

Auswirkungen von Pandemiesituationen auf Gesundheitsstrukturen

Flexible Gesundheitsstrukturen für die schnelle Erkennung und Isolation von Infektionsrisiken
Flexible healthcare design for quick detection and isolation of infection risks

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs / Diplom-Ingenieurin
unter der Leitung von

Wurzer Gabriel

Privatdoz. Dipl.-Ing. Dr.techn

E259 - Institut für Architekturwissenschaften

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

Julia Vorraber

Matr. Nr. 01624764

[Redacted signature area]

Wien, am _____ Datum Unterschrift



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Abstract

*in Deutsch und Englisch: Eine gekürzte präzise Darstellung des Inhalts ohne weitere Interpretation
(max. 1 Seite)*

Mit nur wenigen Ausnahmen wurden Krankenhäuser und Gesundheitseinrichtungen in der Vergangenheit auf die unmittelbaren Bedürfnisse und bestenfalls noch auf vorhersehbare Bedürfnisse in unmittelbarer Zukunft der Menschen ausgelegt. Im Zusammenhang mit dem Projektbudget wurden die Einrichtungen oft sehr wirtschaftlich effizient und mit maximaler Ausnutzung der geplanten Flächen gebaut. Im Nachhinein merkte man oft, dass die Einrichtung veränderbaren Anforderungen nicht gerecht war. Schnell wurde begonnen an möglichen Ecken und Kanten zu ergänzen und umzubauen bis schließlich nach unzähligen Anpassungen eine Patchworkinfrastruktur entstand, die nachträglich niemand so richtig erklären konnte. Heute stehen wir mit der voranschreitenden Coronapandemie vor einer erneuten dramatischen Veränderung des Gesundheitssystems und wieder scheint die gesamte Welt in Unsicherheit zu fallen, wie denn nun damit umzugehen ist.

In der vorliegenden Arbeit wird auf die Problematik von unzureichender Flexibilität zur Anpassungsfähigkeit, Expandierbarkeit und Konvertierbarkeit in Gesundheitseinrichtungen bei unvorhersehbaren Notsituationen eingegangen und eine Lösung mittels eines modularen Entwurfs vorgeschlagen um diesem Problem entgegenzuwirken. Dabei wird darauf hingewiesen, dass oft anfängliche Investitionen in die Infrastruktur einer gesundheitlichen Einrichtung exponentiell geringer sind als die Lebenszykluskosten bei wiederholter Anpassung und Expandierung. Vor allem wird ersichtlich, dass vorausschauende Planung und gezielte Zuordnung von Freiflächen für zukünftige Anforderungen und Veränderungen essenziell sind um schnell darauf reagieren zu können und nicht wie bei der Coronapandemie, unsicher auf ein Ende der Notlage gewartet wird bis die bestehenden Kapazitäten an ihre Grenzen stoßen.

Stichworte: Flexibilität, Screening, Spitzenkapazität (Bedarfsanstieg)

With only a few exceptions, hospitals and healthcare facilities have historically been designed to meet people's immediate needs and the needs in the foreseeable future. In combination with the project budget, the facilities were often built to very efficiently with maximum utilization of the planned space. In hindsight, it was often noticed that the facility did not meet changing requirements very well. Often remodeling was started, until finally after countless adjustments, a patchwork infrastructure evolved from the original design, that nobody could really explain the reason for. With the advancing Covid pandemic today, we are faced with yet another dramatic change in the health care system and again the whole world seems to be falling into uncertainty on how to deal with it.

In the following thesis, the problem of insufficient flexibility to adapt, expand and convert in present health care facilities in the event of unforeseeable emergency situations, is addressed and a solution using modular design is proposed to counteract this problem. It is also pointed out that initial investments in healthcare facilities and their infrastructure are often exponentially less than the life cycle cost of repeated adaptation and expansion. Above all, forward looking planning and the integration of planned open spaces for flexible future requirements and changes are essential in order to be able to react quickly and not to wait uncertainly for an unknown end to the situation until the existing capacities reach their limits, as with the Covid pandemic.

Keywords: flexibility, screening, surge capacity



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	8
1.1 Problembeschreibung	9
1.2 Ziele der Arbeit	10
2. Geschichtliche Einführung	11
2.1 Untersuchung und Analyse der Entwicklung von medizinischer Architektur in Verbindung mit Infektionskrankheiten basierend auf konkrete Fälle aus vergangenen Aufzeichnungen und Literatur	11
2.1.1 Die Entwicklung der Krankenhäuser von religiösen zu medizinischen Räumen von der Zeit des Mittelalters bis zur Frührenaissance	12
2.1.2 Der „Pavillon - Plan“ und die Entdeckung der Übertragung von Keimen	13
2.1.3 Florence Nightingales Erfahrungen aus dem Krim-Krieg	13
2.1.4 Der Einfluss gesellschaftlicher und kultureller Entwicklungen und die dadurch veränderten Bedeutungen von Hygiene, Wirtschaft und ethnische Zugehörigkeit	15
2.1.5 Vergangene Pandemien und deren Auswirkungen auf Gesundheitsstrukturen	17
3. Situationsanalyse	19
3.1.1 SARS-CoV-2 Virus	19
4. Hintergründe und Prozesse	31
4.1 Arten von Infektionen	31
4.1.1 Viren	31
4.1.2 Bakterien	31
4.1.3 Pilze	31
4.1.4 Parasiten	32
4.2 Methoden der Übertragung von Infektionskrankheiten	32
4.2.1 Luft- und Tröpfchenübertragung	32
4.2.2 Übertragung auf Wasserbasis und die Rolle von Wassersystemen	32
4.2.3 Kontakt- oder Oberflächenübertragung	32
4.3 Entwurfsstrategien für Infektionserkennung	33
4.3.1 Mikrobiologische Untersuchungen	33
4.4 Entwurfsstrategien für Infektionsprävention und Kontrolle	33
4.4.1 Flexibilität - ein Schlüsselkonzept im Krankenhausdesign	33
4.4.2 Funktionsdiagnostik	34
5. Methodik und Arbeitsprogramm	38
5.4.1 Dimensionen und Flächenrelationen	38
5.4.2 Luftaustausch und natürliche Belüftung	46
5.4.3 Die Relevanz von Sonnenlicht bei Keimtötung	47
5.4.4 Wahl der Oberflächenmaterialien	47
5.1 Flexible Modulanordnung	48
5.1.1 Modulares Raum-/Flächenraster	49
5.1.2 Vertikale Zirkulationsengpässe	50
6. Ergebnis/Resultat	51
6.1.1 Pflegemodul	51
6.1.2 Anpassungsfähigkeit	51
6.1.3 Veränderte Anforderungen	66
6.1.4 Modul für Intensivmedizin	66
6.1.5 Konvertierbarkeit Normalpflege zu Intensivpflege	68
6.1.6 Funktionsrelationen Erdgeschoß	70
6.1.7 Lage	72
6.1.8 Modul für Patient Screening	73
6.1.9 Laboratorium	75
6.1.10 Funktionrelationen Untergeschoß	76
6.1 Technische Möglichkeiten	79

7. Bewertung	81
8. Zusammenfassung & Ausblick	83



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Flexibilität

Anpassungsfähigkeit, Konvertierbarkeit, Expandierbarkeit



1. Einleitung

Abbildung 1: , eigene Grafik

Für die meisten von uns ist Design nicht sichtbar bis es versagt. Erst wenn ein System versagt werden wir uns über die außergewöhnliche Stärke von einem guten Entwurf bewusst.

Architekten und Krankenhausdesigner versuchen durch alle möglichen Überlegungen, wie Luftzirkulation, Feuchtigkeitskontrolle und Technologieintegration in die Anlagen, um ein derart hohes Niveau eines Entwurfs zu erreichen. Jedoch hat es bereits Jahrzehnte gedauert um das Design von Gesundheitsstrukturen auf heutiges Niveau zu entwickeln. Durch Erfolge aber besonders auch durch tragische Misserfolge lernt man nie aus, wodurch sich Gesundheitsstrukturen stetig weiterentwickeln. Durch die Coronapandemie entstand nun kürzlich eine neue Entwicklungsphase die unseren Denkprozess radikal verändert hat um Krankenhäuser und andere Gesundheitseinrichtungen besser auf unvorhersehbare Situationen vorzubereiten.

Seit fast zwei Jahren nun tragen wir in öffentlichen Räumen Mund- und Nasenschutz, mit dem einhalten des Mindestabstands, versuchen wir uns voneinander fern zu halten und jeglichen physischen Kontakt zueinander zu vermeiden. Wir treffen uns nur noch selten mit Familie und Freunden und auch Reisen und Freizeitaktivitäten finden nur begrenzt und meist nur im Freien statt. Die Coronapandemie hat einen Großteil unseres Lebens in die Hand genommen und schränkt uns nun schon viel zu lange in vielen Aspekten des täglichen Lebens ein.

Natürlich wurden diese Einschränkungen nicht ohne Grund verordnet und man sollte sich auch soweit möglich, daran halten. Doch vielleicht wäre der Verlauf der derzeitigen Pandemiesituation anders verlaufen, hätte man den Virus und dessen Infektionsgrad früher erkannt und wäre man besser auf derartige Situationen vorbereitet.

Oft kann eine ungeplante Notwendigkeit, wie bei der Coronapandemie, die insuffiziente Anzahl an Intensivpflegebetten, zu Renovierungen, Aufrüstungen, Neukonfigurationen oder anderen temporären Lösungen führen. Eine von effizientere Alternative wäre jedoch die Gesundheitseinrichtung bereits flexibel genug zu entwerfen um sich zukünftigen Anforderungen anpassen zu können. Vor allem wenn man bedenkt, dass während einer Pandemiesituation das gesamte Gesundheitspersonal bereits sehr ausgelastet ist, werden unzuverlässige Kapazitäten zu einer weiteren Last. Flexible Gesundheitseinrichtungen sollten möglichst effiziente Umbauten und Konvertierungen mit minimalem Aufwand ermöglichen um den Berufsalltag nicht einzuschränken und eine alternative Nutzung schnell zu gewährleisten.

Die Definition von „Flexibel“ ist jedoch sehr weit gespannt und kann auch Vielseitigkeit und Skalierbarkeit definieren. In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff Flexibilität auf Anpassungsfähigkeit, Konvertierbarkeit und Expandierbarkeit von Gesundheitseinrichtungen untersucht um auf unvorhersehbare Anforderungen und Notlagen vorbereitet zu sein und darauf reagieren zu können.

1.1 Problembeschreibung

In nur wenigen Monaten nach dem ersten Auftauchen des Coronavirus, hat es sich rasant zu einer pandemischen Situation verbreitet und das tägliche Leben auf der ganzen Welt auf den Kopf gestellt. Richtlinien der sozialen Distanzierung haben die Art und Weise wie wir arbeiten, lernen und interagieren verändert und zu einer mehr oder weniger virtuellen Existenz geführt.

Da das Virus hoch ansteckend ist und oft anfangs keine Symptome auslöst, wurde er schnell von Person zu Person übertragen. Die Übertragung erfolgt hier über virushaltige Partikel, die beim Atmen, Reden, Husten oder Niesen freigesetzt werden. Die kleineren Partikel auch Aerosole genannt können hierbei auch längere Zeit in der Luft verbleiben und sich somit auch in einem begrenzten Umkreis von etwa ein bis zwei Metern verteilen. Auch können sich diese Partikel an Oberflächen absetzen und dort je nach Oberflächenmaterial unterschiedlich lange überleben und durch anschließenden Kontakt mit Schleimhäuten zu einer Infektion führen.

Die rasche Verbreitung und Ansteckungsgefahr hat schließlich dazu geführt, dass Maßnahmen wie Mund- und Nasenschutz, häufiges Händewaschen und desinfizieren zur Gewohnheit wurden.

Zusätzlich darf man auch die Vernetzung unserer modernen Welt nicht vergessen, was weiter zur raschen Verbreitung der Infektion beigetragen hat. Wenn Tausende Reisende einen unsichtbaren Virus in sich tragen, der sich wie ein Lauffeuer in jede erdenkliche Nation ausbreitet, ist eine globale Pandemie ein unvermeidliches Ergebnis.

Doch scheinbar erlebt das Gesundheitswesen der gesamten Welt eine derartige Unsicherheit was Krisensicherheit betrifft. Niemand scheint auf derartige Auslastungen der Gesundheitssysteme vorbereitet gewesen zu sein. Der zunehmende Drang für mehr Intensivpflegebetten und das Unwissen, damit umzugehen führt zu zunehmend drastischeren Maßnahmen der gesamten Bevölkerung.

Sehr vorteilhaft haben viele externe Agenturen wie beispielsweise CURA und Jupe auf die Notlage reagiert und durch „open-source“ Projekte in internationaler Zusammenarbeit modulare Einheiten für temporäre Gesundheitseinrichtungen in stark betroffenen Ländern entwickelt. Und auch andere Agenturen halfen mit der Mund- und Nasenschutz Produktion und Verteilung und Schutzbekleidung für medizinisches Personal.

„In diesen Krisenzeiten fühlt man sich schnell machtlos. Wir sahen eine Gelegenheit, uns wirklich anzustrengen und die Kraft eines Privatunternehmens zu nutzen, um herausfordernde Probleme zu lösen. Als Gesellschaft können Regierung und gemeinnützige Organisationen nicht alles alleine lösen“ (Stone Leilah, 2020.)

Doch niemand konnte erahnen, dass die Pandemie so lange dauern würde, denn nach bereits zwei Jahren ist immer noch kein Ende in Sicht. Nach nun zwei Jahren haben sich eine Reihe wirtschaftliche, soziale und kulturelle Auswirkungen kristallisiert, bestehende Ungleichheiten verschärft und neue gesellschaftliche Bedürfnisse wurden offengelegt.

Durch mehrere Lockdowns befinden sich Millionen von Unternehmen in einer existenziellen Unsicherheit, wobei viele bereits ihre Tore schließen mussten. Zwar werden alle möglichen Zusatzpakete versprochen, jedoch wird es für viele ohne ein Einkommen während der Lockdownphasen schwierig ihr derzeitiges Leben zu finanzieren und für Wohnort und Familie zu sorgen.

Viele Unternehmen haben durch die Pandemie begonnen vermehrt auf technologische Möglichkeiten umzusteigen und „home-office“ zu betreiben, dabei darf man jedoch nicht vergessen, dass viele Unternehmen diese Möglichkeit aufgrund von ihrer Tätigkeiten nicht in Anspruch nehmen konnten und diese die es konnten mussten oft viel Zeit und Geld für Umschulungen und technischer Infrastruktur investieren, denn all die Technologie hat keine Bedeutung wenn die Bevölkerung nicht in der Lage ist sie aufzunehmen und zu benutzen. Durch die zahlreichen veranlassten Zusatzpakete für Unternehmen in finanzieller Notlage, unzählige Tests und Impfstoffe, steigen nun Preise drastisch an, da das veranlasste Geld auch wieder eingenommen werden muss. Da das Einkommen jedoch nicht steigt, wird das Leben in naher Zukunft immer teurer ausfallen und dadurch weitere Menschen in finanzielle Notlagen befördern.

Neben der finanziellen Situation ist auch der Zugang zu Bildung sehr eingeschränkt geworden. Viele Bildungsinstitutionen, ob Schulen oder Universitäten sind ausschließlich auf ein virtuelles online System umgestiegen, obwohl bei vielen Ausbildungen vor allem der Praxisbezug sehr wichtig ist. Auch der soziale Kontakt zu anderen Menschen entfällt, was besonders bei Kindern und Jugendlichen folglich zu langfristigen Auswirkungen der psychischen Gesundheit führen könnte.

Nur wie kann man einen unsichtbaren Virus rechtzeitig erkennen um eine derartige Ausbreitung zu verhindern? Und wie kann man auf derartige Situationen vorbereitet sein um schnell darauf zu reagieren und einer Verbreitung möglichst schnell entgegen wirken zu können. Muss es wirklich zu Maßnahmen wie Quarantäne und Impfpflicht kommen, wobei die menschliche Freiheit dermaßen eingeschränkt wird, bevor man anfängt vorausschauend und anpassbar zu planen?

1.2 Ziele der Arbeit

Der erste Schritt zur Eindämmung einer Pandemie ist die Erkennung der Infizierten und deren Isolierung von denen die gesund und für eine Infektion anfällig sind. Dabei muss bei der Eindämmung sehr schnell gehandelt werden, denn je mehr Menschen infiziert sind, desto schwieriger wird es die weitere Verbreitung aufzuhalten, vor allem wenn viele Menschen mit der Infektion asymptomatisch sind, wie bei dem Coronavirus und die Infektion unwissend in sich tragen.¹

Nun ist jedoch das SARS-CoV-2 Virus nicht das einzige Virus das sich über symptomfreie Träger ausbreiten kann und doch war die ganze Welt nicht auf eine derartige Situation vorbereitet. Ziel dieser Arbeit ist es, die Situation der Coronapandemie und deren rasante Ausbreitung, sowie vergangene Pandemiesituationen zu analysieren um Entwurfsvorschläge für flexiblere und anpassbare Gesundheitsstrukturen zu finden, die auf pandemische Ausbrüche dieser Art vorbereitet sind und Flexibilität für unterschiedlichste Situationen gewährleisten. Denn wie in der Internationale Zeitschrift für angewandte Wissenschaft und Technologie von Dr. A. Mohammad, Prof. A. Price und Dr. P. Demian sehr gut erklärt, bezieht sich Flexibilität auf;

„Dies ist einfach ein Raum, der sich mit der Zeit ändern kann, als Reaktion auf Funktionsänderungen oder Anforderungen für bestimmte Zwecke. Dazu gehört die Anpassung an zukünftige Änderungen und Bedürfnisse der Benutzer der Einrichtung.“ (Dr. A. Mohammad, Prof. A. Price, Dr. P. Demian 2014, S.27.)

Zukunfts-sicherheit sollte nämlich kein unabhängiger Teil sein und erst in Notfallssituationen angesprochen werden, sondern in die Anlagenverwaltung eingebettet werden. Zu diesem Zweck sollte besonders Flexibilität in Gesundheitsstrukturen optimiert werden, um unterschiedliche Situationen frühzeitig zu erkennen und schnell darauf reagieren zu können um in Zukunft besser vorbereitet zu sein.

Bei einer Krise im Bereich der öffentlichen Gesundheit, ist es entscheidend Pflege und Laborräume schnell und effektiv auf die jeweilige Aufgabe umzustellen. Flexibilität und Anpassungsfähigkeit sind dafür Schlüsselenzepte. Um auch auf Nachfragespitzen vorbereitet zu sein ist auch Konvertierbarkeit ein wichtiges Thema, um wie bei der Covid-19 Pandemie, bei Bedarf schnell zusätzliche Intensivpflegebereiche schaffen zu können.

Wie von L. Mies van der Rohe beschrieben ist:

„Die einzige Funktion, die für ein Gebäude mit Sicherheit bestimmt werden kann, ist seine Flexibilität. Ziel taktischer und strategischer Regeln im Krankenhausbau ist Sicherheit der Veränderbarkeit.“ (Dirichlet Labryga Poelzig Schlenzig 1980, S.55.)

Als effektive Lösung für die drei Konzepte von Flexibilität, Anpassungsfähigkeit und Konvertierbarkeit, wird ein Modulares Layout als effektivste Lösung angestrebt.

Durch die einheitliche Struktur, Größe und Infrastruktur von Modulen kann ein sehr hohes Grad an Flexibilität erreicht werden. Module können zusätzlich vorproduziert werden und somit schnell eine bestehende Struktur erweitern. Auch eine vordefinierte bestehende Infrastruktur kann durch das einheitliche System von Modulen erleichtert werden um schnell Normalpflegebetten zu Intensivpflegebetten umzuwandeln.

Natürlich besteht eine gewisse Investition eine derartige Infrastruktur bereits im Vorhinein einzuplanen ohne zukünftige Anforderungen zu kennen, jedoch haben wir alle durch die Coronapandemie gelernt, das oft frühzeitiges planen wirtschaftlicher enden kann als nachträglich unter Zeitdruck schnelle Lösungen zu finden, die schließlich nur temporär fungieren und kostspielig sind.

Außerdem ermöglichen Module zusätzlich zur Standardisierung von Raumgrößen und -muster auch die Standardisierung von Arbeitsabläufen und kann somit Patienten, die mit der Umgebung unvertraut sind Sicherheit bieten. Standardisierte Arbeitsabläufe haben auch den Vorteil bestimmte Prozesse effizienter und einfacher zu machen und eine höhere Produktivität mit geringerem Arbeits- und Mitarbeiteraufwand zu erreichen.²

Das Thema der Infektionsprävention und -kontrolle ist sehr umfangreich, daher repräsentiert die vorliegende Arbeit nur einem persönlichen Standpunkt und Lösungsvorschlag.

² Dr. A. Mohammad, Prof. A. Prince, Dr. P. Demian 2014, S.28.

¹ Canon Design 2020.



Von Religion zu Medizin

soziale- und kulturelle Veränderungen,
technologische Entwicklung, Bevölkerungs-
wachstum

2. Geschichtliche Einführung

Abbildung 2: , eigene Grafik

Der Umfang der Veränderungen in den Gesundheitseinrichtungen und der Gesundheitsversorgung in den letzten hundert Jahren ist wirklich erstaunlich. Da sich der durchschnittliche Lebenszyklus einer Gesundheitseinrichtung zwischen 50-100 Jahren befindet und die meisten heute genutzten Einrichtungen auf der formelhaften Vorlage der Veröffentlichung „Elements of the General Hospital“ von George Bugbee aus dem Jahre 1952 basieren, welche aus Grundlagen der Bundesrichtlinien entstanden ist, befinden wir uns heute wieder zu einem Zeitpunkt der Veränderung.³

Ein Zeitalter das zusätzlich durch die aktuelle Coronapandemie geprägt ist und nach neuen, flexibleren Formeln für Gesundheitseinrichtungen drängt um auf ungeahnte zukünftige Veränderungen vorbereitet zu sein und den Lebenszyklus von bis zu hundert Jahren auch weiterhin in unserer immer beschleunigteren Zeit zu ermöglichen.

2.1 Untersuchung und Analyse der Entwicklung von medizinischer Architektur in Verbindung mit Infektionskrankheiten basierend auf konkrete Fälle aus vergangenen Aufzeichnungen und Literatur

Von gemeinschaftlich genutzten Gästehäusern zu Wissenschaftlichen Zentren wurde die Evolution von Krankenhäusern durch unterschiedliche soziale und kulturelle Veränderungen beeinflusst. Durch diese Einflüsse haben sich auch die Bedeutungen von Krankheiten, Wirtschaft, Religion, ethische Zugehörigkeit sowie der sozioökono-

mische Status der Patienten und wissenschaftlicher- und technologischer Wachstum über die Zeit stark verändert.⁴

Fortschritte in den Medizinwissenschaften verändern und beschleunigen Diagnose und Behandlungsabläufe von unterschiedlichsten Krankheiten. Bildgeführte Chirurgie, Fortschritte in der Genmedizin und Pharmazeutika werden immer häufiger eingesetzt und verändern die Natur der Gesundheitsversorgung. Durch kollaborative Teams an Pflegekräften und eine Vielzahl an ambulanten Pflegeeinrichtungen und häuslicher Pflege kommen immer mehr unterschiedliche Organisationsmodelle und Verfügbarkeiten an Gesundheitsversorgung auch in Kombination mit elektronischen Krankenakten, auch Telemedizin genannt zum Vorschein. Dadurch entstehen funktionale Beziehungen innerhalb und außerhalb der traditionellen Gesundheitseinrichtung, die das Potenzial haben Zeit, Bewegung und physischen Kontakt in ein ganz neues Licht zu werfen.⁵

Im vorliegenden Teil der Arbeit werden verfügbare Erfahrungen mit vergangenen Pandemien und prägende Ereignisse zur Veränderung von Gesundheitsstrukturen, sowie Erfahrungen mit provisorischen errichteten Gesundheitsstrukturen in Pandemiesituationen genutzt, um kritische Entwurfsparameter zu beleuchten und die Infrastruktur an die erforderlichen Änderungen in Struktur und/ oder im Betrieb anzupassen.

⁴ Penn Nursing (2021)

⁵ Allison David 2015, S.10 f.

³ Allison David 2015, S.10.

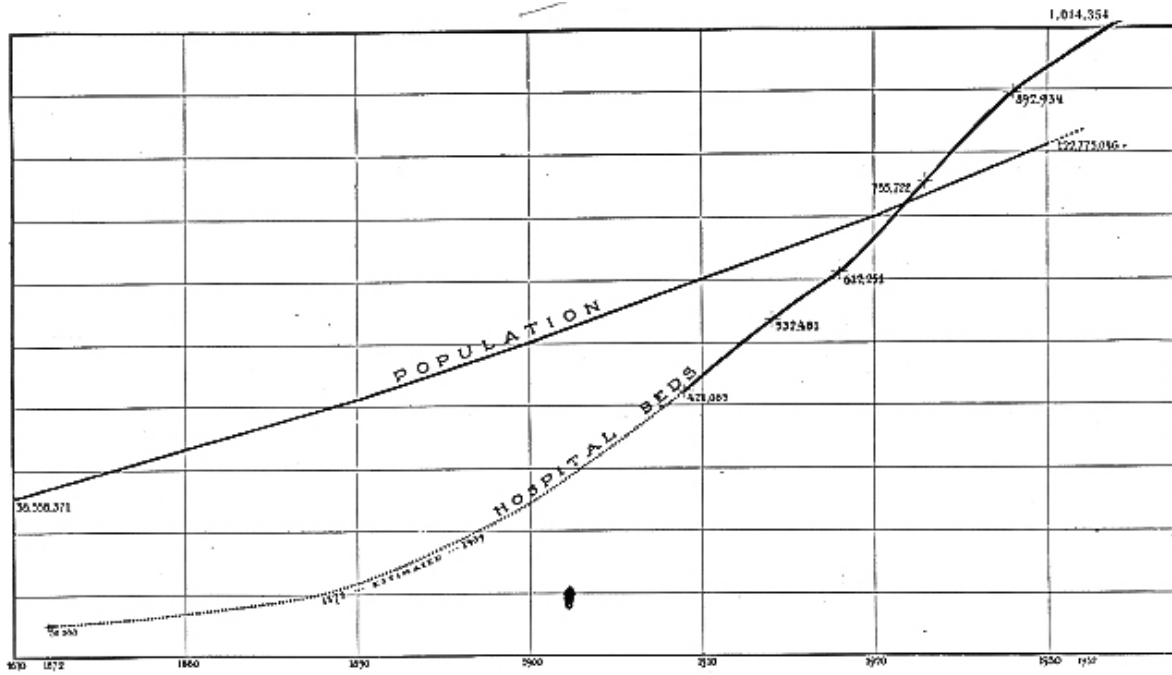


Abbildung 3: Krankenhauskapazität und allgemeine Bevölkerung, 1872-1932 (2021), Penn Nursing, History of Hospitals, Web: <https://www.nursing.upenn.edu/nhnc/nurses-institutions-caring/history-of-hospitals/>, Pennsylvania, 27 August 2021.

2.1.1 Die Entwicklung der Krankenhäuser von religiösen zu medizinischen Räumen von der Zeit des Mittelalters bis zur Frührenaissance

Die Krankenpflege entwickelte sich zur Zeit des frühen Christentums. Damals kümmerte sich die Kirche um hungernde Menschen, Witwen und verwaiste Kinder um dem Ethos der Nächstenliebe nachzukommen. Im Mittelalter dominierten religiöse Männerorden die Krankenpflege und führten diese Tradition der Kirche fort, wobei sie eigene Bereiche in den Klöstern schafften, worin Pflege, Trost und geistliche Nahrung zur Verfügung gestellt wurden.

Während der Schwarzen Pest im 14. Jahrhundert, wodurch ein Drittel der europäischen Bevölkerung ums Leben kam, organisierten die Alexianerbrüder in Deutschland und den Niederlanden die Versorgung der Infizierten. Die Pest ist eine hochansteckende Infektionskrankheit, bei der Menschen dunkle Beulen am ganzen Körper bekamen und meist daran starben. Erst nachdem mehr als hunderttausend Menschen daran starben erkannte man, dass die Krankheit nur durch Isolation eingedämmt werden konnte, wodurch ein erstes Seuchengesetz eingeführt wurde, wobei Infizierten der Kontakt mit Mitmenschen verboten wurde. Durch die Pest begannen auch andere Städte Einrichtungen für Menschen mit ansteckenden Krankheiten wie Lepra, einer bakteriellen Infektionskrankheit die Lähmung verursacht, zu errichten.

Auch begann man in der Frührenaissance Universitäten in Italien und Deutschland für medizinischen Ausbildungen zu schaffen, da man erkannte, dass man sich von Krankheiten erholen konnte. Im 18. Jahrhundert hatten sich schließlich Krankenhäuser soweit entwickelt, dass sie nun mehr medizinische als religiöse Räume wurden.

Eigene Isolationskrankenhäuser und Armenhäuser wurden in großen Städten errichtet, da damals hauptsächlich ärmere Menschen in Gesundheitseinrichtungen medizinische Versorgung erhielten und die Oberschicht meist bei ihren Familien zuhause gepflegt wurden.

Durch das wachsende der Städte wuchsen auch Krankenhäuser. Im 19. Jahrhundert wurden Krankenhäuser mit über tausend Betten immer häufiger (siehe Abbildung 3). Besonders während der Koalitionskriege wurden diese aus Not für gefallene Kriessoldaten von Napoleon in Frankreich errichtet. Jedoch waren die Räume oft in sehr schrecklichem Zustand mit dunklen, schlecht belüfteten Räumen.

Durch bessere medizinische Praktiken gegen Ende des Jahrhunderts, verschob sich die Eigenversorgung in der Familie der Oberschichten auch zunehmend zur Professionalisierung des medizinischen Berufes, wodurch medizinische Dienstleistungen zu einem kommerziellen Markt wurden.⁶

⁶ Penn Nursing (2021)



Abbildung 4: , eigene Grafik

Der Pavillion Plan

Patiententrennung, Belüftung,
Belichtung, Hygiene

2.1.2 Der „Pavillon - Plan“ und die Entdeckung der Übertragung von Keimen

Durch das „Hotel-Dieu“, eines der größten Krankenhäuser in Paris im 18. Jahrhundert, welches durch schlecht belüftete dunkle Stationen, die sich oft Kopf an Kopf mit anderen Stationen befanden, ein großes Infektionsrisiko aufwies, wurde eine Kommission gegründet um Lösungen für eine bessere architektonische Struktur für den Entwurf von Krankenhäusern zu finden.

Die Kommission stellte fest, wie die Übertragung von Keimen erfolgte und kam somit auf eine Lösung namens „Pavilion Plan“ (siehe Abbildung 5).

Der Entwurf wurde erstmals im der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts erbautem Hospital Lariboisiere angewendet, bei dem die Patienten je nach Erkrankung und Infektionsrisiko in verschiedene Pavillons untergebracht wurden. Infektionen und Krankheitsübertragung konnte somit durch die Trennung von Patienten und der Sterilisation von medizinischen Instrumenten eingeschränkt werden.

Die Entdeckung dem Umfeld des Gesundheitswesens Aufmerksamkeit zu schenken und der Aufstieg der wissenschaftlichen Medizin, kann als Ursprung der zeitgenössischen Krankenhausarchitektur gesehen werden.⁷

⁷ Udomiaye Emmanuel, Eze Desy Osondu, Kalu Cheche Kalu (2020), S. 1700

2.1.3 Florence Nightingales Erfahrungen aus dem Krim-Krieg

Erwähnenswert ist auch die Arbeit von Florence Nightingale (1820-1910), deren Beiträge zur Pflege die Krankenhausentwicklung revolutionierten. Ihre im Krim-Krieg etablierten Grundlagen für das Gesundheitswesen mit Pavillionmodellen, die Belüftung, Zirkulation der Patienten, Beleuchtung und Hygiene gewährleisteten.

Besonders durch die Beobachtung, dass in einem Militärkrankenhaus in der Türkei während des Krim-Kriegs mehr Soldaten an nosokomialen Infektionen als an Verletzungen aus dem Kampf starben, erlangte man die Erkenntnis, dass das Umfeld der Patienten und deren Heilungsprozess eng miteinander verbunden sind, wodurch sich die Todesraten von 42% auf weniger als 3% reduzierten.⁸

Auf Abbildung 5 ist das Cholton Union Krankenhaus zu erkennen, das Nightingales Pavillion zur Anwendung bringt. Dabei sind 5 Flügel durch Höfe getrennt, an einer Hauptmagistrale miteinander verbunden. Die schmalen Pflegeflügel und die Trennung durch die Höfe ermöglicht eine gute natürliche Querdurchlüftung jedes Flügels.

In einem Detaillierterem Ausschnitt auf Abbildung 6 sieht man die Bettenaufstellung entlang der Fensterreihen, wobei jeder Bettenplatz an einem Fenster zugeordnet ist, um einen Luftdurchzug ähnlich wie bei einer mechanische Unterdruckbelüftung, wie wir sie heute aus Isoliereinheiten kennen, zu schaffen.

⁸ Udomiaye Emmanuel, Eze Desy Osondu, Kalu Cheche Kalu (2020), S. 1701

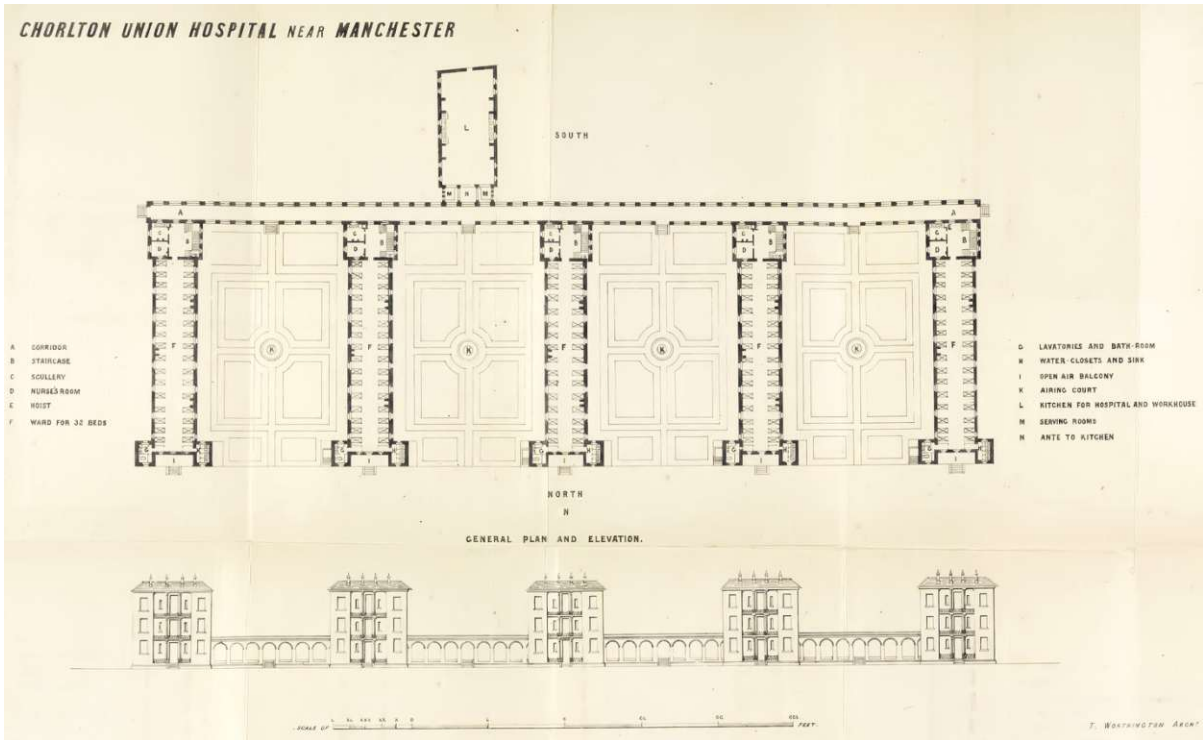


Abbildung 5: Chorlton Union Hospital 1867 (2020), John Mccrory, Florence Nightingale, Thomas Worthington and the Chorlton Union Hospital, The University of Manchester, Web: <https://rylandscollections.com/2020/04/16/florence-nightingale-thomas-worthington-and-the-chorlton-union-hospital/>, 6 November 2021.

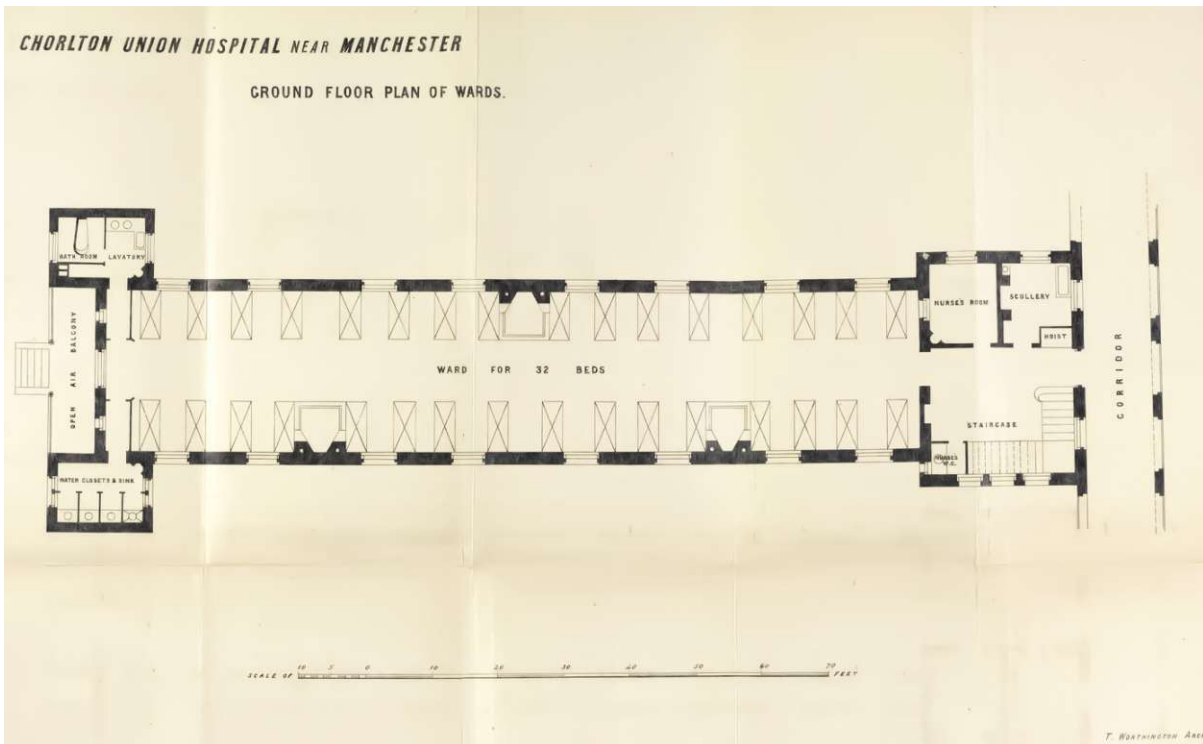


Abbildung 6: Pavillionmodell (2020), John Mccrory, Florence Nightingale, Thomas Worthington and the Chorlton Union Hospital, The University of Manchester, Web: <https://rylandscollections.com/2020/04/16/florence-nightingale-thomas-worthington-and-the-chorlton-union-hospital/>, 6 November 2021.



Kultur & Hygiene

Isolierung, Luftfilter, Dampfwaschanstalt, Spülklosett, Reinigung

Abbildung 7: , eigene Grafik

2.1.4 Der Einfluss gesellschaftlicher und kultureller Entwicklungen und die dadurch veränderten Bedeutungen von Hygiene, Wirtschaft und ethnische Zugehörigkeit

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, begann das Interesse an Krankenhäusern aus politischer und gesundheitlicher Sicht, sondern auch von medizinischer und wissenschaftlicher Seite, wodurch sich hygienische Richtlinien zu entwickeln begannen. Diese Richtlinien waren besonders auf sanitärtechnische Einrichtungen fokussiert, wie etwa ausreichende Belüftung der Räume, Beseitigung von Exkreten, sauberes Wasser und Absonderung von infektiösen Patienten.

Besonders durch die Erfahrungen, die man durch Isolierung der Pestkranken erlangt hatte, leiteten zu innovativen Belüftungskonzeptionen, wobei zusätzlich zu neuen Ventilationstechniken auch die baulichen Konzepte entsprechend angepasst wurden. Später erkannte man, das Lüftungssysteme ebenso „Bakterienschleudern“ sein können, wodurch Luftfilteranlagen eingeführt wurden.

Hygienische Fortschritte

man begann die Wäsche von infektionskranken gesondert zu waschen, wobei Dampfwaschanstalten genutzt wurden (siehe Abbildung 8). Dem Kochwasser wurde eine Sodalaugenzugabe zugesetzt und die Wäsche wurde durch den Dampf gekocht. Das Abwasser wurde dann über einen Kanal statt in angrenzendes offenes Wasser in eine unterirdische Senkgrube geleitet um mögliche Infektionen nicht über das Wasserversystem zu verbreiten.

Auch die Leibstühle, welche neben den Betten der Patienten standen und einen unangenehmen Geruch in den Zimmern verbreiteten bis sie ausgeleert wurden, wurden mit Wasserklosetts ersetzt, die mit einer automatischen Spülung ausgestattet waren.

In Abbildung 9 sind diese innovativen Wasserklosetts dargestellt. Mit Hilfe eines Hebels wird Wasser in die Schüssel gepumpt, wodurch das Abwasser durch den Druck abgespült wird. Ein S- oder P-förmiges Rohr sollte unter der Schüssel eine Art Abdichtung schaffen um den Geruch und Rücklaufen des Abwassers zu verhindern. Die Toiletten sind an ein Abwassersystem angeschlossen. Beim Spülen fließt das Abwasser dann über das Abwassersystem in eine Kläranlage oder Klärgrube.

Die Integration einer Fußbodenheizung ermöglichte es den Bodenbelag aus pflegeleichtem und feuchteresistentem Material wie Marmorplatten herzustellen, was für die Reinigung von Vorteil war.

Manche Krankenhäuser schrieben den Patienten bei der Ankunft sogar vor, ihre Kleidung abzugeben und ein Säuberungsbad zu nehmen. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts wurde Hygiene zum maßgeblichen Faktor der Krankenhausarchitektur, wodurch besonders den Nebenräumen und der Energieversorgung besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde.⁹

⁹ J. Eisenbach, H. Werner (1985), S.11-36

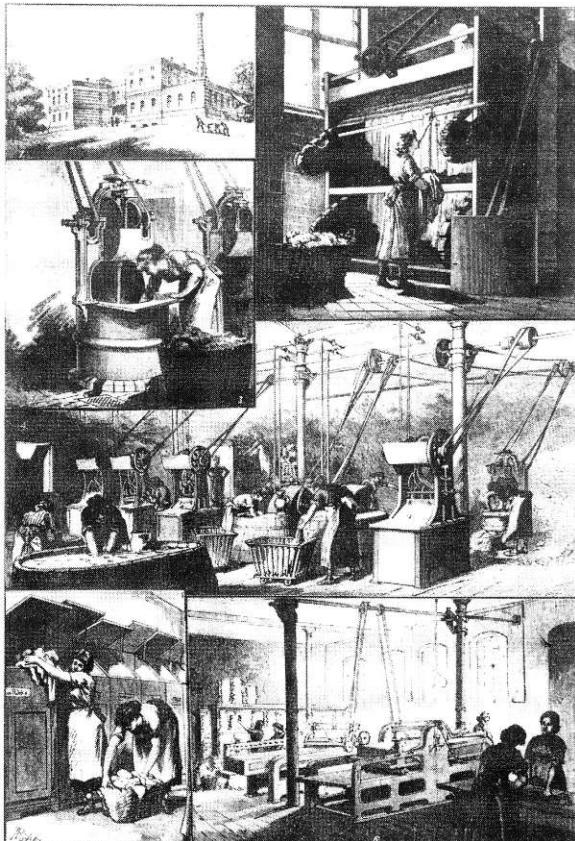


Abbildung 8: Wäschereibetrieb Charité Berlin 1866 (1985), J. Eisenbach, H. Werner, Krankenhausbau und Krankenhaushygiene, perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH, Bamberg, S.20.

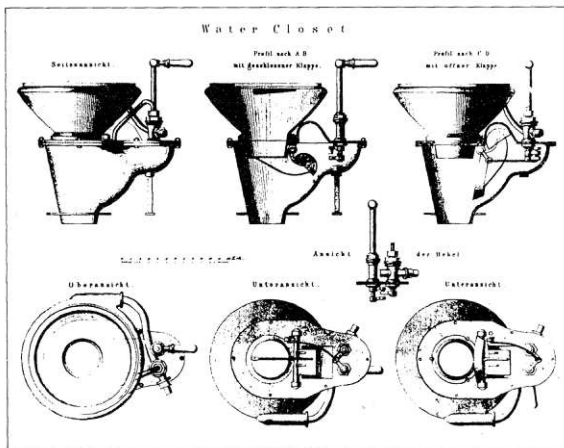


Abbildung 9: Wasserdurchspültes Klosett 1860 (1985), J. Eisenbach, H. Werner, Krankenhausbau und Krankenhaushygiene, perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH, Bamberg, S.18.

