und der Diskontinuität des Ellipsoidbandes im OCT übereinstimmten. Es wurde die Diagnose einer bilateralen AMN gestellt. Mambretti et al. berichteten, dass eine 22-jährige Frau und eine 28-jährige Frau, die über einen langen Zeitraum orale Kontrazeptiva einnahmen, zwei Tage nach Erhalt des ChAdOx1-COVID-19-Impfstoffs einen akuten Beginn eines parazentralen Skotoms entwickelten. Die multimodale Netzhautbildung stimmte in beiden Fällen mit AMN überein [ 17 ].

#### Zentrale seröse Retinopathie

Fowler et al. berichtete von einem 33-jährigen Mann, der keine Medikamente einnahm. 69 Stunden nach Erhalt des BNT162b2-COVID-19-Impfstoffs entwickelte er verschwommenes Sehen und Metamorphopsie in seinem rechten Auge. Das OCT des rechten Auges zeigte eine seröse Makulaablösung der neurosensorischen Netzhaut. Bei der Fluoreszenzangiographie (FA) wurde eine einzelne Leckagestelle festgestellt, die dem Tintenklecksmuster folgte. Bei ihm wurde eine zentrale seröse Retinopathie im rechten Auge diagnostiziert [ 21 ].

#### Netzhautablösung

Subramony et al. berichteten über eine 22-jährige Frau mit Myopie, die jedoch weder ein Augentrauma noch eine größere medizinische Vorgeschichte hatte. 15 Tage nach der zweiten Dosis des mRNA-1273-COVID-19-Impfstoffs entwickelte sie einen Sehverlust auf ihrem rechten Auge. Die Fundoskopie ergab eine beidseitige Netzhautablösung (makulafrei auf dem rechten, Makulaaufkommen auf dem linken Auge), obwohl sie im linken Auge keinen Sehverlust aufwies [ 22 ].

### 3.4. Uvea

In unserer Literaturrecherche gab es sieben Patienten mit Aderhautmanifestationen. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 35,2 (Bereich 23–43) Jahre. Die durchschnittliche Dauer zwischen der COVID-19-Impfung und dem Auftreten der Uveitis-Symptome betrug 15,2 (Bereich 3–42) Tage. Die Merkmale der Patienten wurden in sechs Artikeln untersucht.

#### Akute Uveitis anterior

Renisi et al. berichteten, dass ein 23-jähriger Mann, der keine nennenswerte Krankengeschichte hatte, Augensymptome entwickelte, nachdem er den Impfstoff BNT162b2 erhalten hatte. Fünf Stunden nach der ersten Impfdosis entwickelte er ein einseitiges periokuläres Erythem mit Beteiligung des linken Augenlids. Die Symptome verschwanden 72 Stunden nach topischer Glukokortikoid-Gabe. Allerdings entwickelte er 14 Tage nach der zweiten Impfdosis verschwommenes Sehen, rote Augen und eine Bindehauthyperämie des linken Auges. Es wurden hintere Synechien, AC-Zellen und KPs im linken Auge festgestellt. Die funduskopische Untersuchung und das Screening im Autoimmun- oder Infektionslabor ergaben keine Veränderungen. Es wurde die Diagnose einer akuten Uveitis anterior des linken Auges gestellt [ 23 ].

#### Panuveitis

Mudie et al. berichteten über eine 43-jährige Frau, die drei Tage nach der zweiten Dosis des BNT162b2-COVID-19-Impfstoffs eine verminderte Sehkraft entwickelte. Bei der Untersuchung wurden Vorderkammer- und Glaskörperentzündungen festgestellt. Allerdings wurde bei ihr kurz nach dem Einsetzen der Augensymptome auch eine asymptomatische COVID-19-Erkrankung diagnostiziert [ 24 ].

#### Multifokale Choroiditis

Goyal et al. berichteten, dass ein 34-jähriger Mann eine Woche nach Erhalt der zweiten Dosis des COVID-19-Impfstoffs einen Sehverlust erlitt. Bei der Untersuchung wurden eine seröse Ablösung der Makula im rechten Auge und eine starke Verdickung der Aderhaut festgestellt, die im Ultraschall bei beiden Augen festgestellt wurde. Es wurde eine bilaterale multifokale Choroiditis diagnostiziert [ 25 ].

