



dap

digital
architecture &
planning

DESIGNING A DYNAMIC HOSPITAL FOR PANDEMICS

Design Studio, Winter 2020

Gabriel Wurzer, Wolfgang E. Lorenz, Sigrun Swoboda

Foreword

Gabriel Wurzer¹, Wolfgang E. Lorenz², Sigrun Swoboda³

^{1,2,3}TU Wien

^{1,2,3}{gabriel.wurzer|wolfgang.lorenz|sigrun.swoboda}@tuwien.ac.at

The design studio "designing a dynamic hospital for pandemics" took place in the winter term 2020/2021 at TU Wien, during the 2nd wave of the SARS-CoV-2 pandemic. Its goal was to establish novel ways in which hospital architecture can react to a pandemic crisis, mostly in a permanent (built) manner rather than by using temporary measures. As such, the subject was unprecedented in TU Wien's curriculum. New ways of working together had to be established, since TU Wien was closed (everyone worked from the home office) and we did thus not have the usual physical desk crits but rather only ZOOM calls. As a matter of fact, we shifted the medium from presentations, drawings and models to papers, which we thought would give more structure to each and every students' contribution. The outcome is to be found in this collection of working papers.

DESIGN STUDIO "DESIGNING A DYNAMIC HOSPITAL FOR PANDEMICS"

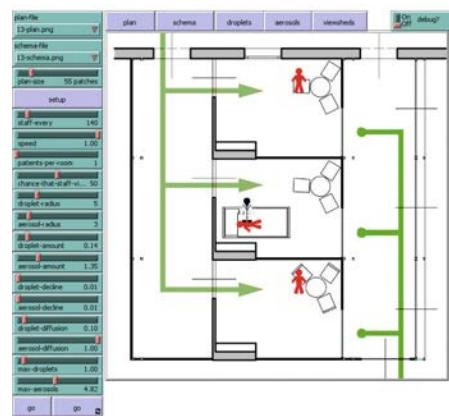
The design studio's task was, first and foremost, to let students occupy themselves with hospitals and adjoining health institutions in times of the COVID-19 pandemic; this context required a basic knowledge of hospital planning, namely

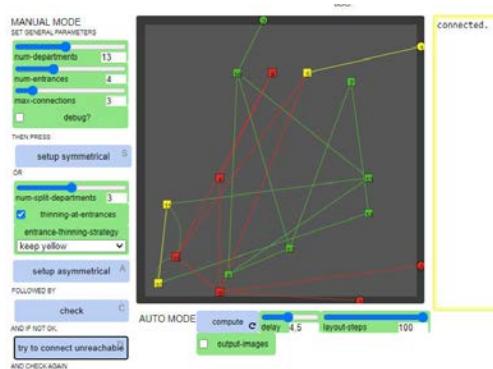
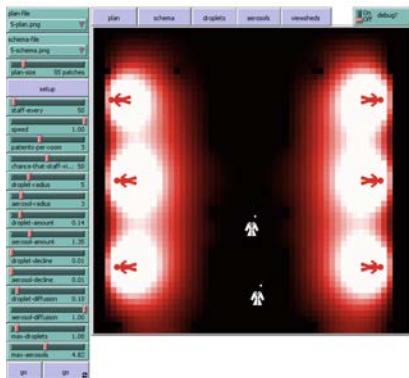
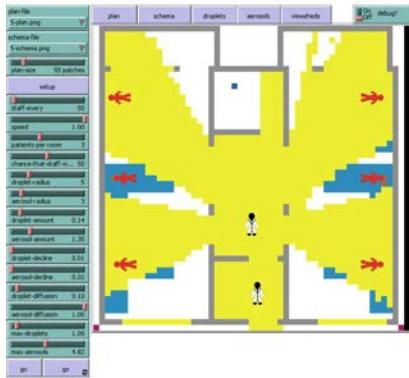
- an understanding of the structure of the Austrian healthcare system from a health-economic standpoint
- a feeling for the spectrum of patients and personnel working in the clinic
- the ability to understand the role of individual departments within the clinic in schematic form (spatial concept, personnel, patients, equipment, links to other departments)

Figure 1
Simulation of access; own work supplementing Christian Lehner's contribution.

As such, this endeavor was unprecedented in TU Wien's history; hospital planning not in the regular curriculum of the Faculty of Architecture and Planning, and pandemics were thought to be a subject more for epidemiologists rather than architects and urban planners. However, simulation has led the way

to better understanding and forecast the pandemic (e.g. colleagues Popper and Bicher of TU Wien / dwh, who have been working in the crisis team of the Austrian government; see [1] for a description of their model), which is why we have also sought to supplement the work within the design studio using simulations (see figures in this foreword).





DISCLAIMER

Although all contributions of this book have been prepared thoroughly, we cannot guarantee that all material used in each individual contribution was correctly cited. We insisted on naming sources and naming image licenses where applicable, but since our students are learning to publish there could be some cases where something has slipped through. If that is the case, please drop us a line and we will include that info into the text.

ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to acknowledge the valuable contribution of Lukas Dolesch and Helmut Wippel of gsm Gesellschaft für Sicherheit in der Medizintechnik GmbH, who have done a tremendous job in exchanging views and case studies with us and our students.

REFERENCES

- [1] https://www.dwh.at/projects/covid-19/Covid19_Model_20210111.pdf

Figure 2
Oversight by ward staff (isovist simulation); own work supplementing Jehona Gashi's contribution.

Figure 3
Droplet dispersion simulation; own work supplementing Jehona Gashi's contribution.

Figure 4
Circulation connectivity analysis for infected and regular patient pathways; own work supplementing Stefan Neischl's contribution.

