

Aus der II. Medizinischen Klinik des Universitätsklinikums Augsburg

**Multiperspektivische Analyse der
Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf
die Versorgungsstrukturen und auf die
Notfall- und Akutversorgung eines
Klinikums der III. Versorgungsstufe**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Dr. med.

eingereicht an der

Medizinischen Fakultät der Universität Augsburg

von

Herbert Quinz

Augsburg, 30.05.2023



Dissertation eingereicht am:	30.05.2023
Erstgutachter (Hauptbetreuer):	Prof. Dr. Martin Trepel
Zweitgutachter:	Prof. Dr. Jakob Linseisen
Tag der mündlichen Prüfung:	25.05.2024

„Es kann übrigens gesagt werden,
dass die eigentliche Herrschaft der Pest in dem Augenblick zu Ende war,
da für die Bevölkerung ein Funken Hoffnung wieder möglich wurde.“

La Peste, Albert Camus

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	7
1.1. Der Begriff der Pandemie	7
1.2. Medizinhistorische Darstellung und aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu den bedeutendsten Pandemien.....	8
1.2.1. Die Justinianische Pest, The black death, Yersinia pestis.....	8
1.2.2. Filippo Pacini, John Snow und die Brunnen Londons, Robert Koch und die Entdeckung des Kommabakteriums.....	12
1.2.3. Die Pocken, Edward Jenner, die erste Impfpflicht weltweit	14
1.2.4. L´influenza, the spanish Lady.	16
1.2.5. AIDS und HIV	20
1.2.6. Die SARS-Pandemie 2002-2003	21
1.2.7. MERS 2012	21
1.2.8. SARS-CoV-2 und COVID-19	22
1.3. Bedeutende medizinhistorische Entwicklungen in Augsburg	26
1.3.1. Das Militärlager Oberhausen	26
1.3.2. Die Hospitäler	27
1.3.3. Das Blatternhaus und das Holzhaus	28
1.3.4. Die Dynastie der Occo	28
1.3.5. Das Holzhaus am Gänsbühel, das Schneidhaus	30
1.3.6. Die Pesthäuser, das Pilgerhaus (Almosenhaus)	31
1.3.7. Lukas Stenglin, das Collegium Medicum Augustanum.....	31
1.3.8. Das Allgemeine Krankenhaus.....	32
1.3.9. Das Hauptkrankenhaus	32
1.3.10. Die Kinderheilanstalt.....	34
1.3.11. Kurze Historie der weiteren stationären Einrichtungen in Augsburg.....	34
1.3.12. Das Zentralklinikum und das Universitätsklinikum Augsburg	35
2. Fragestellung dieser Arbeit	36
3. Material und Methoden	37
3.1. Behandlungsdaten und Beobachtungszeiträume	37
3.2. Datenquellen	37
3.3. Definition und Beschreibung der Merkmale der Populationen	38
3.3.1. Aufnahmegrund	38
3.3.2. Leistungen nach OPS-Kodierung.....	39
3.3.3. Merkmal „Entlass- und Verlegungsgrund“	40

3.4.	Daten zur SARS-CoV-2-Inzidenz in Augsburg und Lockdown-Phasen.....	41
3.5.	Berechnungen und statistische Auswertungen	42
3.6.	Datenschutz- und Informationssicherheit.....	42
3.7.	Beurteilung der Ethikkommission bei der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München vom 06.07.2021	42
4.	Ergebnisse	43
4.1.	Grundkennzahlen zur Bewertung der stationären Leistungen	43
4.2.	Aufnahmegrund.....	51
4.3.	Hochschulambulanzen (HSA)	56
4.4.	Analyse selektierter Krankheitsbilder.....	58
4.5.	Stationäre Leistungen nach OPS-Codierung.....	58
4.6.	Operative Eingriffe	61
4.7.	Entlass- und Verlegungsprofil.....	64
4.8.	Entwicklung der Mortalität bei stationären Patienten	66
5.	Diskussion	71
5.1.	Relevante Kennzahlen der stationären Leistungen	73
5.2.	Stationäre Behandlung von SARS-COV-2 Patienten.....	76
5.3.	Intensivmedizin	77
5.4.	Notfallmedizin.....	78
5.5.	Ambulante Medizin, Hochschulambulanzen (HSA)	79
5.6.	Krankheitsbilder / Diagnosen.....	80
5.7.	Operationen	80
5.8.	Sterbefälle bei stationären Patienten.....	82
5.9.	SARS-CoV-2 und Beschäftigte im Gesundheitswesen.....	83
6.	Limitationen	86
7.	Schlussfolgerungen	87
8.	Zusammenfassung	89
9.	Summary	90
10.	Literaturverzeichnis	91
	Appendix	108
I.	Abkürzungsverzeichnis	108
II.	Abbildungsverzeichnis	110
III.	Tabellenverzeichnis	112

1. Einleitung

Die COVID-19 Pandemie stellte Patienten sowie klinische und nichtklinische Mitarbeiter des Universitätsklinikums Augsburg, als zentrale Struktur der Maximalversorgung mit einem Versorgungsauftrag für ca. 2 Millionen Einwohner, vor große Herausforderungen. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die wesentlichen Auswirkungen der Pandemie auf die stationären und ambulanten Versorgungsstrukturen zu objektivieren und zu analysieren. Im einleitenden Teil wird, im Sinne einer medizinhistorischen Einordnung, ein Überblick über die bedeutendsten Pandemien mit einigen aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und Parallelen zu den zeitgenössischen Auswirkungen sowie eine kurze Beschreibung der wichtigsten geschichtlichen Entwicklungen der Gesundheitsstrukturen in Augsburg, die letztlich in die Gründung der medizinischen Fakultät und der Universitätsklinik mündeten, gegeben.

1.1. Der Begriff der Pandemie

Gemäß der Erörterung des Terminus „Pandemie“ durch Morens und Fauci wurden vom 17. bis in das 19. Jahrhundert auch in medizinischen Kreisen die Begriffe Epidemie und Pandemie unscharf und kommutabel verwendet. Eine Pandemie sollte folgende Hauptmerkmale aufweisen: breite, explosive und geographisch nachvollziehbare (globale) Ausbreitung, hohe Kontagiosität, minimale Immunität der Population, Neuheit des Erregers oder der Variante, Schwere der Erkrankung sowie tiefgreifende sozioökonomische Auswirkungen (Akin & Gozel, 2020; Morens et al., 2009). Diese Aspekte lassen sich, wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung, laut den Autoren in allen bisherigen Pandemien feststellen, wobei die weite geographische Verbreitung, auch in Abgrenzung zum Begriff Epidemie, als wichtigster Faktor betrachtet wird und eine Beschränkung des Terminus auf Infektionskrankheiten nahegelegt wird. Die Entstehung und Ausbreitung von Infektionskrankheiten und somit von Epidemien und Pandemien, werden durch diverse, z.T. verknüpften Faktoren aus Genetik, Biologie, soziopolitischen Rahmenbedingungen (z.B. Kriege, Hungersnöte, Demographie) und Ökonomie (Handel, Reisen, Globalisierung, etc.) bedingt, wie auch die medizinhistorischen Analysen veranschaulichen (Morens et al., 2020; Morens et al., 2008).

1.2. Medizinhistorische Darstellung und aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu den bedeutendsten Pandemien

1.2.1. Die Justinianische Pest, The black death, Yersinia pestis

Im Zeitraum von 541-543 nach Christus breitete sich, den detaillierten Beschreibungen des Historikers Prokopios von Caesarea folgend, die nach dem damaligen oströmischen Kaiser und Erbauer der Hagia Sophia benannte Justinianische Pest von der Hafenstadt Pelusium am Nildelta über Alexandria auf den gesamten Mittelmeerraum und dem mittleren Orient aus, wie Little und Sarris detailliert beschreiben (Little, 2006; Sarris, 2002). Nach dieser ersten Manifestation mit verheerenden Auswirkungen auf die damalige Bevölkerung brach, in insgesamt acht bis zehn Jahresabständen, mit unterschiedlicher Intensität bis in das 8. Jahrhundert weitere zehn Male aus, um dann vollständig zu verschwinden (Perry & Fetherston, 1997). Die Arbeitsgruppen um Wagner und Poinar konnte erstmals die bis dahin nur vermutete Ätiologie der Justinianischen Pest durch paläogenetische Analysen eindeutig belegen und das Stäbchenbakterium *Yersinia pestis* als verantwortlichen Erreger bestätigen (Wagner et al., 2014): die Überreste zweier Pestopfer aus dem frühmittelalterlichen Friedhof in Aschheim (Bayern) konnten mit der Radiokarbonmethode der Epoche der Justinianischen Pest zugeordnet werden. Das extrahierte DNS-Material wurde sequenziert und durch Abgleich mit einer bestehenden Genom-Datenbank des Erregers konnte ein vollständiges *Yersinia pestis* Genom rekonstruiert werden. Aus späteren Pandemien isolierte Bakterienstämme weisen einen gesonderten evolutionären Zweig auf, was auf ein Aussterben dieses Stammes im 8. Jahrhundert und auf neue Abstammungslinien aus der ökologischen Nische der Nagetiere (Reservoir-Wirte) für die darauffolgenden Pestausbrüche schließen lässt (Wagner et al., 2014).

Nach den auf Latein verfassten Aufzeichnungen der „istoria de morbo sive mortalitate quae fuit anno domini MCCCXLVIII“ des Notars und Historikers Gabriele de Mussi (ca. 1280-1356) aus Piacenza begann im Jahr 1346 die mongolische Belagerung der Stadt Kaffa auf der Halbinsel Krim, die damals unter Genuesischer Herrschaft stand (Tononi, 1884). Im selben Jahr sollen laut de Mussi „(...) im Orient viele Stämme der Tataren und Sarazenen durch eine unerklärliche Krankheit einem plötzlichen Tod zum Opfer gefallen sein.“ [Übers. d. Verf.] In ihrer Verzweiflung sollen nach Mussi die mongolischen Soldaten mit ihren Katapulten die Pestleichen über die Stadtmauern der belagerten Stadt geschleudert haben, um diese zur Aufgabe zu zwingen. Diese Ausführungen aus dem 14. Jh. könnten als erster Beleg für den Einsatz biologischer Waffen in kriegerischen

Auseinandersetzungen gedeutet werden (Derbes, 1966). Laut de Mussis Aufzeichnungen soll es unter diesen dramatischen Umständen einigen Belagerten gelungen sein, mit Schiffen aus der Stadt zu flüchten: „einige Boote waren nach Genua bestimmt, andere segelten nach Venedig und in andere christliche Gebiete“ [Übers. d. Verf.]. Unter den Besatzungen befanden sich jedoch auch mit der Pest angesteckte Matrosen und so konnte sich laut de Mussi die Pest in Italien ausbreiten (Tononi, 1884) [Übers. d. Verf.]. Plausibler erscheint die Theorie, die Verbreitung der Pest sei über mehrere Routen auf dem Seeweg und durch Handelskarawanen aus dem asiatischen Raum über die Krim in den Mittelmeerraum und den mittleren Orient erfolgt (Wheelis, 2002). So konnte z.B. mit Proben von menschlichen Überresten (Zahnmark, Knochen) aus mutmaßlichen Pest-Massengräbern in England, Frankreich, Deutschland (Augsburg), den Niederlanden und Italien aus den 14. bis 17. Jahrhundert, durch die Amplifikation eines spezifischen Plasmid-Gens des Erregers eine Infektion mit *Yersinia pestis* nachgewiesen und gleichzeitig die Ätiologie der zweiten großen Pandemie bestätigt werden (Haensch et al., 2010). Die sequenzierten Proben bestätigen laut den Autoren die historischen Quellen bezüglich einer europäischen Ausbreitung von Italien über Frankreich nach England in der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts (Abb. 1). Die Sequenzierung der Proben aus Bergen op Zoom (Niederlande) ergab auf der Basis von Nukleotid-Polymorphismen und der Abwesenheit einer Deletion jedoch eine zweite Variante des Erreger-Genotyps und suggeriert (mindestens) eine weitere Ausbreitungswelle während der zweiten Pandemie, möglicherweise von Norden in Richtung Süden der Niederlande (Haensch et al., 2010).



Abb. 1: Ausbreitung und Infektionsrouten der zweiten Pest-Pandemie. Quelle: modifiziert nach Bos Kl. 2011, S. 510 – Karte: OpenStreetMap – Open Data Commons Lizenz (ODbL)

Die Arbeitsgruppen um Krause an der Universität Tübingen und Poinar der McMaster University in Kanada konnten gemeinsam eine interessante Studie in Nature veröffentlichen, die zum Ziel hatte, die Gründe für die besondere Aggressivität und Virulenz des Erregers der zweiten Pest-Pandemie zu erforschen (Bos et al., 2011). In der paläogenetischen Analyse wurden Proben menschlicher Überreste aus dem Londoner Pestfriedhof (1348 bis 1350) von East Smithfield untersucht und es gelang den Wissenschaftlern die Sequenzierung eines vollständigen *Yersinia pestis* Genoms durchzuführen. Die genetische Architektur und die phylogenetische Analyse (verglichen mit Genomen moderner Erreger) ergaben in 650 Jahren Evolution laut Wissenschaftler nur geringe genetische Variationen, sodass dieser Erreger als Vorfahre der heute noch präsenten Stämme angesehen werden kann. Es bleibt noch ungeklärt, ob diese unwesentlichen Mutationen (ca. ein dutzend Positionen) wirklich für die viel niedrigere Pathogenität der moderneren Erreger verantwortlich sein könnten. Wahrscheinlicher erscheint den Autoren, dass die damaligen Umwelteinflüsse, die Vektorendynamiken, die Anfälligkeit der Wirte sowie der Bevölkerung und soziale Faktoren im Vordergrund der epidemiologischen Entwicklungen standen (Zellinger-Kratzl, 2007). Das bisweilen älteste *Yersinia-pestis*-Genom aus der späten Bronzezeit (ca. 2000 vor Chr.) konnte von einer internationalen Arbeitsgruppe unter Leitung von Krause, aus den menschlichen Überresten eines Grabes der Region Samara im heutigen Russland rekonstruiert werden (Spyrou et al., 2018). Dieser Stamm weist laut Spyrou et al. bereits jene Gene auf, die es dem Erreger erlauben Flöhe als Vektor zu nutzen und scheint mit großer Wahrscheinlichkeit ein phylogenetischer Vorfahre der heute noch bestehenden Stämme zu sein. Giovanni Boccaccio beschrieb im Decamerone (Abb. 2) die Ausbreitung der „morte nera“ (zweite Pest-Pandemie) 1348 in Florenz, dessen Augenzeuge er war. Seine Ausführungen geben einen guten Einblick in die dramatische Dynamik der Ausbreitung und das damalige Verständnis der Infektionskrankheit (Boccaccio, 1761).¹

¹ „(...) Nur wenige erholten sich, ja fast alle starben innerhalb des dritten Tages vom Erscheinen der vorgenannten Zeichen, manche früher manche später, und die meisten starben ohne jegliches Fieber oder sonstiger Leiden. Und war diese Seuche von einer ungewöhnlichen Kraft, da sie aufgrund der Kontakte von Erkrankten auf Gesunde übersprang, nicht anders als dies das Feuer mit trockenen oder fettigen Dingen macht, wenn diese ihm sehr nahekommen. Und sie brachte ein noch größeres Übel mit sich: da nicht nur das Sprechen und der Umgang mit Kranken die Gesunden erkrankten lies oder für sie gar den Tod bedeutete, sondern sogar das Berühren von Kleidung oder was auch immer die Kranken berührt oder benutzt hatten diese Krankheit auf den Berührenden zu übertragen schien.“ [Übers. d. Verf.] Boccaccio, G. (1761). *Il Decamerone* (Vol. 1). Antonio Locatelli. S. 4.



Abb. 2: Frontispiz der Novellensammlung „il Decamerone“. Boccaccio G. 1761, Bildertitel

Die Pandemie breitete sich rasant auf dem europäischen Kontinent aus und umfasste schließlich die gesamte damals bekannte Welt bis hin nach Grönland im Nordatlantik (Zietz & Dunkelberg, 2004). Mit geschätzten 20 Millionen Verlusten fiel annähernd laut Zietz und Dunkelberg ein Drittel der damaligen europäischen Bevölkerung der zweiten Pandemie, besser bekannt unter dem Begriff „the black death“, zum Opfer. Die Pandemie schwand zum Ende des 14. Jh., jedoch kam es in den darauffolgenden Jahrhunderten wiederholt zu Ausbrüchen (u.a. in Neapel, Genua, London, Wien, Moskau) mit hohen Verlusten auf dem gesamten europäischen Kontinent (Glatter & Finkelman, 2021).

Die dritte Pest-Welle brach in der südwestchinesischen Region Yunnan aus und erreichte über die Handelsstadt Guangzhou Hong Kong im Jahr 1894 (Echenberg, 2002). Von dort verbreitete sich die Erkrankung laut Echenberg in wenigen Jahren über Japan und Taiwan auf Hafen- und Flussstädte in jedem Kontinent (u.a. Singapur, Bombay, Sidney, Rio de Janeiro, San Francisco) und die ersten Fälle auf dem westeuropäischen Kontinent wurden in 1899 dokumentiert. Die Entwicklung und der vermehrte Einsatz von Dampfschiffen in der Seefahrt gegen Ende des 19. Jahrhunderts und der damit beginnende „Kollaps des geographischen Raumes“ soll maßgeblich zur Verbreitung von Infektionskrankheiten wie Cholera oder Pest beigetragen haben (Cliff & Haggett, 2004). Im Juni 1894 veröffentlichten Shibasaburo Kitasato, der an der Charité von Robert Koch ausgebildet worden war und zusammen mit Behring eine Serumtherapie gegen Tetanus entwickelt hatte, und Alexandre Émile Jean Yersin aus der Schule Louis Pasteurs, unabhängig voneinander und mit nur wenigen Tagen Unterschied die erfolgreiche Isolierung des Pest-Erregers (Steensma & Kyle, 2020). Während anfänglich die Entdeckung Kitasato zugeschrieben wurde, so Steensma,

veranlassten Unterschiede zum später genauer beforschten Mikroorganismus und die von Kitasato eher wage beschriebene Eigenschaften des Erregers (von denen einige wahrscheinlich einer Verunreinigung durch Pneumokokken zurückzuführen waren) eine Revision der Entdeckung. In Anbetracht der Entwicklung eines Antiserums durch Yersin sowie die von ihm erkannte Verbindung zwischen Ratten und Ausbreitung der Erkrankung wurden in den 1970er Jahren die Entdeckung und die Nomenklatur (*Yersinia pestis*) dem Bakteriologen Yersin zugeordnet (Perry & Fetherston, 1997).

Nach den Annahmen verschiedener Autoren führte das Fehlen eines wilden Nagetierreservoirs durch ungünstigere Umweltbedingungen) im westlichen Europa, die allgemeinen Maßnahmen zur öffentlichen Gesundheitspflege sowie der Einsatz von Antibiotika (ab 1950) dazu, dass die dritte Pestwelle in Westeuropa keine relevante Bedrohung mehr darstellte (Bramanti et al., 2019). Es wird jedoch geschätzt, dass in der gesamten Menschheitsgeschichte bislang 200 Millionen Menschen der Pest zum Opfer gefallen sind (Abb. 3) und auch heute noch stellt die Pest, auch wenn in begrenzten Epidemien, ein ernstes Gesundheitsproblem dar (Riedel, 2005).

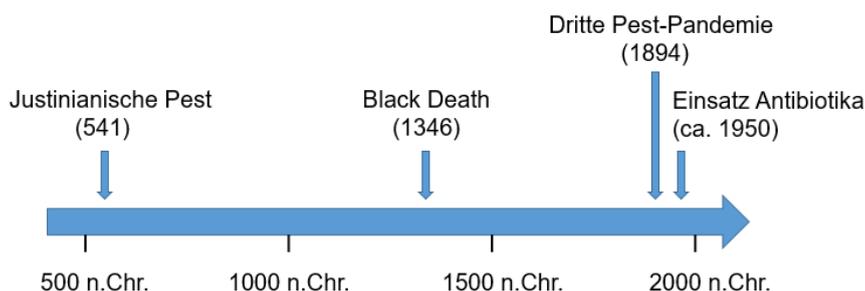


Abb. 3: Zeitstrahl mit Einordnung der drei Pest-Pandemien

1.2.2. Filippo Pacini, John Snow und die Brunnen Londons, Robert Koch und die Entdeckung des Kommabakteriums

Erste ayurvedische Fallbeschreibungen zu einer mutmaßlichen Cholera-Erkrankung („Visūcikā“ auf Sanskrit) sind nach Prasad etwa 2.500 Jahre alt (Prasad, 2005). Die Erkrankung war laut dem Autor über Jahrhunderte ausschließlich auf dem indischen Subkontinent bzw. in Asien lokalisiert. Etymologisch stammt die Bezeichnung aus den altgriechischen Begriffen Χολή (Galle) und ῥέω (fließen) oder der Begrifflichkeit χολερη νόσος (Erkrankung der Galle, der Verdauungsorgane) und bezog sich bei Hippokrates und Galen auf unspezifische akute gastrointestinale Erkrankungen (Devault et al., 2014; Macpherson, 1884). Im Jahr 1817 verbreitete sich die asiatische (epidemische) Cholera

erstmalig von Indien über Bengalen ausgehend auf große Teile der anderen Kontinente (Harris et al., 2012). Über Handels- und Pilger Routen gelangte die Erkrankung 1821 nach Maskat, Teheran und Bagdad. Nach weiteren fünf Jahren erreichte die Erkrankung Russland und von dort aus schließlich Westeuropa mit dramatischen Folgen (Harris et al., 2012; Selwyn, 1977).

Im Jahr 1831 trat, wie Schadewaldt in der „Entdeckung des Cholera-Erregers“ beschreibt, in Europa eine bisher „nur aus den Berichten von Schiffs- und Tropenärzten“ bekannte Infektionskrankheit auf, welche „außerordentlich akut“ verlief und bei etwa einem Drittel der Betroffenen, „oft wenige Stunden nach Beginn der Krankheitserscheinungen“ einen tödlichen Verlauf nahm (Schadewaldt, 1975). Laut den Ausführungen mehrerer Autoren standen in allen Epochen Cholera-Ausbrüche meist im Zusammenhang mit kriegerischen Auseinandersetzungen oder Naturkatastrophen und den damit zusammenhängenden desaströsen hygienischen und sanitären Folgen (Dureab et al., 2018; Ganin, 2009).

Der italienische Anatom Filippo Pacini (nach ihm sind die Mechanorezeptoren „Pacinsche Körperchen“ benannt) entdeckte während des Cholera-Ausbruches in Florenz 1854, laut Barcat, Lippi und Gotuzzo, mit seinem Mikroskop den verantwortlichen Mikroorganismus in großen Mengen („miriadi di vibrioni“) in den untersuchten Proben und bewies somit die mikrobiologische Ätiologie (Abb. 4). Seine Entdeckung blieb jedoch weitestgehend unbeachtet, wahrscheinlich auch aus dem Grund, dass zu dieser Zeit die Miasmen-Theorie noch weit verbreitet war (Barcat, 2014; Lippi & Gotuzzo, 2014).



Abb. 4: Asiatische Cholera - oberflächliche Korrosionen der Mukosa aus dem mittleren Teil des Dünndarms (Übers. d. Verf.), Filippo Pacini, istituto anatomico di Firenze 1854. Quelle: Wikimedia Commons ²

² Wikimedia Commons. *Filippo pacini cholera discovery*. Retrieved 24.12.2022 from https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Filippo_pacini_cholera_discovery.gif

Im selben Jahr untersuchte der britische Chirurg John Snow, einer der Pioniere der modernen Narkose, die Zusammenhänge zwischen Verbreitung der Cholera-Erkrankung, der Mortalität und der Wasserversorgung in London und postulierte in seinen Schriften eine infektiologische Ätiologie durch Mikroorganismen im Trinkwasser (Snow, 1856a, 1856b). William Budd, Frederick Brittan und Joseph Swayne konnten laut Wainwright mutmaßliche Mikroorganismen („peculiar microscopic objects“) in Proben von Cholera-Erkrankten und in Wasserproben aus den von Cholera befallenen Bezirken in London nachweisen und stützten Snows mikrobiologische Theorie maßgeblich (Budd, 2013; Wainwright, 2001). Durch seinen akkuraten methodologischen Ansatz, der brillanten Ergebnisse seiner Untersuchungen und der davon abgeleiteten, erfolgreichen Maßnahmen (z.B. Schließung eines infizierten Londoners Wasserbrunnen) kann Snow im Konsens verschiedener Autoren als einer der Begründer der modernen Epidemiologie angesehen werden (Anderson, 2019; Morabia, 2020; Smith, 2002).

Dreißig Jahre später konnte Robert Koch in Kalkutta die erfolgreiche Isolierung des Mikroorganismus vermelden und beschrieb den Erreger „ein wenig gekrümmt, einem Komma ähnlich“ (Howard-Jones, 1984). In Deutschland wurden die wissenschaftlichen Erkenntnisse Kochs sehr kontrovers diskutiert, so erkannte z.B. Max von Pettenkofer der erste Ordinarius für Hygiene weltweit, Kochs Erkenntnisse durchaus nicht an ("Pettenkofer on Cholera," 1886). Bis heute können insgesamt sieben verschiedene Cholera-Pandemien gezählt werden (Piret & Boivin, 2021). Cholera kann im 21. Jahrhundert in über 50 Länder als endemisch eingestuft werden und verursacht auch weiterhin akute Epidemien, besonders, wenn wie beschrieben sanitäre Infrastrukturen zusammenbrechen, wie z.B. nach dem letzten verheerenden Erdbeben in Haiti (Lippi et al., 2016; Rebaudet et al., 2021). Aufgrund der fehlenden Meldungen der Mehrzahl der Cholera-Fälle ist laut Qadri et al. nur eine Schätzung der aktuellen Auswirkungen auf die Weltbevölkerung möglich und laut der Arbeitsgruppe um Sack, u.a. bekannt als Initiator des globalen Projektes „Delivering Oral Cholera Vaccine Effectively“ (DOVE), kommt es jährlich zu annähernd 2,9 Millionen Cholera Fällen und etwa 95.000 Todesopfern (Ali et al., 2015; Qadri et al., 2013).

1.2.3. Die Pocken, Edward Jenner, die erste Impfpflicht weltweit

Die ersten Beschreibungen von Pocken aus dem chinesischen Kulturkreis stammen aus dem 3. Jahrhundert n. Chr. (Gross & Sepkowitz, 1998). Die Pocken oder Blattern, viraler Genese, führten im 20. Jahrhundert zu ca. 300-500 Millionen Todesfällen und waren im letzten Jahrtausend schätzungsweise für 10% aller Todesfälle weltweit verantwortlich

(Theves et al., 2014). Wie Biagini et al. 2012 im New England Journal of Medicine veröffentlichten, wurden 2004 von einem französisch-russischem Team im Nordwesten Sibiriens verschiedene archäologische Stätten aus dem späten 17. Jh. mit durch Permafrost konservierte Gräber entdeckt. Eines der Gräber enthielt fünf gefrorene Mumien, aus denen biologische Materialien für histologische und mikrobiologische Untersuchungen gewonnen werden konnten. Die Präsenz von Eiseninklusionen in der mikroskopischen Untersuchung des Pulmonalgewebes ließ auf hämorrhagische Vorgänge und auf eine akute, letale Infektion schließen. Die PCR-Amplifikation dreier kurzer Fragmente des Variola-Virus-Genoms bestätigte diese Hypothese und bewies zugleich, dass die im Permafrost gefrorenen Mumien auch als ein Reservoir für DNS-Fragmente von Pathogenen angesehen werden können und weitere wichtige Hinweise auf Entwicklungen vergangener Epidemien liefern können (Biagini et al., 2012).

Die britische Lady Mary Wortley Montagu beobachtete um 1717 im damaligen Konstantinopel die Variolation, d.h. die Inokulation von aus Eiterbläschen von Pockenkranken gewonnenem Material (im Sinne eines attenuierten Lebendimpfstoffes) in gesunden Menschen, um Schutz vor der Pockenkrankheit zu gewähren bzw. einen schweren Verlauf oder einen letalen Ausgang bei einer später folgenden, „wahren“ Infektion mit den Pocken zu vermeiden (Grundy, 2000). Lady Montagu ließ, nach den Ausführungen Grundys, ihre beiden Kinder in dieser Form impfen und war nach ihrer Rückkehr in England eine Verfechterin dieser, retrospektiv gesehen, eher riskanten Prozedur, die in nicht wenigen Fällen krankheitsauslösend verlaufen konnte.

Edward Jenner, ein britischer Landarzt, erkannte die Immunität bezüglich der „echten“ Pocken bei Melkerinnen, die mit Kuhpocken in Kontakt gekommen waren und diese für den Menschen harmlose Infektion durchgemacht hatten (Klinkhammer, 1996). Jenner beschreibt 1796 die Durchführung der ersten Vakzination (lat. vacca = Kuh) mit purulentem Material von Bläschen einer Melkerin mit einer aktiven Kuhpockeninfektion am achtjährigen Sohn seines Gärtners (Ebstein, 1920). Nach sechs Wochen inokulierte Jenner dem Gärtnerjungen eitriges Material aus Pusteln eines Pockenkranken und demonstrierte somit die durch die Impfung akquirierte Immunität.³

³ Ebstein, E. (1920). *Ärzte-Briefe aus vier Jahrhunderten*. Julius Springer Verlag. Auszug aus dem Brief Jenners: „A boy (...) was inoculated in the arm from a pustule on the hand of a young woman who was infected by her master's cows. (...) But now listen to the most delightful part of my story: The boy has since been inoculated for the small-pox which, as I ventured to predict, produced no effect.“

Initial gab es in der Bevölkerung eine Welle der Skepsis und des Widerstandes, auch von Personen die glaubten, dass die inokulierten Materialien zu kuhähnlichen Wucherungen auf den Körpern der Empfänger führen würden (Bremann, 2021). Thomas Jefferson, Präsident der Vereinigten Staaten, wiederum dankte Jenner im Jahr 1806 für seine Entdeckung voller enthusiastischer Bewunderung (Jefferson, 1806).⁴

Maximilian I. Joseph von Bayern war 1806 durch den französischen Kaiser Napoleon I. zum ersten König des Königreiches Bayern erhoben worden. Am 26. August 1807 führt Bayern als weltweit erstes Land eine Impfpflicht ein ("Königlich-Baierisches Regierungsblatt MDCCCVII," 1807): „Die in sämtlichen Provinzen gesetzlich einzuführende Schuzpocken-Impfung“ [sic!] signierte „auf königlichen allerhöchsten Befehl“ sein Minister, der bekannte Staatsreformer Freiherr Maximilian Joseph von Montgelas. In der Verordnung sind u.a. eine genaue Aufführung der betroffenen Impflinge, Einzelheiten zur Ausstellung der „Impfungsscheine“ [sic!], dem Verhalten bei Verlust oder Verdacht auf Urkundenfälschung derselben, detaillierte Angaben zu Sanktionen (Geld- und Gefängnisstrafen) bei Missachtung der Regularien, zum Verhalten bei Ausbrüchen sowie zum Umgang mit Erkrankten enthalten. Auch zur Logistik des Impfstoffes, in Analogie zu den aktuellen Verordnungen für den Corona-Impfstoff in Bayern, findet man detaillierte Regularien: „Daß in der Hauptstadt einer jeden Unserer Provinzen bereits aufgestellte Impfarzt immer mit frischem und ächtem Impfstoffe versehen seyn soll, der den übrigen Aertzten bekannt gemacht werden muß, und an welchen sich dieselben im Falle des Bedarfes zu wenden.“ [sic!]

1.2.4. L´influenza, the spanish Lady.

Der Begriff „Influenza“ scheint Mitte des 18. Jahrhunderts aus dem Italienischen „influenza di freddo“ (*Einfluss der Kälte*) ins Englische gekommen zu sein und in dieser Wendung spiegeln sich die klassischen Ansichten über den Zusammenhang zwischen Umweltfaktoren und Krankheit wieder (Barnett, 2019). Wie Potter in seiner medizinhistorischen Publikation über Influenza beschreibt, manifestiert sich die von Influenzaviren verursachte Grippe generell mit regelmäßigen, saisonalen Epidemiewellen und ist durch einen plötzlichen Ausbruch und ein relativ rasches

⁴ Jefferson, T. (1806). Thomas Jefferson to G. C. Edward Jenner, May 14, 1806. In L. o. Congress (Ed.), *The Thomas Jefferson Papers, Series 1: General Correspondence* (Vol. 1651-1827). Auszug aus dem Brief an Jenner: „ (...) *I avail myself of this occasion of rendering you a portion of the tribute of gratitude due to you from the whole human family. Medicine has never before produced any single improvement of such utility. (...) Yours is the comfortable reflection that mankind can never forget that you have lived.* “

Abklingen charakterisiert (Potter, 2001). In unregelmäßigen Zeitabständen kommt es laut Potter jedoch zu Pandemien mit Millionen Infizierten und teilweise verheerenden Verläufen. Während des 18. und 19. Jahrhunderts kam es zu insgesamt vier Influenzapanidemien, die sich von Ostasien über die mittelasiatischen Länder nach West-Europa ausbreiteten und trotz hoher Inzidenzen mit verhältnismäßig niedrigen Mortalitäten assoziiert waren (Barnett, 2019). Im März 1918 jedoch begann, wie Potter beschreibt, sich „eines der dramatischsten Ereignisse der Medizingeschichte“ zu entwickeln, das sich mit schätzungsweise mehr als 50 Millionen Todesopfern neben der Justinianischen Pest und dem „schwarzen Tod“ als eine der drei folgenschwersten Pandemien für die Menschheit einreicht (Potter, 2001).

Die Bezeichnung „Spanische Grippe“ (auch „spanish Lady“) für diese Pandemie hängt laut Trilla mit den weltweiten, politischen Rahmenbedingungen und weniger mit dem heute in den vereinigten Staaten von Amerika vermuteten Ursprung der Ausbreitung der Infektionswelle zusammen (Trilla et al., 2008). Da Spanien laut dem Autor im ersten Weltkrieg eine neutrale Position eingenommen hatte und daher im Gegensatz zu den kriegerisch involvierten Staaten eine größere Pressefreiheit bestand, meldete eine spanische Agentur als erste dem Nachrichtendienst Reuters in London den Ausbruch einer neuartigen Epidemie in Madrid, während die anderen Staaten mit solchen taktisch relevanten Informationen zurückhaltend blieben. Obwohl sich Virologen und Epidemiologen einig sind, dass das Influenzavirus nicht aus Spanien stammte, wird die Grippepandemie von 1918–1920 laut Trilla immer als Spanische Grippe bekannt bleiben. Die Sterblichkeitsrate der Spanischen Grippe lag bei über 2,5 % und laut Taubenberger anders als bei den vorherigen Pandemien (mit einer „U-Form“) wies die Pandemie von 1918 eine tragische „W-Form“ in der Verteilung der altersspezifischen Todesraten auf: die erste Spitze lag in den sehr jungen Altersklassen, eine unerwartete, mittlere Spitze von Todesfällen bei jungen Erwachsenen und eine weitere Spitze in den höheren Altersklassen (Abb. 5). Insgesamt ereignete sich annähernd die Hälfte der grippebedingten Todesfälle bei Erwachsenen zwischen 20 und 40 Jahren (Morens et al., 2010; Taubenberger & Morens, 2006). Eine ausreichend zufriedenstellende Erklärung für die hohe Mortalität bei jungen Erwachsenen bleibt laut Morens et al. noch offen, da z.B. spezifische Forschungen und detaillierte Erkenntnisse über viele Variablen z.B. Umwelteinflüsse, Exposition (vorangegangene Infektionen, Tabakkonsum, Aspirin, etc.) wahrscheinliche, bakterielle Superinfektionen, etc. fehlen. Ein von den Autoren postulierter, pathogenetischer Mechanismus der auch in Übereinstimmung mit gegenwärtigen infektiologischen Beobachtungen steht, macht eine immunologische

Überreaktion für die Übersterblichkeit verantwortlich. Demnach könnte ein Zytokinsturm zum „Acute Respiratory Distress Syndrome“ (ARDS) bei jungen, gesunden Erwachsenen geführt haben (Morens et al., 2010).

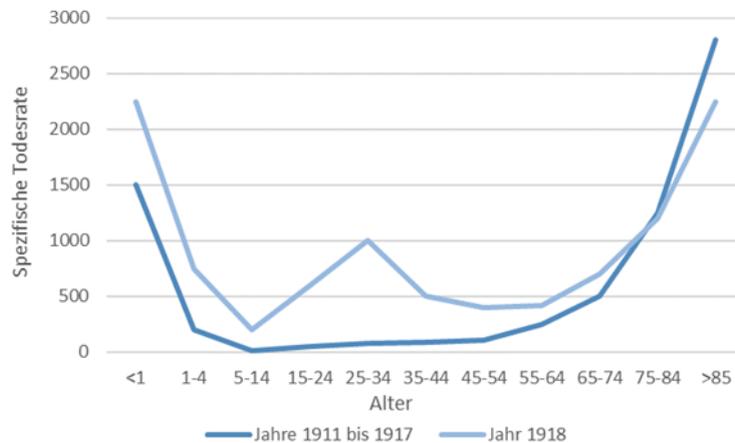


Abb. 5: U- und W-förmige kombinierte Influenza- und Lungenentzündungssterblichkeit pro 100.000 Personen nach Altersgruppen in den USA 1911-1918. Quelle: modifiziert nach Taubenberger K, 2006, S.19

Wie Khan et al. beschreiben, folgten im 20. Jahrhundert zwei weitere Influenza-Pandemien mit jeweils einem neuen Subtyp des Influenza-A-Virus, jeweils benannt nach Mutationen der zwei (von drei) wichtigsten Membranproteinen der Glycoproteinhülle des Virion: das Hämagglutinin (H) und die Neuraminidase (N). Im Jahr 1957 folgten der Spanischen Grippe (H1N1) die Asiatische Grippe (H2N2) mit Ursprung in der chinesischen Halbinsel Yunan und 1968 die Hong Kong Grippe (H3N2) - glücklicherweise mit einer weit weniger ausgeprägten Mortalität bei insgesamt jeweils 1-4 Millionen geschätzten Todesopfern (Khan et al., 2020).

1977 kam zu einer weiteren H1N1 Epidemie, die russische oder rote Grippe genannt wurde obwohl sie höchstwahrscheinlich aus China kam (Kilbourne, 2006). Die Epidemie beschränkte sich, laut Kilbourne wegen der Absenz von H1N1 Viren nach 1957, fast ausschließlich auf den nicht exponierten Altersklassen unter 25 Jahren und könnte in dieser Perspektive als eine „Pandemie der Kinder“ mit ca. 700.000 Todesopfern betrachtet werden. Da Influenza-A-Viren in der Vergangenheit schwere Pandemien ausgelöst haben und die ersten Studien zu Influenza-B eine geringe Krankheitslast postulierten, wurden die globalen Auswirkungen von Influenza B laut Glezen et al. lange Zeit eher unterschätzt. Annähernd 25 % der durch Grippe verursachten wirtschaftlichen Belastung in den Vereinigten Staaten gehen laut Autoren auf die Influenza-B zurück. In den letzten Jahren wurde die Rolle von Influenza-B-Viren zunehmend ernst genommen,

was sich laut den Autoren z.B. in der modernen Influenza-Impfstrategie mit polyvalenten Impfstoffen zeigt (Paul Glezen et al., 2013). Neben den Influenzaausbrüchen in 1995 und 2004, sollten in diesem Zusammenhang auch die sog. Vogelgrippe (aviäre Influenza) und die sog. Schweinegrippe (porcine Influenza) genannt werden (Li et al., 2019) Abb. 6. Laut den Autoren konnten alle Subtypen des Influenza-A-Virus in verschiedenen Vogelarten (und bestimmte Subtypen in Fledermäusen) nachgewiesen werden und führten nachweislich zu Influenza-Epidemien bei Vögeln. Die steigende Zahl an Vogelhaltungen führte wiederum zu einer stärkeren Verbindung zwischen dem Reservoir von Influenzaviren und dem Menschen und somit zu mehreren Ausbrüchen im Sinne einer Zoonose (z.B. H5N1) mit z.T. hoher Mortalität bei ca. 50% (Li et al., 2019).

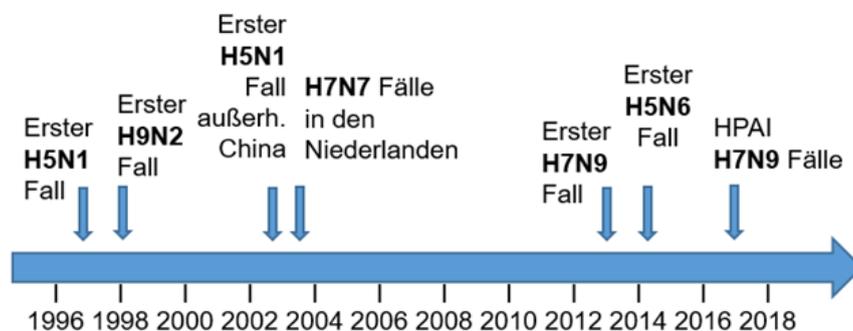


Abb. 6: Zeitleiste der wichtigsten Influenza-Ausbrüche. Quelle: modifiziert nach Li YT.2019, S.83

Die Übertragung von Erkrankungen von Tier zu Mensch wird als „Spillover“ definiert (Sutton, 2018). Eine Übertragung von Mensch zu Mensch bildete jedoch laut Sutton die Ausnahme, was in der Vergangenheit die Entwicklung von Epidemien im Menschen verhinderte. Im Gegensatz zur untergeordneten Rolle der Vogelgrippe für den Menschen, kam es im Jahr 2009 zu einer H1N1-Pandemie durch ein Influenza-Virus aus einem weiteren natürlichen Reservoir für das Virus im Tierreich, dem Schwein (Crisci et al., 2013). Der erste im Labor bestätigte Fall stammte laut den Autoren aus Mexiko und kurz darauf wurden in verschiedenen Ländern weltweit weitere Fälle registriert. Die World Health Organisation (WHO) erklärte einen öffentlichen Gesundheitsnotstand von internationaler Tragweite und klassifizierte den Ausbruch als Pandemie: der klinische Verlauf zeigte bei den hospitalisierten Patienten in 6,5% einen schweren Verlauf und bei diesen eine hohe Mortalität von ca. 40%. Besonders bei Kindern, jungen Erwachsenen und Schwangeren war die Mortalität viel höher als bei einer typischen Influenza-Epidemie (Fineberg, 2014). Eine Studie aus 2012 schätzt die respiratorische und kardiovaskuläre Sterblichkeit im Zusammenhang mit der H1N1-Pandemie (mit ca.