Patiententrennung und ethnische Zugehörigkeit

Im frühen 20. Jahrhundert waren Diskriminierungen basierend auf Rasse, Religion und Geschlecht geläufig. Krankenhäuser trennten ihre Patienten bis in die 1960er Jahre nach ihrer Herkunft und manche behandelten tatsächlich nur Patienten bestimmter Rassen. Oft waren die Patienten dann in unterschiedlichen Etagen oder Abschnitten untergebracht und weiße Patienten bekamen bessere Annehmlichkeiten.

Ende der 1960er Jahre setzte sich die „National Association for The Advancement of Colored People“ dafür ein, die Rassismus in den Krankenhäusern zu beseitigen. Auch auf unterschiedliche Ernährungsbedürfnisse verschiedener Glaubensrichtungen und Kulturen wurde in Krankenhäusern nicht eingegangen, woraufhin diese Gruppen ihre eigenen Krankenhäuser gründeten um deren Bräuche nachzukommen.¹⁰

Isolierhäuser

Ende des 19. Jahrhunderts wurden in einigen Städten, für Pockenranke sogenannte „Isolierhäuser“ für besondere Infektionskrankheiten errichtet. In London entstand 1842 sogar ein eigenes Krankenhaus für Tuberkulosekranke und auch die Cholera-Häuser in Hamburg (temporäre Baracken) stellen eine vorübergehende Erleichterung in der Bekämpfung der Seuche dar.

Aufgrund verschiedener Epidemien in Berlin im Jahre 1873 wurde in Moabit ein Desinfektionshaus gebaut, in dem infizierte Kleidung, Wäsche und andere Gegenstände durch „trockene Hitze“ desinfiziert wurden. Dabei wurden auf bis zu 150° erhitzbare Desinfektionsöfen verwendet.¹¹

Abbildung 11 stellt einen Heißluft Desinfektionsapparat aus Moabit dar. Bei dem desinfizieren durch „trockene Hitze“ handelt es sich um ein thermisches Sterilisationsverfahren ohne Feuchtigkeit weder in Wasser noch Kondensatform verwendet wird um Mikroorganismen abzutöten. Der Ofen wird mit heißer Kohle ausgelegt und die zu sterilisierenden Gegenstände für eine gewisse Zeit hineingelegt. Der Zeitraum hängt dabei von der Höhe der Temperatur ab. Dabei kann die Hitze in Hohlräume und dicht verschlossene Gefäße eintreten um diese zu sterilisieren, wodurch das Verfahren manchmal sogar dem Dampfverfahren bevorzugt wird, wenn zum Beispiel zusammengebaute Güter oder Maschinen sterilisiert werden. Auch Produkte die Feuchtigkeitsempfindlich sind, werden mit diesem Verfahren sterilisiert.¹²

10 Kimberly Leonard (2014)

11 J. Eisenbach, H. Werner (1985), S.22-27

12 Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene e.V. 2009,

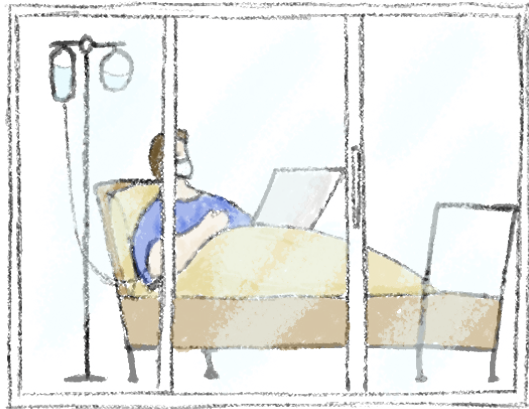


Abbildung 10: , eigene Grafik

Isolation

Patiententrennung nach Infektionsrisiko

2.1.5 Vergangene Pandemien und deren Auswirkungen auf Gesundheitsstrukturen

Krankheitserreger die zu Infektionskrankheiten wie Covid-19 führen wüteten besonders im 19. und 20. Jahrhundert auf der ganzen Welt. Bereits damals war das Leben der Gesellschaft auf irgendeine Weise von Krisen der Tuberkulose-, Cholera- oder spanischen Grippe Pandemie betroffen, woraufhin immer mehr Bedacht auf den Zusammenhang zwischen öffentlicher Gesundheit und gebautem Raum geachtet wurde.

Somit sind die glatten Oberflächen und das geometrisch einfache Design des Modernismus auch teilweise der neuen Sichtweise zur öffentliche Gesundheit zu verdanken, um Staub, Unreinheiten und die Ablagerung von Krankheitserregern auf Oberflächen zu verringern und Belichtung und Belüftung zu fördern. Durch den Verlauf und die Analyse von vergangenen Pandemien können wir über Entwicklungen und innovative Lösungen und Reaktionen lernen um diese vorausschauend auf zukünftige Notsituationen zu implementieren.¹³

Tuberkulose

Tuberkulose ist eine Infektionskrankheit, die durch ein Bakterium verursacht wird, das wie das Coronavirus über winzige Tröpfchen in der Luft übertragen wird. Das Bakterium greift meist die Lunge an und kann zu einer schwerwiegenden Infektion führen. Im Gegensatz zum Coronavirus jedoch, sind nur Menschen mit Symptomen ansteckend, wodurch die Infektion leichter erkannt und eingedämmt werden kann.

¹³ VIP Structures 2020.

Zu Beginn des 20. Jahrhundert hat die Tuberkulose Pandemie die Architektur in gewissen Bereichen beeinflusst. Nachdem 1882 von Robert Koch das Mycobacterium tuberculosis identifiziert wurde, und Ärzte wie George Bodington und Hermann Brehmer die heilende Wirkung von frischer Luft bestätigten, wurden Gesundheitseinrichtungen besonders auf gute Belüftung ausgelegt um Staub und Unreinheiten fern zu halten und Krankheitserreger zu verringern. Dies führte zu einem Trend der extremen Sauberkeit, die auch bei den einfachen weißen Wänden des Modernismus zum Vorschein kommt.

Cholera

Auch die Choleraepidemien führten zu einem wissenschaftlichen Durchbruch in der Erkennung und Eindämmung von Infektionsübertragungen. Bei einer Infektion mit dem Bakterium *Vibrio cholerae* ist hauptsächlich der Darm betroffen was zu einer akuten Durchfallerkrankung führt. Bei etwa 10% der Erkrankten führt dies zu schwerwiegendem Verlust an Körperflüssigkeit und dadurch Dehydration. Ohne Behandlung führt dies zum einem schnellen Tod.

1854 entdeckte John Snow durch Forschung der Cholera-Ausbrüche, dass die Krankheit nicht wie zuvor vermutet über die Luft, sondern durch Fäkalien kontaminiertes Wasser übertragen wurde. Als Reaktion darauf wurde das Wassersystem neu überdacht und eigene Systeme für Trinkwasser und Abwasser entwickelt um dadurch Kreuzkontamination zu vermeiden.¹⁴

¹⁴ Planes Soledad Maria 2021.

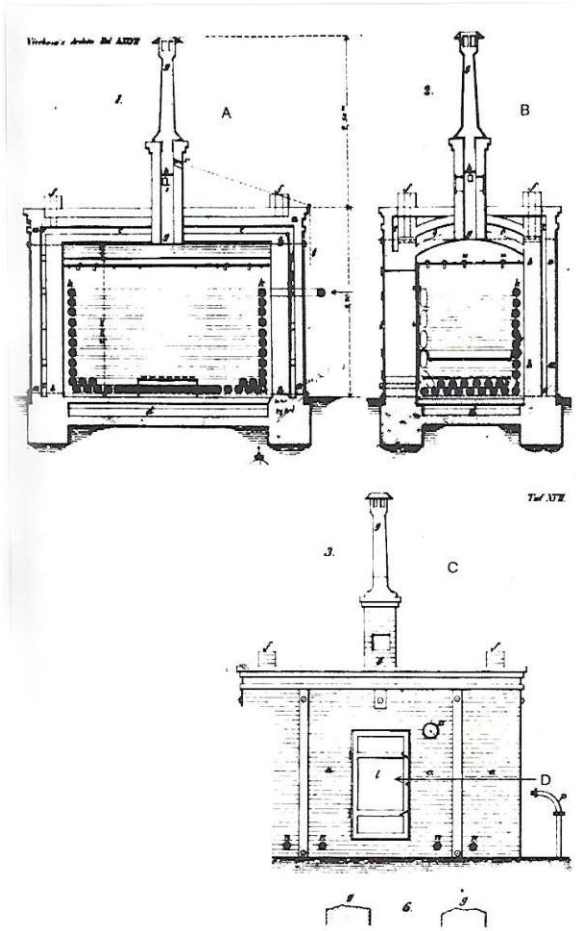


Abbildung 11: Heißluft Desinfektionsapparat Moabit (1985), J. Eisenbach, H. Werner, Krankenhausbau und Krankenhaushygiene, perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH, Bamberg, S.27.

Influenza

2009 wurde die moderne medizinische Versorgung durch das Influenzavirus auf die Probe gestellt und stieß an ihre Grenzen. Das Virus, ursprünglich in Mexiko aufgetreten, erreichte schließlich 214 Länder und resultierte in 575 400 Todesfällen Weltweit. Jedoch sind diese Zahlen nicht mit der Influenza-Pandemie 1918 (auch als Spanische Grippe bekannt) zu vergleichen, wo etwa ein Drittel der Weltbevölkerung mit dem Virus infiziert war und etwa 50 Millionen Menschen ihr Leben verloren (Letalität 2-4%). Der Grund für einen derartigen Ausbruch der Infektion war eine neuartige Variante des Virus, gegen die in der Bevölkerung noch keine Immunität vorzufinden war.¹⁵

Bei der Influenza handelt es sich um eine Virusgrippe, die hohes Fieber mit etwa 40 Grad Celsius sowie Kopf- und Gliederschmerzen hervorruft. Besonders bei Menschen mit Vorerkrankungen kann eine Infektion zum Tode führen.¹⁶

15 M. Hamele, K. Neumayer, J. Sweney, W. Poss ,2018, S.3.
16 Bundesärztekammer 2021.

Auch nach der Spanischen Grippe merkte man eine Besessenheit zur Sauberkeit. Einfache und glatte Oberflächen wie Fliesen wurden vermehrt eingesetzt und große Fenster zum Lüften und bessere Luftzirkulation wurden beliebt. Unnötige Dekorationen und Möbel wurden aus der Notwendigkeit stets alles sauber zu halten entfernt.¹⁷

„Die gesamte moderne Architekturbewegung entstand wirklich aus der Sorge um Sauberkeit, Licht, Luft und Offenheit, und das Gleiche wird wieder passieren“ (Pratysh Dayal 2021.)

Ebola

Das Ebolavirus, meist im Afrikanischen Kontinent auftretend, ruft ein virales Fieber hervor, das mit inneren und äußeren Blutungen zusammenhängt. Die Ansteckung erfolgt meist durch Kontakt mit Fledermäusen oder Affen, wobei das Virus durch den Verzehr des Fleisches oder durch Kontakt mit den Tieren in dem menschlichen Körper gelangt. Das Virus wird auch durch direkten Körperkontakt oder Kontakt durch Körperflüssigkeiten mit Infizierten Personen verbreitet.

Anders als beim Coronavirus ist das Ebolavirus erst nach Auftreten von Symptomen ansteckend und somit leichter zu erkennen. Auch ist das Ebolavirus nur über Körperflüssigkeiten ansteckend und nicht über Aerosole in der Luft wie das Coronavirus. Da jedoch noch sehr wenig medizinische Entwicklung bezüglich dieser Krankheit erforscht wurde, sterben etwa 50-90% der Infizierten daran.¹⁸

Um die Pandemie zu bekämpfen wurden temporäre Isolations- und Pflegeeinrichtungen gebaut und auch mobile Labore wurden errichtet. Viele Freiwillige wurden in der Labortechnik geschult um Proben bei bestätigten Ebola-Fällen durchzuführen. Gegen Ende der Pandemie folgte schließlich der experimentelle Einsatz eines Impfstoffes, der vielleicht bei früherer Verwendung tausende Leben gerettet hätte. Jedoch sollten Impfstoffe nicht leichtfertig eingesetzt werden ohne vorher ausführlich auf Nebeneffekte getestet zu werden.¹⁹

Die hohe Sterberate des Ebola-Ausbruch 2014 veranlasste medizinisches Fachpersonal und politische Entscheidungsträger, die Pandemieplanung zu revidieren und Pandemie-Reaktionspläne einzuführen. Das Virus infizierte alleine in der Bevölkerung von Guinea, Liberia und Sierra Leone 28 616 Menschen und resultierte in 11 310 Todesfällen.²⁰

17 Pratysh Dayal 2021.

18 Carol DerSarkissian 2021.

19 Dr. Golding Josie 2018.

20 M. Hamele, K. Neumayer, J. Sweney, W. Poss (2018)



Covid-19

Globale Gesundheits- und Wirtschaftskrise, unsichtbare Träger, alternative Pflegeeinrichtungen

3. Situationsanalyse

Abbildung 12: , eigene Grafik

Die COVID-19-Pandemie 2019 - aktuell 2022 hat mit zwei Jahren knapp 300 Millionen Infektionen, eine noch nie dagewesene Gesundheits- und Wirtschaftskrise rund um den Globus verursacht. Erst wurde der Virus nur als schwere Lungenentzündung erkannt, bald warnten Virologen jedoch vor einem hoch ansteckendem Virus, der sich über „unsichtbare Träger“ verbreitete.

3.1.1 SARS-CoV-2 Virus

Eine Infektion mit dem Coronavirus kann von keinen bemerkbaren Symptomen über Fieber, Husten, Kopfschmerzen, Müdigkeit und Atemlosigkeit bis hin zu schweren Lungenschäden, Herzmuskelschäden, Nierenschäden und zum Tod führen. Der Verlauf des Virus ist sehr unterschiedlich und Verlaufsmuster sind schwer auf unterschiedliche Personengruppen zuzuordnen. Zusätzlich gibts es mittlerweile schon etliche Varianten des Virus, was es noch schwieriger macht bestimmte Muster zu erkennen. Meist werden jedoch Menschen mit Vorerkrankungen schwierigere Verläufe aufgezeichnet.

Bei erster Erkennung des Virusausbreitung reagierten die Länder sehr zögernd, da ein derartiger Virus nicht bekannt war und vergangene Pandemien, meist durch Krankheiten mit klaren Symptomen ausgelöst wurden. Einige glaubten sogar, der Virus sei nur ausgedacht um die Menschen einzuschüchtern. Die Zahlen der infizierten Personen stiegen jedoch exponentiell an, wodurch der darauf folgende Lockdown, noch nie dagewesene Störungen der Volkswirtschaft und Arbeitsmärkte zur Folge hatte.

Viele Länder wie China und Großbritannien ent-

wickelten behelfsmäßige Krankenhäuser durch Umwandlung öffentlicher Orte mit verschiedenen anderen Bestimmungen (z.B.: Stadien, Kongresszentren, Ausstellungszentren, Turnhallen, Fabriken und Lagerhäuser) zu medizinischen Einrichtungen, um in kürzester Zeit eine wesentliche Verbesserung der Kapazität des Gesundheitssystems zu erreichen, da man auf eine derartig große Anfrage an Betten in kürzester Zeit nicht vorbereitet war.

BDP hat darüber hinaus sogar eine Bedienungsanleitung (Abbildung 14) erstellt, um ähnliche Notfallprojekte zu gestalten. Diese enthält sehr nützliche Einblicke in die angepassten Ausstattungsstrategien und -prozesse.

Die Notizen und Skizzen zeigen, dass der Platz der wichtigste Faktor ist. Die Anforderungen umfassen eine freie Spannweite, einen großen flexiblen Raum für die Patientenstationen und zusätzlich Platz für medizinische Gase (Sauerstoff), für allgemeine Parkplätze, für Krankenwagenparkplätze, temporäre Generatoren, für Personalwechsel und Duschen und Platz für CTs und vorübergehende Leichenbestattungen²¹

Abbildung 13 stellt eine Grafik dar, wo die ersten Umbauten alternativen Gesundheitseinrichtungen im April 2020 in den USA, nach Erkennung des Ernstes der Lage begonnen haben. Dabei wurden 17 Heime, Hotels, Arenas und Veranstaltungszentren als alternative Pflegeeinrichtungen ausgewählt.

²¹ Marina Marinelli (2020), S. 65

U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS (AS OF: 07-APR 0800)

COVID-19

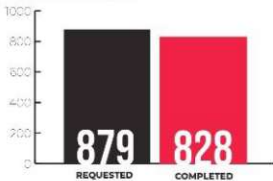
CORONAVIRUS



ADMINISTRATIVE

MISSION ASSIGNMENTS **27** OPEN: 27 CLOSED: 0
 CUMULATIVE FUNDING **\$1.6B** MA: \$1.6B NEPP FUNDING: \$1.9M
 ENGAGED PERSONNEL / DEPLOYED: 1,943 SUPPORTING: 15,000

ASSESSMENTS



ALTERNATE CARE FACILITY TOTAL BED COUNT

15,587



BUILDING STRONG®

SIMPLE SOLUTIONS FOR A COMPLEX PROBLEM

For more information about what the Corps is doing in response to COVID-19 visit: <https://www.usace.army.mil/coronavirus/>
 USACE works in conjunction with the entire federal eco-system during responses like COVID-19 through FEMA learn more about their mission here: <https://www.fema.gov/coronavirus>

Abbildung 13: Bettenpotenzial aus Sportstätten und Hotels (2020), R. Sacks, C. Eastman, G. Lee, P. Teicholz, BIM handbook : a guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers. 3rd edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey USACE 2020, Web: <https://www.nwd.usace.army.mil/Media/News-Stories/Article/2140289/us-army-corps-of-engineers-building-17-alternate-caresites-in-8-states/>, 28 August 2021.

ALTERNATE CARE FACILITY CONSTRUCTION

ARENA TO HEALTHCARE (A2HC)
 434 Assessments Complete: 19 Sites Selected, 14,193 Beds, 6 Pending Contracts, **13 Contracts Awarded**

HOTEL/DORMS TO HEALTHCARE (H2HC)
 394 Assessments Complete: 18 Sites Selected, 1,394 Beds, 14 Pending Contracts, **4 Contracts Awarded**

ARENA TO HEALTHCARE (A2HC)

434/471 Assessments Complete
 14,193 Potential Beds

HOTELS/DORMS TO HEALTHCARE (H2HC)

394/408 Assessments Complete
 1,394 Potential Beds

ENGINEERED SOLUTION PLANS
 Approved site adaptations must be accomplished in as little as 5 days and at most 2 weeks to align with state projected virus infection peaks.

STANDARD DESIGNS



All 4 designs can be adapted to serve COVID and NON-COVID patients.

PROJECT TRANSFERS TO STATE STATUS



Hotels und Heime bieten meist sehr gut gelegene Standorte und die separaten Zimmer mit Zugang zu individuellen Badezimmern waren vorteilhaft für die Verringerung der Infektionsverbreitung. Bestehende Kommunikationseinrichtungen zu einer zentralen Leitstelle sind in den meisten Hotels auch schon vorhanden und können somit gleich verwendet werden. Auch ein Gastronomie- und Versorgungssystem kann hier direkt übernommen werden. Um die Lüftung von einem Umluftsystem auf ein Durchzugssystem zu ändern, müssen die Abgassysteme zur Außenluft noch ergänzt werden um einen Unterdruck im Raum zu gewährleisten. HEPA Filter können hier relativ einfach in eine Seitenwand oder bei einem Fenster hinaus installiert werden. Für die Verteilung medizinischer Gase kann ein Rohrsystem über die Gänge verlegt werden oder ein Flaschensystem verwendet werden, wobei jedoch ein Flaschenlager notwendig ist.

Arenas und Veranstaltungszentren eignen sich ebenfalls sehr gut zu einer Konvertierung aufgrund der großen flexiblen Hallen mit ausreichend Raumhöhe für technische Infrastruktur. Da

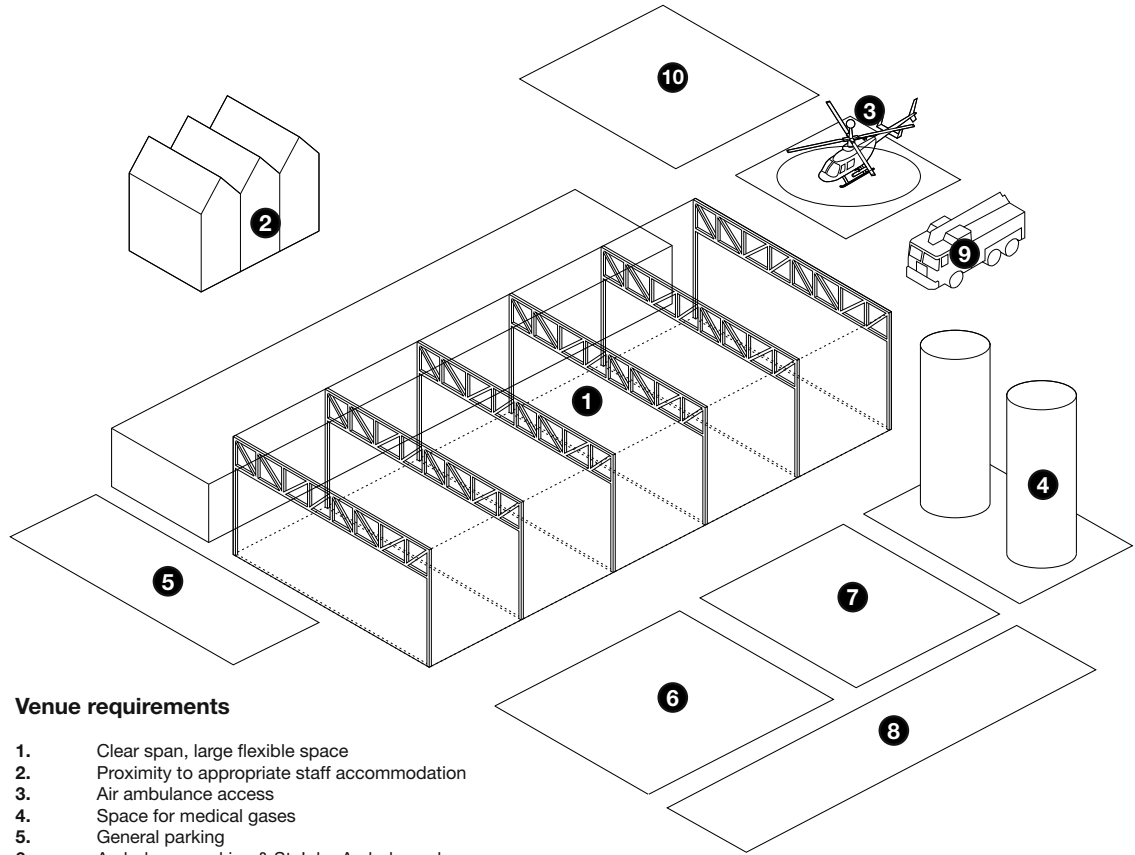
sie dazu entworfen wurden an flexible Nutzungen je nach Anforderung angepasst zu werden, sind diese Gebäude für die meisten Nutzungen gut ausgelegt. Besonders die städtische Lage ist hier meist vorteilhaft an den öffentlichen Verkehr angebunden und bietet genügend Parkmöglichkeiten für Personal und Patienten. Die großen Hallen können schnell durch temporäre Trennwände flexibel in individuelle Bereiche getrennt werden, wobei die nötige Infrastruktur in Decken- oder Bodenbereich verlegt wird. Auch hier sind meist genügend Lager-, Ver- und Entsorgungsräume bereits vorhanden die übernommen werden können und einen guten Ablauf für Lieferungen bieten.²²

In der folgenden Abbildung 14 ist in der erwähnten Vorlage von BDP basierend auf Nightingales Konzepten dargestellt, wie sich bestehende Einrichtungen in eine funktionierende Gesundheitseinrichtung umbauen lassen.

²² Chrisman, Katzenberger, Murdock 2020.

1. SCOPE OUT

Large barn type spaces with flat floor areas for the ICU wards and triage(dirty), adjacent space for storage, pharmacy, staff break out and WCs (clean) and don/doff areas in between(clean/dirty)



Venue requirements

1. Clear span, large flexible space
2. Proximity to appropriate staff accommodation
3. Air ambulance access
4. Space for medical gases
5. General parking
6. Ambulance parking & St John Ambulance base
7. Temporary generators
8. Space for staff changing and showers
9. Fire strategy consideration is key from the early stages
10. Additional space to accommodate CTs (at least two for resilience) and temporary mortuaries

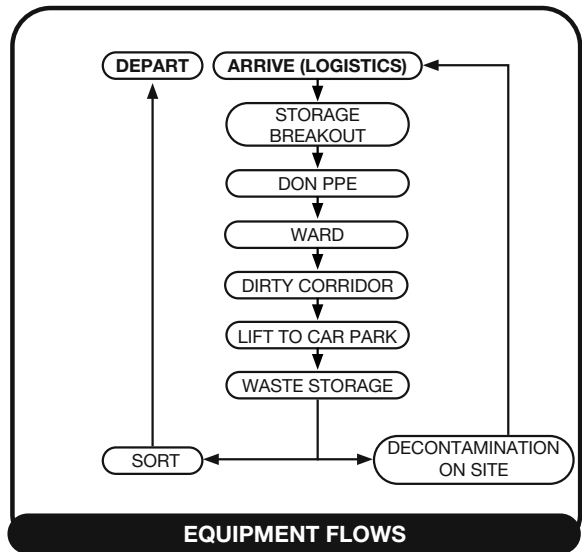
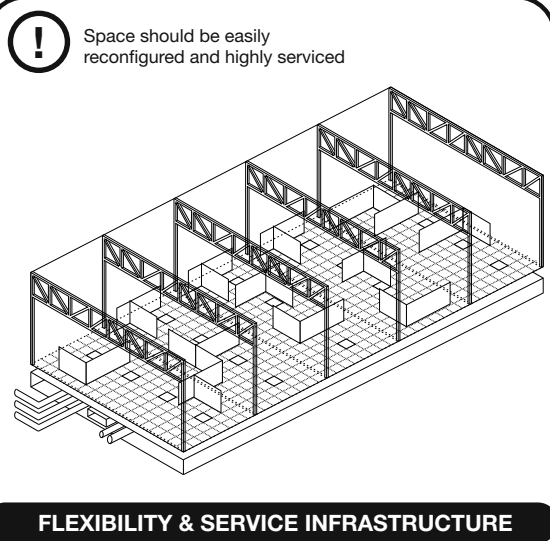
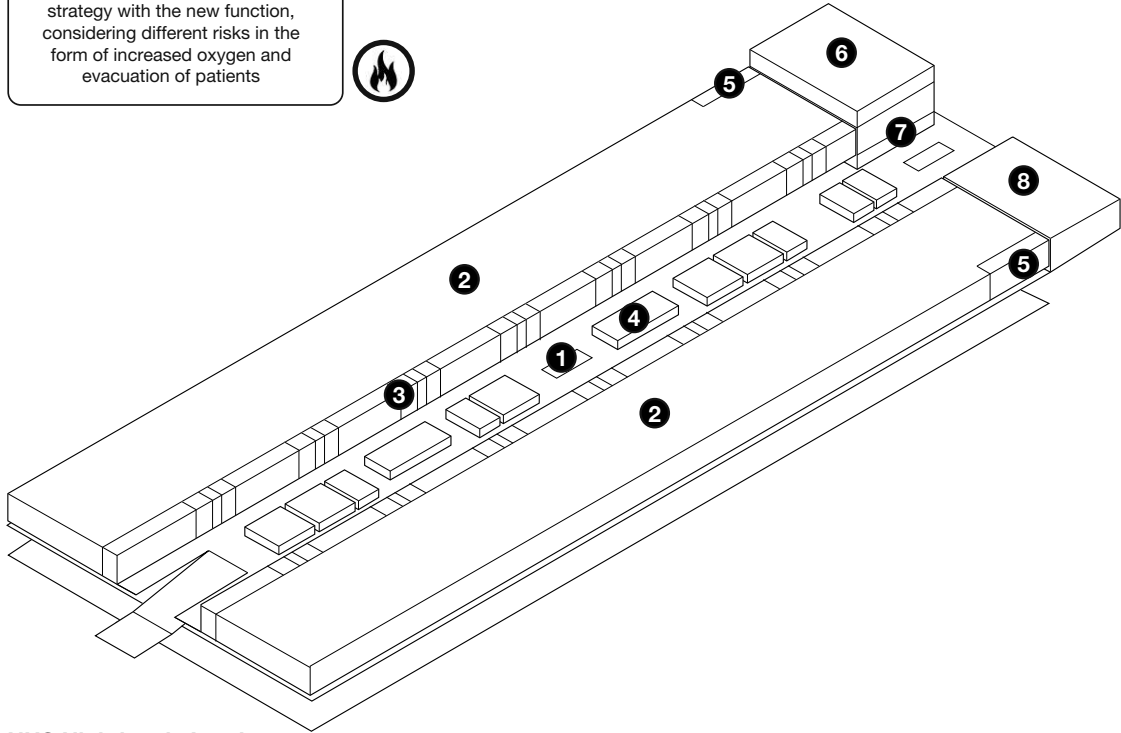


Abbildung 14.1: NHS-nightingale-instruction-manual (2020), BDP, NHS nightingale hospital instruction manual, Web:<https://www.bdp.com/globalassets/projects/nhs-nightingale-hospital/nhs-nightingale-instruction-manual.pdf>, 28 August 2021.

2. LAY OUT

It is essential that an **NHS fire officer** is involved from early stage, aligning the existing venue fire strategy with the new function, considering different risks in the form of increased oxygen and evacuation of patients



NHS Nightingale London

- | | | | |
|----|---------------------------------|----|------------------|
| 1. | Central boulevard | 6. | CT / Diagnostics |
| 2. | Ward | 7. | Mortuary |
| 3. | DON/DOFF areas | 8. | Staff canteen |
| 4. | Pharmacy (extends to top floor) | | |
| 5. | Triage | | |

Wayfinding and signage is key to assist staff in operation and make sure people stay in the allocated flow channel to avoid accidentally entering a dirty area

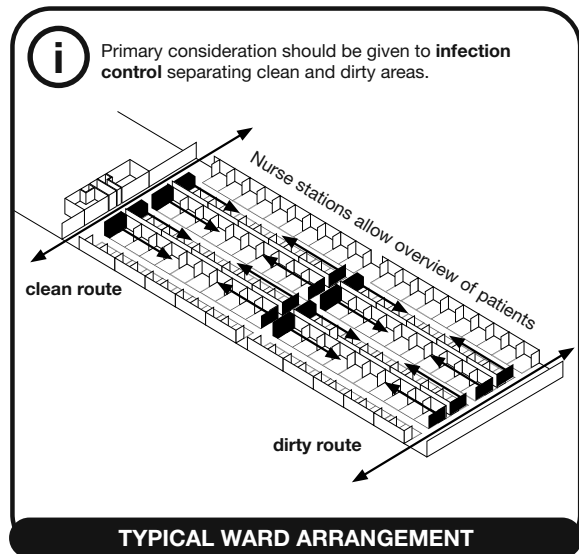
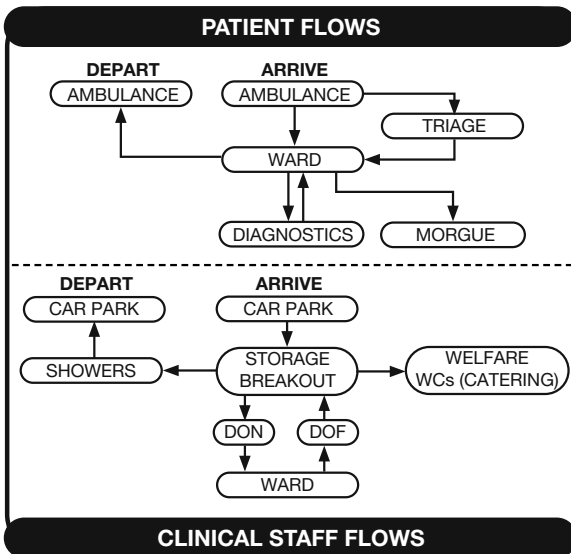
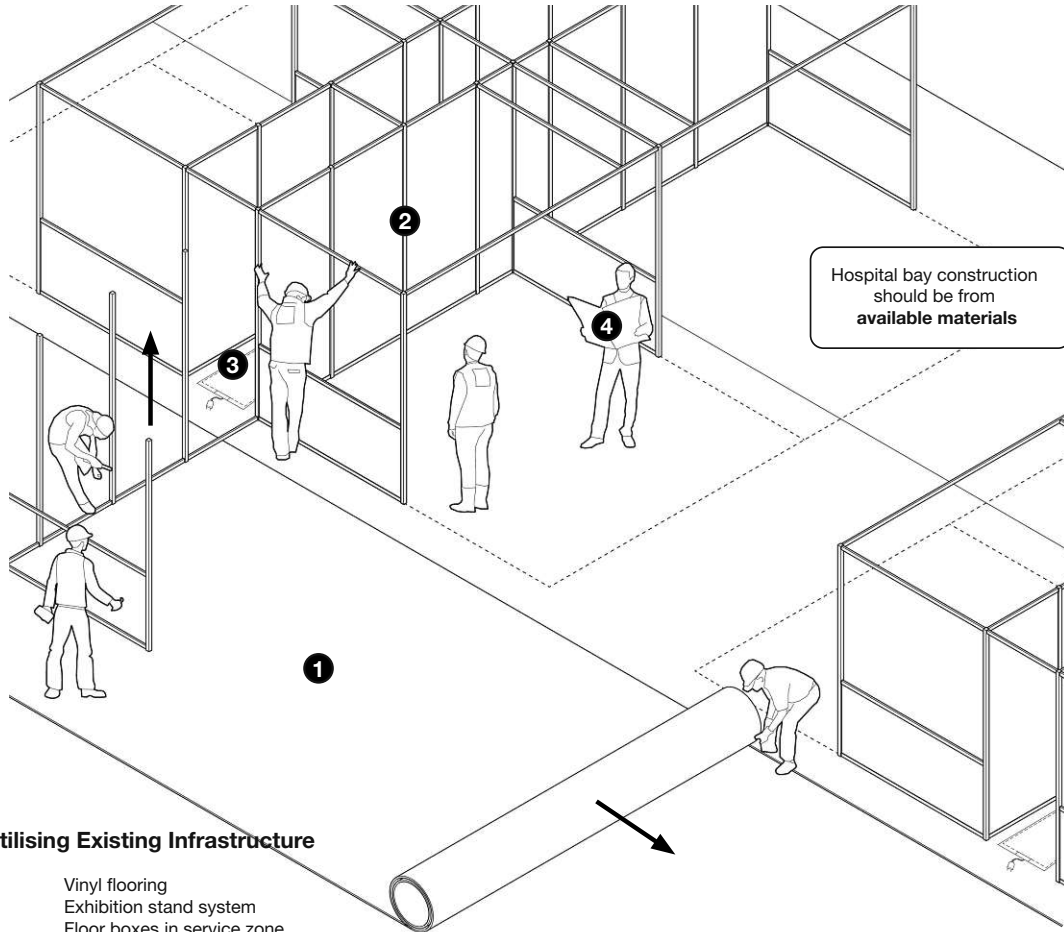


Abbildung 14.2: NHS-nightingale-instruction-manual (2020), BDP, NHS nightingale hospital instruction manual, Web:<https://www.bdp.com/globalassets/projects/nhs-nightingale-hospital/nhs-nightingale-instruction-manual.pdf>, 28 August 2021.

3. FIT OUT



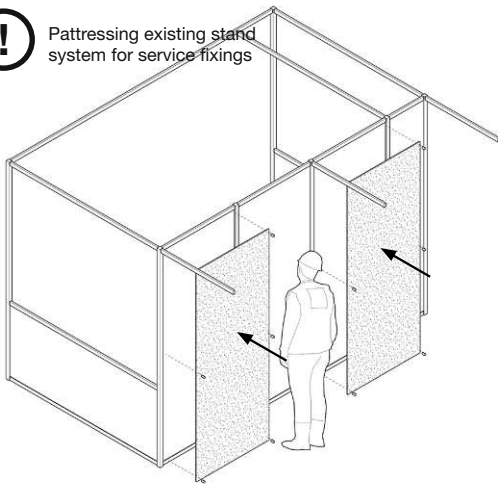
Utilising Existing Infrastructure

- 1. Vinyl flooring
- 2. Exhibition stand system
- 3. Floor boxes in service zone
- 4. Utilise available workforce from events sector

Note Use what you have rather than trying to procure new and utilise large groups of available labour



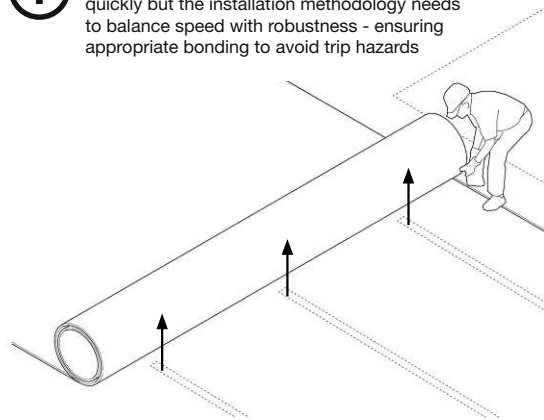
Patrossing existing stand system for service fixings



MODIFY EXISTING



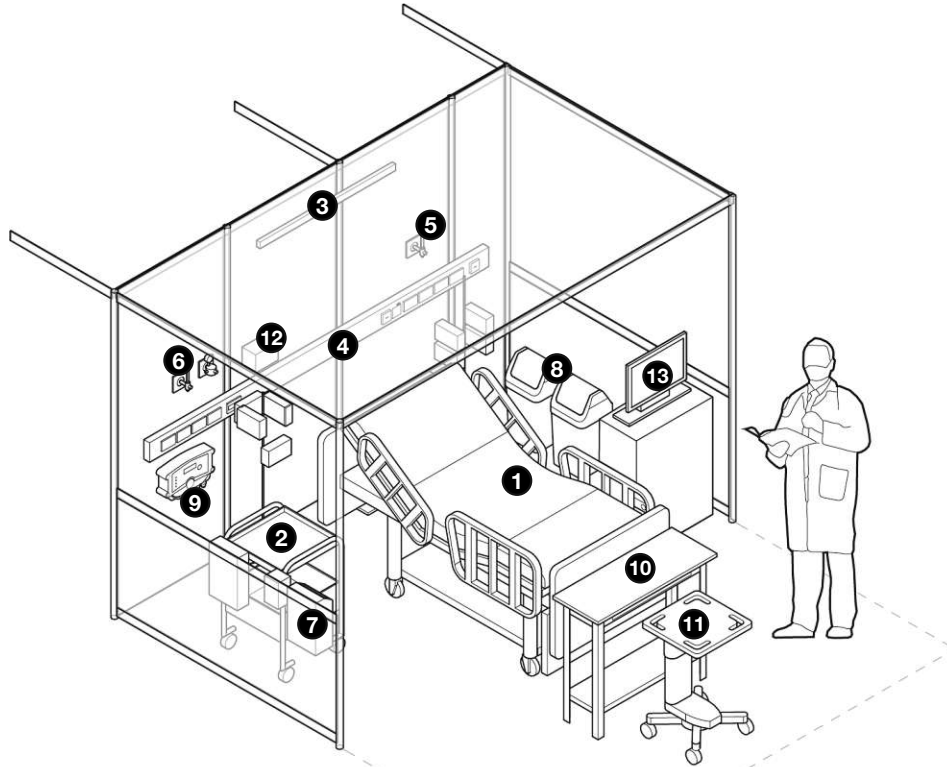
Hospital grade, non slip vinyl can be installed quickly but the installation methodology needs to balance speed with robustness - ensuring appropriate bonding to avoid trip hazards



BALANCE SPEED WITH QUALITY

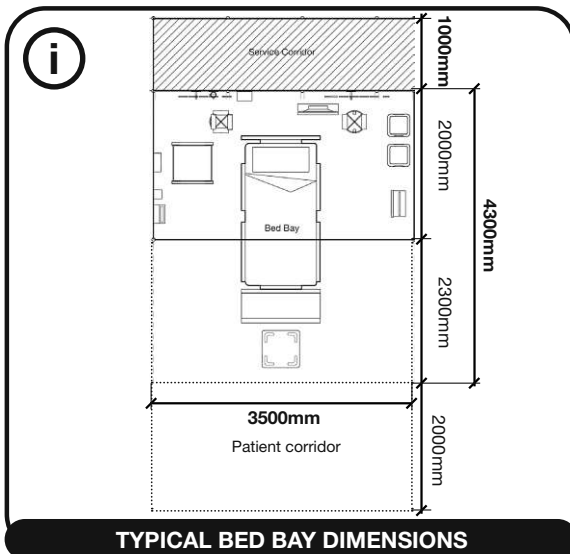
Abbildung 14.3: NHS-nightingale-instruction-manual (2020), BDP, NHS nightingale hospital instruction manual, Web:<https://www.bdp.com/globalassets/projects/nhs-nightingale-hospital/nhs-nightingale-instruction-manual.pdf>, 28 August 2021.

4. KIT OUT



Typical Bed Bay Clinical Equipment

- | | | | |
|----|-----------------------------|-----|----------------------------|
| 1. | Bed bay [3500W x 4300L] | 9. | Oxygen monitor |
| 2. | Consumaries trolley | 10. | Chart table |
| 3. | LED overhead light [1200mm] | 11. | Stool |
| 4. | Bed trunking [3000W x 150H] | 12. | Ventilator |
| 5. | 1x Oxygen | 13. | Electronic patient records |
| 6. | 1x Oxygen & 1x Medical Gas | | |
| 7. | Dispensers and sharps bin | | |
| 8. | Clinical waste bins | | |



TYPICAL BED BAY DIMENSIONS

- **Bed bay row number**
- **Check for loose flooring around bed space and walkway**
- **Align the walls within the bay row**
- **Check for backing wall restraints**
- **Check for loose wall panels**
- **Check for wall pattressing are behind the medical gas**
- **Check for medical gas stability**
- **Check for electrical sign off certificate**
- **Check for nurse call sign off certificate**
- **Check for bed numbering signage**



TYPICAL BED BAY QA CHECKLIST

Abbildung 14.4: NHS-ningtongale-instruction-manual (2020), BDP, NHS nightingale hospital instruction manual, Web:<https://www.bdp.com/globalassets/projects/nhs-ningtongale-hospital/nhs-ningtongale-instruction-manual.pdf>, 28 August 2021.

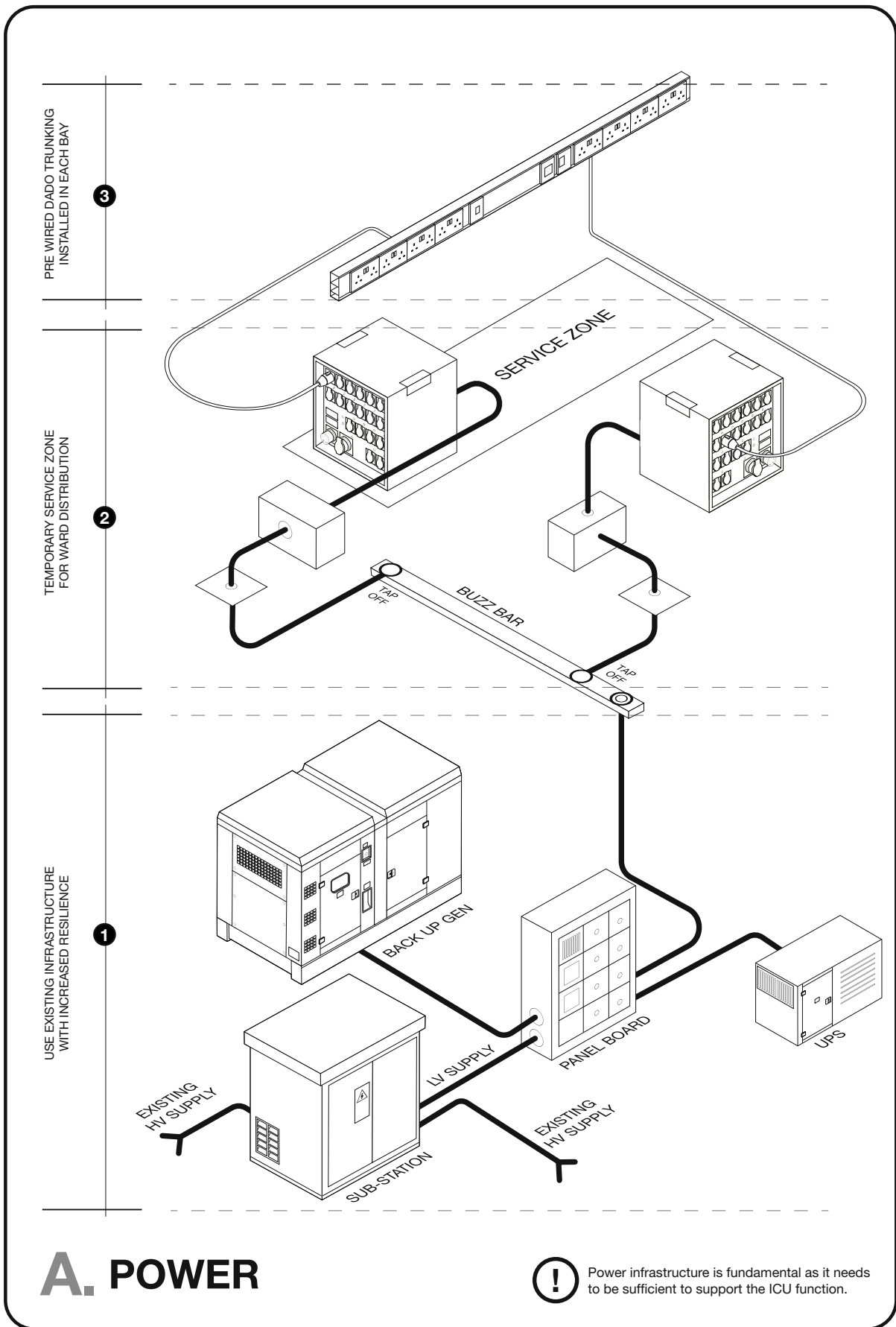


Abbildung 14.5: NHS-nightingale-instruction-manual (2020), BDP, NHS nightingale hospital instruction manual, Web:<https://www.bdp.com/globalassets/projects/nhs-nightingale-hospital/nhs-nightingale-instruction-manual.pdf>, 28 August 2021.