Contents

1 Foreword

Gabriel Wurzer, Wolfgang E. Lorenz, Sigrun Swoboda

5 Papers

7 Discussion of an Aperiodic Pattern for Hospital Design

Emanuel Bührle

19 Isolation Rooms

Jehona Gashi

27 Die Architektur der Heilung

Philine Flraig

41 Sicherer Besuch

Kseniya Skop

49 An Adjustable Entrance for Hospitals

Rinor Ahmetaj

59 Patientenschutz durch 'physical distancing' in der Wegführung

Stefan Neischl, Gabriel Wurzer

67 Nähe in Zeiten der Krise

Christian Lehner

77 Mehr Abstand für mehr Nähe

Clara Pfaffinger

95 High Heal

Teodora Zivkovic

101 Warteräume in der Notfall Ambulanz

Sefa Abidin Dogan

109 Redesign of Hospital Entrance

Rinor Sadiku

119 Proper design for pandemic hospitals

Gazmend Rashiti

129 MODULAR WALLS

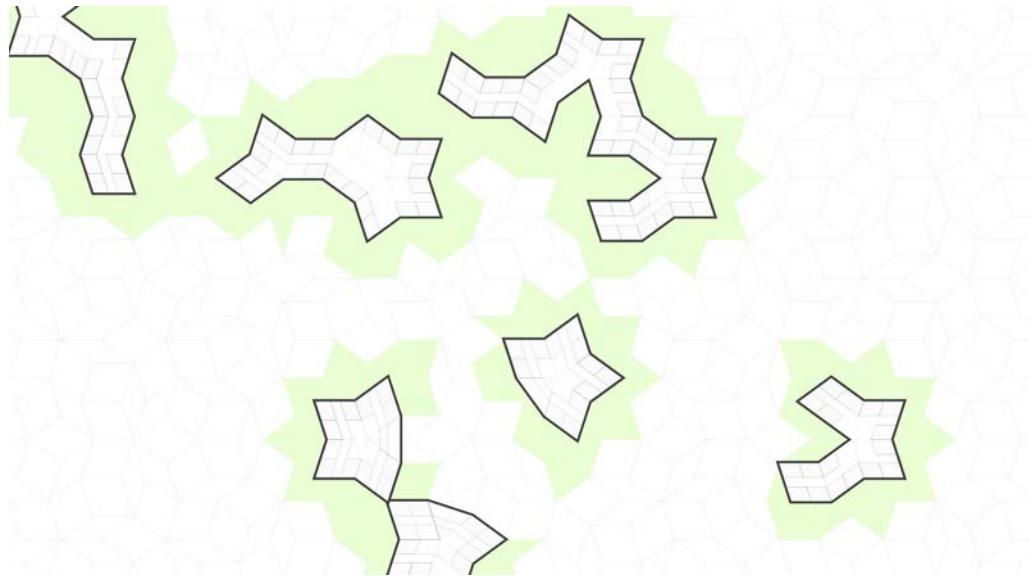
Alessandro Zanin

139 Check Box 2.0

Giorgia Bonet

Papers

Figure 1
hospital layout
generator



Discussion of an Aperiodic Pattern for Hospital Design

while returning the hospital to the people

Emanuel Bührle¹

¹*TU Wien*

¹*e0626484@student.tuwien.ac.at*

We aim to create a health care facility with a pattern layout, that creates surplus space from its spatial logic. Optimized spaces, derived from periodic rasters, regardless whether they are rectangular or radial, have no spare space that could be used in extraordinary situations like a pandemic. Quasicrystalline structures are nevertheless optimally packed spaces, usually formed by atoms, that would not fit together otherwise. The discussed planar pattern is a subspace of such a quasicrystalline. A cellular automaton, guided by sheet data representing a health care or hospital space allocation plan creates layouts, that are neither classical large and complex, nor small and simple.

Keywords: hospital layout, pattern layout, aperiodic pattern , cellular automata



INTRODUCTION

Health care facilities, Hospitals are nowadays under pressure of economically optimization, more than ever. If we compare the handling of various national health care system in times of the covid-19 pandemic, we see what this means for the general public. People are reduced to statistically numbers, deaths are just numbers that are accepted, depending on the economic situation and what is accepted by the general public. But this comes from a specific view of how care is planned, how many beds are available and in connection to them how much is invested in personnel.

We will show what kinds of clinic designs where used in earlier times and which models where used for optimized and mostly maximized care and how they depended on economic basics of society. We want to create health care facilities that are optimized for users, be it patients, medics, care workers, social workers or the general public, interested in medicine. Also fields that leads to better health of the general public should be integrated in hospital design, whether it be sports medicine or open health education. It is not said that this would not be possible under current the economic situation, which is a point of further discussion.

By applying a new general layout, which is not rectangular, we try to create additionally space which lead to spacial less optimized layouts. Dissolving the layout design leads then to situations like courtyards and manifold view points. Or spaces inside the hospi-

tal building, that create generosity in space - which later can be used as supportive space in case of catastrophe, epidemic or pandemic situations.

The analysis of hospital design is based on the Austrian Health Care Structure plan, a general layout for planning health care units in connection to all players in its organizational quality. In this plan we can find demands of various players. We can distinguish and identify those urging for extreme economic measures, clear those or replace them, following the idea of giving back the hospital to the people. We build a space allocation generator, which is based on this analysis an extended by the aforementioned fields.

Also we remark the meaning of quantity of well educated personnel as factor for general health, not only in times of epidemics. There is clear scientific evidence, that less stressed medical personnel is less susceptible for malpractice. It's also evident, that the more intensive care units are allocatable in a health care system, the less patient suffer severe or fatal disease outcomes in overwhelming medical situations like the Covid pandemic. These perceptions are dependent since there is workforce factor for each intensive care unit, which is, economically and medical even more important than the attached equipment. So we determine there is not a surplus of medical and care worforce, if they are working for more common hours than today, less salary. In non-epidemic times they would have time for scientific work, education further training. Hence we define the personell factor as a design constraint.

This space allocation generator is then applied to the new pattern, by rules that are inherited from the Austrian Health Care Structure, like optimized path length, relations of health care units among themselves. We then look into how other rules could be implemented, like a look into the green of a tree for every patient and a big number of employees. An improvement for direct accessibility to a large number of patient rooms by including arcades, which could lead to a better isolation of building or department sections in case of epidemics.

Figure 2
Flu hospital, Kansas,
1918 (Source:
<https://www.flickr.com/photos/medicalmuseum/3300169510/>
public domain)

Figure 4
Scheme of Hotel Dieu Paris before 1772

PATTERN LAYOUTS IN HOSPITAL PLANNING

As in other planning tasks, pattern layouts play a fundamental role in hospital planning.

Middle Age

Before classical hospitals, standing for them self, emerged, traditions of best hygienic, sanitary and care handling were passed on in monasteries. Based on christian charity and on financial interests, monasteries often treated the sick. First they did this in the same rooms where they treated their own residents. Later many monasteries, like Abbey Cluney (Figure 3) built their own infirmaries, which were in basic a doubling of the monestary layout, with courts, dormitories and latrines. The main difference was the access to the holy mess. Chuch service was given in the great infirmary hall, which were as large as big chapels for this reason.

Figure 3
Scheme of Cluny Abbey, Burgundy, 910 CE

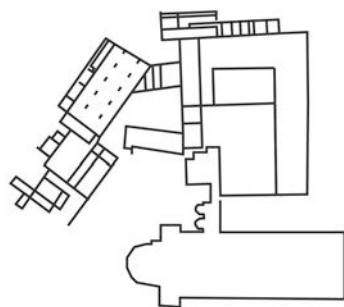
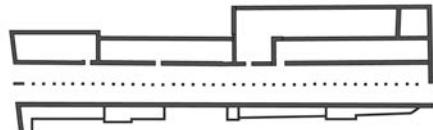


Figure 5
Scheme of Ospidale Maggiore, based on an original design by Filarete (1456), Milan

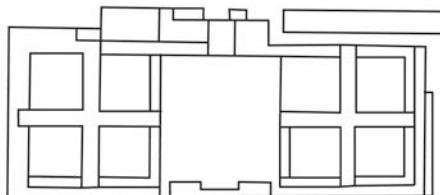
So needs for health care were first recognized by far institutionlized church organizations, which then developed hospital types that where strongly connected to their economic base. Treatment by monks and nuns should be connected with satisfaction of religious needs. This is partially the reason why even later designs were based on this picture of a long nave. Another reason is the understanding of fresh air for the spread and healing of infectious desases. Circulation of air was clearly better to achieve in a

nave than in a small dormitory.