500.000 Todesfällen) 15mal höher ein als die weltweit offiziell im Labor bestätigten bzw. gemeldeten Fälle und postuliert, dass ca. 80% der Todesfälle für Patienten unter 65 Jahre zu registrieren waren (Dawood et al., 2012). In der Analyse der Analogien zwischen SARS-CoV-2, anderen epidemischen Coronaviren sowie den Influenzaviren prognostizieren Autoren in Zukunft das Auftreten von weiteren Pandemien mit viraler Genese (Petersen et al., 2020).

1.2.5. AIDS und HIV

Das erworbene Immunschwächesyndrom (AIDS) des Menschen wird nach Hahn et al. durch zwei Lentiviren verursacht, die humanen Immunschwächeviren Typ 1 (= HIV1) und 2 (=HIV2) und der Ursprung der humanen Immunschwächeviren scheint aufgrund phylogenetischer Untersuchungen das Ergebnis multipler, artübergreifender Übertragungen von simianen Immunschwächeviren (sog. SIV), die auf natürliche Weise afrikanische Primaten infizieren, zu sein (Hahn et al., 2000). Sharp und Hahn gehen von einem Spillover des Affen-Virus aus einer Schimpansenpopulation im Südosten Kameruns aus, wo von Ihrer Arbeitsgruppe der genetische Vorfahre des HIV-1, der für die AIDS-Pandemie im Menschen verantwortlichen Erreger, isoliert und sequenziert werden konnte (Sharp & Hahn, 2011). Im Jahr 1981 wurden laut De Cock et al. fünf Fälle einer Pneumocystis-Pneumonie, eine seltene opportunistische Infektion, in den USA beschrieben. Wie sich laut Autoren später herausstellte, sollten diese Fälle dem erworbene Immunschwächesyndrom zugeordnet werden und zwei Jahre darauf konnte auch das für AIDS verantwortliche Pathogen, das humane Immundefizienz Virus (HIV), isoliert werden (De Cock et al., 2021). Die HIV-Pandemie hat bis heute über 75 Millionen Infektionen und geschätzte 32 Millionen Todesopfer verursacht und von der globalen, geographischen Verteilung sind Ost- und Südafrika, Asien und der Pazifikraum sowie unter den Industriestaaten die USA am meisten betroffen (Greene, 2007). Ein Ende der Pandemie ist laut dem Autor trotz der medizinischen Fortschritte der letzten Jahrzehnte nicht in Sicht, auch weil Fortschritte in Richtung eines HIV-Impfstoffs bis heute entmutigend bleiben. Neben der Behandlung der Betroffenen mit retroviraler Kombinationstherapie mit sehr guten klinischen Ergebnissen, nimmt laut Greene die Prävention auch aktuell eine prominente Position unter den entwickelten Maßnahmen in der Bekämpfung der HIV-Pandemie ein.

1.2.6. Die SARS-Pandemie 2002-2003

Die ersten Fälle des „severe acute respiratory Syndroms“ (SARS) mit sehr ernsten Verläufen wurden im November 2002 in der Provinz Guangdong im Süden Chinas gemeldet (Zhong et al., 2003). Ein Coronavirus, das SARS-CoV, im darauffolgenden April aus Materialproben (Serum sowie Aspirate aus dem Nasenrachenraum) isoliert und später als genetischer Prototyp für das SARS CoV in den anderen Ländern eingestuft werden (Drosten et al., 2003; Ksiazek et al., 2003). Humane Coronaviren (HCoV) waren bis dahin lediglich als eine der häufigsten Ursachen für banale Infektionen der oberen Atemwege bekannt und das Auftreten von neuartigen virulenteren HCoV-Stämmen, die schwereren Erkrankungen verursachen können, ist laut mehreren Autoren auf die relativ großen Genome, die häufigen Rekombinationsereignisse unterliegen, zurückzuführen (Coerdts & Khachemoune, 2021; Holmes et al., 2021; Li et al., 2005). Erste Hinweise ließen als Quelle des SARS-CoV-Virusstammes Schleichkatzen (*Paguma larvata*), Marder (*Nyctereutes procyonoides*) oder den chinesischen Sonnendachs (*Melogale moschata*) aus einem Markt für lebende Tiere in Shenzhen vermuten, spätere Erkenntnisse ergaben, dass diese Tiere als Zwischenwirte einzustufen sind (Drexler et al., 2014). Durch großangelegte Analysen an zahlreichen Exemplaren von Fledermäusen weltweit, konnten diese als natürliches Primärreservoir für Coronaviren bestimmt werden. Das SARS-CoV im spezifischen weist auch eine sehr hohe Ähnlichkeit zu den Fledermaus-Coronaviren auf und legt den Ursprung dieser Variante in Fledermäusen nahe (Kirtipal et al., 2020; Pfefferle et al., 2009). Aufgrund eines effizienten öffentlichen Gesundheitsmanagements und nach insgesamt 8.096 gemeldeten Fällen weltweit und 774 Todesfällen in insgesamt 27 Ländern konnte die erste Pandemie des 21. Jahrhunderts bereits im Juli 2003 glücklicherweise für beendet erklärt werden (WHO, 2003).

1.2.7. MERS 2012

Zehn Jahre nach dem Auftreten von SARS-CoV wurde ein vorher unbekanntes Coronavirus, mit starken Ähnlichkeiten zu Stämmen, die in Fledermäusen vorkommen, vom Sputum eines saudi-arabischen Patienten in Jeddah mit klinischen Analogien zur SARS und konsekutiven letalen Ausgang isoliert und sequenziert (Zaki et al., 2012). Aufgrund der geographischen Verortung (Saudi-Arabien, Katar, Jordanien und Vereinigte Arabische Emirate) wurde das Krankheitsbild laut den Autoren „middle east respiratory Syndrome“ (MERS) und das Coronavirus „MERS-CoV“ benannt (Hemida et

al., 2014; Reusken et al., 2013). Serologische Untersuchungen von Kamelen (und anderen Tiergattungen) bestätigten laut Autoren das Vorhandensein von proteinspezifischen Antikörpern aber auch RNA konnte aus Proben in Katar und Saudi-Arabien isoliert werden. Zwischen 2012 und 2019 wurden der WHO insgesamt 2.449 bestätigte MERS-CoV-Infektionen und 845 Todesfälle gemeldet. Die Fälle stammen zu 85% aus Saudi-Arabien, wobei insgesamt 27 Länder betroffen waren (WHO, 2019). Analogien zwischen SARS-CoV und MERS-CoV lassen sich im Ursprung (Zoonose), der prädominant nosokomialen Übertragung (klinisches Personal), der Pathogenese (abnorme Immunantwort) sowie der limitierten Ausbreitung finden (de Wit et al., 2016).

1.2.8. SARS-CoV-2 und COVID-19

Am 31. Dezember 2019 wurden dem Länderbüro der Weltgesundheitsorganisation WHO in China eine Häufung von Pneumonien unbekannter Ätiologie in der Stadt Wuhan gemeldet und u.a. die Gesundheitsbehörden in Hong Kong, Macau und Taiwan dazu aufgefordert die Grenzüberwachungen zu verstärken, was bereits zu diesem Zeitpunkt auf eine ernsthafte Bedrohung für die öffentliche Gesundheit auf einer größeren Skala befürchten ließ (Hui et al., 2020; WHO, 2020). Nach den Ausbrüchen von SARS (2002) und MERS (2012) stellt das von SARS-CoV-2 verursachte „Coronavirus Disease 19“ (COVID-19) innerhalb von zwei Jahrzehnten den dritten „Spillover“ vom Tierreich auf den Menschen mit besonders gravierenden, globalen Konsequenzen dar (Coronaviridae Study Group of the International Committee on Taxonomy of, 2020). Obwohl die zwei Viren SARS-CoV und SARS-CoV-2 phylogenetisch relativ nah beieinanderliegen, legen genetische Analysen für die internationale Arbeitsgruppe nahe, dass SARS-CoV-2 kein direkter Nachkomme von SARS-CoV ist und die COVID-19-Pandemie als völlig unabhängig vom Ausbruch in 2002 gewertet werden kann.

Der Ursprung des für die COVID-19-Pandemie verantwortlichen Virus ist besonders zu Beginn der Pandemie kontrovers diskutiert worden und hat sich auch medial prinzipiell auf zwei Hypothesen - biotechnologischer Laborunfall und Zoonose – fokussiert (Holmes et al., 2021). Das „Wuhan Institute of Virology“ befindet sich laut Beschreibung der Autoren in unmittelbarer Nähe des Marktes südlich des Flusses Yangtze. Das Labor führte zu Forschungszwecken u.a. Kulturen von SARS-CoV von Fledermäusen durch und wurde aus diesen Gründen Gegenstand mehrerer Spekulationen, was den COVID-19-Ausbruch betrifft. Epidemiologische Erhebungen ordnen jedoch die ersten SARS-CoV-2-Infektionen eindeutig dem Huanan-Markt in Wuhan zu (Maxmen & Mallapaty, 2021; Worobey et al., 2022). Die epidemiologischen Erhebungen scheinen, laut Autoren,

eine starke Ähnlichkeit zur früheren Ausbreitung von SARS-CoV auf den Tiermärkten von Guandong aufzuweisen und es fehlen für die ersten COVID-19 Fälle Verbindungen zum Virologischen Institut, während ein Zusammenhang mit Tätigkeiten auf dem Tiermarkt in Wuhan bestehen soll. Weiter scheint die genomische Struktur keinen Anhalt für künstlich eingefügte Codons im Sinne von gentechnischer Manipulation aufzuweisen (Holmes et al., 2021; Maxmen & Mallapaty, 2021). Eine Zoonose (über einen Zwischenwirt im Markt von Wuhan) wurde nach den ersten Untersuchungen in 2020 bereits als sehr wahrscheinlicher Ursprung eingestuft (Andersen et al., 2020). Spätere phylodynamische Analysen des viralen Genoms und epidemischen Simulationen bestätigten diese Annahme: Die Ergebnisse zweier gleichzeitig in Science veröffentlichten Studien deuten darauf hin, dass die Entstehung von SARS-CoV-2 auf mehrere zoonotische Ereignisse im engen geographischen Zusammenhang mit dem westlichen Teil des Großhandelsmarktes von Huanan zurückzuführen ist (Pekar et al., 2022; Worobey et al., 2022).

Am 30. Januar 2020 erklärte die WHO die internationale Gesundheitsnotlage und am 11. März COVID-19 offiziell zur Pandemie (WHO, 2022c). Die Pandemie hatte innerhalb kurzer Zeit weltweit dramatische Effekte auf die Gesundheitssysteme, die politischen und sozialen Strukturen sowie die globalen ökonomischen Systeme im Sinne einer wirtschaftlichen Depression wie mehrere Autoren ausführlich und fundiert beschreiben (Ceylan et al., 2020; Ochani et al., 2021; Yang et al., 2022). Bis Ende Oktober 2022 verzeichnete die WHO weltweit kumulativ 625.740.449 bestätigte Corona-Fälle (260.311.182 davon in Europa) und kumulativ 6.563.667 Todesfälle. In Deutschland wurden 35.383.015 bestätigte Fälle und 152.997 Todesfälle im Zeitraum vom 03.01.2020 bis 26.10.2022 registriert (WHO, 2022a).

Das SARS-CoV-2 hat sich im Verlauf der Pandemie durch genetische Mutationen kontinuierlich weiterentwickelt wobei aus infektiologischer Sicht „Variants of Concern“ (VoC) und „Variants under Monitoring“ (VUMs) unterschieden werden: das Auftreten der Alpha-, Beta- und Delta-SARS-CoV-2-VoCs war jeweils mit neuen Infektionswellen verbunden, dessen Manifestationen sich z.T. global auswirkten (El-Shabasy et al., 2022; Fontanet et al., 2021; Wang et al., 2021). So zeigte die Delta-Mutante eine erhöhte Übertragbarkeit, eine erhöhte Viruslast, eine längere Krankheitsdauer und einer höheren Re-Infektionsrate, was zu einer raschen globalen Prädominanz dieser Variante führte (Spyrou et al., 2018; Volz et al., 2021). Die Omicron-Variante (B.1.1.529) wurde im November 2021 in die Liste der VoC der WHO aufgenommen und verbreitete sich innerhalb von nur drei Monaten rasant aus, um dann in vielen Ländern die dominierende

Variante darzustellen (Karim & Karim, 2021; Parums, 2022).

Rapide fokussierte sich auch das Interesse der Wissenschaftsgemeinschaft auf die Pandemie (Brown & Horton, 2020). Begünstigt durch explizite Aufrufe zu einschlägigen Studien, beschleunigte Veröffentlichungsverfahren und reduzierte Gebühren wurde laut Autoren eine beeindruckende Vielzahl an wissenschaftlichen Publikationen produziert: die 2020 von PubMed indexierten Studien stiegen im Vergleich zu 2019 um 15% auf 1,4 Mio. Publikationen. Da die Anzahl von Publikationen mit anderen Forschungsinhalten ebenfalls anstieg, wird von den Autoren überdies ein Einfluss von pandemieassoziierten Rahmenbedingungen wie z.B. Lock-downs auf die Produktion von wissenschaftlichen Publikationen vermutet. Die Veröffentlichung von Berchiolla et al. zeigt den Trend der von italienischen Wissenschaftlern veröffentlichten Publikationen zu den COVID-19 assoziierten Thematiken im zeitlichen Verlauf (indexiert in den Datenbanken Pubmed und Scopus) und veranschaulicht in diesem Kontext eine Korrelation zwischen Zunahme der Artikel und dem Ende der ersten (März 2019) und der zweiten epidemischen Welle (Dezember 2021) respektive (Berchiolla et al., 2021).

Ende Januar 2020 ereignete sich in Bayern der erste dokumentierte Ausbruch und eine SARS-CoV-Infektion konnte bei 16 Kontaktpersonen nachgewiesen werden (Bohmer et al., 2020). Das RKI-Portal verzeichnete bis zum 28.10.2022 insgesamt 6.443.251 bestätigte SARS-CoV-2-Fälle und 26.443 Todesfälle in Zusammenhang mit SARS-CoV-2 im Freistaat Bayern. Für Augsburg resultierten kumuliert 138.504 Fälle und 730 Todesfälle (RKI, 2022b). Inzidenzfälle bezogen sich ausschließlich auf im Labor bestätigte SARS-CoV-2-Nachweise und als „COVID-Todesfälle“ wurden jene Fälle definiert, bei denen ein positiver Labornachweis und ein Zusammenhang zwischen Infektion und Tod vorlag (RKI, 2022c). Während in den ersten Pandemie-Wellen die Fallzahl aufgrund der Teststrategie (obligatorischer PCR-Nachweises, kostenlosen Zurverfügungstellung der Tests z.B. in den Testzentren, etc.) die realen Inzidenzen verlässlicher widerspiegelte, ist zu einem späteren Zeitpunkt von einer unzureichenden Erfassung der Inzidenz auszugehen (Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege, 2022; Bundesministerium für Gesundheit, 2020). Die Stadt Augsburg gab z.B. zu in Ihrem Corona-Portal dazu folgende Information: „Expertinnen und Experten gehen davon aus, dass aktuell eine hohe Zahl von Fällen nicht vom RKI erfasst wird, da viele Infizierte keinen PCR-Test mehr machen lassen. In die Statistik zählen nur positive PCR-Tests. Teilweise werden Infektionen auch nicht als solche erkannt, weil keine Symptome vorliegen“ (Stadt Augsburg, 2022). Im Zeitraum März 2020 bis Dezember 2021 lassen sich in Deutschland laut Schilling et al. vier Infektionswellen beschreiben: die erste

Infektionswelle begann am 02.03.2020 und dauerte bis zum 17.05.2020, die zweite Welle begann am 28.09.2020 und dauerte bis zum 28.02.2021, die dritte Welle begann am 01.03.2021 dauerte bis zum 13.06.2021 und die vierte Welle begann am 02.08.2021 und endete am 26.12.2021 (Tab. 1) (Schilling et al., 2022).

Beschreibung	Beginn:	Ende:
Erste vereinzelte Fälle	Januar 2020	Februar 2020
Erste COVID-19-Welle	März 2020	Mai 2020
Sommerplateau	Mai 2020	September 2020
Zweite COVID-19-Welle	September 2020	Februar 2021
Dritte COVID-19-Welle (VOC Alpha)	März 2021	Juni 2021
Sommerplateau	Juni 2021	Juli 2021
Vierte COVID-19-Welle (VOC Delta)	August 2021	Dezember 2021
Fünfte COVID-19-Welle (VOC Omikron)	Dezember 2021	Mai 2022

VOC= Variant of Concern

Tabelle 1: Phasen der COVID-19-Pandemie in Deutschland in den Jahren 2020 / 2021. Quelle: modifiziert nach Schilling J. 2022, S.4

Aus den frei zugänglichen Sequenzdaten des Robert Koch Instituts (RKI, 2022a) zu den besorgniserregenden Varianten (VOC) in Deutschland wurde eine Graphik zur Darstellung der jeweils vorherrschenden Variante (Alpha Beta, Delta, Gamma und Omikron) erstellt (Abb. 7). Der wellenförmige Verlauf der aufeinanderfolgenden Verbreitung der VOCs deckt sich mit einer in Nature Medicine veröffentlichten Dynamik der Daten bez. der südafrikanischen Bevölkerung (Tegally et al., 2022).

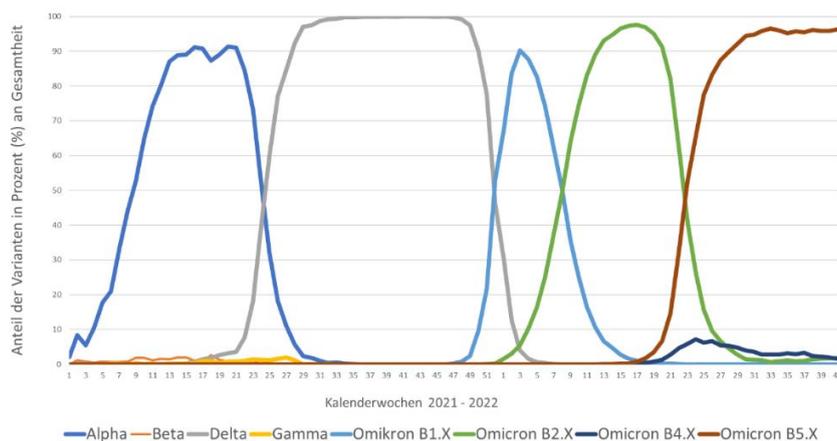


Abb. 7: Inzidenzverlauf in Deutschland nach Kalenderwochen 2021-2022. Farblich ist die jeweils vorherrschende VOC dargestellt ⁵

⁵ RKI. (2022a). Anzahl und Anteile von VOC und VOI in Deutschland https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Daten/VOC_VOI_Tabelle.html

1.3. Bedeutende medizinhistorische Entwicklungen in Augsburg

1.3.1. Das Militärlager Oberhausen

Die historische Entwicklung des Gesundheits- und Krankenhauswesens in der Stadt Augsburg wird nur in wenigen Quellen und fast ausschließlich epochenweise behandelt, daher nachfolgend ein kurzer Abriss aus den persönlichen Recherchen im Rahmen dieser Arbeit zu den medizinhistorischen Entwicklungen der Stadt, die zum Teil durch Pandemien vorangetrieben wurden und im 20. Jahrhundert schließlich zur Errichtung eines Klinikums der Maximalversorgung führten und in die Gründung der Medizinischen Fakultät der Universität Augsburg 2016 sowie des Universitätsklinikums am 01.01.2019 mündeten (dpa/aerzteblatt.de, 2018).

Die Stadt Augsburg (historisch Augusta Vindelicum, Municipium Aelium Augustum, Augusta Vindelicorum oder Augusta) findet Ihren Ursprung in einem römischen Stützpunkt (sog. Militärlager Oberhausen), der um ca. 10 v. Chr. am Zusammenfluss von Wertach und Lech lokalisiert war (Dietz, 1985). In einem wichtigen archäologischen Metallfund mit über 6.000 Objekten zu Beginn des 20. Jahrhunderts (Deschler-Erb & Henrich, 2014), konnte unter anderem medizinisches Besteck wie Skalpelle, Wundsonden u.ä. aus der augusteischen Epoche als Beleg der medizinischen Versorgung im römischen Militär entdeckt werden. (siehe Abb. 8).

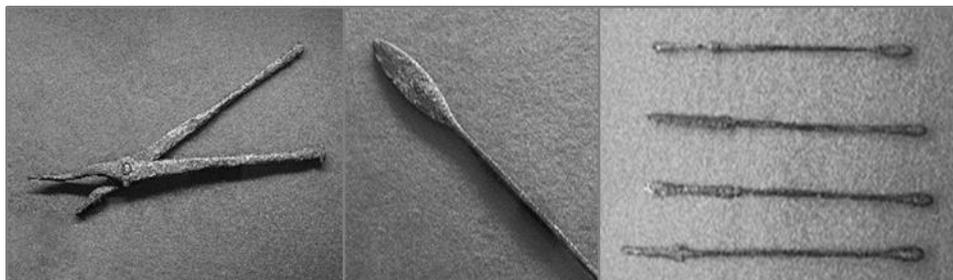


Abb. 8: Zange, Skalpell und Wundsonden aus einem Militärlager der augusteischen Epoche in Augsburg. Quelle: eigene Aufnahmen ⁶

⁶ Eigene Aufnahmen. (2022). Römerlager – Das Römische Augsburg in Kisten. Römisches Museum Augsburg. Kunstsammlungen und Museen Augsburg. Zeughaus Augsburg. mit freundlicher, schriftlicher Genehmigung des geschäftsf. Leiters des Römischen Museums Augsburg, Herrn Manfred Hahn, M.A. In. Augsburg.

1.3.2. Die Hospitäler

Im Mittelalter entwickelten sich basierend auf dem Prinzip der christlichen Fürsorge kirchliche Hospitäler (oder Spitäler), welche Arme, Waisen, Kranke (dann auch Lazarethe oder Siechhäuser genannt) und Pilger aufnahmen, verpflegten sowie seelsorgerisch betreuten (Brand, 2018). Laut J. Spengler, „Oberarzt a la suite am Krankenhaus zu Augsburg und Mitglied des königlichen Medicinal-Ausschusses“ im ausklingenden 19. Jahrhundert, konnten aus den „ziemlich kargen Aufzeichnungen des hiesigen Archives“ nur rare historische Informationen zur Krankenversorgung aufgefunden werden: um 900 n.Chr. existierte demnach in Augsburg bereits ein erstes Hospital zum heiligen Kreuze, welches durch den später heiliggesprochenen Bischof Ulrich von Augsburg unterstützt worden sein soll (Spengler, 1879). Um 1245 entstand durch eine Neugründung und durch Translation von großen Teilen des Hospitals „zum heiligen Kreuze“ daraus das Hospital zum heiligen Geist als originäre Krankenanstalt und konnte in den folgenden Jahren durch zahlreiche Spenden und Vermächtnisse (u.a. Landbesitze) ökonomisch und an Bedeutung erheblich wachsen (Lengle, 2009a; Spengler, 1879).

Im Zuge der reformatorischen Bewegungen im 15. Jahrhundert wurde nach Lengle das Spitalgebäude in spätgotischem Stil neu errichtet sowie neu organisiert und fokussierte den Versorgungsschwerpunkt, u.a. durch eine novellierte Spital-Ordnung, auf die Armenpflege. Das Spital bestand laut Lengle bis 1625 fort, als es durch Einstürze und einem Brand zu ruinösen baulichen Verhältnissen kam. Der berühmte Architekt Elias Holl entwarf und realisierte laut Hörmann ein neues Gebäude, welches 1632 in Betrieb genommen werden konnte und zusätzlich Aufgaben in der „Versorgung von Irren“ und „zur Unterstützung Gebärender“ wahrnahm (Hörmann, 1879). Seit 1948 beherbergt der im Verlauf säkularisierte Bau, mit noch heute bestehenden starken Analogien zum damaligen Erscheinungsbild, u.a. die Augsburger Puppenkiste in der ehem. Heilig-Geist-Kapelle (Grimm, 17 Jh.).

In der zweiten Hälfte des 13. Jh. wurde, immer J. Spengler folgend, das dritte Spital „des heiligen Servatius“ nahe dem roten Tor gegründet um als Leprosenspital oder Siechenhaus „Aussätzige und sonst Unheilbare“ zu versorgen. Ab dem 15. Jh. folgte die Gründung weitere Spitäler, wie das Bachsche Seelhaus (1410), die Siechenhäuser von St. Sebastian vor dem Jakobertor und später St. Wolfgang vor dem Wertachbrucker Tor (1593). St. Servatius, St. Sebastian und St. Wolfgang wurden zum Inkurabelhaus „für unheilbare Gebrechen“ durch Gründung einer entsprechenden Stiftung vereinigt und vor dem Jakobertor räumlich zusammengelegt (Lengle, 2009c; Spengler, 1879; Wirth,

1846). Um eine Ausbreitung der Infektionskrankheiten innerhalb der Stadtmauern vorzubeugen, waren laut Lengle die Siechenhäuser vor den Toren von Augsburg lokalisiert (Lengle, 2009b).

1.3.3. Das Blatternhaus und das Holzhaus

C. Stein beschreibt in Ihrer umfassenden wissenschaftlichen Abhandlung den Syphilisausbruch in Augsburg - damals „Blattern“, „Franzosenkrankheit“ oder „Morbus Gallicus“ genannt - und die entstandenen Versorgungsstrukturen im städtischen Kontext (Stein, 2003). Im Ausbruchsjahr 1495 wurde laut der Autorin auf Anordnung des Rats der Reichsstadt Augsburg das erste „Blatternhaus“ im deutschsprachigen Raum mit 40 Bettplätzen verteilt über zwei Stockwerke zur Behandlung der „Franzosenkrankheit“ aber auch von „Skorbut-, Krätze- und Krebskranken“, wie Spengler beschreibt, in der Nähe des roten Turmes in Betrieb genommen (Ebstein, 1920; Spengler, 1879). Ursprünglich war es laut Stein als Pesthaus geplant worden und konnte durch Umwidmung rasch zur Versorgung der wachsenden Anzahl an Syphiliskranken zur Verfügung stehen.

Im ersten Viertel des 16. Jahrhunderts erfolgte laut der Autorin in der von Jakob Fugger 1521 gestifteten Sozialsiedlung die Gründung eines Franzosenhospitals, das Holzhaus in der Fuggerei. Es war je ein Krankenzimmer für Männer und eins für Frauen mit einer Summe von 20 Bettplätzen vorhanden, welche jedoch nur in den wärmeren Monaten (Ende März bis Anfang November) zur Verfügung standen (Stein, 2003; Stiftungs-Administration). Wie Stein weiter ausführt, war die Versorgung in den Fuggerschen Einrichtungen ausschließlich Katholiken vorbehalten - das Beispiel der Beschäftigung des überzeugten protestantischen Arztes Adolph Occo II. zeigt, dass die Konfessionsfrage bei den angestellten Ärzten allerdings als nachgeordnet bewertet wurde.

1.3.4. Die Dynastie der Occo

Die Familie Occo repräsentiert eine der berühmtesten Arztdynastien Augsburgs mit vier homonymen Exponenten, welche die medizinischen Entwicklungen der Stadt über etwa 150 Jahre prägten (Virchow & Hirsch, 1894). Der Mediziner und Humanist Adolph Occo I., bereits um 1474 als Arzt in Augsburg erwähnt, kehrte nach Stationen als Leibarzt des Kurfürsten in Heidelberg und des Erzherzogs in Innsbruck im Jahr 1494 endgültig nach Augsburg zurück (Radlkofer, 1893). Dort war er laut dem Autor auch als Dichter und Literat tätig und baute eine umfangreiche Privatbibliothek mit über 2000 Büchern auf. Im Jahre 1503 verstarb Occo I. unerwartet durch akzidentelle Einnahme eines Giftes, das

er mit einem Medikament verwechselt haben soll, wie Radlkofer und das Epitaph des Adolph Occo im Ostflügel des Kreuzganges am Augsburger Dom (Abb. 9) beschreiben.



Abb. 9: Epitaph des Adolph Occo im Ostflügel des Kreuzganges am Augsburger Dom ⁷, Sandstein um 1503, Quelle: eigene Aufnahme

Adolph Occo II. - Adoptivsohn des unverheirateten Adolph Occo - wurde laut Bühler in Brixen geboren, erlangte seine Doktorwürde an der Universität Bologna und liess sich in Augsburg als Stadt- und Hospitalarzt nieder wo er u.a. eine wichtige Abhandlung über die Pest federführend verfasste (Occo, 1535). Adolph Occo III. studierte in Padua und Ferrara, wo er die Doktorwürde erlangte. Zurück in Augsburg wurde er 1564 zum Visitator der städtischen Apotheken und zum Prüfvorstand der Wundärzte und Hebammen benannt. Bei der Gründung des Collegium Medicum Augustanum wurde er laut Bühler zum Vikar gewählt und trug maßgeblich bei mehreren bedeutenden pharmakologischen Werken, wie die paradigmatische „Pharmacopea Augustana“ bei (Bühler, 1935; Occo, 1564; Occo, 1573). Seine Söhne Adolph Occo IV. und David Occo studierten laut Bühler beide in Basel Medizin und erwarben dort den Doktorgrad. Während David früh in Wien verstarb, wurde Adolph in Augsburg zweimal zum Dekan des Collegium Medicum Augustanum gewählt und wie sein Vorfahre zum Pestarzt und Visitator der städtischen Apotheken ernannt (Bühler, 1935; Radlkofer, 1893).

⁷ *Innschrift des Epitaphs: Sprich beim Vorübergeh'n: Sanft sei dem Toten die Ruh! Reisen und reger Verkehr mit den Griechen und den Römern erwarb mir hohe Bildung, zumeist zogen die Dichter mich an. Phöbus verlieh mir die Kunst zu Dichten und Kranke zu heilen, Reichtum und glänzender Ruhm wurde dadurch mir zu teil. Leider fehlt' ich aus Unbedacht und Mangel an Vorsicht, so hat die Parze mich schnell aus dem Leben gerafft. Sorget daher für euch und eure Kinder und Güter Weise zur rechten Zeit, rasch ist das Leben entfoh'n.*

Aus: Radlkofer, M. (1893). Die humanistischen Bestrebungen der Augsburger Ärzte im 16. Jahrhundert. *Zeitschrift des Historischen Vereins für Schwaben und Neuburg*, 20, 26, 27, 28, 29, 30, 31.

1.3.5. Das Holzhaus am Gänsbühel, das Schneidhaus

Anton Fugger, ein Neffe Jakobs und dessen Nachfolger in der Führung des Familienunternehmens, gründete 1560 mit seinem Testament eine Stiftung mit einem Kapital von 28.000 Gulden, aus welchen zwei zeitlich abwechselnd betriebene Einrichtungen, das o.g. Holzhaus am Gänsbühel zur Versorgung syphilitischer Patienten in den wärmeren Monaten und das Schneidhaus auf dem Roßmarkt als chirurgische Einrichtung, die in kälteren Monaten betrieben wurde, hervorgingen (Stein, 2003; Wagenstiel, 1822).

Die Entdeckung eines Manuskripts aus dem 17. Jh. und die Übergabe an das Deutsche Medizinhistorische Museum in Ingolstadt (DMMI) im Jahr 2016 ermöglichten eine medizinhistorische Aufarbeitung der Versorgung im Kontext des Fuggerschen Schneidhauses ("Die erste chirurgische Klinik Mitteleuropas? Das Schneidhaus der Fugger in Augsburg: Deutsche Forschungsgemeinschaft finanziert Untersuchung eines Manuskripts im Medizinhistorischen Museum," 2019). Neben den konservativ und chirurgisch versorgten Hernien, liegt der eigentliche Fokus des Manuskripts, laut Ruisinger auf dem sog. Steinleiden, der Urolithiasis. Im Werk sind zahlreiche detailgetreue Abbildungen mit durch „Steinschnitt“ entfernten Urolithen wiedergegeben und dazu Patientennamen, Alter und Wohnort vermerkt. Der klinische Ausgang des Eingriffes wurde bei Exitus letalis durch Anbringen eines roten Kreuzes auf der Abbildung des Blasensteines dokumentiert (Ruisinger, 2021).

Der Vergleich der im Manuskript gelisteten Patientennamen mit den Rechnungsbüchern der Schneidstiftung im Fugger-Archiv in Dillingen, in denen in den vorhandenen Einträgen von 1571 bis 1630 etwa viertausend chirurgische Patienten mit ergänzenden Informationen (wie den Behandlungszeitraum und z.T. auch der behandelnde Chirurg) aufgeführt sind, ermöglichte laut Kinzelbach eine Kontextualisierung der im Manuskript aufgeführten Patienten und vereinzelt deren Lebensläufe (Kinzelbach, 2020).

Das Fuggersche Schneidhaus könnte als erste chirurgische Klinik in Mitteleuropa und aufgrund der Organisationsstrukturen als Verkörperung des Paradigmenwechsels von karitativen Körperschaften hin zu modernen medizinischen Einrichtungen angesehen werden (Arzenheimer, 2019; Haserueck, 2022).

1.3.6. Die Pesthäuser, das Pilgerhaus (Almosenhaus), das Nothaus

Als im Jahr 1521 die Pest in Augsburg ausbrach wurde das (große) Brechhaus vor dem Wertachbrucktor zur Versorgung der Pestkranken vom Augsburger Rat gegründet und als Aushilfslazarett betrieben (Spengler, 1879). Das kleine Brechhaus bestand wohl bereits einige Jahre vor der Errichtung des großen Brechhauses in unmittelbarer Nähe zum Blatterhaus (Stein, 2003). Beide Einrichtungen wurden laut Stein nur im Falle eines Pestausbruchs betrieben. Der Begriff „Brechen“ wurde sowohl für die äußeren Pestzeichen als auch als Begriff für die Pest selbst, auch „Sucht des Brechens“ genannt, verwendet (Horanin, 2019). Zur Mitte des 16. Jh. waren vier Stadtärzte Occo II., Tieffenbach, Saylor und Talhauser für die Versorgung der Pestkranken in Augsburg verantwortlich und veröffentlichten u.a. eine Abhandlung über die Behandlung der Seuche (Occo, 1535).

Das 1426 gegründete Pilgerhaus auf dem mittleren Graben, später auch Almosenhaus genannt, verfügte initial über vier Plätze für Pilgerreisende, übernahm aber auch Funktionen in der Krankenversorgung (Spengler, 1879; Stein, 2003). Durch eine Stiftung konnte es laut den Autoren 1578 erweitert und an den Barfüßergraben verlegt werden, wo etwa 70 Betten für die Versorgung kurabler Kranker zur Verfügung standen. Das Nothaus am Vogeltor, gegründet um 1560, war hingegen für die Pflege von Wöchnerinnen und auswärtigen und durchreisenden Kranken vorgesehen (Kronseider, 1906).

1.3.7. Lukas Stenglin, das Collegium Medicum Augustanum

Lukas Stenglin promovierte laut Häberlein zum Doktor der Medizin an der Universität Padua, wurde 1551 Stadtarzt in Augsburg und verfasste mehrere medizinische Schriften (L. & Ulhart, 1566). Gemeinsam mit Adolph Occo III. gründete er 1567 das „Collegium Medicum Augustanum“ als Berufsvereinigung. Stenglin wurde der erste gewählte Dekan auf Lebenszeit, Occo III. sein Vikarius perpetuus mit wie oben beschrieben besonderer Zuständigkeit für das Apothekenwesen (Häberlein & Keil, 2009; Schretzenmayr, 1982). Die 1582 in Augsburg verkündete „Ordnung zwischen den Herren Doctorn Medicinae zu Augspurg mit eines Ersamen Raths daselbsten wissen und bewilligung auffgericht“ des Rates der Reichstadt stellt laut Schretzenmayr eine medizinhistorisch wichtige Urkunde dar: das Collegium Medicum Augustanum wird mit diesem Erlaß als Standesvertretung der ordentlich approbierten bzw. promovierten Ärzte staatlich anerkannt und zugleich die ungeteilte Verantwortung für alle ärztlichen und medizinischen Aufgaben übertragen

(Schretzenmayr, 1982; Senat, 1852). Das Collegium Medicum Augustanum, das im Vorfeld die „Medicinae-, Apotheker- und Chirurgenumordnung“ publiziert hatte, was den Umfang der Regulations- und Organisationsverantwortung belegt, übernahm nach Schretzenmayr und Bühler nun u.a. auch die Aufgabe der formellen Zulassung neuer Ärzte vom Senat der Reichsstadt (Bühler, 1935).

Das Collegium Medicum wurde wie Salzbrunn beschreibt 1806 durch die Königlich-Bayerische Behörde „als in die nunmehrige Verfassung der Stadt nicht mehr passend“ im Rahmen der Einbettung der Reichsstadt in das Bayerische Königreich mit dem Versprechen „daß Seine Majestät auf die verdienstvollen Mitglieder desselben bei vorkommender Gelegenheit den allergnädigsten Bedacht nehmen werde“ aufgelöst und ein neues „Stadtphysikat“ als medizinische Aufsichtsbehörde eingeführt (Salzbrunn, 1973). Die Stenglinstraße, an der das heutige Universitätsklinikum Augsburg und die Medizinische Fakultät liegen, ist nach dem Gründer des Collegium Medicum Augustanum Lukas Stenglin benannt (Ecker-Offenhäuser & Link).

1.3.8. Das Allgemeine Krankenhaus

Erst 1811 wurde eine größere, öffentliche Infrastruktur zur Krankenversorgung mit einer Kapazität von 200 Patienten in der Jakobervorstadt in Betrieb genommen (Spengler, 1879). Ein etwa 100 Jahre altes Zucht- und Arbeitshaus wurde laut den Autoren hierfür zum „Allgemeinen Krankenhaus“ umfunktioniert, während ältere Strukturen wie das Blatternhaus und das Pilgerhaus aufgelöst wurden. Doch sollten weder der allgemeine Zustand, die Ausstattung noch die Kapazitäten, wie sich beim späteren Cholera-Ausbruch herausstellte, ausreichend sein, wie Spengler weiter anmerkt. Eine ernüchternde Beschreibung dazu gibt auch Prof. Dietl in seinem Werk „Kritische Darstellung europäischer Krankenhäuser nach eigenen Reisebeobachtungen“: „Was lässt sich von dieser Anstalt schildern als der wehmütige Eindruck, den ihr gänzlicher Verfall bei jedem Besuchenden hinterlässt!“ und „Gewiss ist es, dass die Ursache solcher Verfallenheit in misslichen Administrationsverhältnissen gesucht werden müsse, indem Diejenigen die etwas zum Besten der Anstalt thun wollten, es nicht können. Diejenigen aber, die etwas thun könnten, es nicht wollen (Dietl, 1853).“

1.3.9. Das Hauptkrankenhaus

Im Jahr 1852 stiftete der ehemalige Rotgerber Johann Georg Henle die beachtliche Summe von 100.000 Gulden, um die Übernahme des damals noch in Planung befindlichen, neuen Stadtkrankenhauses durch die Barmherzigen Schwestern für die

Pflege der katholischen Kranken sowie die Schaffung eines Mutterhauses für die Ordensschwwestern in Augsburg zu ermöglichen (Zellinger-Kratzl, 2007). Aufgrund der konfessionellen Trennung in Augsburg gab es auch im vorher bestehenden Krankenhaus laut Autor eine katholische und eine protestantische Abteilung im Sinne der paritätischen Gleichheit. Drei Jahre nach der Grundsteinlegung konnte weiter nach Zellinger-Kratzl im Jahr 1859, mit 22 Ordensschwwestern und sechs Kandidatinnen, das städtische (Haupt)Krankenhaus in der Jakobervorstadt eröffnet werden und der protestantische Flügel - durch Spenden von Ferdinand Benedikt Freiherr von Schaezler ermöglicht - der Gemeinschaft der Diakonissen zur Versorgung der protestantischen Patienten übertragen werden (Winkler, 2005). Das Krankenhaus umfasste laut Zellinger-Kratzl insgesamt eine Kapazität von 300 Patienten (im Notfall bis 400) und pro Krankensaal war eine Belegung von maximal 12 Patienten vorgesehen. Das Allgemeine Krankenhaus wurde laut dem Autor aufgegeben. Wie eine Dissertationsschrift aus dieser Zeit detailliert darstellt, wurden in jenem Jahr in der chirurgischen Abteilung insgesamt 986 Patienten versorgt - mit einer durchschnittlichen Belegung („Krankenstand“) der Abteilung von 58,6 Patienten und einer durchschnittlichen Verweildauer („Aufenthaltstage“) von 22,1 Tagen (Bredauer, 1875). Die „Dienstes-Instruktion“, ein interessantes Regelwerk für Assistenzärzte am städtischen Krankenhaus Augsburg regulierte damals u.a. die Organisationsstrukturen und Hierarchien, die Dienststrukturen, die Führung der Krankenschichten und Journale, die Verordnung von Medikamenten, die Entlassungen sowie den Umgang mit medizinischen Instrumenten (Städtisches Krankenhaus (Augsburg), 1865). Einblicke in die regen klinischen Aktivitäten gab Diruf in seiner 1869 verfassten Dissertation: im Zeitraum von April 1855 bis Dezember 1868 wurden im Krankenhaus insgesamt 19.893 Patienten „auf der internen Abteilung“ behandelt, wobei Haut- und Syphiliskranke nicht inkludiert und den „externen Abteilungen“ zugeordnet wurden. Von diesen Patienten litten insgesamt 2.044 an Typhus, was ca. 10% sämtlicher „internen Erkrankungen“ in diesem Zeitraum entsprechen. Anhand der in knapp 14 Jahren in Augsburg gesammelten Daten konnte Diruf z.B. auch die unterjährigen Schwankungen der Inzidenz von Typhus abdominalis, mit einer Klimax im Spätsommer und Herbst, beobachten bzw. die Erfahrungen anderer deutschen Kliniken bestätigen (Diruf, 1869). Während der Bombardements im zweiten Weltkrieg wurden nach der Süd- und Ostflügel des Hauptkrankenhauses stark beschädigt (Lengger, 2021)

1.3.10. Die Kinderheilanstalt

Im Jahr 1849 konnte unter dem Protektorat des Sadtmagistraten von Augsburg eine Kinderheilanstalt am Katzenstadel 10 mit neun Betten als erste Versorgungsstruktur für „arme und kranke“ Kinder eingerichtet werden und zog kurz darauf (für weitere 57 Jahre) in ein mehrstöckiges Haus in der Karmelitengasse 11 um (Sander-Sawatzki, 2021). Im Jahr 1914 konnte, nach dem Autor, durch Intervention der Stadt Augsburg die Bettenkapazität von 45 auf 53 in mittlerweile vier Gebäuden erweitert werden. In 1923 konnte die Anstalt in die Zollnerstraße in Oberhausen mit 123 Betten verlegt werden und führte fortan die Bezeichnung „Städtische Kinderanstalt mit Säuglingsheim“. Weitere An- und Ausbauten folgten bis zum zweiten Weltkrieg. 1965 wurde laut Autor die Kinderklinik am Gelände des zukünftigen Zentralklinikums Augsburg in Betrieb genommen.