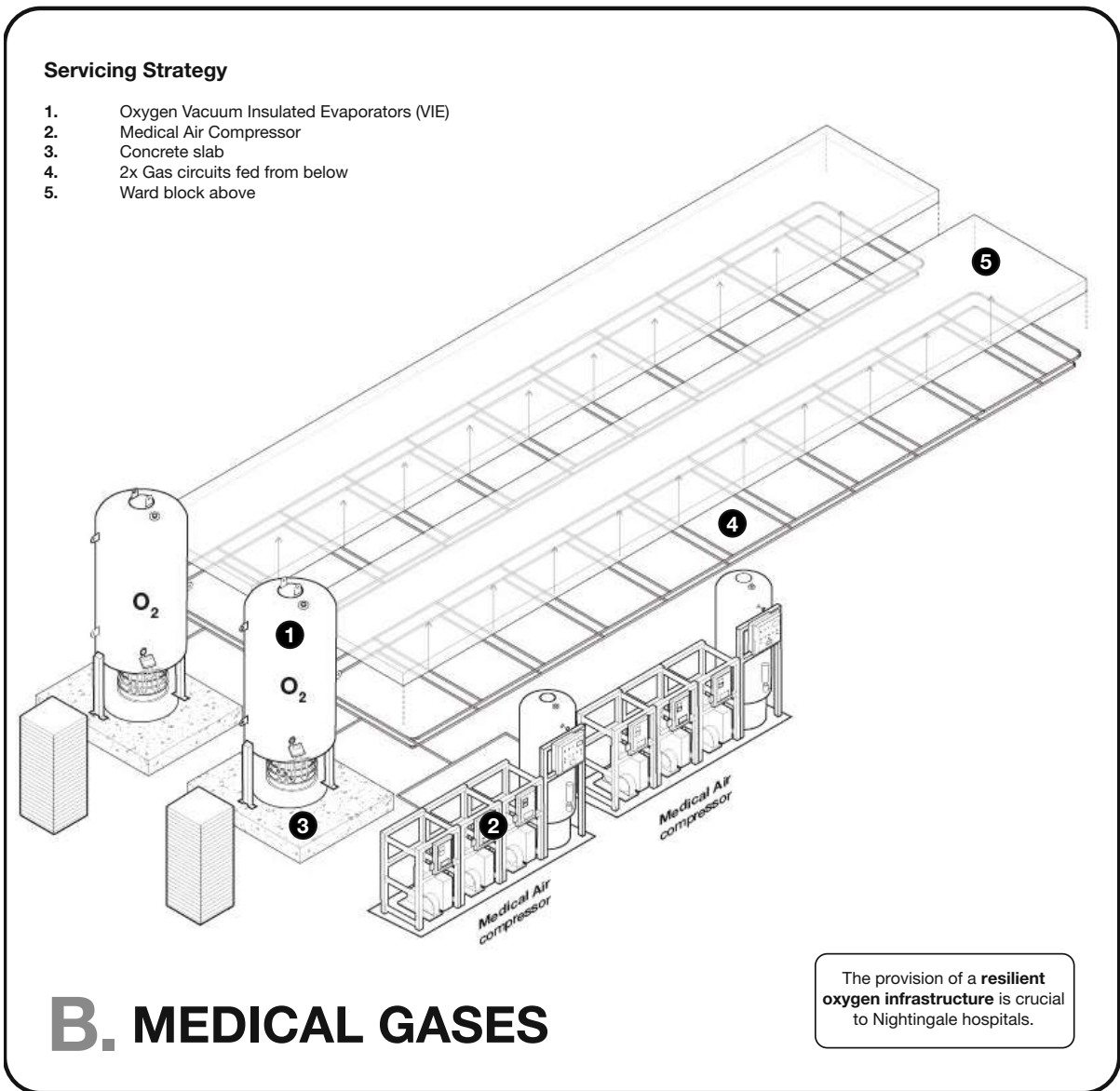
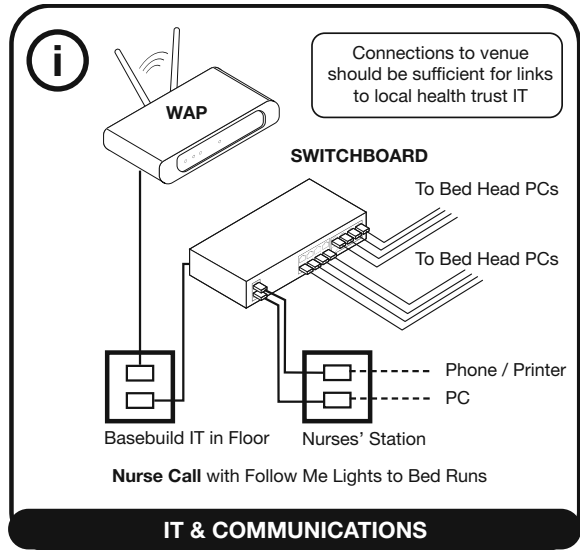
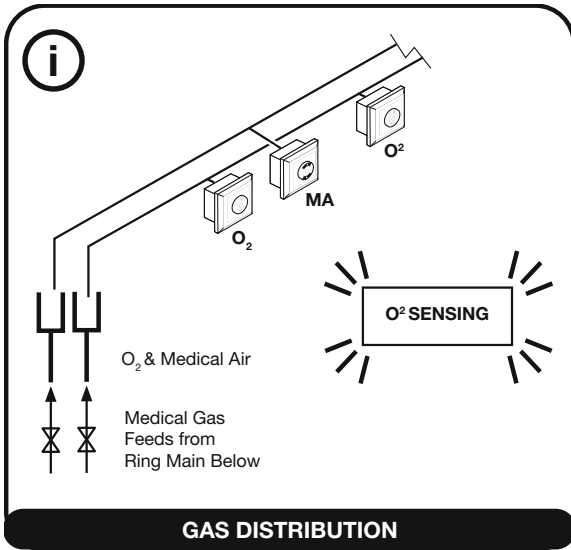


Abbildung 14.6: NHS-nightingale-instruction-manual (2020), BDP, NHS nightingale hospital instruction manual, Web:<https://www.bdp.com/globalassets/projects/nhs-nightingale-hospital/nhs-nightingale-instruction-manual.pdf>, 28 August 2021.

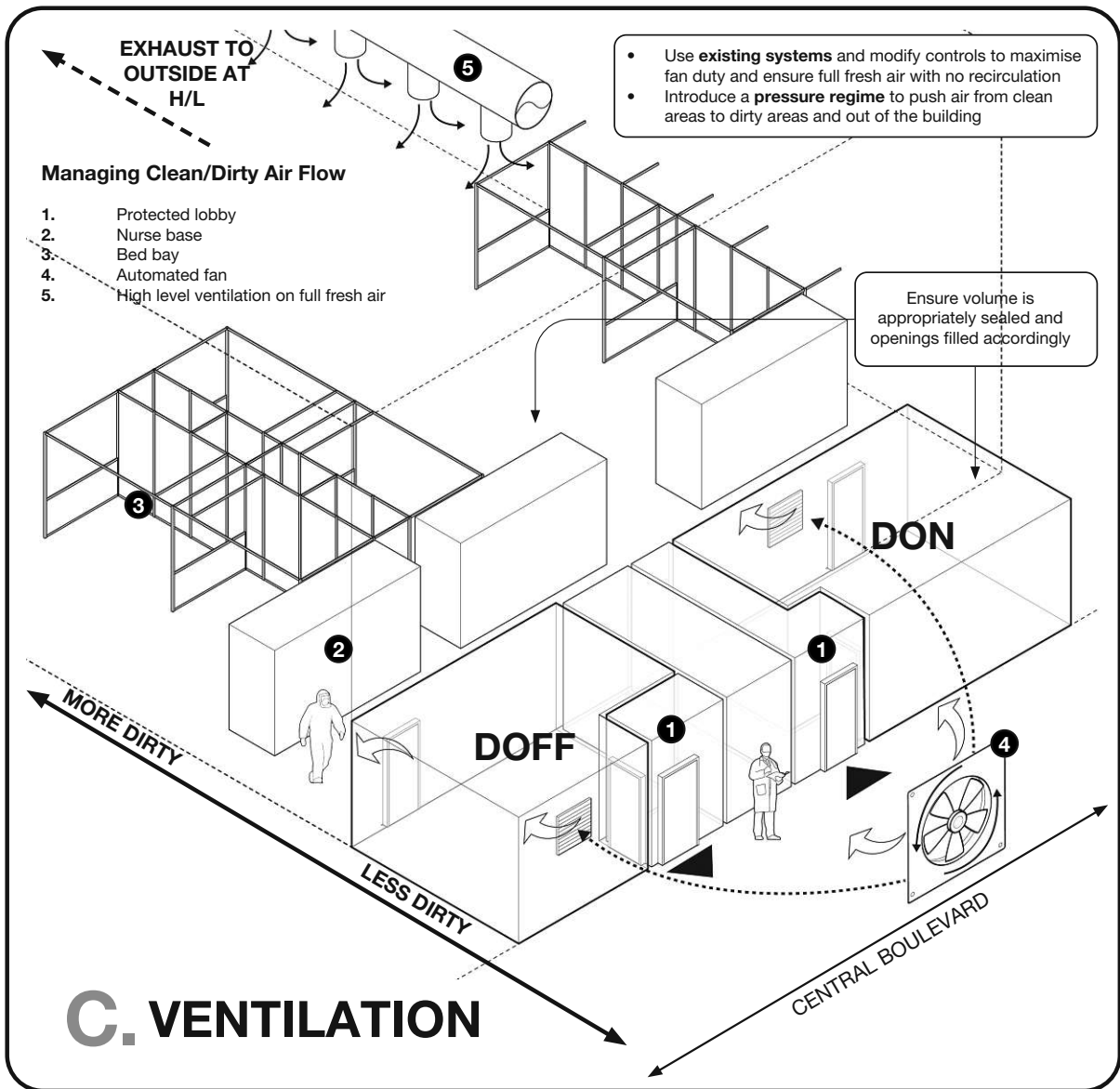
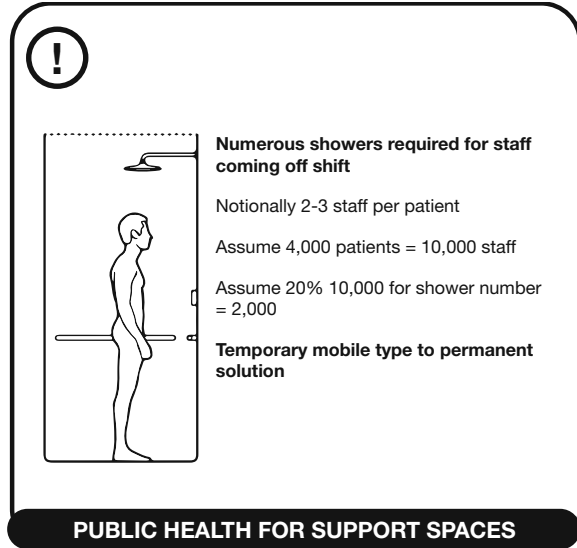
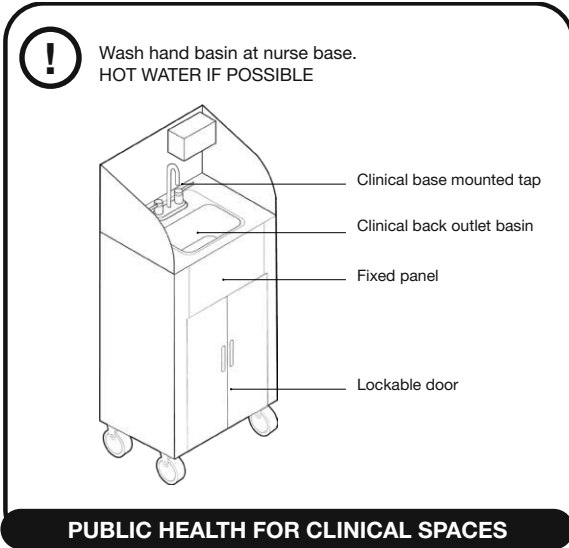


Abbildung 14.7: NHS-nightingale-instruction-manual (2020), BDP, NHS nightingale hospital instruction manual, Web:https://www.bdp.com/globalassets/projects/nhs-nightingale-hospital/nhs-nightingale-instruction-manual.pdf, 28 August 2021.

Auf Abbildung 14.1 ist die Lage und umliegende benötigte Infrastruktur beschrieben. Das Gebäude sollte eine große freistehende Fläche besitzen wie zum Beispiel eine Lagerhalle. Personalräume können in einem externen Gebäude neben der Halle untergebracht werden, wo genügend Duschen und Schutzausrüstung für das Infektionsgefährdete Personal zu Verfügung gestellt werden müssen.

Eine Landung mittels Rettungshelikopter sollte in unmittelbarer Nähe des Gebäudes möglich sein. Auch sollte die Lage der Einrichtung Auslässe für mögliche chemische Gase ermöglichen. Generatoren für die technische Einrichtung sind ebenfalls erforderlich. Genügend Raumhöhe und Platz für Installationen im Decken- und Bodenbereich können eine flexiblere Anordnung ermöglichen

Rund um das Gebäude müssen genügend Parkmöglichkeiten für Patienten und Rettung vorhanden sein und auch die Anbindung an den öffentlichen Verkehr ist von Vorteil, wenn auch nicht zwingend notwendig wenn es sich um eine temporäre Einrichtung oder Isolationseinheiten handelt.

Ein eigenes klar strukturierendes Versorgungssystem ist ausschlaggebend für einen reibungslosen Betriebsablauf sowie für eine funktionierende Infektionskontrolle. Dabei sollte nach Möglichkeit ein Einbahnsystem gewählt werden, wie auch in Abbildung 14.1 vorgeschlagen um Kreuzkontamination von reinen und unreinen Materialien zu vermeiden.

In Abbildung 14.2 ist das von Nightingale entworfene Pavillionmodell zu sehen, wobei zwei lange Pflegeflügel an einen Innenhof angelegt sind um gute natürliche Belichtung und Belüftung bei den Pflegebereichen zu gewährleisten. An den Zugängen der Flügel befindet sich jeweils eine Triage, die den Patienten empfängt und zu einer Abteilung zuweist. Ein gutes Wegeleitsystem ist auch ein wichtiger Aspekt einer guten Einrichtung, um den Patienten in einer neuen ungewohnten Umgebung ohne Umleitungen an sein Ziel zu führen und dadurch die Verbreitung von potenziellen Infektionen zu reduzieren.

In Abbildung 14.3 wird auf die Innenoberflächen eingegangen. Funktionszonen können hier mit Trennwänden sehr schnell erzeugt werden. Auch können Utensilien aus Veranstaltungszentren sehr gut für derartige Projekte genutzt werden, da auch bei Events oder Vorstellungen schnell ein Bühnenbild mit temporären Strukturen aufgebaut wird. Als robuste und chemikalienrestistente Bodenoberfläche ist Vinyl eine gute Wahl um den

regelmäßigen Desinfektionen und Reinigungen standzuhalten.

Die Einrichtung des Pflegezimmers wird auf Abbildung 14.4 dargestellt. Dabei steht das Pflegebett und somit der Patient im Mittelpunkt und wird von notwendiger Infrastruktur ausgestattet. Dabei spricht man von Belichtung, Belüftung, Sauerstoff und Gasauslässen, Abfallentsorgung, ein Versorgungsbereich mit Arbeitsfläche und einem Monitor zur Überwachung der Vitalfunktionen des Patienten.

Bei der Dimensionierung der Pflegezimmer ist besonders auf die Korridorbreite zu achten, die mindestens zwei Meter breit sein muss um die Verschiebung von Pflegebetten zu ermöglichen. Der Pflegebereich selbst sollte 3,5m x 4,3m groß sein um das Pflegebett von allen Seiten zugänglich zu machen.

Auf Abbildung 14.5 ist die Verteilung der technischen Infrastruktur zu sehen. Dabei müssen bei jedem Pflegeplatz genügend Auslässe und Stromversorgung vorhanden sein um alle notwendigen Geräte nutzen zu können. Die Stromversorgung wird anschließend von jeder Funktionsabteilung auf die einzelnen Pflegebereiche verteilt und hängt von dort an den Hauptgeneratoren der Einrichtung, wobei auch ein Notsstromaggregat vorzusehen ist im Falle eines Stromausfalls um Lebenswichtige Geräte am Laufen zu lassen.

In Abbildung 14.6 wird die Gasverteilung dargestellt, wobei eine externe Sauerstoffversorgung in der Nähe des Gebäudes notwendig ist. Dies ist vor allem bei Infektionen wie das Coronavirus wichtig, der bei vielen Patienten zur Atemnot führt.

Bei hohem Infektionsrisiko ist eine Unterdruckbelüftung wie in Abbildung 14.7 ersichtlich notwendig. Dabei wird Luft von einer Seite oder der Mitte des Bereiches in den Raum geblasen und auf der anderen Seite oder beiden Seiten über Filter zur Außenluft oder in einen Rückluftkanal transportiert. Durch den stetigen Luftstrom in eine bestimmte Richtung wird verhindert das Luft mit potenziellen Krankheitserregern zurückfließt und sich verbreiten kann.

Auch in anderen Ländern wurden schnell Alternativen gefunden, die in der Notsituation temporär als Gesundheitseinrichtung fungieren können.

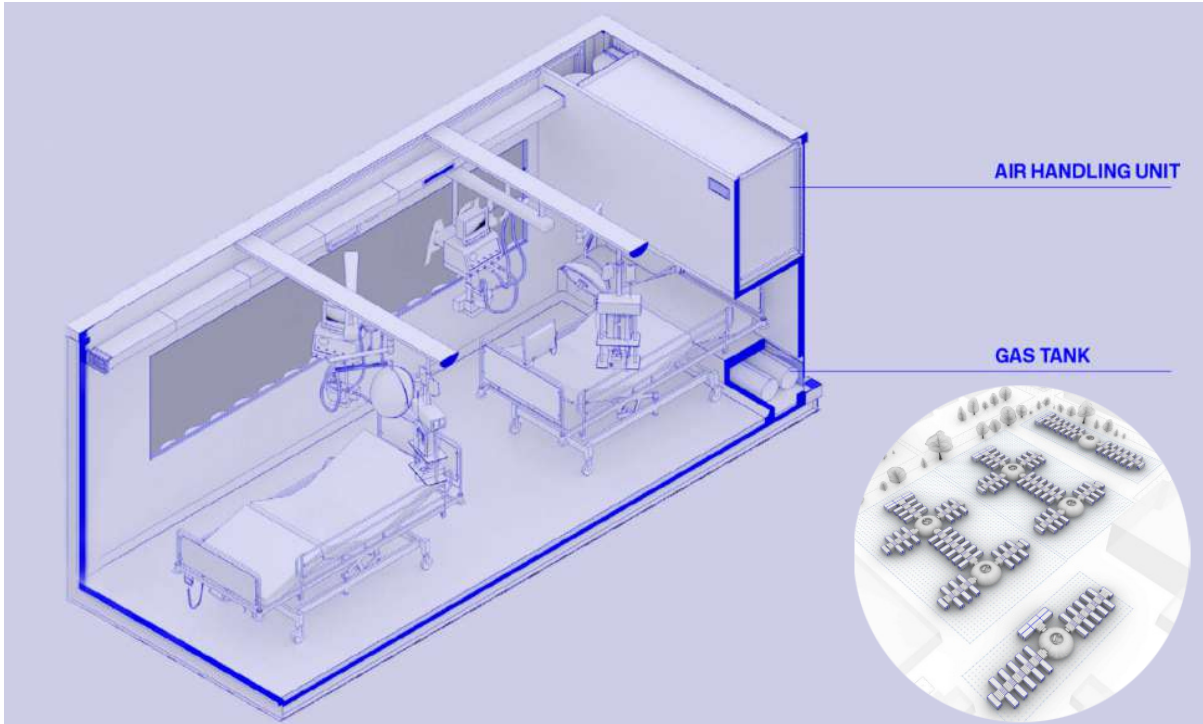


Abbildung 15: CURA Connected Unit for Respiratory Ailments (2020), Ratti Carlo, MIT Senseable City Lab, Turin, Web: <https://curapods.org/about/en>, 8. Jänner 2022.

Abbildung 16: CURA Modulare Anordnung (2020), Ratti Carlo, MIT Senseable City Lab, Turin, Web: <https://curapods.org/about/en>, 8. Jänner 2022.

CURA (Connected Units for Respiratory Ailments)

Im Gegensatz zu großen flexibel nutzbaren bestehenden Gebäuden, sind CURA pods eine Art von temporären Containern oder Zelten, die nach Notwendigkeit schnell und fast überall hingestellt werden können.

„CURA (Connected Units for Respiratory Ailments) verwendet umfunktionierte Schiffcontainers, um kompakte Plug-in-Intensivstationen (ICU) zu schaffen, die schnell in Städten auf der ganzen Welt eingesetzt werden können, um umgehend auf die Ausbreitung des Coronavirus zu reagieren.“ (Ratti Carlo 2020.)

Dieses Zitat der Entwickler erklärt die Funktion der Module sehr gut. Sie können die wachsende Zahl der Patienten aufnehmen und pflegen und die ausgelastete Kapazitäten von Intensivstationen der Krankenhäuser erleichtern. Die Module sind von einem Open-Source-Projekt aufgrund der Coronapandemie entwickelt worden, wobei der Entwurf durch Zusammenarbeit internationaler Mitarbeiter, unter anderen Carlo Ratti Associati, Italo Rota und Ingenieure Jacobs entstand. Sie

können nach Anfrage geliefert und abgestellt und je nach Notwendigkeit erweitert werden. Die erste Einheit wurde bereits zu Beginn der Pandemie als provisorisches Krankenhaus in Turin, Italien und anschließend an sechs weiteren Orten, basierend auf hohen Infektionszahlen aufgestellt.

Die Biocontainer sind aus recycelten Schiffcontainers erstellt und wirken durch die Installation von Unterdruckbelüftung wie Isoliereinheiten (siehe Abbildung 15). Ein Pod verfügt über je zwei Pflegestationen inklusive aller notwendiger medizinischer Geräte, wie Beatmungsgeräte, Monitore und Ständer für medizinische Flüssigkeiten. Zwei Glasfenster je Einheit ermöglichen eine Überwachung der Patienten von innerhalb und außerhalb und auch Angehörige können somit in einem sicheren Bereich den Patienten näher kommen. Jeder Container kann individuell genutzt und weltweit versandt werden. Die einzelnen Einheiten sind an eine aufblasbare Konstruktion angebunden, die Lager und Personalräume enthält. Abbildung 16 und 17 stellen unterschiedliche Konfigurationen der Module dar.²³

²³ Ratti Carlo 2020.



Abbildung 17: CURA Gesundheitsversorgung (2020), Ratti Carlo, MIT Senseable City Lab, Turin, Web: <https://curapods.org/about/en>, 8. Jänner 2022.

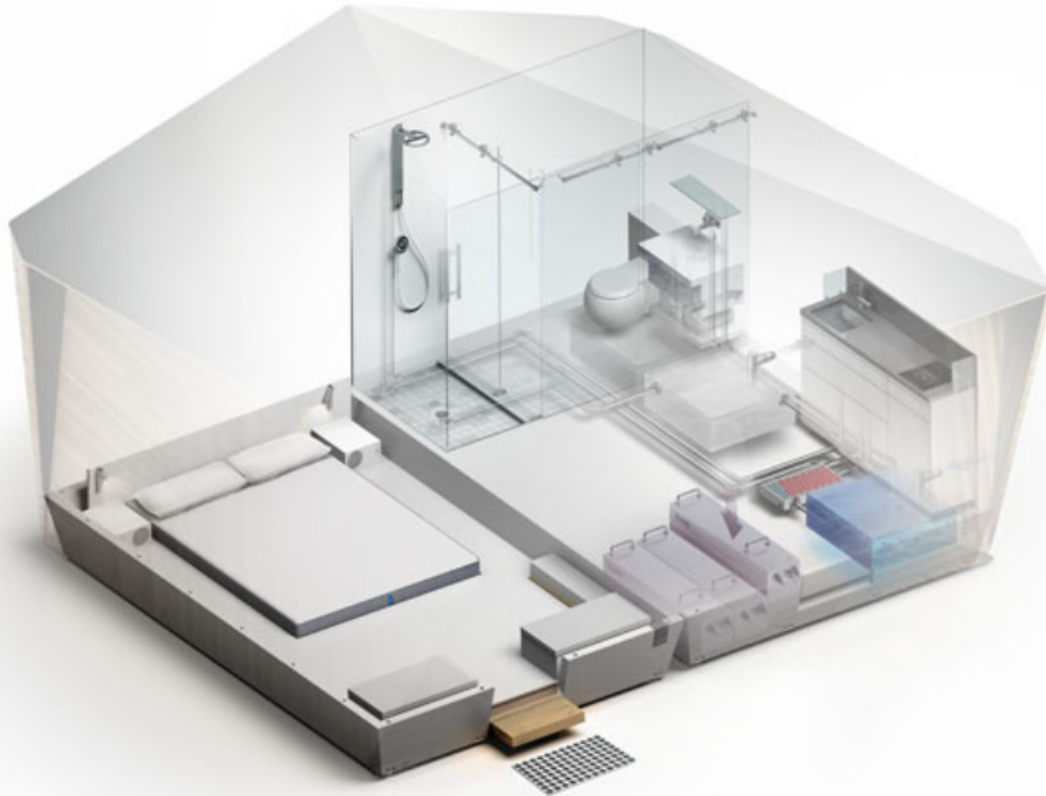


Abbildung 18: Jupe pop-up ICU (2020), Eleanor Gibson, Dezeen, London, Web: <https://www.dezeen.com/2020/03/27/jupe-health-flat-packed-coronavirus-care-units/>, 8. Jänner 2022.

Jupe Health flat-packed units

Jupe ein Start-up für Modulare Wohneinheiten hat sich zu Beginn der Coronapandemie ebenfalls vor die Aufgabe gestellt ihre pop-up Module auch als Intensivseinheiten für Covid-19 Patienten anzubieten um Krankenhäuser zu entlasten. Das Unternehmen von Jeff Wilson und Cameron Blizzard hat in Zusammenarbeit mit Gesundheitsforscherin und Ärztin Esther Choo und dem humanitären Designer Cameron Sinclair ein neues Modul namens Jupe Health entwickelt, das als flach verpackte Einheit schnell versandt und aufgebaut überall einsetzbar ist. Eine Einheit ist 4m mal 2,5m groß und kann leicht auf einen Transporter geliefert werden (siehe Abbildung 19). Der Aufbau ist ähnlich wie bei einem Zelt, da die Module in „Softtop“ oder „Harcover“ erhältlich sind.



Abbildung 19: Jupe flat-packed units (2020), Eleanor Gibson, Dezeen, London, Web: <https://www.dezeen.com/2020/03/27/jupe-health-flat-packed-coronavirus-care-units/>, 8. Jänner 2022.

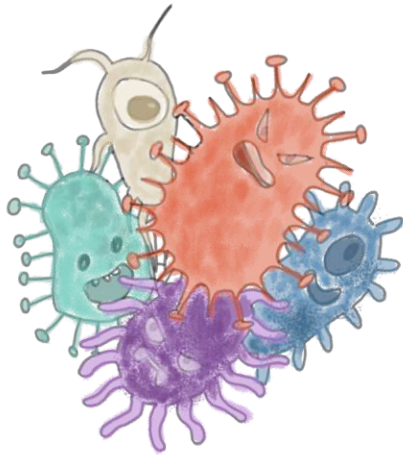
Die Einheiten sind unterteilt in Intensivseinheiten (siehe Abbildung 18), Normalpflegeeinheiten und Personaleinheiten. Jedes Modul wirkt dabei als individuelle Einheit mit je einem Pflegebereich, wobei Elektro- und Lüftungsausstattung bereitgestellt sind. Auch sind neben Bett und Sanitär-ausstattung Anschlüsse für Beatmungsgeräte und Schleusen für medizinisches Fachpersonal in jeder Einheit vorhanden.

„Das Gesundheitssystem hat derzeit viele sich überschneidende Bedürfnisse und kann nicht gut funktionieren, wenn nicht alle Teile vorhanden sind“, fuhr sie fort. „Wir arbeiten daran, eine der komplexeren Lücken zu schließen.“(Eleanor Gibson 2020.)

Diese Aussage von Choo erklärt sehr gut das Zusammenarbeiten von unterschiedlichen Agenten in Pandemiesituationen schneller zu Lösungen von Problemen führen kann.²⁴

Die unterschiedlichen Vorlagen und Projekte sind sehr gut für pandemische Notsituationen anwendbar, jedoch wäre es natürlich gesundheitlich und finanziell effektiver bereits vor eine Pandemie eine Gesundheitseinrichtung zu haben, die flexibel genug ist um sich auf eine derartige Situation umstellen zu können.

²⁴ Eleanor Gibson 2020.



Infektionsverbreitung

Luft, Wasser, Kontakt

4. Hintergründe und Prozesse

Abbildung 20: , eigene Grafik

4.1 Arten von Infektionen

Wenn Keime in den Körper eindringen und sich anschließend vermehren kann eine Infektion auftreten. Hierbei unterscheidet man von vier Haupterregern;

4.1.1 Viren

Virale Infektionen treten auf wenn Viren (kleine genetische Codes umhüllt von Protein und Fettmolekülen) den Körper infiltrieren, sich an Zellen heften und diese abtöten oder beeinträchtigen. Durch das sterben der Zelle werden neue Viren freigesetzt. Viren können auch die Funktion einer Zelle verändern, wie zum Beispiel das Humane Papillomavirus (HPV) oder Epstein-Barr-Virus (EBV), diese zwingen die Zelle dazu sich unkontrolliert zu vermehren, was schließlich zu Krebs führen kann.

Wie beim Coronavirus können Viren eine bestimmte Zeit lang inaktiv bleiben, wodurch die infizierte Person keine Symptome verspürt, jedoch trotzdem eine Infektionsgefahr darstellt.

Symptome von Viruserkrankungen umfassen Erkältung, Hautinfektionen, Durchfall oder Atemnot. Meist kann das Immunsystem virale Infektionen selbst bekämpfen und nur in seltenen Fällen wird medizinische Unterstützung benötigt.

4.1.2 Bakterien

Bakterien, einzellige Mikroorganismen gelangen durch Wunden, Schnitte, Mund, Nase oder anderen Schleimhäuten in den Körper. Es gibt Billionen von Bakterien von denen einige auch im menschlichen Körper leben (wie zum Beispiel im Darm oder in den Atemwegen) und für bestimm-

te Funktionen essenziell sind. Bakterien können in fast jeder Umgebung leben und auch ein großer Teil der Biomasse der Erde besteht aus Bakterien.

Wenn „schlechte“ Bakterien in den Körper eindringen können sie sich so schnell vermehren, dass das Gewebe des Körper verdrängt wird und normale Körperfunktionen gestört werden. Manchmal wird das Gewebe bei der Vermehrung abgetötet oder die Viren produzieren Substanzen die lähmen, Zellen zerstören oder eine falsche Reaktionen des Immunsystems auslösen.

Bakterielle Infektionen können unter anderem Meningitis, Lungenentzündung, Lebensmittelvergiftung, Harnwegs- und Hautinfektionen verursachen oder sehr schwere Infektionen wie Cholera, Diphtherie, Beulenpest oder Tuberkulose.

Als erste medizinische Verteidigung werden Antibiotika gegen bakterielle Infektionen eingesetzt.

4.1.3 Pilze

Pilze sind vielzellige Parasiten, die durch Hilfe eines Enzyms organisches Material zersetzen und absorbieren. Meist kommt es durch einatmen der Pilzsporen (oft in verrottenden Pflanzen oder Kot vorzufinden) zu einer Infektion, doch nur wenige durch Pilze verursachte Infektionen können schwere Erkrankungen auslösen. Auch an der Hautoberfläche kann es zu Pilzinfektionen kommen, die unbehandelt in die tieferen Schichten der Haut fortschreiten kann. Ein Ausschlag auf der Haut kann hinweisend für eine Pilzinfektion sein.

Durch das Eindringen der Pilzzellen in gesundes Gewebe wird deren Funktion gestört, was eine Immunreaktion gegen den Pilz auslöst, der die Zellen schädigen kann. Einige Beispiele für Pilzinfektionen sind Talfieber, Histoplasmose, Candidose, Fußpilz oder Tinea (eine Augeninfektion).

Menschen mit schwachem Immunsystem, häufiger Einnahme von Antibiotika oder anderen Vorerkrankungen wie HIV oder Diabetes sind anfälliger für eine Pilzinfektion als andere, da der Körper bereits geschwächt ist und das neue Organ nicht abstoßen kann. Infizierten Menschen werden meist Antibiotika und antimykotischen Medikamente verabreicht.

4.1.4 Parasiten

Parasiten sind kleine Organismen die in oder auf einem anderem Organismus leben und sich davon ernähren, wodurch sie eine parasitäre Infektion verursachen können. Bei einem gesunden Mensch sind die verursachten Infektionen meist nur leichte Krankheiten, hat der oder die Infizierte jedoch ein zuvor geschwächtes Immunsystem, so kann es zu schweren Infektionen kommen die wichtige Organe angreifen. Die meisten Parasiten gelangen durch die Zunahme von Essen oder Trinken in den Körper, doch auch an den Händen können Parasiten haften und anschließend in den Körper gelangen. Nicht alle Parasiten sind mit dem bloßen Auge zu erkennen.

Eine parasitäre Infektion kann durch drei Organismen, Protozoen, Helminthen oder Ektoparasiten verursacht werden. Protozoen sind einzellige Organismen, die oft durch Trinkwasser in den Körper gelangen und Giardiasis verursachen kann. Helminthen werden auch als Würmer bezeichnet die innerhalb oder außerhalb des Körpers leben. Zu den Ektoparasiten gehören Spinnen, Zecken, Milben und andere Insekten.

Oft treten parasitäre Infektionen in tropischen Regionen auf, ein bekanntes Beispiel dafür ist Malaria, eine der tödlichsten Infektionen. Einige andere Beispiele sind Trichomoniasis, Giardiasis und Zystizerkose (Bandwurm). Symptome sind je nach Parasit sehr unterschiedlich und können von Durchfall über Erkältungssymptome bis hin zu Muskelkater erscheinen.²⁵

4.2 Methoden der Übertragung von Infektionskrankheiten

Die Größe, Überlebenszeit auf Oberflächen oder in der Luft, sowie die Fortbewegungsart von Krankheitserregern ist stark Variabel. Einige Infektionserreger werden durch Kontakt von Mensch oder Tier übertragen, andere über kon-

sumierte Lebensmittel oder Wasser und wieder andere (wie auch das Coronavirus) durch Aerosole in der Luft.

4.2.1 Luft- und Tröpfchenübertragung

Diese Art der Übertragung passiert dann, wenn sich feine mikrobiellen Partikel, die aus Krankheitserregern bestehen, lange Zeit in der Luft befinden und sich somit durch den Luftzug verteilen können. Eine Infektion kann somit ausgelöst werden, wenn eine anfällige Person diese Luft einatmet. Da Viren sehr klein sind, können sie sich sehr schnell verteilen, besonders in hoch frequentierten, schlecht belüfteten Innenräumen.

Die Übertragung von Tröpfchen erfolgt, wenn Viren auf große Atemtröpfchen übertragen werden, die beim Sprechen, Atmen, Niesen oder Husten freigesetzt werden.² Ein einziger Nieser kann tausende von Tröpfchen freisetzen, die jeweils millionen von Viren in sich tragen. Tröpfchen bleiben jedoch nicht lange in der Luft und setzen sich schnell (nach 1- 2m) auf Oberflächen ab.

4.2.2 Übertragung auf Wasserbasis und die Rolle von Wassersystemen

Krankheiten im Zusammenhang mit Wasser werden in vier Gruppen eingeteilt: wassergetragene, wassergewaschene, wasserbasierte und wasserbedingte Krankheiten. Durch die Übertragung auf Wasserbasis können Infektionserreger sehr schnell sehr viele Menschen erreichen. Durch die Freisetzung von menschlichen Exkrementen, Blut oder anderen Sekreten und Geweben oder Waschaktivitäten von Kleidungsstücken oder Bettwäsche infizierter Personen in ungeschützte Gewässer, kann sich der Erreger sehr schnell verbreiten.

4.2.3 Kontakt- oder Oberflächenübertragung

Infektionskrankheiten können von Mensch zu Mensch entweder direkt, durch physischen Kontakt zueinander, oder indirekt, wenn man mit einem infiziertem Objekt in Kontakt kommt. Da manche Organismen und Viren (wie auch der Coronavirus) auf Objekten eine Zeit lang überleben können, kann somit durch Berühren dieser Objekte (Türklinken, Geländer,...) und ein anschließendes Berühren von Schleimhäuten, eine Infektionsgefahr bestehen.²⁶

²⁵ Kumar Karthik 2021.

²⁶ Udomiaye Emmanuel, Eze Desy Osondu, Kalu Cheche Kalu (2020), S. 1701 f.



Infektionskontrolle

Screening, räumliche Entfernung, Isolierung

Abbildung 21: , eigene Grafik

4.3 Entwurfsstrategien für Infektionserkennung

Ein gut durchplanter Entwurf von Gesundheitsstrukturen kann viel dazu beitragen, die Verbreitung von Infektionen zu reduzieren, Ärzten einen schnellen und sicheren Weg zu Patienten zu ermöglichen und sorgt für eine ruhige Umgebung, die das Wohlbefinden der Patienten fördert.²⁷

4.3.1 Mikrobiologische Untersuchungen

Mikrobiologische Untersuchungen von Blutkulturen, Urin, Mikrobiologischer Abstrich und anderen Proben, können oft Patienten mit Infektionserregern hervorheben um diese frühest möglich von anderen Patienten und Personal, in einer separaten Abteilung zu isolieren, um einerseits die Verbreitung der Krankheitserreger auf einem Minimum zu halten und andererseits Patienten mit erhöhtem Infektionsrisiko (solche mit Granulozytose oder Agranulozytopenie, mit Leukämien, nach Knochenmarktransplantation, nach Organtransplantation) zu schützen.

Bei Patienten unter strikter Isolation sollte auch die Umgebung mittels „contact-tracing“ in das Suchprogramm einbezogen werden.²⁸

4.4 Entwurfsstrategien für Infektionsprävention und Kontrolle

Eine effektive Infektionskontrolle ist stark davon abhängig, die Übertragungskette von Krankheitserreger zur Quelle zu unterbrechen und weitere Infektionen zu verhindern. Dafür ist es wichtig die

Übertragungswege zu erkennen und wirksame Präventionsmaßnahmen einzuführen.

Durch genaue Analyse der Infektionsvorgänge kam man bereits im 19. Jahrhundert zu der Erkenntnis, dass eine größere räumliche Entfernung in den Krankenhäusern nicht unbedingt die optimale Lösung ist um vor einer Übertragung von Infektionserregern zu schützen sondern eher eine zweckmäßige Beseitigung und Vernichtung der Infektionsquellen, sowie die Verhinderung der Verschleppung durch Personal oder Utensilien.²⁹

4.4.1 Flexibilität - ein Schlüsselkonzept im Krankenhausdesign

Vom Wettbewerb bis zur Fertigstellung zehn bis zwanzig Jahre einzurechnen sind und die Nutzungsdauer mindestens auf vierzig Jahre anzunehmen ist, müssen ArchitektInnen zukunftsorientiert denken.³⁰

Nach Olsson und Hansen sind die drei Aspekte der Flexibilität:

„Anpassungsfähigkeit, Konvertierbarkeit und Erweiterbarkeit. Anpassungsfähigkeit kann definiert werden als die Fähigkeit eines Gebäudes, sich ändernden Anforderungen ohne physische Änderungen gerecht zu werden. Konvertierbarkeit kann als die Möglichkeit für bauliche und technische Änderungen bei minimalen Kosten und Störungen definiert werden. Schließlich kann Erweiterbarkeit als die Fähigkeit definiert werden, die Größe eines Gebäudes zu erhöhen (oder zu verringern).“ (Marina Marinelli, 2020)

²⁷ Georgia-Pacific Building Products (2019)

²⁸ J. Eisenbach, H. Werner (1985), S.96

²⁹ J. Eisenbach, H. Werner (1985), S.30

³⁰ Marina Marinelli (2020), S. 67

Wegeführung

Behandlung erfolgt nach Dringlichkeit



Abbildung 22: , eigene Grafik

4.4.2 Funktionsdiagnostik

Bei dem Ablauf eines Krankenhausbesuches wird generell zwischen dem selbstkommenden und dem Notfallpatienten die mit der Rettung die Einrichtung erreichen unterschieden. Selbstkommende Patienten sind in den meisten Fällen nicht schwer verletzt oder erkrankt und grundsätzlich in der Lage die Einrichtung selbstständig oder mit Hilfe von Angehörigen zu erreichen.

Wege der Patienten

Ambulante Notfallpatienten hingegen sind aufgrund von akuten Verletzungen oder Erkrankungen meist nicht in der Lage die Einrichtung selbstständig und rechtzeitig für eine Behandlung zu erreichen und sind somit auf einem Krankenwagen oder Helikopter angewiesen. Auch Menschen mit eingeschränktem Zugang (eingeschränkte Mobilität, sozialer Wohlstand oder Standort) zu Krankenhäusern erreichen oft über ambulanten Weg das Krankenhaus.

Die Wege dieser Patienten unterscheidet sich leicht und sind auch oft von der Dringlichkeit zu medizinischer Unterstützung, Anzahl an ambulanten Patienten und Anzahl an verfügbarem Personal abhängig.

Um eventuelle Infektionen über Patienten innerhalb der Einrichtung zu vermeiden, sollte nach Möglichkeit für alle Patienten vor dem Betreten des Krankenhauses ein „Patient screening“ durchgeführt werden. Dabei handelt es sich um Schnelltests, wie zum Beispiel Abstriche wie bei Covid-19 Tests, die bestimmte infektiöser Krankheiten erkennen und eliminieren können. Im weiteren Teil dieser Arbeit wird genauer auf das „Pa-



AMBULANZ



SELBSTKOMMER



PATIENT
SCREENING

tient screening" eingegangen. In Abbildung 23 ist der Weg der Patienten dargestellt.

Nach negativer Testung auf Infektionskrankheiten gelangt der Selbstkommende Patient zu einer zentralen Informationsstellen, von der aus er weiter zur Erstuntersuchung oder zu einer bestimmten Abteilung verwiesen wird. Der Notfallpatient überspringt den Schritt der Informationsstelle und wird direkt in der Notaufnahme aufgenommen und diagnostiziert.

Die Behandlung erfolgt bei selbstkommendem wie Notfallpatienten je nach Dringlichkeit und schwere der Verletzung oder Erkrankung. Dies kann auch bei Patienten die mit der Rettung das Krankenhaus erreichen sehr unterschiedlich ausfallen, da wie bereits angesprochen nicht alle

Patienten die mit der Rettung gebracht werden auch wirklich akute Hilfe benötigen. Oft müssen auch noch unterschiedliche Tests von Blut oder anderen Körperflüssigkeiten, Röntgen oder MRT Scans durchgeführt werden, bevor eine eindeutige Prognose diagnostiziert werden kann.