Renaissance

In renaissance times, building and financing of hospitals got a more civic task. On the one hand, experiences made with deadly deseases like the plague or syphilis, medical services could not be dependent on charity like it was, when the church served as main operator. On the other hand, mercantilism made it necessary to keep the labour force in a reasonable good shape. Some big hospitals emerged from the monastary style - like the Hotel Dieu in Paris (Figure 4), multiplying its pattern in the best known way. It consisted of big halls, but with minimized space for sanitary needs. Typical Renaissance hospitals served mainly as apparatus for public hygiene - meaning keeping the sick poor people from the public as a prevention or mitigation of epidemic deseases.



So its no wonder that only one of four patients came out as recovered. Medical science did not really play

a role in those institutions, it was taught in universities or privately and practiced in single doctors. Even if most hospitals were financed by cities and private persons, most of them were maintained by the church or their institutions. Therefore many layouts inherit classical grid like structures, including courtyards, axes oriented to chapels, like the Ospedale Maggiore (Figure 5)

Pavillons

After the Hotel Dieu burned down, many architects developed mostly radical concepts for a rebuilding of the hospital. There were other new concepts introduced to hospital design earlier, like the corridor hospital by F. Beer. His Hospital in Bern was well integrated in the street faced - with a symmetrical layout, that reflects the separation of men and women (Wagenhaar, C, 2006). Later then the Allgemeine Krankenhaus Vienna by J.Gerl. One approach of those french architects involved in replanning the Hotel Dieu was new: replacing the old building by a series of smaller hospitals. Hospitals that would integrate a look to the nature for each patient's bed. Later the hospital was rebuilt. It needed half a century for a new type of hospital to evolve. It came from the idea of military field hospitals, organized by Florence Nightingale patients tracts should be organized in pavillons. Ideal sun orientation and relation to the surrounding garden should help those sick to recover.

There are combinations of other typologies with the pavillon type in the 2nd half of 19th century, but all alleged the importance of architectural surrounding to the healing process. Numerous examples were built around the world, like the Civic Hospital Antwerpen, 1878, (Figure 6) Otto Wagner's Psychiatric Hospital in Vienna(1907) or Sant Paul by Lluis Domenech i Montaner in Barcelona (1902-1922). These new building plans were determined by science and technology and can be seen as a symbol of revolutionary victory.

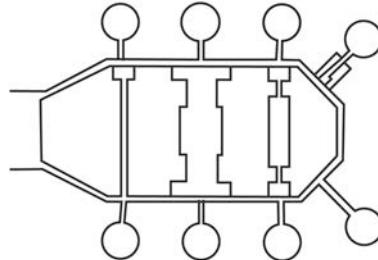


Figure 6
Scheme of Civic Hospital Antwerpen

Megahospital

science and technology wins. An example how technology evolved is the discovery of x-ray for medical purposes. It was a major shift not only for medical science itself - also for hospital planning. X-Ray equipment could not be paid or maintained by one single medical practitioner. The hospital with its organization had to step in. Also the better understanding of air borne bacteria by L.Pasteur led to technological inventions and the need of reducing patient concentration. But this led to a social turnaround: the hospital evolved to the top of medical science, so the poor couldn't afford anymore treatment in those well equipped hospitals. Combined with new building technology like the elevator or mechanical ventilation led to an abandoning of the pavillon type. First designs were nevertheless inspired by pavillon type hospitals, with high rising cores and bed wings, eg. J.Walter, U. Casson, L. Madeline, Cité Hospitalière or Kohn and Butler, York and Sawyer, Goldwater Memorial Hospital, Welfare Island.

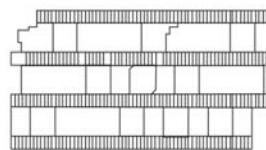


Figure 8
Scheme of Uniklinikum Aachen

hospitals for the masses. With socialism a new approach came to health care - an idea of health care for the masses. Parallel to a massive expansion in

all fields of medical and care education, health care more and more got industrialized. And so did the hospital architecture. Uniklinikum Aachen by Weber, Brandt & Partner 1969-1984 (Figure 8) is one famous example. We could compare this building to a factory, aspirational easy to maintain but still easy to adept. Adeptness plays a big role from this point on, based on the hindsight that also medical development pick up the pace. Technology and its management took up a lot of space - from building science to building services, patient distribution to large medicine equipment.

Figure 9
Scheme of
Childrens Hospital,
Herzog und De
Meuron

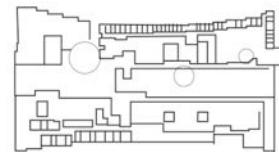
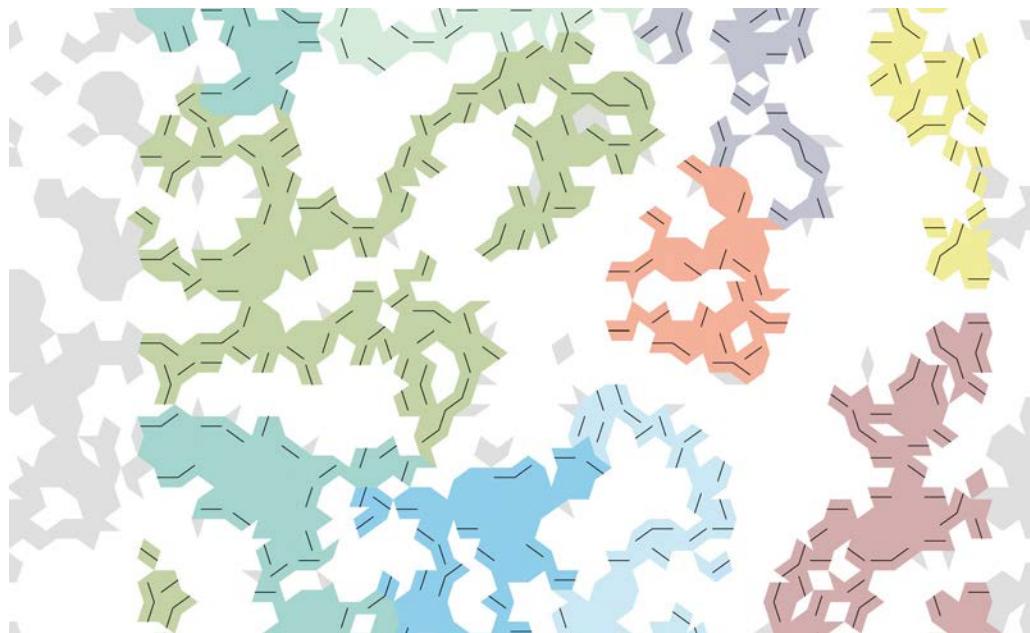