1.3.11. Kurze Historie der weiteren stationären Einrichtungen in Augsburg

Die Hessing Kliniken: Friedrich von Hessing schloss laut Angaben der Hessing-Stiftung eine Lehre als Schreiner ab und arbeitete in Augsburg als Klavier und Orgelbauer. Als Autodidakt setzte er sich mit medizintechnischen Apparaten (Prothesen und Korsette) und der Anatomie auseinander und gründete 1868 eine orthopädische Heilanstalt unter Leitung eines Arztes, welche durch die erhöhte Nachfrage bald eine Ausweichfläche in Göggingen fand und im 20. Jh. schrittweise zu einer europaweit führenden orthopädischen und sportorthopädischen Fachklinik umgewandelt wurde (Grosch, 1968; Hessing Stiftung - Hofrat Friedrich Hessing'sche orthopädische Heilanstalt in Göggingen-Augsburg, 2022; Vogt, 2021).

Die Klinik Vincentinum Augsburg: Die Barmherzigen Schwestern vom Hl. Vinzenz von Paul eröffneten 1892 das Sankt Vinzenz Pensionat (Schreiber & Grünsteudel, 2009b). Im Jahr 1903 wurde laut Autoren ein Teil mit 50 Betten in eine Krankenhausstruktur umgewandelt und fungierte zu Kriegszeiten auch als Lazarett. Nach Teilerstörungen wurde der Bau rekonstruiert und 1976 auf 248 Betten erweitert und 1996 mit ca. 250 Betten als Belegarztstruktur neu gebaut (Klinik Vincentinum GmbH & Co. KG, 2022).

Die Stadtklinik am Diako Das Krankenhaus wurde 1893 zusammen mit dem „Mutterhaus“ gegründet, diente zunächst als Reservelazarett und wurde 1910 sowie 1929 erweitert (Keil & Ludwig, 2009). Nach der Zerstörung während des zweiten Weltkrieges wurde es 1952 wiederaufgebaut und 1992 erweitert und dient bis heute als Belegkrankenhaus mit ca. 140 stationären Betten (Evangelische Diakonissenanstalt Augsburg, 2022).

Das West- und das Ostkrankenhaus: 1945 wurde in Augsburg ein Lazarett aufgebaut, welches 1947 in ein Krankenhaus mit ca. 500 Betten umgewandelt wurde und mit drei medizinischen Abteilungen, einer Hautklinik und einer psychiatrischen Abteilung bis 1982 bestand (Schreiber & Grünsteudel, 2009c). Vom Jahr 1941 bis 1982 wurde in einem ehemaligen Schulgebäude das sog. Ostkrankenhaus mit ca. 90 Betten als „Infektionskrankenhaus“ betreiben (Schreiber & Grünsteudel, 2009a). Beide Strukturen gingen laut Schreiber und Grünsteudel im später errichteten Zentralklinikum auf.

Die KJF-Klinik Josefinum: Nach Hörberger wurde 1918 von Joseph Mayer eine Tageskinderkrippe im Stadtteil Oberhausen gegründet, die bald in ein Säuglingheim umgewandelt wurde. Die Struktur wurde zuerst an die katholische Jugendfürsorge übergeben und schrittweise in die heutige Klinik (Fachkrankenhaus) für Gynäkologie, Geburtshilfe, Pädiatrie und Kinderpsychiatrie mit ca. 400 Betten und partiellem Belegarztsystem umgewandelt (Hörberger, 2009; KJF Klinik Josefinum gGmbH, 2022).

1.3.12. Das Zentralklinikum und das Universitätsklinikum Augsburg

Der Stadtrat Augsburgs beschloss 1958 das Hauptkrankenhaus, das Ostkrankenhaus und das Westkrankenhaus in eine zentrale Krankenhausstruktur zusammenzufassen und die erste Klinik konnte 1982 in den Neubau einziehen (Universitätsklinikum Augsburg, 2023a). Der Wissenschaftsrat erteilte im Juli 2016 sein positives Votum zur Gründung der Medizinischen Fakultät der Universität Augsburg mit den Forschungsschwerpunkten Environmental Health Sciences und Medical Information Sciences sowie einem innovativen Lehrkonzept (Modellstudiengang) mit Orientierung an ärztliche Rollen und Kompetenzen (Richter-Kuhlmann, 2016; Wissenschaftsrat, 2016).

Das Universitätsklinikum Augsburg (UKA) ist eine Versorgungsstruktur der Stufe III (Maximalversorger) und umfasst aktuell 23 Kliniken, fünf Institute, 25 Hochschulambulanzen mit über 120 fachspezifischen und interdisziplinären Sprechstunden sowie weitere hochspezialisierte medizinische Behandlungsbereiche und Zentren. Im klinischen Bereich sind über 850 Ärztinnen und Ärzte sowie über 2.000 Pflegekräfte tätig (Universitätsklinikum Augsburg, 2023b). Das UKA erstreckt sich aktuell über zwei Standorte: den Medizincampus mit dem Zentralgebäude und dem Mutter-Kind-Zentrum (1.531 Planbetten) sowie den Medizincampus Süd (168 Planbetten) im Stadtteil Haunstetten in einer Entfernung von rund 10 Kilometer Luftlinie (Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege, 2021). Auf dem Dach des UKA in 58 Metern Höhe ist die höchstgelegene Luftrettungsplattform Deutschlands stationiert. (Universitätsklinikum Augsburg, 2023b).

2. Fragestellung dieser Arbeit

Im Rahmen der Analysen sollen die direkten und indirekten Folgen der SARS-CoV-2-Pandemie auf die Versorgungsstruktur und auf die Notfall- und Akutversorgung des Universitätsklinikums Augsburg, eines Krankenhauses der Versorgungsstufe III (Maximalversorger), in den ersten Phasen der Pandemie (2020/2021) quantitativ und qualitativ beschrieben und untersucht werden. Folgende Bereiche sollen hierbei jeweils anhand der gesamten Fälle beleuchtet und mit dem Referenzjahr 2019 verglichen werden sowie in Zusammenhang mit der SARS-CoV-2 Inzidenz, den Lockdowns und der Fallzahlentwicklung der stationären SARS-CoV-2-Fälle am UKA betrachtet werden:

- Allgemeine Kennzahlen zum stationären Betrieb
(Fallzahlen, CMP, CMI, Verweildauern, Belegung)
- SARS-CoV-2-Entwicklungen am UKA
- Intensivmedizin
- OP-Betrieb
- Notfallmedizin
- Hochschulambulanzen
- OPS-Leistungsgruppen
- ICD-Gruppen
- Aufnahme- und Entlassgründe
- Sterbefälle

3. Material und Methoden

3.1. Behandlungsdaten und Beobachtungszeiträume

Die Gesamtheit der analysierten klinischen Daten stammt aus dem Universitätsklinikum Augsburg und schließt alle dort behandelten / dokumentierten Fälle (Einschlusskriterium) der jeweiligen Beobachtungszeiträume ein.

Der Beobachtungszeitraum für die aggregierten Werte bez. Fallzahlen, Case Mix Punkte, Case Mix Index sowie Behandlungstage, ambulante Notfälle, Fallzahlen der Hochschulambulanzen, Fallzahl operative Eingriffe und Anzahl betriebene Operationssäle beziehen sich auf den Beobachtungszeitraum vom 01.01.2019 bis 31.12.2021. Der Beobachtungszeitraum für die stationären Fälle umfasst die Zeitspanne vom 01.01.2019 bis zum 30.06.2021 und wurde zum Zeitpunkt dieser Auswertungen gewählt, um die ersten Infektionswellen darstellen zu können und um eine valide Datenbasis (z.B. mit ausschließlich abgeschlossenen Fällen) zu generieren.

Das Jahr 2019 wurde als Bezugsjahr gewählt, da ab 01.01.2019 die Umstellung im Rahmen der Universitätsklinikums-Werdung (z.B. Wechsel von KV-System auf Hochschulambulanzen) und auch regulatorische Veränderung ab diesem Jahr (wie z.B. die Ausgliederung der Pflegepersonalkosten u.ä.) in Kraft getreten sind und somit, im Gegensatz zu den Vorjahren, eine valide Vergleichbarkeit mit den folgenden Jahren ermöglichen. Als Zeitintervalle/ -einheiten wurden grundsätzlich Kalenderwochen gewählt, um auf der einen Seite zeitliche Zusammenhänge (z.B. mit Lockdowns oder Inzidenz) adäquat erfassen zu können und andererseits eine gewisse Aggregation und bessere Vergleichbarkeit zu ermöglichen. Die Daten zu den aggregierten Werten (Fallzahlen, Case Mix Punkte, Case Mix Index), den Fallzahlen der Hochschulambulanzen sowie der betriebenen Operationssäle standen monatsweise, die Daten zu den operativen Eingriffen quartalsweise zur Verfügung.

3.2. Datenquellen

Die Daten stammen ausschließlich aus dem Krankenhausinformationssystem (KIS) des Universitätsklinikums Augsburg ORBIS® des Anbieters Dedalus Healthcare Group AG und wurden mit den Auswertungsmöglichkeiten des KIS sowie mit denen des Datawarehouse (DWH, eisTIK® der KMS Vertrieb und Services GmbH) generiert. Die Auswertungen produzierten CSV-Dateien und wurden als Microsoft Excel® Files auf einem internen, ausschließlich mitarbeiterbezogenen Laufwerk zur Bearbeitung gespeichert. Alle Auswertungen ergaben eine anonymisierte Datengrundlage und

wurden aggregierten und kumulativ (z.B. nach Kalenderwochen, Monaten, Aufnahmegrund, OPS-Leistungen, etc.) bearbeitet. Es wurden keine zusätzlichen Daten für die vorliegende Arbeit erfasst.

3.3. Definition und Beschreibung der Merkmale der Populationen

Folgende Merkmale der Population „stationären Fälle“ wurden in der Auswertung des Krankenhausinformationssystems einbezogen: Aufnahmedatum, Aufnahmegrund, Aufnehmende Fachabteilung, Verweildauer Intensiv (>0 Minuten), ICD-Codes (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10) 8, durchgeführte Leistungen nach Operationen- und Prozedurenschlüssel, DRG-Bezeichnung (nach aG-DRG-Fallpauschalen-Katalog) 9, Entlassgrund und Entlassdatum.

3.3.1. Aufnahmegrund

Der Anlass für die stationäre Aufnahme wird nach der folgenden, standardisierten Klassifikation (nach Fallpauschalen-Katalog) am UKA dokumentiert: „Einweisung durch einen Arzt (E), Einweisung durch einen Zahnarzt (Z), Notfall (N), Aufnahme nach vorausgehender Behandlung in einer Rehabilitationseinrichtung (R), Verlegung mit Behandlungsdauer im verlegenden Krankenhaus länger als 24 Stunden (V), Verlegung mit Behandlungsdauer im verlegenden Krankenhaus bis zu 24 Stunden (A) und Zusatzschlüssel für besondere Kalkulationsanforderungen, Geburt (G) und Begleitperson (B)“.¹⁰ Die Kategorien V und A (Verlegungen aus Krankenhaus) wurden in der folgenden Betrachtung zusammengefasst (unter dem Buchstaben V) und R/Z/B wurden bei einem Anteil von jeweils um 0,001% nicht betrachtet.

⁸ WHO. (2022b). International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems - ICD10. <https://www.icd-code.de/icd/code/ICD-10-GM.html>

⁹ Fallpauschalen-Katalog gemäß § 17b Absatz 1 Satz 4 des Krankenhausfinanzierungsgesetzes. aG-DRG-Version 2022 und Pflegeerlöskatalog 2022., (2022). <https://www.g-drg.de/ag-drg-system-2022/fallpauschalen-katalog/fallpauschalen-katalog-2022>

¹⁰ Anlage zur Vereinbarung über die Übermittlung von Daten nach § 21 Abs. 4 und Abs. 5 KHEntgG, (2009). https://www.gkv-spitzenverband.de/media/dokumente/krankenversicherung_1/krankenhaeuser/drg/drg_entwicklung__kalkulation__falldaten/drg_falldaten/KH_Vereinbarung_DRG-Daten_280806_Anlage_020709.pdf

3.3.2. Leistungen nach OPS-Kodierung

Die dokumentierten Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS, Version 2022) der Population (Grundgesamtheit) 2019 (N=337.858), 2020 (N=326.772) und erster Halbjahr 2021 (159.007) wurden nach dem Gliederungsschema des aktuellen OPS-Kataloges analysiert.¹¹ Hierbei ist zu beachten, dass in der Regel mehrere Leistungen pro individuellem Fall durchgeführt und dokumentiert worden sind. Die Gliederung der OPS-Codes erfolgt in der Katalogsystematik in folgende sechs Kapitel:

- Diagnostische Maßnahmen: z.B. Klinische Untersuchungen, Biopsien, Endoskopie, Funktionstests, etc.
- Bildgebende Diagnostik: z.B. Ultraschall, Radiographie, Computertomographie, Magnetresonanz, nuklearmedizinische Diagnostik, etc.
- Operationen: Operative Eingriffe
- Medikamente: Applikation von Medikamenten
- Nicht operative therapeutische Maßnahmen: z.B. Applikation Medikamente, Nahrung und therapeutische Injektion, Immuntherapie, Verbände, Strahlentherapie, nuklearmedizinische Therapie und Chemotherapie, Maßnahmen für das Atmungssystem, den Blutkreislauf, Maßnahmen im Rahmen der Reanimation, Schmerztherapie, Komplexbehandlungen, etc.
- Ergänzende Maßnahmen: z.B. Geburtsbegleitende Maßnahmen und Infertilität, Phoniatische und pädaudiologische Therapien, Psychosoziale, neuropsychologische und psychotherapeutische Maßnahmen, Behandlung von Psychosomatischen Störungen

¹¹ Operationen- und Prozedurenschlüssel, (2022).
<https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/ops/kode-suche/opshtml2022/>

3.3.3. Merkmal „Entlass- und Verlegungsgrund“

Die Datengrundlage (Grundgesamtheit) für die folgende Analyse umfasste alle am Universitätsklinikum Augsburg stationär behandelten Fälle im Zeitraum 01.01.2019 bis 30.06.2021. Die Klassifikation bez. Entlassungen und Verlegungen des GKV-Spitzenverbandes findet am UKA Anwendung und beinhaltet folgende Punkte: ¹²

- 1) Behandlung regulär beendet
- 2) Behandlung regulär beendet, nachstationäre Behandlung vorgesehen
- 3) Behandlung aus sonstigen Gründen beendet
- 4) Behandlung gegen ärztlichen Rat beendet
- 5) Zuständigkeitswechsel des Kostenträgers (bei tagesbezogenen Entgelten)
- 6) Verlegung in ein anderes Krankenhaus
- 7) Tod
- 8) Verlegung in ein anderes Krankenhaus im Rahmen einer Kooperation
- 9) Entlassung in eine Rehabilitationseinrichtung
- 10) Entlassung in eine Pflegeeinrichtung
- 11) Entlassung in ein Hospiz
- 12) Externe Verlegung zur psychiatrischen Behandlung
- 13) Behandlung aus sonstigen Gründen beendet, nachstat. Behandlung vorgesehen
- 14) Behandlung gegen ärztlichen Rat beendet, nachstat. Behandlung vorgesehen
- 15) Interne Verlegung mit Wechsel zwischen den Entgeltbereichen der DRG-Fallpauschalen, nach der BPfIV oder für besondere Einrichtungen nach § 17b Abs. 1 Satz 15 KHG
- 16) Fallabschluss (interne Verl.) bei Wechsel zwischen voll- und teilstat. Behandlung

Aufgrund der inhaltlichen Übereinstimmungen wurden die Punkte 1 und 2 „Behandlung regulär beendet“, die Punkte 6 und 8 (Verlegung in ein anderes Krankenhaus) und die Punkte 9, 10, 11, 12 (Entlassung in Rehabilitationseinrichtung, Pflegeeinrichtung, Hospiz und psychiatrische Behandlung) jeweils zusammengefasst. Da inhaltlich und von der Fallzahl weniger relevant wurden die Punkte 3, 4, 5, 13, 14, 15 und 16 nicht betrachtet. Für die Population der Hochschulambulanzfälle wurde lediglich die Anzahl der

¹² Anlage zur Vereinbarung über die Übermittlung von Daten nach § 21 Abs. 4 und Abs. 5 KHEntgG, (2009). https://www.gkv-spitzenverband.de/media/dokumente/krankenversicherung_1/krankenhaeuser/drg/drg_entwicklung__kalkulation__falldaten/drg_falldaten/KH_Vereinbarung_DRG-Daten_280806_Anlage_020709.pdf

abgerechneten Fälle pro Monat erfasst. Bei der Population „ambulante Notfälle“ wurde der Zeitpunkt der Behandlung (Datum des Erstkontakts) und das Vorhandensein eines Triageprotokolls im KIS (ja/nein) der abgerechneten Fälle abgefragt. Die Quote der stationär aufgenommenen Patienten aus der Gesamtheit der in der Notaufnahme behandelten Patienten (ambulante und stationäre Fälle) wird als Konversionsrate bezeichnet. Bei der Auswertung der Anzahl der operativen Eingriffe wurden das Datum und die Uhrzeit des Beginnes der Prozeduren als Merkmal erfasst und in die Kategorien Regeldienst (07.30-16:00 Uhr) und Bereitschaftsdienst (außerhalb Regelarbeitszeit) aufgeteilt.

3.4. Daten zur SARS-CoV-2-Inzidenz in Augsburg und Lockdown-Phasen

Die retrospektiven Werte zur SARS-CoV-2-Inzidenz der Jahre 2020 und 2021 mit dem Merkmal kreisfreie Stadt Augsburg wurden von der offiziellen Seite des Robert Koch Institut bezogen und basieren auf den Meldedaten gemäß Infektionsschutzgesetz (IfSG).¹³

Die in regulatorischen Vorgaben verankerten, tiefgreifenden Maßnahmen zur Eindämmung der Infektionen, welche die Gesamtbevölkerung betreffen, werden als Lockdown-Maßnahmen und die entsprechenden Zeiträume, in denen die Maßnahmen gelten, als Lockdown-Phasen bezeichnet. Die erste Lockdown-Phase beginnt in Bayern mit dem Inkrafttreten der „Allgemeinverfügung des Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit und Pflege“ am 20.03.2020 (Kalenderwoche - KW 12) und endet durch die sog. Lockerungsbeschlüsse des Bayerischen Kabinetts vom 05.05.2020 (KW 19).^{14 15}

Die zweite Lockdown-Phase (sog. Lockdown light) basierte auf der achten Bayerischen Infektionsschutzmaßnahmenverordnung (IfSMV) vom 30.10.2020 und ging vom 02.11.2020 (KW 45) bis zum 08.03.2021 (KW 10) durch Inkrafttreten der 12. IfSMV vom 05.03.2021.^{16 17}

¹³ Robert Koch Institut. *Retrospektive SARS-CoV-2-Inzidenzen - SK Augsburg. SurvStat@RKI 2.0* <https://survstat.rki.de/>

¹⁴ Vollzug des Infektionsschutzgesetzes (IfSG). Vorläufige Ausgangsbeschränkung anlässlich der Corona-Pandemie, (2020). <https://www.verkuendung-bayern.de/baymb/2020-152/>

¹⁵ Bayerische Staatsregierung. (2020). *Bericht aus der Kabinettsitzung vom 5. Mai 2020* <https://www.bayern.de/bericht-aus-der-kabinettsitzung-vom-5-mai-2020/>

¹⁶ Achte Bayerische Infektionsschutzmaßnahmenverordnung (8. BayIfSMV) vom 30. Oktober 2020, (2020). <https://www.verkuendung-bayern.de/files/baymb/2020/616/baymb-2020-616.pdf>

¹⁷ Zwölfte Bayerische Infektionsschutzmaßnahmenverordnung (12. BayIfSMV) vom 5. März 2021, (2021). <https://www.verkuendung-bayern.de/files/baymb/2021/171/baymb-2021-171.pdf>

3.5. Berechnungen und statistische Auswertungen

Als Softwaretool zur Strukturierung der Daten, für die Berechnungen Summen, Median (Md), arithmetisches Mittel (M), Standarddeviation (SD), Spannweite (engl. Range, R), und zur Ausarbeitung der Tabellen und graphischen Darstellungen (Balkendiagramme, Liniendiagramme, etc.) wurde das Softwaretool Microsoft Excel® des Paketes Microsoft Office Professional Plus 2016 genutzt. Die Statistikerin Frau Dr. Anna Muzalyova, Koordinatorin der Task-Force CORONA am Universitätsklinikum Augsburg beriet bez. der Wahl des Ansatzes der deskriptiven Statistik und der Analysemethoden und unterstützte konkret bei der Durchführung der komplexeren statistischen Berechnungen (z.B. Korrelationen). Die Daten wurden mithilfe der Software IBM® SPSS® (Statistical Package for Social Sciences) Version 27.0 analysiert. Die kategorialen Variablen werden als absolute Häufigkeiten bzw. Prozentwerte angegeben. Die intervallskalierten Variablen sind als Mittelwerte und Standardabweichung dargestellt. Bestehende Zusammenhänge zwischen intervallskalierten Variablen wurden mittels Korrelation nach Pearson analysiert. Hierbei wurde ein Signifikanzniveau von $\alpha=0.05$ festgelegt.

3.6. Datenschutz- und Informationssicherheit

Die anonymisierten Daten aus den Auswertungen wurden ausschließlich auf internen, mitarbeiterbezogenen Laufwerken des Universitätsklinikums Augsburg (nach den Vorgaben der branchenspezifischen Sicherheitsstandards für die Gesundheitsversorgung im Krankenhaus) gespeichert und entsprachen jederzeit den Informations- und Datenschutzrichtlinien des Universitätsklinikums Augsburg sowie der zugrundeliegenden Datenschutz Grundverordnung (DSGVO).

3.7. Beurteilung der Ethikkommission bei der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München vom 06.07.2021

Projekt Nr: 21-0727 KB – Keine Beratungspflicht

4. Ergebnisse

4.1. Grundkennzahlen zur Bewertung der stationären Leistungen

Für eine globale Einschätzung der Leistungen im stationären Bereich wurden die Gesamtanzahl der stationären Fälle, die kumulierten Case Mix Punkte (CMP = Relativgewichtspunkte), der Case Mix Index (CMI) und die durchschnittlichen Verweildauern (VWD) der Jahre 2019, 2020 und 2021 in aggregierter Form gegenübergestellt. Der Datensatz wurde über das Data Warehouse (Datenmanagementsystem) generiert.

Bezüglich der Gesamtanzahl der stationären Fälle der drei Jahre (Grundgesamtheit) zeigt sich ein abfallender Trend. Im Jahr vor der Pandemie (2019) wurden insgesamt 71.806 Fälle stationär behandelt, im ersten Pandemiejahr (2020) insgesamt 66.302 (entspricht -7,7%) und im Jahr 2021 in Summe 63.604 (entspricht -11,4%).

Die Summe der Case Mix Punkte (hier CMP effektiv, d.h. mit Berücksichtigung der notwendigen Ab- und Zuschläge), auch Relativgewichtspunkte oder Bewertungsrelationen genannt, hat in 2019 69.654,92 CMP, in 2020 66.555,93 (-4,45%) CMP und in 2021 65.262,86 (-6,31%) CMP betragen. Der durchschnittliche Case Mix Index (Quotient aus Summe der CMPs und Fallzahl) betrug somit in 2019 CMI=0,970, in 2020 CMI=1,004 (+3,5%) und in 2021 CMI=1,026 (+5,77%). Diese Kennzahlen werden in Abb. 10 synoptisch dargestellt. Bei der Betrachtung ist zu beachten, dass es zu marginalen Abweichungen kommt, da für 2019 die Fälle nach dem neuen aDRG-Katalog umgeleitet wurden, inklusive „Fehler-DRGs“, d.h. DRGS ohne CMP sind, und die MD-Abzüge bereits vollständig erfolgten (Datenstand Januar 2021).

Das Jahr 2020 enthält ebenfalls sog. Fehler-DRGs (Datenstand Februar 2021), während das Jahr 2021 ohne Fehler-DRGs (Datenstand Februar 2022) erhoben wurde. Die durchschnittliche Verweildauer über alle stationären Patienten gemittelt betrug in 2019 VWD=6,29 (Standardabweichung SD=0,09), in 2020 VWD= 6,34 (SD=0,04) und in 2021 VWD= 6,34 (SD=0,1).

Über die drei Jahre lässt sich ein Abfallen der Fallzahlen und ein im Vergleich weniger ausgeprägtes Absinken der CMP erkennen, was durch einen Anstieg des CMI in den Pandemie Jahren 2020 und 2021 zu erklären ist.

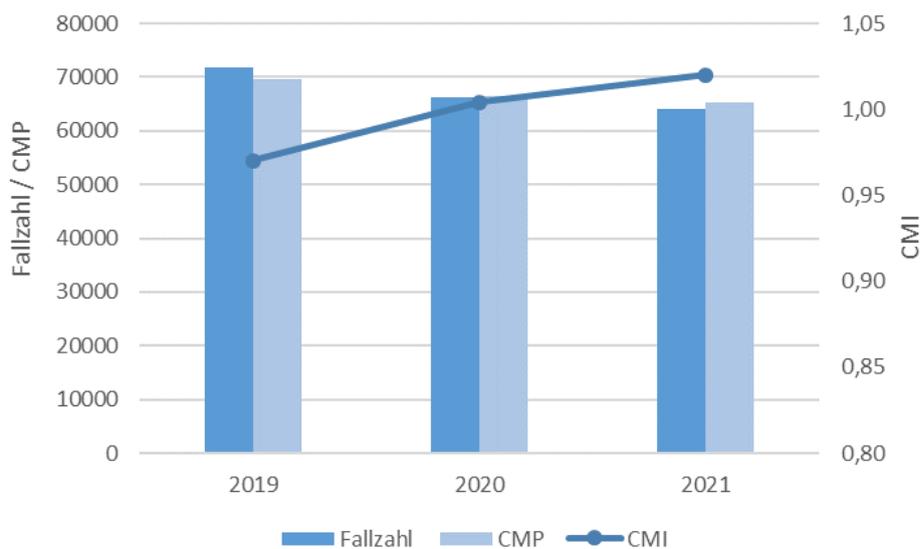


Abb. 10: Verlauf der stationären Fallzahlen, der Case mix Punkte (CMP) und des Case Mix Index (CMI) der Jahre 2019-2021 am Universitätsklinikum Augsburg

In der Darstellung des unterjährigen Verlaufes der Jahre 2019 bis 2021 ist neben dem summarischen, weiter oben beschriebenen Fallzahlrückgang besonders ein Rückgang der stationären Fallzahlen in den Monaten Februar-April 2020 (auf 4.427 Fälle im April), ein Rückgang in den Monaten Oktober 2020 bis Februar 2021 (im Mittel auf 4.650 Fälle pro Monat) sowie Oktober/November 2021 zu erkennen (Abb. 11).

In 2019 waren mit einem relativ konstanten Verlauf im Mittelwert 5.984 (SD=270,4) Fälle pro Monat zu verzeichnen. Die Monate Juni bis Oktober waren in den drei Jahren weitgehend kongruent.

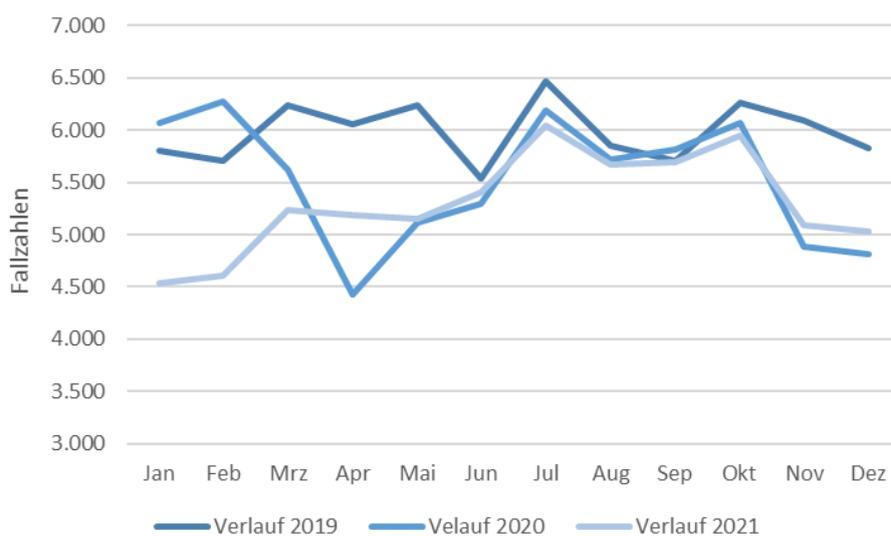


Abb. 11: Monatliche Entwicklung der stat. Fallzahlen in den Jahren 2019, 2020 und 2021

Die monatliche Betrachtung des CMI der drei Jahre ergibt im Jahr 2019 einen stabilen Verlauf um den Mittelwert von 0,97 (SD 0,01). Anfang 2020 ist ein Anstieg mit Spitze im April (auf 1,09) und nochmal zu Ende des Jahres mit einem Anstieg (auf 1,06) im Dezember zu verzeichnen. Dieser Trend geht Anfang 2021 weiter (Februar/März 1,08) um sich dann bei 1,01 (SD 0,03) im arithmetischen Mittel einzupendeln (Abb. 12).

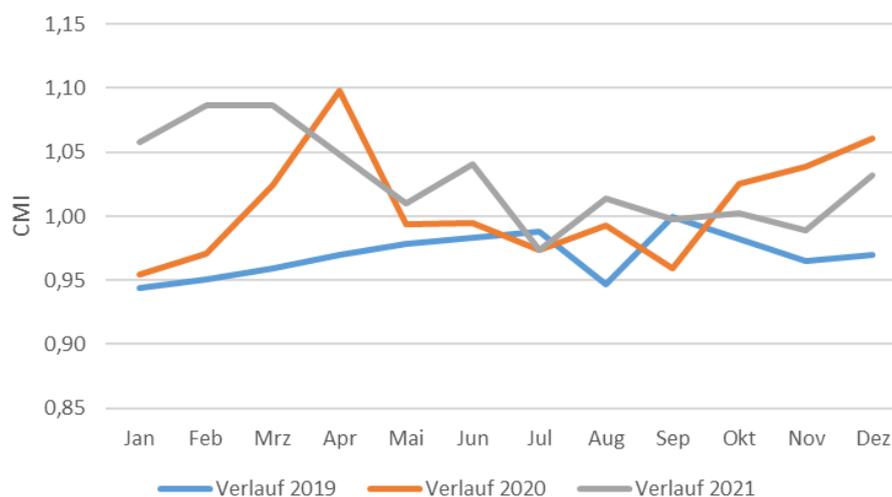


Abb. 12: Case Mix Index (CMI) - Entwicklung pro Monat in den Jahren 2019-2020

Der für die Analyse erhobene Datensatz zu den stationären Patienten aus den Rohdaten des Krankenhausinformationssystems (KIS) umfasste alle am Universitätsklinikum Augsburg stationär behandelten Fälle im Zeitraum 01.01.2019 bis 30.06.2021 und bildet somit neben dem präpandemischen Jahr die ersten Infektionswellen die auf das UKA stießen, ab. Die Daten divergieren marginal von den weiter oben genannten Daten aus dem Datawarehouse (mit einer Abrechnungsperspektive), da hier die realen Rohdaten zu den stationär behandelten Fällen als Grundlage dienen (ohne z.B. Retaxierungseffekte).

Diese Grundgesamtheit beträgt insgesamt N=167.879 Fälle. 2019 weist n=71.663 stationäre Fälle mit einem konstanten Verlauf über das Jahr mit durchschnittlich 1.352 (SD=102) Fällen pro Kalenderwoche (KW) - ohne Betrachtung der kalendarisch kürzeren KW 1 und KW 53).

Die Analyse der stationären Fallzahlen in 2020 (n= 65.603) und im ersten Halbjahr 2021 (n=30.613) zeigt im Vergleich zu 2019 ein markantes Absinken ab KW 12 2020. Der Tiefpunkt wurde in der KW 15 mit 943 Fällen erreicht. Im Vergleich mit dem Mittelwert (n=1.479 Fälle) der 10 Wochen vor dem Absinken, resultiert in dieser Woche eine Differenz von 536 Fällen

(-36,24%). Weiter ist auch gegen Jahresende ein evidenten Abfallen der Fallzahlen zu beobachten. In den 10 Wochen vor dem erneuten Absinken der Fälle resultieren im Mittel 1.330 stationäre Fälle während in KW 52 (mit einer Anzahl von 845) 36,5% weniger stationäre Fälle behandelt wurden (Abb. 13). Da die KW 53 nur 4 Tage beinhaltete ist die Anzahl der Patienten, zusätzlich zur erwarteten Abnahme der Fallzahlen um die Feiertage, kalendarisch bedingt reduziert. Daraus ergibt sich in den graphischen Darstellungen ein Artefakt am Ende des Jahres 2020 mit einem überproportionalen Absinken.

In Abbildung 13 ist auch die SARS-CoV-2-Inzidenz der Stadt Augsburg mit einer moderat ausgeprägten ersten Infektionswelle (ab KW 10 2020), einer zweiten, stärker ausgeprägten Welle (mit einer Spitzeninzidenz von 334 in KW 44) und einer dritten Infektionswelle im Jahr 2021 (mit der Spitzeninzidenz von 275 in KW 15) dargestellt.¹⁸ In der Graphik sind die „Lockdown-Phasen“, gemäß Eintreten der z.T. tiefgreifenden Infektionsschutzmaßnahmen (siehe Kapitel Material und Methoden), graphisch eingearbeitet: die erste Phase der Ausgangs- und Kontaktbeschränkungen wurde als Zeitraum vom 20.03.2020 (in KW 12) bis 06.05.2020 (in KW 19) definiert, die zweite Phase (der sog. Lockdown light) vom 02.11.2020 (KW 45) bis 08.03.2021 (KW 10).¹⁹ Weiter ist in der Graphik die Anzahl der stationären Aufnahmen von SARS-CoV-2-Patienten am Universitätsklinikum Augsburg dargestellt, die als approximativer Ausdruck der Hospitalisierungsrate des Einzugsgebietes, wie erwartet, eine gewisse Parallelität zu den Inzidenzkurven zeigen. Die Angaben zu SARS-CoV-2-Inzidenzen und Lock-Downs werden für die folgenden Analysen und graphischen Darstellungen gleichermaßen angewandt.

Die Anzahl der stationär aufgenommenen Fälle stabilisierte sich in 2021 und verlief relativ konstant ohne größere Schwankungen, analog zum Verlauf im Vorpandemiejahr jedoch, wie beschrieben, auf niedrigerem Niveau.

¹⁸ Robert Koch Institut. *Retrospektive SARS-CoV-2-Inzidenzen - SK Augsburg. SurvStat@RKI 2.0* <https://survstat.rki.de/>

¹⁹ Erster „Lockdown“: Beginn mit Allgemeinverfügung des Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit und Pflege vom 20.03.2020 / Ende durch die sog. Lockerungsbeschlüsse des Bayerischen Kabinetts vom 05.05.2020. Zweiter Lockdown „light“: Beginn durch „Achte Bayerische Infektionsschutzmaßnahmenverordnung“ vom 30.10.2020 und Ende durch die „Zwölfte Bayerische Infektionsschutzmaßnahmenverordnung“ vom 05.03.2021.

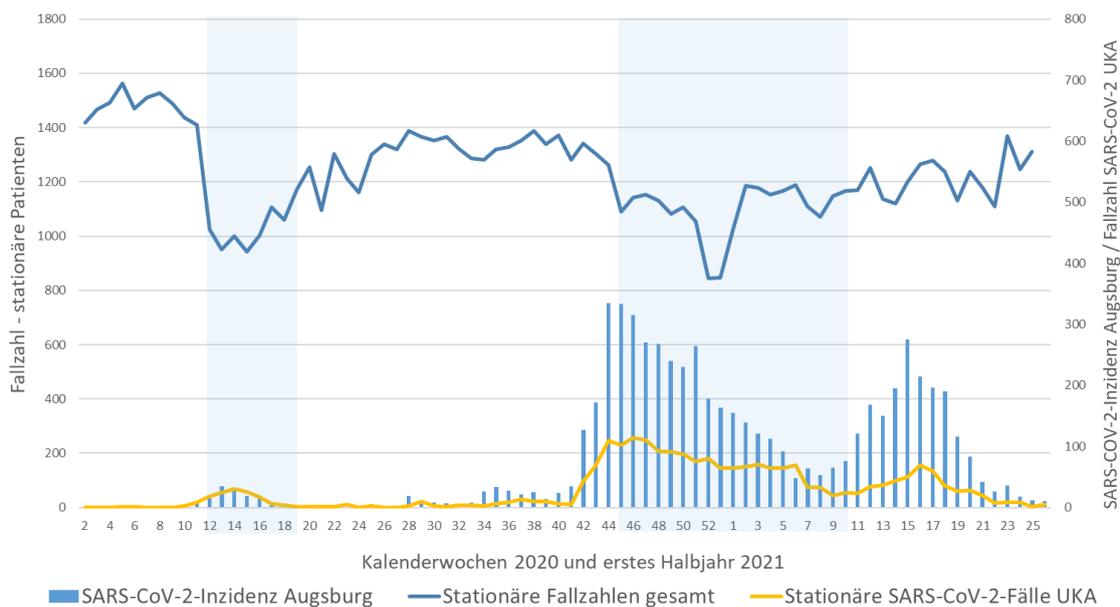


Abb. 13: Entwicklung der Gesamtheit der stationären Fallzahlen und der SARS-CoV-2 Fälle am UKA (Balken) sowie der 7-Tage-SARS-CoV-2-Inzidenz pro 100.000 Einwohner in Augsburg pro Kalenderwoche in 2020 und im ersten Halbjahr 2021. KW der Lockdown-Phasen in der Graphik farblich markiert

Die SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg zeigt eine mittlere, negative Korrelation ($r = -0,339$; $p < 0,05$) mit der Anzahl der stationären Fälle am UKA im Jahr 2020 (Tab. 2).

Die Anzahl stationärer SARS-CoV-2-Patienten am UKA zeigte eine mittlere negative Korrelation ($r = -0,404$; $p < 0,01$) mit der Anzahl der stationären Fälle ohne SARS-CoV-2 im Jahr 2020 (siehe Tab. 2).

Tabelle 2: Korrelation zwischen Anzahl stationärer Fälle sowie der Anzahl der Fälle in der Normalpflege in 2020 und der SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg

SARS-CoV-2 Inzidenz		
Anzahl stationäre Fälle 2020	Korrelation nach Pearson	-,339**
	Signifikanz; =p (2-seitig)	0,024
	N	44
SARS-CoV-2-Fälle UKA		
Anzahl Fälle Normalpflege 2020	Korrelation nach Pearson	-,404*
	Signifikanz; =p (2-seitig)	0,005
	N	46

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant

Um zusätzlich zu den reinen Fallzahlen auch die Belegungssituation am UKA einordnen zu können, wurden die kumulativen Belegungstage pro Kalenderwoche analysiert. Ein Belegungstag entspricht hierbei einem stationären Bett, das zumindest anteilig innerhalb eines 24-Stundenzeitraums von einem Patienten belegt wurde. In 2019 waren insgesamt 397.877 Belegungstage mit einem Mittelwert $M=7.651$ ($SD=416,60$) pro Woche zu verzeichnen, im Jahr 2020 waren es 365.736 Belegungstage ($M=6900,67$ $SD=835$) und im Jahr 2021 waren es 347.396 ($M=6680,69$ $SD=680,82$). Im Vergleich zum relativ stabil verlaufenden Jahr 2019 ist in 2020 ein markanter Abfall ab KW 10 auf ein Minimum von 5.250 Belegungstagen (KW 15) und ein zweiter Abfall ab KW 43 auf 4.807 (KW 52) zu verzeichnen (Abb. 14).