Bei sehr dringenden Fällen wo das Leben des Patienten in Gefahr ist, wird dieser direkt in einen sogenannten "Schockraum" gebracht um dort die Vitalfunktionen des Körpers zu erhalten oder zu reanimieren.

Nach der Behandlung wird der Patient entweder entlassen oder in eine Pflegeabteilung aufgenommen.

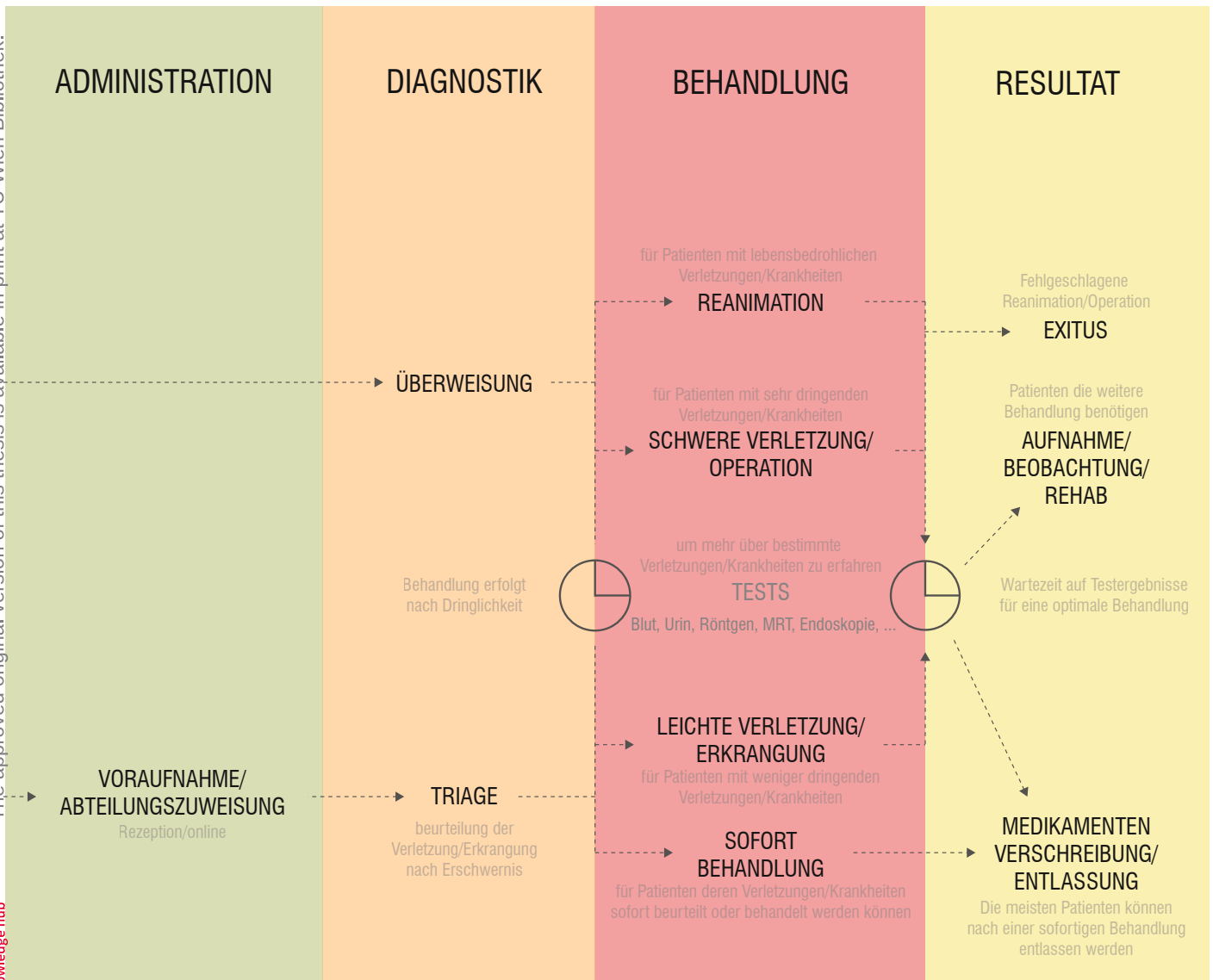


Abbildung 23: Wege der Patienten, eigene Grafik

Personalstruktur

Ärzte, Pfleger, medizinische Fachkräfte, Support-Mitarbeiter



Abbildung 24: , eigene Grafik

Wege des Personals

Die Wege des Personals darzustellen stellt sich etwas schwieriger heraus, da es so viele unterschiedliche Tätigkeiten in einer Gesundheitseinrichtung gibt. Die einzelnen Rollen können in vier Kategorien geteilt werden; Ärzte und medizinisches Personal, Pfleger, medizinische Fachkräfte und Support-Mitarbeiter (siehe Abbildung 25). Wichtig ist hier, genügend Zugänge und Personalräume für die unterschiedlichen Abteilungen zu gewährleisten.

Ärzte

Die Rollen von Ärzten unterscheiden sich je nach Erfahrung und medizinischem Fachgebiet. Zu diesen Rollen gehören;

Oberärzte & Chefärzte - erfahrene Stationsärzte leiten die Assistenzärzte, betreuen und untersuchen Patienten

Stationsärzte & Assistenzärzte - betreuen und untersuchen Patienten

Praktikanten & Studenten

Pfleger

Krankenschwestern oder Pfleger beurteilen, verwalten und planen die Pflege und Behandlung der Patienten. Auch hier gibt es unterschiedliche Rollen;

Stationsleiter - Leitende Pflegekraft

Gesundheits & Krankenpfleger

Pflegehelfer - auszubildende Pfleger

Medizinische Fachkräfte

Medizinisches Fachpersonal ist in der Forschung tätig und werden meist als unterstützendes Personal in Gesundheitseinrichtungen eingesetzt. Sie beurteilen, behandeln und protokollieren spezielle Erkrankungen und arbeiten daran mehr über unbekanntere Erkrankungen zu erforschen um diese vorbeugen und behandeln zu können. Beispiele dieser Rollen sind;

Diätassistenten

Ergotherapeuten

Physiotherapeuten

Podologen

Apotheker

Support-Mitarbeiter

Für die Verwaltung und Organisation von Gesundheitseinrichtungen sind eine Vielzahl von Hilfs- und Verwaltungsmitarbeiter notwendig, die sich um alle zusätzlichen Anforderungen kümmern. Beispiele dieser Rollen sind;

Administration & Verwaltung

Wäscherei (nicht zwingend im Gebäude)

Küche (nicht zwingend im Gebäude)

Transport

Wartung³¹

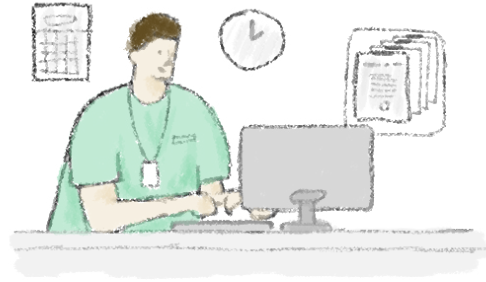
31 BetterHealth (2020)



Abbildung 25: Personal Rollen, eigene Grafik

Zonierung EG

Zentralisierung & Flexibilität,
Haupteingang, Notfallsabteilung



5. Methodik und Arbeitsprogramm

Abbildung 26: , eigene Grafik

Effiziente Anordnung und Relationen der Nutzungen zueinander sind die wichtigste Grundlage für ein flexibles und erweiterbares Konzept das gleichzeitig auf eine Zentralisierung basiert ist.

5.4.1 Dimensionen und Flächenrelationen

Im Erdgeschoß sind vor allem die Zugänge sehr wichtig, denn sie steuern den Patienten-, Material, und Informationsfluss. Funktionen sollte so zueinander angelegt sein um den Gesamtverkehrsfluss reibungslos ablaufen und koordinieren zu können und Engpässe zu vermeiden.

Um auf die zwei unterschiedlichen Wege des selbstkommenden und des ambulanten Patienten einzugehen werden die Zonen je nach Bedarf der Haupteingangszone und der Notfallaufnahme angelegt.

Haupteingang/Empfang

Der Haupteingang steuert den Patientenfluss der selbstkommenden Patienten. Erstpazienten werden von einer zentralen Informationsstelle zur Zentralaufnahme weitergeleitet, von wo sie weiter zur Leitstelle der zuständigen Fachabteilung verwiesen werden. Dort werden die verantwortlichen Pfleger informiert um den Patienten weiter zu versorgen. Patienten die ohne Überweisung eintreffen werden erst von einem Aufnahmearzt untersucht und diagnostiziert um eine geeignete Behandlung festzulegen. (siehe Abbildung 27)

Notfälle

Die Notfallsabteilung ist eine interdisziplinäre Einrichtung. Notfallpatienten gelangen über den Liegendkranken-/Notfallseingang in die Einrichtung. Dort gelangen sie direkt in einen Notfallsbehandlungsraum oder Schockraum um eine rasche Behandlung zu gewährleisten. Wenn der Patient stabil ist, kann er in die jeweilige Fachabteilung verwiesen werden.

In räumlicher Relation sollte die Notfallsabteilung in Beziehung zu verschiedenen Testbereichen, Operationsbereich, Intensivstation und Lager stehen, um die Behandlung akuter Patienten so rasch wie möglich durchführen zu können.³² (siehe Abbildung 28)

Erdgeschoß

Für die gesamte Zonierung des Erdgeschoßes sollte auch noch ein Labor, Technikbereich sowie ausreichend Personalräume und Büros der unterschiedlichen Fachbereiche angeordnet werden. Abbildung 29 veranschaulicht in einer schematischen Darstellung die Größen und Flächenrelationen der unterschiedlichen Zonen zueinander.

Der Technikbereich wird näher an der Notfalls und Testabteilung angeordnet um dort für die hohen Anforderungen einer keimfreier Luft zu sorgen um akute Patienten vor möglichen lebensbedrohlichen Infektionen zu schützen. Das Labor sollte gemeinsam mit dem „Patient screening“ Bereich nahe der Eingangszone des Haupteinganges und des Notfallseinganges liegen um durchgeführte Tests schnell auswerten zu können.

³² R. Wischer, H. Rau (1988) S 113.

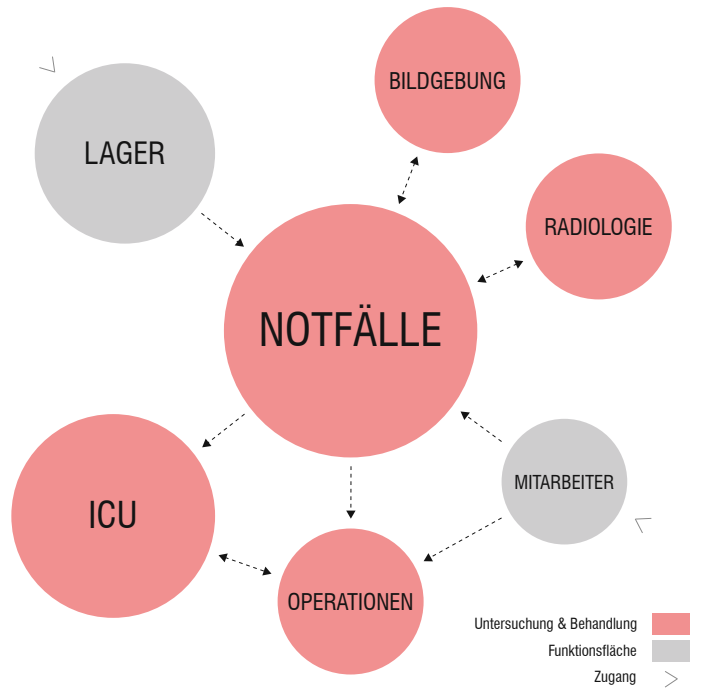
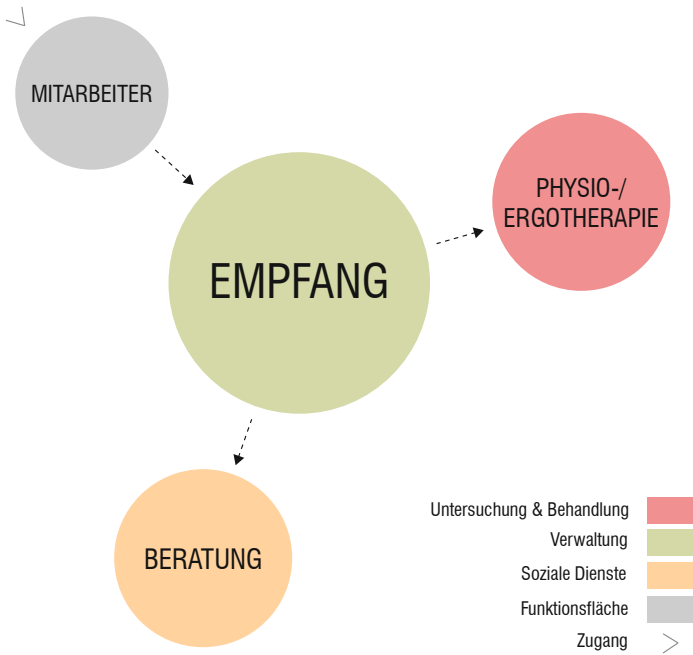


Abbildung 27: Zone Empfang, eigene Grafik

Abbildung 28: Zone Notfälle, eigene Grafik

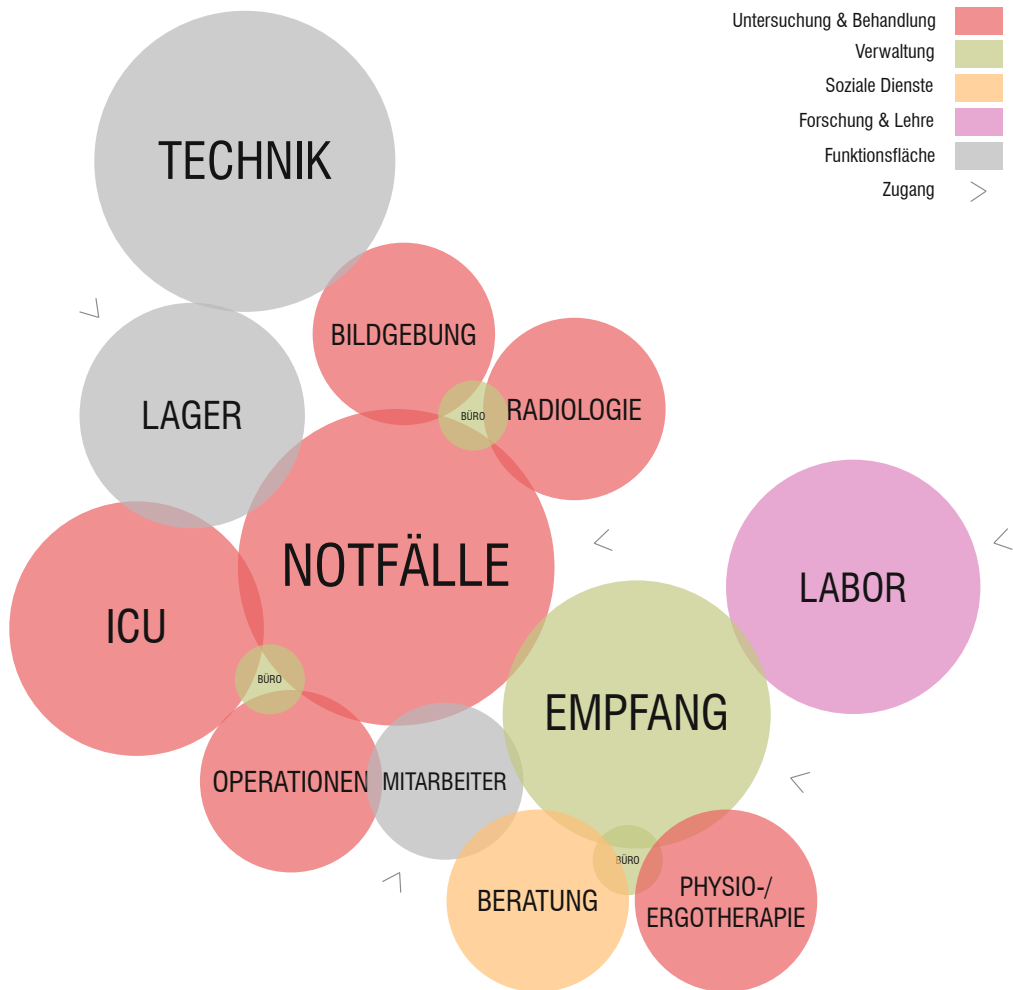


Abbildung 29: Zonierung Erdgeschoß, eigene Grafik

Zonierung UG

Versorgungssystem, Materialfluss, Dekontamination, Sterilisation, Trennung rein & unrein



Abbildung 30: , eigene Grafik

Untergeschoß

Im Untergeschoß befindet sich meist die Steuerungs- und Kontrollstelle des Materialflusses. Der Versorgungsstützpunkt befindet sich meist angrenzend zum zentralen Lager, welches an Küche, Pharmazie und Wäscherei angrenzt um diese zu versorgen. In Abbildung 32 sind die unterschiedlichen Zonen in Größe und Relation zueinander schematisch dargestellt.

Für das Personal, das in der unreinen Zone arbeitet ist geeignete Schutzkleidung und genügend Personalräume mit Umkleiden und Duschen vorzusehen um Infektionen zu präventieren. Auch eine Unterdruckbelüftung ist von Vorteil um Keimübertragungen auszuschließen.

Versorgungssystem

Der Materialfluss der unterschiedlichen Bereiche wird vom zentralen Versorgungssystem koordiniert, wo alle externen Materiallieferungen wie zum Beispiel medizinische und chirurgische Artikel, Nahrungsmittel, Wäsche, Pharmazeutika und Büromaterial, erstmalig eintreffen. Eine zentrale Kontrollstelle kontrolliert die Warenannahme, Wiederaufbereitung und Entsorgung. Die Schwierigkeit besteht darin, enorme Anzahlen an Versorgungsgütern mit unterschiedlicher Haltbarkeit und Transportfähigkeit zu sortieren und zu lagern und dabei den Überblick nicht zu verlieren. Hierbei unterscheidet man zwischen Einmalartikel und wiederaufzubereitende Güter. Einmalartikel werden direkt nach dem Verbrauch entsorgt, wohingegen wiederaufzubereitende Artikel Teil eines Zyklus der Bearbeitung und Verteilung sind.

Abbildung 31 stellt den Versorgungszyklus der

materialverbrauchenden Abteilungen dar. Nach Eingang der Waren müssen diese registriert und kontrolliert werden. Dies ist wichtig um fehlende oder falsche Lieferungen schnell zu ersetzen um den Warenfluss nicht zu behindern oder eventuell notwendige Artikel nicht mehr auf Lager zu haben. Die Güter werden dann sortiert und in zugewiesene Abteilungen im Groblager untergebracht. Von dort werden sie schließlich je nach Bedarf an Küche, Apotheke, Fertigvorrat und weiter an die jeweilige Abteilung weitergeleitet. Die Verteilung aus dem Groblager erfolgt entweder routinemäßig oder auf Anordnung.

Von der Ausgabestation der Abteilungen werden die Materialien dann über Versorgungswägen zu den Versorgungsschränken der Pflegezimmer verteilt. Der Versorgungsschrank ist ein wesentlicher Teil des Versorgungssystems im Untersuchungs- und Behandlungsbereich. Dabei handelt es sich um einen Durchreicherschrank der zwischen Korridor und Funktionsraum steht und je nach Raumfunktion notwendige Instrumente und Materialien beinhaltet. Diese werden regelmäßig Ver- und entsorgt, wobei der Schrank in rein und unreine Bereiche geteilt ist.

Nach Verbrauch der Güter werden diese getrennt von dem reinen Versorgungsweg über einen unreinen Schacht (um Kreuzkontamination zu vermeiden) entweder zur Entsorgungsstelle oder zur Desinfektion oder Sterilisation gebracht, da alle gebrauchten Materialien potenziell kontaminiert sein könnten. Nach der Sterilisation werden die Güter wiederaufbereitet und erneut im Fertigvorrat bis zur nächsten Verteilung gelagert.

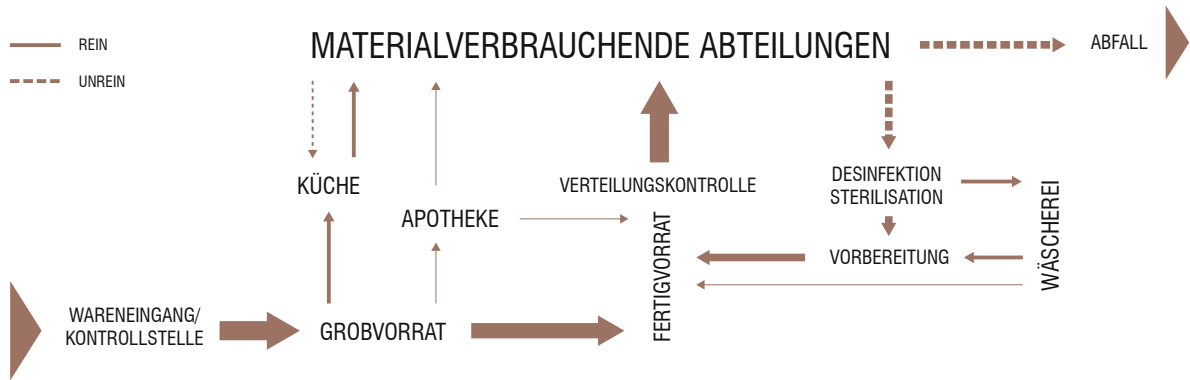


Abbildung 31: Materialfluss, eigene Grafik

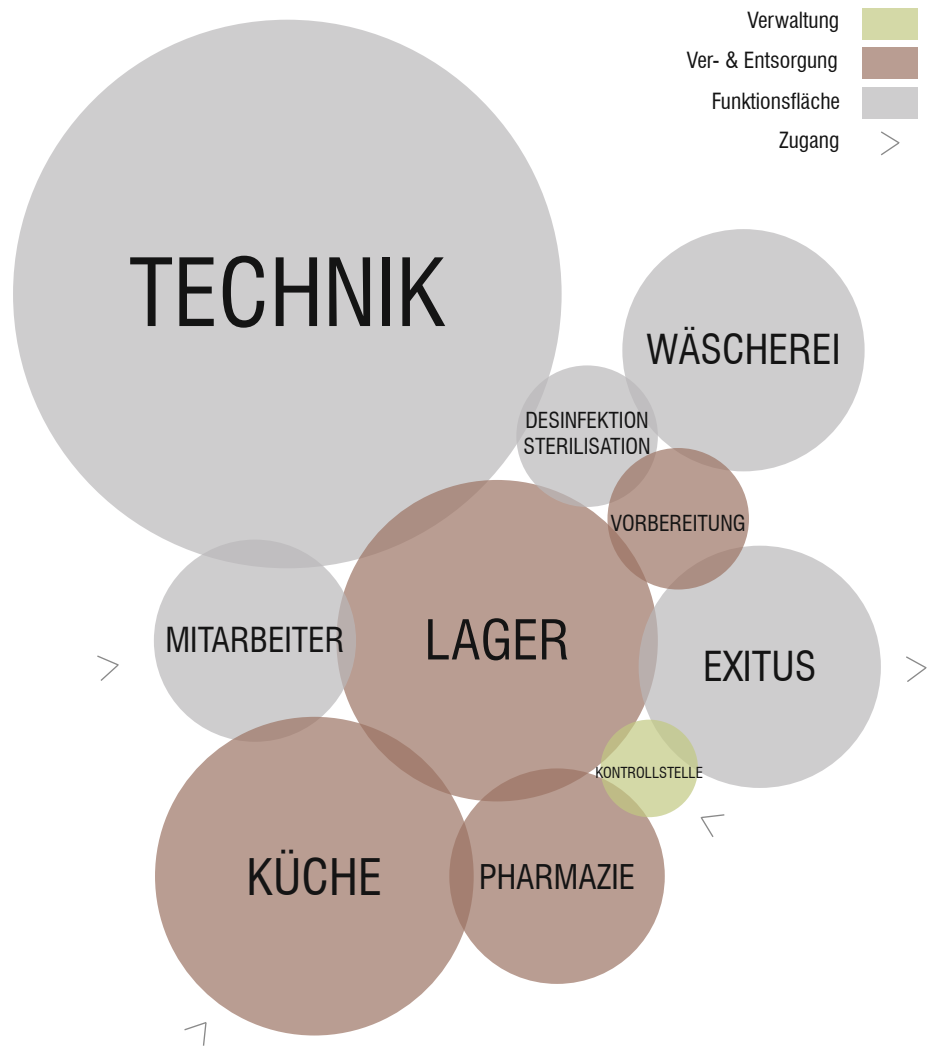


Abbildung 32: Zonierung Untergeschoß, eigene Grafik

Sterilisation

Die Sterilisation erfolgt auch heute noch mit Hilfe von Hitze und Dampf im Autoklav, oder gegebenenfalls mit Gassterilisatoren für Materialien die nicht hitze- oder feuchtigkeitsverträglich sind. Durch Durchlaufsterilisatoren können die Materialien direkt von der Endsterilisation in das Aufbereitungslager gelangen. Nach der Reinigung werden die Güter auf Mängel untersucht, sortiert und für die weitere Verbreitung aufbereitet und steril verpackt. Auch die Transportwagen werden nach jeder Rückkehr in das Versorgungssystem gereinigt und desinfiziert. (siehe Abbildung 33)³³

Wäsche

Schmutzwäsche wird nach der Dekontamination gewaschen, sortiert und auf Mängel kontrolliert bevor sie zum reinen Wäschelager weitergeleitet wird. Wäsche aus dem Operationsbereich oder durch Blut, beziehungsweise anderen Körperflüssigkeiten verunreinigte Wäsche, wird zusätzlich sterilisiert. Anschließend wird die reine Wäsche in der Vorbereitungszone zu Paketen zusammengestellt, nach Abteilungen sortiert und im Fertiglager (vorgesehen für Kurzzeitlagerung) für die nächste Verteilung aufbewahrt.

Speisen

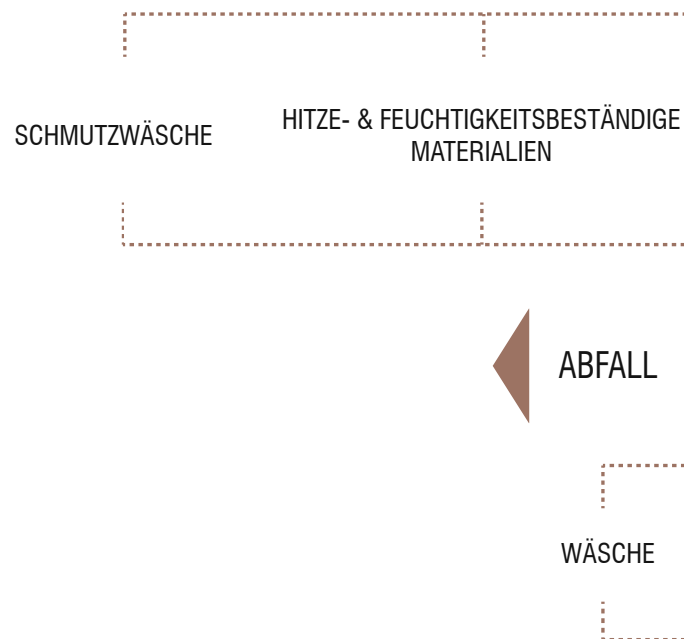
Speisen werden nach Fließbandkonzept in der Küche gekocht, portioniert, eingefroren und je nach Bedarf verteilt. Heiße Speisen werden vor der Verteilung in einem Auftauraum und anschließend in Mikrowellen oder Heißluftöfen aufgewärmt. Anschließend werden die Speisen tablettiert und auf Speisewagen in die jeweiligen Abteilungen gebracht. Die gebrauchten Tablettts werden in den Versorgungsschrank gestellt, wo sie anschließend eingesammelt und zur Gerätereinigung gebracht werden.

Medikamentenversorgung

Im Pharmazielager werden sämtliche Medikamente und Reagenzien, gelagert, kontrolliert und verteilt.

Abfall

Der anfallende Abfall wird schließlich über Müllschlucker oder bei medizinischen Abfällen über eine Müllverbrennungsanlage entsorgt. Dabei sollte potenziell infektiöser Abfall in deutlich gekennzeichneten Tonnen verpackt werden.³⁴



³³ R. Wischer, H. Rau (1988) S 90-127.

³⁴ R. Wischer, H. Rau (1988) S 125-131.

UNREINER GÜTERRÜCKFLUSS

ZENTRALE DEKONTAMINIERUNG

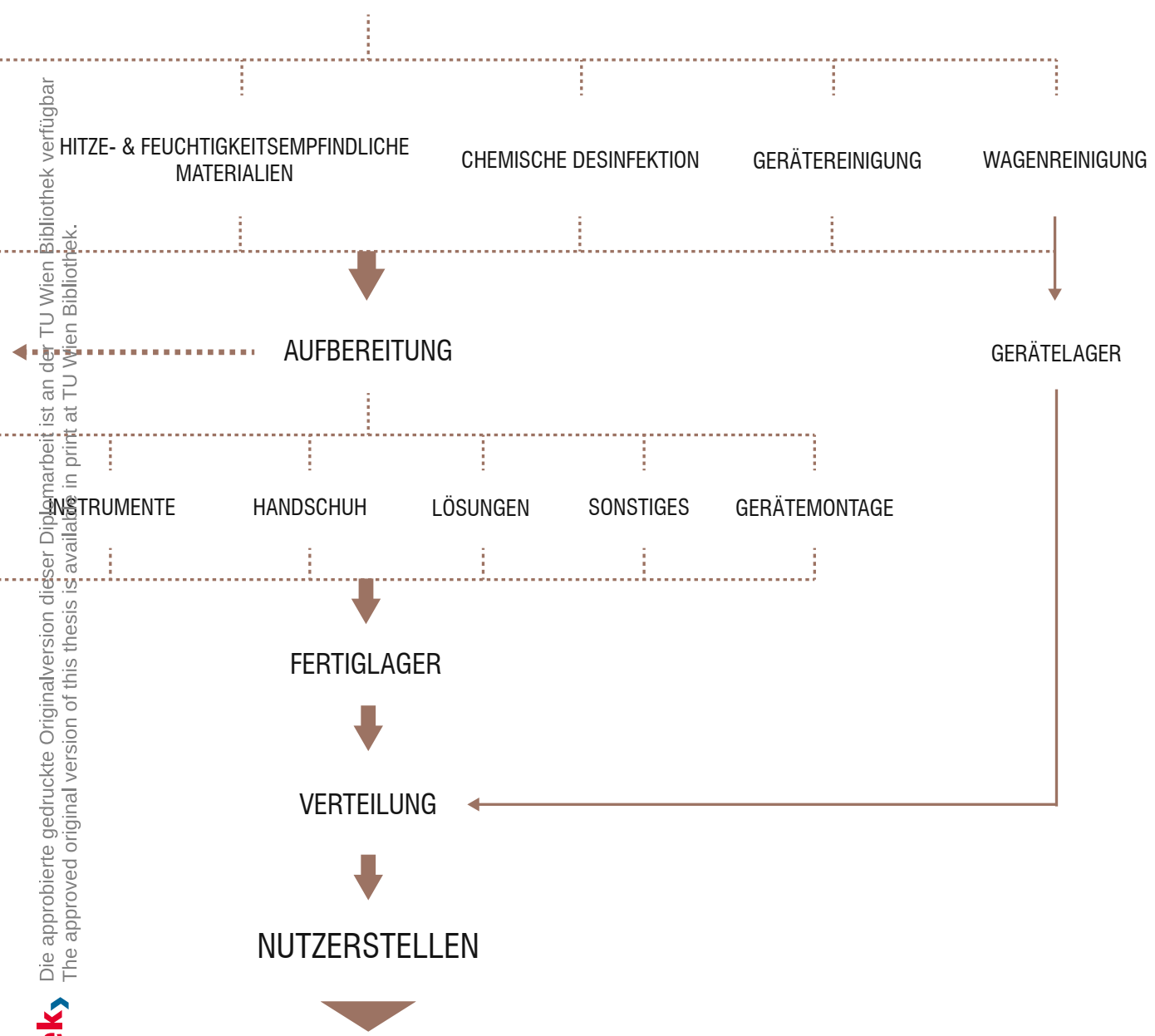


Abbildung 33 Sterilisationsprozess, eigene Grafik

Zonierung OG

Leitstelle, Pflegebereich, Versorgung, Kreuzkontamination



Abbildung 34: , eigene Grafik

Obergeschoße

Die Obergeschoße bestehen aus den Bettenstationen der stationären Patienten der jeweiligen Abteilungen. Eine Pflegeebene besteht aus Ein- oder Mehrbettzimmer, einer Abteilungsleitstelle und Ausgabestation. Zusätzlich können je nach Abteilungsfunktion auch noch ein Forschungs- und Lehrbereich, ein Beratungsbereich und Fachbereiche wie zum Beispiel für Endoskopie untergebracht sein. In Abbildung 36 sind die Funktionsrelationen und Größen der verschiedenen Bereiche zueinander schematisch dargestellt.

Untersuchung und Behandlung

Jede Pflegeabteilung besteht aus einem Team, wobei jeder Pflegekraft eine gewisse Anzahl an Patienten zur Betreuung zugewiesen wird. Die Untersuchung und Behandlung stationärer Patienten erfolgt grundsätzlich in den Pflegezimmern. Die Zonierung eines Pflegezimmers ist in Abbildung 35 zu sehen. Neben dem Zugangsbereich sollte ein Bereich für die Pflege und Versorgung der Patienten vorgesehen werden, worin auch der Versorgungsschrank mit allen notwendigen Instrumenten und Materialien zu finden ist.

Abteilungsleitstelle

Jede Fachabteilung verfügt über eine Leitstelle zu der die jeweiligen Patienten von der zentralen Informationszentrale verwiesen werden um dort weitere Behandlung zu erhalten. Die Abteilungsleitstelle ist für Patienten somit die erste Kontaktstelle bei Aufnahme. Auch werden dort jegliche gesundheitliche Informationen zu den Patienten verwaltet und die Behandlung koordiniert.

Eine gute Kommunikation zu anderen Leitstellen muss gewährleistet sein, besonders um Patienten mit Behandlungen unterschiedlicher Fachabteilungen zu koordinieren.

Eine zentrale Positionierung und gute Sichtbarkeit vom Zugang der Abteilung zur Leitstelle ist ausschlaggebend für die Sicherheit der Patienten, um diese bei Fragen oder Problemen schnell ausfindig zu machen. Auch kann die Leitstelle Patientenbewegungsströme überwachen um sicherzustellen das keine ungewollten Personen die Abteilung betreten oder verlassen (wie zum Beispiel Patienten von denen eine erhöhte Infektionsgefahr ausgeht oder Patienten mit Demenz)

Zusätzlich ist auf ein gutes Leitsystem von der Abteilungsleitstelle zu jeglichen internen Nutzungsbereichen vorzusehen um Patienten mit eingeschränktem Seh- oder Hörvermögen sowie Patienten mit körperlicher Einschränkung ohne Verunsicherungen auf direktem Weg zu ihrem Ziel zu führen.

Ausgabestation

Die Ausgabestation ist der Ver- und Entsorgungspunkt jeder Pflegeebene. Hier werden reine Materialien für einen Zeitraum von 24 Stunden für die jeweilige Pflegeebene zwischengelagert bis sie benötigt werden. Unreine Materialien, wie benutzte Speisewagen, Geräte und Instrumente werden hier vor Rücktransport zum Versorgungszentrum gelagert. Dabei muss eine strikte Trennung zwischen rein und unreiner Zone bestehen um bei der Zwischenlagerung Kontaminationen zu vermeiden.³⁵

³⁵ R. Wischer, H. Rau (1988) S 66-76.

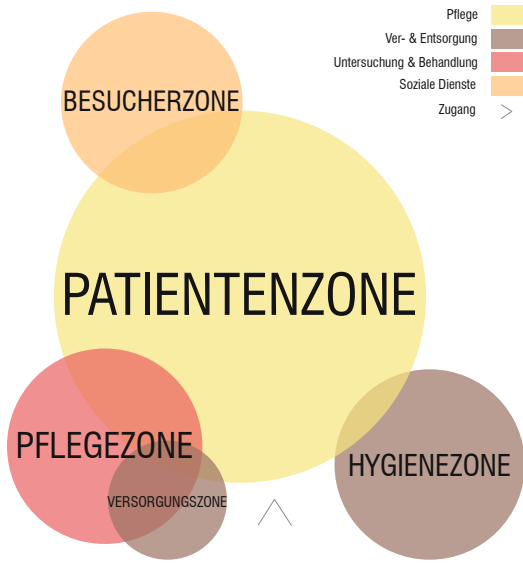


Abbildung 35: Zonierung Pflegezimmer, eigene Grafik

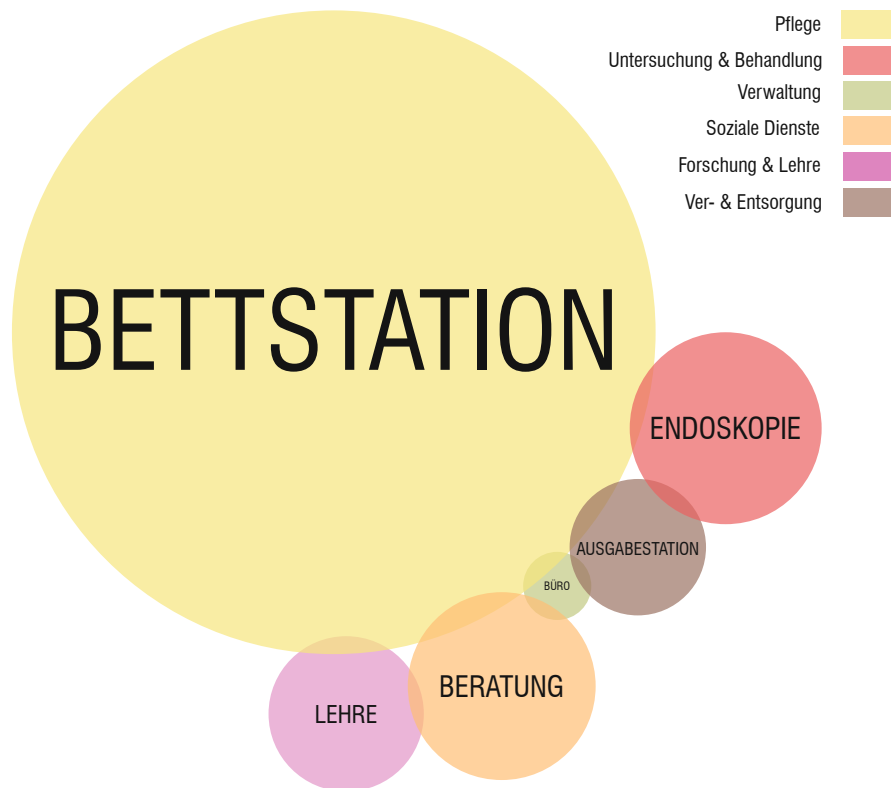


Abbildung 36: Zonierung Obergeschoße, eigene Grafik

Zusätzliche Anforderungen

Wasserentsorgung, Luftaustausch, natürliche Belichtung



Abbildung 37: , eigene Grafik

Wassersystem

Feuchte Bereiche bieten mit einer eigenen Flora hervorragende Bedingungen für gramnegative Bakterien, auch bekannt als Nasseime (Pilze, Algen, Protozoen), welche in einer Wechselbeziehung mit der Besiedelung des infektfähigen Patienten stehen. Quellen dafür sind vor allem sanitäre Installationen wie Waschbecken, Duschköpfe, Dichtungen an Wasserhähnen aber auch feuchte Tücher, Schwämme oder Anlagen zur Entmineralisierung zur Produktion von destilliertem Wasser.

In der Vergangenheit wurden Epidemien von Salmonellen, Hepatitis A und Poliomyelitis durch kontaminiertes Trinkwasser verursacht. Grundsätzlich ist unser herkömmliches Trinkwasser Keimarm, kann jedoch bei der Wasserverbreitung durch unterschiedliche Einflüsse eine veränderte mikrobiologische Zusammensetzung bekommen.

Krankheitserreger im Wasser können durch Trinken, Duschen oder durch Kontakt mit medizinischen Geräten zu Infektionen führen. Um das Vermehren von Mikroorganismen in den Leitungssystemen zu verhindern, sollten diese regelmäßig durch Chlorung oder erhitztes Wasser desinfiziert werden. Auch sollten unterschiedliche Leitungssysteme für unterschiedliche Bereiche, je nach Infektionsrisiko der Patienten voneinander getrennt fungieren. Besonders bei Risikopatienten (mit Immunschwäche oder Knochenmarktransplantationen) muss das Wasser gefiltert und häufig getestet werden.³⁶

5.4.2 Luftaustausch und natürliche Belüftung

Durch eine gut geplante natürliche Lüftung kann das Kreuzinfektionsrisiko für luftübertragene Krankheitserreger deutlich verringert werden. Auch kann natürliche Belüftung einen höheren Luftaustausch erreichen als mechanische Belüftung und ist gleichzeitig energieeffizient. Eine angebrachte Querlüftung ist somit notwendig und Korridore müssen an den Enden Lüftungsschächte besitzen. Das Hofprinzip, das bereits in den ersten Krankenhäusern zur Anwendung kam, ist auch heute noch gut für natürliche Belüftung geeignet, um möglichst vielen Räumen eine natürliche Belüftung zu gewährleisten, wie auch bei Nightingales Pavillon Modell angewendet.

Zusätzlich ist neben der Verwendung natürlicher Belüftungssysteme ist eine mechanische Druckbelüftung notwendig, um die Luft aus sauberen Bereichen in schmutzige Bereiche und aus dem Gebäude drücken zu können. Geeignete Luftreiniger sollten vor eindringen in das Abluftkanalsystem installiert werden um möglichen virusbeladenen Aerosole zu reduzieren. Raumlufttechnische Anlagen regulieren neben dem Luftaustausch auch Temperatur und Feuchtigkeit des Raumes, die je nach Nutzungsart (Operationsraum, Intensivpflege- oder Normalpflegestation) strikt eingehalten werden müssen. Besonders bei Isoliereinheiten, wo Patienten mit sehr hoher Infektionsgefahr gepflegt werden ist eine Unterdruckbelüftung wichtig um das Verbreiten von Krankheitserregern zu vermeiden.³⁷

³⁶ J. Eisenbach, H. Werner (1985), S.81

³⁷ Marina Marinelli (2020), S. 68

5.4.3 Die Relevanz von Sonnenlicht bei Keimtötung

Sonnenlicht ist nicht nur für ästhetische Gründe sondern auch für die Heilung und das gesundheitliche Wohlbefinden der Patienten wichtig. Einerseits Hilft es dem Körper Vitamin D zu produzieren, was ausschlaggebend für Gesunde Knochen, Gehirn und Herz ist und es trägt dazu bei die zirkadianen Rhythmen in Ordnung zu halten.

Bereits seit Jahrzehnten kommt Ultraviolette Strahlung als natürliches Desinfektionsmittel zur Reinigung von Trinkwasser, sowie zur Reinigung in Gesundheitlichen Einrichtungen zum Einsatz um potenziell schädliche Keime und Organismen zu vernichten. Und auch Sonnenlicht, wenn nicht ganz so ausschlaggebend wie UV-Licht hat die Fähigkeit Bakterien und Viren auszurotten.³⁸

Studien von der University of Oregon haben bewiesen, das geeignete Fenster und Tageslicht die Verbreitung von Krankheitserregern in der Luft verringern, da direktes Sonnenstrahlung ein natürliches Viruzid in der Umwelt ist und daher Bakterien wie Anthrax und Tuberkulose innerhalb von Minuten vernichten kann. Diffuses Sonnenlicht kann dies in 5-7 Tagen. Die effektivste und am häufigsten verwendete Wellenlänge für keimtötende Bestrahlung ist Ultraviolette Strahlung (unter 380nm).

Meist wird UV-Licht durch herkömmliche Glas-scheiben gefiltert, da zu viel auch schädlich für den Menschen sein kann, jedoch schein auch das gefilterte Licht eine Desinfektionsfähigkeit zu besitzen.³⁹

5.4.4 Wahl der Oberflächenmaterialien

Um den strengen Reinigungsvorschriften in Gesundheitseinrichtungen standzuhalten müssen Oberflächenmaterialien und Beläge sehr standfest sein. Alle Bodenbeläge müssen gleitsicher und formbeständig sein. Sie müssen jeglichen Feuchtigkeitseinwirkungen und Temperaturveränderungen standhalten und dürfen sich nicht wölben oder reißen. Außerdem müssen sie auf Grund der häufigen Reinigung desinfektionsmittelbeständig sein. Oberflächen von Wänden sollten glatt, geruchslos und spiegelungsfrei ausgeführt werden. Zusätzlich sollten sie feuchtigkeitsbeständig, abwaschbar und einen gewissen Widerstandsgrad gegen häufige Behandlung mit Reinigungsmitteln besitzen.⁴⁰

³⁸ Holland Kimberly 2018.