#### Akute zonale okkulte äußere Retinopathie (AZOOR)

In einem Fallbericht über entzündliche Nebenwirkungen am Auge nach Verabreichung des COVID-19-Impfstoffs haben Maleki et al. berichteten über eine 33-jährige, zuvor gesunde Frau, die einen fortschreitenden Nasenfelddefekt in ihrem linken Auge und Blitze in beiden Augen entwickelte. Ihre Symptome traten 10 Tage nach Erhalt des zweiten mRNA-1273-COVID-19-Impfstoffs auf. Laboruntersuchungen zeigten eine hohe Blutsenkungsgeschwindigkeit und hohe C-reaktive Proteinwerte. Bei der Untersuchung konnte weder im vorderen Bereich noch im Glaskörper eine Entzündung festgestellt werden. Das OCT an beiden Augen zeigte eine segmentierte und unterbrochene Ellipsoidzone im rechten Auge und eine sehr dünne Ellipsoidzone im linken Auge. Das Multi-Luminanz-Flicker-Elektroretinogramm zeigte defekte Bereiche in der inferotemporalen Makula und der temporalen Makula im rechten bzw. linken Auge. Es wurde ein bilateraler AZOOR diagnostiziert [ 26 ].

#### Reaktivierung der Vogt-Koyanagi-Harada (VKH)-Krankheit

Papasavvas et al. berichteten, dass bei einer 40-jährigen Frau, die sechs Jahre lang Infliximab gegen die VKH-Krankheit einnahm, sechs Wochen nach der zweiten Dosis des BNT162b2-COVID-19-Impfstoffs eine Reaktivierung auftrat. Bei der Untersuchung wurden AC-Entzündung, Hammelfett-KPs, Netzhautfalten, subretinale Flüssigkeit und eine erhöhte Dicke der Aderhaut festgestellt [ 27 ].

#### Uveitis

Furer et al. führte eine multizentrische Beobachtungsstudie zur Immunogenität und Sicherheit des BNT162b2-Impfstoffs bei erwachsenen Patienten mit autoimmunen entzündlichen rheumatischen Erkrankungen durch. Die Ergebnisse zeigten, dass von 686 Fällen ein Fall mehrere Wochen nach der ersten Impfdosis eine Uveitis entwickelte und zwei Fälle nach der zweiten Impfdosis eine Uveitis entwickelten [ 28 ].

### 3.5. Nerv

---

In unserer Literaturrecherche gab es drei Patienten, die neuronale Manifestationen entwickelten. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 59,3 (Bereich 40–79) Jahre. Die durchschnittliche Dauer zwischen der COVID-19-Impfung und dem Auftreten neuronaler Symptome betrug sechs (Bereich 2–14) Tage. Die Merkmale der Patienten wurden in drei Artikeln untersucht.

#### Optische Neuritis

Helmchen et al. berichteten über eine 40-jährige Frau mit einer Vorgeschichte von schubförmig-remittierender Multipler Sklerose (MS), die zwei Wochen nach der ersten Dosis des ChAdOx1-COVID-19-Impfstoffs beidseitig verschwommenes Sehen entwickelte, das schnell zur Erblindung führte. Weitere Symptome sind Paraparese, die sich zu Querschnittslähmung verschlimmerte, mit fehlenden Sehnenreflexen in den Beinen, Inkontinenz und ein sensorisches Defizit für alle Modalitäten unterhalb von Th5 (Brustwirbelsäule). Die Magnetresonanztomographie (MRT) des Gehirns zeigte zahlreiche alte Läsionen der weißen Substanz, die mit MS kompatibel sind, sowie eine erhöhte Signalintensität im Chiasma und in Teilen der angrenzenden optischen Nerven und Bahnen. Die Wirbelsäulen-MRT ergab eine Myelitis bei Th7–10, während Aquaporin-4 (AQP4) im Serum und in der Liquor cerebrospinalis negativ war. Es wurde eine Optikusneuritis mit einem AQP4-Antikörper-negativen Neuromyelitis-optica-Spektrum-ähnlichen Syndrom diagnostiziert [ 29 ].

#### Arteritische anteriore ischämische Optikusneuropathie (AAION)

Maleki et al. berichteten über eine 79-jährige, zuvor gesunde Frau, die zwei Tage nach der zweiten Dosis des BNT162b2-COVID-19-Impfstoffs einen plötzlichen beidseitigen Sehverlust erlitt. Die Laboruntersuchung ergab eine sehr hohe Blutsenkungsgeschwindigkeit und einen sehr hohen C-reaktiven Proteingehalt. Am rechten Auge lag ein afferenter Pupillendefekt 3+ vor. Die Fundoskopie ergab eine vollständige Blässe des Sehnervenkopfes im rechten Auge und eine segmentale Blässe im linken Auge. Die OCT zeigte eine Ausdünnung des Ganglienzellkomplexes und die retinale Nervenfaserschicht schien in beiden Augen normal zu sein. Das Gesichtsfeld des rechten Auges zeigte eine schwere generalisierte Depression und das linke Auge wies einen oberen Höhenfehler auf. Eine Biopsie der rechten Schläfenarterie war mit AAION kompatibel und es wurde eine bilaterale AAION diagnostiziert [ 26 ].