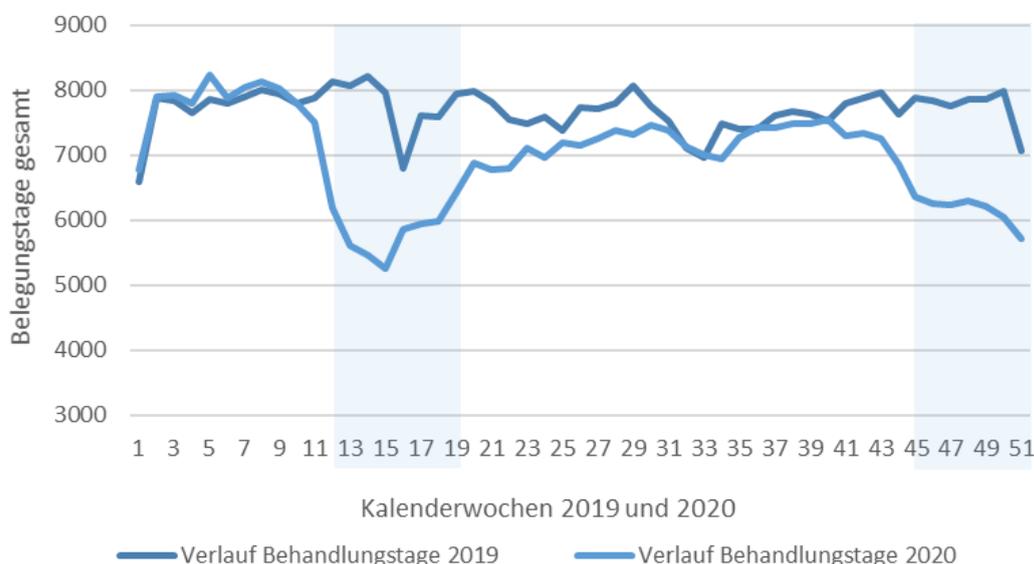


Abb. 14: Verlauf der Summe der Belegungstage je Kalenderwoche in den Jahren 2019 und 2020. Lockdown-Phasen farblich markiert

Die Analyse der Anteile der SARS-CoV-2-Fälle an der Gesamtheit der stationären Aufnahmen (für 2020 und erstes Halbjahr 2021), differenziert für Normalpflege und Intensivstationen, zeigt drei klare Infektionswellen am UKA. In der ersten Phase kam es zum ersten, moderaten Anstieg des Anteiles an COVID-19 Patienten in der Normalpflege und zum deutlicheren Anstieg im intensivmedizinischen Bereich mit einer Spitze von annähernd 8% der Fälle (KW 10-17). Während der zweiten Welle am UKA (KW 41 2020 bis KW 8 2021) kam es zu einem rasanten Anstieg des Anteils der COVID-19 Patienten auf 9,4% (KW 47) in den Normalpflegestationen. Hierbei ist zu beachten, dass die Anzahl der Aufnahmen $n=105$ betrachtet wird, nicht die Anzahl der sich in stationärer

Behandlung befindlichen Patienten. Letztere wies beispielsweise am 06.12.2020 eine Belegungsspitze von 121 stationären SARS-CoV-2-Fällen in der Normalpflege auf. Im intensivmedizinischen Bereich kam es zu einer Spitze der Intensivaufnahmen von 21,0 % in KW 46 (n=40). Diese wurde von einem langsameren aber konstanten Abfall ab KW 48 gefolgt. Eine weitere Zunahme der Aufnahmen in Normalpflege ab KW 12 in 2021 auf 4,3% (n=52) und auf 14,2% (n=26) in der Intensivmedizin in KW 16-2021 sind zu erkennen, während die zweite Pandemiewelle in Deutschland beendet bzw. der zweite Lockdown am Auslaufen war (Abb. 15).²⁰

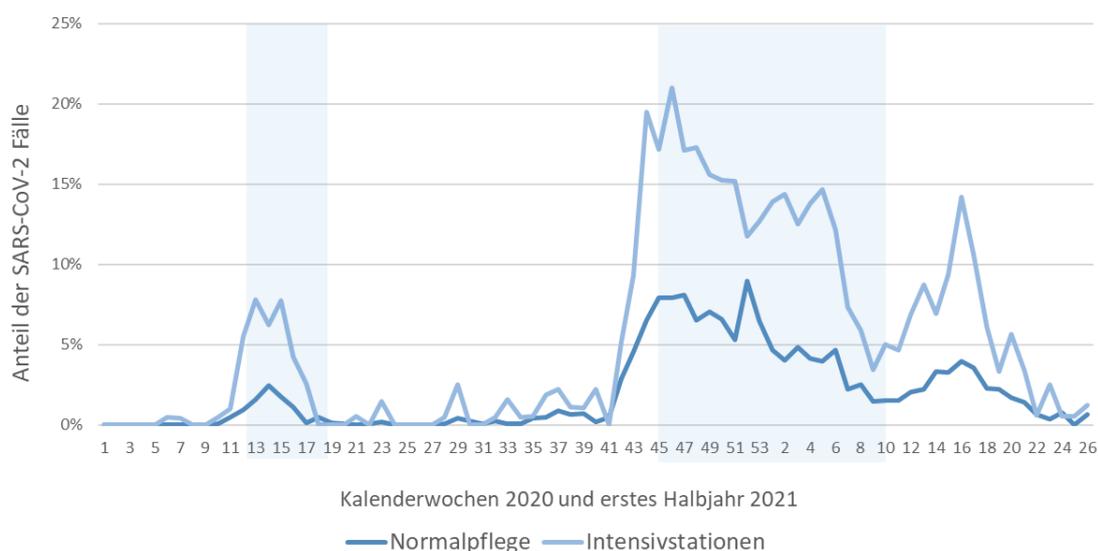


Abb. 15: Anteil der SARS-CoV-2 Fälle an der Gesamtheit der stationären Fälle am UKA in 2020 und im ersten Halbjahr 2021 differenziert nach Normalpflegebereich und den Intensivstationen. Lockdown-Phasen farblich markiert

Im nächsten Analyseschritt wurden die Gesamtheit der stationären Fallzahlen (Aufnahmen) in 2020 differenziert nach Normalpflege und intensivmedizinischem Bereich betrachtet. In Abb. 16 ist der Verlauf der Fallzahlen (=stationäre Aufnahmen) im Jahr 2020 für beide Bereiche am UKA sowie, der Verlauf der Fallzahlen mit positivem SARS-CoV-2 Test am UKA sowie die beiden Lock Down Phasen graphisch dargestellt: Die Anzahl der Normalpflegepatienten brach zu Beginn des 1. Lockdowns und parallel zum Anstieg der COVID-19 Patienten am UKA in der KW 13 ein (von einem Mittelwert 1.263 mit SD=11,20 der vorangegangenen 10 Wochen auf 788 in KW 15), beginnt aber ab KW 17 anzusteigen (Abb. 15). Auch die Zahl der Intensivfälle war in der Zeit, wenn auch weniger evident, rückläufig (von M=216 mit einer SD=12,16 der vorangegangenen

²⁰ Einteilung der Infektionswellen nach: Schilling, J., Buda, S., & Tolksdorf, K. (2022). Second update of the "Retrospective phase classification of the COVID-19 pandemic in Germany. *Epid Bull*, 10, 3-5. <https://doi.org/10.25646/978>

Wochen auf Werte um 170 in KW 11-15). Entsprechend der auch w.o. beschriebenen Zunahme der stationären SARS-CoV-2 Patienten in der zweiten Welle zeigte sich ein abfallender Trend der Normalpflegepatienten (von M=1.146 mit SD 45,41 der vorhergehenden 10 Wochen auf Werte um 900 Fälle in den KW 45-52), der sich gegen Ende des Jahres verschärfte (n=692 in KW 52). Die Anzahl der Aufnahmen und Behandlungen auf den Intensivstationen blieb während dieses Zeitraumes stabil (bei durchschnittlich 172 Aufnahmen).

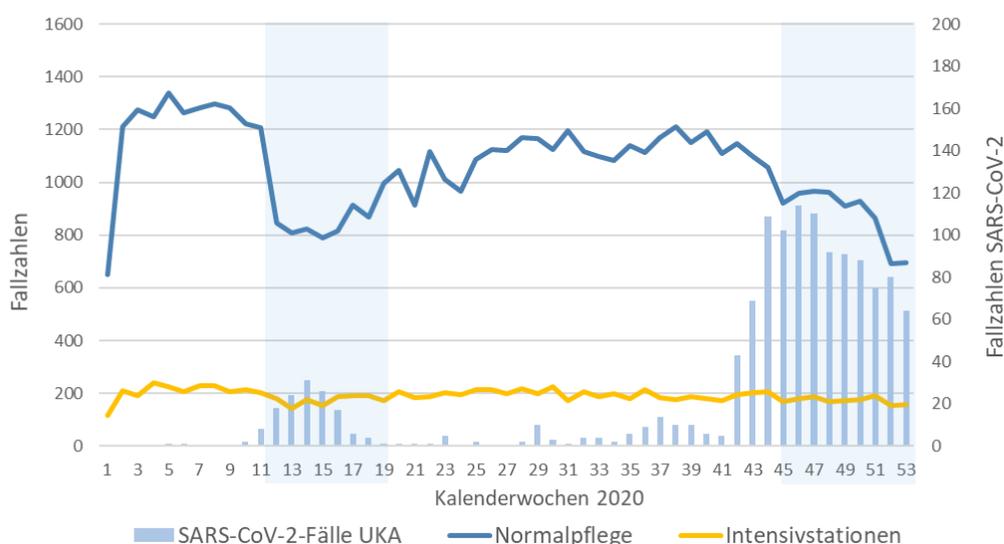


Abb. 16: Entwicklung der stationären Fälle (Anzahl pro Kalenderwoche) in der Normalpflege und in der Intensivmedizin sowie der SARS-CoV-2 Fälle (Balken) am UKA. KW der Lockdown-Phasen farblich markiert

Eine mittlere, negative Korrelation ($r = -0,306$; $p < 0,05$) zeigte, dass mit einer steigenden Anzahl der stationärer SARS-CoV-2-Patienten in 2020 eine Reduktion der Anzahl der intensivmedizinischen Fälle ohne SARS-CoV-2 Infektion einherging (Tab. 3).

Tabelle 3: Korrelation zwischen der Anzahl der intensivmedizinischen Fälle im Jahr 2020 und der SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg

SARS-CoV-2 Inzidenz		
Anzahl Intensivfälle	Korrelation nach Pearson	-,306*
	Signifikanz (2-seitig)	0,039
	N	46

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

4.2. Aufnahmegrund

Die standardisierte Klassifikation des Anlasses für eine stationäre Aufnahme wird im Kapitel Material und Methoden beschrieben. In 2020 kann in Bezug auf das Vorjahr eine Reduktion der Anzahl aller Aufnahmegründe erkannt werden. In 2020 gab es eine Reduktion von 8,6% bei den Aufnahmegründen „Einweisung durch Arzt“ und „Notfällen“, von 7% bei den Verlegungen und von 5% bei den Geburten (Abb. 17).

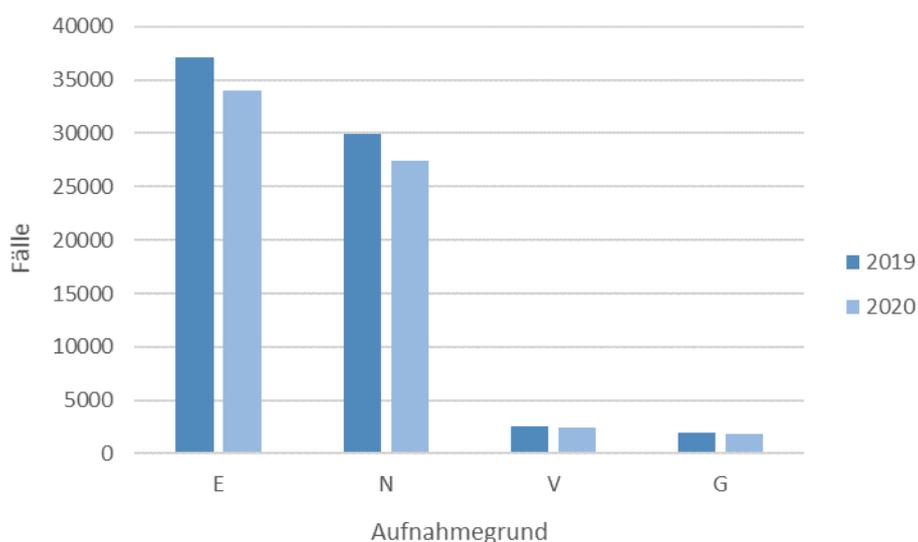


Abb. 17: Vergleich der Fallzahlen am UKA in den Jahren 2019 und 2020 nach Aufnahmegrund: Einweisung durch einen Arzt (E), Notfall (N), Verlegung mit Behandlungsdauer im verlegenden Krankenhaus länger als 24 Stunden + Verlegung mit Behandlungsdauer im verlegenden Krankenhaus bis zu 24 Stunden (V) und Geburt (G)

Im nächsten Schritt wurde die Grundgesamtheit der stationären Patienten im Zeitraum 01.01.2019 bis 30.06.2021 bezüglich des Merkmals Aufnahmeanlass „Einweisung durch einen Arzt“ (E) analysiert. In 2019 war ein konstanter Verlauf über das gesamte Jahr mit einem Mittelwert um 720 Fälle pro KW (SD=78,6 ohne KW 1 und KW 53) zu beobachten. In 2020 kam es ab KW 12 zu einer Reduktion dieses Aufnahmegrundes mit einem Talboden in KW 15 (403 Fälle) und dann einen allmählichen Anstieg mit anschließender Stabilisierung. Gegen Ende des Jahres 2020 (ab KW 43) nahm die Anzahl der „Einweisungen durch den Arzt“ (E) - mit einem Tiefpunkt in KW51 bei 536 Fällen – ab (Abb. 17). Auch in diese Betrachtungen war aufgrund der KW 53 mit nur 4 Tagen, zusätzlich zum abfallenden Trend aufgrund der Feiertage, kalendarisch bedingt ein markanter Abfall zu beobachten.

Auch der Aufnahmegrund „Notfall“ (N) war im Jahresverlauf 2019 mit einem Mittelwert von 576 (SD=26,38) Fällen pro KW sehr konstant. In 2020 war eine Abnahme der Fälle ab KW 10 (auf 403 Fälle in KW 13) zu beobachten, der Trend erholte sich anschließend allmählich, ohne jedoch die Vorjahreswerte zu erreichen (Abb. 18). Ab KW 45 kam es zu einer weiteren Reduktion der Notfälle (auf ein Minimum von 441 in KW 49). Im ersten Halbjahr 2021 war eine generelle Stabilisierung der Werte zu beobachten. Die Verlegung V (V+A) als Aufnahmegrund hat sich über die zweieinhalb bewerteten Jahre ohne relevante Schwankungen konstant gehalten.

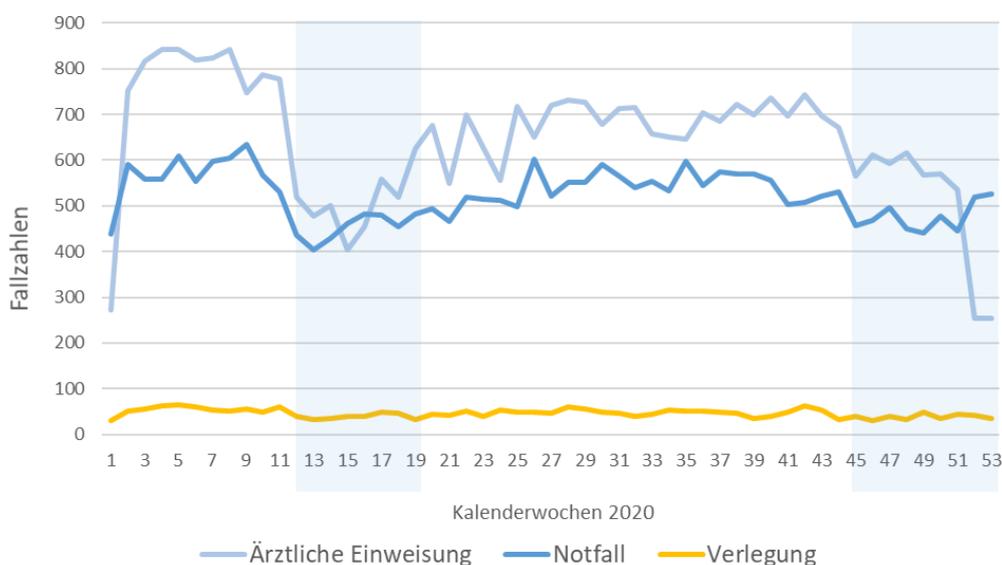


Abb. 18: Verlauf der Aufnahmegründe pro Kalenderwoche für 2020. Eine Reduktion der Fälle für Einweisung (E) und Notfall (N) im März und November 2020 ist ablesbar. V weist einen konstanten Verlauf auf. Lockdown-Phasen farblich markiert

Die Entwicklung der stationären Aufnahmen von Notfällen wurde (zusätzlich zum Merkmal „Aufnahmegrund Notfall“) über das Merkmal „aufnehmende Einheit Notaufnahme“ untersucht, um die spezifischen Entwicklungen in den Notaufnahme-Einheiten auch im Hinblick auf die schwereren, komplexen Fälle die einer stationären Behandlung bedurften, beleuchten zu können. Im Vergleichszeitraum 2019 war die Anzahl der stationären Patienten mit „aufnehmender Einheit Notaufnahme“ relativ homogenen und mit konstantem Verlauf über das Jahr mit einem Mittelwert von 619 Fällen pro KW und einer SD=26,9. Dies entspricht einem Anteil von durchschnittlich 39,7% der Fälle der Notaufnahme. Dieser Anteil wird, wie w.o. beschrieben als „Konversionsrate“ bezeichnet. Der Anteil der stationären Aufnahmen der Notaufnahme stieg in 2020 auf ein Maximum von 50,5% in KW 14 und 51,4% in KW 47, während der Wert über das Jahr durchschnittlich bei ca. 44% lag (Abb. 19).

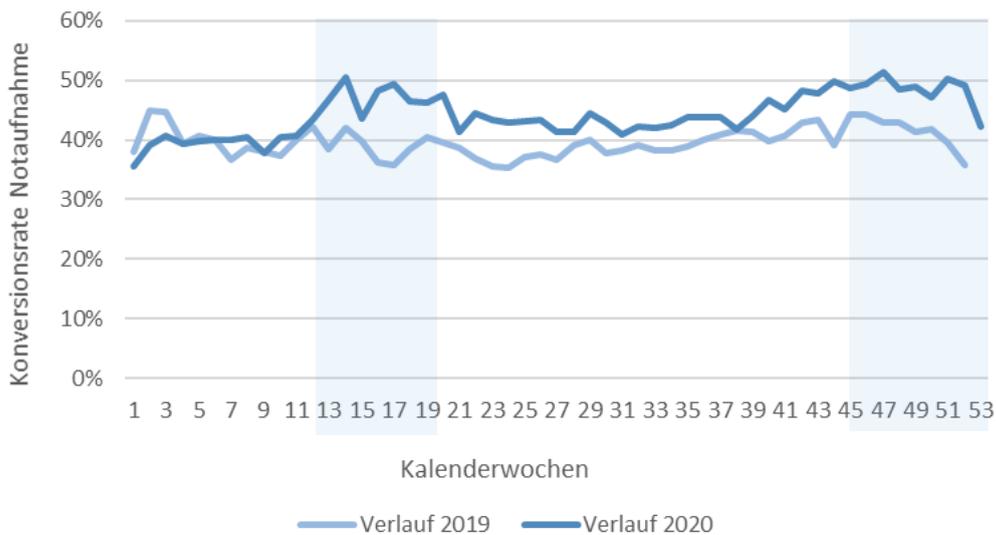


Abb. 19: Stationäre Konversionsrate der Notaufnahme: Verlauf des Anteiles der stationären Aufnahmen der Notaufnahme am UKA in 2019 und 2020. Lockdown-Phasen farblich markiert

Die ermittelte starke, negative Korrelation ($r = -0,684$; $p < 0,01$) drückt den Zusammenhang zwischen SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg und der Abnahme der stationären Fälle mit „Aufnahmeeinheit Notaufnahme“ am UKA in 2020 aus (Tab, 4).

Tabelle 4: Korrelation zwischen Anzahl stationärer Fälle aus der Notaufnahme und der SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg

SARS-CoV-2 Inzidenz		
Fallzahl stationär über Notaufnahme	Korrelation nach Pearson	-,684*
	Signifikanz (2-seitig)	<,001
	N	44

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Zur Komplettierung des Themenkomplexes „Notaufnahme“ wurden im nächsten Schritt die rein ambulant behandelten Notfälle betrachtet, d.h. alle in den Notaufnahme-Einheiten behandelte Patienten ohne stationäre Aufnahme.

Insgesamt wurden in den drei Jahren $N=126.451$ Fälle in den Notaufnahme-Einheiten ambulant behandelt: in 2019 $n=49.196$ Fälle, in 2020 $n=38.277$, was einer Reduktion von 22% im Vergleich zum Vorjahr entspricht und in 2021 einen ähnlichen Wert aufwies mit $n=38.978$ Fällen (Abb. 20).

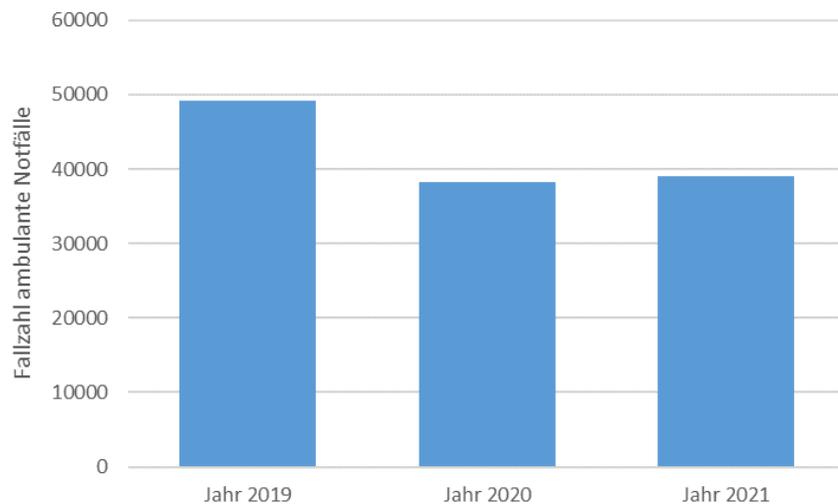


Abb. 20: Anzahl ambulante Notfälle am UKA 2019-2021. Evident ist der Fallzahlrückgang um 22% in 2020 und 2021 in Vergleich zum präpandemischen Jahr 2019

Der unterjährige Verlauf 2020 wies eine interessante Entwicklung auch in Bezug auf die Inzidenz von SARS-CoV-2 in Augsburg auf. Ab KW 9 (mit n=1.032 Fällen) war ein erheblicher Abfall von 55% (auf 463 Fälle) in KW 14 zu beobachten. Nach einem progressiven Anstieg und einer Stabilisierung war ab KW 38 (n=826) ein weiterer Abfall auf n=488 Fälle (41%) in KW 51 zu beobachten (siehe Abb. 21).

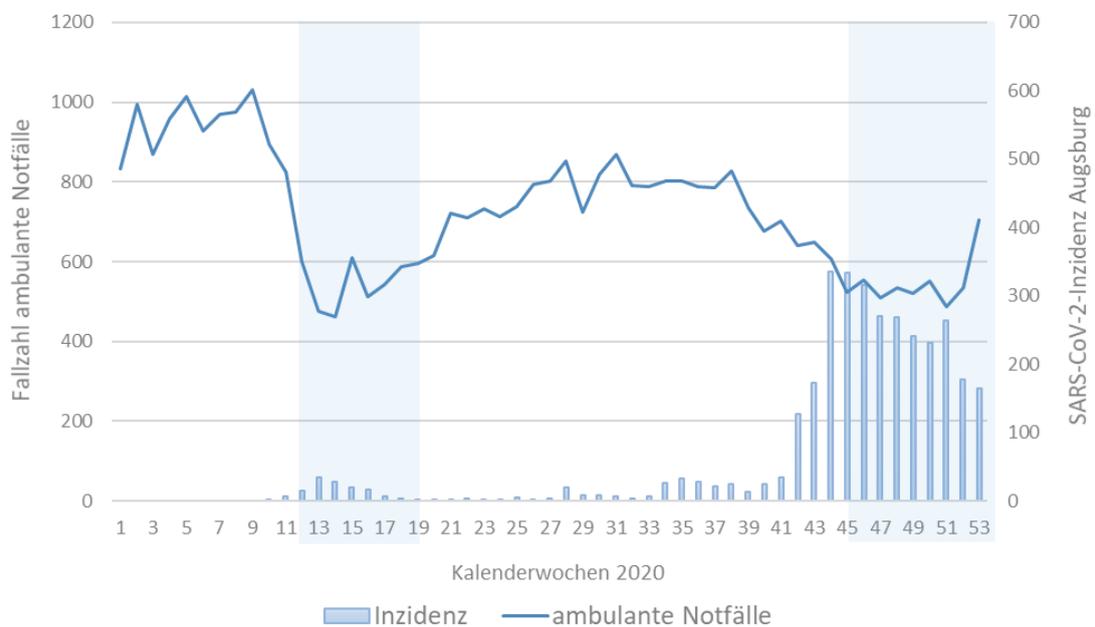


Abb. 21: Entwicklung der ambulanten Notfälle (Fallzahlen) und SARS-CoV-2-Inzidenz in Augsburg. Deutlich ist der Abfall der Fallzahlen im zweiten Quartal erkennbar. Lockdown-Phasen farblich markiert

Eine mittlere, negative Korrelation ($r = -0,568$; $p < 0,01$) drückt den Zusammenhang zwischen SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg und der Abnahme der ambulanten Notfälle am UKA in 2020 aus. Analoge Ergebnisse zeigen sich für 2021 mit $r = -0,413$, $p = 0,05$ und $N = 26$ (Tab. 5).

Tabelle 5: Korrelation zwischen der Anzahl ambulanter Notfälle und der SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg in den Jahren 2020 und im ersten Halbjahr 2021

SARS-CoV-2 Inzidenz		
Fallzahl ambulante Notfälle 2020	Korrelation nach Pearson	-,568*
	Signifikanz (2-seitig)	<,001
	N	53
Fallzahl ambulante Notfälle 2021	Korrelation nach Pearson	-,413**
	Signifikanz (2-seitig)	<,001
	N	26

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

4.3. Hochschulambulanzen (HSA)

Der Vergleich der Fallzahlen der Hochschulambulanzen (HSA, N=222.164) des UKA in den drei betrachteten Jahren zeigt, wie in Abb. 22 graphisch dargestellt, einen Anstieg von n=68.400 in 2019 auf n=72.589 (+6,12%) in 2020 und einen weiteren Anstieg in 2021 auf n=81.175 (+18,6% in Vergleich zu 2019). Für die Hochschulambulanzen wurde analog zur Abrechnungssystematik der HSA-Pauschale ein Fall pro Quartal berücksichtigt, unabhängig davon wie viele weitere Kontakte folgten.

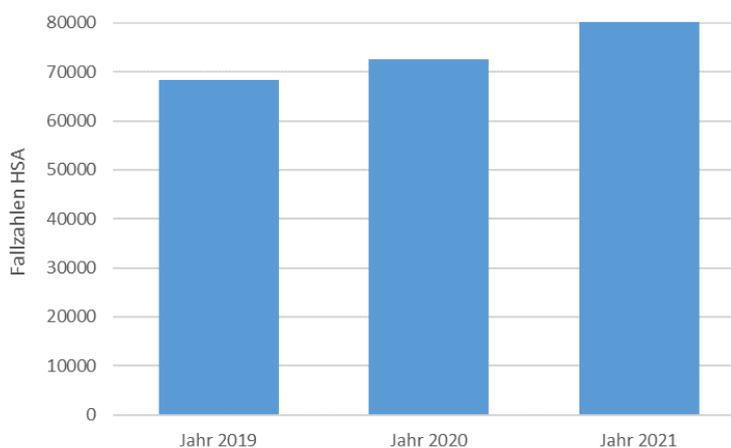


Abb. 22: Gesamtzahl der in den Hochschulambulanzen (HSA) behandelten Fälle 2019-2021

Die Analyse der monatlichen Verläufe der Fallzahlen zeigt eine typische Verteilung mit jeweils einem Peak am Anfang des Quartals, der sich aus der Betrachtungssystematik mit einem Fall pro Quartal, unabhängig von Folgekontakten analog zur Abrechnungssystematik ergibt. In 2019 waren pro Monat durchschnittlich n=5.700 mit einer großen Spannweite R=4.053 aufgrund der Peaks am Anfang der Quartale (aufgrund der Abrechnungssystematik = 1 Fall pro Quartal, unabhängig von den weiteren Kontakten) zu verzeichnen. In 2020 waren es im Mittel 6.049 (SD=1583) Fälle pro Monat, in 2021 n=6.764 (SD=1266). Zu beobachten war im Jahr 2020 das Ausbleiben des erwarteten Peaks im April, also zu Beginn des zweiten Quartals (Abb. 23). Im direkten Vergleich wurden im April 2020 lediglich n=4.897 Fälle, im April 2019 n=6.770 Fälle (+28%) und im April 2021 n=8.135 (+40%) Fälle in den HSAs des UKA registriert.

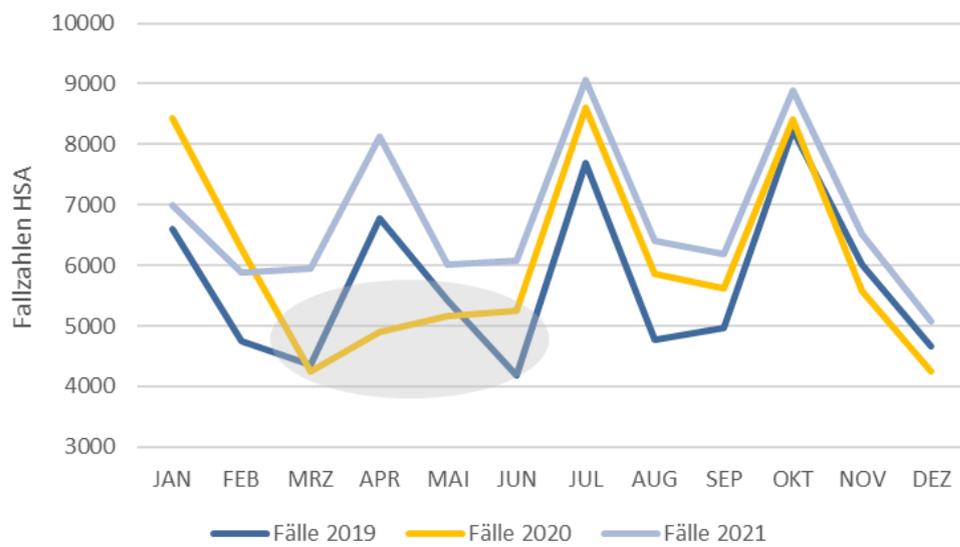


Abb. 23: Monatliche Entwicklung der Fälle in den Hochschulambulanzen 2019-2021. Im zweiten Quartal 2020 fällt der erwartete Peak aus (im Bereich der ovalen, grauen Markierung)

4.4. Analyse selektierter Krankheitsbilder

Für eine erste Einschätzung bezüglich eines Zusammenhang zwischen der SARS-CoV-2-Inzidenz in Augsburg und der Entwicklung der behandelten ICD-Codes wurde eine Auswahl von fünf Gruppen von am UKA häufig behandelten akuten und chronischen Krankheitsbildern getroffen: „zerebrovaskuläre Krankheiten“ (ICD I60 bis I69), „ischämische Herzkrankheiten“ (ICD I20 bis I25), „Herzinsuffizienz“ (alle ICD mit I50.), „Diabetes mellitus, Typ 2“ (alle ICD mit E11.), „Krebs der Verdauungsorgane“ (ICD C15 bis C26).²¹

Die statistischen Analysen ergaben hierbei keine signifikante Korrelation zwischen Anzahl der behandelten ICDs in den o.g. Gruppen und der Inzidenz.

4.5. Stationäre Leistungen nach OPS-Codierung

Die dokumentierten Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS, Version 2022) der Populationen (Grundgesamtheiten) 2019 (N=337.858), 2020 (N=326.772) und erstes Halbjahr 2021 (159.007) wurden nach dem Gliederungsschema des OPS-Kataloges, wie im Methodenkapitel beschrieben, analysiert.

Im Jahr 2019 ist der beobachtete Verlauf der einzelnen Leistungskategorien (ohne erhebliche Schwankungen um die einzelnen berechneten Mittelwerte) über das Jahr konstant. In 2020 ist ab KW11 ein Einbruch aller Leistungen analog zu o.g. globaler Fallzahlentwicklung deutlich zu erkennen (Abb. 24).

Exemplarisch wird der Verlauf der nicht „operativen Therapien“ in 2020 betrachtet: von KW 2 bis KW 11 waren im Mittel 681 (SD=31,15) Leistungen zu verzeichnen, von KW 12 bis KW 19 durchschnittlich nur mehr n=542 Leistungen pro Woche, mit einem Tiefpunkt in KW 13 (mit n=484 und somit einer Abnahme von 29%). In den darauffolgenden Wochen kam es zu einer Stabilisierung der Werte und dann einer zweiten Reduktion des Leistungsvolumens ab KW 45 (im Mittel auf n=542 mit einer SD=57,1). Auch die Leistung „bildgebende Diagnostik“ sowie die „diagnostischen Maßnahmen“ wiesen in 2020 einen parallelen Verlauf dazu auf. Die „medikamentöse Therapie“ weist analoge Schwankungen auf, jedoch mit einer deutlich weniger ausgeprägten Schwankungsbreite.

²¹ WHO. (2022b). International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems - ICD10. <https://www.icd-code.de/icd/code/ICD-10-GM.html>

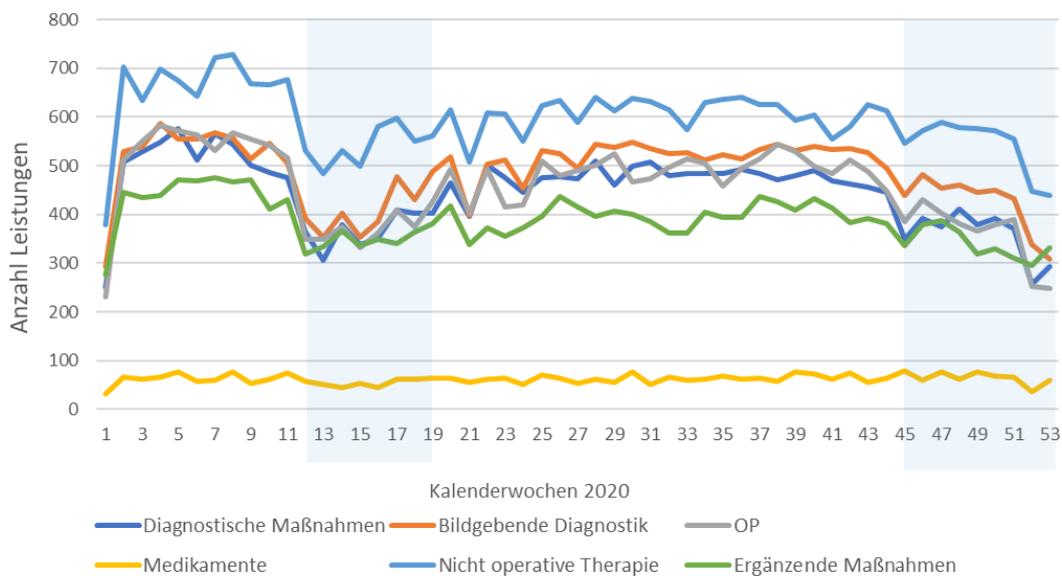


Abb. 24: Entwicklung der Leistungen nach OPS-Klassifizierung am UKA in 2020. Lockdown-Phasen farblich markiert.

Anschließend wurden die einzelnen Leistungen in Relation zur Gesamtheit der Leistungen gesetzt, um Veränderungen am Gesamtportfolio der Leistungen zu analysieren. Verglichen mit dem Jahr 2019 gab es in 2020 eine annähernd deckungsgleiche Verteilung der Anteile. Die Leistungen wiesen in 2020 folgende Verteilung auf: 14,9% diagnostische Maßnahmen, 27,6% bildgebende Diagnostik, 18,3% Operationen, 1,3% Applikation von Medikamenten, mit 29,7% nicht operative Therapien und mit 8,2% ergänzende Maßnahmen. Betrachtet man jedoch die zeitliche Entwicklung der Werte, sank z.B. der Anteil der operativen Leistungen (kongruent mit der ersten Lockdown-Phase / Infektionswelle) von KW 9 mit 21,2% relativ linear bis auf 15,7% in der KW 18. In zeitlicher Übereinstimmung mit der zweiten Lockdown-Phase / Infektionswelle sanken die Leistungen erneut von 18,7% (KW 45) auf 15,5% in KW 52. Ab der KW 2 stabilisierten sich die Leistungsabteile um den Wert 18,5% im Jahr 2021 (Abb. 25). Die Anteile der bildgebenden Diagnostik hingegen stiegen von 24,4% (KW 7) progressiv auf 28,8% (KW 17) in der ersten Lockdown-Phase an. Auch in der zweiten Lockdown-Phase war ein Anstieg von 25,7% (KW 45) auf 30,3% (KW 50) zu verzeichnen. In 2021 pendelten sich die Werte stabil um den $M=28,5$ ein ($SD=1,41\%$). Die nicht operativen Therapien entwickelten sich in 2020 sehr unregelmäßig um einen Wert von 30%. Zu beobachten ist ein Anstieg von 27,1% (in KW 9) auf 32,1% in KW 16. Der Anteil der restlichen Leistungen (ergänzende Maßnahmen, Medikamente) wies einen konstanten Verlauf über die Jahre 2020/2021 auf.

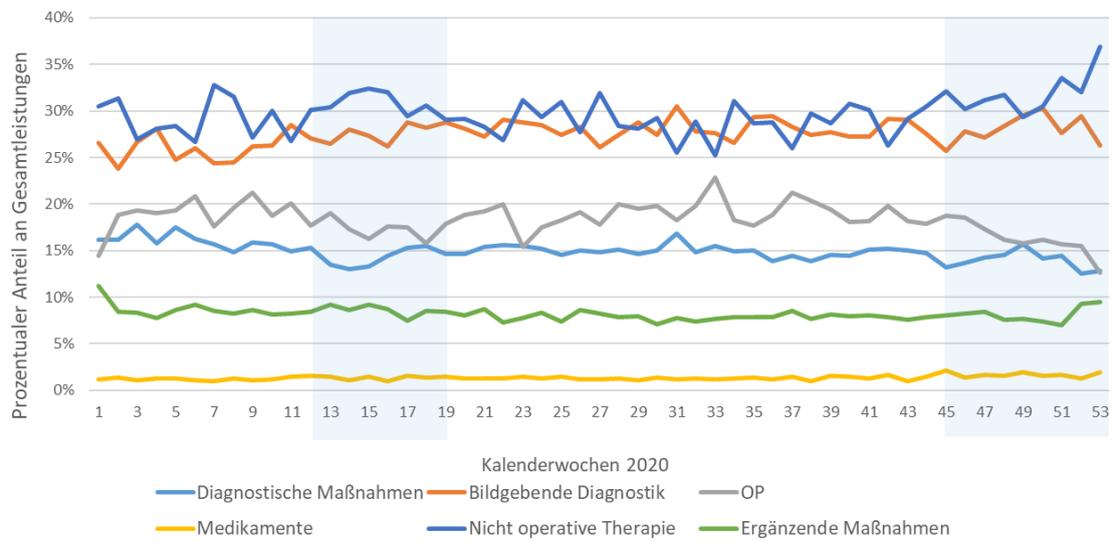


Abb. 25: Relative Entwicklung (in Prozent) der Leistungen nach OPS-Klassifizierung in 2020 in Bezug auf die Gesamtanzahl der Leistungen. Lockdown-Phasen farblich markiert

4.6. Operative Eingriffe

Die für die Analyse betrachtete Population (N= 94.607) resultiert aus der Gesamtheit aller operativen Eingriffe am UKA in den Jahren 2019 (n=33.214), 2020 (n=31.152) und 2021 (n=30.241). Die anonymisierten Rohdaten wurden aus dem KIS des UKA extrahiert. Unmittelbar evident wird ein progressives Absinken der durchgeführten Eingriffe von 2019 bis 2021. Die Analyse der Anzahl der Eingriffe auf Quartalsebene zeigte einen konstanten Verlauf in 2019 mit durchschnittlich n=8.303 (SD=167) Eingriffen pro Quartal (Abb. 26). Das erste Quartal 2020 zeigte ein das Niveau von 2019 fortsetzendes Jahresbeginn (n=8.191 vs. n=8.145 in 2019), dann einen Abfall um etwa 15% im zweiten Quartal (n=7.101). Im dritten Quartal 2020 kam es zu einer Erholung der Eingriffszahlen (n=8.648) über das Vorjahresniveau (n=8.573) hinaus, um dann aber im vierten Quartal wieder abzufallen (n=7.212, etwa -17%). Im Jahr 2021 erfolgten im Mittel n=7.320 Eingriffe (SD=96) mit einem Anstieg im dritten Quartal (n=8.282). Es blieb jedoch insgesamt auf reduziertem Niveau in Vergleich zum Leistungsvolumen vor der Pandemie.

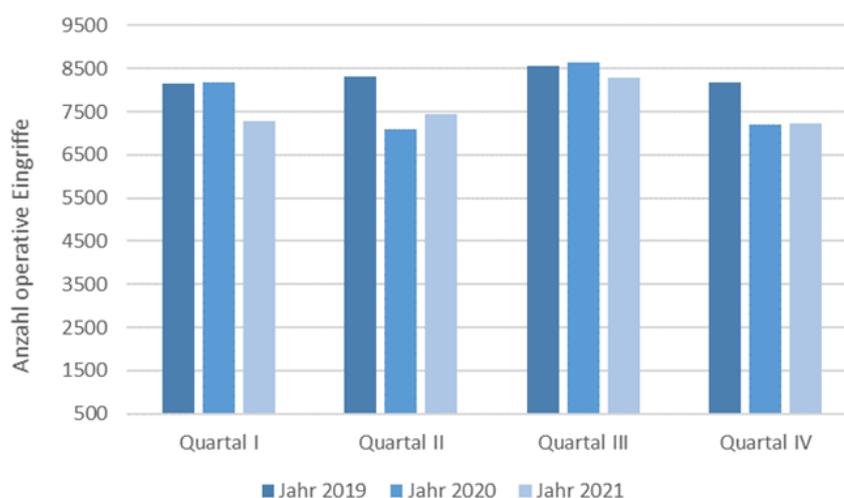


Abb. 26: Leistungsvolumen Operative Eingriffe (Fälle) pro Quartal der Jahre 2019-2021

Die Analyse der effektiv in der Regelarbeitszeit betriebenen Operationssäle in den Jahren 2019-2021 zeigte für das Jahr 2019 stabile Verhältnisse mit nur minimalen Schwankungen um den Mittelwert von 117 OP-Saaltagen pro Woche, obwohl auch in diesem Jahr das vom OP-Management geplante Soll (128 Saaltage) nicht erreicht werden konnte (Abb. 27). Im Jahr 2020 ist ab März eine Reduktion der Saalkapazität auf 89,5 Saaltage pro Woche (entspricht etwa -25%) und in den Monaten April/Mai auf 82

Saaltage (entspricht ca. -30%) pro Woche ersichtlich. Nach einem Kapazitätsaufbau August bis November 2020, erfolgte ab 11. November bis Juni 2021 eine erneute Reduktion, auf durchschnittlich 92,75 Saaltage pro Woche.

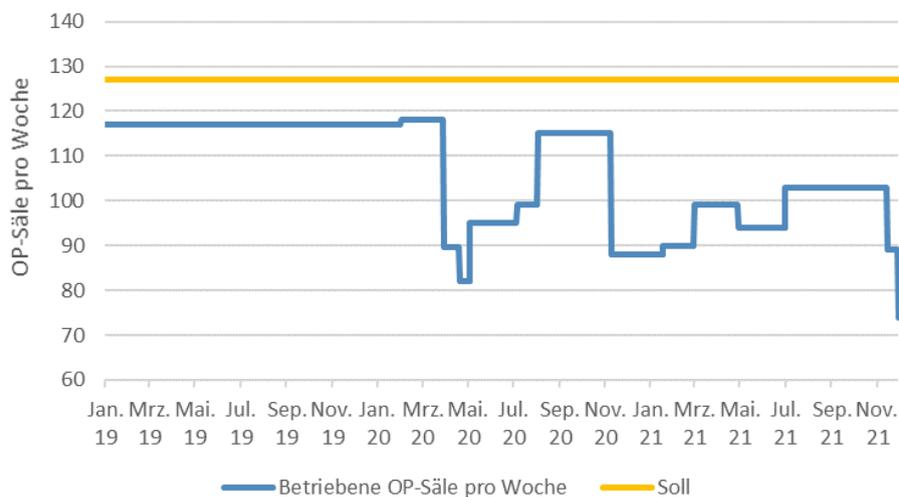


Abb. 27: Anzahl der betriebenen Operationssäle und vom OP-Management geplantes Soll für die Jahre 2019-2021

Die Analyse der Eingriffe in Regeldienst und im Bereitschaftsdienst in den Jahre 2019-2021 zeigt 2019 einen Anteil von 1,7% (n=578) aller operativen Eingriffe (n=33.214) im Bereitschaftsdienstzeitraum. Eine Zunahme der Eingriffe in Bereitschaftsdienst in den Jahren 2020 um +8,8% (n=629, entspricht 2,1% der Gesamtfälle 2020) und um 24,2% in 2021 (n=718 entspricht 2,4% der Gesamtfälle 2021) im Vergleich zu 2019 ist zu erkennen und konnte die verminderte Saalkapazität etwas kompensieren, wie in Abb. 28 ersichtlich.