Figure 7
hospital allocation
plan



hospitals for the patients. As in other Industries, the patient was not seen as a human, he alienated from his daily life. The counterculture evolving from various social movements of the 60ies saw modern society as the main source of illness. But, instead of changing society itself, they wanted to change institutions from within. In some medical fields their work was successful in a short time, as seen in the development of psychiatric clinics or night branches. So it needed till today, that some of their approaches settled in accepted design approaches. Even though patient centered hospital design is nowadays apparently one of the main paths even in building design, as seen in Herzog & de Meuron's Children's Hospital Zurich, 2011 (Figure 9), it is subordinated to economic principles, like profit orientation or austerity.

HOSPITAL FOR THE PEOPLE

Health Care systems, whether they are privately or publicity organized, are under constant pressure of cost reduction and efficiency increase. This means for public health planning that management concerns play a growing role in defining parameters for all fields of their expertise. Where there public institutionalized organizations are operating under control of the welfare state, trends show in direction of privatizing those. In a first step, like in every economic section, this leads to more flexible and efficient management structure. As soon these structures are raised, they show their weakness. In privately organized hospitals, patients are categorized by their wealth (Wagenaar 2006). As institution, hospitals are committed in helping those in need of medical attention. So some hospitals would only receive those wealthy enough to get the best treatment, and fill some beds with others, to keep their doctors in practice. Another example of the downside of privatization is the power of charity organizations, namely religious groups, in this game. Privatizing of hospitals isn't anything other than a shift from a system based on solidarity to a system depended on welfare and charity. The bottom line is a dismantling of the public health sector for some capital interest groups. In denial of a strict economic reduction we construct an opposite standpoint, from an architectural view.

New General Layout

Disobeying the rules of rectangular layouts leads inevitable to spacial non-optimized figures. As example we can see the Children's Hospital in Zurich (Figure 10), where the curved hull leads to variable depthness of patient rooms and different canopies. We want to research if an aperiodic pattern leads to a generous surplus of space, which would underscore the new status of health care and simplify work in extraordinary situations like the pandemic. We postulate that this pattern simplifies the extensibility of hospital layouts, as we define rules, that are derived from the following points and based on the new general layout.

Hospital for the Patients

The Patient and his needs should be in the middle of every planning approach. There are some architectural aspects, known from housing planning, that could be used as an advancement in all healing processes. We claim contact to the outside as one factor. Every patients and staff room, be it stationary, ambulant, waiting area or office room, should have visual contact to outside. This in a human scaling, meaning to have the possibility to communicate with people outside. Furthermore there should be opportunities to step outside from every patients room, where it's not futile. We also Postulate that this outside is nature - trees and lawn, that could be used by patients and visitors too.

Hospital For The Personnel

As described introductory, the psychological and physical shape of a health care worker depends on their overall work situation. In times of epidemics, their workforce is demanded even more. As we see in Austria, work hours were increasing even in pre-Covid times, as payment got cut for large parts of the labor force. As we demand a raise in their number, we have to consider this in any hospital planning. There should be enough space for decent breaks, for staff assemblies and advanced training included.

Hospital for the Public

Disease Prevention and Medical education should be better integrated in our health care systems. Therefore we expand the classical hospital layout to make way of its dissolution in the wider urban area. This does not mean to undermine the existing austrian primary health sector, which consists of general practitioners and medical specialists. It means to bring in services, which generate preventive and educational value. Meant to be all kinds of indoor and outdoor sports, sports medicine, nutritionists and all kind of psychological services.

APERIODIC TILING AND CELLULAR AUTOMATON

A aperiodic tiling of space

Aperiodic tilings of the plane were first described by Roger Penrose. Later aperiodic crystals were first modelled with computer aid. They were named quasicrystal, because they broke some laws of crystallography, like local multiple symmetries. These quasicrystals later were mathematically described, the penrose tiling appearing as two-dimensional slices of five-dimensional hypercubic structures. similarly, icosahedral quasicrystals in three dimensions are projected from a six-dimensional hypercubic lattice. (2). In two dimensions, there several way of defining a panrose tiling. We used a method called, inflating, where an initial triangle is subdivided, depending on weighted edges and their angles. An iteration over all triangle outputs a planar subdivision. We then join

Figure 10
by consecutive division of a triangle
an aperiodic pattern is created

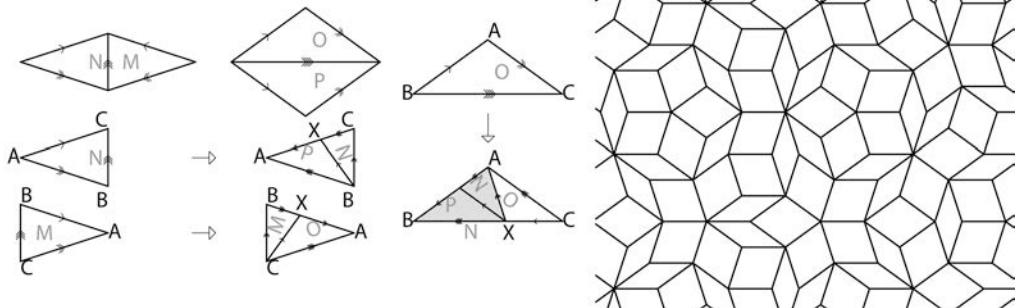
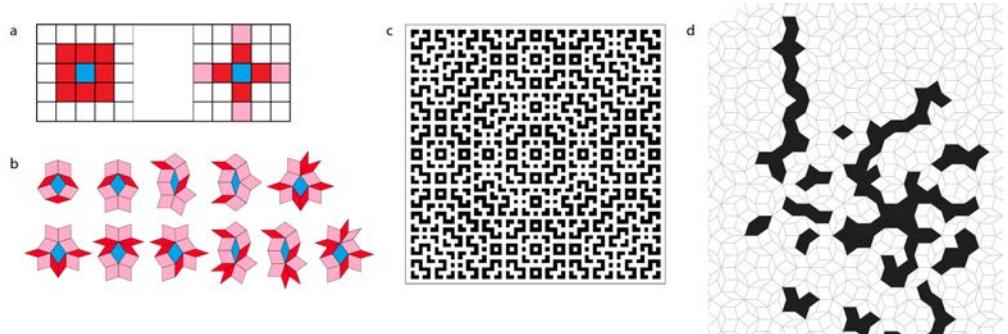


Figure 11
a. neighborhood types in a regular pattern
c neighborhoods in an aperiodic tiling
c cellular automaton as replicator
d. automaton applied to an aperiodic pattern



belonging triangles to parallelograms, which are the base for our new pattern layout. There are two types of figures, the acute-angled and the obtuse angled parallelogram. As our focus is an general layout for hospital design, we choose the obtuse angled figure as main structure for our architectural body.