#### Abducens-Nerv-Lähmung

Reyes-Capo et al. berichteten, dass eine 59-jährige, zuvor gesunde Frau zwei Tage nach Erhalt des BNT162b2-COVID-19-Impfstoffs an akuter horizontaler Diplopie litt. Bei der Untersuchung wurde eine rechte Esotropie von 25 Dioptrien im primären Blick, 30 Dioptrien im rechten Blick, 10 Dioptrien im linken Blick und eine starke Abduktionseinschränkung des rechten Auges festgestellt. Das MRT des Gehirns und der Orbita war unauffällig. Bei dem Patienten wurde eine Lähmung des Nervus abducens rechts diagnostiziert [ 30 ].

### 3.6. Gefäßthrombose

---

In unserer Literaturrecherche gab es acht Patienten mit Gefäßthrombose und damit verbundenen Augenmanifestationen. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 42,9 (Bereich 18–60) Jahre. Die durchschnittliche Dauer zwischen der COVID-19-Impfung und dem Auftreten der Augensymptome betrug 8,1 (Bereich 2–13) Tage. Die Merkmale der Patienten wurden anhand von acht Artikeln überprüft.

### Thrombose der oberen Augenvene (SOV).

Panovska-Stavridis et al. berichteten über eine 29-jährige, zuvor gesunde Frau, die neun Tage nach Erhalt der ersten Dosis des ChAdOx1-COVID-19-Impfstoffs verschwommenes Sehen auf dem linken Auge hatte. Die Begleitsymptome waren starke Kopfschmerzen, Schwellung des linken Auges mit Proptosis, eingeschränkte Augenmotilität und Diplopie beim vertikalen Blick. Laboruntersuchungen ergaben eine Thrombozytopenie und hohe D-Dimer-Werte. Der IgG-Enzym-Immunoassay (ELISA) für Thrombozytenfaktor 4 (PF4)-Heparin-Komplex-Antikörper war positiv. Die MRT zeigte eine linke SOV-Thrombose mit sich erweiterndem SOV und Füllungsdefekten [ 31 ]. Andererseits haben Bayas et al. berichteten über eine 55-jährige, zuvor gesunde Frau, die 10 Tage nach Erhalt der ersten Dosis des ChAdOx1-COVID-19-Impfstoffs eine Bindehautstauung, retroorbitale Schmerzen und Diplopie entwickelte. Laboruntersuchungen ergaben eine Thrombozytopenie. Der IgG-ELISA für PF4-Heparin-Komplex-Antikörper war negativ. Die MRT zeigte eine SOV-Thrombose ohne Kontrastmittelfüllung [ 32 ].

### Zerebrale Sinusvenenthrombose (CVST)

Castelli et al. berichteten, dass ein 50-jähriger, zuvor gesunder Mann 11 Tage nach Erhalt der ersten Dosis des ChAdOx1-COVID-19-Impfstoffs eine leichte Sehbehinderung entwickelte. Außerdem litt er unter starken Kopfschmerzen, einer leichten Abweichung des rechten Wangenrandes, einem Kraftverlust in der rechten unteren Extremität und einem instabilen Gehen. Laboruntersuchungen ergaben eine verminderte Thrombozytenzahl und einen Mangel an Fibrinogen. Die Computertomographie (CT)-Angiographie zeigte multiple parenchymale Blutungen und Thrombosen der linken Sinus transversus und sigmoideus [ 33 ]. Wolf et al. berichteten über eine 46-jährige, zuvor gesunde Frau, die 13 Tage nach Erhalt des ChAdOx1-COVID-19-Impfstoffs Kopfschmerzen, Hemianopsie rechts und Aphasie entwickelte. Die Laboruntersuchung ergab eine Thrombozytopenie. Der IgG-ELISA für den PF4-Heparin-Komplex-Antikörper war positiv. Im MRT zeigte sich ein thrombotischer Verschluss des Sinus sagittalis superior sowie des Sinus transversus und des Sinus sigmoideus links. Es wurde auch eine intrazerebrale Blutung im linken Hinterkopf festgestellt [ 34 ]. Suresh et al. berichteten über einen 27-jährigen Mann, der 48 Stunden nach Erhalt der ersten Dosis des ChAdOx1-COVID-19-Impfstoffs Kopfschmerzen in Verbindung mit Augentropfen und Erbrechen entwickelte. Laboruntersuchungen ergaben erhöhte D-Dimer-Werte, niedrige Thrombozytenzahlen und Fibrinogenwerte. Der IgG-ELISA für den PF4-Heparin-Komplex-Antikörper war positiv, während das CT-Venogramm CVST zeigte. Allerdings verschlimmerten sich die Kopfschmerzen und am nächsten Tag trat eine neue gleichnamige Hemianopsie auf. Eine wiederholte CT zeigte eine Blutung im rechten Parietallappen [ 35 ]. Dias et al. berichteten über eine 47-jährige Frau mit einer Eisenmangelanämie aufgrund von Adenomyose und oralen Kontrazeptiva. Sechs Tage nach der ersten Dosis des COVID-19-Impfstoffs BNT162b2 entwickelte sie anhaltende Kopfschmerzen, Übelkeit und Lichtscheu. Drei Tage nach der Konsultation litt sie unter einer plötzlichen linken Hemiparese. Es wurden Papillenödeme, eine Sehschwäche nach links und eine Abweichung des Blicks nach rechts festgestellt. Laboruntersuchungen ergaben eine normale Thrombozytenzahl. Eine Gehirn-MRT mit Venographie ergab einen CVST mit rechtsfrontaler Subarachnoidalblutung und einem kortikalen Veneninfarkt. Der zwei Monate nach dem Ereignis gemessene IgG-ELISA für PF4-Heparin-Komplex-Antikörper war negativ [ 36 ]. Siehe et al. führte eine Fallserie mit sechs Patienten mit CVST und Thrombozytopenie nach Erhalt des Ad26.COV2.S-Impfstoffs durch. Bei einer Patientin traten sechs Tage nach der Impfung Kopfschmerzen und Sehstörungen auf. Nach 10 Tagen entwickelte sie Ekchymose, periorbitale Petechien und Petechien an den unteren Extremitäten sowie zeitweilige Atemnot. Siebzehn Tage nach der Impfung verlor sie plötzlich das Bewusstsein und es wurde eine Thrombozytopenie festgestellt. Die Magnetresonanztomographie (MRT) des Gehirns ergab eine CVST und eine Thrombose der rechten inneren Halsvene [ 37 ].