³⁹ Udomiaye Emmanuel, Eze Desy Osondu, Kalu Cheche Kalu (2020), S. 1704

⁴⁰ Dirichlet Labryga Poelzig Schlenzig 1980, S. 424-451.

Studien zum Coronavirus implizieren, das sich das Virus je nach Oberflächenmaterial unterschiedliche Stabilität und Lebensspanne aufweist. Auf Kunststoff und Stahl ist das Virus stabiler (bis zu 3 Tagen), auf schwammigen Stoffen wie Baumwolle oder Leder hingegen überlebt es maximal einen Tag und auf Kupferoberflächen nur vier Stunden. Bakterien wie E. Coli oder MRSA überleben auf unbelebten Oberflächen bis zu mehreren Monaten, was die Wichtigkeit von häufigen Reinigungs- und Desinfektionsgängen, sowie frequentiertes Händewaschen noch einmal unterstreicht.

Auf Grund dessen kann durch eine gut durchdachte Auswahl an Oberflächenmaterialien in bestimmten Bereichen bei der Planung das Infektionsrisiko vermindert werden. Zum Beispiel könnten für hochfrequentierte Oberflächen, wie Türklinken und Handläufe mit Kupfer infundierte Materialien verwendet werden, wobei man damit auch vorsichtig umgehen muss um keine galvanischen Reaktionen auszulösen. Kupferlegierungen beinhalten Ionen, die antiviral und antibakteriell sind und die meisten Bakterien innerhalb zwei Stunden vernichten.

„Kupfer ist die zu verwendende Oberfläche, weil es von der Menschheit seit drei Jahrtausenden verwendet wird. Die [alten] Griechen verwendeten bereits Kupfer zum Kochen und für medizinische Zwecke.“ (Ro Christine 2020)

Auch dieses Zitat aus dem BBC Artikel von Ro bestätigt die Vorteile von Kupfer in Gesundheitseinrichtungen. Doch darf man nicht vergessen das Kupfer teuer und aufgrund der Korrosionsgefahr schwer zu reinigen ist, wodurch die Wahl letztendlich meist doch auf Edelstahl oder Kunststoff fällt. Auch Silber besitzt antimikrobielle Eigenschaften, jedoch werden diese erst bei Kontakt mit Feuchtigkeit aktiviert.⁴¹

Zusätzlich zu den Materialien der Oberflächen kann Automatisierung in vielen Bereichen eingesetzt werden um die Verbreitung von potenziellen Krankheitserregern durch Berührung zu verringern. Beispielsweise sollten oft genutzte Türen mit automatischen Öffnungssystemen versehen werden und für Patienten und Besucher nur ein Zugang je Bereich vorgesehen werden. Auch Wasserhähne können mit Bewegungssensoren ausgestattet werden um das Infektionsrisiko zu senken. Weniger horizontale Oberflächen können die Ausbreitung von Infektionen ebenfalls verringern.⁴²

⁴¹ Ro Christine 2020

⁴² Udomiaye Emmanuel, Eze Desy Osondu, Kalu Cheche Kalu (2020), S. 1704

Module

Flexibilität, erweiterbar, Vorfertigung

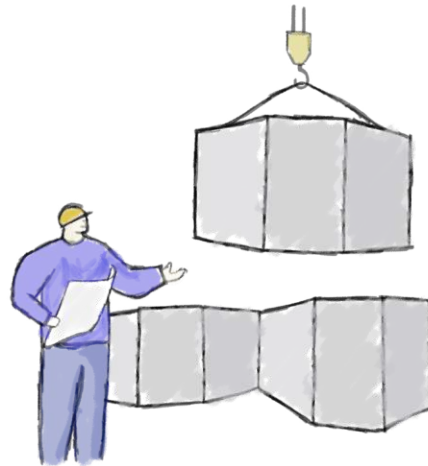


Abbildung 38: , eigene Grafik

Durch Einheitliche Größen der Hauptfunktionen der jeweiligen Betriebsstellen können unterschiedliche Funktionen verlagert oder erweitert werden um somit größere Flexibilität für unterschiedliche Anforderungen zu schaffen.⁴³

Jedes Modul sollte Zonen für Hauptfunktionen, Nebenfunktionen und Verkehrszonen vorsehen um individuell fungieren zu können und flexibel an anderen Modulen angeschlossen werden zu können.

5.1 Flexible Modulanordnung

Um eine flexible Skalierbarkeit effizient zu gewährleisten, müssen ursprüngliche Bereiche in deren möglichen Größen, sowie Programmfunktionen und Gebäudekomponenten der Nebendienstleistungen und Unterstützungsdienste berücksichtigt werden. Jedoch müssen auch zukünftige Expansionen in Betracht gezogen werden, um Weiterentwicklungen zu gewährleisten.

Durch die Verwendung eines Universalmoduls können Krankenhäuser ihre Bettenkapazität schnell erhöhen. In den Universalmodulen können sich zusätzlich zu den Pflegeeinheiten auch medizinische Büroeinheiten und Unterstützungsdienste befinden, welche den Bettenkapazitäten angepasst werden. Alle notwendigen Komponenten eines Krankenhauses finden so darin Platz. Dabei bleibt die mechanische, elektrische und konstruktive Struktur erhalten, der interne Grundriss kann jedoch schnell auf Anforderungen angepasst und erweitert werden.⁴⁴

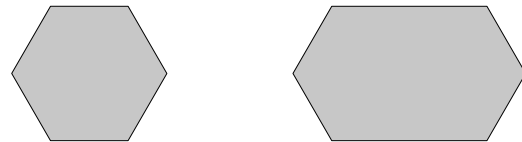


Abbildung 39: Universalmodul, eigene Grafik

Ein Universalmodul (siehe Abbildung 39) besteht aus drei Zonen, einem Funktionsbereich (z.B. Pflegebereich), einem Nebendienstleistungsbereich und einem Unterstützungsdienstbereich.

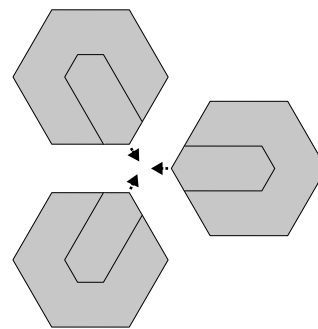


Abbildung 40: Multimodul, eigene Grafik

Die dienstleistenden Räume befinden sich, ähnlich wie bei einem 3-fach Korridorsystem in der Mitte der Module, wodurch bei Zusammenführung von drei Modulen siehe Abbildung 40 ein Zentraler Bereich mit dienenden Räumen und maximale Belichtung und natürliche Belüftung für den Funktionsbereich am äußeren Bereich der Module geschaffen wird.

⁴³ Dirichlet Labryga Poelzig Schlenzig 1980, S. 56.

⁴⁴ Ken Lee, Erich Burkhart, Ken Liu (2019)

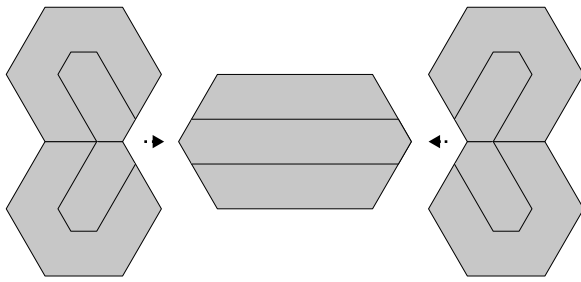


Abbildung 41: Modul Verbindung, eigene Grafik

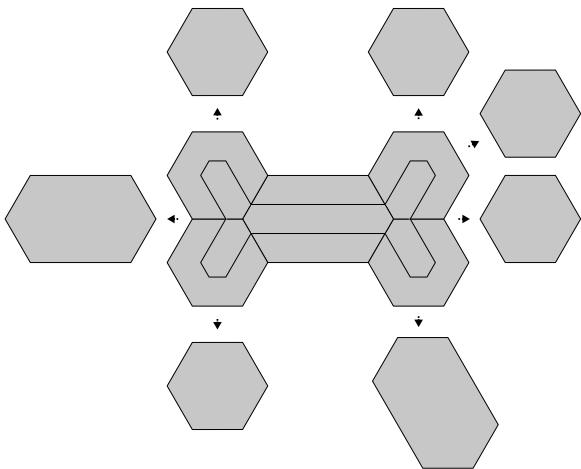


Abbildung 42: Flexible Erweiterung, eigene Grafik

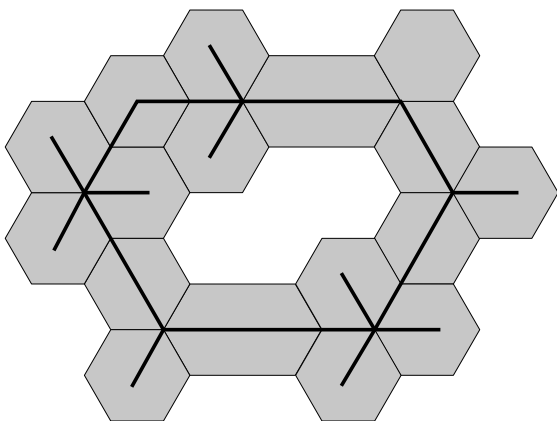


Abbildung 43: Beispiel einer Pflegeebene, eigene Grafik

5.1.1 Modulares Raum-/Flächenraster

Durch ein verbindendes Modul können größere Abteilungen geschaffen werden und einzelne Kerne miteinander verbunden werden. (siehe Abbildung 41)

Die Module können vertikal und/oder horizontal aneinandergereiht werden, wodurch der Umgebung angepasste Zonierungen, Eingangssituationen, Höfe oder Zirkulation geschaffen werden. (siehe Abbildung 42 und 43)

Die Anordnung der vertikalen Zirkulation sowie Lüftungs- und sanitärtechnische Versorgungsleitungen trägt stark zur Veränderbarkeit und Konvertierbarkeit der Abteilungen bei. Die Führung von Ver- und Entsorgungsschächten sollte möglichst abteilungsgrenzt erfolgen um in Notsituationen schnell Abteilungen umfunktionieren oder isolieren zu können.

Diese Zonen werden auch als Kernzonen bezeichnet und stehen oft in keinem direkten räumlichen Zusammenhang mit anderen Räumen.

Durch die einheitlichen Querschnittsmaße der Module kann die Positionierung der Kernfreien (Hauptfunktionen) und Kernzonen (Nebenfunktionen) vereinfacht werden.

Für die Kernfreiezone ist bei der Wahl der Querschnittsbreite, je nach Nutzungsart auf die Belichtung und die unterzubringende Fläche der gewünschten Funktionen zu achten. Ein angemessenes Durchschnittsmaß dafür wären 24m Breite.

Bei der Breite der Kernzone ist auf die notwendigen Schächte für die vertikale Medienführung, Verkehrsführung und Ver- und Entsorgung zu achten. Ein angemessenes Maß hierfür wären 16m Breite.

Bei der Verteilung der Kerne ist außerdem auf die Länge von Fluchtwegen, Sanitärleitungen, Lüftungskanälen, Gasleitungen und Transportsystemen Rücksicht zu nehmen.

Verkehrsflächen müssen der Erweiterungsrichtung gemäß geführt werden um zukünftige Veränderungen und Erweiterungen flexibel zu gewährleisten.⁴⁵

Die Module werden nicht nur örtlich, sondern auch virtuell miteinander verbunden. Durch die Kompaktheit werden Personalressourcen besser genutzt. Der gleiche Aufbau der Patientenzimmer erlaubt auch eine Reduzierung des Personalbedarfs.

⁴⁵ Dirichlet Labryga Poelzig Schlenzig 1980, S. 56-93.

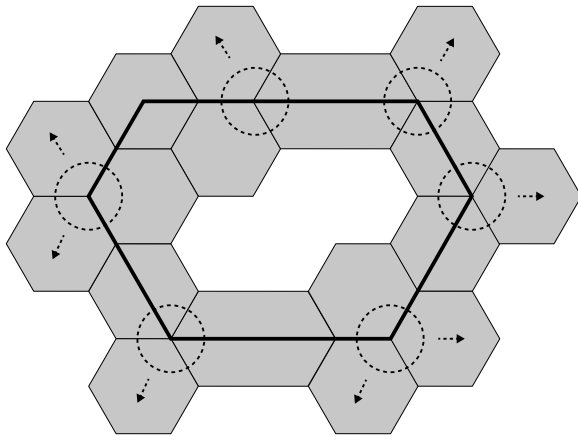


Abbildung 44: Vertikale Stützpunkte, eigene Grafik

5.1.2 Vertikale Zirkulationsengpässe

Da durch die flexible Modulanordnung jede erdenkliche Form möglich ist, stellt sich nun die Frage ob ein Turmkonzept oder eine ausgebreiteter Form mehr Vorteile bietet.

Wenn man nun daran denkt jegliche Infektionen bestmöglichst zu vermeiden und von anderen Patienten fern zu halten, kommt natürlich sofort eine ausgebreitete Form in den Sinn, da auch durch die Coronapandemie soziale Distanzierung ein neuer Bestandteil unseres Lebens wurde. Allerdings erfolgen in Krankenhäusern die meisten internen Infektionen über unreine Güter, Versorgungs- und Entsorgungssysteme. Ein Turmkonzept würde die Größe dieser Systeme minimieren und somit das Infektionsrisiko reduzieren.

Andererseits muss man auch beachten das sich in einem Krankenhaus oft eine Vielzahl an liegenden und nicht mobilen Patienten aufhalten, wodurch die vertikale Zirkulation bei zu vielen Geschoßen Engpässe im Bewegungsfluss verursachen kann. Auch sollte man auf eine mögliche Evakuierung bei Notfällen nicht vergessen, wodurch Aufzüge wieder Problemzonen darstellen könnten.

Somit wäre ein Konzept mit einem Zentralisierten Bereich in der Mitte (siehe Abbildung 44) und erweiterbare Abteilungen in den Außenbereich mit maximal 5 Obergeschoßen (Abbildung 45) ein Kompromiss der Turm und ausgebreiteten Form. Auch wird dadurch genügend Belichtung und natürliche Belüftung gewährleistet

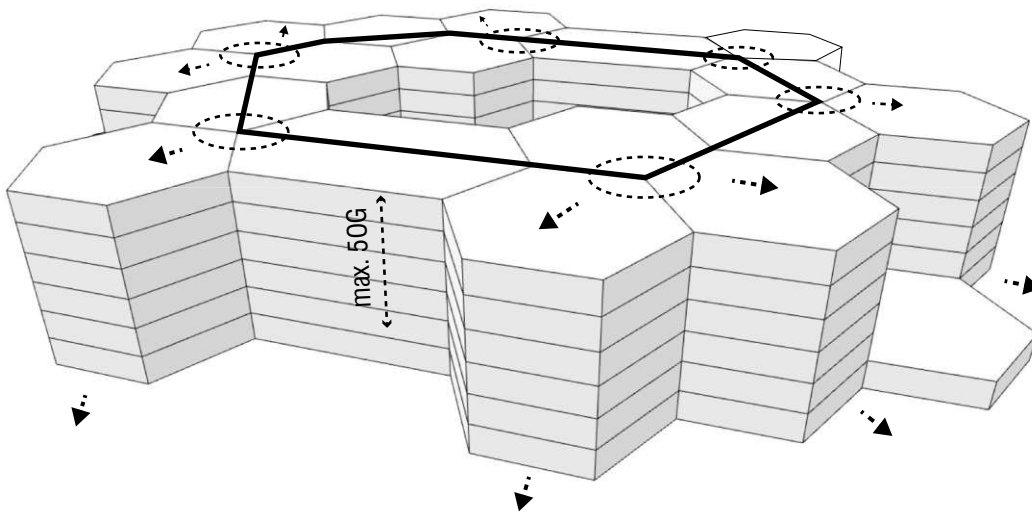
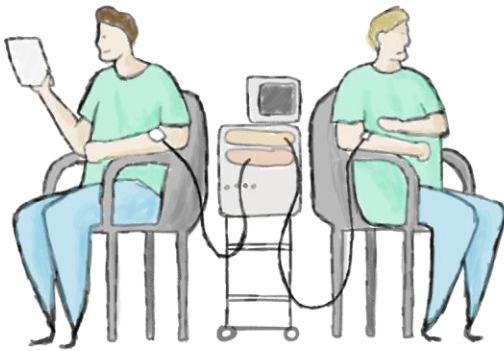


Abbildung 45: maximale Geschoßhöhe, eigene Grafik



Flexibilität der Pflege

Adaptive Flächennutzung,
Konvertierbarkeit

6. Ergebnis/Resultat

Abbildung 46: , eigene Grafik

Als Antwort auf eine Gesundheitseinrichtung, die Flexibilität zur Anpassungsfähigkeit, Expandierbarkeit und Konvertierbarkeit ermöglicht wurde im anschließenden Kapitel der Entwurf eines Krankenhauses, basierend auf einem Universalmodul und einem Verbindungsmodul ausgearbeitet. Dabei wird im Detail auf das Normalpflegemodul, das Intensivpflegemodul und auf das Patient screening Modul eingegangen.

Weiters wird ein Vorschlag zu einer möglichen Lage erwähnt und genauer auf das Versorgungsnetzwerk und innovative technologische Möglichkeiten eingegangen, die den Pflegeablauf erleichtern können.

6.1.1 Pflegemodul

In den Pflegeabteilungen ist das Bedürfnis des Patienten, der körperlich und meist seelisch belastet, Tage bis Monate in einem anderen Lebensraum verbringen muss, immer an erster Stelle. Jedoch darf man auch die Bedürfnisse des Pflegepersonals und die Wirtschaftlichkeit bei einem Entwurf nicht aus den Augen verlieren um dem Personal angemessene Arbeitsbedingungen zu bieten.

Die unterschiedlichen Pflegeabteilungen können durch folgende Kriterien geteilt werden;

Geschlecht

Alter (Säuglingspflege, Kinderpflege, Erwachsenenpflege, Altenpflege)

Dauer (Akutkranke, Langzeitpflege)

Intensität (Intensivpflege, Normalpflege, Leichtpflege)

Medizinische Fachdisziplin (Innere Medizin, Chirurgie, Pädiatrie, Gynäkologie usw.)

Infektionsrisiko (Infektionskranke-, septisch/aseptische-, radioaktiv strahlende Patienten)

Tätigkeitsgruppen (Grundpflege, Behandlungspflege, Patientenbetreuung)

Organisationsform (Stationspflege, Funktionspflege, Gruppenpflege, Einzelpflege)⁴⁶

Die Gruppierung nach Alter ist aufgrund von häufig auftretenden Krankheiten bei gewissen Altersgruppen sinnvoll. Bei der Gliederung nach Intensität besteht der Hintergrund darin, wie viel Pflegeaufwand ein Intensivpatient im Vergleich zu einem Leichtpflegepatient benötigt, wodurch die Trennung aufgrund des Personalanspruchs von Vorteil ist. Patienten die eine Gefahr zu anderen Patienten oder Personal darstellen, sollten grundsätzlich in isolierten Einheiten gepflegt werden um das Infektionsrisiko zu minimieren.

Die unterschiedlichen Pflegeabteilungen werden schließlich zusätzlich in Funktionseinheiten unterteilt, wobei eine Funktionseinheit eine Größe von 15 bis 18 Betten haben sollte um den Überblick nicht zu verlieren.

6.1.2 Anpassungsfähigkeit

Dr. A. Mohammad, Prof. A. Price und Dr. P. Demian beschreiben in der Internationale Zeitschrift für angewandte Wissenschaft und Technologie sehr gut, die neun wichtigsten Aspekte um eine Anpassungsfähige Gesundheitsstruktur zu erreichen;

⁴⁶ Dirichlet Labryga Poelzig Schlenzig 1980, S. 225.

„Mögliche flexible Bereiche des Gesundheitswesens zu kategorisieren; die Sichtbarkeit des Patienten zu erhöhen (Unterscheidbarkeit); gruppieren der Mitarbeiter in Teams, um Unsicherheiten im Gesundheitswesen leicht zu bewältigen; die Nähe des Patienten zu medizinischer Unterstützung zu jeder Zeit zu erhöhen; Zonierung und Zugänglichkeit von Funktionseinheiten; die Fähigkeit von Einheiten/Abteilungen, Funktionen auszutauschen und Unterstützungssysteme für Flexibilität und Erweiterbarkeit einzubetten.“ (Dr. A. Mohammad, Prof. A. Price, Dr. P. Demian 2014, S.27.)

Weiters wird auch angeführt, dass Flexibilität auch durch Modularität, flexibel nutzbaren Zwischenräumen und das Kategorisieren von Funktionen erreicht werden kann.⁴⁷

Modularität ermöglicht eine schnelle und skalierbare Lösung und spart zusätzlich Arbeitszeit und -aufwand, Ressourcen und Geld durch die mögliche Vorproduktion der einheitlichen Module. Falls Expansionen notwendig werden können zusätzliche Module extern angefertigt und vor Ort an die Endnutzung angepasst werden um den Betriebsablauf nicht zu beeinträchtigen.

In dem vorgeschlagenen Entwurf wird auf die neun angeführten Punkte von Mohammad, Prince und Demian eingegangen.

Zonierung des Universalmoduls

Für die Form des Universalmoduls (siehe Abbildung 47) ist ein Hexagon gewählt worden, da es aufgrund seiner strikten Geometrie und den sechs gleichen Seiten flexibel aneinander gereiht und erweitert werden kann. Außerdem bietet es aufgrund der vielen Facetten, gute natürliche Belichtungs- und Belüftungsmöglichkeiten und dynamische Ausblickssituationen.

Der Pflegezimmer befinden sich hier im äußeren Bereich des Moduls, wobei die je nach Auslage und Verbindungssituation der Module unterschiedlich ist. Die Zimmer sind mit einer Tiefe von 7m für gute natürliche Belichtung ausgelegt. Die Breite variiert je nach Lage des Zimmer zwischen 3,5m und 5m. Jedes Pflegezimmer ist mit einem Versorgungsschrank ausgestattet, welcher in die Wand zwischen Zimmer und Gang eingebaut ist und auf beiden Seiten der Wand zugänglich ist. Dieser Schrank wird für die Materialer- und -Entsorgung des Zimmers genutzt um mit den Transportwagen nicht in die jeweiligen Zimmer hineinfahren zu müssen. Der Schrank ist auch in reine und unreine Bereiche geteilt um auch hier potenzielle Kontamination zu vermeiden.

Die Pflegezimmer werden von einem halbkreisförmigem Gang erschlossen, der sich um den Kern jeder Funktionseinheit (Modul) windet, wodurch jedes Zimmer schnell von medizinischem Personal erreicht werden kann. Der Kern besteht aus dem Funktionsbereich und Nebendienstleistungsbereichen. Diese beinhalten die vertikale Zirkulation der Personen, sowie die vertikalen Ver- und Entsorgungsschächte für Materialien, welche ausschließlich durch die Ausgabestation jeder Funktionseinheit zugänglich sind. Die Ausgabestation ist geteilt in rein und unrein um Kreuzkontamination der Materialien zu vermeiden. Auch die Abstellzone der Versorgungswagen ist jeweils für reine und unreine Wagen vorgesehen.

Im Mittelpunkt des Moduls und nahe an den Pflegezimmern angelegt, befinden sich Personalräume, sowie die Überwachungsstation der Patienten. Dort werden Notrufsignale und andere relevanten Informationen zu Vitalfunktionen der Patienten überwacht.

Neben der vertikalen Zirkulation und am Zugang zu jeder Funktionseinheit befinden sich die Personalumkleiden und -schleusen, die jede oder jeder kommende oder gehende Pflegerin oder Pfleger, sowie Arzt und Ärztin nutzen muss um die Kleidung zu wechseln und zu desinfizieren. Die Schleusen dienen dazu potenzielle Krankheitserreger an Person oder Kleidung nicht unnötig in oder aus der Funktionseinheit zu verteilen. Die Schleusen sind ebenfalls wie die Pflegezimmer durch einen Versorgungsschrank direkt mit der Ausgabestation verbunden um kontaminierte Kleidung auf direktem Weg über den Entsorgungsschacht zur Sterilisation bringen zu können.

Da ein Modul zwar in sich selbst als einzelne Einheit fungieren kann, jedoch meist an weitere Module angeschlossen ist, befinden an diesen Anschlussbereichen flexibel nutzbare Zonen, die je nach Belichtungsbedarf der Kerne als offene Aufenthaltszonen, als Personalräume oder Sanitäreinheiten genutzt werden. Da das Raster der Module einheitlich ist, können für diese Bereich schnell Wände aufgezogen oder entfernt werden.

Jedes Modul ist mit einem Belüftungssystem ausgestattet, das die Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftaustausch reguliert. Auch ein Wassersystem, Vakuum- und Spülsystem, sowie medizinische Gasleitungen sind integriert um auch die Nutzung von Intensivpflegeeinheiten und Isolier-einheiten zu ermöglichen.

33 Dr. A. Mohammad, Prof. A. Prince, Dr. P. Demian 2014, S.27.

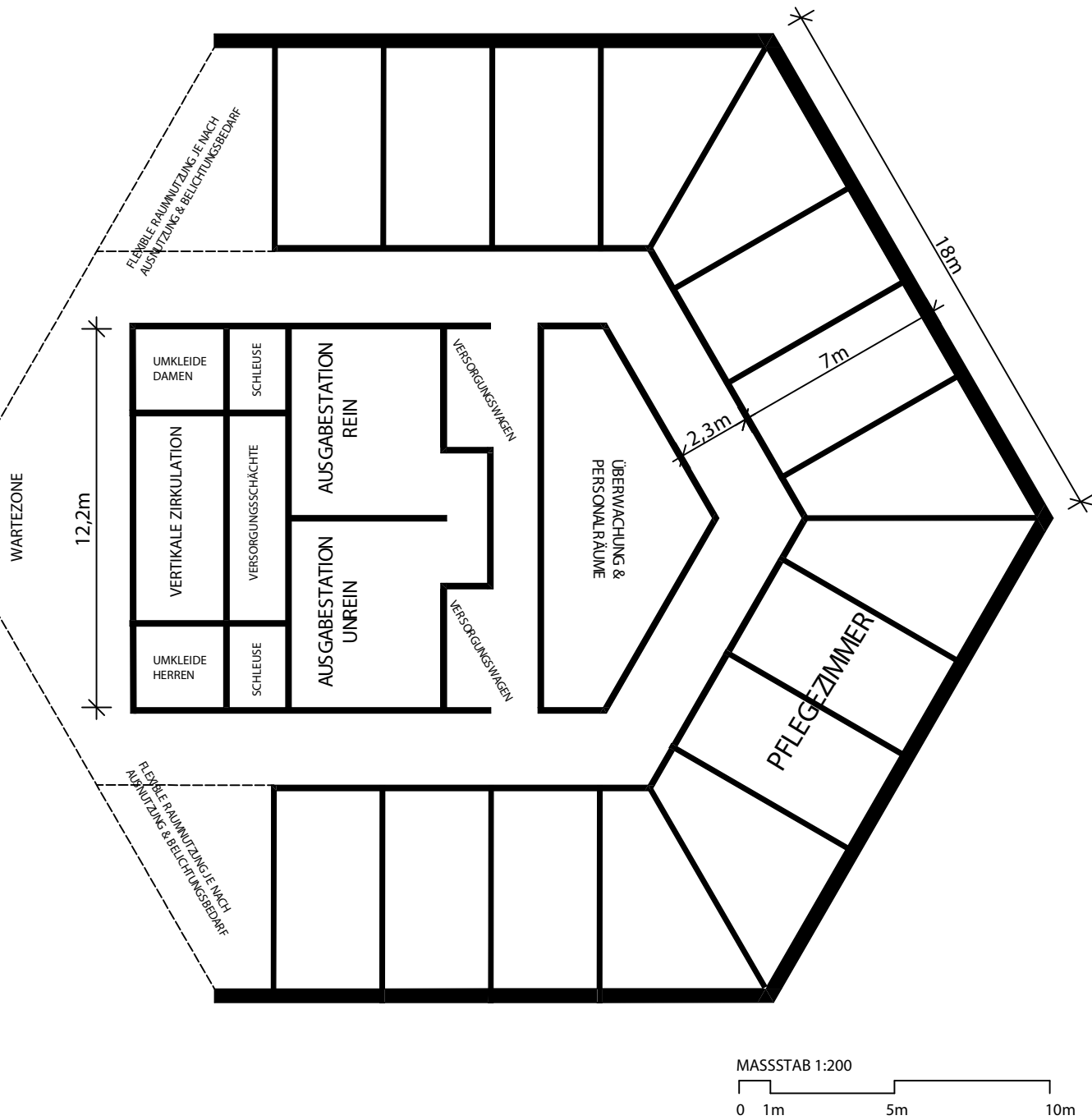
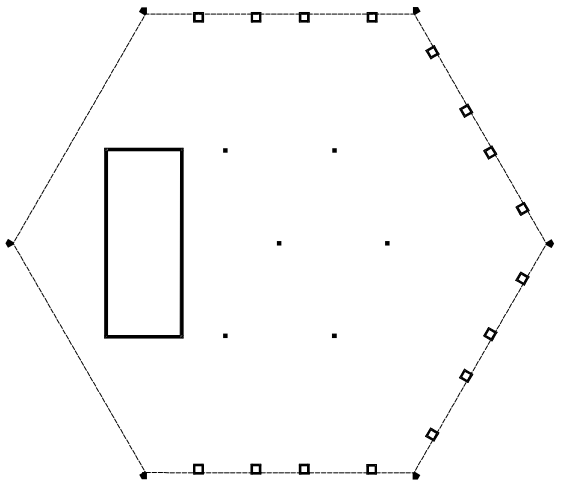


Abbildung 47: Zonierung Universalmodul, eigene Grafik



Primäre Tragkonstruktion
Vertikale Infrastruktur

MASSSTAB 1:500
0 1m 5m 10m

Abbildung 48: Primäre Konstruktion, eigene Grafik

Aufbau und Konstruktion des Pflegemoduls

Um maximale Flexibilität und Erweiterbarkeit zu gewährleisten ist der Aufbau und die Tragkonstruktion der Module einheitlich. Bei der primären Konstruktion (siehe Abbildung 48) handelt es sich hier um ein Stützenraster aus äußeren Fassadenstützen und einem innerem kreisförmigem Stützenraster, sowie einem massiven Kern, der sich um die vertikale Erschließung von Personen und Materialien schließt, und gleichzeitig auch einen Brandabschnitt darstellt.

Zusätzlich zum zentralen Erschließungskern sind die Ver- und Entsorgungsschächte der einzelnen Pflegezimmer auch Teil der primären Konstruktion, da diese so angelegt wurden, dass die Module mit dem angewandtem Installationsraster flexibel stapelbar sind und somit keine nachträglichen Schächte installiert werden müssen.

Bei der sekundären Konstruktion (siehe Abbildung 49) werden Innenwände und Fassade aufgezogen. Dadurch entstehen Kernzone und Pflegebereich, welche die interne Zirkulation der Funktionseinheit definieren.

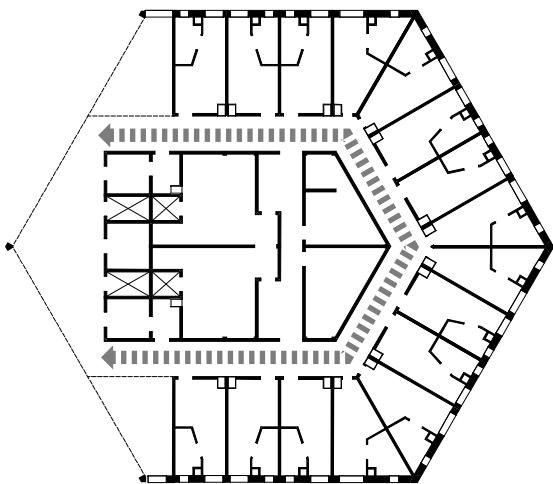
Bei dem Fassadenraster ist bei jedem Pflegezimmer, sowie Hygienebereich auf ausreichend natürliche Belichtung zu achten.

Mit dem aufstellen der Innenwänden werden außerdem die Versorgungsschränke der Pflegezimmer und Personalschleusen mit eingebaut

Die teritiäre Konstruktion (siehe Abbildung 50) vervollständigt schließlich den Aufbau mit fertigen Oberflächen, wobei hier wie bereits in einem früheren Kapitel angesprochen, auf Standfestigkeit und Formbeständigkeit zu achten ist, um den regelmäßigen Reinigungsgängen und Chemikalien standzuhalten.

Weiters ist hier auch die Einrichtung zu platzieren, wobei diese auch einheitlich ist und für den Komfort der Patienten, sowie Materialbeständigkeit gewählt wurde um regelmäßigen Desinfektionen standzuhalten.

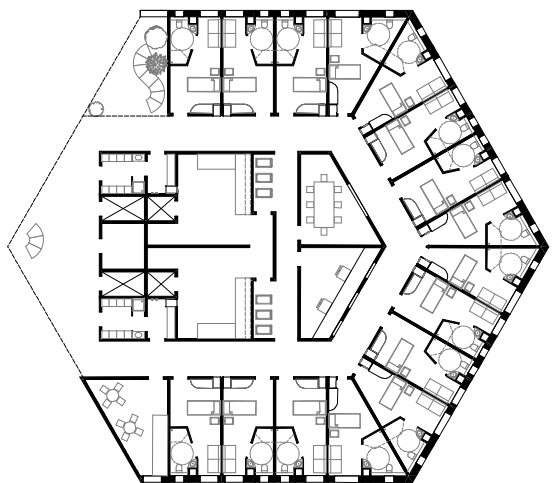
Auch Medizinische Ausstattung wie Vorbereitungstische im Pflegebereich der Zimmer und Ausreichend Lager und Aufbereitungsmöglichkeiten in der Ausgabestation sind Bestandteil der teritiären Konstruktion.



Interne Zirkulation
Fassade
Innenwände
Versorgungsschränke

MASSSTAB 1:500
0 1m 5m 10m

Abbildung 49: Sekundäre Konstruktion, eigene Grafik



Fertige Oberflächen
Einrichtung
Medizinische Ausstattung

MASSSTAB 1:500
0 1m 5m 10m

Abbildung 50: Teritiäre Konstruktion, eigene Grafik

Bewegungsströme des Pflegemoduls

Die Bewegungsströme von Patienten und Besucher verlaufen relativ strikt und ohne lange Zwischenaufenthalte wie auf Abbildung 51 ersichtlich.

Grundsätzlich werden Patienten nach einer Erstuntersuchung oder Notfallbehandlung auf eine Pflegeabteilung überwiesen und gelangen somit ohne weitere Umwege direkt in ihr zugewiesenes Zimmer.

Besucher werden von der zentralen Informationsstelle vorerst zur entsprechenden Abteilung verwiesen und von der Administration der jeweiligen Abteilung schließlich zum entsprechendem Zimmer des zu besuchenden Patienten geschickt.

Die Bewegungsströme des Personals sind etwas komplexer mit unterschiedlichen Aufenthalts- und Verweilorten, je nach Arbeitsschwerpunkt. (siehe Abbildung 52)

Beim Ankommen sowie beim Verlassen der Funktionseinheit muss jeder Mitarbeiter die Personalumkleideräume und -schleuse nutzen, wobei potenziell kontaminierte Kleidung gewechselt wird und anschließend Person und Kleidung desinfiziert werden. Die Schmutzwäsche gelangt dann über den eingebauten Versorgungsschrank direkt in den Entsorgungsbereich der Ausgabestation um Kontamination durch Verunreinigungen durch Blut oder anderen Körperflüssigkeiten zu vermeiden.

Anschließend begeben sich die Mitarbeiter in ihre jeweiligen zugewiesenen Arbeitsbereiche, sei es Ausgabestation, Überwachung oder Pflegezimmer. Auch die Nutzung der Personalräume ist hier zu erwähnen, wobei auch hier Person und Kleidung erst desinfiziert werden sollten.

Die Bewegungsströme der Versorgung sind klar strukturiert ausgelegt und verlaufen außer bei Notfällen, routinemäßig. (siehe Abbildung 53)

Materialwagen aus dem zentralen Lager erreichen über den Versorgungsschacht die reine Abteilung der Ausgabestation und werden hier in Tagesrationen gelagert und routinemäßig über kleinere Versorgungswagen an die jeweiligen Versorgungsschränke der Pflegezimmer verteilt.

Anschließend werden die unreinen Kammern der Versorgungsschränke mittels Versorgungswagen entleert und in die unreine Abteilung der Ausgabestation gebracht. Dort werden sie auf die Entsorgungswagen geladen und über die Entsorgungsschächte entweder direkt zur Abfallentsorgung (bei Einmalartikel) oder zur Sterilisation gebracht.

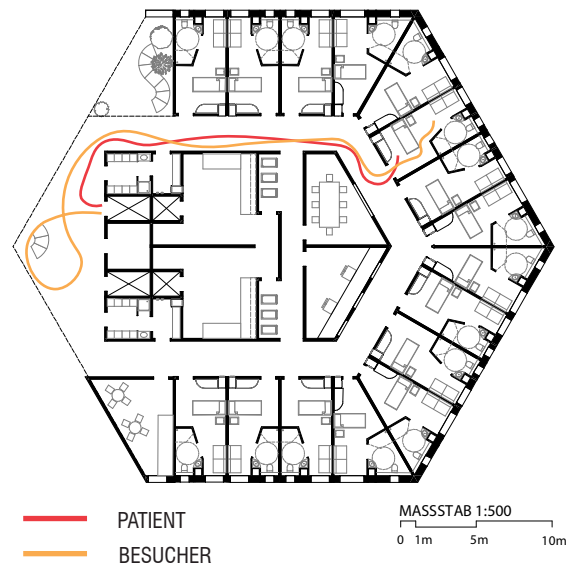


Abbildung 51: Patienten und Besucher Bewegungsströme, eigene Grafik

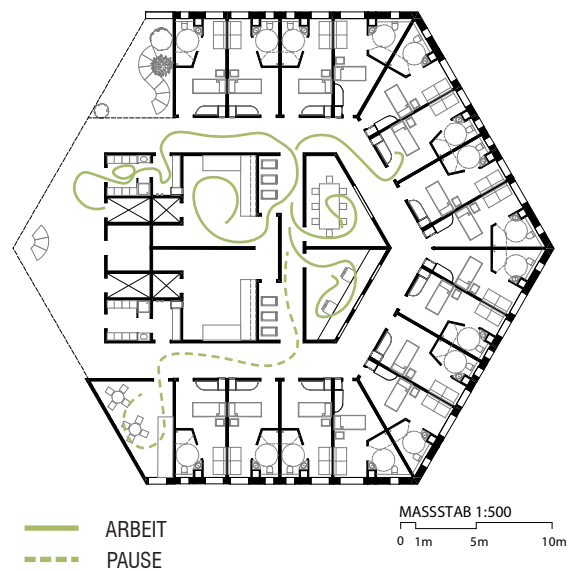


Abbildung 52: PflegerInnen Bewegungsströme, eigene Grafik

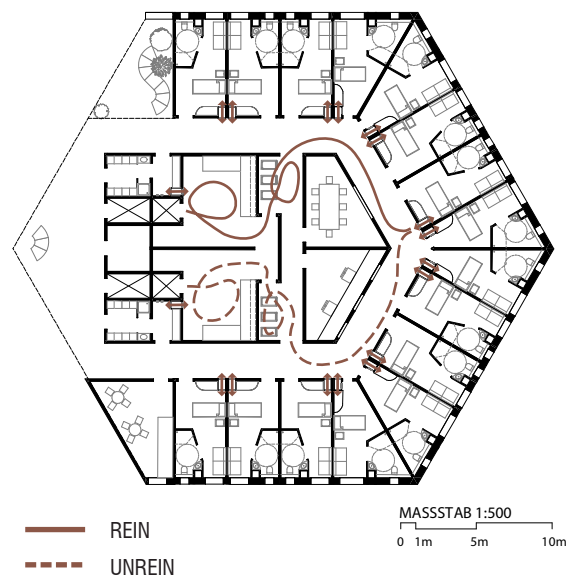


Abbildung 53: Versorgungs Bewegungsströme, eigene Grafik

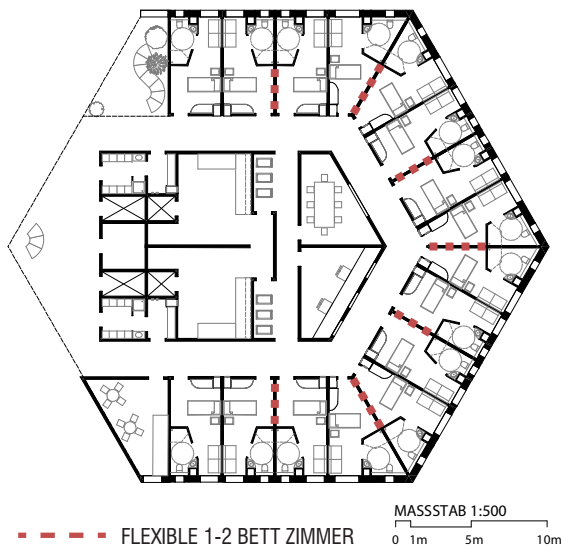


Abbildung 54: Flexible Ein- oder Zweibett Zimmerkombinationen, eigene Grafik

Flexible Bettenkonstellationen

Bei der Entscheidung zwischen Einzelt, Zweibett oder Mehrbettzimmer, muss man neben unterschiedlichen Infektionsrisiken auch auf die psychische Belastung der Patienten eingehen. Jeder Patient hat unterschiedliche Bedürfnisse, ob er sich nun in einem isolierten Einzelzimmer wohl fühlt, oder lieber in einem Mehrbettzimmer mit anderen Patienten kommunizieren will.

Laut einer wissenschaftlichen Untersuchung 2018 in Carlisle (England), ist der Wunsch nach Zweibettzimmern gegenüber Einzel und Mehrbettzimmer größer.⁴⁸

Aufgrund der geringeren Flächenanforderung von Mehrbettzimmern (8m²/Bett) im Gegensatz zu Einzelbetten (10m²/Bett), wäre die wirtschaftlicher Lösung jedoch Mehrbettzimmer. Je nach Infektionsrisiko und unterschiedlich kostspieligen Versicherungsunterschieden sollte jedoch eine Anzahl an verschiedenen Belegungsmöglichkeiten bestehen.

Durch das einheitliche Wandraster der Module kann hier schnell durch das Entfernen einer Trennwand (siehe Abbildung 54) aus den vorgegebenen Einbettzimmern eine Zweibettzimmerkonstellation entstehen um auf die Bedürfnisse der Patienten einzugehen.

Zonierung des Pflegezimmers

Das einheitliche Einbettzimmer (siehe Abbildung 55) besteht aus einer Patientenzone mit dem Pflegebett, einer Hygienezone oder Badezimmer mit WC, Handwaschbecken und barrierefreier

Dusche, einer Besucherzone für Angehörige und einer Pflegezone mit angrenzendem Versorgungsschrank.

Jeder Bettplatz besteht aus einem Krankenbett (227cm x 99cm), einem Nachttisch, einem Patientenschrank (für persönlicher Gegenstände) und Einrichtungen zur Medienversorgung (für Beleuchtung, Notruf, Telefon und Fernsehbedienung).

Bei den Sanitäreinrichtungen spricht man heutzutage meist von einem barrierefreiem Badezimmer mit einem WC, Handwaschbecken und einer bodengleichen Dusche für Barrierefreiheit und Verhinderung der Stolpergefahr. Diese sind entweder einzeln oder bei Zweibettkonstellationen, in Kombination angeordnet. Manchmal ist in Gesundheitseinrichtungen statt einem kompletten Badezimmer nur ein Waschplatz mit Handwaschbecken und WC in den Pflegezimmern zu finden, wobei für die Duschen eigene Räumlichkeiten extern der Pflegezimmer angelegt werden, um diese im Falle von Unfällen überwachen zu können.⁴⁹

In dem vorgeschlagenen Entwurf wurde sich jedoch für die erstere Variante entschieden um den Patienten größeren Komfort und Privatsphäre zu bieten. Für Notfallsituationen ist hier jedoch darauf zu achten ein Notrufsystem mittels Seilzug gut erreichbar zu installieren um das Personal bei Unfällen schnell verständigen zu können.

Schmutzwäschesäcke sind im unreinen Bereich des Versorgungsschranks bis zur Abholung zu verstauen um kontaminierte Wäsche nicht zu verschleppen.

Nähe des Patienten zu medizinischer Unterstützung

Eine Pflegeabteilung besteht grundsätzlich aus drei bis vier Funktionseinheiten (siehe Abbildung 55) bis jeweils 15 bis 18 Betten. Jedem Pfleger oder jeder Pflegerin sind davon zwei bis drei Patienten zugewiesen für die sie zuständig sind. Die Einteilung in einzelne Funktionseinheiten innerhalb der Abteilung ermöglicht einen näheren Zugang zu medizinischer Unterstützung und somit bessere Patientenzufriedenheit.