Cellular Automaton and Architecture

Cellular automata are used for modelling discrete dynamic systems, whereas the cell state changes over time (Schiff 2011) The cell state could be any data, but is usually just 0 or 1. For each cell an initial state is defined at a starting time $t=0$. A generator, which inherits all, usually fixed rules, starts. He deposits new states for all cells, depending on the current cell state and the states of cell in its neighborhood (Owens, N and Stepney, 2010). A typical cellular space is updated by simultaneously for all cell

states and the generator rules does not change over time. Cellular Automata show, how a basic and understandable set of rules could lead to complex design, whereas the designer needs to change the initial states of the cells, to get alternative layouts.

HOSPITAL ROOM ALLOCATION PLAN

Austrian Healthcare Structure Plan

The Austrian Healthcare Structure Plan (Österreichischer Strukturplan Gesundheit, Eglau et al., 2017) is a mandatory planning tool for all partners involved in health care. It describes various fields of health care, from organization, human resources, quality of workspaces, number of beds, intensive care units to equipment needs but not the quality of treatment, which is described in other laws. The council named after that plan has legislative power over all regional structure plans and therefore, acts as an authority over hospital planning. First, we distinguish between stages of care - populous care, primary care, ambulant care, acute stationary care including day clinic care, which are hospitals. Each stage is described in its role - whether it is in their organization, relationship to other stages, or spatial relational to the general public. Patient disposability plays a major role in planning of the regional health structure plans. Number of beds and ambulant care units are strictly constrained to public health conditions like dispersion of diseases through local populations. There are no

plans for rapidly changing number of cases in extraordinary situations like a pandemic. Even more it seems as there is an engraved pattern of economization. Surplus spaces, which were first included from a religious logic, like cloisters or chapels, then from a representative point like generous hallways or entrances, are missing nowadays. In the end, typically some qualities, that we link to a good health recovery, are missing in hospital planning. These are materials and their surfaces, which are always optimized for optimal hygiene. These are floor plans, which usually mirror an industrial character of hospital planning. These are missing links to the surroundings, a consequence of high rise hospital buildings.

Extension of a Regional Structure Plan

To make healthcare more accessible for the people, we aim to extend it by following points. Gardens should be integrated in core planning. Every patient and most of personal needs at least visual contact to surrounding trees and plants. For most patients there should be easy, if possible direct access to the outside. So we introduce a direct ratio of open, surrounding outside spaces to the number of patients and personal. Furthermore, we define ratio of surplus inside space, which enhances architectural quality and guarantees extensibility in times of an extraordinary health crisis. (table 1 and figure 7) Qualities of materials and their surfaces are also included in an design for the hospital for the people.

Normalpflege- und Intensivbereiche in Akutkrankanstalten						
Abk	Fachbereiche/Versorgungsbereiche	Err. (Min.)	BMZmin	BMZmax	BMZ 2014	MBZ B for Pop of 90000
INT/IS	Intensivbehandlungsbereiche (INT/IS)	60	0,22	0,36	0,18	6
INT/UE	Intensivüberwachungsbereiche (INT/UE)	45	0,22	0,36	0,1	4
CH	Chirurgie (CH)	45	0,42	0,7	0,73	30
IM	Innere Medizin (IM)	45	1,08	1,81	1,58	30
GGH	Frauenheilkunde und Geburtshilfe (GGH)	45	0,19	0,32	0,36	20
PSY	Psychiatrie (PSY, exkl. PSY-ABH und PSY-FOR)	60	0,3	0,5	0,41	30
ORTR	Orthopädie und Traumatologie (ORTR)	45	0,5	0,82	0,74	30
UCH	- Unfallchirurgie (UCH)	45	0,29	0,48	0,45	20
AG/R	Akutgeriatrie/Remobilisation (AG/R)	45	0,26	0,43	0,19	24
	Summe		3,94	6,56	5,97	410

Table 1
guide values for
hospital planning
(Eglau et.al., p. 38 et seqq., own work)