### Thrombozytopenie mit akutem ischämischen Schlaganfall und Blutung

Blauenfeldt et al. berichteten, dass eine 60-jährige Frau mit einer Vorgeschichte von Hashimoto-Thyreoiditis und Bluthochdruck sieben Tage nach Erhalt der ersten Dosis des ChAdOx1-COVID-19-Impfstoffs Bauchschmerzen entwickelte. Laboruntersuchungen ergaben eine Thrombozytopenie, einen Anstieg des D-Dimers und einen positiven Nachweis von PF4-Antikörpern. Die Computertomographie (CT) des Abdomens ergab beidseitige Nebennierenblutungen und ein subkapsuläres Nierenhämatom. Am nächsten Tag entwickelte sie eine linksseitige Schwäche und eine Sehabweichung nach rechts. Im MRT zeigte sich ein kompletter Infarkt im gesamten Versorgungsbereich der rechten mittleren Hirnarterie. Der Patient starb am sechsten Tag des Krankenhausaufenthaltes [ 38 ].

## 3.7. Andere Berichte, in denen nur Augensymptome erwähnt werden

In unserer Literaturrecherche gab es 12 Patienten mit Augenmanifestationen. Die Zeitspanne zwischen der COVID-19-Impfung und dem Auftreten der Augensymptome lag zwischen drei Tagen und sechs Wochen. Die Merkmale der Patienten wurden anhand von zwei Artikeln überprüft.

Kadali et al. führte eine randomisierte Querschnittsstudie durch, um die Nebenwirkungen des BNT162b2-COVID-19-Impfstoffs bei 803 Mitarbeitern des Gesundheitswesens zu untersuchen. Unter ihnen hatten vier (0,5 %) Teilnehmer verschwommenes Sehen und sieben (0,87 %) Teilnehmer hatten innerhalb von sechs Wochen nach Erhalt des Impfstoffs Augenschmerzen [ 40 ]. Santovito et al.

berichteten, dass bei einem zuvor gesunden Mann mittleren Alters drei Tage nach Erhalt der zweiten Dosis des BNT162b2-COVID-19-Impfstoffs plötzlich eine Verdunkelung des Gesichtsfeldes auftrat. Außerdem entwickelte er leichte Verwirrung, Asthenie und starke Übelkeit [ 39 ].

[Gehe zu:](#)

## 4. Diskussion

---

Unsere Untersuchung ergab mehrere Augenmanifestationen nach der COVID-19-Impfung. Bei den in diesen Studien berücksichtigten COVID-19-Impfstoffen handelt es sich um mRNA-Impfstoffe und adenovirale Vektorimpfstoffe, die beide kein Spike-Protein enthalten. Stattdessen enthalten diese genetische Informationen über das Spike-Protein für seine Biosynthese in Körperzellen [ 41 ].