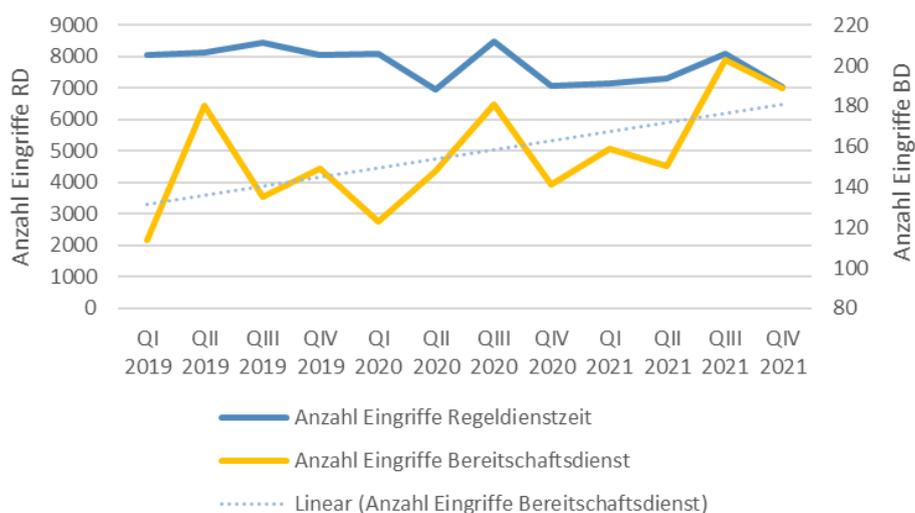


Abb. 28: Entwicklung der Operationen mit Anästhesie in der Regeldienstzeit (RD) und im Bereitschaftsdienst (BD) 2019-2021

Der Anteil der Fälle mit einer dokumentierten OPS-Leistung „Operation“ in Relation zur Gesamtheit der Fälle war im Jahresverlauf insgesamt undulierend und nahm besonders gegen Ende des Jahres 2020 (ab KW 51) ab (Abb. 29). Ein stabiler Trend zeigte sich zu Beginn 2021 in den KW 1 bis 12.

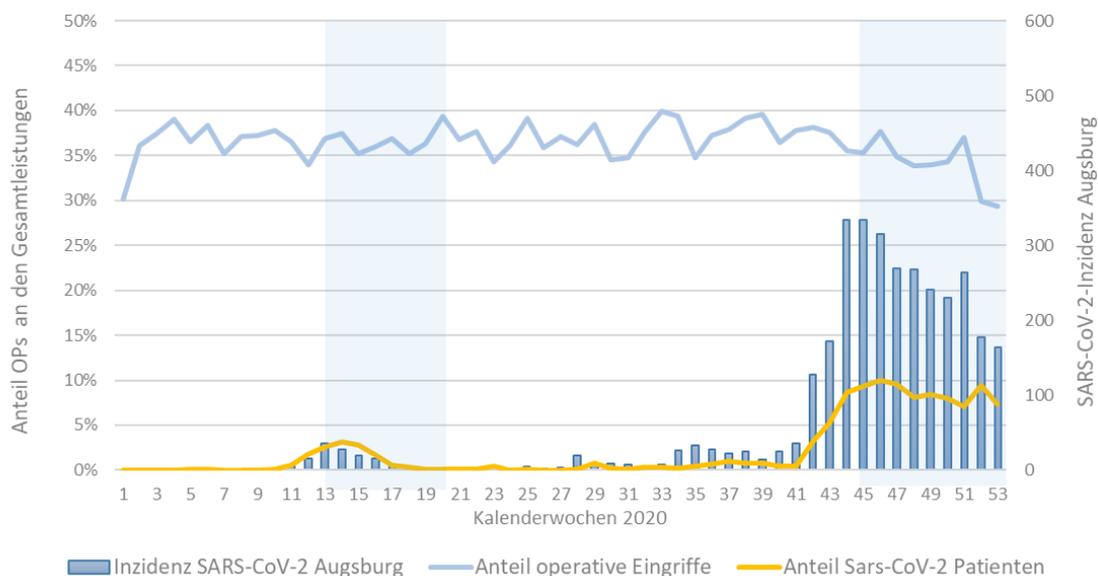


Abb. 29: Anteil der operativen Eingriffe an den Gesamtleistungen, Anteil SARS-CoV-2-Fälle am UKA und SARS-COV-2 Inzidenz in Augsburg. Lockdown-Phasen farblich markiert

Eine mittelgradige, negative Korrelation ($r = -0,366$; $p < 0,01$) konnte für den Zusammenhang zwischen SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg und der Abnahme der Anzahl der dokumentierten OPS-Codes „Operationen“ am UKA in 2020 aufgezeigt werden (Tab. 6).

Tabelle 6: Korrelation zwischen der Anzahl der Leistungen „OP“ und der SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg

SARS-CoV-2 Inzidenz		
Anzahl Leistungen OP	Korrelation nach Pearson	-,366*
	Signifikanz (2-seitig)	0,015
	N	44

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

4.7. Entlass- und Verlegungsprofil

Die Datengrundlage (Grundgesamtheit) für die folgende Analyse umfasste alle am Universitätsklinikum Augsburg stationär behandelten Fälle im Zeitraum 01.01.2019 bis 30.06.2021. Die Klassifikation bezüglich Entlassungen und Verlegungen nach GKV-Spitzenverband wurde im Kapitel zu den Methoden beschrieben.

Die Anzahl der Patienten der Kategorie „regulär beendeten Behandlungen“ (siehe Definition Entlassgründe im Kapitel zu den Methoden) betrug in 2019 $n=63.569$ Fälle mit einem durchschnittlichen Anteil von 88,6% an allen Entlass- und Verlegungsgründen. Der Verlauf war konstant bei durchschnittlich $M=1.222$ Fällen pro KW und einer relativ geringen $SD=81$. In 2020 kam es zu einer Reduktion der Anzahl „regulär beendeten Behandlungen“ ($n=57.965$) und einer minimalen Abnahme des Anteiles dieses Entlassgrundes an den gesamten Entlass- und Verlegungsgründen auf 87,8%.

Eine relevante Abnahme des Anteiles „regulär beendeter Behandlungen“ war in 2020 ab KW 12 bis KW 18 mit einem Tiefpunkt in KW 15 (85,9%) zu erkennen (Abb. 30). Dafür stieg in diesem Zeitraum der Anteil „Verlegungen“ (bis 2,6% in KW 19), der Anteil an verstorbenen Patienten (von im Mittel 3,7% auf 4,2%) sowie der Anteil mit Entlassung in eine Rehabilitations- bzw. Pflege-Einrichtung (von im Mittel 3,6% auf punktuell 5,1% in KW 19). Ein weiterer Abfall ist in der zweiten Jahreshälfte 2020 ab KW 45 zu erkennen. Der niedrigste Anteil „regulär beendeter Behandlungen“ mit 84,5% war in KW 46 zu finden, während z.B. der Anteil an verstorbenen Fällen in dieser Woche auf 5,3% ansteigt.

Der Trend „regulär beendeten Behandlungen“ erholte sich progressiv bis KW 11 in 2021 um sich dann stabil einzupendeln. In den letzten zwei Kalenderwochen kam es zu einem Abfall der regulär beendeten Fälle in 2019 sowie in 2020. Neben kalendarischen Effekten sind hierbei die Feiertage (Leistungsreduktion) zum Jahreswechsel mit zu bedenken.

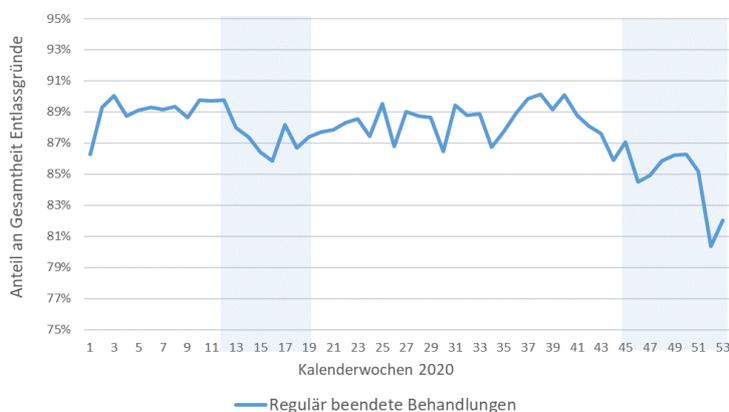


Abb. 30: Anteil der „regulär beendeten Behandlungen“ an der Gesamtheit der Entlass- und Verlegungsgründe pro Kalenderwoche 2020. Lockdown-Phasen farblich markiert

Der Anteil der kumulierten Entlassungen in eine Rehabilitationseinrichtung, Pflegeeinrichtung oder Hospiz betrug 2019 im Mittelwert 3,7% und zeigte einen konstanten, ondulierenden Verlauf (SD=0,6%) über das Gesamtjahr. In 2020 war ein Anstieg dieser Entlassgründe von KW 12 bis KW 19 (von im Jahresmittel 3,6%) auf 4% mit einer Spitze von 5,1% in KW 19 zu verzeichnen. Mit KW 45 begann ein abfallender/niedriger Trend bis auf den Tiefpunkt in KW 49 mit einem Anteil von 2%. In den letzten zwei KWs zeigte sich ein relevanter Anstieg auf 5% der Entlassungen in die o.g. externen Einrichtungen (Abb. 31). In 2021 stabilisierte sich der Anteil ondulatorisch zwischen ca. 3% und 5% analog zum Verlauf im Jahr 2019.

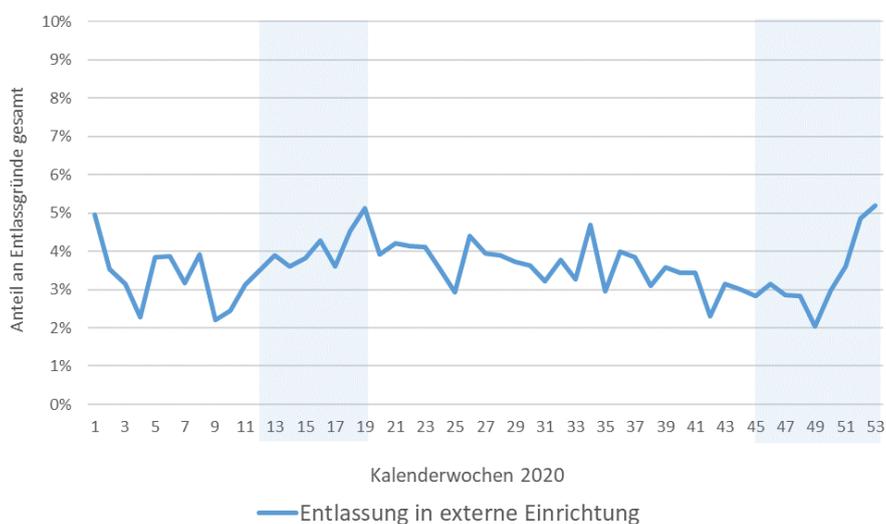


Abb. 31: Anteil der Verlegungen mit Entlassgrund „Verlegung in Rehabilitation, Pflegeeinrichtung oder Hospiz“ pro Kalenderwoche 2020. Lockdown-Phasen farblich markiert

4.8. Entwicklung der Mortalität bei stationären Patienten

Der Anteil der im Krankenhaus verstorbenen Patienten wurde an der Gesamtheit der stationären Fälle anhand des Merkmals „Entlassgrund 7“ (Tod; siehe Kapitel Methoden) ermittelt. Er betrug im Jahr 2019 N=2.281 (3,18% der Fälle) und in 2020 N=2.411 (3,66% der Fälle) - was einen Anstieg der Todesfälle um 5,7 % bedeutet und im Halbjahr 2021 einer Anzahl von N=1.159 (3,82%) entsprach. Die Analyse pro Kalenderwoche ergab in 2019 Schwankungen um den Wert 3,2% der Fälle. Wie aus Abb. 32 ersichtlich, erhöhte sich dieser Anteil im Jahr 2020 von KW 13 bis KW 17 auf Werte um 4,5% und besonders deutlich ab KW 46 mit Werten um 5,3% bis zum Jahresende. Dieser Trend hielt sich bis KW 6 2021 (mit einer Spitze von 5,6% in KW 5) um sich dann wieder auf Werte um 3,4% einzupendeln.

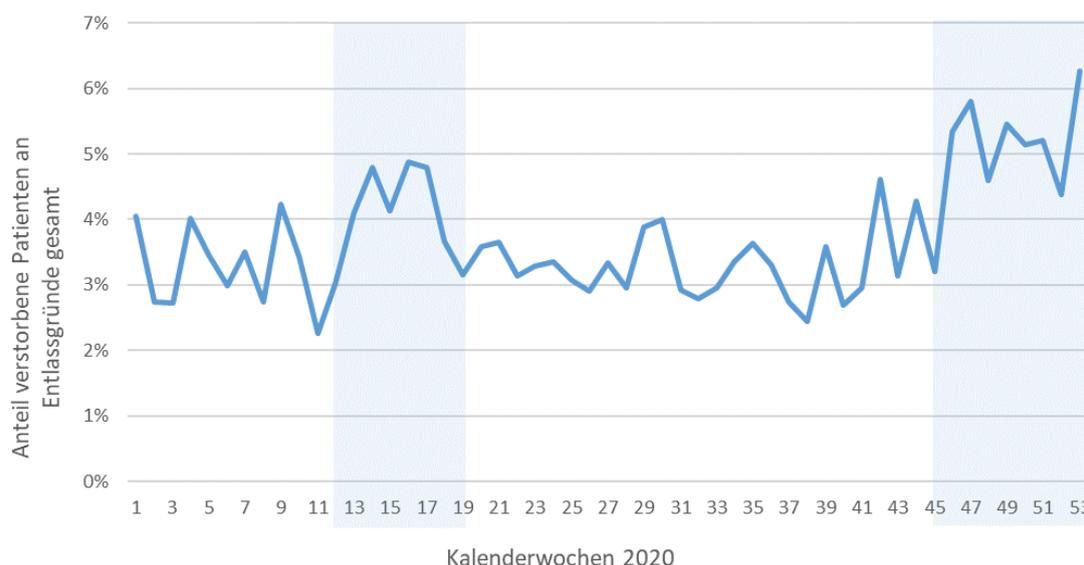


Abb. 32: Anteil der verstorbenen Patienten (=Merkmal Entlassgrund 7) an der Gesamtheit der stationären Patienten pro Kalenderwoche in 2020. Lockdown-Phasen farblich markiert

Abbildung 33 stellt den Anteil der Todesfälle an den stationären Fällen mit einer positiven SARS-CoV-2 Testung und der Fälle ohne SARS-CoV-2 Infektion pro Kalenderwoche des Jahres 2020 dar. Der Verlauf des Anteils der Todesfälle von allen Behandlungsfällen für die Patienten ohne Zusammenhang mit SARS-CoV-2 war (ähnlich wie in 2019) durch unregelmäßige Schwankungen um 3.3% (im Mittel 41 Fälle pro KW) charakterisiert. Die KW 11 und KW 12 wiesen eine deutliche Reduktion der Todesfälle auf respektive 2,2% (N=31) und 2,6% auf. In KW 14 kam es zu einem rapiden Anstieg auf 4,4 % (N=45). Vor bzw. zu Beginn der zweiten Lockdown-Phase / Infektionswelle kam es zu einem rapiden Abfall von einem Wert von 4,4% in KW 42 (N=59) auf einen Tiefpunkt von 1,8% (N=20)

in KW 45. In 2021 zeigte sich ein sehr unregelmäßiger Verlauf. Die schweren COVID-19 Fälle mit letalem Ausgang sind ab KW 11 zu registrieren und zeigen in der ersten Welle eine Spitze von 6 Fällen in KW 15. In der zweiten Welle nahmen diese dramatisch zu, um eine Spitze von 2,2% der Entlassgründe (N=23) in KW 51 zu erreichen und nahmen in 2021 ab KW 7 wieder ab, um sich grundsätzlich im einstelligen Bereich zu bewegen und ab KW 22 den Wert 0 zu erreichen.

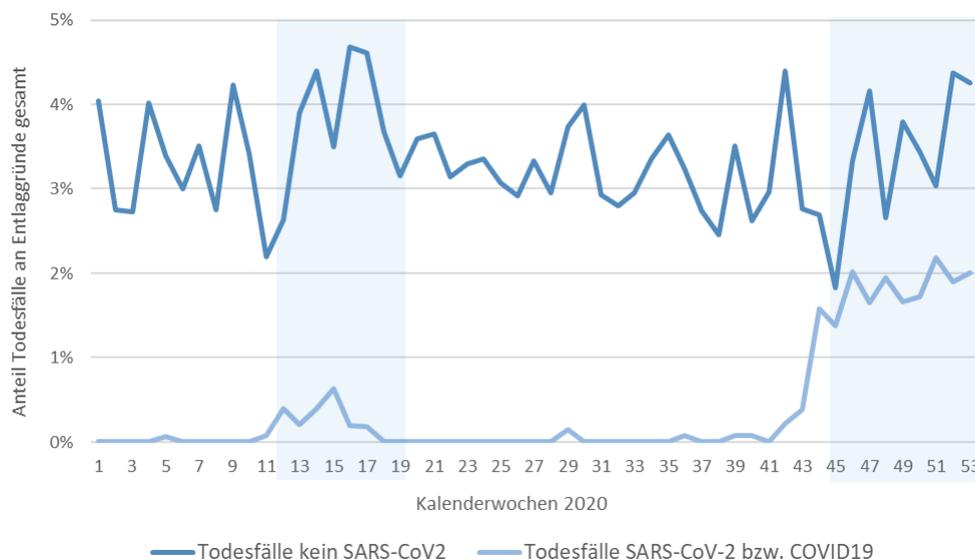


Abb. 33: Anteil der Todesfälle an der Gesamtheit der stationären Fälle differenziert nach SARS-CoV-2-Infektion / keine SARS-CoV-2-Infektion. Lockdown-Phasen farblich markiert

Die Relation der Todesfälle mit oder ohne Zusammenhang mit einer SARS-CoV-2-Infektion wurde separat für die Todesfälle bei intensivmedizinischen Fällen (entspricht „entlassende Einheit Intensivstation“) untersucht. Im Jahr 2020 zeigt sich der Verlauf der Todesfälle bei Intensivfällen ohne SARS-CoV-2 analog zu 2019 recht unregelmäßig. In der ersten Infektionswelle in KW 14 und KW 17 war jeweils eine Spitze von 10,2% bzw. 9,8% (bei einem Jahresmittelwert von 6,5% und einer SD 1,96%) zu erkennen. In KW 42 gab es einen relevanten Anstieg auf 12,2%. Analog den beiden Infektionsphasen in 2020 war bei den Todesfällen in Zusammenhang mit einer SARS-CoV-2-Infektion eine erste Welle mit einem Peak von 2,6% in KW 15 sowie eine zweite, konsistentere Welle mit einem Peak von 5,8% in KW 51 zu erkennen (Abb. 34). In 2021 kam es zu einem Peak von 7,9% in KW 5 und einem weiteren Peak in KW 16 auf 8,2%. In den KW 22, 24, 25 und 26 reduzierte sich die Sterblichkeit in Zusammenhang mit SARS-CoV-2 in der Intensivmedizin auf 0%.

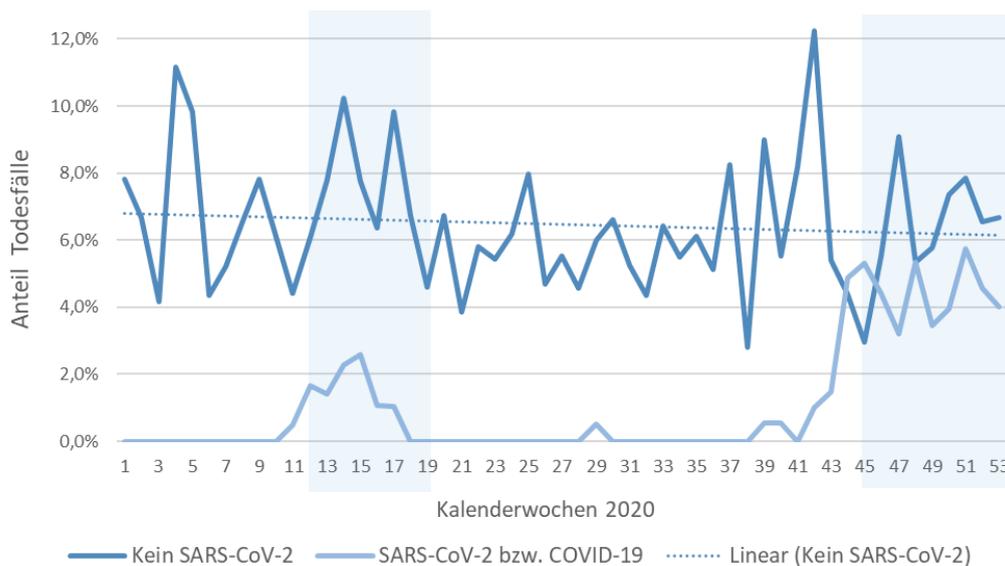


Abb. 34: Anteil der Todesfälle bei intensivmedizinischen Fällen (entlassende Station = Intensivstation) differenziert nach SARS-CoV-2 Infektion / Keine SARS-CoV-2-Infektion. Lockdown-Phasen farblich markiert

Die Mortalität bei stationären Patienten wurde anhand des Aufnahmegrundes „Notfall“ (N) für 2019, 2020 und das erste Halbjahr 2021 untersucht (Abb. 35). Im Jahr 2019 waren n=1.391 stationär verstorbene Patienten Notfälle, n=890 nicht Notfälle. In 2020 betrafen n=1.506 (+8,3%) der Todesfälle Notfälle, n=905 (+ 1.6%) waren keine Notfälle. Im ersten Halbjahr 2021 verstarben 766 Notfallpatienten, 393 Patienten die nicht als Notfälle klassifiziert wurden.

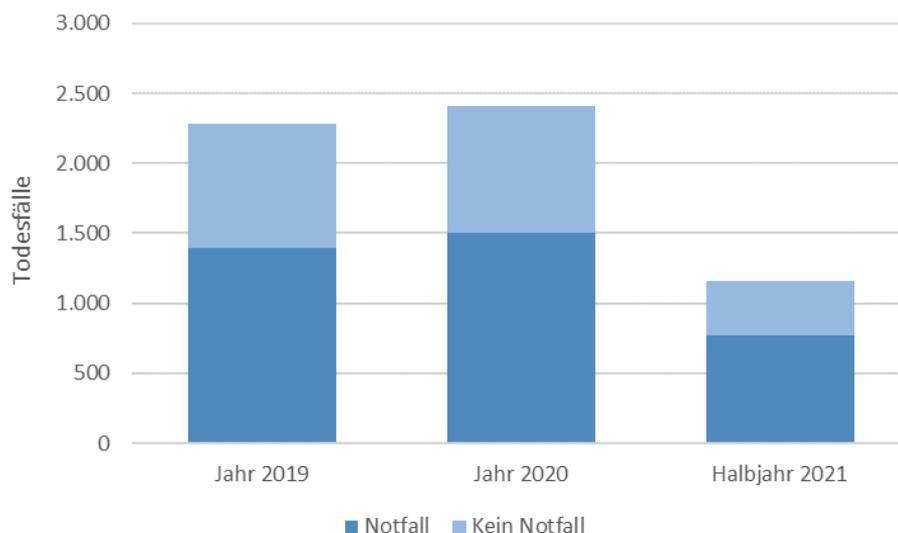


Abb. 35: Verteilung der Todesfälle bei stationären Patienten in Bezug auf Klassifikation Notfall / kein Notfall in den Jahren 2019, 2020 und erstes Halbjahr 2021

Den Anteil der Todesfälle an der Gesamtheit der stationären Fälle betrachtend, war im Jahr 2020 für die Notfälle ein Anstieg von 1,6% (KW 11) auf 3% (KW 14) zu verzeichnen. Noch deutlicher stiegen die Fälle von 2% (KW 41) auf 5% (KW 53). Auch bei den nicht als Notfall geführten Fällen war ein ähnlicher Trend im Jahr 2020 zu erkennen (Abb. 36).

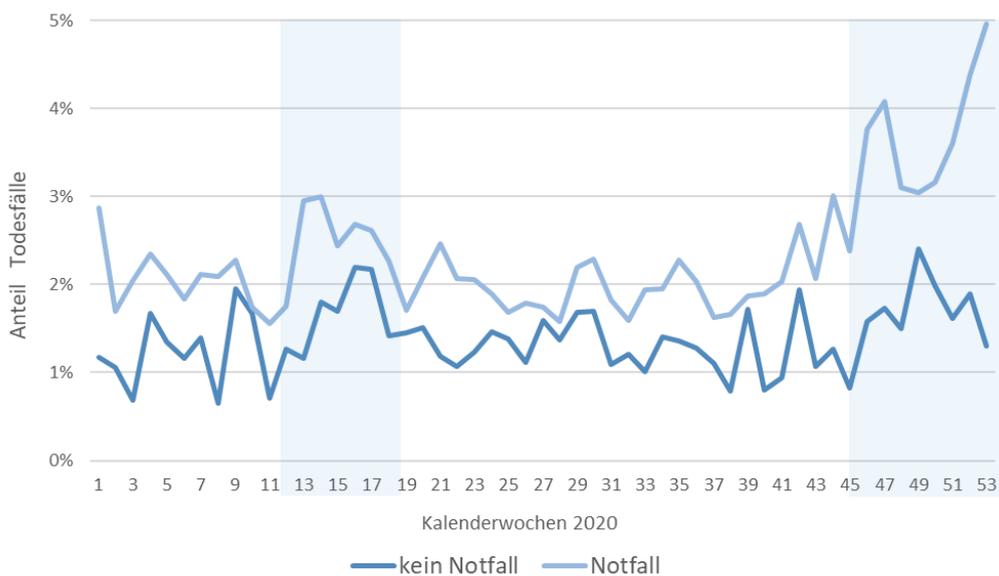


Abb. 36: Anteil der Todesfälle differenziert nach Notfall / kein Notfall als Aufnahmegrund. Lockdown-Phasen farblich markiert

Im Jahr 2019 kam es insgesamt zu $n=1.213$ Todesfällen bei Patienten im stationären Normalpflegebereich ohne intensivmedizinische Behandlung (entspricht 1,6% der $N=71.806$ Gesamtfälle) und zu $n=1.068$ Todesfällen bei Patienten mit intensivmedizinischer Behandlung während des stationären Aufenthaltes (entspricht 10,7% der $n=9.950$ intensivmedizinischen Fälle insgesamt). Im Jahr 2020 kam es bei reinen Normalpflegefällen zu insgesamt $n=1.289$ Todesfällen (1,94% der $N=66.302$ Gesamtfälle), was einer Steigerung des Anteils um +6,2% darstellt. Bei Patienten mit Aufenthalt im intensivmedizinischen Bereich kam es in 2020 zu insgesamt $n=1.122$ Todesfällen (11,14% der $n=10.071$ Fällen mit intensivmedizinischer Behandlung insgesamt), was einer Steigerung der Todesfälle von 5,05% im Vergleich zum Vorjahr bedeutet. Im ersten Halbjahr 2021 kam es zu $n=557$ Todesfällen in der Normalpflege und $n=602$ Todesfällen auf Intensivstationen.

Anschließend wurden die Anteile der Todesfälle für die reinen Normalpflegefälle an der Gesamtheit der stationären Fälle berechnet sowie die Anteile der verstorbenen Patienten mit einer intensivmedizinischen Behandlung während des Krankenhausaufenthaltes in Bezug auf die Gesamtheit der intensivmedizinischen Fälle.

Der Prozentsatz der Todesfälle pro Kalenderwoche für den reinen Normalpflegebereich hielt sich in 2019 konstant um den Mittelwert von 2,0% mit einer SD von 0,44%. Die Todesfälle bei Fällen mit intensivmedizinischer Behandlung variierten relativ stark um den Median 10,6% mit einer SD von 2,4% (vom Mittelwert).

Im Jahr 2020 zeigt die Relation der Todesfälle bei den reinen Normalpflegefällen bezogen auf die Gesamtheit der Fälle pro Kalenderwoche einen M= 2,4% und eine SD 0,9%. In KW 11 reduzierte sich der Wert auf 1%, um dann den Mittelwert in KW 14 wieder zu erreichen. In der zweiten Infektionsphase ist ein Anstieg (ab KW 42) auf ein erstes Maximum von 3,7% in KW 47 und auf 7,1% in KW 52 der prozentualen Anteile zu erkennen. Der Abfall in der letzten KW steht auch mit dem kalendarischen Effekt in Zusammenhang. Bei den Patienten mit intensivmedizinischer Behandlung im Jahr 2020 ist der Verlauf wie in 2019 sehr unregelmäßig mit einem Median von 10,4% und einer SD von 3,0 %. Ab KW 38 stieg der Anteil kontinuierlich von 6,2% auf 16,6% in KW 47 und erreicht ein Maximum von 20.3% in KW 52 (Abb. 37).

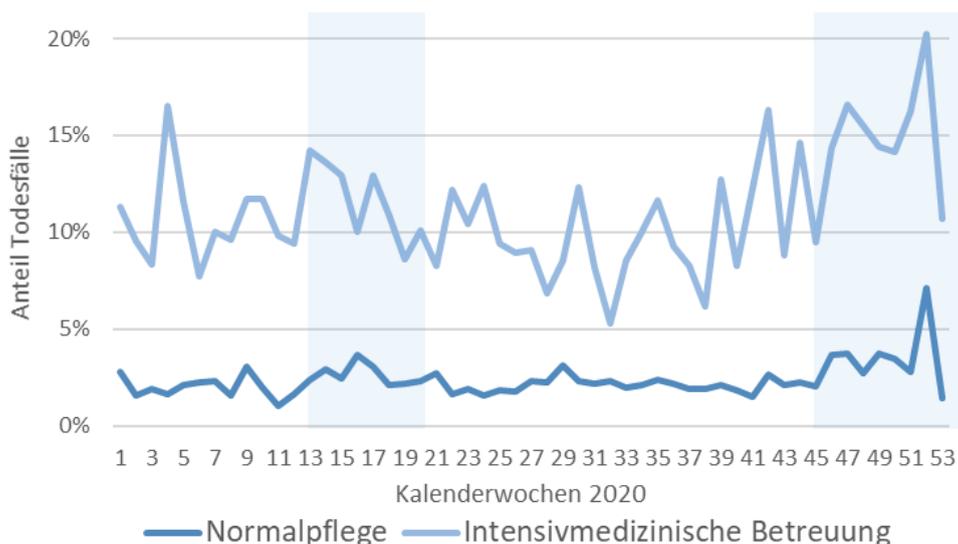


Abb. 37: Anteil der Todesfälle differenziert nach Fällen mit ausschließlicher Behandlung in der Normalpflege und Fällen mit intensivmedizinischer Behandlung im stationären Aufenthalt. Lockdown-Phasen farblich markiert

5. Diskussion

Pandemien haben, wie die historische Perspektive aufzeigt, tiefgreifende gesellschaftliche Konsequenzen mit sich gebracht. So soll die Justinianische Pest, durch eine Reduktion der Bevölkerung des Oströmischen Reiches um mehr als ein Drittel, maßgeblich zur Implosion des Römischen Imperiums beigetragen haben (Rosen, 2007; Sessa, 2019). Während eine weite Verbreitung von Infektionskrankheiten oder epidemische Ereignisse aufgrund der geringen Anzahl der menschlichen Gruppierungen in der frühen Entwicklung der Zivilisationen limitiert war, hat die fortschreitende Entwicklung der demographischen Dimension, der Migration, Mobilität und der Globalisierung (Etablierung von Handelsrouten, Reisen, etc.) und u.a. größere, kriegerische Auseinandersetzungen die entscheidenden Grundlagen für eine breitere Verbreitung von Infektionskrankheiten in der Form von Epidemien und Pandemien geschaffen (Morens et al., 2020; Morens et al., 2008).

Die meisten pandemischen Ereignisse sind auf zoonotische Erreger zurückzuführen, so auch die COVID-19-Pandemie (Hoiby, 2021). Infektionskrankheiten mit epidemischer und pandemischer Verbreitung haben in der Vergangenheit die Entwicklung der Medizin in Augsburg geprägt und mitunter katalysiert. So endstanden verschiedenen Einrichtungen (Pesthäuser, Blatternhaus, etc.), medizinische Organisationsformen und auch medizinische Abhandlungen (z.B. zur Pest) im Zusammenhang mit Epidemien und Pandemien in Augsburg.

Die heute erfolgreich angewandten Maßnahmen zur Eindämmung der Pandemie, wie Isolation und Quarantäne, wurden bereits in der Antike und im Mittelalter entwickelt: der Begriff Quarantäne stammt z.B. aus dem Venedig des 14. Jh., wo die Besatzungen der Schiffe 40 Tage („quaranta giorni“) isoliert wurden, bevor sie an Land gehen durften (Høiby, 2021).

Aufgrund der Gemeinsamkeiten mit dem Influenzavirus, wie z.B. die respiratorische Übertragung oder die saisonalen Peaks, konnten aus der Analyse der vergangenen Influenza-Wellen Analogien und Anhaltspunkte zur Dynamik der aktuellen SARS-CoV-Pandemie (z.B. auch zur Entwicklung einer Herdenimmunität) abgeleitet werden (Esparza, 2020). Besonders die akute Phase einer Pandemie sowie die Maßnahmen zur Verhinderung der Ausbreitung tragen einschneidende gesellschaftliche und ökonomische Konsequenzen, während die endemische Phase mit der Entwicklung einer gewissen Herdenimmunität (durch Exposition und Impfungen) weit weniger relevante Auswirkungen aufweist (Lavine et al., 2021; Phillips, 2021).

Morens postuliert in einer historischen Betrachtung über die Pandemien, dass obwohl jede Pandemie unterschiedliche Merkmale aufweist und a priori unvorhersehbar ist, eine flexible und ausbalancierte, der jeweiligen Situation schnell angepasste Strategie angestrebt werden sollte und unterstreicht die Wichtigkeit der Kommunikation für eine erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen wie Isolation, Quarantäne oder Reiseeinschränkungen (Morens et al., 2020).

Das Gesundheitswesen im Allgemeinen und die Krankenhausstrukturen sind zweifellos (auch in der Moderne) in primis von den Auswirkungen betroffen. So erforderte die COVID-19 Pandemie laut Kaye et al. einen Auf- und Ausbau der Infrastruktur und der medizintechnischen Ausstattung, um den komplexeren Versorgungsbedarf entgegenzutreten (Kaye et al., 2021). Die Kosten für Schutzmaterialien und Testungen sowie Schulungen/Einweisungen, für den notwendigen Personalaufbau und für die anfallenden Überstunden stiegen ebenfalls relevant (Ruggeri et al., 2022). Auf der anderen Seite waren die Kliniken von einem hohen Personalausfall (Krankheit, Quarantäne für die Mitarbeiter und Angehörigen, etc.) betroffen, was die regionale Inzidenz ebenfalls zu einem wichtigen Aspekt der Gesamtbetrachtungen macht (Kalanj et al., 2021; Kaye et al., 2021; Ruggeri et al., 2022).

Die Lockdowns mit Ausgangssperren, Social Distancing und Isolationsvorgaben sowie die Sorgen und Ängste der Bevölkerung und der Patienten im Besonderen führten zu einer Reduktion der Arzt-Patienten Kontakte, wie mehrere Studien belegen (Feral-Pierssens et al., 2020; Kaye et al., 2021; Satiani & Davis, 2020). Der Regelbetrieb der Kliniken in Deutschland wurde im März 2020 zudem durch die Vorgaben zur Reduktion der elektiven Versorgung (ab 16.03. = KW 12) sowie der gleichzeitigen Einführung von Freihaltepauschalen (initial 560 Euro/Tag und Bett), mit dem Ziel, Kapazitäten für die COVID-19-Versorgung bereitzuhalten, auf relevante Weise beeinflusst (Blum et al., 2020; Bundesregierung, 2020; Griewing et al., 2022; Schröder et al., 2020). Die Freihaltepauschalen erschwerten, neben den direkten Effekten, u.a. auch die Abverlegung von Patienten des Universitätsklinikums zu den regionalen Partnern der Grund- und Regelversorgung, was wiederum Auswirkungen auf die zur Verfügung stehenden Kapazitäten am UKA hatte. Die Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina merkte in einem Positionspapier an, dass es im Rahmen der Umstellungen zur Bewältigung der Pandemie zu einer deutlichen Verschiebung in den Hintergrund der ambulanten und stationären Versorgung von non-COVID-Patienten gekommen sei und forderte einen ausgewogenen Einsatz der Ressourcen (Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, 2020).

5.1. Relevante Kennzahlen der stationären Leistungen

Die in dieser Arbeit vorgenommene Gegenüberstellung der wichtigsten Kennzahlen zu den stationären Leistungen im Jahr vor und in den ersten zwei Jahren der Pandemie verdeutlicht die Effekte von SARS-CoV-2 für das Universitätsklinikum Augsburg auf einer aggregierten Ebene sehr anschaulich. Bezüglich der stationären Fallzahlen zeigte sich im Jahr 2020 insgesamt eine Reduktion von 7,7 % (Tiefpunkt KW 52= -36,5%) und 2021 von 11,4% gegenüber 2019. Die Case Mix Punkte (CMP) sinken jedoch in geringerem Maß (um -4,45% in 2020 und -6,31% in 2021), was durch den beobachteten Anstieg des Case Mix Index (CMI; +3,5% in 2020 und +5,7% in 2021) bedingt war. Der globale Anstieg des CMI in der Pandemiephase ist Ausdruck der Zunahme der durchschnittlichen Fallschwere und könnte neben einer Kumulierung von schweren COVID-19-Verläufen (bis 10% der Infizierten mit schwerem Verlauf in den ersten Phasen) am Universitätsklinikum Augsburg als alleinstehender Maximalversorger auch durch einen Rückgang der weniger komplexen Fälle (mit niedrigem CMI) erklärt werden (Gavriatopoulou et al., 2021).

Die Beobachtung des monatlichen Verlaufes der Fallzahlen und des CMI-Wertes zeigen relevante Veränderungen parallel zur ersten Infektionswelle und dem ersten Lockdown zu Beginn und zur zweiten Welle / dem zweiten Lockdown gegen Ende des Jahres 2020 und legt einen zeitlichen Zusammenhang nahe. In den Intervallen zwischen den Fallzahlrückgängen stiegen die Zahlen annähernd an das Niveau vor der Pandemie, was den relativ geringen Fallzahlrückgang aus Jahressicht erklärt und die Hinweise auf einen Zusammenhang der Reduktion der Leistungen mit den o.g. Gründen und vielschichtigen Effekten bestärken könnte.

Die Auswirkungen der Pandemie auf den Fachbereich Orthopädie und Unfallchirurgie einer deutschen Klinik wurden von Boehmer et al. anhand der Jahresbilanz mit skaliert sehr ähnlichen Ergebnissen analysiert: zu beobachten war dort eine Reduktion der mittleren Anzahl der stationären Patienten sowie ein Anstieg des CMI. Die Autoren vermuten ebenfalls einen Zusammenhang mit den reduzierten Kapazitäten für elektive sowie der Konzentration auf komplexe Fälle während der Pandemie und konnten sogar eine Umsatzsteigerung durch Erhöhung des CMI, Senkung der Kosten und durch die staatlichen Subventionen ausmachen (Boehmer et al., 2022).

Das Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) der Technischen Universität Berlin führte im Auftrag des Bundesgesundheitsministeriums für Gesundheit zwei Berichte zu den „Folgen der COVID-19-Pandemie auf das Leistungsgeschehen der Krankenhäuser und zur Ausgleichspauschale“ im Zeitraum 2020 bis Mai 2021 durch und beschrieb den

selben Beobachtungszeitraum wie derjenige, der dieser Arbeit (stationären Fälle) zugrunde liegt (RWI, 2021a, 2021b). Im von den Berichten des RWI betrachteten Zeitraum kam es in der COVID-19-Pandemie zu einer Reduktion der stationären Fallzahlen und Verweildauertagen in Deutschland um ca. 13%. Zu Beginn der Pandemie bis Mai 2020 betrug die Reduktion der stationären Fallzahl ca. 30%. Insgesamt sank die Bettenauslastung laut diesem Bericht auf insgesamt 67,3% im Normalpflegebereich und auf 68,6% im intensivmedizinischen Bereich (RWI, 2021a). Im ersten Halbjahr 2021 sanken laut zweitem Bericht des RWI die Fallzahlen um weitere 5% (RWI, 2021b). Für die Behandlung von COVID-19-Patienten waren laut RWI 2020 insgesamt ca. 2% der Normalpflegebetten und ca. 4% der Intensivbetten bundesweit notwendig. Zu den Erlösminderungen und Ausgleichszahlungen berichtet das RWI nach Angaben des Bundesamtes für Soziale Sicherung (BAS), ein Volumen von 10,2 Mrd. Euro. Das Auszahlungsregime wurde hierbei mehrfach geändert (von 560 Euro pro freies Bett auf eine Staffelung von 280 bis 760 Euro). Der Bericht weist einen bundesweiten Anstieg des CMI um 4,6% auf, das Case Mix Volumen sank jedoch um 8,6%. Die genannten Inhalte, Daten und Tendenzen sind weitgehend auf das Universitätsklinikum Augsburg übertragbar. Besonders die graphische, kumulative Darstellung aus dem Ergebnisteil (Abb. 12) veranschaulicht die Zusammenhänge zwischen den Verläufen der stationären Fallzahlen, der stationären SARS-CoV-2-Fälle, der Inzidenz der Stadt Augsburg sowie der Lockdown-Phasen für 2020 und für das erste Halbjahr 2021 und wird zur Verdeutlichung hier erneut abgebildet (Abb. 38).