Auch ist es für die Psyche der Patienten, die sich in einem ungewohnten Umfeld Tage bis Monate aufhalten von Vorteil, einen sich zugewiesenen Pfleger oder Pflegerin als Ansprechperson zu haben, um sich auszutauschen und über Probleme reden kann.

48 Tariq, Chauhan, Ahmed, Canelo 2018, S 1 f.

49 Dirichlet Labryga Poelzig Schlenzig 1980, S. 235-241.

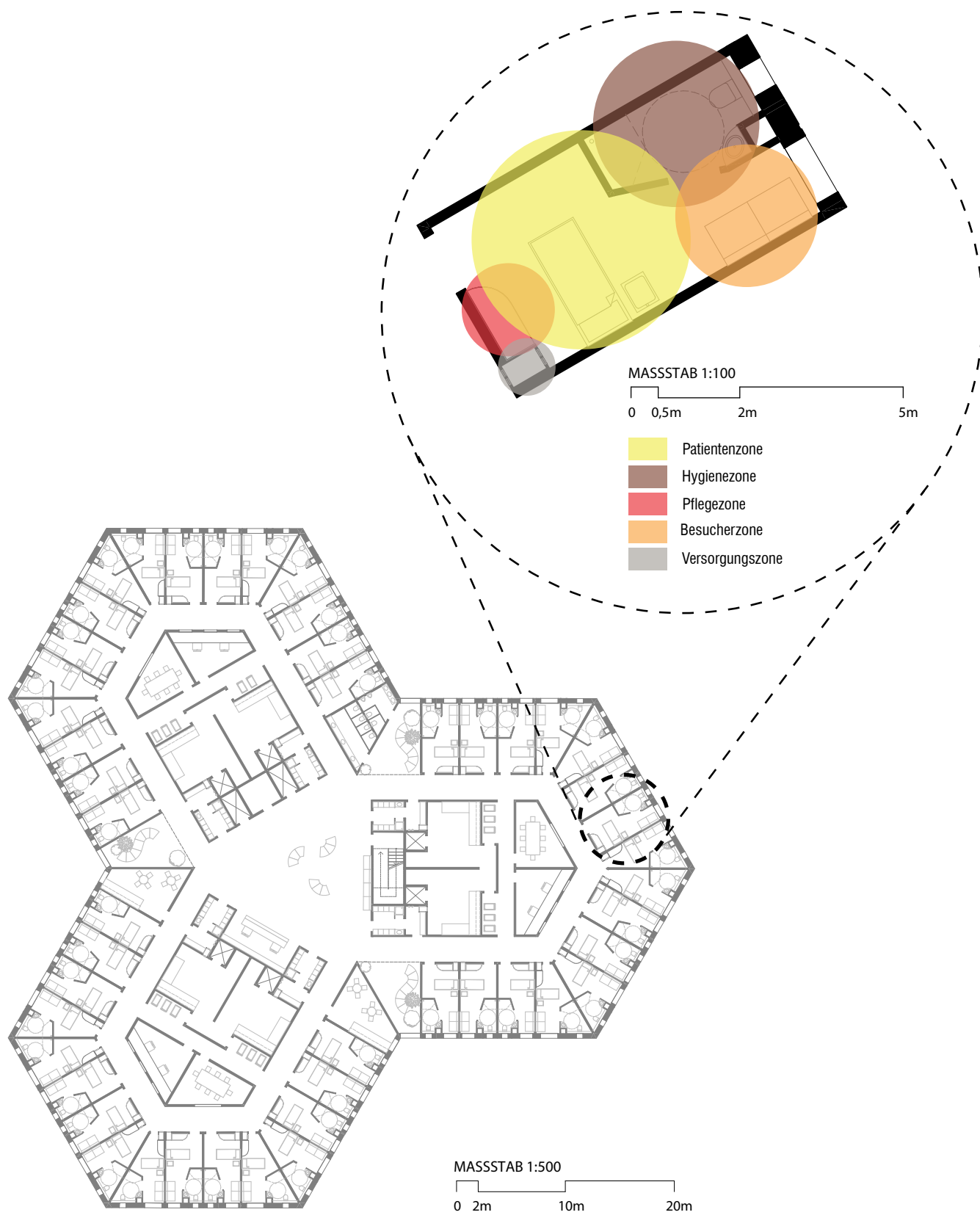


Abbildung 55: Abteilungskonfiguration und Pflegezimmerzonierung, eigene Grafik

Expandierbarkeit und Adaptierbarkeit der Pflege

Erweiterungspotential, Umnutzung flexibler Flächen

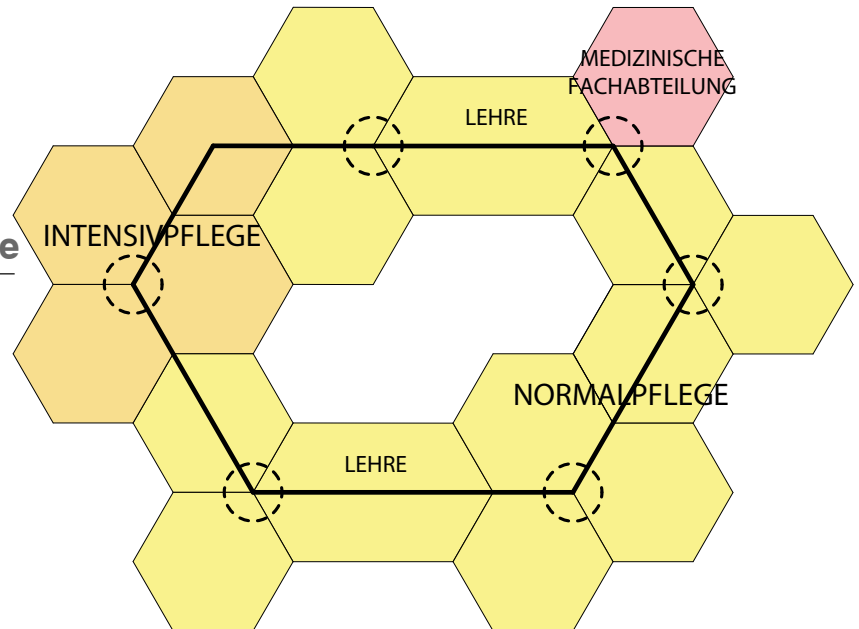
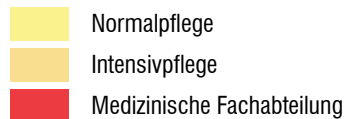


Abbildung 56: Magistrale und Funktionsrelationen Obergeschoß, eigene Grafik

Funktionsrelationen im Pflegebereich

Die Funktionsbereiche in den Obergeschoßen bestehen hauptsächlich aus Pflegeabteilungen (siehe Abbildung 56), wobei diese wie bereits am Beginn des Kapitels angesprochen, unterschiedlich gruppiert sind.

Mindestens eine Abteilung ist meist ausschließlich für die Kinderpflege ausgelegt, da hier häufig ähnliche Krankheiten auftreten und sich die Patienten somit leichter in Gruppen zusammenlegen lassen. Selbiges trifft auch auf die Säuglingspflege zu.

Weiters werden Abteilungen auch für Kurzzeit- und Langzeitpflege gegliedert. Ein ständiger Wechsel von Patienten in den umliegenden Zimmern kann für Langzeitpatienten, die oft Sehnsucht nach ihrem eigenen Zuhause haben, jedoch keinen konkreten Entlassungstermin wissen, psychisch belasten, somit ist auch hier eine Gruppierung sinnvoll.

Auch ist auf jeder Ebene eine Intensivpflegeabteilung vorgesehen, die jedoch auch als Normalpflegeabteilung genutzt werden kann wenn kein Bedarf für genügend Intensivpflegebetten besteht. Die Intensivpflegeeinheiten sind aufgrund speziellen Abluftkanälen und zusätzlichen Gasleitungen übereinander in einem „Turm“ platziert um hier das Infektionsrisiko über die vertikalen Ver- und Entsorgungsschächte zu reduzieren.

Zusätzlich ist auf jeder Ebene, meist in Verbindung mit den dort vorhandenen Pflegeabteilungen eine medizinische Fachabteilung, wie Pädiatrie oder Gynäkologie vorgesehen. Dort können notwendige Untersuchungen und Beratungen




stattfinden. In den zwei größeren Verbindungsmodulen sind außerdem Lehrräume für Vorträge oder Besprechungen angelegt.

Expandierbarkeit

Die Erweiterung der Module ist an zwei Stellen möglich. Einerseits wie in Abbildung 57 ersichtlich, an den Knickstellen von zwei Modulen, andererseits an den Seiten, wobei hier für einen mittigen Durchgang meist zwei Module nebeneinander angedockt werden.

Bei der Erweiterung der Module entstehen, wie bereits angesprochen, an den Verbindungsstellen Zwischenräume, die aufgrund der fehlenden natürlichen Belichtung nicht als normale Pflegezimmer genutzt werden können. Diese Bereiche, in Abbildung 57 in Blau markiert, können somit je nach Bedarf als Aufenthaltsorte, Besprechungsräume, Personalräume oder Therapiebereiche genutzt werden.

Bei starker Auslastung, in Notfalls- oder Epidemiesituationen können diese Bereiche jedoch auch schnell in Pflegezimmer umgewandelt und genutzt werden, da sie aufgrund der vorinstallierten Infrastruktur bereits für den Pflegebetrieb ausgelegt wurden. Die Schächte sind dabei so positioniert, um auch einen offenen Raum zu ermöglichen und nichts zu blockieren.

-  Flexibel nutzbare Zonen
-  Neue Raumkomposition
-  Fixierte Schachtpositionen für flexible Expansion

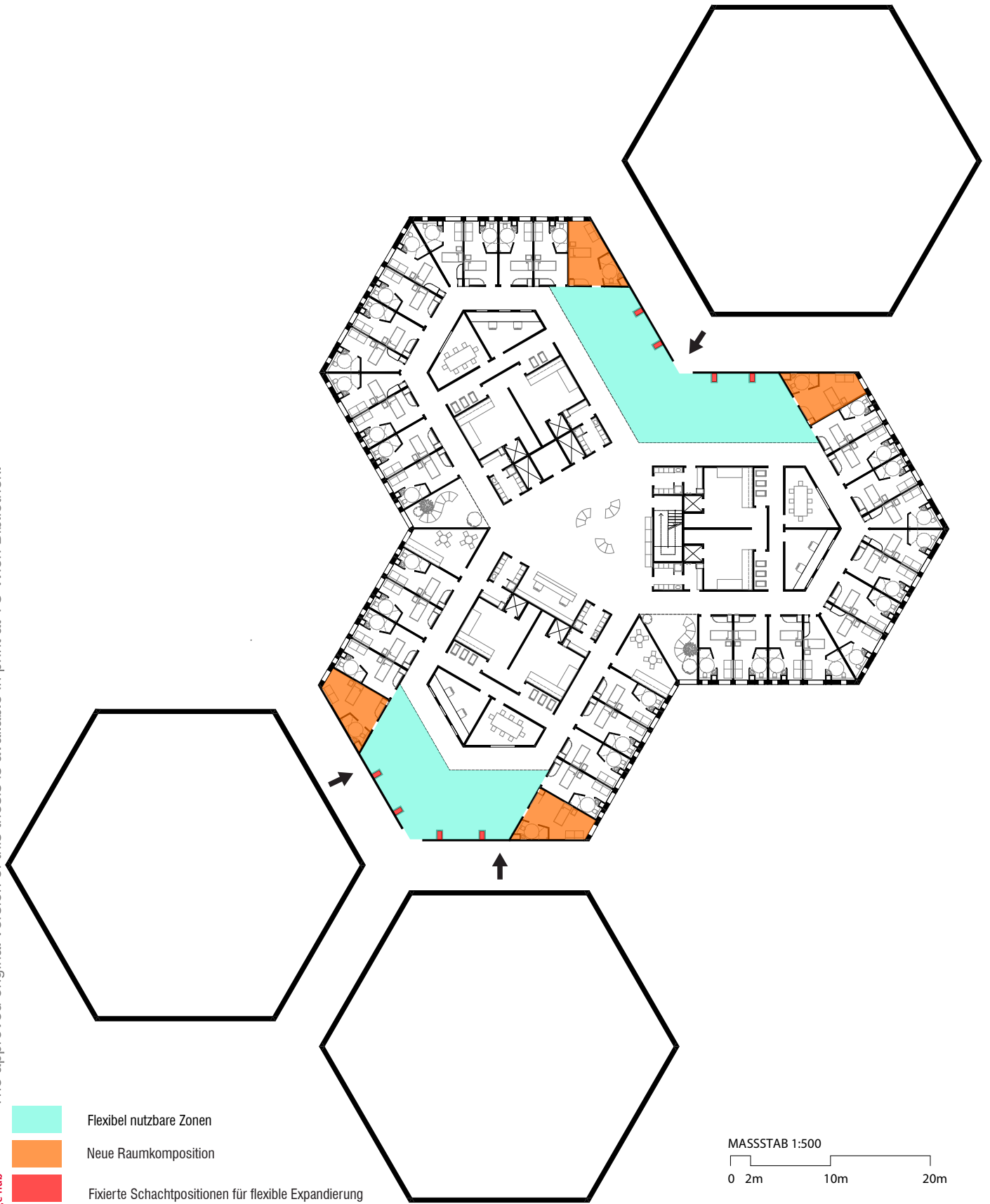


Abbildung 57: Modul Anschlusskonfigurationen, eigene Grafik



Abbildung 58: Grundriss Obergeschoße, eigene Grafik

Flexible Bereiche für Funktionsaustausch

In Abbildung 58 ist noch einmal der gesamte Grundriss eines Pflegegeschoßes mit den angesprochenen flexibel nutzbaren Zonen abgebildet. Man erkennt das es nicht wenige sind, jedoch muss man beachten, dass für maximale Flexibilität und Erweiterungsmöglichkeiten, Freiflächen für zukünftige Anforderungen zur Verfügung gestellt werden müssen.

Durch die Coronapandemie wurde schnell klar, das besonders die Auslastung der Intensivpflegebetten dramatische Maßnahmen für die gesamte Gesellschaft hervorrufen kann, denn aktuelle Maßnahmen wie Testungen, Impfpflicht und Quarantäne führen zu drastische Einschränkungen der menschlichen Freiheit. Wenn dies durch vorausschauende Vorbereitung und einheitlich vorinstallierte Infrastruktur für schnelle Anpas-

sung der Nutzung verhindert werden kann, ist es auch die höheren Anschaffungskosten wert.

Weiters sind auf Abbildung 58 noch Sanitärzonen und Belichtungszonen ersichtlich, wobei darauf geachtet wurde, jeder Abteilung einen Sanitärbereich für Besucher und Personal zuzuordnen. Bei den Belichtungszonen wurde je nach Bedarf aus dem Raum- und Flächenraster Räume ausgeschnitten um eine natürliche Belichtung der Innenbereiche zu gewährleisten. Diese Bereiche wurde gleichzeitig als Aufenthaltsbereiche für Patienten und Besucher ausgelegt.

In Braun dargestellt erkennt man auch noch die Ausgabestationen der jeweiligen Funktionseinheiten, die für die Ver- und Entsorgung von Gütern zuständig sind und im jeweiligen Kern der Module situiert sind.

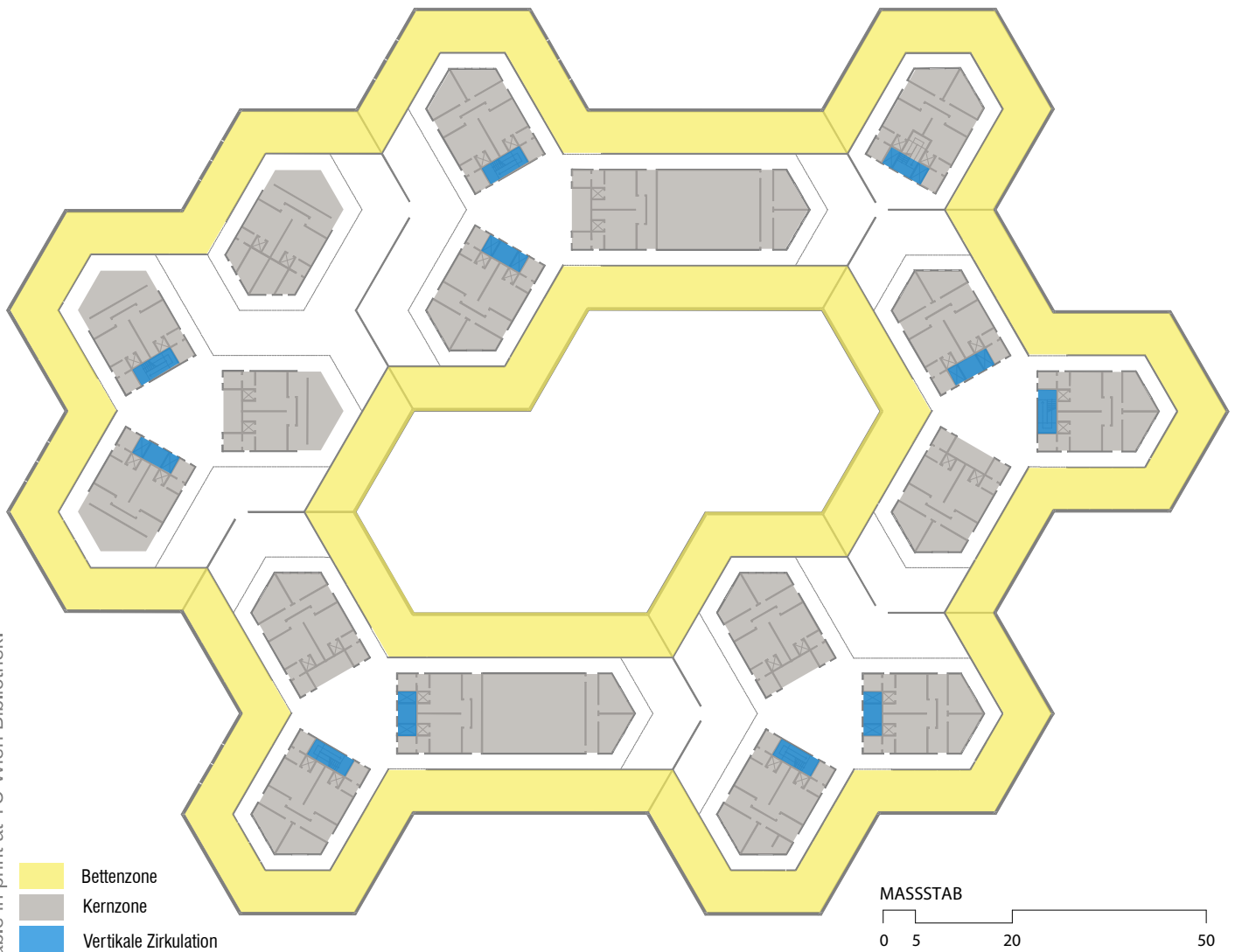


Abbildung 59: Nutz- und Funktionszonen Obergeschoße, eigene Grafik

Kernzone, Funktionszone und vertikale Zirkulation

Abbildung 59 stellt Funktionszonen und Kernzonen dar. Die Funktionszone oder Pflegezone in Gelb ist an der natürlichen Belichtung orientiert und am äußeren Rand, sowie umliegend des Innenhofs situiert.

Die Kernzonen mit den Nebendienstleistungsbereichen befinden sich in der jeweiligen Mitte der Module, um eine flexible Positionierung der Funktionsbereich und besseren Zugang zu natürlicher Belichtung zu ermöglichen. Auch werden dadurch die flexibel nutzbaren Freiflächen zwischen den Modulen nicht durch freistehende Infrastruktur unterbrochen und kann somit auf unterschiedlichste Art konzipiert werden.

Elektrische Leitungen und Lüftungskanäle werden über die vertikalen Hauptschächte zu Verteilern in der Kernzone geleitet. Dadurch erfolgt eine effiziente Verteilung der horizontalen Leitungen und Schächte vom Kern zur Peripherie der jeweiligen Module.

In der Kernzone befindet sich ein rechteckiger Ausbrechabschnitt, der die flexible Positionierung vertikaler Durchdringungen für die Zirkulation von Personen (in Blau dargestellt), Materialien und Infrastruktur zu ermöglichen. Auch sind hier Ausgabestation, Personal- und Überwachungsräume sowie die Personalumkleiden und -schleusen zu finden. In den zwei länglichen Verbindungsmodulen sind zusätzlich noch Lehrräume angelegt.

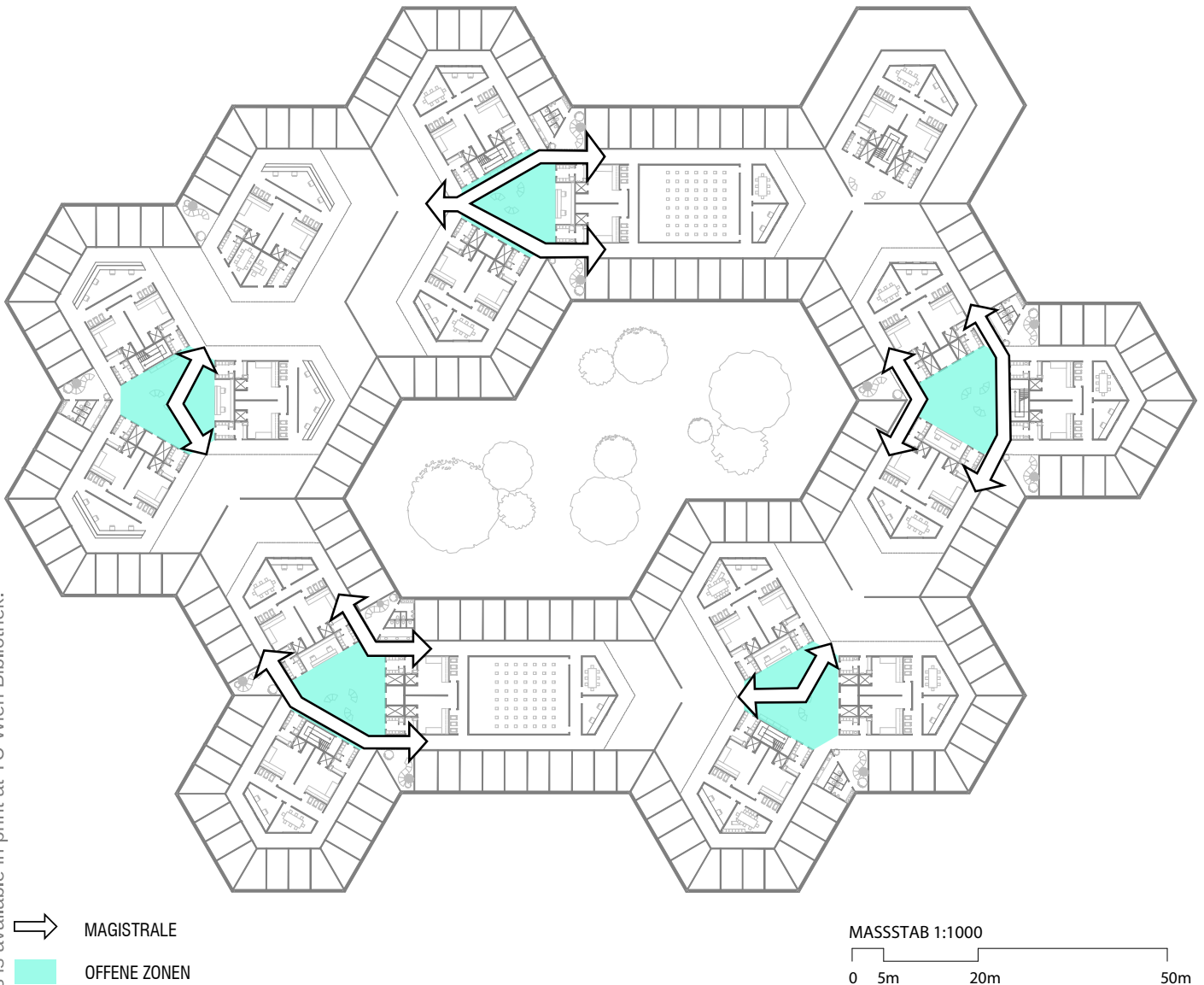


Abbildung 60: Magistrale Obergeschoße, eigene Grafik

Magistrale im Pflegebereich

Die Magistrale in den Obergeschoßen ist je nach Modulanordnung teilweise Zweigeteteilt wie man in Abbildung 60 erkennen kann. Jedoch sollte die Magistralen in den Pflegeebenen auch nicht so prägnant in Erscheinung treten wie im Erdgeschoß oder Zugangsgeschoß, wo sie dem Patienten einen ersten Gesamteindruck der Einrichtung liefert.

In den Pflegeebenen ist dies nicht der Fall. Hier werden die Patienten über die zentrale Informationsebene über die Magistrale im Erdgeschoß zu der zuständigen Abteilung verwiesen und bleiben meist auch dort, bis sie wieder entlassen oder auf eine andere Abteilung verwiesen werden. Hier ist eine klare Verbindung zu den anderen Abteilungen nicht notwendig. Außerdem hat die Verbindung mit anderen Abteilungen den Nachteil ei-

nes höheren Infektionsrisikos. Natürlich können sich Patienten je nach physischem Zustand frei bewegen und sind nicht in ihrem Pflegezimmer gefangen, es sei denn sie befinden sich in einer Isoliereinheit und stellen eine hohe Infektionsgefahr dar. Trotzdem sollen sich die Patienten möglichst in ihren zugewiesenen Abteilungen aufhalten, wo genügend Aufenthaltsmöglichkeiten vorhanden sind.

Bestimmte Abteilungen in denen ein höheres Infektionsrisiko besteht sind grundsätzlich durch Schleusen von anderen Abteilungen verschlossen um potenzielle Krankheitserreger nicht unnötig in der Einrichtung zu verteilen und anfällige Patienten zu gefährden.

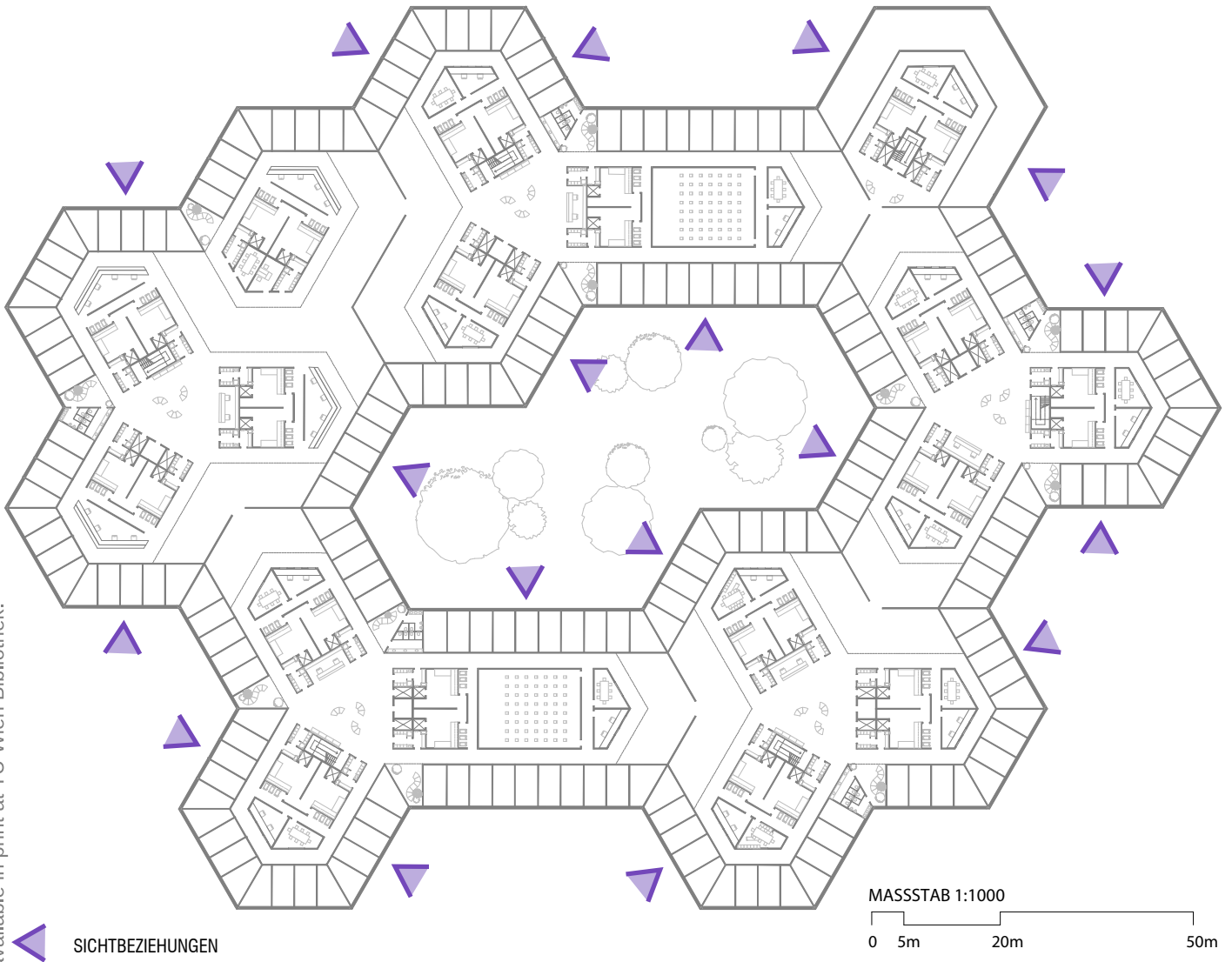


Abbildung 61: Sichtbeziehungen Obergeschoße, eigene Grafik

Sichtbeziehungen

Die Module selbst besitzen mit der hexagonalen Form eine sehr strikte und einheitliche Geometrie. Bei zusammengefügter Konfiguration entstehen jedoch dynamische Geometrien mit spannenden Sichtbeziehungen wie in Abbildung 61 ersichtlich. Somit hat man je nach Ausblicksposition unterschiedliche Blickwinkel und Belichtungssituationen, die auch stark mit der Sonnenposition variieren. Die Geometrien sind auch so angeordnet um vielfältige Ausblicke zu erlauben, jedoch die Einblicke zu anderen Pflegezimmern nicht direkt zulassen.

Zusätzlich zu den äußeren Ausblicken werden die Zimmer auch durch einen Innenhof belichtet, der ebenfalls spannende Blickbeziehungen in den Hof und zur gegenüberliegenden Gebäude-seite ermöglicht. Der Hof ist jedoch groß genug angelegt und mit genügend Bepflanzung ausgelegt um den Einblick in andere Patientenzimmer nicht zu erlauben und weiterhin eine Privatsphäre zu gewährleisten.

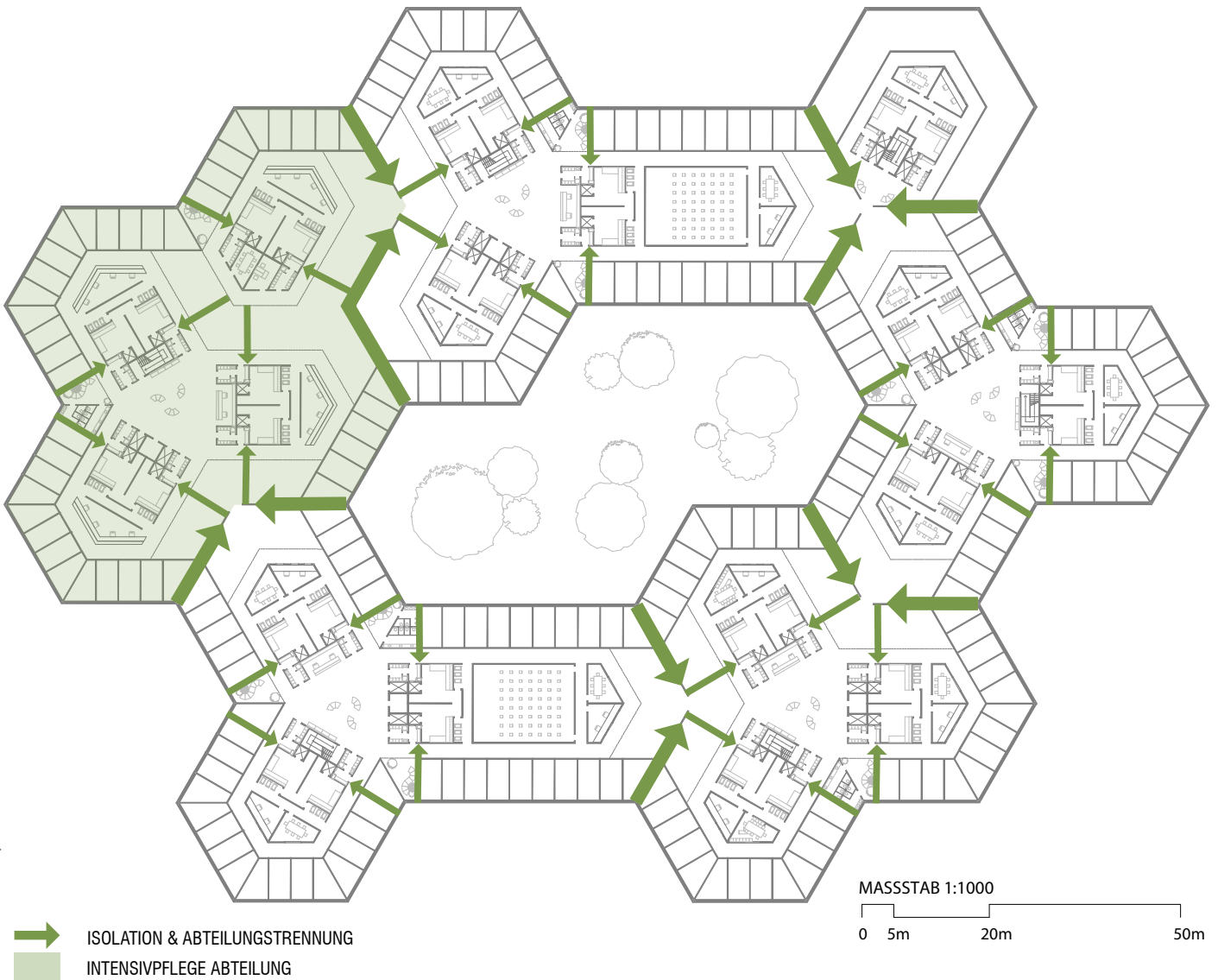


Abbildung 62: Abteilungstrennung/Schleusen Obergeschoße, eigene Grafik

Möglichkeiten und Grenzen räumlicher Konzentration

Jede Abteilung kann durch Tore von den anderen getrennt oder im Falle von hohem Infektionsrisiko, isoliert werden (siehe Abbildung 62). Für solche Situationen ist es wichtig bereits zuvor jeder Abteilung eine bestimmte Zahl an Mitarbeitern zuzuweisen, um nicht durch unnötige Wechsel das Infektionsrisiko zu erhöhen.

Eine Abteilung besteht weiters aus drei bis vier Kohorten oder Gruppen. Diese Kohorte haben jeweils eigene zugewiesene Zugangsschleusen, Ausgabestationen und Überwachungsräume und sind jeweils einer bestimmten Anzahl an Patienten zugewiesen um innerhalb der Abteilung die Zahl der Mitarbeiter, die in Kontakt mit potenziell stark infektiösen Patienten sind zu reduzieren.⁵⁰

⁵⁰ Eric Toner, Richard Waldhorn 2006, S.399 ff.

Die einzelnen Kohorte oder Funktionseinheiten in einer Abteilung können zusätzlich durch Tore voneinander getrennt und isoliert werden.

Da die Versorgungsschächte der jeweiligen Abteilungen vertikal verlaufen, ist es auch von Vorteil, Abteilungen mit höherem Infektionsrisiko übereinander zu zonieren um die Versorgungsschächte der anderen „Türme“ vor potenzieller Infektionsausbreitung durch die Entsorgung kontaminierter Materialien oder Flüssigkeiten zu schützen. Auch sollte bei Erweiterung der Intensivpflegeeinheiten möglichst vertikal und übereinander erweitert werden um auch hier auf die Entsorgungsschächte einzugehen und vor allem auch auf die Entlüftungskanäle, welche ebenfalls vertikal pro „Turm“ verlaufen.

Somit kann beispielsweise eine komplette Abteilung als Covid-19 Abteilung ausgelegt werden und durch Tore von den anderen Abteilungen

getrennt werden. Sollten schließlich mehr Betten für Covid-19 Patienten benötigt werden, wird die Abteilung darüber auch in eine Covid-19 Abteilung konvertiert und ebenfalls isoliert. Die anderen Patienten werden gegebenenfalls auf andere Abteilungen verlegt. Bei Verringerung der Infektionszahlen und weniger Bedarf an Covid-19 Pflegebetten kann die Abteilung wieder in eine Normalpflegestation konvertiert werden, wobei auf eine gründliche Schlussreinigung geachtet werden muss um potenzielle Krankheitserreger in der Luft oder auf Oberflächen zu entfernen und die Patienten der Nachbelegung nicht zu gefährden.

Für weitere Infektionsprävention können Patienten mit bestimmten Symptomen auch nach Wahrscheinlichkeit derselben Krankheit gruppiert werden. Auch die Gruppierung nach Alter ist möglich, da oft bei bestimmten Altersgruppen dieselbe Krankheiten auftreten wie zum Beispiel bei Kinderkrankheiten wie Windpocken oder Scharlach. Diese Krankheiten sind oft hoch infektiös. Durch das gruppieren der Patienten mit gleichen Krankheiten muss somit weniger Personal einem Infektionsrisiko ausgesetzt werden und die Patienten können sich untereinander nicht anstecken und müssen somit nicht zwingend in Einzelbettzimmern gepflegt werden. Zu dem Zweck der Zuweisung ist die Etablierung einer Triage beim Eingangsbereich sehr wichtig, um Patienten vorerst nach grober Einschätzung der Symptome gewissen Abteilungen zuzuweisen.

Die flexibel nutzbaren Bereiche in den Verbindungsbereichen der Module können sehr gut für solche Gruppierungen genutzt werden, da hier noch keine Raumentrennung vorgegeben ist und somit Mehrbett - Pflegeeinheiten entstehen können. Bei Isolationseinheiten kann es auch zu psychischer Belastung kommen, wenn man von anderen Patienten komplett abgeschieden ist und nur mit dem zuständigen Pfleger oder Pflegerin in Kontakt treten darf. Auch mobile Trennwände können schnell für neue Raumkonstellationen sorgen, wobei diese jedoch Aerolose in der Luft nicht eindämmen können.

Wie vom Coronavirus bekannt, verbreitet sich das Virus hauptsächlich zwischen Menschen die sich in unmittelbarer Nähe von einem Meter zueinander aufhalten. Bei schlecht belüfteten Innenräumen jedoch, können sich die Aerosole in der Luft weiter ausbreiten. Eine Reduzierung an Sitzgelegenheiten verringert daher die zu lange Aufenthaltsdauer von Patienten und Besuchern an einem bestimmten Ort und somit die Gefahr zur Infektion. Generell sollten Warte- und Aufenthaltsbereiche jedoch in kleinen Einheiten

getrennt voneinander und abgegrenzt von den Hauptzirkulationswegen platziert werden um die Anzahl bei Personengruppen und dadurch das Infektionsrisiko zu reduzieren. Weiters könnte man auch Aufenthaltsbereiche ins Freie verlegen, wofür der Innenhof sehr gut genutzt werden kann, da er vor Wind geschützt ist. Mit ein paar schnellen Eingriffen lassen sich auch Bereiche vor Regen schützen und mit mobilen Radiatoren kann man sogar der Kälte entgegnen.

Nahrung sollte nach Möglichkeit im Pflegezimmer zu sich genommen werden und sonstige gemeinschaftlich genutzte Essbereiche für Personal oder Besucher sollten in kleineren Gruppen verteilt und abgeschirmt vom Betriebsablauf ausgelegt sein.

Um die Infektionsgefahr durch Oberflächenkontakt zu reduzieren sollten automatisierende Technologien beispielsweise bei Türen oder Wasserhähnen zum Einsatz kommen. Dies verringert nicht nur die Notwendigkeit Dinge zu berühren, sondern ermöglicht den Menschen auch, sich fließend durch das Gebäude zu bewegen und schneller ihr Ziel zu erreichen.

Auch RFID Technologie kann bei Wartenden Patienten eingesetzt werden, wodurch die Patienten aufgerufen werden. Dies ermöglicht die größere Verbreitung von kleineren individuellen Wartebereichen, sodass sie nicht mit vielen anderen kranken Menschen am selben Ort für lange Zeit aufhalten müssen.⁵¹

Gegebenenfalls lassen sich auch „Drive- oder Walk-through“ Behandlungen bereits vor der Einrichtung implementieren, wenn es sich nur um leicht Verletzungen oder Erkrankungen handelt, wo der Patient nach kurzer Behandlung wieder nach Hause gehen kann. Dies ist jedoch meist eine temporäre Lösung im Falle einer Pandemiesituation und kann auch als Screening Modell in Einsatz kommen.

⁵¹ Giacobbe Alyssa 2020.

Konvertierbarkeit der Pflege

Normalpflege zu Intensivpflege, Nutzung adaptiver Flächen



Abbildung 63: , eigene Grafik

6.1.3 Veränderte Anforderungen

Veränderungen in Krankenhäusern können von Ersatz oder Austausch von Einrichtungsgegenständen über kompletten Neukonfiguration von bestimmten Bereichen bis zum Ausbau oder sogar Austausch des gesamten Gebäudes stattfinden. Je nach neuer Anforderung können bereits durch minimale räumliche Umgestaltung, wie das Austauschen von Einrichtungsgegenständen und Möbel oder die Neugestaltung von Oberflächen einige Veränderungen vollzogen werden. Ziel einer flexiblen Gesundheitseinrichtung sollte es sein, durch minimalen Aufwand maximale Flexibilität zur Veränderbarkeit zu ermöglichen ohne große physische Rekonfigurationen vollziehen zu müssen. Ein adaptierbares universellen Patientenzimmer sollte so geplant sein, dass es sich im Laufe seines Lebenszyklus, je nach Anforderung von einem Normalpflegezimmer zu einem Intensivpflegezimmer oder umgekehrt, mit geringem Aufwand transformieren kann.⁵²

Durch die Coronapandemie wurde bald ersichtlich, dass bei Pandemiesituationen mehr Intensivpflegebetten und Ausrüstung benötigt werden als für normalen Umständen geplant ist. Eine schnelle, mit wenig Aufwand Konvertierbarkeit eines Normalpflegezimmers zur Intensivpflege hätte hier schon einigen Einrichtungen sehr geholfen. Natürlich darf man hier auch die höheren Anforderungen an die installierte Infrastruktur für bestimmte Gasleitungen, Abluftkanäle und Unterdruck Lüftungsgeräte (für Isoliereinheiten bei sehr hoher Infektionsgefahr) vergessen, die schon vorhanden sein sollten.

Für maximale Flexibilität der Infrastruktur ist ausreichen Raum für vertikale und horizontale Installationen vorzusehen. Dabei wird eine Art Zwischenbodensystem verwendet um ein Installationsraster in den Decken unterzubringen, dass je nach Anforderung flexibel ausgenutzt und erweitert werden kann.

Jeder Schacht sollte dabei dimensioniert werden, dass sie die maximale potenzielle Last des Systems in einer bestimmte Zone aufnehmen können. Zusätzliche Kapazitäten in Hauptleitungen, Steigleitungen und Kabelkanälen sollte für neue Systemanforderungen eingeplant werden, jedoch nicht überdimensioniert, da zukünftige Änderungen der Normen potenzielle Einflüsse darauf haben könnten.

6.1.4 Modul für Intensivmedizin

Intensivpflegestationen (ICU) sind spezielle Abteilungen mit gezielt geschultem medizinischem Fachpersonal und einem ausgebautem Überwachungssystem. Patienten mit lebensbedrohlichen Problemen der Vitalfunktionen werden in der Abteilung für Intensivmedizin versorgt. Diese ist hauptsächlich dafür zuständig die Elementarfunktionen des Körpers wiederherzustellen und zu erhalten um eine weitere Behandlung zu ermöglichen. Meist sind dabei ein oder mehrere Organe betroffen oder der Patient ist nicht mehr in der Lage selbstständig zu atmen, wobei eine künstliche Beatmung notwendig wird, wie zum Beispiel auch bei einem schweren Verlauf einer Coronainfektion.

⁵² Allison David 2015, S.12.