Figure 12
example of an
generated hospital
layout

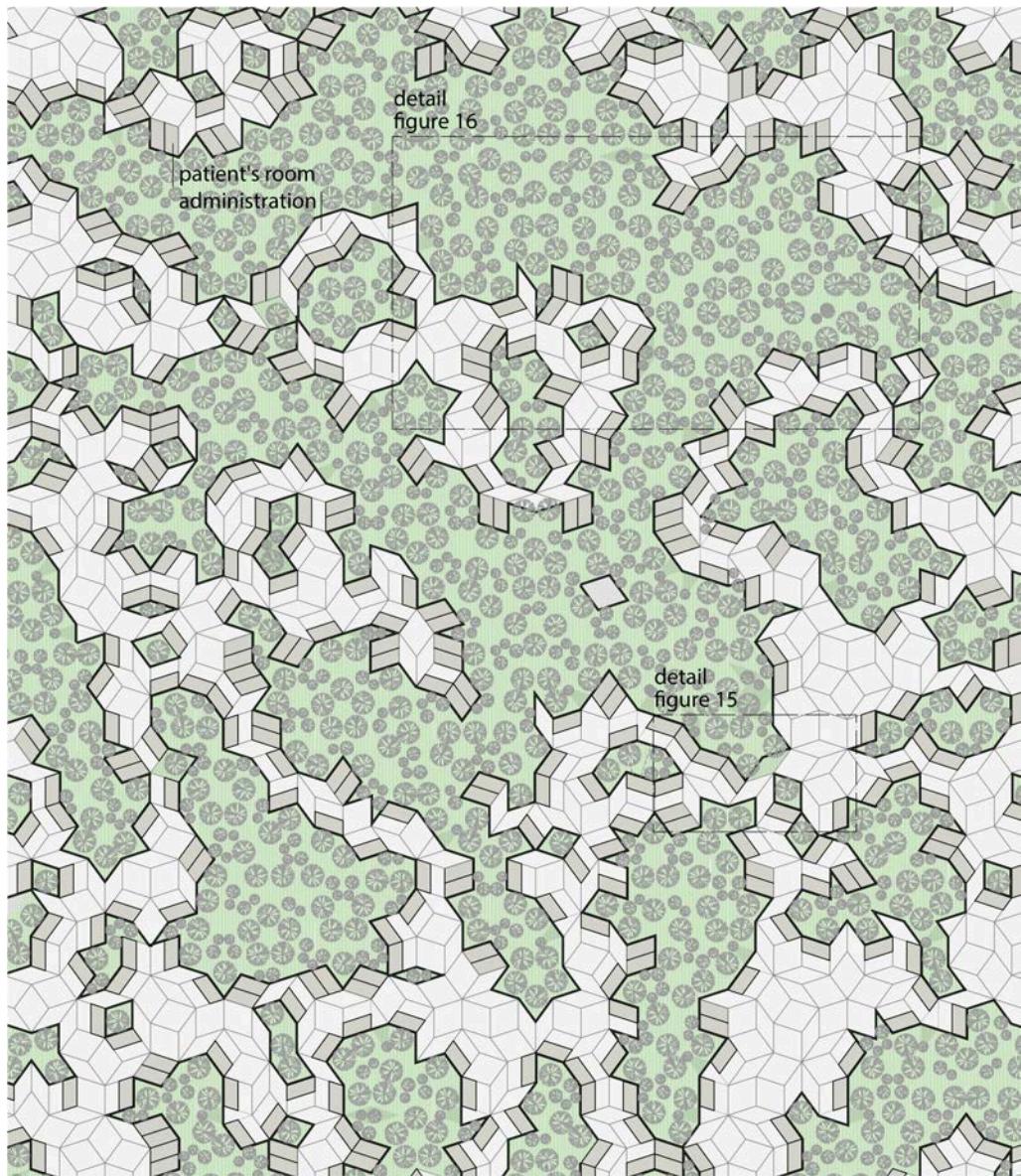




Figure 13
detail of an
generated hospital
layout

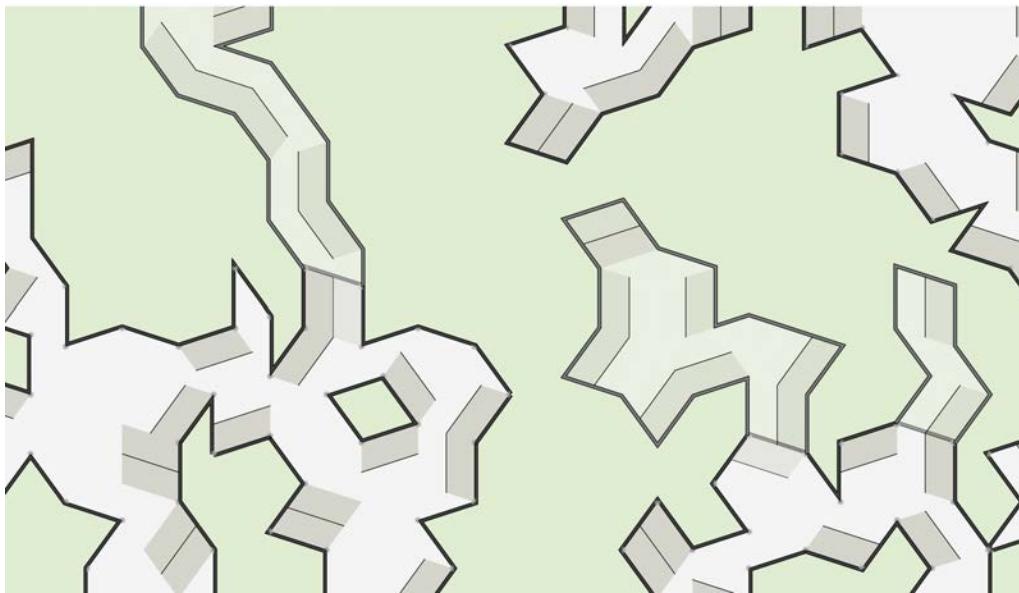


Figure 14
shows possible
extension paths

Surgeries, and all other workrooms that are not necessarily in need of daylight like radiology, as well as serving rooms are situated in the core of the structure (figure 13) Each patient room has its own access to a covered arcade, which could be approached from the hospital's garden. So the patient could welcome visitors from there, advantageously in times of endemics. This would reduce any pathogen load and transmission in hospital rooms itself and could be useful not only for quarantined patients but also for any other, that are not contagious but vulnerable for infection diseases. The pattern growth is controlled in a manner that favors rooms, that are direct accessible from the outside. Spaces that are enclosed by those bounding structures are seemingly arbitrary arranged. But this leads to a situation where serving rooms could easily be adapted to new technologies, medical procedures or other requirements like installing air locks for quarantining air borne transmission of highly infectious pathogens.

Extensibility

As the overall structure consists of many interconnected wings, there are two approaches concerning extensibility in case of a pandemic. One is to see these wings as potential disease wards, with air locks in their connection. These wards could be expanded simply by moving contagious zones and associated locks. Another approach is to extend the structure and build new, temporary wings, respecting the structural pattern rules as seen in figure 14.

CONCLUSIONS

The reader may point out that the missing three-dimensionality, referring to ground-floor reduced plans, is leading to a low density and therefore efficiency of the general design approach. As shown before, we derive an aperiodic pattern from the section of a higher dimensional aperiodic pattern. So if we want to show how this could work in three dimensions, we should use an even higher dimensional structure, which is a prospect of further research. We leave a crystalline growth structure to the reader's

perception.

REFERENCES

- Eglau, K, Fülop, G, Mildschuh, S and Paretta, P 2019, *Österreichischer Strukturplan Gesundheit 2017*, Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz (BMASGK), Vienna
- Owens, N and Stepney, S 2010, 'Investigations of Game of Life Cellular Automata Rules on Penrose Tilings: Lifetime, Ash, and Oscillator Statistics', *J. Cell. Autom.*, 5, pp. 207-225
- Schiff, J. L. 2011, *Cellular Automata: A Discrete View of the World*, John Wiley & Sons
- Wagenaar, C 2006, *The Architecture of Hospitals*, NAI Publishers, Rotterdam
- [1] <https://tartarus.org/~simon/20110412-penrose/penrose.xhtml>

Isolation Rooms

Isolation Rooms

Jehona Gashi¹

¹TU Wien

¹jehoona.g@gmail.com

In the meantime, this pandemic, which we continue to fight, is one that we are adopting the variety of "lessons learned" strategies that will transform the way we plan, design, renovate, and build for the future of the healthcare system. It is important to recognize that "hospitals must first know what they need to be prepared for; which includes both understanding the clinical manifestations of the disease and the ability to make epidemiological predictions. To find solutions to this and future problems, the team of healthcare providers, architects, designers, engineers, medical simulation models, construction experts and the manufacturing industry must come together and look ahead. The flexible spaces will also be a good start for the pandemic response strategy, as they will be part of the planning strategies of all facilities.

Keywords: Pandemic, Hospital, Isolation Raume, Design

INTRODUCTION

As the world slowly adapts to life in a pandemic, architecture is challenged to redesign our spaces while looking forward with optimism to a post-pandemic world. Healthcare facilities play an important role in the main and specific local response to emergencies, such as epidemics of communicable diseases.