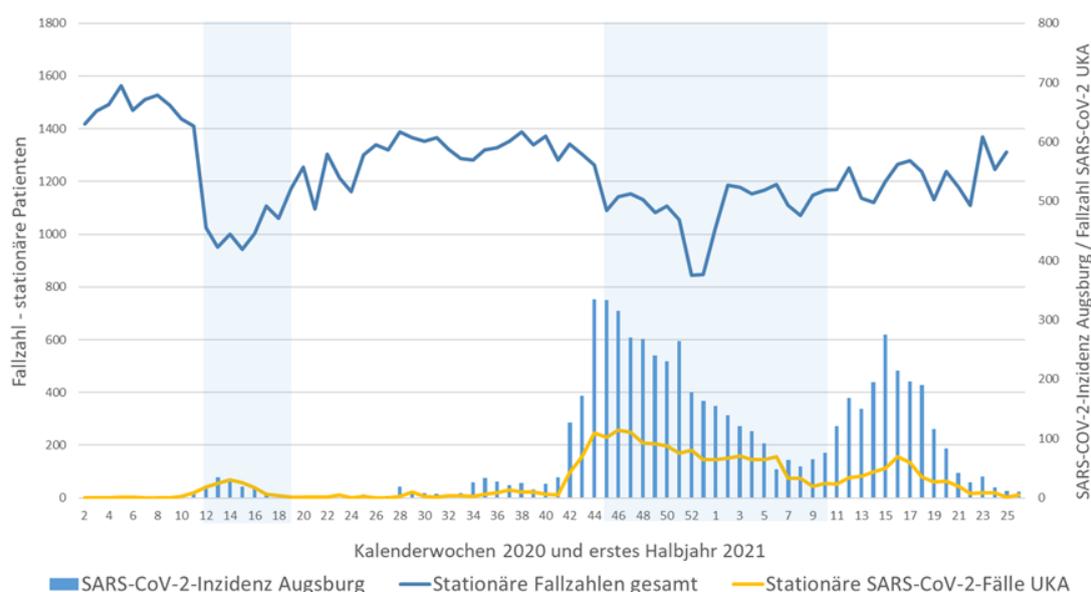


Abb. 38: Kumulative Darstellung der Entwicklung der stationären Fallzahlen, der SARS-CoV-2 Fälle am UKA sowie der SARS-CoV-2-Inzidenz in Augsburg (Balken) pro Kalenderwoche in 2020 und im ersten Halbjahr 2021. Lockdown-Phasen in der Graphik farblich markiert

Während die in der Graphik ersichtliche massive Reduktion der Fallzahlen in der ersten Welle eher durch die Lockdownmaßnahmen, die vorgegebene Reduktion der elektiven Versorgung, die Freihaltepauschale sowie die Ängste und Unsicherheiten der Bevölkerung, Gesundheitsstrukturen aufzusuchen, und nicht etwa durch die geringe Inzidenz oder den (sehr leichten) Anstieg der stationären SARS-CoV-2-Fällen erklärbar wäre, scheint in der zweiten Welle ein Zusammenhang mit den relevant ansteigenden Infektionen und hospitalisierten Fällen zu bestehen. Diese Argumentation scheint besonders durch die Steigerung der Fallzahlen gegen Ende des ersten Lockdowns und durch die Stabilisierung, wennauch auf etwas niedrigerem Niveau im Vergleich zu 2019, bestärkt zu werden. Analog dazu sind die Beobachtungen zum Verlauf der kumulativen Belegungstagen pro Kalenderwoche.

Statistisch konnte eine mittelstarke, negative Korrelation zwischen SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg und der Anzahl der stationären Fälle am UKA sowie zwischen der Anzahl stationärer SARS-CoV-2-Patienten am UKA und der Anzahl der stationären Fälle ohne SARS-CoV-2 im Jahr 2020 ermittelt werden.

Ein Anstieg der regionalen Inzidenz kann sich auf verschiedene Weise auf die Krankenhausstrukturen auswirken: zum einen führt die Hospitalisierung der schweren Fälle mit erhöhtem Versorgungsaufwand zu einer Reduktion der Gesamtkapazitäten, zum anderen führt eine erhöhte Infektionsrate in der Bevölkerung auch zu vermehrten Infektionen, Isolations- und Quarantänemaßnahmen bei Mitarbeitenden und deren Angehörigen, wie auch im entsprechenden Kapitel in der Einleitung beschrieben (Rommel et al., 2021).

Die stationäre Versorgung der COVID-19-Fälle verlief in den ersten Pandemiejahren, ähnlich wie Bruyneel und Hoogendoorn beschreiben, aufgrund der geltenden Vorgaben und hygienischen sowie infektiologischen Überlegungen in dafür ausgestatteten, zentralen Strukturen mit entsprechend erhöhtem Personalschlüssel aufgrund der Komplexität der Versorgung, des erhöhtem Versorgungsbedarfes und der notwendigen hygienischen Schutzmaßnahmen (Bruyneel et al., 2021; Hoogendoorn et al., 2021).

Ein Anstieg der stationären COVID-19 Fälle führte zu entsprechenden Engpässen in den non-COVID-Bereichen durch die Rekrutierung des Personals für die zentralen COVID-Stationen in der Normalpflege sowie auf den Intensivstationen. Diese Aspekte kommen aufgrund der beobachteten Fallzahlen und Inzidenz besonders in der zweiten Infektionswelle zum Tragen.

Aus der retrospektiven Betrachtung scheinen, besonders für die erste Welle, die getroffenen Maßnahmen zur Vorbereitung auf die Pandemiewelle sehr ausgeprägt im

Verhältnis zum tatsächlichen Infektions- und Krankheitsgeschehen gewesen zu sein. Die politischen Entscheidungen in diesem Zeitraum sind jedoch im Kontext der dramatischen Vorkommnisse und Entwicklungen in China und Italien (Bergamo) zu bewerten und führten in der zweiten Welle zu einer adäquaten Reaktionsmöglichkeit durch die Vorbereitungen und Vorhaltungen, die getroffen worden waren (Aliyu, 2021; Cao et al., 2020; Grasselli et al., 2020; Nacoti et al., 2020).

Angesichts der durch starre Regularien und durch die Freihaltequoten entstandenen Versorgungslücken wurden bereits früh ein dynamisches, den Infektionszahlen adaptiertes Vorgehen sowie flexible Deeskalationsmechanismen gefordert (Pfenninger et al., 2022).

Am Apex der zweiten Infektionswelle um KW 45 begann der Lockdown light und zwei KW versetzt begann die Inzidenz in Augsburg konstant bis auf den Tiefpunkt in KW 8 im Jahr 2021 zu sinken. Während die Effektivität von reinen Lockdownmaßnahmen auch in Anbetracht der kollateralen Folgen heterogen eingeschätzt wird, werden Maßnahmen wie Maskenpflicht, eine breite Testung, Isolation von Infizierten, Verdachtsfällen und Kontaktpersonen sowie eine Kontaktnachverfolgung von etlichen Wissenschaftlern als wichtige Maßnahmen zur Pandemiekontrolle bewertet (Alfano & Ercolano, 2022; Clark et al., 2020; Hsiang et al., 2020; Iezadi et al., 2021; Maringe et al., 2020).

5.2. Stationäre Behandlung von SARS-COV-2 Patienten

Im Bericht des RWI werden die globalen Daten zu den stationären Behandlungen im Zusammenhang mit SARS-CoV-2, d.h. mit der ICD-Code U07.1 als (Neben-)Diagnose mit dem Code (N=172.428) für 2020 aufgezeigt. Bezogen auf die vom RKI gemeldete Gesamtheit der positiv getesteten Fälle (N=1.326.751) entspricht dies einer Hospitalisierungsrate von ca. 13% auf Bundesebene (RWI, 2021a). Die mittlere Verweildauer der Fälle mit SARS-CoV-2/COVID-19 lag bei 11,3 Tagen. Bei 36.305 Behandlungsfällen (21,1%) war laut RWI eine intensivmedizinische Behandlung notwendig.

Die Analyse der SARS-CoV-2-Fälle an der Gesamtheit der stationären Aufnahmen am UKA (für 2020 und erstes Halbjahr 2021), differenziert für Normalpflege und Intensivstationen, zeigt eine erste, kleinere Welle besonders im intensivmedizinischen Bereich (8% der Fälle), hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Belegung aufgrund der Freihaltung von Kapazitäten reduziert war und deshalb der relative Anteil höher ausfiel als bei einer Vollbelegung. In der zweiten Welle kam es zu einem relevanten Anstieg der SARS-CoV-2 Fälle auf 9,4% (KW 47) im Normalpflegebereich (mit einer

Belegungsspitze von 121 Fällen) und auf 21,0 % in KW 46 (mit 40 aufgenommenen Fällen pro Kalenderwoche). Im Jahr 2021 ist eine niedrigere dritte Welle mit einem Anteil von 4,3% in der Normalpflege und 14,2% in der Intensivmedizin zu verzeichnen. Die Folgen auf die Kapazitäten in der non-COVID-Versorgung für die stationären Strukturen wurden bereits weiter oben beschrieben.

5.3. Intensivmedizin

Die Anzahl der gemeldeten Intensivbetten blieb laut RWI auf Bundesebene konstant (26.581 in 2019 und 26787 in 2021) und die mittlere Verweildauer lag bei Intensivfällen mit intensivmedizinischer Komplexbehandlung bei 11,0 Tagen, bei Fällen ohne Komplexbehandlung bei 4,3 Tagen, was insgesamt etwa 5% aller Verweildauertage auf den Intensivstationen und eine durchschnittliche Belegungsquote von 3,5% ausmachte (RWI, 2021a, 2021b). Die Anzahl an Intensivaufnahmen am Universitätsklinikum ist während der ersten Welle leicht rückläufig (von etwa 215 auf ca.170 Aufnahmen pro KW). Dies dürfte hauptsächlich mit den Regelungen zur Reduktion der elektiven Fälle und den Freihaltequoten erklärbar sein. Die Anzahl der Aufnahmen und Behandlungen auf den Intensivstationen blieb dann über das Jahr sehr konstant und während der zweiten Welle stabil bei durchschnittlich 172 Fällen pro Kalenderwoche. Statistisch konnte eine mittelstarke, negative Korrelation zwischen steigenden Anzahl der stationären SARS-CoV-2-Patienten in 2020 und der Anzahl der intensivmedizinischen Fälle ohne SARS-CoV-2 Infektion am Universitätsklinikum Augsburg aufgezeigt werden. Wie w.o. beschrieben bringt der erhöhte Versorgungsbedarf und -aufwand von SARS-CoV-2-Fällen (Komplexität, Infektionsschutzmaßnahmen, etc.) grundsätzlich eine Reduktion der Kapazitäten für non-Covid Patienten mit sich und führt besonders im intensivmedizinischen Bereich durch eine geminderte Aufnahmemöglichkeit für Notfälle und einer Reduktion und/oder Verschiebung von planbaren Eingriffen zu einer sensiblen Versorgungslücke (Marckmann et al., 2020). Diese Folgen stellen einen wichtigen Effekt auf die Gesamtversorgungsstrukturen eines Maximalversorgers dar, da dieser besonders auf die Behandlung von schwereren und komplexeren Fällen für das Einzugsgebiet verantwortlich ist während die Grund- und Regelversorgung durch die einfacheren Strukturen wahrgenommen werden (BStMGP, 2022). Die Autoren forderten in Bezug auf die starre Freihaltung von Kapazitäten im intensivmedizinischen Bereich, die als ungerechtfertigt bewertet wurden, zur Vermeidung von Versorgungsengpässen eine flexible und an das regionale Infektionsgeschehen angepasste Strategie (Pfenninger et al., 2022).

5.4. Notfallmedizin

Besonders kurz vor und während der ersten Pandemiewelle konnte auf internationaler Ebene ein relevanter Rückgang der nicht-COVID-19-bedingten Notfälle verzeichnet werden: Dieser Effekt könnte besonders auf die Verunsicherungen, Vorbehalte und Ängste in der Bevölkerung, wie z.B. Angst vor eigener Infektion, oder den Fokus durch die Medien und der Gesundheitsakteure auf COVID-19 zurückzuführen sein (Feral-Pierssens et al., 2020; Gormeli Kurt & Camci, 2021). So kam es auch am Universitätsklinikum Augsburg in Vergleich zu dem sehr konstanten Vorjahr zu einer Reduktion des stationären Aufnahmegrundes „Notfall“ um insgesamt 8,6%. Zeitlich gesehen war in 2020 ab KW 11 ein markanter Abfall von etwa einem Drittel der Aufnahmen als Notfall zu beobachten, was die genannte Hypothese zu untermauern scheint. Ab KW 13 stieg die Fallzahl wieder, um sich anschließend längerfristig zu stabilisieren und erst gegen Ende des Jahres um KW 49 wieder abzusinken. Im ersten Halbjahr 2021 war eine generelle Stabilisierung der Werte zu beobachten. Dies spiegelt sich laut RWI auch auf Bundesebene in der Analyse der Diagnosen bei stationären Patienten wider, wobei die Reduktion insgesamt weniger auf Fälle bei „dringend zu behandelten“ Diagnosen als die weniger dringenden Diagnosen betraf (RWI, 2021b).

Wie in einer Südafrikanischen Publikation beschrieben, zeigt der Vergleich eines 5-wöchigen Lockdowns mit einer analogen Phase vor der Pandemie eine relevante Reduktion der Fallzahl im beobachteten Notaufnahmезentrum mit einer gleichzeitigen, relativen Erhöhung der Anzahl der Patienten mit komplexerem Versorgungsbedarf und auch der Mortalität im Notfallzentrum und drückt die Konzentration auf ein Versorgungsspektrum schwerer Fälle aus (Hendrikse et al., 2020).

Die schweren Fälle bedürfen in der Regel einer stationären Aufnahme nach dem Erstkontakt in der Notaufnahme. Deshalb spiegelt der Anteil an über die Notaufnahme („aufnehmende Einheit Notaufnahme“) aufgenommenen Patienten die spezifischen Entwicklungen in den Notaufnahme-Einheiten besonders im Hinblick auf die schwereren Krankheitsbilder wider.

Während im Vergleichszeitraum 2019 die Anzahl der aus der Notaufnahme stationär aufgenommenen Patienten (mit „aufnehmender Einheit Notaufnahme“) mit relativ konstantem Verlauf über das Jahr durchschnittlich 39,7% der gesamten Fälle der Notaufnahme ausmachte, ist die Konversionsrate in den zwei Wellen 2020 auf 50,5% in KW 14 und 51,4% in KW 47 gestiegen. Der relevante Anstieg der Konversionsrate drückt die Verdichtung von schweren Fällen mit Notwendigkeit einer stationären Aufnahme besonders in zeitlichem Zusammenhang mit den beiden Lock-Downs sowie den

steigenden Infektionszahlen im Augsburger Stadtgebiet aus. Eine starke, negative Korrelation zwischen SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg und der Abnahme der stationären Fälle mit „Aufnahmeeinheit Notaufnahme“ konnte ebenfalls statistisch nachgewiesen werden.

Für ambulant behandelte Notfälle (insbesondere für medizinisch nicht dringliche Krankheitsbilder) der Notaufnahmeeinheiten wird in der Literatur eine relevante Verringerung der Fallzahlen im Jahr 2020 und vornehmlich in der ersten Pandemiephase beschrieben (Giannouchos et al., 2021; Hangartner et al., 2022). Analog dazu wurde auch am Universitätsklinikum Augsburg in den Jahren 2020 und 2021 eine Reduktion um etwa 22% im Vergleich zum Referenzjahr 2019 beobachtet. In der Verlaufsanalyse des Jahres 2020 ist in der ersten Lockdown-Phase ein massiver Abfall der Kontakte von 55% (KW 14) und in der zweiten Lockdown-Phase von 41% (KW 51) zu erkennen. Hier scheinen, im Hinblick auf den massiven Abfall der Fallzahlen während des ersten Lockdowns, die Rahmenbedingungen und die genannten psychologischen Faktoren in der Bevölkerung einen größeren Einfluss zu haben als die konkreten Veränderungen, die das Gesundheitssystem betrafen. Interessant ist in diesem Kontext die ermittelte mittelstarke, negative Korrelation zwischen SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg und der Abnahme der ambulanten Notfälle am UKA in 2020 und 2021.

5.5. Ambulante Medizin, Hochschulambulanzen (HSA)

In der Literatur sind reichliche Belege für nahezu alle Fachbereiche bezüglich einer Reduktion der ambulanten Kontakte und Krankenbesuche in den Akutphasen der COVID-19-Pandemie zu ermitteln, wobei eine gewisse Verschiebung aus dem stationären Sektor als Ausdruck einer veränderten Versorgungsnachfrage und auch eine daraus resultierende Zunahme der ambulanten Kontakte (z.B. nach der ersten Infektionswelle) beschrieben wird (Borrelli et al., 2020; Mafi et al., 2022; Reinke et al., 2023; Satiani & Davis, 2020; Sim & Nam, 2022; Zeilinger et al., 2022). In diesem Kontext ist in der ersten Pandemiephase (Quartal 2) am Universitätsklinikum Augsburg eine Reduktion von ca. 30% der Hochschulambulanzfälle zu verzeichnen. Sehr interessant sind jedoch die langfristigen Entwicklungen der HSA-Fallzahlen am Universitätsklinikum: in 2020 wurden insgesamt +6,12% und in 2021 +18,6% (n=12.775) Fälle im Vergleich zu 2019 behandelt. Es ist anzunehmen, dass dieses starke Wachstum, neben dem physiologischen Wachstum der neuen, universitären Ambulanzstrukturen, als Folge der durch die reduzierten stationären Kapazitäten forcierten Ambulantisierung und einen Kompensationsversuch für die entstandene Versorgungslücke zu interpretieren ist.

5.6. Krankheitsbilder / Diagnosen

Besonders in der ersten Phase der Pandemie war, wie beschrieben, ein Rückgang der elektiven und der medizinisch verschiebbaren Eingriffe und Therapien politisch anvisiert. Nach dem Bericht des RWI war für das Gesamtjahr 2020 bundesweit ein heterogenes Bild bez. der stationär versorgten Krankheitsbilder zu verzeichnen: für einige operative Eingriffe war ein Nachholeffekt zu beobachten, während es für Herzinfarkte, Schlaganfälle und Tumorerkrankungen insgesamt zu einem Rückgang gekommen war (RWI, 2021a). Interessant sind die Daten des Berichtes zu den stationär behandelten Pneumonien mit einem Anstieg bis fast 60% in der zweiten Infektionswelle und einer insgesamt um 2% erhöhten Krankenhaussterblichkeit in Vergleich zu 2019. Die Daten zu den Myokardinfarkten zeigen eine bundesweite Reduktion von 16% (hier vorwiegend Nicht-ST-Streckenhebungs-Herzinfarkte, NSTEMI) in der ersten Pandemiephase und -7% im Gesamtjahr. Die Schlaganfälle wiesen eine nur leichte Reduktion in der ersten Phase aber größtenteils eine analoge Entwicklung im Vergleich zum Vorjahr auf. Diese Entwicklungen spiegeln sich insgesamt im Fallzahlrückgang des Universitätsklinikums wieder, jedoch konnte für die exemplarisch ausgewählten Krankheitsbilder zerebrovaskuläre Krankheiten, ischämische Herzkrankheiten, Herzinsuffizienz, Diabetes mellitus Typ 2 und Krebs der Verdauungsorgane keine signifikante Korrelation zwischen Anzahl der behandelten ICDs und der SARS-CoV-2-Inzidenz in Augsburg ermittelt werden. Ein Zusammenhang zwischen einer SARS-CoV-2-Infektion und diesen Krankheitsbildern scheint zumindest auf dieser sehr aggregierten Ebene unwahrscheinlich.

5.7. Operationen

Das RWI analysierte in seinem Bericht auch die planbaren Operationen (wie z.B. Endoprothetik, Cholezystektomien oder Herniotomien) und ermittelte einen durchschnittlichen Fallzahlrückgang um 10%, der in primis der ersten Pandemiephase zuzuschreiben ist (z.B. -55% der Hüftprothesen). Die Autoren postulierten deshalb, dass die verschobenen Eingriffe teilweise nachgeholt werden konnten. Bei planbaren Operationen im Zusammenhang mit Tumorerkrankungen war insgesamt ein Rückgang von 5% in 2020 zu beobachten (RWI, 2021a). Diese Erhebung wird durch verschiedene Autoren (z.B. in der Viszeralchirurgie, der Neurochirurgie oder Urologie) mit Analysen des chirurgischen Leistungsvolumens und z.T. auch mit der gleichzeitigen Fragestellung bez. medizinischer Vertretbarkeit von Verschiebung der Eingriffe bestätigt (Alvarez

Gallego et al., 2020; Arimappamagan et al., 2021; Cano-Valderrama et al., 2020; Hategeka et al., 2021; Jin et al., 2021).

Die Gesamtzahl der operativen Eingriffe hat sich am Universitätsklinikum Augsburg von 33.214 (2019) auf -6,2% in 2020 und -8,95% in 2021 entwickelt. Das erste Quartal 2020 zeigte eine positive Leistungsentwicklung, während es im zweiten und vierten Quartal zu einer Leistungsminderung von etwa 15% kam. Starke Reduktionen der Leistungszahlen im OP wurden mit ca. -30% in KW 13 und KW 45 registriert. Aufgrund der Vorgaben zu den elektiven Eingriffen und aufgrund des vorherrschenden Kapazitätsmangels konzentrierte sich die operative Versorgung auf Notfälle, dringende Fälle sowie komplexe und nicht aufschiebbare Eingriffe und die Verteilung der (OP- und) Intensivkapazitäten auf Basis einer Priorisierung erfolgte in täglichen interdisziplinären Besprechungen.

Die in der Regelarbeitszeit betriebenen OP-Kapazitäten waren ab März 2020 überwiegend zwischen 25% und 30% reduziert. Diese Reduktion konnte nur bedingt durch einen Leistungszuwachs in den Bereitschaftsdiensten anteilig kompensiert werden (+2,1% der Gesamtfälle im OP 2020). Die Leistungseinschränkung ist neben der Reduktion der elektiven Eingriffe auf den Personalengpass im ärztlichen und pflegerischen Bereich zurückzuführen, da am UKA dieses Personal auch für die Versorgung von COVID-19-Patienten auf den Intensivstationen eingesetzt wurde. Interessant ist die mittlere, negative Korrelation zwischen SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg und der Anzahl der dokumentierten OPS-Codes „Operation“, die durch den Zusammenhang mit dem gerade genannten erhöhtem Personalbedarf für die COVID-19-Versorgung einerseits sowie den Personalausfällen (Isolation Quarantäne der Mitarbeitenden sowie deren Angehörige) andererseits begründbar sein könnte.

Eine interessante Perspektive wird von Surek bezüglich der notfallmäßigen, viszeralchirurgischen Operationen eingenommen: da die Anzahl an chirurgisch versorgten Notfällen in dieser Studie teilweise bis um etwa 60% sank, wird ein Algorithmus zur optimalen Versorgung von chirurgischen Notfällen mit konservativem Ansatz für Ausnahmesituationen gefordert (Surek et al., 2021).

Exemplarisch wird eine Studie zu den Auswirkungen auf den Fachbereich Herzchirurgie (klassisches Leistungsangebot eines Maximalversorgers) genannt: aufgrund der reduzierten OP- und Intensivkapazitäten war in diesem Zentrum eine Reduktion von ca. 11% der Fallzahlen und eine Verschiebung hin zur interventionellen Versorgung (z.B. TAVI) zu beobachten (Boeken et al., 2022).

In der Betrachtung der Anteile an den Gesamtleistungen der operativen Therapien zeigt sich in 2020 kein relevanter Unterschied zum Vorjahr mit einem Anteil von ca. 18,5 % der operativen Leistungen. Dieser Aspekt scheint nicht auf eine relevante Verschiebung der Indikationen in den konservativen Bereich hinzuweisen, wobei dies auf Einzelfallebene oder für gewisse Patientengruppen sicherlich geschehen sein mag.

5.8. Sterbefälle bei stationären Patienten

Der Anteil der verstorbenen stationären Fälle (pro KW) an der Gesamtzahl der Fälle stieg in 2020 um 5,7% (= insgesamt 130 Todesfälle), was besonders auf einen erhöhten Anteil während der Lockdown- und Infektionswellen zurückzuführen ist.

Bei Normalpflegefällen bedeutete dies eine Steigerung des Anteils um 6,2% im Vergleich zum Vorjahr, bei intensivmedizinischen Fällen eine Steigerung der Todesfälle von 5,0%. Man beachte hierbei, dass es sich um eine Relation handelt und in diesen Phasen die Fallzahlen reduziert sowie die Versorgung von elektiven und leichteren Fällen stark eingeschränkt war, während die schweren Notfälle weiter versorgt wurden. Zu den Todesfällen in Zusammenhang mit einer SARS-CoV-2-Infektion wird erneut der Bericht des RWI hinzugezogen: der Anteil der stationären Todesfälle lag in 2020 bundesweit bei 17,6%. Bei den intensivmedizinisch behandelten SARS-CoV-2-Patienten lag der Wert bei 34,6% (RWI, 2021a). Zur Übersterblichkeit von 5,4% in 2020 bezogen auf das gesamte Bundesgebiet erklärt der Bericht, dass die Werte zur Übersterblichkeit von März bis September relativ genau die Anzahl an COVID-19 verstorbenen Patienten entsprach, wobei auch Fälle durch die aus der Pandemie entstandenen Minderversorgung z.B. im stationären Bereich oder in den Notaufnahmen mitzubedenken sind (DESTATIS, 2021; Shepherd & Friedland, 2020).

Am Universitätsklinikum Augsburg war der Verlauf der Todesfälle für die Patienten ohne Zusammenhang mit SARS-CoV-2 (ähnlich wie in 2019) mit nur leichtgradigen Schwankungen im Gesamtzeitraum weitgehend konstant. Interessant ist jedoch die relevante Reduktion von 33% vor dem ersten Lockdown (KW 11 und 12) gefolgt von einem rapiden Anstieg (KW 14) und ein sehr ähnliches Phänomen vor dem zweiten Lockdown. Diese Reduktion könnte durch die auch weiter oben beschriebenen Ängste in der Bevölkerung und der sich daraus ergebenden Vermeidung einer ärztlichen Vorstellung auch bei gravierenden Symptomen in der Phase der Ungewissheit vor dem Beginn der Lockdowns resultieren (Enache et al., 2020; Pujol-Lereis et al., 2021; Range et al., 2020).

In der ersten Welle war nur eine geringe Anzahl an stationären Sterbefällen in Zusammenhang mit SARS-CoV-2 zu verzeichnen, sie nahmen jedoch in der zweiten Infektionswelle dramatisch zu (z.B. N=23 in KW 51), reduzierten sich in 2021 schrittweise und gingen ab KW 22 in 2021 auf null. Eine analoge Dynamik zeigte sich auch bei den Sterbefällen in Zusammenhang mit SARS-CoV-2 auf den Intensivstationen: mit den beiden Infektionsphasen in 2020 zeigte sich eine erste Welle mit einem Peak von +2,6% und eine zweite Welle mit einem Peak von +5,8% (in Relation auf die Gesamtanzahl der intensivmedizinischen Fälle / Woche). In 2021 kam es zu einer Spitze von +8,2%. Diese Dynamik kann in Zusammenhang mit dem ondulierenden Verlauf der SARS-COV-2-Inzidenz bzw. der Gesamtzahl der Infektionen, der Hospitalisierungsrate und der anteiligen schweren, klinischen Verläufe gebracht werden.

Bei Notfällen kam es 2020 zu einem Anstieg von insg. 8,3% der Todesfälle. Dies könnte als Ausdruck für eine zunehmende Fallschwere bei Notfallpatienten während des ersten Pandemiejahres interpretiert werden, da z.B. aufgrund der fehlenden Kapazitäten bei den regionalen Partnern vermehrt schwere Notfälle von den Rettungsdiensten an das Universitätsklinikum kanalisiert wurden (Christ et al., 2020; Fistera et al., 2022).

5.9. SARS-CoV-2 und Beschäftigte im Gesundheitswesen

Aufgrund der Schwierigkeit retrospektiv valide Daten durch das Personalcontrolling aus den Systemen zu generieren, wird folgend ein Einblick in die Thematik SARS-CoV-2 und Beschäftigte im Gesundheitswesen anhand von wissenschaftlichen Veröffentlichungen gegeben, da die Effekte auf die Krankenhausstrukturen vielschichtig und unter vielen Aspekten relevant erscheinen. Eine vom Robert Koch Institut im Deutschen Ärzteblatt veröffentlichte bevölkerungsbasierte, seroepidemiologische Studie zeigte bezogen auf die ersten zwei Wellen der Pandemie, dass die Beschäftigung im Gesundheitssektor im Vergleich zu anderen beruflichen Tätigkeiten eine doppelt so hohe Gefährdung für eine Infektion mit SARS-CoV-2 darstellte (Wachtler et al., 2021).

In der Frage welche spezifischen Gesundheitsberufe ein höheres Risiko beinhalten, ergeben sich in mehreren Studien Hinweise darauf, dass die Dichte der Kontakte mit Patienten sowie Situationen in denen die Hygienemaßnahmen nur bedingt eingehalten werden können (z.B. Hilfestellung bei Nahrungsaufnahme von Patienten und Heimbewohnern, Intubation von Patienten, etc.) und direkter Kontakt mit infektiösem Material dabei eine besonders relevante Rolle einnahmen (Chou et al., 2020; Stringhini et al., 2021). Der Mangel an geeigneten Controlling- und Reporting-Instrumenten für Infektionen bei Beschäftigten im Gesundheitswesen erschwert jedoch eine valide

epidemiologische Einschätzung der globalen Auswirkungen auf das System (Wojczyk & Kowalska, 2020). Eine 79 Publikationen umfassende Metaanalyse mit insgesamt 230.398 einbezogenen Gesundheitsfachkräften kam zu einer geschätzten SARS-CoV-2-Prävalenz von 11% durch RT-PCR-Nachweis und 7% durch Nachweis von Antikörpern (Gomez-Ochoa et al., 2021). Laut der Metaanalyse waren mehr Pflegende (48%) als andere Berufsgruppen betroffen und die meisten Infektionen (43%) wurden im Normalpflegebereich registriert. Obwohl 40% der positiven PCR-Tests asymptomatische Fachkräfte betraf, entwickelten etwa 5% der Infizierten schwerwiegende Komplikationen und 0,5% verstarben laut den Autoren der Publikation.

Das Infektionsgeschehen in deutschen Gesundheitseinrichtungen im ersten Halbjahr der Pandemie wurde von einer Arbeitsgruppe des RKI analysiert und in einer Publikation des Deutschen Ärzteblattes veröffentlicht: insgesamt wurden in diesem Zeitraum 15.946 Fälle mit beruflicher Tätigkeit in einer medizinischen Einrichtung an das RKI gemeldet (Kramer et al., 2020). Der Anteil von Beschäftigten im Gesundheitswesen lag in der Studie initial bei 6,3%, erhöhte sich im Verlauf bis auf 12% und stabilisierte sich auf einem Niveau von ca. 3%. Etwa 5% des medizinischen Personals war hospitalisiert und etwa 0,1% verstarb im Zusammenhang mit einer COVID-19-Erkrankung. Bei 75% des erkrankten Personals wurde laut Kramer als Kontaktort der Arbeitsplatz angegeben, bei 15% das häusliche Umfeld.

Das Long-COVID Syndrom bei Gesundheitsfachkräften nach der ersten Pandemiewelle wurde in einer britischen Studie analysiert: etwa ein Drittel der Fachkräfte (n=138) mit Z.n. SARS-COV-2-Infektion in dieser Arbeit wies typische Long-COVID Symptome wie mäßige bis schwere Fatigue (39%), leichte bis mäßige Kurzatmigkeit sowie Angstzustände und Schlafstörungen auf (Gaber et al., 2021).

Eine in der ersten Phase der Pandemie in New York durchgeführte Studie über Gesundheitsfachkräfte zeigte, dass im Rahmen der direkten Versorgung von COVID-19-Patienten psychologische Folgen wie akute Stresssymptome, Angst und depressive Symptome sehr verbreitet waren (Shechter et al., 2020).

Wie eine Studie über die erste Pandemiewelle in Italien aufzeigt, erwogen ca. doppelt so viele Mitarbeitende in COVID-19-Bereichen psychologische Unterstützung anzufordern, als Mitarbeitende, die nicht in der COVID-19-Versorgung involviert waren. Weiter zeigten in dieser Studie Gesundheitsfachkräfte aus den maßgeblich von COVID-19 betroffenen Regionen Italiens ein höheres Maß an wahrgenommenem Stress und auch mehr Burnout-Syndrome als solche aus weniger betroffenen Regionen (Trumello et al., 2020). Die Ergebnisse einer am Universitätsklinikum Augsburg durchgeführten Studie des

Lehrstuhls für Medizinische Psychologie und Soziologie weisen darauf hin, dass besonders die in COVID-Bereichen eingesetzten Pflegekräfte aufgrund erhöhter Arbeitsbelastung und längeren Zeiträumen in konstantem und direktem Kontakt mit COVID-19-Patienten unter psychologische Folgen der Pandemie litten, während in der Ärzteschaft unabhängig vom Kontakt mit COVID-19 Patienten ähnliche Ergebnisse in den Fragebögen erzielt wurden (Zerbini et al., 2020).

Eine italienische Studie untersuchte den Infektionsverlauf bei Gesundheitsfachkräfte aus den Krankenhäusern im Raum Bologna (n= 20.109) und der Allgemeinbevölkerung der Region Emilia Romagna (n=4.474.292) im Kontext der Corona-Impfungen (Visci et al., 2021). Die Impfstoffe standen, wie hierzulande, den Mitarbeitern im Gesundheitswesen früher als anderen Bevölkerungsgruppen zur Verfügung. Während die Verbreitung des Virus bei den Gesundheitsfachkräften früher als in der Allgemeinbevölkerung auftrat, konnte in der Publikation ein Rückgang der Infektionen nach der Impfung als indirektes Maß für die Wirksamkeit des Impfstoffes und gewissermaßen als Vorteil für die Beschäftigten im Gesundheitswesen aufgezeigt werden.

In einer im New England Journal of Medicine veröffentlichten, prospektiven Studie aus Israel, konnten bei Gesundheitsfachkräften, die mit mRNA-Impfstoff geimpft worden waren, nur selten Durchbruchinfektionen durch die damals dominante B.1.1.7-Mutante nachgewiesen werden und die Krankheitsverläufe waren ausnahmslos asymptomatisch oder mild (Bergwerk et al., 2021).

Die in den Publikationen beschriebene erhöhte Gefährdung einer Infektion für Beschäftigte im Gesundheitswesen sowie die Stresssymptome und der verspürte psychologische Druck scheinen besonders die Pflegenden auf den Normalstationen betroffen zu haben. Auch wenn die Infektionen glücklicherweise bei annähernd der Hälfte der Beschäftigten im Gesundheitswesen einen asymptomatisch oder milden Verlauf gehabt zu haben scheinen, kam es zu auch bei diesen zu einem Ausfall durch Isolations- und Quarantäneregelungen. Zusätzlich müssen in diesen Zusammenhang auch die Ausfälle aufgrund von Isolation und Quarantäne von Angehörigen, wie z.B. der Kinder, mit den daraus entstehenden Betreuung und Pflegeaufwand im privaten/familiären Kontext bedacht werden. Diese Aspekte kumuliert betrachtend war die direkte Auswirkung der SARS-CoV-2-Pandemie auf die Beschäftigten im Gesundheitswesen massiv und hatte bedeutsame Auswirkungen auf Kapazitäten und Leistungsfähigkeit der Gesundheitsstrukturen zur Folge.

6. Limitationen

Es handelt sich bei den vorliegenden Analysen um eine „single center“-Betrachtung mit einem regionalen Alleinstellungsmerkmal des UKA als Maximalversorger mit im Stadtgebiet vorwiegend vorhandenen Belegarztstrukturen sowie Fachkliniken mit einer geringeren regionalen Partizipation an der Grund- und Regelversorgung der Partnerkliniken, was die Vergleichbarkeit auf nationaler Ebene etwas einschränkt.

Die analysierten Datensätze waren summiert und aggregiert und können nur bedingt auf differenzierte und vielschichtige Faktoren und Folgen schließen lassen, was detailliertere Betrachtungen z.B. hinsichtlich der Entwicklungen zu den Diagnosen notwendig macht, um valide Aussagen treffen zu können. Weiter wurden die Daten nur für den Beobachtungszeitraum 2019 bis erstes Halbjahr 2021 (in einigen Fällen für das Gesamtjahr 2021) erhoben, was Bewertungen bez. der Effekte der gesamten Pandemie ausschließt. Die Auswirkungen der Pandemie auf die Belegschaft des Universitätsklinikums konnten nur indirekt und mit auf der Fachliteratur basierenden Annahmen eingeschätzt werden, da keine geeigneten Daten bez. Personalcontrolling (wie z.B. Krankheitsausfälle, Fluktuation, etc.) generiert werden konnten.

Das präpandemische Jahr 2019 eignete sich einerseits zum Vergleich mit den darauffolgenden Jahren, da es das erste Jahr in der Systematik der Universitätsmedizin war, andererseits könnten einige der beschriebenen Effekte, wie z.B. das Wachstum im HSA-Bereich, in Augsburg auf diese Entwicklungen und nicht auf die Auswirkungen der Pandemie zurückzuführen sein.

Für alle bearbeiteten Themenkomplexe und Ergebnisse wurden Vergleichsdaten auf Bundesebene sowie im internationalen Kontext durch wissenschaftliche Publikationen hinzugezogen. Da hierbei eine hohe Übereinstimmung der Inhalte und Ergebnisse bestand, kann von einer guten Validität der analysierten Daten und Ergebnisse ausgegangen werden.

7. Schlussfolgerungen

Pandemien haben im historischen Rückblick stets zu verheerenden Verlusten und dramatischen sozioökonomischen Folgen geführt. So erfuhr auch SARS-CoV-2 eine rapide globale Ausbreitung mit allen Attributen einer Pandemie und mit drastischen und vielschichtigen Folgen auf die Weltbevölkerung und besonders markanten Auswirkungen auf die Gesundheitssysteme und -strukturen.

Die Auswirkungen der SARS-CoV-2-Pandemie und der eingeleiteten Maßnahmen zur Verhinderung der Ausbreitung der Infektion haben tiefgreifende quantitative und qualitative Konsequenzen auf das Gesundheitssystem und die Krankenhausstrukturen (Notaufnahmen, Intensivmedizin, Normalpflege, OP, ambulante Medizin) im Spezifischen gehabt. Dies scheint am Beispiel des Universitätsklinikums Augsburg besonders für die Versorgungstufe III (Maximalversorgung) mit einer umfassenden klinischen Versorgung, einem großen Einzugsgebiet und zusätzlich einer erheblichen Teilnahme an der Grund- und Regelversorgung der Region zu gelten.

Die politischen Vorgaben zur Infektionsschutz (z.B. Lockdown) und zur Umstrukturierung der Versorgung (Einschränkung der Versorgung elektiver Fälle, Vorgaben zur Freihaltung von Betten, etc.) sowie Sorgen und Ängste in der Bevölkerung führten zu einer bedeutsamen Reduktion der stationären Fallzahlen, den Notaufnahmefällen und zu einer phasenweisen Reduktion von Arzt-Patientenkontakten im ambulanten Sektor. Durch die Einschränkungen der klinischen Kapazitäten (Personalausfälle, Behandlungsaufwand in der COVID-19-Versorgung, etc.) sowie durch die übergeordneten Regelungen zum Behandlungsportfolio ist besonders im stationären Bereich eine Verschiebung hin zur Versorgung von schwereren und komplexeren Krankheitsbildern zu beobachten (CMI, Konversionsrate, Todesfälle, etc.). Die analysierten Kennzahlen und Daten und die daraus getroffenen Folgerungen sind mit den Datenbanken und Publikationen auf nationaler und internationaler Ebene weitestgehend vergleichbar.

Die vorliegenden Analysen zeigen einen besonders starken Effekt der Maßnahmen zur Eindämmung der Pandemie und zur Vorbereitung der Strukturen in der ersten Pandemiewelle (die im Kontext der Berichte aus China und Italien verabschiedet wurden), während in dieser Phase eine relevante Infektionswelle mit entsprechenden Versorgungsbedarf ausblieb. In der zweiten Infektionswelle hat sich das Universitätsklinikum rasch nach dem Versorgungsbedarf der COVID-19-Patienten stufenweise ausrichten und anpassen können.

Dies suggeriert auch im internationalen Kontext und Vergleich, dass im Gegensatz zu rigiden und breit ausgerichteten Vorgaben, ein flexibles und an die regionalen Dynamiken (Infektionsgeschehen, Hospitalisierungsraten, etc.) angepasstes Vorgehen und eine entsprechende Allokation der Ressourcen mit einer gewissen Autonomie der Gesundheitsakteure für eine bessere Versorgung und Vermeidung von Engpässen und potentiellen Kollateralschäden beitragen könnte.

Aufgrund der vorliegenden Daten und des zeitlichen Bezugsrahmens auch mit den Entwicklungen der regionalen Inzidenz scheinen die getroffenen Maßnahmen zum Infektionsschutz (Kontaktbeschränkungen, Maskenpflicht, Teststrategie, Isolation, Kontaktnachverfolgung, etc.) eine gute Wirksamkeit entfaltet zu haben.

Am Universitätsklinikum Augsburg kam es, etwas gegen den in der Literatur beschriebenen Trend für den ambulanten Sektor, durch einen konsistenten Anstieg der Fallzahlen der Hochschulambulanzen zu einer teilweisen Kompensation der fehlenden stationären Kapazitäten, um der entstandenen Versorgungslücke entgegenzutreten.

Ein in der Literatur beschriebener, relevanter Shift von operativen Therapien in den interventionellen bzw. konservativen Sektor ist am Universitätsklinikum Augsburg in Anbetracht der Gesamtzahlen nur in geringerem Umfang erfolgt, könnte jedoch in Krisensituationen wie in der gerade erlebten Pandemie als Ausfallskonzept eine adäquate Versorgung für bestimmte Patientenkategorien sichern.