### 4.1. mRNA-Impfstoffe

---

Die mRNA-Impfstoffe, einschließlich BNT162b2 und mRNA-1273, enthalten Codon-optimierte Sequenzen für die Spike-Proteinsynthese und nutzen die authentische Signalsequenz für ihre Biosynthese [ 41 ]. Die mRNA wird in Lipid-Nanopartikeln geliefert und induziert die Produktion von proinflammatorischen Zytokinen wie Interferon-Gamma (IFN $\gamma$ ), antigenspezifischen CD4+ und CD8+-T-Zell-Antworten und neutralisierenden Anti-Spike-Antikörpern. IFN $\gamma$ -produzierender CD4+ T-Helfer 1 (Th1) und Virusantigen-spezifische T-Zellen können eine Abstoßung von Hornhaut-Allotransplantaten induzieren [ 14 , 15 , 16 ]. mRNA-Impfstoffe können auch die angeborene Immunität durch Toll-like-Rezeptoren stimulieren, die mit der Reaktivierung und Aufrechterhaltung von Herpesviren im Wirt zusammenhängen [ 12 ]. Der mRNA-Impfstoff kann die freie extrazelluläre mRNA erhöhen, was die Permeabilität von Endothelzellen erhöhen und zum Austreten von Choriocapillaris führen kann. Darüber hinaus können mRNA-Impfstoffe eine endogene Glukokortikoidfreisetzung auslösen, die den Cortisolspiegel im Serum erhöht. Lipid-Nanopartikel aus Polyethylenglykol, die die Aktivierung des Komplementweges induzieren können, könnten zu einer Verdickung und Neovaskularisierung der Aderhautgefäße führen. Alle diese Faktoren können zur CSCR beitragen [ 21 ].

Der mRNA-Impfstoff kann aufgrund der großen Ähnlichkeit zwischen den Peptidfragmenten des Impfstoffs und den Uveal-Selbstpeptiden auch antigenspezifische zell- und antikörpervermittelte Überempfindlichkeitsreaktionen und molekulare Mimikry auslösen [ 23 , 42 ]. Diese Immunreaktionen spielen eine wichtige Rolle bei der Entstehung einer Uveitis. Ebenso können Antikörper gegen Spike-Proteine und aktivierte Th1-Zellen mit Proteinen und Antigenen in den äußeren Netzhautschichten, retinalen Pigmentepithelzellen und großen Arterien kreuzreagieren, was AZOOR und AAION induzieren kann [ 26 ]. Andere mögliche durch mRNA-Impfstoffe hervorgerufene Wirkungen umfassen Mikroangiopathie, lokalisierte Vaskulitis und Demyelinisierung, die das Vorhandensein von purpurischen und ekchymotischen Läsionen am Augenlid sowie einer Abducens-Lähmung verursachen [ 11 , 30 ].

### 4.2. Adenovirale Vektorimpfstoffe

---

Adenovirale Vektorimpfstoffe, einschließlich ChAdO $\times$ 1 – Schimpansen-Adenovirus Y25 und Ad26.COVS.2 – menschliches Adenovirus 26, verwenden replikationsinkompetentes Adenovirus als Vektor, um die DNA-Signalsequenz des Spike-Proteins zu liefern [ 43 , 44 ]. Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass während der Transkription alternative Spleißereignisse zur Bildung von C-terminal verkürzten Proteinen führen können, was zur Bildung von löslichem Spike-Protein führen kann. Diese löslichen Spike-Varianten können über einen Antikörper-vermittelten Mechanismus thrombotische Ereignisse auslösen, wenn sie an ACE2-exprimierende Endothelzellen in Blutgefäßen binden [ 41 , 45 ]. Weitere mögliche Ursachen für eine Thrombose sind Spike-Protein-Wechselwirkungen mit verschiedenen C-Typ-Lectin-Rezeptoren, Heparansulfat-Proteoglykanen und dem CD147-Rezeptor. Schließlich können Adenovirus-Vektoren mit dem CD46-Rezeptor oder Thrombozytenfaktor-4-Antikörpern interagieren und eine Thrombose verursachen [ 1 ].