Eine intensivmedizinische Behandlung und oder Überwachung ist meist bei folgenden Störungen notwendig;

Respiratorische Insuffizienz

Zirkulatorische Insuffizienz

Thermische Regulationsstörung

Stoffwechselstörung

Intoxikation, Infektion (z. B. Tetanus, Peritonitis)

Neuropsychologische Insuffizienz

Schwere Schmerzzustände

Organverlust

Für die künstliche Unterstützung des Körpers kommen gewisse Geräte in Einsatz. Ein Beatmungsgerät hilft dem Patienten bei Atemnot in dem ein Schlauch über Mund oder Nase oder durch einen Schnitt in den Rachen eingeführt wird. IV Schläuche werden intravenös in eine Vene eingeführt und versorgen Patienten mit Flüssigkeit, Nahrung oder Medikamenten. Auch Ernährungs sonden können über Nase oder einen Schnitt im Bauch den Patienten mit Nahrung versorgen. Zur Abführung von Blut oder anderen Flüssigkeitsansammlungen sind Drainagen und Katheter notwendig. Medizinische Gas-, Vakuum- und Elektroauslässe müssen von allen Seiten des Pflegebetts zugänglich und für die Nutzung von mehreren Geräten gleichzeitig angeordnet sein.⁵³

Oft werden Patienten nach einer Operation in der intensivmedizinischen Abteilung überwacht und vorbehandelt. Neben der Überwachung, bedürfen Patienten mit sehr stark geschädigten Vitalfunktionen oft einer künstlichen apparativen Unterstützung, wie zum Beispiel Transfusions- und Infusionstherapie und Schrittmacher.

Zusätzlich müssen für Intensivpatienten, die eine besondere Infektionsgefahr darstellen, isolierte Einheiten vorgesehen werden, die entsprechend durch Schleusen und Unterdruckbelüftung getrennt sind. Diese Einheiten müssen auch mit entsprechender Überwachungstechnik ausgestattet sein um nur dem zuständigen Personal einen Zugang zu gewährleisten.

Generell muss die gesamte Abteilung der Intensivmedizin durch Schleusen abgetrennt sein um die besonders infektionsanfälligen Patienten vor Ansteckungen zu schützen, sowie um eine eventuelle Infektionsquelle von anderen Abteilungen zu isolieren. Schleusen müssen so angeordnet werden, das die Anmeldung, Übernahme von Patienten, Zugang von Angehörigen sowie der

Güterfluss und Betriebsablauf kontrolliert werden kann. Dabei wird unterschieden zwischen;

Patientenschleuse (Umbetten auf ein Intensivbett/Normalbett, Betriebsstelle der Pathologie im Falle eines Exitus)

Personalschleuse (Kleidungswechsel & Reinigung)

Schleuse für Angehörige (eventuelle Zusammenführung mit Personalschleuse)

Geräte- und Materialschleuse (Entfernen der ersten Verpackung, Entsorgung über Entsorgungsflur und Güterentsorgungsraum)

Schleuse von Isolierräumen (in Abbildung 64 ersichtlich)

Funktionseinheit

Um die Zahl der Patienten in den Intensivstationen überschaubar zu halten und das Personal nicht überzubelasten, sind je Funktionseinheit 6-10 Betten angemessen oder eine höhere Personalanzahl einzustellen. Dabei sind je zwei Patienten ein Pfleger oder eine Pflegerin zugewiesen.

Hygienische Bedingungen

Die Schutzkleidung von Ärzten und Pflegern muss nach jedem Kontakt mit infektiösen Patienten gewechselt und desinfiziert werden. Auch andere kontaminierte Materialien und Güter müssen nach Gebrauch sofort und auf direktem Weg entfernt werden, was über den Versorgungsschrank in den Personalschleusen geschieht. Auch am Zugang zum Patientenzimmer sollte für Besucher ein Desinfektionsmittelständer angebracht werden, der visuell an die Erinnerung der Handhygiene erinnert.

Die gesamte Abteilung sollte zweimal pro Tag gereinigt und desinfiziert werden. Zusätzlich sollten oft genutzte Flächen, wie Waschbecken und Handläufe in regelmäßigem Abstand desinfiziert werden. Bei der Ausstattung muss auf reinigungsresistentes Material geachtet werden, wie zum Beispiel auch abwaschbare Polsterung bei Besuchersitzen und glatte Oberflächen, frei von Rissen und Spalten, die Schmutz und Wasser speichern können und auch auf einen nahtlosen Übergang zwischen Boden und Wand ist zu achten. Bei einer Verlegung infektiöser Patienten ist eine gründliche Schlussreinigung vorzusehen.⁵⁴

53 NHS 2019.

54 Dirichlet Labryga Poelzig Schlenzig 1980, S. 183-187.

6.1.5 Konvertierbarkeit Normalpflege zu Intensivpflege

Kommt es nun zu einer Konvertierung von Normalpflege zur Intensivpflege wird die gesamte Abteilung konvertiert um das Schleusensystem weiterhin gut nützen zu können. Die bereits vorinstallierte nötige Infrastruktur für die Intensivpflege (Gasleitungen und Lüftungskanäle) wird aktiviert. Somit wird jeder Bettplatz mit der zentralen Überwachungsstation jeder Funktionseinheit verbunden um die Vitalfunktionen der Patienten überwachen zu können.

Bei Isoliereinheiten für Patienten mit sehr hoher Infektionsgefahr (wie auch bei Covidpatienten der Fall) wird eine HEPA Filteranlage vor dem Rückluftkanal installiert um mögliche Krankheitserreger in der Luft zu filtern. (siehe Abbildung 64) Durch den ständigen Strom an Zuluft am Zugang des Zimmers und Abluft am Ende des Zimmers, wird ein konstanter Unterdruck gewährleistet, der vorteilhaft dafür ist, potenzielle Krankheitserreger schnell zur Filteranlage zu befördern und diese nicht länger im Raum schweben zu lassen, oder sogar aus dem Raum zu entkommen.

Als zusätzliche Maßnahme wird eine Trennwand (siehe Abbildung 64) direkt nach Zugang zum Zimmer installiert um einen Ante Raum, eine Art Schleuse zu generieren, um weiters potenziell kontaminierte Luftpartikel nicht aus dem Zimmer des Patienten entkommen zu lassen. Auch sollte bei Isoliereinheiten darauf geachtet werden, möglichst nur Einweg- und Wegwerfartikel zu verwenden oder Utensilien wie zum Beispiel Stethoskop oder Thermometer nur spezifisch für diesen Patienten zu nutzen um dadurch keine Krankheitserreger unnötig an andere Patienten zu verteilen.

Bei der Überwachungsstation werden die Wände entfernt und die opaken Wände zu den Patientenzimmern werden durch transparente ersetzt um eine zusätzliche Überwachung mittels menschlichem Auge zu gewährleisten. (siehe Abbildung 65)

Die transparenten Wände zu den Patientenzimmern werden als Schiebeelemente konfiguriert, um Betten, Geräte und Personal in Notfällen schnell in oder aus dem Zimmer bewegen zu können. Die Privatsphäre der Patienten ist hier natürlich eingeschränkt, da man unter ständiger Überwachung steht, jedoch ist in der Intensivpflegeabteilung der Zustand und die Pflege der Patienten wichtiger als jegliche Privatsphäre.

Durch die offene Überwachungsstation haben Patienten und Pfleger auch einen besseren und schnelleren Zugang zu medizinischer Hilfe in

ABLUFT ÜBER HEPA FILTERANLAGE NACH AUSSEN ODER IN RÜCKLUFTKANAL

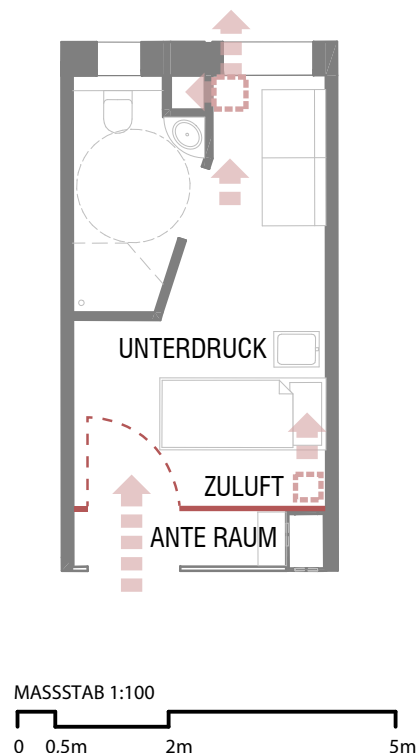


Abbildung 64: HEPA Lüftungsfiler, eigene Grafik

Notfällen, da das Personal somit schneller verständigt werden kann. Bei der Platzierung der Überwachungsmonitore ist darauf zu achten, deren Effizienz zu fördern und gleichzeitig die Vertraulichkeit der Patientendaten zu wahren, sodass ungewollte Personen oder Besucher nicht auf diese Daten Zugriff bekommen.

Wenn mehrere Patienten, wie bei Pandemiesituationen die selbe Infektion vorweisen, können auch hier Trennwände zwischen den Zimmern (in Abbildung 65 in Rot gekennzeichnet) entfernt werden um Zweibettkonfigurationen zu ermöglichen. Bei vielen Patienten in der Intensivpflegeabteilung, ist dies oft nebensächlich, da hier viele ums Überleben kämpfen und nicht dort liegen um soziale Kontakte zu knüpfen. Doch manchmal kann Kontakt zu anderen Patienten auch für die Psyche hilfreich sein um eine schnellere Heilung zu erlauben. Denn in einem Einzelbettzimmer ist man vollkommen isoliert seinem eigenem Elend ausgesetzt.

Da in den Intensivpflegeabteilungen grundsätzlich weniger Patienten als in Normalpflegeabteilungen gepflegt werden, um eine bessere Betreuung zu gewährleisten, werden die überflüssigen Pflegezimmer zu Personalräumen kon-

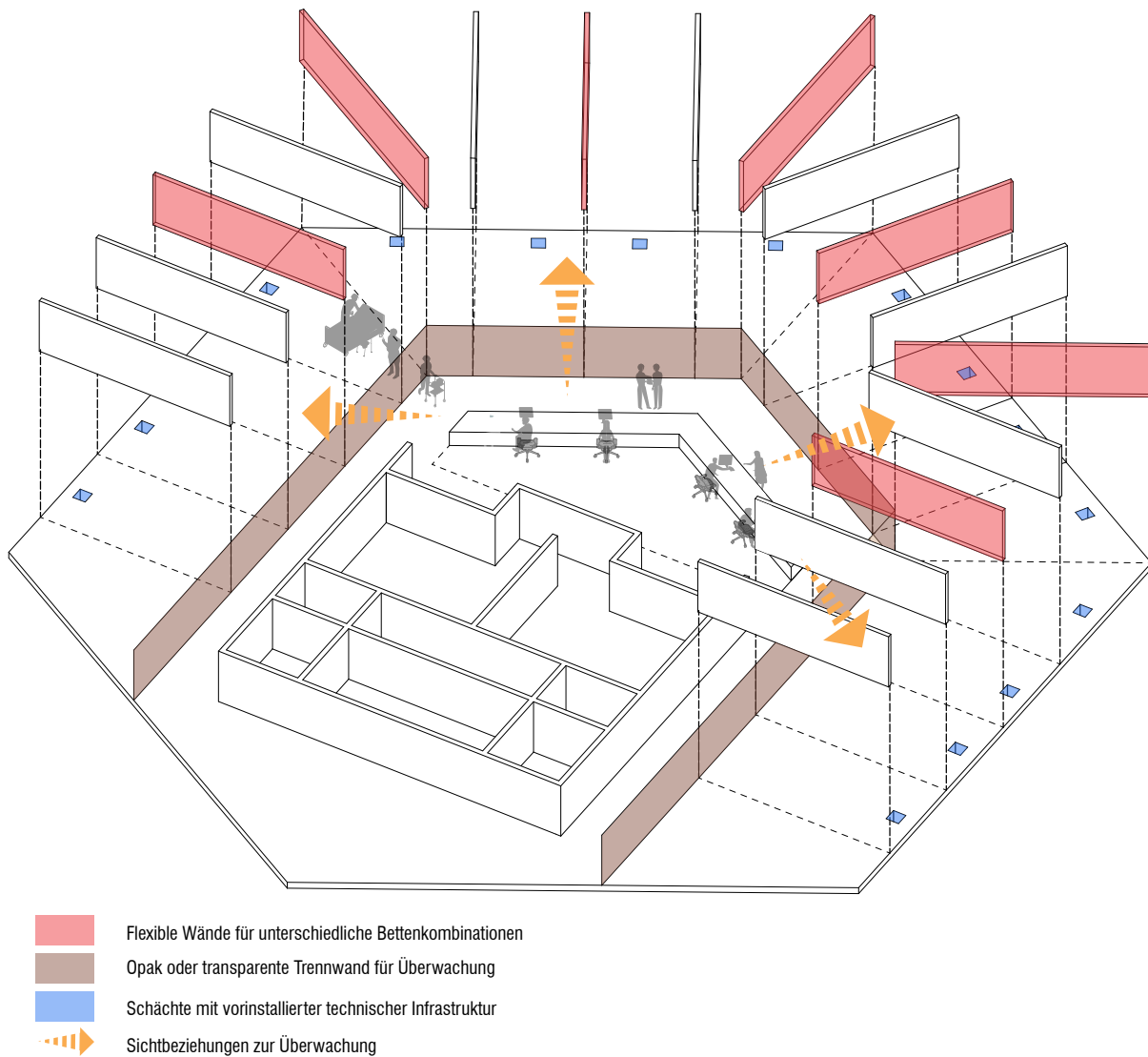


Abbildung 65: Konvertierbarkeit Normalpflege zu Intensivpflege, eigene Grafik

vertiert. Grundsätzlich müssen die Mitarbeiter auf den Intensivpflegeabteilungen Tag und Nacht zur Verfügung stehen, wobei auch genügend Bereiche (auch Bereitschaftsräume genannt) zum Ausruhen und Schlafen notwendig sind. Die Pausen sind notwendig um menschliche Fehler aufgrund von Müdigkeit zu vermeiden. Die Räume sollten möglichst nahe an den Pflegezimmern untergebracht sein und mit einer Aufruf- und Gegensprechanlagen ausgestattet sein, die mit der zentralen Überwachungsstation verbunden ist um bei Bedarf das Personal schnell zu informieren. Auch ein gemeinsamer Aufenthaltsraum mit Teeküche und Sitzgelegenheiten kann für kurze Pausen genutzt werden, wobei dieser auch mit einer Aufrufanlage ausgestattet sein muss.

Für Familien und Besucher sollte ebenfalls ein geeigneter Raum zum Warten und für Beratungsgespräche mit medizinischem Personal zur Verfügung gestellt werden. Dieser sollte Nahe des

Zugangsbereiches der Abteilung angeordnet sein um den Betriebsablauf nicht zu behindern. Dieser Bereich kann für private Gespräche über den Zustand der Patienten aber auch zur Trauer genutzt werden.

Neben der Behandlung, Pflege und Überwachung werden meist auch Seelensorge, finanzielle Beratung und Sozialdienste auf der Intensivpflegeabteilung zur Verfügung gestellt.

Für die Sicherheit aber auch für die Infektionskontrolle kann ein Zugangssystem mit Videoüberwachungsfunktion und Gegensprechanlage bei Zugang zur Intensivpflegeabteilung eingesetzt werden. Besonders wenn in der Abteilung Isoliereinheiten untergebracht sind, sollten keine unerwünschten Personen den Bereich betreten.⁵⁵

⁵⁵ Thompson et al. 2012. S. 1591-1596.

Patient screening

Infektionserkennung, -prävention, Isolation

- Untersuchung & Behandlung
- Intensivpflege
- Verwaltung
- Soziale Dienste
- Forschung & Lehre
- Funktionsfläche
- Zugang Patienten/Besucher
- Zugang Personal

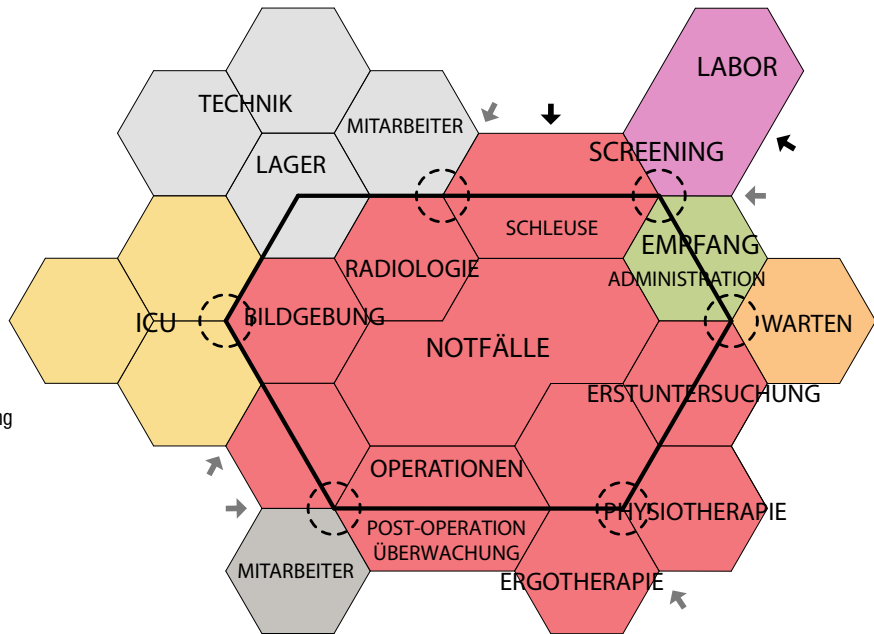


Abbildung 66: Magistrale und Funktionsrelationen Erdgeschoß, eigene Grafik

6.1.6 Funktionsrelationen Erdgeschoß

Das Erdgeschoß oder auch Zugangsgeschoß bei Gesundheitseinrichtungen besteht zum Großteil aus der Notfallsabteilung, wie man in Abbildung 66 erkennen kann. Dabei ist zu beachten das separate Zugänge für selbstkommende Patienten und Patienten, die mit der Rettung gebracht werden vorzusehen sind. Dies hat den Grund das die Rettung bestimmte Platzanforderungen bei der Zufahrt benötigt und nicht den Haupteingang damit blockieren sollte und viele Patienten die mit der Rettung gebracht werden schwer verletzt oder erkrankt sind und akute Hilfe benötigen. Die Zugänge sollten auch auf diese zwei beschränkt sein, um einen kontrollierten Patienten und Besucherfluss zu gewährleisten.

Der Rettungszugang hat hier den Vorteil direkt an die Notfallaufnahme angebinden zu sein um schnellstmöglichst Hilfe bei akuten Patienten zu gewährleisten. Auch der Selbstkommende Patient kann vom Haupteingang schnell in die Notfallsabteilung gelangen, muss jedoch grundsätzlich erst durch die Triage wenn es kein akuter Notfall ist.

Die Notfallsabteilung ist in dem vorgeschlagenem Entwurf im Mittelpunkt des Erdgeschoßes angelegt und grenzt direkt an die Operations, Bildgebungs und Intensivpflegeabteilung. Auch die Abteilung für Erstuntersuchungen von weniger akuten Patienten ist angrenzend zu finden, da manche Patienten nach der Untersuchung zur Notfallsabteilung überwiesen werden um dort weitere Tests durchführen zu können.

Auch für Mitarbeiter müssen, je Abteilung ge-

nügend separate Zugänge vorhanden sein und an interne Zugangsschleusen angrenzen. Diese Zugangsschleusen (in Abbildung 67 ersichtlich) sind grundsätzlich in jedem Modul vorhanden und sorgen dafür, das kein Mitarbeiter ohne vorher seine Kleidung zu wechseln und sich zu desinfizieren in eine Abteilung hinein oder hinaus kann um potenzielle Krankheitserreger nicht unnötig zu verteilen. Neben den Zugängen ist außerdem für genügend Aufenthaltsorte und Personalräumen zu sorgen um nicht nur Patienten sondern auch den Mitarbeitern Bequemlichkeit und Erholungsmöglichkeiten zu bieten.

Magistrale

Die Magistrale, auch Hauptverkehrsweg genannt ist für die Erweiterungsfähigkeit des Erschließungs Systems entscheidend. Hier wird zwischen einer offenen und geschlossenen Magistrale unterschieden, wobei eine offene Magistrale eine höhere Flexibilität gewährleistet, da bei geschlossenen Magistralen keine Flächen für Erweiterungen berücksichtigt werden.⁵⁶

In dem vorgeschlagenem Entwurf wurde sich jedoch trotz weniger Flexibilität des Verkehrsweges für eine geschlossene Magistrale entschieden, da hier die Abteilungen und vertikalen Erschließungskerne grundsätzlich alle angelegt sind und die Abteilungen in sich weiter nach außen wachsen können. Neben dem Hauptverkehrsweg nimmt die Magistrale nämlich auch die vertikale Ver- und Entsorgung auf, wodurch sie auch entsprechend für die Positionierung der Kerne eine Rolle spielt. Diese Kerne sollten trotz jeglicher Flexibilität bereits anfangs in ausreichenden Di-

⁵⁶ Dirichlet Labryga Poelzig Schlenzig 1980, S. 93.

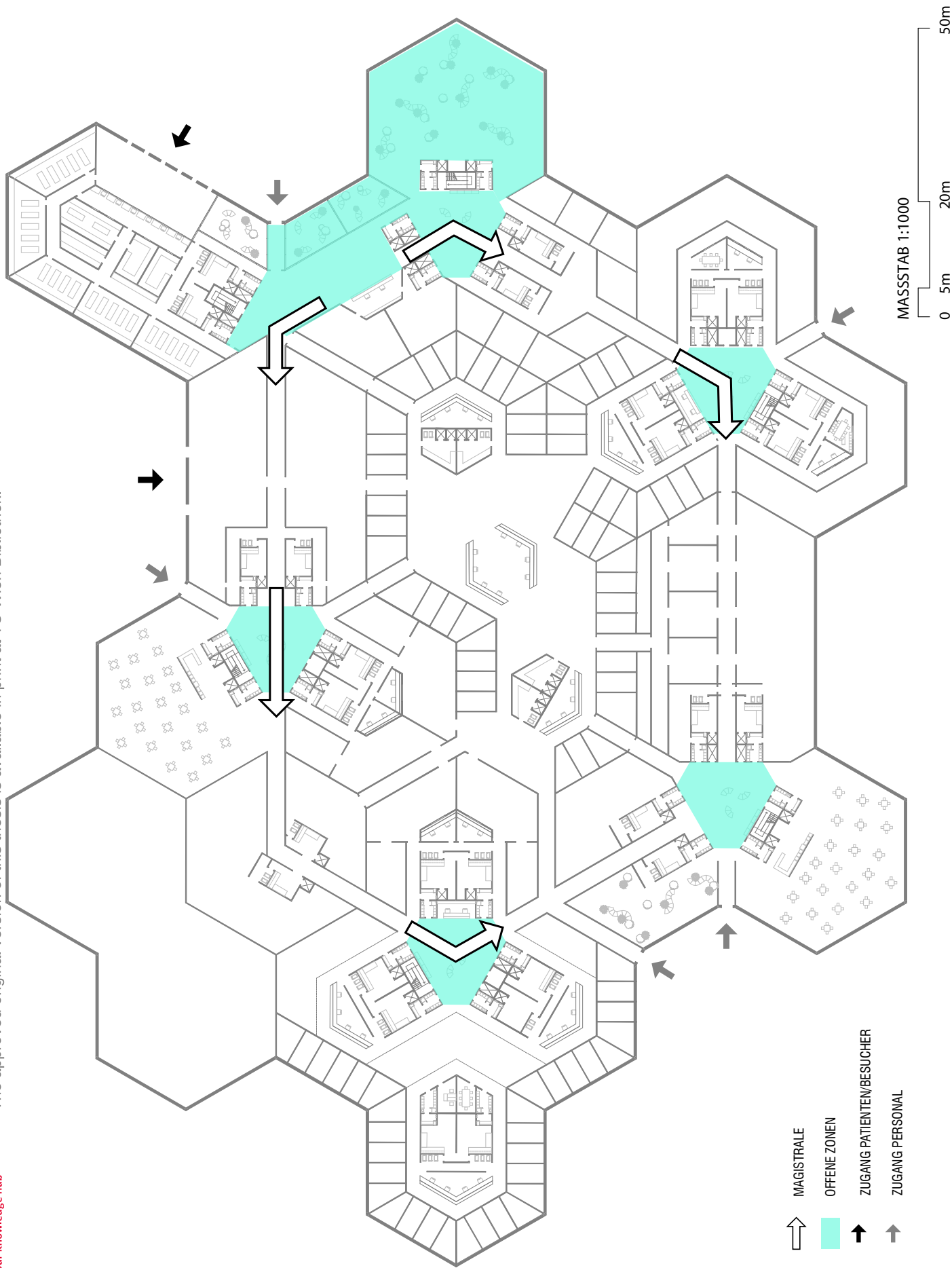


Abbildung 67: Grundriss Erdgeschoß, eigene Grafik

mensionen mitgeplant werden, da ein nachträgliches ergänzen oft aufwendig und kostspielig ist. Nachträgliches Expandieren ist mit bereits bestehenden Kernen einfacher, da die interne horizontale Infrastruktur sehr leicht in einem flexiblen Raster erweitert und an die bestehenden vertikalen Kerne angeschlossen werden kann.

Neben den Hauptschächten und vertikalen Zirkulation sollten auf der Magistrale auch Informationsstellen, Anmeldestellen, Sitzgelegenheiten und andere Gestaltungsobjekte untergebracht werden, da die Magistrale auch einen Großteil des ersten Gesamteindrucks des Gebäudes widerspiegelt und durch offenere Zonen mit Aufenthaltsqualität einladender auf den unwissenden Patienten wirkt.

6.1.7 Lage

Die Wahl des Standorts ist eines der wichtigsten Kriterien wenn es um den Bau einer Gesundheitseinrichtung geht. Es handelt sich hierbei um eine vielschichtige Aufgabe ein geeignetes Grundstück oder bestehendes Gebäude zu finden. Dabei muss auf die Größe des Grundstücks, Nähe zu anderen Gesundheitseinrichtungen, Nähe zu öffentlichen Verkehrsverbindungen und Nahverkehr, Sichtbarkeit und Kosten geachtet werden.

Für den vorgeschlagenen Entwurf wurde hier eine Beispiel Lage in unmittelbarer Nähe des Simmeringer Bahnhofs (siehe Abbildung 68) gewählt. Einerseits weil in naheliegender Umgebung keine weiteren größeren Gesundheitseinrichtungen



Abbildung 68: Beispiel Lage, eigene Grafik

vorhanden sind, andererseits bietet die Lage eine potenziell sehr gute Anbindung zum öffentlichen Verkehrsnetz, wenn die U-Bahn-Linie 3 um eine Station, bis direkt vor oder unter die Einrichtung erweitert wird. Auch gibt es durch die Nähe des Bahnhofs eine gute Anbindung mittels S-Bahnen (S 80) und anderen Zügen (R 81, REX 8 und REX 81). Auch Straßenbahnen (Linie 11, 71 und D) und Busse (Linien 217, 218, 272) bieten hier eine weitere gute Anbindung an das öffentliche Verkehrssystem.

Zusätzlich gewährt eine Tiefgarage unter dem Gebäude genügend Parkmöglichkeiten und eine direkte Verbindung zur Einrichtung.

Als weiteres besonders wichtiges Merkmal ist der einfache und klare Zugang für die Patienten. Dadurch erlebt der Patient einen ersten gut organisierten Eindruck der Einrichtung der er sich gesundheitlich anvertrauen möchte und kann sich dadurch auch eine Spur wohler fühlen. Patientenzufriedenheit und Bequemlichkeit ist bei Krankenhäusern eine hohe Priorität, da sich manche Patienten Tage bis Monate dort aufhalten und die Einrichtung eine Art neues temporäres Zuhause für sie wird.

Auch Sichtbarkeit und Barrierefreiheit ist ein wichtiger Aspekt, da viele Patienten eingeschränkte Mobilität, Sicht oder Gehör haben können. Dabei ist auf ein klares kontrastreiches Leitsystem zu achten um jeden dort hin zu führen wo er auch hin möchte.⁵⁷

Erschließungs-, Eingangs- und Schleusensysteme

„Der weitaus gefährlichste Ansteckungsfall ist der latente, der noch nicht diagnostiziert ist..“ (R. Wischer, H. Rau, 1988, S 75.)

Dieses Zitat von Wischer und Rau beschreibt die Wichtigkeit einer Triage sehr gut, denn ist die Infektion einmal „eingetreten“, ist sie schwieriger wieder loszuwerden als wenn sie direkt erkannt und isoliert wird. Hierfür sollte nach Möglichkeit jeder ankommende Patient „gescreent“ werden. Mit Screening ist damit eine grobe Gesamtuntersuchung mit Hilfe von Tests gemeint. Bei diesen Tests werden bestimmte Organsysteme genauer untersucht um gewisse Krankheiten festzustellen oder auszuschließen.⁵⁸

Hierfür sollte bei den Tests immer auf die aktuelle Lage der häufigen Infektionen, sowie auf gängige Klinikumserkrankungen wie das Staphylococcus aureus Bakterium (MRSA) oder der Norovirus.⁵⁹

⁵⁷ FrontEnders HealthCare Services Ltd. 2018.

⁵⁸ Dr. med. Sarah Sommer 2021.

⁵⁹ Prof. Dr. Elisabeth Presterl MBA 2021.

Eine Studie von McGinagle et al. 2009 bestätigt die Wirksamkeit von regelmäßigen screening Tests. Dabei wurden auf drei Intensivstationen alle Patienten bei Aufnahme und in wöchentlichen Abständen auf MRSA getestet, wodurch die Ansteckungsgefahr signifikant, von 7% auf 3% verringert wurde.⁶⁰

Zusätzlich zum screening wird auch ein Fragebogen zur Kontaktverfolgung mit möglichen infizierten Personen (eventuell aus dem Ausland) und Symptomen wie Fieber, Husten, Kurzatmigkeit, Durchfall oder Ausschlag schnell einen groben Gesamteindruck des Patienten bieten um mögliche Krankheiten auszuschließen oder auf spezifische Krankheiten testen zu können. Auch bei symptomfreien Personen sollten allgemeine screening tests durchgeführt werden, da wie wir nun bereits vom SARS-CoV-2 Virus wissen, Symptome nicht zwingend bei jeder Infektion auftreten oder oftmals erst einige Tage nach Infektion.

6.1.8 Modul für Patient Screening

Das Patient Screening wird in einem separaten Modul mit direktem Anschluss zum Laboratorium durchgeführt um die screening Tests schnell auswerten zu können. Wie in Abbildung 69 ersichtlich gibt es hier zwei unterschiedliche screening Bereiche. Einerseits der Zugang vom selbstkommenden Patienten oder Besucher, der einen Fragebogen ausfüllt und sich dann an der Screeningstation testen lässt. Andererseits der akute Notfallpatient der mit der Rettung gebracht wird, dieser Patient wird nach Möglichkeit entweder bereits bei der Fahrt gescreent oder in dem separaten Zugangsbereich am Eingang. Natürlich ist es bei akuten Patienten je nach Dringlichkeit der Behandlung nicht immer möglich ein screening durchzuführen. Hier sollten die Patienten jedoch für die sofortige Behandlung in einen Schockraum verlegt werden, der gleichzeitig auch als Isolationseinheit fungiert um mögliche nicht gecreente Krankheitserreger nicht weiter auszubreiten. Ansonsten gelangen die screening Proben über einen Übergabeschrank in der Wand, der wie ein Versorgungsschrank fungiert und von zwei Seiten geöffnet werden kann, zum Laboratorium um dort ausgewertet zu werden.

Bei den Screening-Stationen ist auf genügend Abstand zwischen den eintreffenden Personen zu achten und auch das Personal sollte durch Plexiglasscheiben geschützt werden. Eine zusätzliche Wärmebildkamera am Zugang kann beim Screening helfen erhöhte Körpertemperatur zu erkennen um mögliche Infektionen zu identifizieren.

⁶⁰ E. Tacconelli 2009. S. 373.

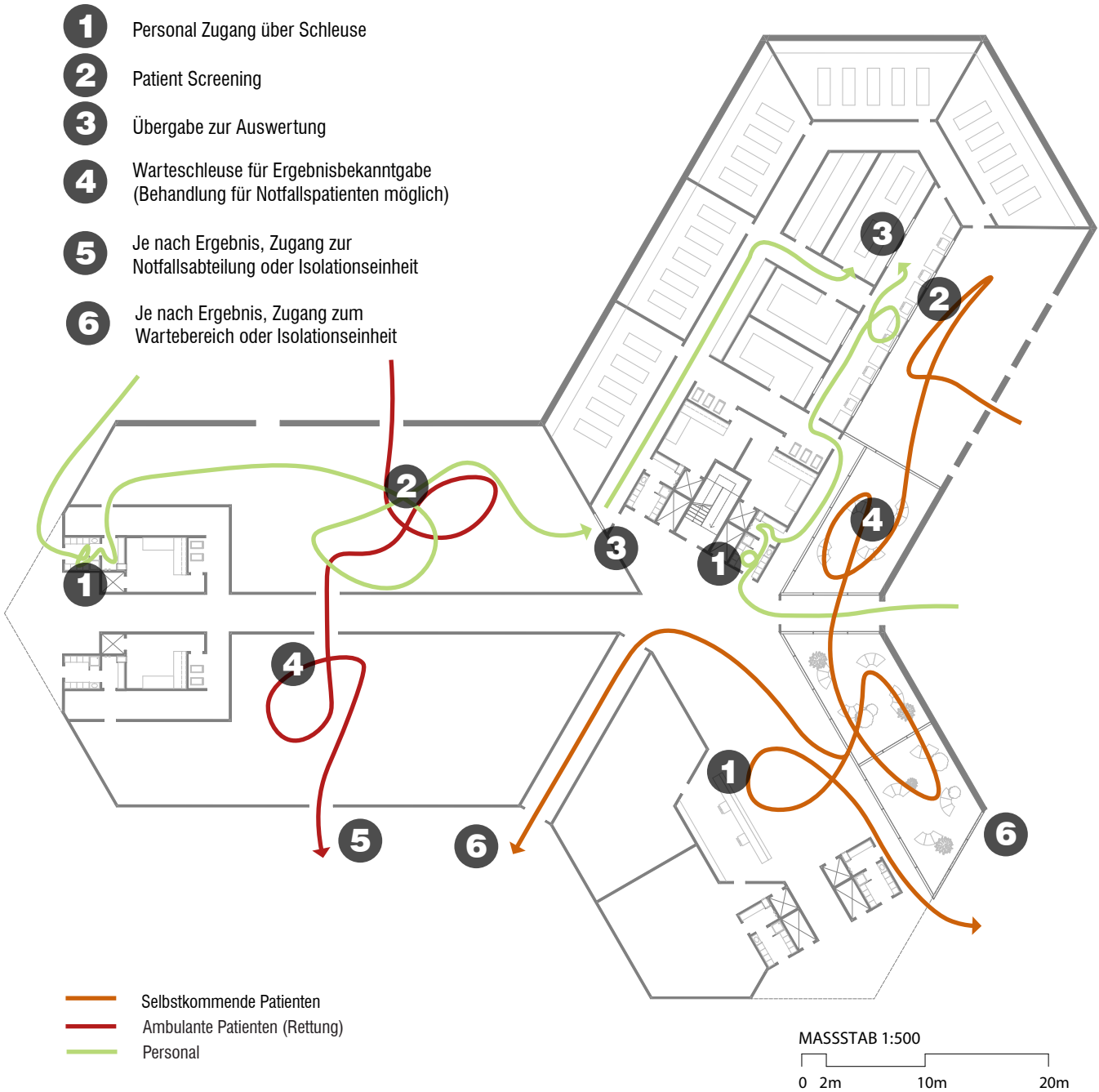


Abbildung 69: Modul Patient Screening und Bewegungsströme, eigene Grafik

Anschließend kommen die gescreenten Patienten in eine Warteschleuse um die Testergebnisse abzuwarten. Bei dem selbstkommendem Patienten ist dies ein geschlossener Wartebereich. Bei den akuten Notfallpatienten ist dieser Bereich ein separater Bereich der Notfallsabteilung, wo jedoch bei dringenden Fällen bereits Behandlungen möglich sind.

Nach negativer screening Ergebnisbekanntgabe können sich selbstkommende Patienten oder Besucher zur zentralen Informationsstelle begeben um von dort aus weiter zu der zuständigen Abteilung verwiesen zu werden. Akute Notfallpatienten kommen anschließend in die zentrale Notfalls-

abteilung zur weiteren Behandlung. Sollte das screening Ergebnis positiv ausfallen, werden die betreffenden Personen sofort in eine Unterdruck Isolationseinheit in der Notfallsabteilung verwiesen um dort weiter getestet und behandelt zu werden. Diese Einheiten sind auch entsprechend farblich gekennzeichnet um auf die Kontaminationsgefahr hinzuweisen.

Im Eingangsbereich sollten auch Versorgungsstationen mit Masken, Taschentüchern, Desinfektionsmittel mit Waschbecken und geschlossene Mülleimer vorhanden sein um potenziell kontaminierte Abfallartikel nicht in der Einrichtung zu hinterlassen.

6.1.9 Laboratorium

In der Laborabteilung werden Untersuchungen von Blut, Sekreten und Exkreten durchgeführt. Diese Untersuchungen werden zur Krankheitserkennung, sowie zur Forschung und Bestimmung unbekannter Krankheitserreger ausgeführt, wobei man zwischen folgenden Untersuchungen unterscheidet;

Klinische Chemie

Hämatologie

Mikrobiologie

Zytologie

Histologie

Die Untersuchungsmethode unterscheidet sich hier zwischen qualitativ und quantitativen Methoden. Bei der qualitativen Methode handelt es sich um das sogenannte „screening“. Diese Methode eignet sich für eine schnelle und grobe Diagnose und kann auch außerhalb des Laboratoriums, in Schnelltestlabors durchgeführt werden.

Diese Schnelltestlabors, in dieser Arbeit auch „Patient screening“ genannt, können als individuelle Funktionseinheit am Eingangsbereich oder unterschiedlichen Abteilungen zugeordnet werden. Hier kommen folgende Methoden zur Anwendung;

Streifen-, Tabletten- und Stäbchentests

Pipettentests - Erythrozytensenkungsreaktion

Volumenverdrängungsmethoden (z.B. Dichte des Urins)

Zentrifugieren und Mikroskopieren (z.B. Sediment im Harn)

Bei den quantitativen Methoden werden die Werte genauer ermittelt um Veränderungen im Stoffhaushalt zu erkennen. Die Proben werden dabei maschinell, physikalisch oder chemisch aufbereitet, wobei folgende Verfahren zum Einsatz kommen;

Zentrifugieren, Dialysieren, Filtrieren

Verdünnen

Temperieren, Inkubieren

Färben

Zerstäuben und Erhitzen

Trennverfahren

Die Proben werden schließlich auf Partikel zählen, Trübungreaktionen oder kinetische Reaktionen gemessen.

Die Werte werden anschließend auf Abweichungen von Normalbereichen kontrolliert oder um mangelnde Substanzen zu finden.

Der Funktionsbereich des klinischen Laboratoriums wird unterteilt in Spezimentnahme (wobei dies meist in anderen Abteilungen wie Notfallsabteilung und Pflegeabteilung erfolgt), Spezimen- und Probeverteilung, Probearbeitung und Nebenfunktionen

Alle Proben sollten als potenziell infektiös behandelt werden, daher muss die Probebearbeitung aus Sicherheitsgründen als getrennte Spezialeinheit ausgebildet werden und durch Schleusen getrennt werden um eventuelle Infektionsquellen zu isolieren. Auch das zuständige Personal muss dabei geeignete Schutzausrüstung tragen.⁶¹

Technische Anforderungen

Da im Laboratorium giftige Gase und Dämpfe entstehen können, sind spezielle Filteranlage und Lüftungsabzüge vorzusehen. Auch dürfen die Raumtemperaturen 25 Grad nicht überschreiten um Messwerte nicht zu fälschen, wodurch spezielle Lüftungs- und Klimaanlage notwendig sind. Sowie Lüftungsabzüge sollten auch Abflussleitungen chemisch resistent und brand-sicher ausgeführt sein, wobei neben Polypropylen-Kunststoffrohren auch Glasleitungen in Einsatz kommen.

Durch ein Installationsnetz der Medien und Abflüsse in Decke und/oder Fußboden kann Flexibilität gewährleistet werden.

Oberflächenmaterialien sollten je nach Nutzungsart und -anforderung beständig gegen chemische Agenzien, mechanische Beanspruchung und Feuchtigkeit sein.

Alle Proben, sind potenziell infektiös und müssen auch dementsprechend behandelt und entsorgt werden. Automatisierte Armaturen, Einweghandtücher und Einweghandschuhe sind vorzusehen.

Die Laborabteilung muss eine schnelle Verbindung zur Notfallsabteilung vorsehen um schnell die Screening Proben zu erhalten und Analyseergebnisse bei Notfallpatienten übermitteln zu können.

Zur physische und digitale Sicherung der Proben und Daten muss das Laboratorium speziellen Sicherheitsvorkehrungen unterlegt werden.⁶²

61 Dirichlet Labryga Poelzig Schlenzig 1980, S. 197 ff.

62 Dirichlet Labryga Poelzig Schlenzig 1980, S. 216 f.

Versorgung

Abteilungsgliederung, Bettenbelegung, Konvertierbarkeit

- Ver- & Entsorgung
- Verwaltung
- Funktionsfläche
- Zugang Lieferungen
- Zugang Personal

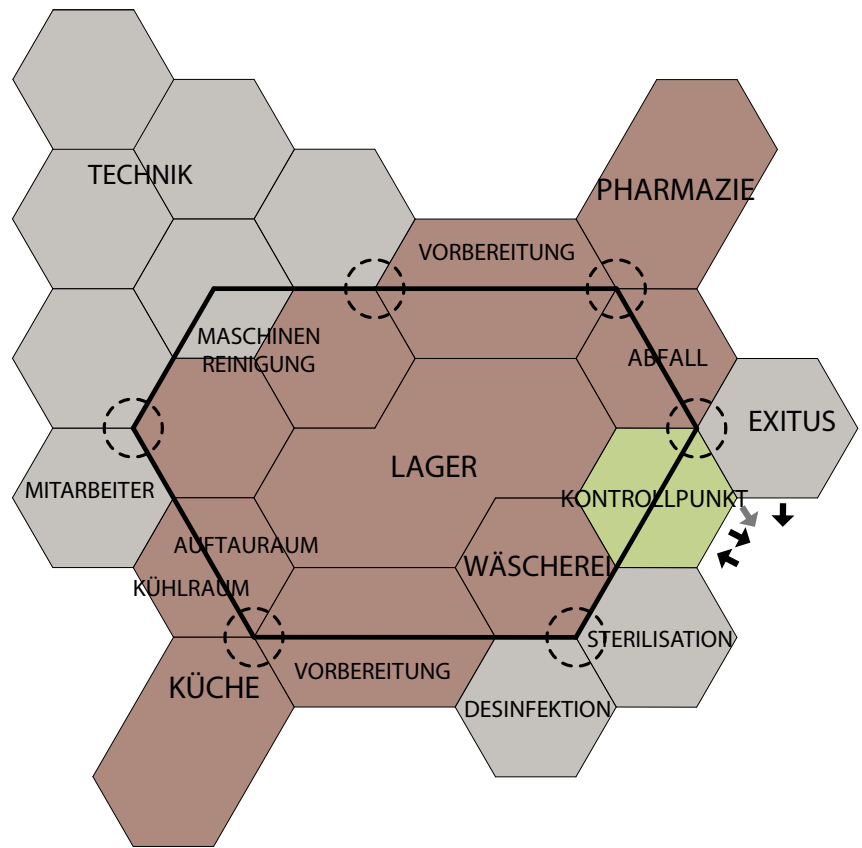


Abbildung 70: Magistrale und Funktionsrelationen Untergeschoß, eigene Grafik

6.1.10 Funktionserelationen Untergeschoß

Wie bereits in dem Zonierungskapitel des Untergeschoßes angesprochen befindet sich das zentrale Versorgungssystem im Untergeschoß der Einrichtung. Auf Abbildung 70 ist noch einmal eine genauere Zonierung mit den gewählten Modulen ablesbar, wobei sich das zentrale Lager im Mittelpunkt befindet und von dort aus eine gute Verbindung zum Wäschelager, Speiselager und Pharmazielager besteht. Materialien werden alle erst im Kontrollpunkt registriert und abgestimmt bevor sie dann weiter in das zentrale Lager gebracht werden.

In dem vorgeschlagenem Entwurf befinden sich die Speiseverarbeitung und Wäscherei im Gebäude, dies muss jedoch nicht zwingend so sein und kann ansonsten von externen Agenturen übernommen werden. Jedoch muss man in solchen Fällen darauf achten das es zu höheren Anlieferungen und Entsorgungen kommt, wodurch man den zentralen Kontrollpunkt auch dementsprechend groß genug auslegen muss.

Wie in Abbildung 71 ersichtlich, erfolgt das Versorgungssystem über ein Einbahnsystem. Dadurch werden reine und unreine Materialien voneinander fern gehalten um Kreuzkontamination zu vermeiden. Zugänge zum zentralen Lager gibt es ausschließlich vom Kontrollpunkt, Wäscherei, Warenvorbereitung und Maschinenreinigung.