8. Zusammenfassung

Wie aus medizinhistorischen Aufzeichnungen hervorgeht, führten Pandemien global zu drastischen Verlusten und zu schwerwiegenden sozioökonomischen Folgen. Die COVID-19-Pandemie bewirkte tiefgreifende Auswirkungen, die im besonderen Maße die Gesundheitssysteme trafen. Ziel der vorliegenden Arbeit war es die Folgen der SARS-CoV-2-Pandemie und der regulatorischen Infektionsschutzmaßnahmen auf die Versorgungsstrukturen des UKA (III. Versorgungsstufe) quantitativ und qualitativ zu beschreiben, zu analysieren und mit dem präpandemischen Jahr 2019 zu vergleichen. Die analysierten Daten umfassten klassische Kennzahlen zu den stationären Leistungen (Fallzahlen, CMP, CMI, VWD) sowie Daten zu den stationären SARS-CoV-2-Fällen, zu den intensivmedizinischen Fällen, den OPS-Leistungsgruppen, den ICD-Gruppen, zum OP-Betrieb, den Aufnahme- und Entlassgründen, den Sterbefällen, zur Notfallmedizin, zu den Hochschulambulanzen sowie zur SARS-Cov-2-Inzidenz in Augsburg im Beobachtungszeitraum 2019-2021. Bezüglich der stationären Leistungen ist eine Reduktion der Fallzahlen (7,7% in 2020, -11,4% in 2021) mit punktuellen Tiefpunkten (bis über 35%) in zeitlichem Zusammenhang mit den Infektionswellen und den Lockdown-Phasen in 2020 zu beobachten. Durch eine sensible Erhöhung des CMI sanken die Relativgewichtspunkte im geringeren Maße. Für 2020 konnte ein Zusammenhang zwischen SARS-CoV-2-Inzidenz und Abnahme der stationären Fälle nachgewiesen werden. Eine negative Korrelation zwischen Anzahl stationärer SARS-CoV-2-Patienten am UKA und absoluter Anzahl stationärer Fälle sowie intensivmedizinischer Fälle konnte ebenfalls aufgezeigt werden. In der Notaufnahme kam es in 2020 zu einer Reduktion von 8,6% der stationären und 22% der ambulanten Notfälle, wobei markante Einbrüche (bis -55%) kurz vor Inkrafttreten der Lockdowns zu beobachten waren. Eine Korrelation zwischen SARS-CoV-2 Inzidenz und Abnahme der ambulanten Notfälle konnte in 2020 und 2021 beobachtet werden, während sich die Konversionsrate phasenweise bis über 51% erhöhte. Trotz einer initialen Reduktion von etwa 30% der HSA-Fälle kam es in 2020 insg. zu einem Wachstum von 6% und in 2021 von 18.6%. Die gesonderte Analyse von fünf Krankheitsgruppen ergab eine Abnahme der Fallzahlen jedoch keine Korrelation mit der SARS-CoV-2-Inzidenz. Die operativen Eingriffe sanken bei einer phasenweisen Kapazitätsreduktion von bis zu 30% in 2020 um 6,2% und in 2021 um 8.95%. Statistisch konnte ein Zusammenhang zwischen SARS-CoV-2-Inzidenz und Abnahme der Anzahl der Operationen gezeigt werden. Der Anteil der stationär verstorbenen Fälle ist in 2020 um 5,7% angestiegen, was besonders auf eine Erhöhung während der Infektionswellen zurückzuführen ist.

9. Summary

As described in historical records, pandemics led globally to drastic losses and serious socio-economic consequences. The COVID-19 pandemic had a profound impact on health systems in particular. The aim of the present work was to quantitatively and qualitatively describe and analyse the consequences of the SARS-CoV-2 pandemic and the regulatory measures for infection control on the care structures of the UKA (III. care level) and to compare them with the pre-pandemic year 2019. The analysed data included classic key data on inpatient care (number of cases, CMP, CMI, VWD) as well as data on inpatient SARS-CoV-2 cases, intensive care cases, procedure keys, ICD groups, OR-data, reasons for admission and discharge, deaths, emergency medicine, outpatients and incidence in Augsburg in the observation period 2019-2021. A reduction in the number of cases of inpatient care (7.7% in 2020, -11.4% in 2021) with isolated lows (up to 35%) could be observed in connection with infection waves and the lockdown periods in 2020. A sensitive increase in CMI reduced the relative weight points to a lesser extent. For 2020, a connection between SARS-CoV-2 incidence and a decrease in inpatient cases could be demonstrated. A negative correlation between the number of inpatient SARS-CoV-2 patients at the UKA and the absolute number of inpatient cases and intensive care cases could also be proven. In the emergency room there was a reduction of 8.6% in inpatient emergencies and 22% in outpatient emergencies for 2020, with significant drops (up to -55%) being observed shortly before the lockdowns came into force. A correlation between SARS-CoV-2 incidence and decrease in outpatient emergencies could be observed in both 2020 and 2021, while the conversion rate increased temporarily up to 51%. Despite an initial reduction of around 30% in outpatient cases, there was overall growth of 6% in 2020 and 18.6% in 2021. The separate analysis of five disease groups showed a decrease in the number of cases but no correlation with SARS-CoV-2 incidence. Surgical interventions fell by 6.2% in 2020 and by 8.95% in 2021 with a periodical capacity reduction of up to 30%. Statistically, a connection between SARS-CoV-2 incidence and a decrease in the number of operations could be proven. The proportion of cases that died in hospital in 2020 increased by 5.7%, which is particularly due to an increase during the infection waves.

10. Literaturverzeichnis

- Akin, L., & Gozel, M. G. (2020). Understanding dynamics of pandemics. *Turk J Med Sci*, 50(SI-1), 515-519. <https://doi.org/10.3906/sag-2004-133>
- Alfano, V., & Ercolano, S. (2022). Stay at Home! Governance Quality and Effectiveness of Lockdown. *Soc Indic Res*, 159(1), 101-123. <https://doi.org/10.1007/s11205-021-02742-3>
- Ali, M., Nelson, A. R., Lopez, A. L., & Sack, D. A. (2015). Updated global burden of cholera in endemic countries. *PLoS Negl Trop Dis*, 9(6), e0003832. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003832>
- Aliyu, A. A. (2021). Public health ethics and the COVID-19 pandemic. *Ann Afr Med*, 20(3), 157-163. https://doi.org/10.4103/aam.aam_80_20
- Alvarez Gallego, M., Gortazar de Las Casas, S., Pascual Miguelanez, I., Rubio-Perez, I., Barragan Serrano, C., Alvarez Pena, E., & Diaz Dominguez, J. (2020). SARS-CoV-2 pandemic on the activity and professionals of a General Surgery and Digestive Surgery Service in a tertiary hospital. *Cir Esp (Engl Ed)*, 98(6), 320-327. <https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2020.04.001> (Impacto de la pandemia por SARS-CoV-2 sobre la actividad y profesionales de un Servicio de Cirugia General y del Aparato Digestivo en un hospital terciario.)
- Andersen, K. G., Rambaut, A., Lipkin, W. I., Holmes, E. C., & Garry, R. F. (2020). The proximal origin of SARS-CoV-2. *Nat Med*, 26(4), 450-452. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0820-9>
- Anderson, W. (2019). The history in epidemiology. *International journal of epidemiology*, 48(3), 672-674.
- Arimappamagan, A., Vilanilam, G., & Pandey, P. (2021). Is Elective Neurosurgery Justified During COVID-19 Pandemic? *Neurol India*, 69(1), 21-25. <https://doi.org/10.4103/0028-3886.310113>
- Arzenheimer, M. (2019, 25.10.2019). War die erste chirurgische Klinik Mitteleuropas in Augsburg? *Augsburger Allgemeine*. <https://www.augsburger-allgemeine.de/augsburg/Augsburg-War-die-erste-chirurgische-Klinik-Mitteleuropas-in-Augsburg-id55803806.htm>
- Barcat, J. A. (2014). Filippo Pacini y el cólera, 1854. *Medicina (Buenos Aires)*, 74(1), 77-79.
- Barnett, R. (2019). Influenza. *Lancet*, 393(10170), 396. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)30148-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30148-5)
- Bayerische Staatsregierung. (2020). *Bericht aus der Kabinettsitzung vom 5. Mai 2020* <https://www.bayern.de/bericht-aus-der-kabinettsitzung-vom-5-mai-2020/>
- Achte Bayerische Infektionsschutzmaßnahmenverordnung (8. BayIfSMV) vom 30. Oktober 2020, (2020). <https://www.verkuendung-bayern.de/files/baymb/2020/616/baymb-2020-616.pdf>
- Zwölfte Bayerische Infektionsschutzmaßnahmenverordnung (12. BayIfSMV) vom 5. März 2021, (2021). <https://www.verkuendung-bayern.de/files/baymb/2021/171/baymb-2021-171.pdf>
- Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege. (2021). *Krankenhausplan des Freistaates Bayern*. Retrieved from https://www.bkg-online.de/media/mediapool_BKG/02_infos-services/Krankenhausversorgung/khplan21.pdf
- Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege. (2022). *Bayerische Teststrategie*. Retrieved 28.10.2022 from <https://www.stmgp.bayern.de/coronavirus/testen/>
- Berchiolla, P., Urru, S., & Sciannoneo, V. (2021). The effect of COVID-19 on scientific publishing in Italy. *Epidemiol Prev*, 45(6), 449-451.

- <https://doi.org/10.19191/EP21.6.136> (Gli effetti di COVID-19 sulla pubblicazione scientifica in Italia.)
- Bergwerk, M., Gonen, T., Lustig, Y., Amit, S., Lipsitch, M., Cohen, C., Mandelboim, M., Levin, E. G., Rubin, C., Indenbaum, V., Tal, I., Zavitan, M., Zuckerman, N., Bar-Chaim, A., Kreiss, Y., & Regev-Yochay, G. (2021). Covid-19 Breakthrough Infections in Vaccinated Health Care Workers. *N Engl J Med*, 385(16), 1474-1484. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2109072>
- Biagini, P., Theves, C., Balaresque, P., Geraut, A., Cannet, C., Keyser, C., Nikolaeva, D., Gerard, P., Duchesne, S., Orlando, L., Willerslev, E., Alekseev, A. N., de Micco, P., Ludes, B., & Crubezy, E. (2012). Variola virus in a 300-year-old Siberian mummy. *N Engl J Med*, 367(21), 2057-2059. <https://doi.org/10.1056/NEJMc1208124>
- Blum, K., Heber, R., Löffert, S., Offermanns, M., & Steffen, P. (2020). *Auswirkungen der COVID-19-Pandemie und des Krankenhausentlastungsgesetzes auf die Krankenhäuser*.
- Boccaccio, G. (1761). *Il Decamerone* (Vol. 1). Antonio Locatelli. S. 4.
- Boehmer, P., Wirtz, D. C., Burger, C., Schildberg, F. A., Kabir, K., & Scheidt, S. (2022). Economic Effects of the SARS-CoV-2 Pandemic in 2020. *Z Orthop Unfall*. <https://doi.org/10.1055/a-1850-2693> (Wirtschaftliche Auswirkungen der SARS-CoV-2-Pandemie im Jahr 2020.)
- Boeken, U., Holst, T., Hettlich, V., Dorge, H., Boning, A., & Lichtenberg, A. (2022). [Impact of the COVID-19 pandemic on cardiac surgery]. *Z Herz Thorax Gefasschir*, 36(5), 284-291. <https://doi.org/10.1007/s00398-022-00539-1> (Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Herzchirurgie.)
- Bohmer, M. M., Buchholz, U., Corman, V. M., Hoch, M., Katz, K., Marosevic, D. V., Bohm, S., Woudenberg, T., Ackermann, N., Konrad, R., Eberle, U., Treis, B., Dangel, A., Bengs, K., Fingerle, V., Berger, A., Hormansdorfer, S., Ippisch, S., Wicklein, B., . . . Zapf, A. (2020). Investigation of a COVID-19 outbreak in Germany resulting from a single travel-associated primary case: a case series. *Lancet Infect Dis*, 20(8), 920-928. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30314-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30314-5)
- Borrelli, E., Grosso, D., Vella, G., Sacconi, R., Querques, L., Zucchiatti, I., Prascina, F., Bandello, F., & Querques, G. (2020). Impact of COVID-19 on outpatient visits and intravitreal treatments in a referral retina unit: let's be ready for a plausible "rebound effect". *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 258(12), 2655-2660. <https://doi.org/10.1007/s00417-020-04858-7>
- Bos, K. I., Schuenemann, V. J., Golding, G. B., Burbano, H. A., Waglechner, N., Coombes, B. K., McPhee, J. B., DeWitte, S. N., Meyer, M., Schmedes, S., Wood, J., Earn, D. J., Herring, D. A., Bauer, P., Poinar, H. N., & Krause, J. (2011). A draft genome of *Yersinia pestis* from victims of the Black Death. *Nature*, 478(7370), 506-510. <https://doi.org/10.1038/nature10549>
- Bramanti, B., Dean, K. R., Walloe, L., & Chr Stenseth, N. (2019). The Third Plague Pandemic in Europe. *Proc Biol Sci*, 286(1901), 20182429. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.2429>
- Brand, M. (2018). Das Augsburger Hospitalwesen in der Frühen Neuzeit. Augsburger Medizingeschichte(n) Städtisches Gesundheitswesen im Wandel der Zeit. *Augsburger Volkskundliche Nachrichten. Europäische Ethnologie/Volkskunde Universität Augsburg. 24. Jahrgang. Heft 1 / Nr. 46. Mai 2018 24/1(46)*, 6,7,11.
- Bredauer, C. (1875). *Die chirurgische Abteilung im städtischen Krankenhaus zu Augsburg: Etatsjahr 1874* [Dissertation, München]. München.
- Breman, J. G. (2021). Smallpox. *J Infect Dis*, 224(12 Suppl 2), S379-S386. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiaa588>

- Brown, A., & Horton, R. (2020). A planetary health perspective on COVID-19: a call for papers. *Lancet Planet Health*, 4(4), e125. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30078-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30078-4)
- Bruyneel, A., Gallani, M. C., Tack, J., d'Hondt, A., Canipel, S., Franck, S., Reper, P., & Pirson, M. (2021). Impact of COVID-19 on nursing time in intensive care units in Belgium. *Intensive Crit Care Nurs*, 62, 102967. <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2020.102967>
- BStMGP. (2022). *Krankenhäuser in Bayern im Überblick*. Das Bayerische Staatsministerium für Gesundheit und Pflege. Retrieved 01.12.2022 from <https://www.stmgp.bayern.de/gesundheitsversorgung/krankenhaeuser/krankenhaeuser-in-bayern/>
- Budd, W. (2013). Malignant cholera: its cause, mode of propagation, and prevention. 1849. *Int J Epidemiol*, 42(6), 1567-1575. <https://doi.org/10.1093/ije/dyt204>
- Bühler, H. V. (1935). Das Ärztegeschlecht der Occo: Ein Beitrag zur Geschichte des Collegium medicum Augustanum. *Sudhoffs Archiv für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften*, 28(172), 18-20, 22, 24-27. <https://www.jstor.org/stable/i20773781>
- Operationen- und Prozedurenschlüssel, (2022). <https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/ops/kode-suche/opshtml2022/>
- Bundesministerium für Gesundheit. (2020). *Verordnung zum Anspruch auf bestimmte Testungen für den Nachweis des Vorliegens einer Infektion mit dem Coronavirus SARS-CoV-2*. BAnz AT
- Besprechung der Bundeskanzlerin mit den Regierungschefinnen und Regierungschefs der Länder am 12. März 2020, (2020). <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/coronavirus/beschluss-zu-corona-1730292>
- Cano-Valderrama, O., Morales, X., Ferrigni, C. J., Martin-Antona, E., Turrado, V., Garcia, A., Cunarro-Lopez, Y., Zarain-Obrador, L., Duran-Poveda, M., Balibrea, J. M., & Torres, A. J. (2020). Acute Care Surgery during the COVID-19 pandemic in Spain: Changes in volume, causes and complications. A multicentre retrospective cohort study. *Int J Surg*, 80, 157-161. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2020.07.002>
- Cao, Y., Shan, J., Gong, Z., Kuang, J., & Gao, Y. (2020). Status and Challenges of Public Health Emergency Management in China Related to COVID-19. *Front Public Health*, 8, 250. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00250>
- Ceylan, R. F., Ozkan, B., & Mulazimogullari, E. (2020). Historical evidence for economic effects of COVID-19. *Eur J Health Econ*, 21(6), 817-823. <https://doi.org/10.1007/s10198-020-01206-8>
- Chou, R., Dana, T., Buckley, D. I., Selph, S., Fu, R., & Totten, A. M. (2020). Epidemiology of and Risk Factors for Coronavirus Infection in Health Care Workers: A Living Rapid Review. *Ann Intern Med*, 173(2), 120-136. <https://doi.org/10.7326/M20-1632>
- Christ, N., Hiller, M., Stuber, P., Nickel, C. H., & Bingisser, R. (2020). Die Rolle der Notfallambulanzen in der COVI-19-Pandemie. Retrieved 12.02.2023, from <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/111358/Die-Rolle-der-Notfallambulanzen-in-der-COVID-19-Pandemie>
- Clark, E., Fredricks, K., Woc-Colburn, L., Bottazzi, M. E., & Weatherhead, J. (2020). Disproportionate impact of the COVID-19 pandemic on immigrant communities in the United States. *PLoS Negl Trop Dis*, 14(7), e0008484. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008484>
- Cliff, A., & Haggett, P. (2004). Time, travel and infection. *Br Med Bull*, 69, 87-99. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldh011>

- Coerdt, K. M., & Khachemoune, A. (2021). Corona viruses: reaching far beyond the common cold. *Afr Health Sci*, 21(1), 207-213.
<https://doi.org/10.4314/ahs.v21i1.27>
- Coronaviridae Study Group of the International Committee on Taxonomy of, V. (2020). The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nat Microbiol*, 5(4), 536-544.
<https://doi.org/10.1038/s41564-020-0695-z>
- Crisci, E., Mussa, T., Fraile, L., & Montoya, M. (2013). Review: influenza virus in pigs. *Mol Immunol*, 55(3-4), 200-211. <https://doi.org/10.1016/j.molimm.2013.02.008>
- Dawood, F. S., Iuliano, A. D., Reed, C., Meltzer, M. I., Shay, D. K., Cheng, P. Y., Bandaranayake, D., Breiman, R. F., Brooks, W. A., Buchy, P., Feikin, D. R., Fowler, K. B., Gordon, A., Hien, N. T., Horby, P., Huang, Q. S., Katz, M. A., Krishnan, A., Lal, R., . . . Widdowson, M. A. (2012). Estimated global mortality associated with the first 12 months of 2009 pandemic influenza A H1N1 virus circulation: a modelling study. *Lancet Infect Dis*, 12(9), 687-695.
[https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(12\)70121-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(12)70121-4)
- De Cock, K. M., Jaffe, H. W., & Curran, J. W. (2021). Reflections on 40 Years of AIDS. *Emerg Infect Dis*, 27(6), 1553-1560. <https://doi.org/10.3201/eid2706.210284>
- de Wit, E., van Doremalen, N., Falzarano, D., & Munster, V. J. (2016). SARS and MERS: recent insights into emerging coronaviruses. *Nat Rev Microbiol*, 14(8), 523-534. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2016.81>
- Derbes, V. J. (1966). De Mussis and the great plague of 1348. A forgotten episode of bacteriological warfare. *JAMA*, 196(1), 59-62.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5952188>
- Deschler-Erb, E., & Henrich, P. (2014). Augsburg-Oberhausen und der „erste römische Landesausbau“ in Bayern. *Der Limes in Raetien und den germanischen Provinzen vom 1. bis zum 4. Jahrhundert. 7. Kolloquium, der Deutschen Limeskommission.*, 10,18.
- DESTATIS. (2021). *Sterbefallzahlen während der Coronapandemie – neue Methoden und aktuelle Ergebnisse*. Statistisches Bundesamt. Retrieved 12.02.2023 from <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Sterbefaelle-Lebenserwartung/Podcast/podcast-sterbefaelle-update-21-03.html?nn=209016>
- Devault, A. M., Golding, G. B., Waglechner, N., Enk, J. M., Kuch, M., Tien, J. H., Shi, M., Fisman, D. N., Dhody, A. N., Forrest, S., Bos, K. I., Earn, D. J., Holmes, E. C., & Poinar, H. N. (2014). Second-pandemic strain of *Vibrio cholerae* from the Philadelphia cholera outbreak of 1849. *N Engl J Med*, 370(4), 334-340.
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa1308663>
- Die erste chirurgische Klinik Mitteleuropas? Das Schneidhaus der Fugger in Augsburg: Deutsche Forschungsgemeinschaft finanziert Untersuchung eines Manuskripts im Medizinhistorischen Museum. (2019, 22.08.2019). *Donaukurier*.
<https://www.donaukurier.de/archiv/die-erste-chirurgische-klinik-mittleuropas-2447535>
- Dietl, J. (1853). *Kritische Darstellung europaeischer Krankenhäuser nach eigenen Reisebeobachtungen*. W.Braumüller.
- Dietz, K. (1985). Die römischen und frühmittelalterlichen Namen Augsburgs. Forschungen zur provinzialrömischen Archäologie in Bayerisch-Schwaben. *Forschungen zur provinzialrömischen Archäologie in Bayerisch-Schwaben. Schwäbische Geschichtsquellen und Forschungen.*, 14, 106,109.
- Diruf, G. (1869). *Statistische Mittheilungen Über Tyfus Abdominalis Nach Beobachtungen Im Augsburger Krankenhaus* [Dissertation, Erlangen]. Erlangen.

- dpa/aerzteblatt.de. (2018). *Universitätsklinikum Augsburg geht zum Jahreswechsel an den Start*. Retrieved 08.07.2022 from <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/100092/Universitaetsklinikum-Augsburg-geht-zum-Jahreswechsel-an-den-Start>
- Drexler, J. F., Corman, V. M., & Drosten, C. (2014). Ecology, evolution and classification of bat coronaviruses in the aftermath of SARS. *Antiviral Res*, *101*, 45-56. <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2013.10.013>
- Drosten, C., Gunther, S., Preiser, W., van der Werf, S., Brodt, H. R., Becker, S., Rabenau, H., Panning, M., Kolesnikova, L., Fouchier, R. A., Berger, A., Burguiere, A. M., Cinatl, J., Eickmann, M., Escriou, N., Grywna, K., Kramme, S., Manuguerra, J. C., Muller, S., . . . Doerr, H. W. (2003). Identification of a novel coronavirus in patients with severe acute respiratory syndrome. *N Engl J Med*, *348*(20), 1967-1976. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa030747>
- Dureab, F. A., Shibib, K., Al-Yousufi, R., & Jahn, A. (2018). Yemen: Cholera outbreak and the ongoing armed conflict. *J Infect Dev Ctries*, *12*(5), 397-403. <https://doi.org/10.3855/jidc.10129>
- Ebstein, E. (1920). *Ärzte-Briefe aus vier Jahrhunderten*. Julius Springer Verlag.
- Echenberg, M. (2002). Pestis redux: the initial years of the third bubonic plague pandemic, 1894-1901. *J World Hist*, *13*(2), 429-449. <https://doi.org/10.1353/jwh.2002.0033>
- Ecker-Offenhäußer, U., & Link, A. Collegium Medicum Augustanum. In: Stadtlexikon Augsburg. (Reprinted from: 2).
- Eigene Aufnahmen. (2022). Römerlager – Das Römische Augsburg in Kisten. Römisches Museum Augsburg. Kunstsammlungen und Museen Augsburg. Zeughaus Augsburg. mit freundlicher, schriftlicher Genehmigung des geschäftsf. Leiters des Römischen Museums Augsburg, Herrn Manfred Hahn, M.A. In. Augsburg.
- El-Shabasy, R. M., Nayel, M. A., Taher, M. M., Abdelmonem, R., Shoueir, K. R., & Kenawy, E. R. (2022). Three waves changes, new variant strains, and vaccination effect against COVID-19 pandemic. *Int J Biol Macromol*, *204*, 161-168. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.01.118>
- Enache, B., Claessens, Y. E., Boulay, F., Dor, V., Eker, A., Civaia, F., & Pathak, A. (2020). Reduction in cardiovascular emergency admissions in Monaco during the COVID-19 pandemic. *Clin Res Cardiol*, *109*(12), 1577-1578. <https://doi.org/10.1007/s00392-020-01687-w>
- Esparza, J. (2020). Lessons From History: What Can We Learn From 300 Years of Pandemic Flu That Could Inform the Response to COVID-19? *Am J Public Health*, *110*(8), 1160-1161. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2020.305761>
- Evangelische Diakonissenanstalt Augsburg. (2022). *Diako*. Retrieved 09.12.2022 from <https://diako-augsburg.de/diako/>
- Feral-Pierssens, A. L., Claret, P. G., & Chouihed, T. (2020). Collateral damage of the COVID-19 outbreak: expression of concern. *Eur J Emerg Med*, *27*(4), 233-234. <https://doi.org/10.1097/MEJ.0000000000000717>
- Fineberg, H. V. (2014). Pandemic preparedness and response--lessons from the H1N1 influenza of 2009. *N Engl J Med*, *370*(14), 1335-1342. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1208802>
- Fistera, D., Pabst, D., Falk, M., Anastasiou, O. E., Goer, S., Dolff, S., Konik, M., Herbstreit, F., Taube, C., Kill, C., & Risse, J. (2022). [Wave riding - 12 months of COVID-19 in a German tertiary care center]. *Dtsch Med Wochenschr*, *147*(3), e13-e22. <https://doi.org/10.1055/a-1522-1502> (Wellenreiten - 12 Monate COVID-19 im Maximalversorger.)

- Fontanet, A., Autran, B., Lina, B., Kieny, M. P., Karim, S. S. A., & Sridhar, D. (2021). SARS-CoV-2 variants and ending the COVID-19 pandemic. *Lancet*, 397(10278), 952-954. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00370-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00370-6)
- Gaber, T. A. K., Ashish, A., & Unsworth, A. (2021). Persistent post-covid symptoms in healthcare workers. *Occup Med (Lond)*, 71(3), 144-146. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqab043>
- Ganin, V. S. (2009). [Cholera and war]. *Voen Med Zh*, 330(9), 83-88. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20020618>
- Gavriatopoulou, M., Ntanasias-Stathopoulos, I., Korompoki, E., Fotiou, D., Migkou, M., Tzanninis, I. G., Psaltopoulou, T., Kastritis, E., Terpos, E., & Dimopoulos, M. A. (2021). Emerging treatment strategies for COVID-19 infection. *Clin Exp Med*, 21(2), 167-179. <https://doi.org/10.1007/s10238-020-00671-y>
- Giannouchos, T. V., Biskupiak, J., Moss, M. J., Brixner, D., Andreyeva, E., & Ukert, B. (2021). Trends in outpatient emergency department visits during the COVID-19 pandemic at a large, urban, academic hospital system. *Am J Emerg Med*, 40, 20-26. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.12.009>
- Anlage zur Vereinbarung über die Übermittlung von Daten nach § 21 Abs. 4 und Abs. 5 KHEntgG, (2009). https://www.gkv-spitzenverband.de/media/dokumente/krankenversicherung_1/krankenhaeuser/drg/drq_entwicklung_kalkulation_falldaten/drq_falldaten/KH_Vereinbarung_DRG-Daten_280806_Anlage_020709.pdf
- Glatzer, K. A., & Finkelman, P. (2021). History of the Plague: An Ancient Pandemic for the Age of COVID-19. *Am J Med*, 134(2), 176-181. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2020.08.019>
- Gomez-Ochoa, S. A., Franco, O. H., Rojas, L. Z., Raguindin, P. F., Roa-Diaz, Z. M., Wyssmann, B. M., Guevara, S. L. R., Echeverria, L. E., Glisic, M., & Muka, T. (2021). COVID-19 in Health-Care Workers: A Living Systematic Review and Meta-Analysis of Prevalence, Risk Factors, Clinical Characteristics, and Outcomes. *Am J Epidemiol*, 190(1), 161-175. <https://doi.org/10.1093/aje/kwaa191>
- Gormeli Kurt, N., & Camci, M. (2021). COVID-19: How do emergency departments fare after normalisation steps? *Int J Clin Pract*, 75(2), e13912. <https://doi.org/10.1111/ijcp.13912>
- Grasselli, G., Greco, M., Zanella, A., Albano, G., Antonelli, M., Bellani, G., Bonanomi, E., Cabrini, L., Carlesso, E., Castelli, G., Cattaneo, S., Cereda, D., Colombo, S., Coluccello, A., Crescini, G., Forastieri Molinari, A., Foti, G., Fumagalli, R., Iotti, G. A., . . . Network, C.-L. I. (2020). Risk Factors Associated With Mortality Among Patients With COVID-19 in Intensive Care Units in Lombardy, Italy. *JAMA Intern Med*, 180(10), 1345-1355. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.3539>
- Greene, W. C. (2007). A history of AIDS: looking back to see ahead. *Eur J Immunol*, 37 Suppl 1, S94-102. <https://doi.org/10.1002/eji.200737441>
- Griewing, S., Wagner, U., Lingenfelder, M., Heinis, S., Schieffer, B., & Markus, B. (2022). Impact of the COVID-19 Pandemic on Delivery of Gynecology and Obstetrics Services at a Maximum Care University Hospital in Germany. *Geburtshilfe Frauenheilkd*, 82(4), 427-440. <https://doi.org/10.1055/a-1687-9674>
- Grimm, S. (17 Jh.). *Xenodochium Augustanum. Hospital inn Augstburg zum H. Geist genant*. [Kupferstich].
- Grosch, G. (1968). [100 years ago: Friedrich Hessing founded the orthopedic hospital in Augsburg-Goggingen]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 105(2), 277-288. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4247769> (Vor 100 Jahren: Friedrich Hessing gründet die Orthopadische Heilanstalt in Augsburg-Goggingen.)

- Gross, C. P., & Sepkowitz, K. A. (1998). The myth of the medical breakthrough: smallpox, vaccination, and Jenner reconsidered. *Int J Infect Dis*, 3(1), 54-60. [https://doi.org/10.1016/s1201-9712\(98\)90096-0](https://doi.org/10.1016/s1201-9712(98)90096-0)
- Grundy, I. (2000). Montagu's variolation. *Endeavour*, 24(1), 4-7. [https://doi.org/10.1016/s0160-9327\(99\)01244-2](https://doi.org/10.1016/s0160-9327(99)01244-2)
- Häberlein, M., & Keil, I. (2009). Stenglin. In. Augsburg: Wißner-Verlag.
- Haensch, S., Bianucci, R., Signoli, M., Rajerison, M., Schultz, M., Kacki, S., Vermunt, M., Weston, D. A., Hurst, D., Achtman, M., Carniel, E., & Bramanti, B. (2010). Distinct clones of *Yersinia pestis* caused the black death. *PLoS Pathog*, 6(10), e1001134. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1001134>
- Hahn, B. H., Shaw, G. M., De Cock, K. M., & Sharp, P. M. (2000). AIDS as a zoonosis: scientific and public health implications. *Science*, 287(5453), 607-614. <https://doi.org/10.1126/science.287.5453.607>
- Hangartner, N., Di Gangi, S., Elbl, C., Senn, O., Bisatz, F., & Fehr, T. (2022). Impact of the COVID-19 pandemic on emergency outpatient consultations and admissions of non-COVID-19 patients (ECCO)-A cross-sectional study. *PLoS One*, 17(6), e0269724. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269724>
- Harris, J. B., LaRocque, R. C., Qadri, F., Ryan, E. T., & Calderwood, S. B. (2012). Cholera. *Lancet*, 379(9835), 2466-2476. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60436-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60436-X)
- Haserueck, A. (2022). Medizingeschichte: Ausstellung zur ersten chirurgischen Klinik überhaupt. *Dtsch Arztebl*, 119(44), A-1921 <https://www.aerzteblatt.de/archiv/228309/Medizingeschichte-Ausstellung-zur-ersten-chirurgischen-Klinik-ueberhaupt>
- Hategeka, C., Carter, S. E., Chenge, F. M., Katanga, E. N., Lurton, G., Mayaka, S. M., Mwamba, D. K., van Kleef, E., Vanlerberghe, V., & Grepin, K. A. (2021). Impact of the COVID-19 pandemic and response on the utilisation of health services in public facilities during the first wave in Kinshasa, the Democratic Republic of the Congo. *BMJ Glob Health*, 6(7). <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2021-005955>
- Hemida, M. G., Chu, D. K., Poon, L. L., Perera, R. A., Alhammedi, M. A., Ng, H. Y., Siu, L. Y., Guan, Y., Alnaeem, A., & Peiris, M. (2014). MERS coronavirus in dromedary camel herd, Saudi Arabia. *Emerg Infect Dis*, 20(7), 1231-1234. <https://doi.org/10.3201/eid2007.140571>
- Hendrikse, C., Parak, M., & Van Hoving, D. J. (2020). A descriptive analysis of the effect of the national COVID-19 lockdown on the workload and case mix of patients presenting to a district-level emergency centre in Cape Town, South Africa. *S Afr Med J*, 110(11), 1113-1118. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33403989>
- Hessing Stiftung - Hofrat Friedrich Hessing'sche orthopädische Heilanstalt in Göggingen-Augsburg. (2022). *Die Endsteheung der Hessing-Stiftung*. Retrieved 22.12.2022 from <https://www.hessing-kliniken.de/leitbild-historie/>
- Hoiby, N. (2021). Pandemics: past, present, future: That is like choosing between cholera and plague. *APMIS*, 129(7), 352-371. <https://doi.org/10.1111/apm.13098>
- Holmes, E. C., Goldstein, S. A., Rasmussen, A. L., Robertson, D. L., Crits-Christoph, A., Wertheim, J. O., Anthony, S. J., Barclay, W. S., Boni, M. F., Doherty, P. C., Farrar, J., Geoghegan, J. L., Jiang, X., Leibowitz, J. L., Neil, S. J. D., Skern, T., Weiss, S. R., Worobey, M., Andersen, K. G., . . . Rambaut, A. (2021). The origins of SARS-CoV-2: A critical review. *Cell*, 184(19), 4848-4856. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.08.017>
- Hoogendoorn, M. E., Brinkman, S., Bosman, R. J., Haringman, J., de Keizer, N. F., & Spijkstra, J. J. (2021). The impact of COVID-19 on nursing workload and planning of nursing staff on the Intensive Care: A prospective descriptive

- multicenter study. *Int J Nurs Stud*, 121, 104005.
<https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2021.104005>
- Horanin, N. (2019). *Die Pest in Augsburg um 1500. Die soziale Konstruktion einer Krankheit* [Dissertation zur Erlangung des philosophischen Doktorgrades, Georg-August-Universität Göttingen]. Göttingen.
- Hörberger, L. (2009). Josefinum – Kinderkrankenhaus Frauenklinik. In Augsburg: Wißner-Verlag.
- Hörmann, L. (1879). Zur Geschichte des Heilig-Geist-Hospitals in Augsburg. *Zeitschrift des historischen Vereins für Schwaben und Neuburg*, (6), 150-154,155,161,168.
- Howard-Jones, N. (1984). Robert Koch and the cholera vibrio: a centenary. *Br Med J (Clin Res Ed)*, 288(6414), 379-381. <https://doi.org/10.1136/bmj.288.6414.379>
- Hsiang, S., Allen, D., Annan-Phan, S., Bell, K., Bolliger, I., Chong, T., Druckenmiller, H., Huang, L. Y., Hultgren, A., Krasovich, E., Lau, P., Lee, J., Rolf, E., Tseng, J., & Wu, T. (2020). The effect of large-scale anti-contagion policies on the COVID-19 pandemic. *Nature*, 584(7820), 262-267.
<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2404-8>
- Hui, D. S., E, I. A., Madani, T. A., Ntoumi, F., Kock, R., Dar, O., Ippolito, G., McHugh, T. D., Memish, Z. A., Drosten, C., Zumla, A., & Petersen, E. (2020). The continuing 2019-nCoV epidemic threat of novel coronaviruses to global health - The latest 2019 novel coronavirus outbreak in Wuhan, China. *Int J Infect Dis*, 91, 264-266. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.01.009>
- Iezadi, S., Gholipour, K., Azami-Aghdash, S., Ghiasi, A., Rezapour, A., Pourasghari, H., & Pashazadeh, F. (2021). Effectiveness of non-pharmaceutical public health interventions against COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 16(11), e0260371. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260371>
- Fallpauschalen-Katalog gemäß § 17b Absatz 1 Satz 4 des Krankenhausfinanzierungsgesetzes. aG-DRG-Version 2022 und Pflegeerlöskatalog 2022., (2022). <https://www.g-drg.de/ag-drg-system-2022/fallpauschalen-katalog/fallpauschalen-katalog-2022>
- Jefferson, T. (1806). Thomas Jefferson to G. C. Edward Jenner, May 14, 1806. In L. o. Congress (Ed.), *The Thomas Jefferson Papers, Series 1: General Correspondence* (Vol. 1651-1827).
- Jin, P., Park, H., Jung, S., & Kim, J. (2021). Challenges in Urology during the COVID-19 Pandemic. *Urol Int*, 105(1-2), 3-16. <https://doi.org/10.1159/000512880>
- Kalanj, K., Marshall, R., Karol, K., Tiljak, M. K., & Oreskovic, S. (2021). The Impact of COVID-19 on Hospital Admissions in Croatia. *Front Public Health*, 9, 720948. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.720948>
- Karim, S. S. A., & Karim, Q. A. (2021). Omicron SARS-CoV-2 variant: a new chapter in the COVID-19 pandemic. *Lancet*, 398(10317), 2126-2128. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02758-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02758-6)
- Kaye, A. D., Okeagu, C. N., Pham, A. D., Silva, R. A., Hurley, J. J., Arron, B. L., Sarfraz, N., Lee, H. N., Ghali, G. E., Gamble, J. W., Liu, H., Urman, R. D., & Cornett, E. M. (2021). Economic impact of COVID-19 pandemic on healthcare facilities and systems: International perspectives. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*, 35(3), 293-306. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2020.11.009>
- Keil, I., & Ludwig, P. (2009). Evangelische Diakonissenanstalt Augsburg. In Wißner-Verlag (Ed.). Augsburg.
- Khan, U., Mehta, R., Arif, M. A., & Lakhani, O. J. (2020). Pandemics of the past: A narrative review. *J Pak Med Assoc*, 70(Suppl 3)(5), S34-S37. <https://doi.org/10.5455/JPMA.11>
- Kilbourne, E. D. (2006). Influenza pandemics of the 20th century. *Emerg Infect Dis*, 12(1), 9-14. <https://doi.org/10.3201/eid1201.051254>

- Kinzelbach, A. (2020). Representation of Charity, Exemplary Catholics, or Model Noblemen? The “Schneidhaus”, a Surgical Fugger Hospital in Augsburg. *ARTis ON 10*
- Kirtipal, N., Bharadwaj, S., & Kang, S. G. (2020). From SARS to SARS-CoV-2, insights on structure, pathogenicity and immunity aspects of pandemic human coronaviruses. *Infect Genet Evol*, 85, 104502. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2020.104502>
- KJF Klinik Josefinum gGmbH. (2022). *Historie*. Retrieved 13.12.2022 from <https://www.josefinum.de/ueber-uns/historie/>
- Klinik Vincentinum GmbH & Co. KG. (2022). *Geschichte der Klinik Vincentinum*. Klinik Vincentinum GmbH & Co. KG. <https://www.klinik-vincentinum.de/quicklinks/impresum>
- Klinkhammer, G. (1996). Edward Jenner: 200 Jahre Pockenschutz. *Dtsch Arztebl International*, 93(46), A-3046.
- Königlich-Baierisches Regierungsblatt MDCCCVII, (1807). <http://mdz-nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:12-bsb10345219-7>
- Kramer, R., Klingeberg, A., Diercke, M., Claus, H., Hecht, J., Eckmanns, T., Abu Sin, M., & Haller, S. (2020). COVID-19 -Analysis of Incident Cases Reported Within the German Healthcare System. *Dtsch Arztebl Int*, 117(47), 809. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2020.0809>
- Kronseder, O. (1906). *Lesebuch zur Geschichte Bayerns*. Oldenbourg.
- Ksiazek, T. G., Erdman, D., Goldsmith, C. S., Zaki, S. R., Peret, T., Emery, S., Tong, S., Urbani, C., Comer, J. A., Lim, W., Rollin, P. E., Dowell, S. F., Ling, A. E., Humphrey, C. D., Shieh, W. J., Guarner, J., Paddock, C. D., Rota, P., Fields, B., . . . Group, S. W. (2003). A novel coronavirus associated with severe acute respiratory syndrome. *N Engl J Med*, 348(20), 1953-1966. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa030781>
- L., S., & Ulhart, P. (1566). *Lvcae Stenglii Avgvstani Qvaestiones III.: Qvarvm Prima Est. An Stimmi seu Antimonium aegrotantibus citra noxam exhiberi possit. Altera. An ratio curandae pestis a missione sanguinis, an ab Alexipharmaci usu auspicanda sit. Tertia. An pestem necessario sequatur febris*. In: *Avgvstae Vindelicorvm: Philippus Vihardus*.
- Lavine, J. S., Bjornstad, O. N., & Antia, R. (2021). Immunological characteristics govern the transition of COVID-19 to endemicity. *Science*, 371(6530), 741-745. <https://doi.org/10.1126/science.abe6522>
- Lengger, W. (2021). Ein Meilenstein in der Geschichte des deutschen Krankenhauswesens. In D. Schiersner (Ed.), *Augsburg - Stadt der Medizin. Historische Forschungen und Perspektiven* (pp. 452). Schnell & Steiner GmbH.
- Lengle, P. (2009a). Heilig-Geist-Spital. In *Stadtlexikon Augsburg*.
- Lengle, P. (2009b). Siechenhäuser. In: *Stadtlexikon Augsburg*.
- Lengle, P. (2009c). St. Servatius. In S. Augsburg (Ed.).
- Li, W., Shi, Z., Yu, M., Ren, W., Smith, C., Epstein, J. H., Wang, H., Crameri, G., Hu, Z., Zhang, H., Zhang, J., McEachern, J., Field, H., Daszak, P., Eaton, B. T., Zhang, S., & Wang, L. F. (2005). Bats are natural reservoirs of SARS-like coronaviruses. *Science*, 310(5748), 676-679. <https://doi.org/10.1126/science.1118391>
- Li, Y. T., Linster, M., Mendenhall, I. H., Su, Y. C. F., & Smith, G. J. D. (2019). Avian influenza viruses in humans: lessons from past outbreaks. *Br Med Bull*, 132(1), 81-95, Fig. 83. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldz036>
- Lippi, D., & Gotuzzo, E. (2014). The greatest steps towards the discovery of *Vibrio cholerae*. *Clin Microbiol Infect*, 20(3), 191-195. <https://doi.org/10.1111/1469-0691.12390>