Das Thrombozytopenie-Syndrom (TTS), ein seltenes Syndrom mit akuter Gefäßthrombose, wurde in zahlreichen Studien bei Patienten berichtet, die adenovirale COVID-19-Vektorimpfstoffe erhielten. MacIntyre et al. berichteten, dass der ChAdO $\times$ 1-COVID-19-Impfstoff bei drei von 100.000 Impfungen mit TTS assoziiert ist [ 46 ]. Darüber hinaus wurden in den Vereinigten Staaten 15 Fälle von TTS nach Verabreichung von 7,98 Millionen Dosen der Ad26.COVS.2-COVID-19-Impfung im Zeitraum vom 2. März bis 21. April 2021 gemeldet [ 47 ]. Obwohl der Mechanismus von TTS nicht klar ist, ähneln der klinische Verlauf und die Labortestergebnisse von TTS einer autoimmunen Heparin-induzierten Thrombozytopenie, die durch die Bildung von PF4-Antikörpern ausgelöst wird [ 37 , 47 ]. Das TTS trat meist bei Frauen mittleren Alters 5–24 Tage nach der Impfung auf. Die Thrombozytenzahl lag zwischen 7.000 und 113.000 Thrombozyten pro Kubikmillimeter und die meisten Fälle waren positiv für PF4-Heparin-Antikörper [ 48 ]. Das TTS kann eine Thrombusbildung in Arterien oder Venen verursachen, die zu CVST- und SOV-Thrombose führen kann. Bis zum 4. April 2021 wurden 169 Fälle von CVST unter 34 Millionen Menschen gemeldet, die im Europäischen Wirtschaftsraum und im Vereinigten Königreich mit dem ChAdO $\times$ 1-COVID-19-Impfstoff geimpft wurden [ 48 ]. Den von uns untersuchten Fällen zufolge kann sich die Krankheit als Kopfschmerzen mit verschwommenem Sehen, eingeschränkter Augenmotilität, Diplopie, Strabismus, Hemianopsie oder Papillenödem äußern [ 33 , 34 , 35 , 36 , 37 , 38 ].

Adenovirale Vektorimpfstoffe können Augenerkrankungen verursachen, indem sie eine immunologische Reaktion auf das Spike-Antigen oder auf Komponenten des Schimpansen- oder menschlichen Adenovirus auslösen. Netzhautpathologien können durch molekulare Mimikry und Selbstantigene verursacht werden. Darüber hinaus kann das im Kreislauf exprimierte Spike-Antigen direkt Störungen in den Gefäßendothelzellen verursachen oder eine proinflammatorische und prokoagulierende Reaktion auslösen, die zu AMN führt. In vier Fällen in unserer Untersuchung wurde jedoch in der Vergangenheit über einen längeren Zeitraum orale Kontrazeptiva eingenommen, die als mögliche Risikofaktoren für AMN gelten [ 18 , 49 ]. Schließlich kann der dysimmunologische Prozess durch die adenovirale Vektor-gerichtete B-Zell-Immunantwort ausgelöst werden. Die Immunreaktion kann die Reaktivierung einer Optikusneuritis mit longitudinaler ausgedehnter transversaler Myelitis bei langjährig stabiler MS induzieren [ 29 ]. Der Zusammenhang zwischen adenoviralen Vektorimpfstoffen und allen genannten Augensymptomen sollte weiter untersucht werden. Wir stimmen Ng et al. zu, dass die Pathogenese der Augensymptome nach der COVID-19-Impfung die Immunantwort auf den Impfstoff sein könnte [ 50 ]. Daher sind weitere Studien erforderlich, um einen kausalen Zusammenhang zwischen dem beobachteten Ereignis und dem Impfstoff nachzuweisen, der zur zukünftigen Impfstoffentwicklung beitragen könnte.

[Gehe zu:](#)

---

## 5. Schlussfolgerungen

Die überprüften Studien haben unsere Besorgnis über die Augenmanifestationen nach der COVID-19-Impfung geweckt. Der allgemeine Nutzen des COVID-19-Impfstoffs bei der Vorbeugung von COVID-19 ist jedoch gut belegt. Die Inzidenzrate von Augenmanifestationen nach Erhalt des Impfstoffs ist erheblich niedriger als die Prävalenzrate von Augensymptomen bei COVID-19-Patienten [ 51 ]. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es zwar zu Augenmanifestationen kommen kann, nachdem man den COVID-19-Impfstoff erhalten hat, den Menschen wird dennoch empfohlen, sich impfen zu lassen, da der Nutzen die Risiken überwiegt.

[Gehe zu:](#)

---

## Autorenbeiträge

Y.-KL und Y.-HH waren an der Konzeption und Durchführung der Studie beteiligt. Die Erhebung und Verwaltung der Daten erfolgte durch Y.-KL, Y.-KL und Y.-HH, die an der Verwaltung und Interpretation der Daten beteiligt waren. Y.-KL und Y.-HH waren an der Erstellung, Überprüfung und Genehmigung des Manuskripts beteiligt. Alle Autoren haben die veröffentlichte Version des Manuskripts gelesen und ihr zugestimmt.

[Gehe zu:](#)

---

## Finanzierung

Unterstützt durch Grants Ministry of Science and Technology 110-2628-B-006-018.

[Gehe zu:](#)

---

## Erklärung des Institutional Review Board

Unzutreffend.

[Gehe zu:](#)

---

## Interessenskonflikte

Die Autoren haben keine relevanten finanziellen oder nichtfinanziellen Interessen offenzulegen.