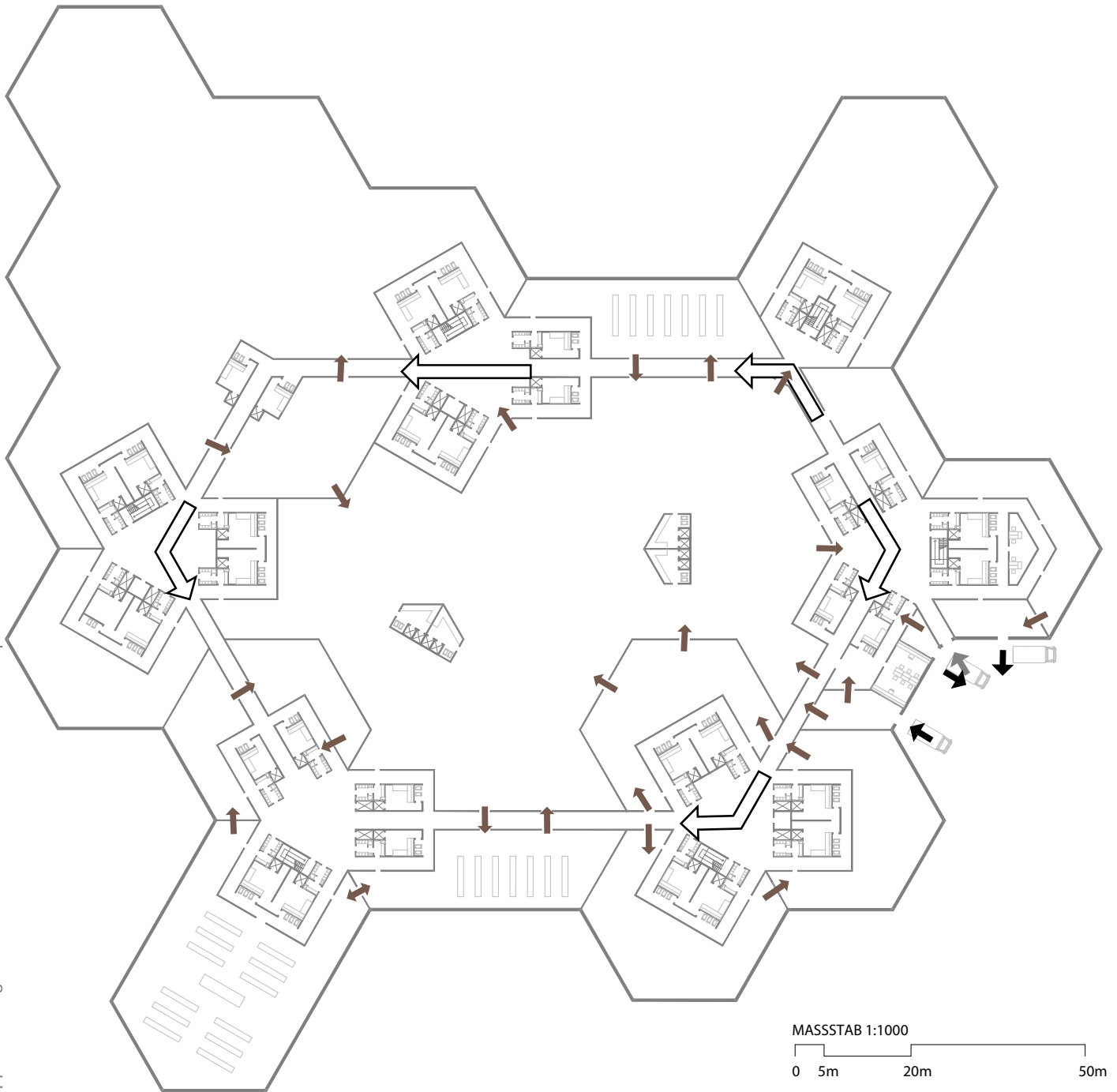
Versorgungszyklus

Die Lagerverfrachtung ist Roboter basiert (siehe Abbildung 72 bis 74), wobei Die Materialien in Tagebasierten Mengen auf Wagen gepackt werden, welche schließlich automatisiert von Wagenrobotern, auch Flurförderer genannt, gelagert werden. Bei Bedarf werden die Wägen von den Robotern über ein automatisiertes Schlepssystem über die Versorgungsschächte selbstständig zu den jeweiligen Ausgabestationen der Abteilungen geliefert. Auch die Speiseversorgung erfolgt mit Hilfe der Förderroboter, wobei die Speisewagen jedoch je nach Bedarf vorher aufgewärmt werden.

Nach erfolgreicher Lieferung der Güter zu den Abteilungen, laden die Förderroboter selbstständig die dort bereitgestellten Wagen für die Entsorgung auf und transportieren diese über den Entsorgungsschacht entweder direkt zur Abfallentsorgung oder zur Sterilisation. Nach Ablieferung fährt jedes Gerät vor der nächsten Auslieferung zur Maschinenreinigung um auch die Roboter zu sterilisieren, bevor sie wieder in Kontakt mit reinen Gütern treten.⁶³

Der Vorteil dieser automatisierten Förderung ist

⁶³ Bauder, Bömer, Dalhoff, Drost, Holl. Hoppe, Kurtz, Oberländer, Rapp, Trabold, Trenkle, Schneider, Schumacher, Uhl, Ullrich (2016), S.3-6.



- ⇨ MAGISTRALE
- ➔ ZUGANG PATIENTEN/BESUCHER
- ➡ ZUGANG PERSONAL
- ➦ VERSORGUNGSZYKLUS

MASSTAB 1:1000
0 5m 20m 50m

Abbildung 71: Grundriss Untergeschoß, eigene Grafik



Abbildung 72: Förderroboter (2016), Conf Industries S.r.l., Travagliato, Web: <http://www.confindustries.it/de/katalog/medical-division/bef%C3%B6rderungswagen-mit-robotisierten-automatischen-system-agv-awt/agv/agv.html>, 29 Dezember 2021.



Abbildung 73: Hebesystem (2016), Conf Industries S.r.l., Travagliato, Web: <http://www.confindustries.it/de/katalog/medical-division/bef%C3%B6rderungswagen-mit-robotisierten-automatischen-system-agv-awt/agv/agv.html>, 29 Dezember 2021.



Abbildung 74: Selbstständiges Benutzen der Versorgungsschächte (2016), Conf Industries S.r.l., Travagliato, Web: <http://www.confindustries.it/de/katalog/medical-division/bef%C3%B6rderungswagen-mit-robotisierten-automatischen-system-agv-awt/agv/agv.html>, 29 Dezember 2021.

nicht nur der geringere Personalbedarf, sondern auch die Organisation der Datenverarbeitung. Durch das Registrieren jeder einzelnen Ware beim Ankommen und Verlassen des Lagers hat man eine sehr gute Übersicht über mangelnde oder überflüssige Materialien und kann somit eine sehr klare und gut strukturierte Logistik führen. Für die zuverlässige Funktion der Roboter ist diese Datenverarbeitung auch essenziell, da diese genau wissen welche Wagen mit wie viel Material zu bestimmten Abteilungen gebracht werden müssen.

Noch dazu besteht im Entsorgungssystem jeder Gesundheitseinrichtung das höchste Infektionsrisiko, wohingegen die Verwendung von Förderrobotern, dies reduzieren. Personal wird somit nicht zwingen in unmittelbarem Kontakt mit den verunreinigten Materialien benötigt und muss nur in Notfällen bei Technischem Ausfall einspringen.

In Notfallsituationen mit höherem Infektionsrisiko kann es in Krankenhäusern besonders bei der Abfallversorgung zu Engpässen führen, da kontaminierter oder potenziell infektiöser Abfall in höheren Mengen anfällt. Dadurch kann man sehr schnell an die Grenzen der Lagerungskapazitäten für die Entsorgungsmaterialien stoßen, sowie an die Grenzen der notwendigen Nachbestellungen. Auch muss man schnell genug reagieren um genügend Transportmittel zur Verfügung zu stellen um den höheren Andrang an Ver- und Entsorgung entgegenzukommen. Durch die Verwendung von automatisierten Robotern kommt es hier jedoch zu keinem höherem Personalaufwand, was einen weiteren Vorteil mit sich bringt.

Auch darf man in pandemischen Situationen auch die steigende Anzahl an Leichen nicht vergessen, wobei dies bei zu hohen Anzahlen von einer externen Agentur übernommen werden sollte, da die Priorität von Krankenhäusern immer die Versorgung von lebenden Patienten sein sollte.⁶⁴

⁶⁴ World Health Organization 2014, S.46



Innovative Möglichkeiten

Technische Innovation, Überwachung, Logistik, Telemedizin

Abbildung 75: , eigene Grafik

6.1 Technische Möglichkeiten

Um die wachsenden Bedürfnisse der Patienten zu erfüllen entwickeln sich Gesundheitseinrichtungen ständig weiter. Heutzutage bieten neue Technologien diesen Einrichtungen durch effektivere Datenverarbeitung Patientenzufriedenheit oder auch -unzufriedenheit schnell festzustellen und Lösungen für Verbesserungen zu finden. Jeden Tag werden neue Geräte vorgestellt die bessere Pflegemethoden und Analysen zur Gesundheitsversorgung ermöglichen. Auch die Konnektivität und der Zugang zu Informationen wird dadurch erleichtert und ermöglicht einen schnelleren Arbeitsablauf, effektivere Ressourcenverwendung und Terminplanung.⁶⁵

Organisation und Datenverarbeitung

Statt tausender Aktenschranke, die Aufzeichnungen zu zahllosen Patienten enthielten, finden sich heute Serverräume mit Elektronischen Daten vor. Die elektronische Datenverarbeitung erleichtert die Dokumentation und Daten Abrufung der Patienten und verkürzt die Auswertungszeiten von Tests und Untersuchungen, wobei menschliche Fehler bei Aufzeichnungen reduziert werden. Zusätzlich können dadurch unterschiedliche Abteilungen schnell auf Daten zugreifen und diese verarbeiten und eine internationale Zusammenarbeit bei Forschungsprojekten und Diagnosen wird erleichtert.⁶⁶

Neben der Datenaufnahme von Patienten und Personal ist jedoch besonders die Datenverarbeitung und klare Organisation von vorrätigen (oder

fehlendem) Material wichtig um vorbeugend handeln zu können. Diese Datenverarbeitung erfolgt, wie bereits beschrieben über den zentralen Kontrollpunkt des Versorgungssystems.

Die Daten sollten außerdem regelmäßig kontrolliert und analysiert werden um eventuelle Überkapazitäten schnell zu erkennen und darauf reagieren zu können. Dies ermöglicht auch schnelles planen in Notfällen und epidemische Situationen um mögliche Ressourcen wie Humanressourcen, Betten, Schutzausrüstung, Medikamente und andere Vorräte zeitnah geliefert zu bekommen. Durch die Analyse verbrauchter Güter können auch oft Trends für den zukünftigen Verbrauch und somit Tendenzen auf potenziell infektiöse Krankheiten erkannt werden. Dadurch ist man, besser auf Notfälle vorbereitet und kann bereits frühzeitig Strategien zur Konvertierung oder Erweiterung von gewissen Bereichen, die ihre Kapazitäten ausgenutzt haben, entwickeln.⁶⁷

Kommunikationseinrichtungen

In der Abteilungsstelle laufen alle internen Kommunikationsflüsse zusammen. Diese beinhalten das Patientenrufsystem, Telefonsystem, ein Raumbelegungsstatussystem, ein Fernsystem und die Kommunikationsverbindungen zu anderen Abteilungen. Die Leitstelle sollte in der Lage sein alle Kommunikationsflüsse zu kontrollieren und auf alle Bedürfnisse einzugehen

Überwachung

Stützpunkte sollten zentral zu den jeweilig zugehörigen Untersuchungs- und Behandlungsabteilungen platziert sein um diese gut überschauen

⁶⁵ Anixter 2020, S.2.

⁶⁶ Dirichlet Labryga Poelzig Schlenzig 1980, S. 159.

⁶⁷ World Health Organization 2014, S.66 ff.

zu können. Von dort aus werden Betriebsabläufe überwacht und gesteuert.⁶⁸

Bei der Dezentralen Überwachung, auch „bed-side monitoring“ genannt, steht das Überwachungsgerät meist auf einem fahrbaren Tisch direkt am Bett. Ein Alarmsignal kann dann an den Arzt- und Pflegebereitschaftsraum gesendet werden.

Bei der zentralen Überwachung befindet sich das Gerät am Überwachungsplatz und kann bei jedem Patienten individuell an bestimmte Messeinheiten angeschlossen werden. Bei diesem System können die Werte der Patienten von der zentralen Überwachungsstelle geht überschaut werden, jedoch am Patientenbett nicht abgelesen werden.

Grundsätzlich ist ein kombiniertes Überwachungssystem am sinnvollsten, um in einer zentralen Überwachungsstation einen Überblick der Patienten zu haben, in Notfällen jedoch am Bett des Patienten kritische Messwerte ablesbar sind.

Um unterschiedliche Messgeräte an das Überwachungssystem anschließen zu können müssen an jedem Bett verschiedene Anschluss-, Zwischen- und Elektrodenkabel vorgesehen werden.

Um für Stromausfälle vorbereitet zu sein, ist jede Betriebsstelle mit einer eigenen Ersatzstromversorgung zu versehen.⁶⁹

Kontaktverfolgung

Eine angewendete Praxis um Übertragungen von ansteckenden Krankheiten nachzuvollziehen und zu Infektionsketten zu unterbrechen ist die Kontaktverfolgung. Dabei werden Personen auffindig gemacht, die zuletzt mit einer positiv bestätigten Person in Kontakt waren, um diese schnell zu isolieren und weitere Infektionen aufzuhalten. Die Kontaktverfolgung wurde schon seit Jahren bei Infektionskrankheiten wie Masern, Tuberkulose, Syphilis, HIV und auch beim Coronavirus angewendet.

Menschen die positiv auf eine Krankheit getestet wurden werden dabei gefragt, wen sie möglicherweise durch Kontakt vor der Testung angesteckt haben könnten. Diese Personen werden anschließend über das Risiko informiert und ebenfalls getestet.⁷⁰

Während der Coronapandemie kam es zusätzlich zur Befragung der Patienten auch in öffentlichen Einrichtungen zur Registrierung der Besucher um weitere indirekte Kontakte zu identifizieren.

68 R. Wischer, H. Rau (1988) S 100.

69 Dirichlet Labryga Poelzig Schlenzig 1980, S. 189.

70 California Department of Public Health 2022.

Telemedizin

Innovative technologische Entwicklungen und Digitalisierung hat die Grenzen zu medizinischer Unterstützung beseitigt. Jeder mit einem Gerät das Internetzugang hat findet heutzutage unzählige Informationen zu Selbstdiagnosen. Egal ob zu Hause oder in einer spezifischen gesundheitlichen Einrichtung findet man heute medizinische Hilfe, denn auch virtuelle Pflege wird bereits angeboten.

Die virtuelle Pflege, auch Telemedizin genannt hat sich in den letzten Jahren rasant verbreitet. Eigene Räume werden für Ärzte und Pfleger entwickelt, von denen sie virtuell Patienten zuhause betreuen. Aber auch Apps für mobile Geräte gibt es bereits auf dem Markt für die Selbstüberwachung und Uploadmöglichkeit von Daten.

Telemedizin hat einerseits den Vorteil eine Vielzahl an Menschen mit eingeschränkter Mobilität schneller zu erreichen und die Reaktionsfähigkeit der Pflege zu verbessern.

Tragbare Technologien

Technologische Fortschritte zeigen sich auch in tragbaren Technologien wie Smartwatches, die innovative Biotelemetrie integrieren. Die Uhren können den Körper des Trägers durch Sensortechnologie überwachen und dem Träger einen Überblick des eigenen körperlichen Zustands bieten. Manche Uhren können bei kritischen Werten auch Warnsignale erzeugen.

Datenschutz

Neben den vielen Vorteilen von fortschreitender Technologien darf man jedoch auch nicht die Unmengen an persönlichen Daten vergessen, die dadurch an die Einrichtungen gelangen und dort auch gespeichert bleiben. Diese können nicht nur physisch sondern auch digital abgerufen werden, was das Risiko zu Identitätsdiebstahl deutlich erhöht. Besonders durch soziale Medien Plattformen und Tragbare Fitnessgeräte die mit Apps Verknüpft sind kommen viele private Unternehmen an persönliche Gesundheitsinformationen der Verbraucher, die oft nicht Datenschutzgerecht behandelt werden und für Werbezwecke verwendet oder an Drittanbieter weitergeleitet werden. Hier sollte man auf seriöse Anbieter achten und die Datenschutzbestimmungen genau durchlesen bevor man persönliche Informationen preisgibt.

Physische und virtuelle Sicherheitssysteme der Unternehmen können oft zu hohen Investitionskosten führen und müssen auch regelmäßig überprüft und gewartet werden.⁷¹

71 Anixter 2020, S. 6-102

7. Bewertung

Durch die Analyse zu Beginn der Arbeit und durch die fortschreitende Pandemiesituation während der Entstehung dieser Arbeit wurde schnell klar, dass viele der heute bestehenden Gesundheitseinrichtungen mit der derzeitigen Situation überfordert sind und an die Grenzen ihrer Kapazitäten stoßen. Besonders die Intensivpflege ist besonders stark ausgelastet und hätte fast überall auf der Welt Reservekapazitäten dringend nötig.

Sehr vorteilhaft haben viele externe Agenturen auf die Notlage reagiert und modulare Ergänzungen entworfen um temporäre Expansionen von Gesundheitseinrichtungen oder externe temporäre Pflegeeinrichtungen zur Verfügung zu stellen. Finanziell und wirtschaftlich besser wäre es jedoch gewesen bereits vor dieser Notlage Einrichtungen zu haben, die darauf reagieren können. Natürlich hat Flexibilität höhere Anschaffungskosten, da der zusätzliche Platz und die vorinstallierte Infrastruktur für eventuelle zukünftige Nutzung bereits in der Planung mitgedacht werden muss, doch wenn man dies nun mit der folgenden Wirtschaftskrise nach einer derartigen Pandemie vergleicht, wären höhere Anschaffungskosten nicht nur für die Gesundheit der Bevölkerung sondern auch für die Wirtschaft und vor allem sozialem Wohlbefinden der Menschen vorteilhafter. Denn eventuell hätten dadurch einige drastische Maßnahmen wie soziale Distanzierung und Impfpflicht verhindert werden können.

Der vorgeschlagene Entwurf ist nur ein Ansatz von tausend möglichen Lösungen maximale Flexibilität zu erreichen und bietet auch nicht in allen Bereichen die optimale Lösung. Der Ausgangspunkt mit Modulen für ein einheitliches System

zu sorgen, das schnell und jederzeit durch weitere vorgefertigte Module ergänzt werden kann, trägt definitiv zu höherer Flexibilität bei. Die Flexibilität wird durch zusätzliche Bereiche erhöht, denen aufgrund ihrer offenen Lage keine bestimmte Nutzung zugeordnet wurde. Diese Bereiche können je nach Notwendigkeit flexibel von Patienten, Personal oder Lagerflächen belegt werden. Ein vorinstalliertes fixes Infrastrukturraster ist aufgrund der einheitlichen Module nicht im Weg von anderen Nutzungsbereichen. Zusätzliche vorinstallierte Leitungen können bei Bedarf schnell aktiviert werden, wenn beispielsweise eine Normalpflegeabteilung in eine Intensivpflegeabteilung konvertiert wird.

Einen Nachteil bei dem vorgeschlagenem Entwurf könnte die Auslegung der Magistrale sein. Da in diesem Fall eine geschlossene Magistrale für eine kompakte Innenzone mit Innenhof in den Obergeschoßen gewählt wurde, ist eine Erweiterung zwar mittels Abzweigung möglich, jedoch nicht unbedingt eine gute Lösung. Die geschlossene Magistrale wurde aus dem Grund gewählt, da die Anzahl der Abteilungen festgelegt ist und die Abteilungen nur intern expandiert werden können, jedoch keine neuen Abteilungen hinzugefügt. Dies hat den Grund dass bei zu vielen Abteilungen, Personal und Patienten der Überblick schnell verloren geht und meist das Wohlbefinden der Patienten darunter leidet.

Ein weiterer Aspekt, der in diesem Entwurf außen vor gelassen wurde ist die Integration eines separaten Versorgungsganges um Kreuzkontamination zu vermeiden. Diese Entscheidung wurde aufgrund der nötigen natürlichen Belichtung und

Belüftung getroffen, da ein Versorgungsgang auf der anderen Seite des Patientenzimmers geführt werden müsste um einen reinen und unreinen Zugang zu ermöglichen. Doch in den meisten modernen Einrichtungen wird aufgrund der Belüftung auf diesen Gang verzichtet. Auch wird das Versorgungssystem über die Versorgungsschranke mit häufigen Entsorgungsgängen geregelt, wodurch sich der Entsorgungswagen nicht lange in der Gangzone aufhält.

Auch das Patient screening ist ein wichtiger Bestandteil des Entwurfs, den wenn Krankheitserreger erst mal in das Gebäude eingedrungen sind, sind sie schwerer wieder loszuwerden als bei direkter Erkennung und Isolation. Die eingeführten Maßnahmen während der Corona Pandemie bestätigen die Wichtigkeit des Screenings, denn auch ohne Symptome kann man hochinfektiöse Krankheitserreger mit sich herumtragen ohne es zu wissen. Durch die unterschiedliche Lebensdauer von Viren und Bakterien, können sie sich anschließend über Oberflächen, Luft oder Wasser an weitere Menschen ausbreiten.

Während einer Pandemie Situation ist das Screening nicht nur in Gesundheitseinrichtungen sondern auch in allen anderen öffentlichen Begebenheiten sinnvoll denn besonders in geschlossenen Räumen bei geringem Luftaustausch verweilen infektiöse Aerosole länger an einem Ort.

In Krankenhäusern und anderen Gesundheitseinrichtungen sollte jedoch jeder eintreffende Patient, Besucher oder Personal gescreent werden, da hier besonders Risikopatienten mit Vorerkrankungen gefährdet sind, deren geschwächtes Immunsystem oft keine zusätzliche Infektion abwehren kann. Außerdem besteht hier eine größere Chance, dass undiagnostizierte Patienten medizinische Unterstützung aufgrund von einer Infektion suchen.

Zwar gibt es noch keinen screening Test der allgemeine Infektionen testen kann, jedoch lassen sich aufgrund von unserer vernetzten modernen Welt schnell aktuelle Infektionen ausfindig machen, die dann gescreent werden. Screening von typischen Krankenhausinfektionen kann zusätzlich vorteilhaft sein um keine interne Pandemie auszulösen.

Sollte ein Patient oder Besucher positiv getestet werden wird er natürlich trotzdem behandelt, wofür spezielle Isoliereinheiten vorgesehen sind, zu denen nur bestimmtes Personal Zugang hat um das Infektionsrisiko so gering wie möglich zu halten. Für das Personal ist außerdem genügend Schutzausrüstung zur Verfügung zu stellen und ausreichend Schleusen zum Desinfizieren und

Kleidungswechsel, was in diesem Entwurf bei jeder Funktionseinheit vorgesehen ist.

Letztendlich sind wir durch die Pandemie wieder an einer Zeit angekommen die unsere Wahrnehmung des gebauten Umfeldes radikal verändert. Das Leben während und nach der Pandemie wird durch die geänderten Werte und Gewohnheiten nicht mehr dasselbe sein wie zuvor, auch wenn sich viele von uns den „normalen“ Alltag wieder ersehnen. Der Postpandemische Stil wird von der Angst vor erneuten Infektionen geprägt sein.

Bereits aus vergangenen Pandemiesituationen haben wir gelernt uns besser auf zukünftige Pandemien vorzubereiten und doch kommen immer wieder Schwachstellen in dem System zum Vorschein. Doch wir lernen aus diesen Fehlern und unsere Reaktion darauf wird unsere Umwelt in Zukunft prägen.

Zur Entstehungszeit dieser Arbeit ist noch kein Ende der Coronapandemie in Sicht, doch wir können auf den aktuellen Umständen als Grundlage aufbauen und unsere Sichtweise der gebauten Umwelt anpassen und überarbeiten. Planungsstrategien und Notfallmaßnahmen können überprüft und effektiver eingesetzt werden um zukünftigen Pandemien gefestigter zu begegnen und eine nachhaltige und anpassbare Architektur gewährleisten. Diese Transformationen sollten daher nicht nur als vorübergehende Reaktion, sondern als Teil unserer zukünftigen Normalität implementiert werden.

Auch die immer strenger werdenden Normen und Regelungen beim Bau, sowie bei den Hygienevorschriften von Gesundheitseinrichtungen sind nicht außer Acht zu lassen, da sich über den Lebenszyklus von 50-100 Jahren einiges verändern kann. Um ständige Um- und Anbauten an den bestehenden Einrichtungen zu vermeiden, ist eine flexible anpassbare Planung ausschlaggebend um einer nahtlosen Gesundheitserfahrung aller Patienten in unserer modernen vernetzten Welt nachzukommen.⁷²

Noch ist es zu früh um genaue Auswirkungen und Reaktionen auf die Post-Pandemische Umwelt zu beurteilen, da diese Entwicklungen Zeit und intensivere Forschung benötigen. Denn parallel dazu darf Nachhaltigkeit und die Erhaltung unserer Umwelt nicht außer Acht gelassen werden. Doch auch wenn die Zukunft noch ungewiss ist lassen sich wie in dieser Arbeit dargestellt, Tendenzen erahnen.

⁷² Megahed, Ghoneim 2020.

8. Zusammenfassung & Ausblick

Das Gesundheitswesen wandelt zunehmend schneller und unberechenbar. Wie wir durch die Coronapandemie erkannt haben ist es kaum möglich die Anforderungen der Zukunft zu erahnen. Doch eine Gesundheitsinfrastruktur die maximale Flexibilität in Anpassbarkeit, Expandierbarkeit und Konvertierbarkeit bietet, kann auf eine Vielzahl an Anforderungen reagieren. Die Ökonomie des Gesundheitssystems wird weiterhin eine bessere, schneller und mit weniger Ressourcen fungierende Infrastruktur erwarten als je zuvor. Dadurch wird es auch bei den anfänglichen Investitionsentscheidungen essenziell, flexible Einheiten mit vorinstalliertem Infrastruktursystemen zu implementieren um zukünftige Investitionen bei Veränderungen zu verhindern. Auch die rasante technologische Entwicklung von Pflege und medizinischen Geräten fordert die stetige Weiterentwicklung der Einrichtungen.⁷³

Letztendlich kann man durch regelmäßiges Testen viele, jedoch nicht alle Infektionen frühzeitig erkennen. doch die "unsichtbaren Träger" stellen die höchste Infektionsgefahr dar, da sie selbst nichts davon wissen und je nach Übertragungsart, durch Kontakt mit anderen Menschen oder Oberflächen die Infektion verbreiten. In solchen Situationen kommt es oft zu unvorhersehbaren Auslastungen und Anforderungen an das Gesundheitswesen. Eine geeignete Einrichtung, die Flexibilität zur Anpassungsfähigkeit, Flexibilität zur Konvertierbarkeit und Flexibilität zur Expandierbarkeit aufweist, kann diese Anforderungen annehmen und umsetzen ohne den Pflegeablauf zu sehr zu beeinträchtigen. Um diese Flexibilität zu erreichen sind einheitliche Module, die jeder

Nutzung gerecht sind, offene flexibel nutzbare Bereiche und eine gute vorinstallierte Infrastruktur ausschlaggebend.

Mit modernen Entwicklungen in der Technologie lassen sich außerdem Daten immer besser organisieren und analysieren, wodurch eine schnellere Erkennung von aktuellen Infektionen möglich ist und schneller darauf reagiert werden kann. Die internationale Vernetzung kann dabei hilfreich, aber auch nachteilig sein. Einerseits können damit schnell wesentliche Informationen und Wissen ausgetauscht werden, andererseits können sich durch die physische Vernetzung Krankheitserreger rasend schnell auf der ganzen Welt verteilen, wie wir bereits durch die Coronapandemie erlebten.

Die Muster bestimmter Krankheitsübertragungen führen zu einem Verständnis, dass uns die physischen Raum anders wahrnehmen lässt. Dieses neue Verständnis lässt uns Räume neu denken und entwerfen um dadurch eine krankheitsresistentere und sichere Umgebung zu schaffen. Die stetige Weiterentwicklung nicht nur von physischen Räumen aber auch der virtuellen Erreichbarkeit ist von großer Bedeutung und für unsere Zukunft entscheidend.

„Die Zukunft intelligenter Krankenhäuser liegt nicht nur in der Vernetzung innerhalb des Gebäudes, sondern auch in der Verbindung des Gebäudes mit seiner Umgebung – seiner Stadt, Region und letztendlich der Welt.“ (Allison David 2015, S.134.)

Demzufolge wird die Post-Covid Architektur sehr stark von neuen Technologien abhängig sein und diese als Werkzeug für flexiblere Strukturen und Lebensstile nutzen.

⁷³ Allison David 2015, S.9.

Quellenverzeichnis

[Autoren/innen] [, Hrsg.] ([Jahr]), [Titel], [Zeitschrift], [Verlag], [Ort], [Seitenangabe].

Allison David (2015), Developing a Flexible Health-care Infrastructure, National Institute of Building Sciences, Southland Industries, S.9-12.

Anixter (2020), Smart Hospital Infrastructure best practices, Anixter INC. World Headquarters, Glenview, S.2-

Bauder, Bömer, Dalhoff, Drost, Holl, Hoppe, Kurtz, Oberländer, Rapp, Trabold, Trenkle, Schneider, Schumacher, Uhl, Ullrich (2016), Fahrerlose Transportsysteme (FTS)-Einsatz in der Krankenhauslogistik, VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V., Beuth Verlag GmbH, Berlin - Wien - Zürich, S.3-6.

BetterHealth (2020), Hospital staff roles, Web: <https://www.betterhealth.vic.gov.au/health/servicesand-support/hospital-staff-roles>, 21 Oktober 2021.

Bundesärztekammer (2021), Influenza-Pandemie, Arbeitsgemeinschaft der deutschen Ärztekammern, Berlin, Web: <https://www.bundesaerztekammer.de/aerzte/versorgung/notfallmedizin/influenza-pandemie>, 5 Jänner 2022.

CanonDesign (2020), A look at How U.S. Hospitals Are Designed to Battle Infectious Diseases Like Coronavirus, Ann Arbor, Web: <https://www.cannondesign.com/news-insights/uncategorized/a-look-at-how-u-s-hospitals-are-designed-to-battle-infectious-diseases-like-coronavirus>, 15 Jänner 2022.

California Department of Public Health (2022), What is Contact Tracing, California Connected, Sacramento, Web: <https://www.cdph.ca.gov/Programs/CID/DCDC/Pages/COVID-19-Contact-Tracing.aspx>, 21 Jänner 2022.

Carol DerSarkissian (2021), Ebola Virus Infection, WebMD, Atlanta, Web: <https://www.webmd.com/a-to-z-guides/ebola-fever-virus-infection>, 5 Jänner 2022.

Chrisman, Katzenberger, Murdock (2020), Converting alternative structures for Coronavirus (Covid-19) patients, Henderson Engineers, Kansas, Web: https://www.hendersonengineers.com/insight_article/converting-alternative-structures-for-covid-19-patients, 8 Jänner 2022.

Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene e.V. (2009), Empfehlung für die Validierung und Routineüberwachung von Sterilisationsprozessen mit trockener Hitze für Medizinprodukte, S.3.

Dirichlet Labryga Poelzig Schlenzig (1980), Krankenhausbau Maßkoordination Entwurfsstrategie Anwendungsbeispiele, Institut für Krankenhausbau Technische Universität Berlin, Alexander Koch, Stuttgart, S. 55-

J. Eisenbach, H. Werner (1985), Krankenhausbau und Krankenhaushygiene, perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH, Bamberg, S.11-96.

Eleanor Gibson (2020), Jupe designs flat-pack intensive care unit to bolster hospitals impacted by coronavirus, Dezeen, London, Web: <https://www.dezeen.com/2020/03/27/jupe-health-flat-packed-coronavirus-care-units/>, 8. Jänner 2022.

Prof. Dr. Elisabeth Presterl MBA (2021), Nosokomiale Infektionen – Gesundheitssystem-assoziierte Infektionen, Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz, Web: <https://www.gesundheit.gv.at/gesundheitsleistungen/krankenhaus-aufenthalt/nosokomiale-infektionen>

Eric Toner, Richard Waldhorn (2006), What Hospitals Should Do to Prepare for an Influenza Pandemic, Biosecurity and Bioterrorism: Biodefense Strategy, Practice and Science, Baltimore, S.399 ff.

FrontEnders HealthCare Services Ltd. (2018), Impact of Hospital Location, Tamilnadu, Web: <https://www.frontenders.in/blog/impact-of-hospital-location.html>

Georgia-Pacific Building Products (2019), The History of Health Care Facility Design – and How it Informs the Future, Web: <https://buildgp.com/blog-post/the-history-of-health-care-facility-design-and-how-it-informs-the-future-2/>, California, 19 August 2021.

Giacobbe Alyssa (2020), How the COVID-19 Pandemic Will Change the Built Environment, Architecture + Design, California, Web: <https://www.architecturaldigest.com/story/covid-19-design>, 21 Jänner 2022.

Dr. Golding Josie (2018), Ebola: How a killer disease was stopped in its tracks, BBC News, London, Web: <https://www.bbc.com/news/health-44872418>, 15 Jänner 2022.

M. Hamele, K. Neumayer, J. Sweney, W. Poss (2018), Always ready, always prepared-preparing for the next pandemic, Translational pediatrics, Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6212382/>, Rockville Pike, 29 August 2021.

Holland Kimberly (2018), Want to kill Dangerous Bacteria? Open your blinds, Healthline Media a Red Ventures Company, San Francisco, Web: <https://www.healthline.com/health-news/want-to-kill-dangerous-germs-open-your-blinds>, 9 Jänner 2022.

Ken Lee, Erich Burkhart, Ken Liu (2019), Kaiser Permanente - Small Hospital Innovation Competition: The Modular Hospital, Entry 99031

Kimberly Leonard (2014), Hospital of Yesterday: The Biggest Changes in Health Care, U.S. News & World Report, Web: <https://health.usnews.com/health-news/hospital-of-tomorrow/articles/2014/07/15/hospital-of-yesterday-the-biggest-changes-in-health-care>, California, 27 August 2021

Kumar Karthik (2021), What are the 4 Types of Infections?, MedicineNet, New York City, Web: https://www.medicinenet.com/what_are_the_4_types_of_infections/article.htm, 8 Jänner 2022.

Marina Marinelli (2020), Emergency healthcare facilities: managing design in a post Covid-19 world, IEEE Engineering Management Review 48.4 2020, S. 65-71.

Megahed, Ghoneim (2020), Antivirus-built environment: Lessons learned from Covid-19 pandemic, Elsevier Public Health Emergency Collection, National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine, Rockville Pike, Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7313520>, 21 Jänner 2022.

Dr. A. Mohammad, Prof. A. Prince, Dr. P. Demian (2014), Impact of Space Flexibility and Standardisation on Healthcare Delivery, International Journal of Applied Science and Technology, Loughborough, S.27 f.

NHS (2019), Intensive Care, National Health Service, Crown, England, Web: <https://www.nhs.uk/conditions/intensive-care>, 16 Jänner 2022.

Penn Nursing (2021), History of Hospitals, Web: <https://www.nursing.upenn.edu/nhnc/nurses-institutions-caring/history-of-hospitals/>, Pennsylvania, 20 August 2021.

Planes Soledad Maria (2021), Tuberculosis changed architecture. What changes will COVID-19 leave in its wake, Gente Saludable, IDB Improving lives, Washington, Web: <https://blogs.iadb.org/salud/en/changes-covid-19>, 21 Jänner 2022.

Pratysh Dayal (2021), The pandemic could change the way we design our homes and offices, say experts, CBC Radio, Toronto, Web: <https://www.cbc.ca/radio/checkup/what-s-the-first-thing-you-ll-do-after-pandemic-restrictions-are-lifted-1.6036693/the-pandemic-could-change-the-way-we-design-our-homes-and-offices-say-experts-1.6037707>, 21 Jänner 2022.

Ratti Carlo (2020), CURA Connected Unit for Respiratory Ailments, MIT Senseable City Lab, Turin, Web: <https://curapods.org/about/en>, 8. Jänner 2022.

Ro Christine (2020), The surfaces that kill bacteria and viruses, BBC Future, London, Web: <https://www.bbc.com/future/article/20200529-the-surfaces-that-kill-bacteria-and-viruses>, 9 Jänner 2022.

Dr. med. Sarah Sommer (2021), Screening, Doc-Check Medical Services GmbH, Köln, Web: <https://flexikon.doccheck.com/de/Screening>

Stone Leilah (2020), 5 Ways Architects and Designers are Responding to Covid-19, Metropolis Magazine, Sandow Design Group, New York City, Web: <https://metropolismag.com/viewpoints/5-ways-architects-and-designers-are-responding-to-covid-19>, 15 Jänner 2022.

E. Tacconelli (2009), Screening and isolation for infection control, Journal of Hospital Infection (2009) 73, Elsevierhealth, Rom, S. 373.

Tariq, Chauhan, Ahmed, Canelo (2018), Patients Perspective on Multiple vs. Single-occupancy Rooms in a Busy District Hospital; Journal of Patient Care 4.2, Carlisle, S 1 f.

Thompson et al. (2012), Guidelines for intensive care unit design, Crit Care Med 2012 Vol. 40, No 5, Society of Critical Care Medicine, Philadelphia, S. 1591-1596.

Udomiaye Emmanuel, Eze Desy Osondu, Kalu Cheche Kalu (2020), Architectural design strategies for infection prevention and control (IPC) in health-care facilities: towards curbing the spread of Covid-19, Journal of Environmental Health Science and Engineering 18, Springer Nature Switzerland AG, Schweiz, S. 1700 ff.

R. Wischer, H. Rau (1988), Das Friesen Konzept für ein Krankenhaus und für das Gesundheitswesen von morgen, Heinle, Wischer und Partner, Freie Architekten, Karl Krämer Verlag, Stuttgart, S 90-113.

World Health Organization (2014), Hospital Preparedness for epidemics, WHO Press, Geneva, S.15-67.

VIP Structures (2020), 4 Ways COVID-19 May Change Architectural Design for Years to Come, New York City, Web: <https://www.vipstructures.com/covid-architecture>, 21 Jänner 2022.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: , eigene Grafik

Abbildung 2: , eigene Grafik

Abbildung 3: Krankenhauskapazität und allgemeine Bevölkerung, 1872-1932 (2021), Penn Nursing, History of Hospitals, Web: <https://www.nursing.upenn.edu/nhhc/nurses-institutions-caring/history-of-hospitals/>, Pennsylvania, 27 August 2021.

Abbildung 4: , eigene Grafik

Abbildung 5: Chorlton Union Hospital 1867 (2020), John Mccrory, Florence Nightingale, Thomas Worthington and the Chorlton Union Hospital, The University of Manchester, Web: <https://rylandscollections.com/2020/04/16/florence-nightingale-thomas-worthington-and-the-chorlton-union-hospital/>, 6 November 2021.

Abbildung 6: Pavillionmodell (2020), John Mccrory, Florence Nightingale, Thomas Worthington and the Chorlton Union Hospital, The University of Manchester, Web: <https://rylandscollections.com/2020/04/16/florence-nightingale-thomas-worthington-and-the-chorlton-union-hospital/>, 6 November 2021.

Abbildung 7: , eigene Grafik

Abbildung 8: Wäschereibetrieb Charité

Berlin 1866 (1985), J. Eisenbach, H. Werner, Krankenhausbau und Krankenhaushygiene, perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH, Bamberg, S.20.

Abbildung 9: Wasserdurchspültes Klosett

1860 (1985), J. Eisenbach, H. Werner, Krankenhausbau und Krankenhaushygiene, perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH, Bamberg, S.18.

Abbildung 10: , eigene Grafik

Abbildung 11: Heißluft Desinfektionsaparat Moabit

(1985), J. Eisenbach, H. Werner, Krankenhausbau und Krankenhaushygiene, perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH, Bamberg, S.27.

Abbildung 12: , eigene Grafik

Abbildung 13: Bettenpotential aus Sportstätten und Hotels (2020), R. Sacks, C. Eastman, G. Lee, P. Teicholz, BIM handbook : a guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers. 3rd edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey USACE 2020, Web: <https://www.nwd.usace.army.mil/Media/News-Stories/Article/2140289/us-army-corps-of-engineers-building-17-alternate-caresites-in-8-states/>, 28 August 2021.

Abbildung 14: NHS-nightingale-instruction-manual (2020), BDP, NHS nightingale hospital instruction manual, Web: <http://www.bdp.com/globalassets/projects/nhs-nightingale-hospital/nhs-ightingale-instruction-manual.pdf>, 28 August 2021.

Abbildung 15: CURA Connected Unit for Respiratory Ailments (2020), Ratti Carlo, MIT Senseable City Lab, Turin, Web: <https://curapods.org/about/en>, 8. Jänner 2022.

Abbildung 16: CURA Modulare Anordnung (2020), Ratti Carlo, MIT Senseable City Lab, Turin, Web: <https://curapods.org/about/en>, 8. Jänner 2022.

Abbildung 17: CURA Gesundheitsversorgung (2020), Ratti Carlo, MIT Senseable City Lab, Turin, Web: <https://curapods.org/about/en>, 8. Jänner 2022.

Abbildung 18: Jupe pop-up ICU (2020), Eleanor Gibson, Dezeen, London, Web: <https://www.dezeen.com/2020/03/27/jupe-health-flat-packed-coronavirus-care-units/>, 8. Jänner 2022.

Abbildung 19: Jupe flat-packed units (2020), Eleanor Gibson, Dezeen, London, Web: <https://www.dezeen.com/2020/03/27/jupe-health-flat-packed-coronavirus-care-units/>, 8. Jänner 2022.

Abbildung 20: , eigene Grafik

Abbildung 21: , eigene Grafik

Abbildung 22: , eigene Grafik

Abbildung 23: Wege der Patienten, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 24: , eigene Grafik

Abbildung 25: Personal Rollen, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 26: , eigene Grafik

Abbildung 27: Zone Empfang, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 28: Zone Notfälle, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 29: Zonierung Erdgeschoß, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 30: , eigene Grafik

Abbildung 31: Materialfluss, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 32: Zonierung Untergeschoß, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 33 Sterilisationsprozess, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 34: , eigene Grafik

Abbildung 35: Zonierung Pflegezimmer, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 36: Zonierung Obergeschoße, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 37: , eigene Grafik

Abbildung 38: , eigene Grafik

Abbildung 39: Universalmodul, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 40: Multimodul, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 41: Modul Verbindung, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 42: Flexible Erweiterung, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 43: Beispiel einer Pflegeebene, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 44: Vertikale Stützpunkte, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 45: maximale Geschoßhöhe, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 46: , eigene Grafik

Abbildung 47: Zonierung Universalmodul, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 48: Primäre Konstruktion, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 49: Sekundäre Konstruktion, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 50: Teritäre Konstruktion, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 51: Patienten und Besucher Bewegungsströme, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 52: PflegerInnen Bewegungsströme, (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 53: Versorgungs Bewegungsströme, (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 54: Flexible Ein- oder Zweibett (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 55: Abteilungskonfiguration und Pflegezimmerzoierung, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 56: Magistrale und Funktionsrelationen Obergeschoß, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 57: Modul Anschlusskonfigurationen, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 58: Grundriss Obergeschoße, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 59: Nutzzonen und Funktionszonen Obergeschoße, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 60: Magistrale Obergeschoße, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 61: Sichtbeziehungen Obergeschoße, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 62: Abteilungstrennung/Schleusen Obergeschoße, eigene Grafik

Abbildung 63: , eigene Grafik

Abbildung 65: Konvertierbarkeit Normalpflege zu Intensivpflege, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 64: HEPA Lüftungsfiler, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 66: Magistrale und Funktionsrelationen Erdgeschoß, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 67: Grundriss Erdgeschoß, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 69: Modul Patient Screening und Bewegungsströme, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 68: Beispiel Lage, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 70: Magistrale und Funktionsrelationen Untergeschoß, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 71: Grundriss Untergeschoß, eigene Grafik (2021) Vorraber Julia, Wien

Abbildung 66: Förderroboter (2016), Conf Industries S.r.l., Travagliato, Web: <http://www.confindustries.it/de/katalog/medical-division/bef%C3%B6rderungswagen-mit-robotisierten-automatischen-system-agv-awt/agv/agv.html>, 29 Dezember 2021.

Abbildung 67: Hebefunktion (2016), Conf Industries S.r.l., Travagliato, Web: <http://www.confindustries.it/de/katalog/medical-division/bef%C3%B6rderungswagen-mit-robotisierten-automatischen-system-agv-awt/agv/agv.html>, 29 Dezember 2021.

Abbildung 68: Selbstständiges Benutzen der Versorgungsschächte (2016), Conf Industries S.r.l., Travagliato, Web: <http://www.confindustries.it/de/katalog/medical-division/bef%C3%B6rderungswagen-mit-robotisierten-automatischen-system-agv-awt/agv/agv.html>, 29 Dezember 2021.