Epidemic management strategies should be part of an overall community and health sector response based on the specific circumstances of each hospital. Perhaps this can be addressed in providing more flexibility to accommodate more than one patient in a typical patient room. The psychological impact of all parties involved must be taken into account - consideration must be given to moving away from open care units and enclosing them in "glass bubbles".

A further element expected from this pandemic

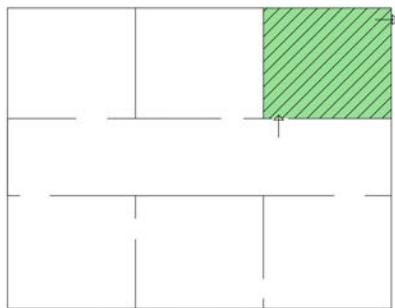
is the concept of more physical barriers between our healthcare workers and the public. A down-side of this "physical barrier" issue is the erosion of the "care-giving" environment that has been a defining aspect of the nursing profession. Innovation will hopefully develop ways to provide these separations with low-volume air screens or other technologies that reduce the number of physical barriers while keeping patients and staff safe. It is increasingly apparent that standard patient rooms in hospitals can be more easily converted into a new type of universal care/ICU room that can be dedicated to treating different visual abilities per floor.

By separating visual acuity by floor, zoning and filtering the room air balance can be implemented much more efficiently and quickly. Isolation rooms in which patients identified as positive cases should be

accommodated. Vacuum air is maintained in these rooms, which is directly extracted and is unmixed with other hospital air. They have an inverted filter system in which the virus is held before it is released into the outside air. The rest of the support system for this unit will have clean and dirty utilities, toilets, food and waste management systems, etc.

CONCEPT DESIGN

In pandemic times, it is known that an area in a hospital must be isolated, as patients diagnosed with infectious diseases must remain in restricted zones. This can best be done close to the emergency room, as the cases to be treated are first brought to the emergency room. The design of a pandemic hospital must include clearly defined types of isolation rooms in its structure, where medical gases play a key role. An HVAC system installed for the isolation rooms ensures complete exhaust air extraction. See figure 1



Isolation rooms. One floor of the stationary rooms can be isolated to convert the entire floor into vacuum isolation rooms with reverse filtration. All patients need to be accommodated in isolation rooms inside an area offering good ventilation. These separate, isolated rooms should work as single patient rooms under strict observation. Quarantine rooms are another type of isolation unit where in each isolation room requires its own dirty utility room, a double

door entry and an autoclave within each room.

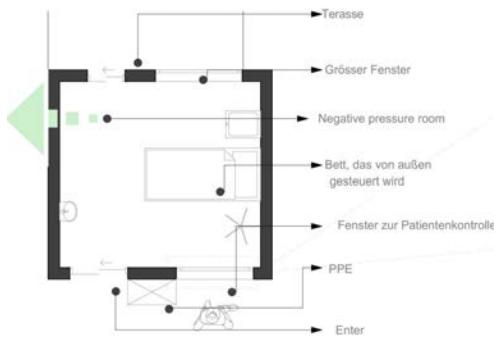


Figure 2
Isolated room and its functions, equipment, changes

Transparent glass. The screening rooms are the main point of contact between healthcare staff and patients. It is necessary to install sanitary walls, doors and floors, the package/delivery of food can be done and handled by robots, compressed air slides, floor carpets must be carefully selected for cleanliness, and much more.

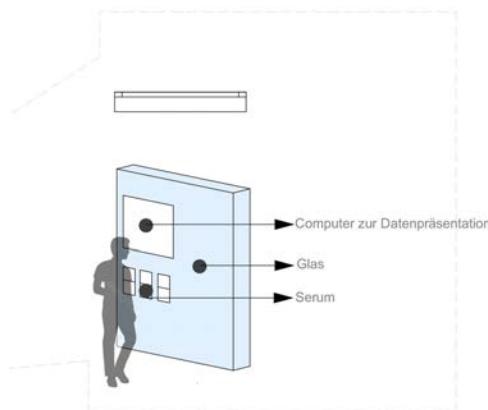


Figure 1
Separation from other spaces

Figure 3
Transparent wall in front of the room, which would enable us to visually control the patient and also to give the necessary serums

These rooms are kept under compressed air, which is directly extracted and must not mix with the rest of

the hospital air. The reduction of infections can be achieved by minimizing the contact areas, the retention of a simple communication structure and space organized.

ARCHITECTURAL DESIGN

Isolation rooms

The concept of isolation or quarantine rooms goes on to identify infected and non-infected patients by placing them in separate rooms. The main challenge that each of us has faced during the pandemic is how to get all the necessary flexibility in hospitals. Hospital rooms that work like isolated rooms with negative pressure are a well-thought-out solution, which you can see just because of their role, in having more light and fresh air with larger size windows. Transparent walls also have a significant role in my concept of ineffective as well because they make it possible to make controls more reliable, safer and more frequent. Keeping patients separated from an infected and uninjected environment remains one of the primary considerations. Reduced patient movement in different areas of the facility has a certain importance in the safety of the staff. Safe staff access during the patient examination procedure can be achieved without physical access through a transparent corridor, where the entrance and exit have special sterilization rooms. The movement of infected persons is reduced by bringing all the necessary equipment to the rooms where they are treated.

The reason why it would be important to have as little contact as possible between the patient and hospital staff is since we know that many of the medical staff have been exposed to the virus from patients during the pandemic, and this simpler and more reliable way for medical examinations would consist of dividing the patient module or patient room into three parts.

- Safe space
- Partially safe space
- Unsafe space

The safe space being an entrance hall, is where the

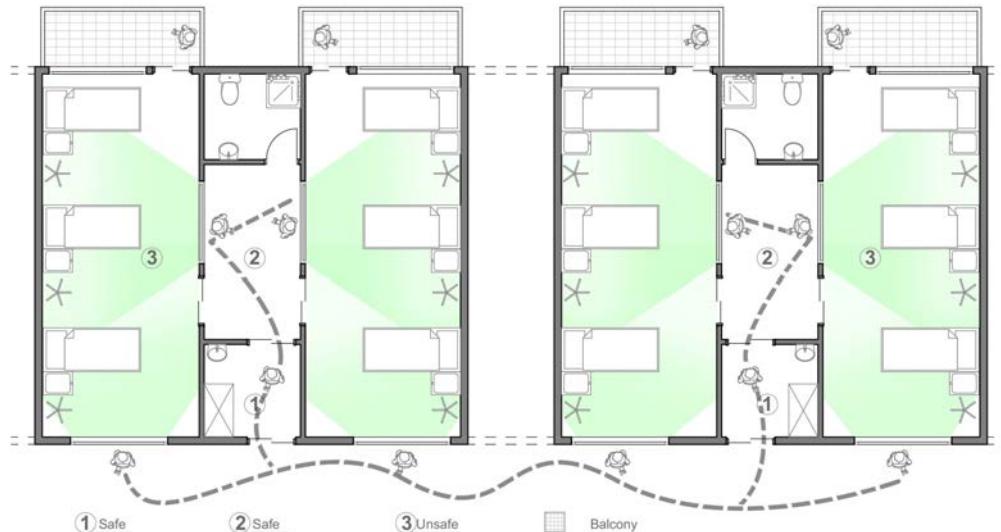
medical staff is fitted with personal protective equipment (PPE), hand cleaning and disinfection, and in the same room, from where they step out of the module or room, they drop the equipment used during the examination in the interior. Such a room operating on positive ventilation. Moreover, the doors in the room were automatically moving.