[Gehe zu:](#)

---

## Fußnoten

**Anmerkung des Herausgebers:** MDPI bleibt in Bezug auf Zuständigkeitsansprüche in veröffentlichten Karten und institutionellen Zugehörigkeiten neutral.

[Gehe zu:](#)

---

## Verweise

2. US-amerikanische Lebensmittel- und Arzneimittelbehörde – COVID-19-Impfstoffe. [(abgerufen am 21. September 2021)]; Online verfügbar: <https://www.fda.gov/emergency-preparedness-and-response/coronavirus-disease-2019-covid-19/covid-19-vaccines>
8. JAMA Network Open – Anleitung für Autoren: Bewertungen der Qualität der Evidenz. [(abgerufen am 21. September 2021)]. Online verfügbar: <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/pages/instructions-for-authors#SecRatingsofQuality>
9. Das Zentrum für evidenzbasierte Medizin. [(abgerufen am 21. September 2021)]. Online verfügbar: <https://www.cebm.net/>
29. Helmchen C., Buttler GM, Markewitz R., Hummel K., Wiendl H., Boppel T. Akute bilaterale Optikus-/Chiasmaneuritis mit longitudinaler ausgedehnter transversaler Myelitis bei langjährig stabiler Multipler Sklerose nach vektorbasierter Impfung gegen das SARS-CoV-2. *J. Neurol.* 2021; 15 :1–6. doi:10.1007/s00415-021-10647-x. [ [Kostenloser PMC-Artikel](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
35. Suresh P., Petchey W. ChAdOx1 nCoV-19-Impfstoff-induzierte immunthrombotische Thrombozytopenie und zerebrale venöse Sinusthrombose (CVST) *BMJ Case Rep.* 2021; 14 :e243931. doi:10.1136/bcr-2021-243931. [ [Kostenloser PMC-Artikel](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
36. Dias L., Soares-dos-Reis R., Meira J., Ferrão D., Soares PR, Pastor A., Gama G., Fonseca L., Fagundes V., Carvalho M. Zerebrale Venenthrombose nach BNT162b2-mRNA-SARS-CoV-2-Impfstoff. *J. Schlaganfall Cerebrovasc. Sagen.* 2021; 30 :105906. doi: 10.1016/j.jstreichcerebrovasdis.2021.105906. [ [Kostenloser PMC-Artikel](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
37. Siehe I, Su JR, Lale A, Woo EJ, Guh AY, Shimabukuro TT, Streiff MB, Rao AK, Wheeler AP, Beavers SF, et al. US-Fallberichte über zerebrale venöse Sinusthrombose mit Thrombozytopenie nach Ad26.COV2.S-Impfung, 2. März bis 21. April 2021. *JAMA.* 2021; 325 :2448–2456. doi:10.1001/jama.2021.7517. [ [Kostenloser PMC-Artikel](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
38. Blauenfeldt RA, Kristensen SR, Ernstsen SL, Kristensen CCH, Simonsen CZ, Hvas AM Thrombozytopenie mit akutem ischämischen Schlaganfall und Blutung bei einem Patienten, der neu mit einem adenoviralen vektorbasierten COVID-19-Impfstoff geimpft wurde. *J. Thromb. Haemost.* 2021; 19 :1771–1775. doi:10.1111/jth.15347. [ [Kostenloser PMC-Artikel](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
39. Santovito LS, Pinna G. Akute Verringerung der Sehschärfe und des Gesichtsfeldes nach der zweiten Dosis des Pfizer-BioNTech COVID-19-Impfstoffs: Ein Fallbericht. *Entzündung. Res.* 2021; 70 :931–933. doi:10.1007/s00011-021-01476-9. [ [Kostenloser PMC-Artikel](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
40. Kadali RAK, Janagama R., Peruru S., Malayala SV Nebenwirkungen des BNT162b2-mRNA-COVID-19-Impfstoffs: Eine randomisierte Querschnittsstudie mit detaillierten selbstberichteten Symptomen von Mitarbeitern des Gesundheitswesens. *Int. J. Infizieren. Sagen.* 2021; 106 :376–381. doi: 10.1016/j.ijid.2021.04.047. [ [Kostenloser PMC-Artikel](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
41. Heinz FX, Stiasny K. Unterscheidungsmerkmale aktueller COVID-19-Impfstoffe: Bekanntes und Unbekanntes der Antigenpräsentation und Wirkweisen. *NPJ-Impfstoffe.* 2021; 6 :104. doi:10.1038/s41541-021-00369-6. [ [Kostenloser PMC-Artikel](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
42. Cunningham ET, Jr., Moorthy RS, Fraunfelder FW, Zierhut M. Vaccine-Associated Uveitis. *Auge. Immunol. Entzündung.* 2019; 27 :517–520. doi:10.1080/09273948.2019.1626188. [ [PubMed](#) ] [ [Crossref](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
43. Dicks MD, Spencer AJ, Edwards NJ, Wadell G., Bojang K., Gilbert SC, Hill AV, Cottingham MG Ein neuartiger Schimpansen-Adenovirus-Vektor mit geringer menschlicher Seroprävalenz: Verbesserte Systeme zur Vektorableitung und vergleichende Immunogenität. *Plus eins.* 2012; 7 :e40385. doi:10.1371/journal.pone.0040385. [ [Kostenloser PMC-Artikel](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
44. Logunov DY, Dolzhikova IV, Zubkova OV, Tukhvatulin AI, Shcheblyakov DV, Dzharullaeva AS, Grousova DM, Erokhova AS, Kovyrshina AV, Botikov AG, et al. Sicherheit und Immunogenität eines auf rAd26- und rAd5-Vektoren basierenden heterologen Prime-Boost-COVID-19-Impfstoffs in zwei Formulierungen: Zwei offene, nicht randomisierte Phase-1/2-Studien aus Russland. *Lanzette.* 2020; 396 :887–897. doi: 10.1016/S0140-6736(20)31866-3. [ [Kostenloser PMC-Artikel](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
45. Eric K., Lea K., Jenny R., Silvia B., Stefan K., Rolf M. „Vaccine-Induced Covid-19 Mimicry“-Syndrom: Spleißreaktionen innerhalb des offenen Leserahmens von SARS-CoV-2 Spike resultieren in Spike-Proteinvarianten, die bei Patienten, die mit vektorbasierten Impfstoffen immunisiert wurden, thromboembolische Ereignisse verursachen können. *Res. Sq.* 2021 doi: 10.21203/rs.3.rs-558954/v1. [ [Querverweis](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
46. MacIntyre CR, Veness B., Berger D., Hamad N., Bari N. Thrombose mit Thrombozytopenie-Syndrom (TTS) nach AstraZeneca ChAdOx1 nCoV-19 (AZD1222) COVID-19-Impfung – Eine Risiko-Nutzen-Analyse für Menschen <60 Jahre in Australien. *Geimpft.* 2021; 39 :4784–4787. doi: 10.1016/j.vaccine.2021.07.013. [ [Kostenloser PMC-Artikel](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
47. MacNeil JR, Su JR, Broder KR, Guh AY, Gargano JW, Wallace M., Hadler SC, Scobie HM, Blain AE, Moulia D., et al. Aktualisierte Empfehlungen des Beratenden Ausschusses für Impfpraktiken zur Verwendung des Janssen (Johnson & Johnson) COVID-19-Impfstoffs nach Berichten über Thrombosen mit Thrombozytopenie-Syndrom bei Impfstoffempfängern – USA, April 2021. *MMWR Morb. Tötlich. Wkly. Rep.* 2021; 70 :651–656. doi: 10.15585/mmwr.mm7017e4. [ [Kostenloser PMC-Artikel](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
48. Douxfils J., Favresse J., Dogne JM, Lecompte T., Susen S., Cordonnier C., Lebreton A., Gosselin R., Sie P., Pernod G., et al. Hypothesen hinter den sehr seltenen Fällen von Thrombosen mit Thrombozytopenie-Syndrom nach SARS-CoV-2-Impfung. *Thromb. Res.* 2021; 203 :163–171. doi: 10.1016/j.thromres.2021.05.010. [ [Kostenloser PMC-Artikel](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