- Lippi, D., Gotuzzo, E., & Caini, S. (2016). Cholera. *Microbiol Spectr*, 4(4). <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.PoH-0012-2015>
- Little, L. (2006). Life and Afterlife of the First Plague Pandemic. In L. Little (Ed.), *Plague and the End of Antiquity: The Pandemic of 541–750* (pp. 3-32). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511812934.004>
- Macpherson, J. (1884). *Annals of cholera : from the earliest periods to the year 1817*. H. K. Lewis.
- Mafi, J. N., Craff, M., Vangala, S., Pu, T., Skinner, D., Tabatabai-Yazdi, C., Nelson, A., Reid, R., Agniel, D., Tseng, C. H., Sarkisian, C., Damberg, C. L., & Kahn, K. L. (2022). Trends in US Ambulatory Care Patterns During the COVID-19 Pandemic, 2019-2021. *JAMA*, 327(3), 237-247. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.24294>
- Marckmann, G., Neitzke, G., Schildmann, J., Michalsen, A., Dutzmann, J., Hartog, C., Jobges, S., Knochel, K., Michels, G., Pin, M., Riessen, R., Rogge, A., Taupitz, J., & Janssens, U. (2020). Decisions on the allocation of intensive care resources in the context of the COVID-19 pandemic : Clinical and ethical recommendations of DIVI, DGINA, DGAI, DGIIN, DGNI, DGP, DGP and AEM. *Med Klin Intensivmed Notfmed*, 115(Suppl 3), 115-122. <https://doi.org/10.1007/s00063-020-00709-9> (Entscheidungen über die Zuteilung intensivmedizinischer Ressourcen im Kontext der COVID-19-Pandemie : Klinisch-ethische Empfehlungen der DIVI, der DGINA, der DGAI, der DGIIN, der DGNI, der DGP, der DGP und der AAEM.)
- Maringe, C., Spicer, J., Morris, M., Purushotham, A., Nolte, E., Sullivan, R., Rachet, B., & Aggarwal, A. (2020). The impact of the COVID-19 pandemic on cancer deaths due to delays in diagnosis in England, UK: a national, population-based, modelling study. *Lancet Oncol*, 21(8), 1023-1034. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(20\)30388-0](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(20)30388-0)
- Maxmen, A., & Mallapaty, S. (2021). The COVID lab-leak hypothesis: what scientists do and don't know. *Nature*, 594(7863), 313-315. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-01529-3>
- Morabia, A. (2020). Pandemics and the development of scientific methods in the history of epidemiology. *Colomb Med (Cali)*, 51(3), e104564. <https://doi.org/10.25100/cm.v50i3.4556>
- Morens, D. M., Daszak, P., Markel, H., & Taubenberger, J. K. (2020). Pandemic COVID-19 Joins History's Pandemic Legion. *mBio*, 11(3). <https://doi.org/10.1128/mBio.00812-20>
- Morens, D. M., Folkers, G. K., & Fauci, A. S. (2008). Emerging infections: a perpetual challenge. *Lancet Infect Dis*, 8(11), 710-719. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(08\)70256-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(08)70256-1)
- Morens, D. M., Folkers, G. K., & Fauci, A. S. (2009). What is a pandemic? *J Infect Dis*, 200(7), 1018-1021. <https://doi.org/10.1086/644537>
- Morens, D. M., Taubenberger, J. K., Harvey, H. A., & Memoli, M. J. (2010). The 1918 influenza pandemic: lessons for 2009 and the future. *Crit Care Med*, 38(4 Suppl), e10-20. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3181ceb25b>
- Nacoti, M., Ciocca, A., Giupponi, A., Brambillasca, P., Lussana, F., Pisano, M., & ... & Montaguti, C. (2020). At the Epicenter of the Covid-19 Pandemic and Humanitarian Crises in Italy: Changing Perspectives on Preparation and Mitigation. *NEJM* 1(2).
- Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina. (2020). *Coronavirus-Pandemie: Medizinische Versorgung und patientennahe Forschung in einem adaptiven Gesundheitssystem* https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2020_05_27_Stellungnahme_Corona_Gesundheitssystem.pdf

- Occo, A. (1535). *Was die Pestilentz an jr selbs sey*. Philipp Ulhart.
- Occo, A. (1564). Enchiridion sive, ut vulgo vocant dispensatorium, compositorum medicamentorum, pro Reipub. Augstburgensis Pharmacopoeis. In (pp. 261): Augsburg.
- Occo, A. (1573). Pharmacopoeia, Sev Medicamentarium pro Rep. Augustana. In. Augsburg: Michael Manger.
- Ochani, R., Asad, A., Yasmin, F., Shaikh, S., Khalid, H., Batra, S., Sohail, M. R., Mahmood, S. F., Ochani, R., Hussham Arshad, M., Kumar, A., & Surani, S. (2021). COVID-19 pandemic: from origins to outcomes. A comprehensive review of viral pathogenesis, clinical manifestations, diagnostic evaluation, and management. *Infez Med*, 29(1), 20-36. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33664170>
- Parums, D. V. (2022). Editorial: The 2022 World Health Organization (WHO) Priority Recommendations and Response to the Omicron Variant (B.1.1.529) of SARS-CoV-2. *Med Sci Monit*, 28, e936199. <https://doi.org/10.12659/MSM.936199>
- Paul Glezen, W., Schmier, J. K., Kuehn, C. M., Ryan, K. J., & Oxford, J. (2013). The burden of influenza B: a structured literature review. *Am J Public Health*, 103(3), e43-51. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2012.301137>
- Pekar, J. E., Magee, A., Parker, E., Moshiri, N., Izhikevich, K., Havens, J. L., Gangavarapu, K., Malpica Serrano, L. M., Crits-Christoph, A., Matteson, N. L., Zeller, M., Levy, J. I., Wang, J. C., Hughes, S., Lee, J., Park, H., Park, M. S., Ching Zi Yan, K., Lin, R. T. P., . . . Wertheim, J. O. (2022). The molecular epidemiology of multiple zoonotic origins of SARS-CoV-2. *Science*, 377(6609), 960-966. <https://doi.org/10.1126/science.abp8337>
- Perry, R. D., & Fetherston, J. D. (1997). Yersinia pestis--etiologic agent of plague. *Clin Microbiol Rev*, 10(1), 35-66. <https://doi.org/10.1128/CMR.10.1.35>
- Petersen, E., Koopmans, M., Go, U., Hamer, D. H., Petrosillo, N., Castelli, F., Storgaard, M., Al Khalili, S., & Simonsen, L. (2020). Comparing SARS-CoV-2 with SARS-CoV and influenza pandemics. *Lancet Infect Dis*, 20(9), e238-e244. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30484-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30484-9)
- Pettenkofer on Cholera. (1886). *Ind Med Gaz*, 21(8), 244-245. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28999667>
- Pfefferle, S., Oppong, S., Drexler, J. F., Gloza-Rausch, F., Ipsen, A., Seebens, A., Muller, M. A., Annan, A., Vallo, P., Adu-Sarkodie, Y., Kruppa, T. F., & Drosten, C. (2009). Distant relatives of severe acute respiratory syndrome coronavirus and close relatives of human coronavirus 229E in bats, Ghana. *Emerg Infect Dis*, 15(9), 1377-1384. <https://doi.org/10.3201/eid1509.090224>
- Pfenninger, E. G., Faust, J. O., Klingler, W., Fessel, W., Schindler, S., & Kaisers, U. X. (2022). [Escalation and de-escalation concept for intensive care beds in hospitals reserved for COVID-19]. *Anaesthesist*, 71(1), 12-20. <https://doi.org/10.1007/s00101-021-00982-z>
(Eskalations-/Deeskalationskonzept zur COVID-19-bedingten Freihaltung von Intensivkapazitäten an Kliniken.)
- Vollzug des Infektionsschutzgesetzes (IfSG). Vorläufige Ausgangsbeschränkung anlässlich der Corona-Pandemie, (2020). <https://www.verkuendung-bayern.de/baymbf/2020-152/>
- Phillips, N. (2021). The coronavirus is here to stay – here's what that means. *Nature*, 590(7846), 382 - 384.
- Piret, J., & Boivin, G. (2021). Pandemics throughout history. *Frontiers in microbiology*(11), 631736.
- Potter, C. W. (2001). A history of influenza. *J Appl Microbiol*, 91(4), 572-579. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2001.01492.x>

- Prasad, P. V. (2005). Medico - historical study of "Visucika" (Cholera). *Bull Indian Inst Hist Med Hyderabad*, 35(1), 1-20.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17333658>
- Pujol-Lereis, V. A., Flores, A., Barboza, M. A., Abanto-Argomedo, C., Amaya, P., Bayona, H., Bonardo, P., Diaz-Escobar, L., Gomez-Schneider, M., Gongora-Rivera, F., Lavados, P. M., Leon, C., Luraschi, A., Marquez-Romero, J. M., Ouriques-Martins, S. C., Navia, V. H., Ruiz-Franco, A., Vences, M. A., Zurru, M. C., . . . Latin American Stroke rEgistry, C.-C. (2021). COVID-19 Lockdown Effects on Acute Stroke Care in Latin America. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 30(9), 105985. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.105985>
- Qadri, F., Bhuiyan, T. R., Sack, D. A., & Svennerholm, A. M. (2013). Immune responses and protection in children in developing countries induced by oral vaccines. *Vaccine*, 31(3), 452-460.
<https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2012.11.012>
- Radlkofer, M. (1893). Die humanistischen Bestrebungen der Augsburger Ärzte im 16. Jahrhundert. *Zeitschrift des Historischen Vereins für Schwaben und Neuburg*, 20, 26, 27, 28, 29, 30, 31.
- Range, G., Hakim, R., & Motreff, P. (2020). Where have the ST-segment elevation myocardial infarctions gone during COVID-19 lockdown? *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes*, 6(3), 223-224. <https://doi.org/10.1093/ehjqcco/qcaa034>
- Rebaudet, S., Dely, P., Boncy, J., Henrys, J. H., & Piarroux, R. (2021). Toward Cholera Elimination, Haiti. *Emerg Infect Dis*, 27(11), 2932-2936.
<https://doi.org/10.3201/eid2711.203372>
- Reinke, C. E., Wang, H., Thompson, K., Paton, B. L., Sherrill, W., Ross, S. W., Schiffen, L., & Matthews, B. D. (2023). Impact of COVID-19 on common non-elective general surgery diagnoses. *Surg Endosc*, 37(1), 692-702.
<https://doi.org/10.1007/s00464-022-09154-5>
- Reusken, C. B., Haagmans, B. L., Muller, M. A., Gutierrez, C., Godeke, G. J., Meyer, B., Muth, D., Raj, V. S., Smits-De Vries, L., Corman, V. M., Drexler, J. F., Smits, S. L., El Tahir, Y. E., De Sousa, R., van Beek, J., Nowotny, N., van Maanen, K., Hidalgo-Hermoso, E., Bosch, B. J., . . . Koopmans, M. P. (2013). Middle East respiratory syndrome coronavirus neutralising serum antibodies in dromedary camels: a comparative serological study. *Lancet Infect Dis*, 13(10), 859-866.
[https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(13\)70164-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(13)70164-6)
- Richter-Kuhlmann, E. (2016). Universitätsmedizin: Neuer Standort Augsburg. *Dtsch Arztebl*, 113(29-30), A-1361 / B-1149 / C-1129.
- Riedel, S. (2005). Plague: from natural disease to bioterrorism. *Proc (Bayl Univ Med Cent)*, 18(2), 116-124. <https://doi.org/10.1080/08998280.2005.11928049>
- RKI. (2022a). *Anzahl und Anteile von VOC und VOI in Deutschland*
https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Daten/VOC_VOI_Tabelle.html
- RKI. (2022b). *COVID-19: Fallzahlen in Deutschland und weltweit*. Robert Koch Institut. Retrieved 28.10.2022 from
https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Fallzahlen.html
- RKI. (2022c). *FAQ zu Coronavirus SARS-CoV-2*. Robert Koch Institut. Retrieved 28.11.2022 from
https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/NCOV2019/FAQ_Liste_Fallzahlen_Meldungen.html#FAQId13972158
- Robert Koch Institut. *Retrospektive SARS-CoV-2-Inzidenzen - SK Augsburg*.
[SurvStat@RKI 2.0 https://survstat.rki.de/](https://survstat.rki.de/)
- Rommel, A., Lippe, E. V., Plass, D., Ziese, T., Diercke, M., Heiden, M. A., Haller, S., Wengler, A., & Group, B. S. (2021). The COVID-19 Disease Burden in Germany in 2020-Years of Life Lost to Death and Disease Over the Course of

- the Pandemic. *Dtsch Arztebl Int*, 118(9), 145-151.
<https://doi.org/10.3238/arztebl.m2021.0147>
- Rosen, W. (2007). *Justinian's Flea: The First Great Plague and the End of the Roman Empire*. Penguin.
- Ruggeri, M., Signorini, A., Caravaggio, S., Rua, J., Luis, N., Braz, S., & Aragao, F. (2022). Estimation Model for Healthcare Costs and Intensive Care Units Access for Covid-19 Patients and Evaluation of the Effects of Remdesivir in the Portuguese Context: Hypothetical Study. *Clin Drug Investig*, 42(4), 345-354.
<https://doi.org/10.1007/s40261-022-01128-8>
- Rusinger, M. (2021). Von Brüchen und Steinen. Das Behandlungsspektrum im Schneidhaus der Fugger. In *Augsburg – Stadt der Medizin. Historische Forschungen und Perspektiven* (pp. 265-279). Dietmar Schiersner.
- RWI. (2021a). *Analysen zum Leistungsgeschehen der Krankenhäuser und zur Ausgleichspauschale in der Corona-Krise. Ergebnisse für den Zeitraum Januar bis Dezember 2020 Im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit*.
https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/C/Coronavirus/Analyse_Leistungen_Ausgleichszahlungen_2020_Corona-Krise.pdf
- RWI. (2021b). *Analysen zum Leistungsgeschehen der Krankenhäuser und zur Ausgleichspauschale in der Corona-Krise. Ergebnisse für den Zeitraum Januar bis Mai 2021. Im Auftrag des Bundesministerium für Gesundheit*.
https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/C/Coronavirus/20211123_Analyse_Leistungen_Ausgleichszahlungen_Jan_Mai_2021.pdf
- Salzbrunn, I. (1973). Das Ende des Augsburger Collegium Medicum. *Bayerisches Ärzteblatt*, 2(73), 156-162.
- Sander-Sawatzki, S. (2021). Für kleine unbemittelte Kinder. In D. Schiersner (Ed.), *Augsburg - Stadt der Medizin. Historische Forschungen und Perspektiven* (pp. 406). Schnell & Steiner GmbH.
- Sarris, P. (2002). The Justinianic plague: Origins and effects. *Continuity and Change*, 17(2), 169-182. <https://doi.org/10.1017/S0268416002004137>
- Satiani, B., & Davis, C. A. (2020). The financial and employment effects of coronavirus disease 2019 on physicians in the United States. *J Vasc Surg*, 72(6), 1856-1863. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.08.031>
- Schadewaldt, H. (1975). Die Entdeckung des Cholera-Erregers. *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 100(41), 2199-2122. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1106510>
- Schilling, J., Buda, S., & Tolksdorf, K. (2022). Second update of the "Retrospective phase classification of the COVID-19 pandemic in Germany. *Epid Bull*, 10, 3-5.
<https://doi.org/10.25646/978>
- Schreiber, F., & Grünsteudel, G. (2009a). Ostkrankenhaus. In Augsburg: Wißner-Verlag.
- Schreiber, F., & Grünsteudel, G. (2009b). Vincentinum Klinik Augsburg. In Augsburg: Wißner-Verlag.
- Schreiber, F., & Grünsteudel, G. (2009c). Westkrankenhaus. In Augsburg: Wißner-Verlag.
- Schretzenmayr, A. (1982). 400-Jahr-Feier des Collegium Medicum Augustanum: Erste staatlich anerkannte Landesvertretung der Ärzte. *Dtsch Arztebl* 79(42), A-67.
- Schröer, D., Kamp, A., & Bohne, P. (2020). Rückkehr in den Regelbetrieb erst in Monaten möglich. *Krankenhaus*, 6, 466-470.
- Selwyn, S. (1977). Cholera old and new. *Proc R Soc Med*, 70(5), 301-302.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/327479>

- Senat, A. (1852). Ordnung zwischen den Herren Doctorn Medicinae zu Augspurg: mit eines Ersamen Rahts daselbsten wissen vnd bewilligung auffgericht. Decretum in Senatu Augustano. In. Augspurg: Schönig V. .
- Sessa, K. (2019). The new environmental fall of Rome: a methodological consideration. *Journal of Late Antiquity*, 12(1), 211.
- Sharp, P. M., & Hahn, B. H. (2011). Origins of HIV and the AIDS pandemic. *Cold Spring Harb Perspect Med*, 1(1), a006841. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a006841>
- Shechter, A., Diaz, F., Moise, N., Anstey, D. E., Ye, S., Agarwal, S., Birk, J. L., Brodie, D., Cannone, D. E., Chang, B., Claassen, J., Cornelius, T., Derby, L., Dong, M., Givens, R. C., Hochman, B., Homma, S., Kronish, I. M., Lee, S. A. J., . . . Abdalla, M. (2020). Psychological distress, coping behaviors, and preferences for support among New York healthcare workers during the COVID-19 pandemic. *Gen Hosp Psychiatry*, 66, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2020.06.007>
- Shepherd, J., & Friedland, G. (2020). Preventing COVID-19 Collateral Damage. *Clin Infect Dis*, 71(6), 1564-1567. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa772>
- Sim, B., & Nam, E. W. (2022). The Impact of COVID-19 Pandemic on Outpatient Visits for All-Cause and Chronic Diseases in Korea: A Nationwide Population-Based Study. *Int J Environ Res Public Health*, 19(9). <https://doi.org/10.3390/ijerph19095674>
- Smith, G. D. (2002). Commentary: Behind the Broad Street pump: aetiology, epidemiology and prevention of cholera in mid-19th century Britain. *Int J Epidemiol*, 31(5), 920-932. <https://doi.org/10.1093/ije/31.5.920>
- Snow, J. (1856a). Cholera and the Water Supply in the South Districts of London in 1854. *J Public Health Sanit Rev*, 2(7), 239-257. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30378891>
- Snow, J. (1856b). On the Mode of Communication of Cholera. *Edinb Med J*, 1(7), 668-670. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29647347>
- Spengler, J. (1879). *Das Krankenhaus zu Augspurg: erbaut in den Jahren 1856-1859*. Commissionsverlag von Lampart & Comp.
- Spyrou, M. A., Tikhbatova, R. I., Wang, C. C., Valtuena, A. A., Lankapalli, A. K., Kondrashin, V. V., Tsybin, V. A., Khokhlov, A., Kuhnert, D., Herbig, A., Bos, K. I., & Krause, J. (2018). Analysis of 3800-year-old *Yersinia pestis* genomes suggests Bronze Age origin for bubonic plague. *Nat Commun*, 9(1), 2234. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04550-9>
- Stadt Augspurg. (2022). *Coronavirus – Fallzahlen in Augspurg. Hinweis*. Retrieved 28.10.2022 from <https://www.augspurg.de/umwelt-soziales/gesundheit/coronavirus/fallzahlen>
- Städtisches Krankenhaus (Augsburg). (1865). Dienstes-Instruktion für die Assistenz-Aerzte des Krankenhauses zu Augspurg. In (pp. 1-12). Augspurg: Rackl&Lochner.
- Steensma, D. P., & Kyle, R. A. (2020). Alexandre Yersin: Discoverer of the Plague Bacillus. *Mayo Clin Proc*, 95(1), e7-e8. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2019.11.006>
- Stein, C. (2003). *Die Behandlung der Franzosenkrankheit in der Frühen Neuzeit am Beispiel Augspurgs* (Vol. 19). Steiner Verlag.
- Stiftungs-Administration, F. u. G. F. *Die Fuggerei*. Retrieved 08.07.2022 from <https://www.fugger.de/fuggerei>
- Stringhini, S., Zaballa, M. E., Pullen, N., de Mestral, C., Perez-Saez, J., Dumont, R., Picazio, A., Pennacchio, F., Dibner, Y., Yerly, S., Baysson, H., Vuilleumier, N., Balavoine, J. F., Bachmann, D., Trono, D., Pittet, D., Chappuis, F., Kherad, O., Kaiser, L., . . . Guessous, I. (2021). Large variation in anti-SARS-CoV-2

- antibody prevalence among essential workers in Geneva, Switzerland. *Nat Commun*, 12(1), 3455. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-23796-4>
- Surek, A., Ferahman, S., Gemici, E., Dural, A. C., Donmez, T., & Karabulut, M. (2021). Effects of COVID-19 pandemic on general surgical emergencies: are some emergencies really urgent? Level 1 trauma center experience. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 47(3), 647-652. <https://doi.org/10.1007/s00068-020-01534-7>
- Sutton, T. C. (2018). The Pandemic Threat of Emerging H5 and H7 Avian Influenza Viruses. *Viruses*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/v10090461>
- Taubenberger, J. K., & Morens, D. M. (2006). 1918 Influenza: the mother of all pandemics. *Emerg Infect Dis*, 12(1), 15-22 - S.19. <https://doi.org/10.3201/eid1201.050979>
- Tegally, H., Moir, M., Everatt, J., Giovanetti, M., Scheepers, C., Wilkinson, E., Subramoney, K., Makatini, Z., Moyo, S., Amoako, D. G., Baxter, C., Althaus, C. L., Anyaneji, U. J., Kekana, D., Viana, R., Giandhari, J., Lessells, R. J., Maponga, T., Maruapula, D., . . . de Oliveira, T. (2022). Emergence of SARS-CoV-2 Omicron lineages BA.4 and BA.5 in South Africa. *Nat Med*, 28(9), 1785-1790. <https://doi.org/10.1038/s41591-022-01911-2>
- Theves, C., Biagini, P., & Crubezy, E. (2014). The rediscovery of smallpox. *Clin Microbiol Infect*, 20(3), 210-218. <https://doi.org/10.1111/1469-0691.12536>
- Tononi, A. G. (1884). La peste dell'anno 1348. *Giornale linguistico di Archeologia*(11), 139, 144-146.
- Trilla, A., Trilla, G., & Daer, C. (2008). The 1918 "Spanish flu" in Spain. *Clin Infect Dis*, 47(5), 668-673. <https://doi.org/10.1086/590567>
- Trumello, C., Bramanti, S. M., Ballarotto, G., Candelori, C., Cerniglia, L., Cimino, S., Crudele, M., Lombardi, L., Pignataro, S., Viceconti, M. L., & Babore, A. (2020). Psychological Adjustment of Healthcare Workers in Italy during the COVID-19 Pandemic: Differences in Stress, Anxiety, Depression, Burnout, Secondary Trauma, and Compassion Satisfaction between Frontline and Non-Frontline Professionals. *Int J Environ Res Public Health*, 17(22). <https://doi.org/10.3390/ijerph17228358>
- Universitätsklinikum Augsburg. (2023a). *Geschichte und Zukunft - Über 150 Jahre Dienst am Menschen*. <https://www.uk-augsburg.de/ueber-uns/wir-ueber-uns/geschichte-und-zukunft>
- Universitätsklinikum Augsburg. (2023b). *Kliniken und Einrichtungen*. Retrieved 02.01.2022 from <https://www.uk-augsburg.de/einrichtungen/ueberblick>
- Virchow, R., & Hirsch, A. (1894). *Jahresbericht über die Leistungen und Fortschritte in der gesamten Medicin* (Vol. 28). A. Hirschwald.
- Visci, G., Zunarelli, C., Violante, F., & Boffetta, P. (2021). One year of SARS-CoV-2 pandemic: comparison of infection between health care workers and general population before and after vaccination. *Med Lav*, 112(6), 436-443. <https://doi.org/10.23749/mdl.v112i6.12213>
- Vogt, S. (2021). Die Entwicklung der deutschen Orthopädie am Beispiel der Hessing Stiftung. In D. Schiersner (Ed.), *Augsburg - Stadt der Medizin. Historische Forschungen und Perspektiven* (pp. 441). Schnell & Steiner GmbH.
- Volz, E., Mishra, S., Chand, M., Barrett, J. C., Johnson, R., Geidelberg, L., Hinsley, W. R., Laydon, D. J., Dabrera, G., O'Toole, A., Amato, R., Ragonnet-Cronin, M., Harrison, I., Jackson, B., Ariani, C. V., Boyd, O., Loman, N. J., McCrone, J. T., Goncalves, S., . . . Ferguson, N. M. (2021). Assessing transmissibility of SARS-CoV-2 lineage B.1.1.7 in England. *Nature*, 593(7858), 266-269. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03470-x>
- Wachtler, B., Neuhauser, H., Haller, S., Grabka, M. M., Zinn, S., Schaade, L., Hovener, C., & Hoebel, J. (2021). The Risk of Infection with SARS-CoV-2 Among

- Healthcare Workers During the Pandemic. *Dtsch Arztebl Int*, 118(49), 842-843. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2021.0376>
- Wagenstiel, C. J. (1822). *Versuch einer Geschichte der Stadt Augsburg: ein Lesebuch für alle Stände. Von Maximilian I. Regierungsantritt (1493) bis auf das Jahr 1628* (Vol. 2). Bäumer.
- Wagner, D. M., Klunk, J., Harbeck, M., Devault, A., Waglechner, N., Sahl, J. W., Enk, J., Birdsell, D. N., Kuch, M., Lumibao, C., Poinar, D., Pearson, T., Fourment, M., Golding, B., Riehm, J. M., Earn, D. J., Dewitte, S., Rouillard, J. M., Grupe, G., . . . Poinar, H. (2014). *Yersinia pestis* and the plague of Justinian 541-543 AD: a genomic analysis. *Lancet Infect Dis*, 14(4), 319-326. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(13\)70323-2](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(13)70323-2)
- Wainwright, M. (2001). Microbiology before Pasteur. *Microbiology Today*, 28, 20.
- Wang, Y., Chen, R., Hu, F., Lan, Y., Yang, Z., Zhan, C., Shi, J., Deng, X., Jiang, M., Zhong, S., Liao, B., Deng, K., Tang, J., Guo, L., Jiang, M., Fan, Q., Li, M., Liu, J., Shi, Y., . . . Tang, X. (2021). Transmission, viral kinetics and clinical characteristics of the emergent SARS-CoV-2 Delta VOC in Guangzhou, China. *EClinicalMedicine*, 40, 101129. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2021.101129>
- Wheelis, M. (2002). Biological warfare at the 1346 siege of Caffa. *Emerg Infect Dis*, 8(9), 971-975. <https://doi.org/10.3201/eid0809.010536>
- WHO. (2003). *Summary of probable SARS cases with onset of illness from 1 November 2002 to 31 July 2003* <https://www.who.int/publications/m/item/summary-of-probable-sars-cases-with-onset-of-illness-from-1-november-2002-to-31-july-2003>
- WHO. (2019). MERS-CoV Global Summary and Assessment of Risk. In. Geneva: World Health Organization.
- WHO. (2020). *Pneumonia of unknown cause – China* <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2020-DON229>
- WHO. (2022a). *Coronavirus (COVID-19) Dashboard* <https://covid19.who.int/>
- WHO. (2022b). International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems - ICD10. <https://www.icd-code.de/icd/code/ICD-10-GM.html>
- WHO. (2022c). *WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19* <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
- Wikimedia Commons. *Filippo pacini cholera discovery*. Retrieved 24.12.2022 from https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Filippo_pacini_cholera_discovery.gif
- Winkler, R. (2005). Schaezler, Ferdinand Freiherr von. In *Neue Deutsche Biographie*. <https://www.deutsche-biographie.de/gnd117100587.html>
- Wirth, J. C. (1846). *Augsburg wie es ist!: Beschreibung aller Merkwürdigkeiten dieser altberühmten Stadt mit Bezug auf Kunst, Handel, Fabriken, Gewerbe: ein Hand- und Adreßbuch für alle*. Druck und Verlag J.C. Wirth. nbn:de:bvb:12-bsb10387135-5
- Wissenschaftsrat. (2016, 08.07.2016). *Positives Votum für den Aufbau einer Universitätsmedizin in Augsburg* https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/pm_1416.pdf?blob=publicationFile&v=1
- Wojczyk, M., & Kowalska, M. (2020). Prevalence of SARS-CoV-2 infection and risk factors in health care workers. *Przegl Epidemiol*, 74(4), 606-619. <https://doi.org/10.32394/pe.74.52>
- Worobey, M., Levy, J. I., Malpica Serrano, L., Crits-Christoph, A., Pekar, J. E., Goldstein, S. A., Rasmussen, A. L., Kraemer, M. U. G., Newman, C., Koopmans, M. P. G., Suchard, M. A., Wertheim, J. O., Lemey, P., Robertson, D. L., Garry, R. F., Holmes, E. C., Rambaut, A., & Andersen, K. G. (2022). The Huanan Seafood Wholesale Market in Wuhan was the early epicenter of the

- COVID-19 pandemic. *Science*, 377(6609), 951-959.
<https://doi.org/10.1126/science.abp8715>
- Yang, C. C., Chen, Y. S., & Chen, J. (2022). The Impact of the COVID-19 Pandemic on Food Consumption Behavior: Based on the Perspective of Accounting Data of Chinese Food Enterprises and Economic Theory. *Nutrients*, 14(6).
<https://doi.org/10.3390/nu14061206>
- Zaki, A. M., van Boheemen, S., Bestebroer, T. M., Osterhaus, A. D., & Fouchier, R. A. (2012). Isolation of a novel coronavirus from a man with pneumonia in Saudi Arabia. *N Engl J Med*, 367(19), 1814-1820.
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa1211721>
- Zeilinger, E. L., Lubowitzki, S., Unseld, M., Schneckenreiter, C., Heindl, D., Staber, P. B., Raderer, M., Valent, P., Zochbauer-Muller, S., Bartsch, R., Prager, G., Jaeger, U., & Gaiger, A. (2022). The impact of COVID-19 on cancer care of outpatients with low socioeconomic status. *Int J Cancer*, 151(1), 77-82.
<https://doi.org/10.1002/ijc.33960>
- Zellinger-Kratzl. (2007). *175 Jahre Barmherzige Schwestern in Bayern 1832 - 2007*. Don Bosco Kommunikation 2007.
- Zerbini, G., Ebigbo, A., Reicherts, P., Kunz, M., & Messman, H. (2020). Psychosocial burden of healthcare professionals in times of COVID-19 - a survey conducted at the University Hospital Augsburg. *Ger Med Sci*, 18, Doc05.
<https://doi.org/10.3205/000281>
- Zhong, N. S., Zheng, B. J., Li, Y. M., Poon, Xie, Z. H., Chan, K. H., Li, P. H., Tan, S. Y., Chang, Q., Xie, J. P., Liu, X. Q., Xu, J., Li, D. X., Yuen, K. Y., Peiris, & Guan, Y. (2003). Epidemiology and cause of severe acute respiratory syndrome (SARS) in Guangdong, People's Republic of China, in February, 2003. *Lancet*, 362(9393), 1353-1358. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(03\)14630-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(03)14630-2)
- Zietz, B. P., & Dunkelberg, H. (2004). The history of the plague and the research on the causative agent *Yersinia pestis*. *Int J Hyg Environ Health*, 207(2), 165-178.
<https://doi.org/10.1078/1438-4639-00259>

Appendix

I. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
aG-DRG	ausgegliederte "German Diagnosis Related Groups"
AIDS	Erworbenes Immunschwächesyndrom
B	Begleitperson
BPfIV	Bundespfllegesatzverordnung
bzw.	beziehungsweise
ca.	ungefähr, lat. "circa"
CMI	Case Mix Index
CMP	Case Mix Punkte / Relativgewichtspunkte
COVID-19	Voronavirus Disease 2019
DMMI	Deutsches Medizinhistorisches Museum Ingolstadt
DNS	Desoxyribonukleinsäure
DRG	Diagnosis Related Groups / diagnosebezogene Fallgruppen
DWH	engl. Datawarehouse
E	Einweisung durch einen Arzt
engl.	Englisch
Et. al.	und andere, lat. „et alii“
Etc.	und die übrigen, lat. „et cetera“
G	Geburt
Ggf.	gegebenenfalls
GKV	Verband der Gesetzlichen Krankenversicherungen
H	Hämagglutinin
HCoV	Human Coronavirus
HIV	Humane Immunschwächeviren
ICD	engl. International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
IfSG	Infektionsschutzgesetz
Jh.	Jahrhundert
KHG	Krankenhausfinanzierungsgesetz
KIS	Krankenhausinformationssystem
KV	Kassenärztliche Vereinigung
lat.	Lateinisch
M	arithmetisches Mittel
Md	Median
MERS- CoV	engl. Middle East respiratory syndrome-related coronavirus
MIO	Million(en)
Mrd.	Milliarde(n)
N,n	Großbuchstaben N = Gesamtanzahl der Grundgesamtheit; auch Notfall; Neuraminidase; Kleinbuchstaben (n) = Größe der Stichprobe;

n. Chr.	nach Christus
nachstat.	nachstationär
o.g.	oben genannt
OP	Operation
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
PCR	engl. Polymerase Chain Reaction, Polymerase-Kettenreaktion
R	Aufnahme aus Rehabilitationseinrichtung
R	Spannweite (engl. Range)
RKI	Robert Koch-Institut
RWI	Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung der Technischen Universität Berlin
S.	Seite(n)
SARS	Schweres Akutes Respiratorisches Syndrom
SARS-CoV-2	engl. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2
SD	Standarddeviation
sog.	sogenannt
Tab.	Tabelle
TAVI	engl. Transcatheter Aortic Valve Implantation, transkatheter Aortenklappenimplantation
teilstat.	teilstationär
u.ä.	und ähnlich
u.a.	unter anderem
Übers. d. Verf.	Übersetzung des Verfassers
UKA	Universitätsklinikum Augsburg
V	Verlegung
v. Chr.	vor Christus
vgl.	vergleiche
VoC	Variant of Concern
VWD	Verweildauer
w.o.	weiter oben, wie oben
WHO	World Health Organisation
Z	Einweisung durch einen Zahnarzt
z.B.	zum Beispiel
Z.n.	Zustand nach

II. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Ausbreitung und Infektionsrouten der zweiten Pest-Pandemie. Quelle: modifiziert nach Bos Kl. 2011, S. 510 – Karte: OpenStreetMap – Open Data Commons Lizenz (ODbL).....	9
Abb. 2: Frontispiz der Novellensammlung „il Decamerone“. Boccaccio G. 1761, Bildertitel.....	11
Abb. 3: Zeitstrahl mit Einordnung der drei Pest-Pandemien	12
Abb. 4: Asiatische Cholera - oberflächliche Korrosionen der Mukosa aus dem mittleren Teil des Dünndarms (Übers. d. Verf.), Filippo Pacini, istituto anatomico di Firenze 1854. Quelle: Wikimedia Commons	13
Abb. 5: U- und W-förmige kombinierte Influenza- und Lungenentzündungssterblichkeit pro 100.000 Personen nach Altersgruppen in den USA 1911-1918. Quelle: modifiziert nach Taubenberger K, 2006, S.19	18
Abb. 6: Zeitleiste der wichtigsten Influenza-Ausbrüche. Quelle: modifiziert nach Li YT.2019, S.83.....	19
Abb. 7: Inzidenzverlauf in Deutschland nach Kalenderwochen 2021-2022. Farblich ist die jeweils vorherrschende VOC dargestellt	25
Abb. 8: Zange, Skalpell und Wundsonden aus einem Militärlager der augusteischen Epoche in Augsburg. Quelle: eigene Aufnahmen	26
Abb. 9: Epitaph des Adolph Occo im Ostflügel des Kreuzganges am Augsburger Dom , Sandstein um 1503, Quelle: eigene Aufnahme	29
Abb. 10: Verlauf der stationären Fallzahlen, der Case mix Punkte (CMP) und des Case Mix Index (CMI) der Jahre 2019-2021 am Universitätsklinikum Augsburg.....	44
Abb. 11: Monatliche Entwicklung der stat. Fallzahlen in den Jahren 2019, 2020 und 2021	44
Abb. 12: Case Mix Index (CMI) - Entwicklung pro Monat in den Jahren 2019-2020 ...	45
Abb. 13: Entwicklung der Gesamtheit der stationären Fallzahlen und der SARS-CoV-2 Fälle am UKA (Balken) sowie der 7-Tage-SARS-CoV-2-Inzidenz pro 100.000 Einwohner in Augsburg pro Kalenderwoche in 2020 und im ersten Halbjahr 2021. KW der Lockdown-Phasen in der Graphik farblich markiert.....	47
Abb. 14: Verlauf der Summe der Belegungstage je Kalenderwoche in den Jahren 2019 und 2020. Lockdown-Phasen farblich markiert.....	48
Abb. 15: Anteil der SARS-CoV-2 Fälle an der Gesamtheit der stationären Fälle am UKA in 2020 und im ersten Halbjahr 2021 differenziert nach Normalpflegebereich und den Intensivstationen. Lockdown-Phasen farblich markiert.....	49
Abb. 16: Entwicklung der stationären Fälle (Anzahl pro Kalenderwoche) in der Normalpflege und in der Intensivmedizin sowie der SARS-CoV-2 Fälle (Balken) am UKA. KW der Lockdown-Phasen farblich markiert	50
Abb. 17: Vergleich der Fallzahlen am UKA in den Jahren 2019 und 2020 nach Aufnahmegrund: Einweisung durch einen Arzt (E), Notfall (N), Verlegung mit Behandlungsdauer im verlegenden Krankenhaus länger als 24 Stunden + Verlegung mit Behandlungsdauer im verlegenden Krankenhaus bis zu 24 Stunden (V) und Geburt (G)	51
Abb. 18: Verlauf der Aufnahmegründe pro Kalenderwoche für 2020. Eine Reduktion der Fälle für Einweisung (E) und Notfall (N) im März und November 2020 ist ablesbar. V weist einen konstanten Verlauf auf. Lockdown-Phasen farblich markiert.....	52
Abb. 19: Stationäre Konversionsrate der Notaufnahme: Verlauf des Anteiles der stationären Aufnahmen der Notaufnahme am UKA in 2019 und 2020. Lockdown-Phasen farblich markiert	53
Abb. 20: Anzahl ambulante Notfälle am UKA 2019-2021. Evident ist der Fallzahlrückgang um 22% in 2020 und 2021 in Vergleich zum präpandemischen Jahr	

2019	54
Abb. 21: Entwicklung der ambulanten Notfälle (Fallzahlen) und SARS-CoV-2-Inzidenz in Augsburg. Deutlich ist der Abfall der Fallzahlen im zweiten Quartal erkennbar. Lockdown-Phasen farblich markiert	54
Abb. 22: Gesamtzahl der in den Hochschulambulanzen (HSA) behandelten Fälle 2019-2021	56
Abb. 23: Monatliche Entwicklung der Fälle in den Hochschulambulanzen 2019-2021. Im zweiten Quartal 2020 fällt der erwartete Peak aus (im Bereich der ovalen, grauen Markierung)	57
Abb. 24: Entwicklung der Leistungen nach OPS-Klassifizierung am UKA in 2020. Lockdown-Phasen farblich markiert.	59
Abb. 25: Relative Entwicklung (in Prozent) der Leistungen nach OPS-Klassifizierung in 2020 in Bezug auf die Gesamtanzahl der Leistungen. Lockdown-Phasen farblich markiert.....	60
Abb. 26: Leistungsvolumen Operative Eingriffe (Fälle) pro Quartal der Jahre 2019-2021	61
Abb. 27: Anzahl der betriebenen Operationssäle und vom OP-Management geplantes Soll für die Jahre 2019-2021	62
Abb. 28: Entwicklung der Operationen mit Anästhesie in der Regeldienstzeit (RD) und im Bereitschaftsdienst (BD) 2019-2021.....	62
Abb. 29: Anteil der operativen Eingriffe an den Gesamtleistungen, Anteil SARS-CoV-2-Fälle am UKA und SARS-COV-2 Inzidenz in Augsburg. Lockdown-Phasen farblich markiert.....	63
Abb. 30: Anteil der „regulär beendeten Behandlungen“ an der Gesamtheit der Entlass- und Verlegungsgründe pro Kalenderwoche 2020. Lockdown-Phasen farblich markiert	64
Abb. 31: Anteil der Verlegungen mit Entlassgrund „Verlegung in Rehabilitation, Pflegeeinrichtung oder Hospiz“ pro Kalenderwoche 2020. Lockdown-Phasen farblich markiert.....	65
Abb. 32: Anteil der verstorbenen Patienten (=Merkmal Entlassgrund 7) an der Gesamtheit der stationären Patienten pro Kalenderwoche in 2020. Lockdown-Phasen farblich markiert	66
Abb. 33: Anteil der Todesfälle an der Gesamtheit der stationären Fälle differenziert nach SARS-CoV-2-Infektion / keine SARS-CoV-2-Infektion. Lockdown-Phasen farblich markiert.....	67
Abb. 34: Anteil der Todesfälle bei intensivmedizinischen Fällen (entlassende Station = Intensivstation) differenziert nach SARS-CoV-2 Infektion / Keine SARS-CoV-2-Infektion. Lockdown-Phasen farblich markiert.....	68
Abb. 35: Verteilung der Todesfälle bei stationären Patienten in Bezug auf Klassifikation Notfall / kein Notfall in den Jahren 2019, 2020 und erstes Halbjahr 2021.....	68
Abb. 36: Anteil der Todesfälle differenziert nach Notfall / kein Notfall als Aufnahmegrund. Lockdown-Phasen farblich markiert	69
Abb. 37: Anteil der Todesfälle differenziert nach Fällen mit ausschließlicher Behandlung in der Normalpflege und Fällen mit intensivmedizinischer Behandlung im stationären Aufenthalt. Lockdown-Phasen farblich markiert.....	70
Abb. 38: Kumulative Darstellung der Entwicklung der stationären Fallzahlen, der SARS-CoV-2 Fälle am UKA sowie der SARS-CoV-2-Inzidenz in Augsburg (Balken) pro Kalenderwoche in 2020 und im ersten Halbjahr 2021. Lockdown-Phasen in der Graphik farblich markiert	74

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Phasen der COVID-19-Pandemie in Deutschland in den Jahren 2020 / 2021. Quelle: modifiziert nach Schilling J. 2022, S.4.....	25
Tabelle 2: Korrelation zwischen Anzahl stationärer Fälle sowie der Anzahl der Fälle in der Normalpflege in 2020 und der SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg	47
Tabelle 3: Korrelation zwischen der Anzahl der intensivmedizinischen Fälle im Jahr 2020 und der SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg.....	50
Tabelle 4: Korrelation zwischen Anzahl stationärer Fälle aus der Notaufnahme und der SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg.....	53
Tabelle 5: Korrelation zwischen der Anzahl ambulanter Notfälle und der SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg in den Jahren 2020 und im ersten Halbjahr 2021	55
Tabelle 6: Korrelation zwischen der Anzahl der Leistungen „OP“ und der SARS-CoV-2 Inzidenz in Augsburg	63