49. Bhavsar KV, Lin S., Rahimy E., Joseph A., Freund KB, Sarraf D., Cunningham ET Akute makuläre Neuroretinopathie: Eine umfassende Überprüfung der Literatur. Überleben. Ophthalmol. 2016; 61 :538–565. doi: 10.1016/j.survophthal.2016.03.003. [ [PubMed](#) ] [ [Crossref](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
50. Ng XL, Betzler BK, Testi I, Ho SL, Tien M, Ngo WK, Zierhut M, Chee SP, Gupta V, Pavesio CE, et al. Unerwünschte Ereignisse am Auge nach der COVID-19-Impfung. Auge. Immunol. Entzündung. 2021:1–9. doi:10.1080/09273948.2021.1976221. [ [Kostenloser PMC-Artikel](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
51. Sopp NM, Sharda V. Ein Blick auf COVID-19: Eine Metaanalyse der positiven konjunktivalen Reverse-Transkriptase-Polymerase-Kettenreaktion und der SARS-CoV-2-Konjunktivitis-Prävalenz. Optom. Schrauben. Wissenschaft. 2021; 98 :429–436. doi: 10.1097/OPX.0000000000001687. [ [Kostenloser PMC-Artikel](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

---

Artikel aus dem Bereich „Impfstoffe“ werden hier mit freundlicher Genehmigung des **Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)** bereitgestellt.

---