Partially safe space: in the partly unprotected area, medical staff members can treat patients without having to step into the room at all. The walls are transparent due to large windows, so that they provide a chance to visual examinations of the patients. This concept is since there is minimal contact only when necessary between the patients and the healthcare staff. The semi-secured room will also accommodate the patients' equipment, where the doctor can apply serum to the patients or monitors their condition without any contact.

Unsafe space is the room in which patients are treated. In order for the number of hospital beds to increase, it is necessary to reduce the size of the patient areas. Seeing as all three patients are pandemic affected, it means that they do not pose a direct threat to each other.

For this reason, I suggested rooms with three patients. As the patients had breathing problems during this pandemic, the rooms functioned as negative breathing rooms. This is due to the fact that they receive as much sunlight and clean air as possible, which would be helpful for the patients, as these small rooms and isolated spaces in general would also be harmful for their mental health. The room also has a balcony, so that when the rehabilitation process is underway and the patients who have started to feel better, they have the opportunity to be exposed to the fresh air. Our results strongly show the presence of viral contamination of the environment of patients exposed to COVID-19. In fact, viruses have been found on various objects, these surfaces can be carriers of infection through direct contact. In consequence, these findings inform the contact screening process. Therefore, an important input to the arguments concerning contact screen-

Figure 4
Isolation Room



ing is provided by our results. There are a variety of alternative strategies to screen the patient population in pandemic situations. Under ideal circumstances, infectious patients are treated in infectious isolation in a specialized alternative care facility. Multi-patient room hospitals can separate patient workspaces on separate stories or areas, and some facilities may not be able to accommodate all patients. In such cases, a strategy can be applied to separate non-infectious and infectious patients in the same care unit. *see figure 4*

Provide separate entrances. The entrance into the accommodation facility could be realized by an elevator or a ground-level entrance. Design a separate entrance for all sections of a healthcare facility. Establish more than one entrance so that one elevator can be provided for infectious patients. Separate infectious patients from non-infectious patients, supplies and hospital staff. Elevators with front and rear entrances can facilitate on-stage and off-stage movement and help prevent patients being moved through public spaces.

Ventilate. Ventilation is required on the infected side of the unit and a negative pressure environment is established. In each room, it is possible to install temporary viewing units to provide isolation rooms, or the entire section can be transformed into a negative pressure treatment unit.

Re-dedicate Departments Before utilizing temporary surgery facilities, organizations may consider rededicating rooms for the care of patients with lower visual acuity to beds with hospitalized patients.

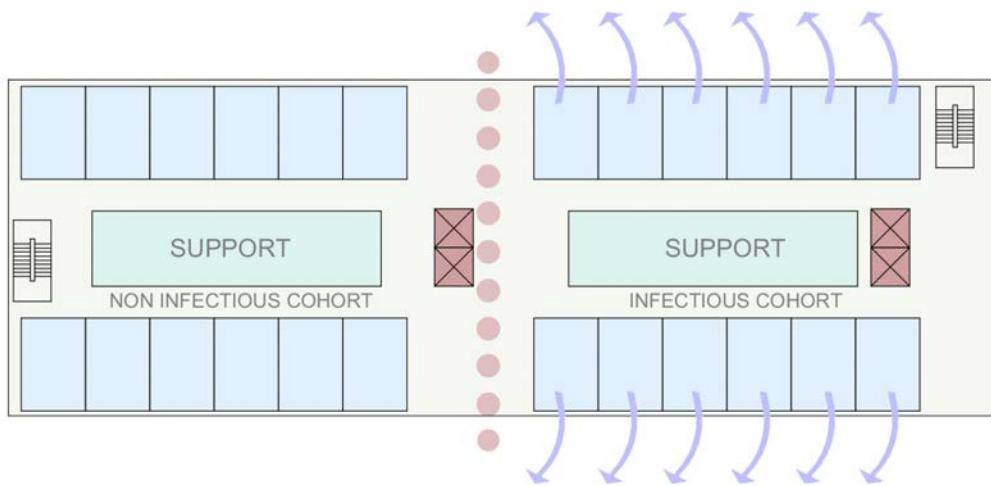
Re-purpose departments

- Rehabilitation Departments
- Perioperative Rooms
- GI Suites
- Infusion Centers

Departments to consider include:-Rehabilitation Departments-Perioperative Rooms-GI Suites-Infusion Centers. These rooms are often equipped with medical gases and emergency power. The hospital's rooms should be reorganized to make more productive use of existing staff, the infrastructure and the support facilities. Insulation rooms perform

Figure 5

Division of spaces between infected and non-infected.



a primary function in the management of the functionally organized and orderly in a pandemic period. Elevators with front and rear entrances can facilitate on-stage and off-stage movement and help prevent patients being moved through public spaces. By this choice it is achieved to be able to manage the spread of the virus in order to protect the staff of health facilities as well as to provide the necessary regular and best care to patients who are identified as positive patients, that is, carriers of the virus.

RELATED WORK

From the perspective of all participants, health care response to a pandemic has become a particularly important consideration or a very current challenge. Since we consider it a very challenging period and situation in so many different areas of human life, and particularly in the architectural environment, on many dimensions the ideas we have generated reflect several concepts of possibilities or simplifications regarding the work and the situation, but are focused mainly on health institutions, being the starting point for control in a pandemic period. Health fa-

cilities have an essential role in the primary and specific local response to emergencies, such as communicable disease epidemics.

Meanwhile, as the entire world gradually prepares for life after a pandemic, it is challenging architecture to redesign the spaces in which we live while looking forward with optimism to the post-pandemic world. The importance of redesigning hospital rooms and controlling infected and uninfected patients. The response of hospitals, continuing care communities, and their designers. When it comes to the healthcare system, which new protocols are going to be implemented in constructed environments to ensure that patients, and their families, healthcare workers and clinicians, continue to stay safe? The identification and rehabilitation from virus patients in isolation rooms is a strategy that involves many challenges however, it leads to success.

Differences in healthcare facility design experienced throughout this period of the pandemic are huge, and it is known that post-pandemic design will continue to be a challenge. While confronting the pandemic we have seen that almost every function has changed its role over this period, every space in

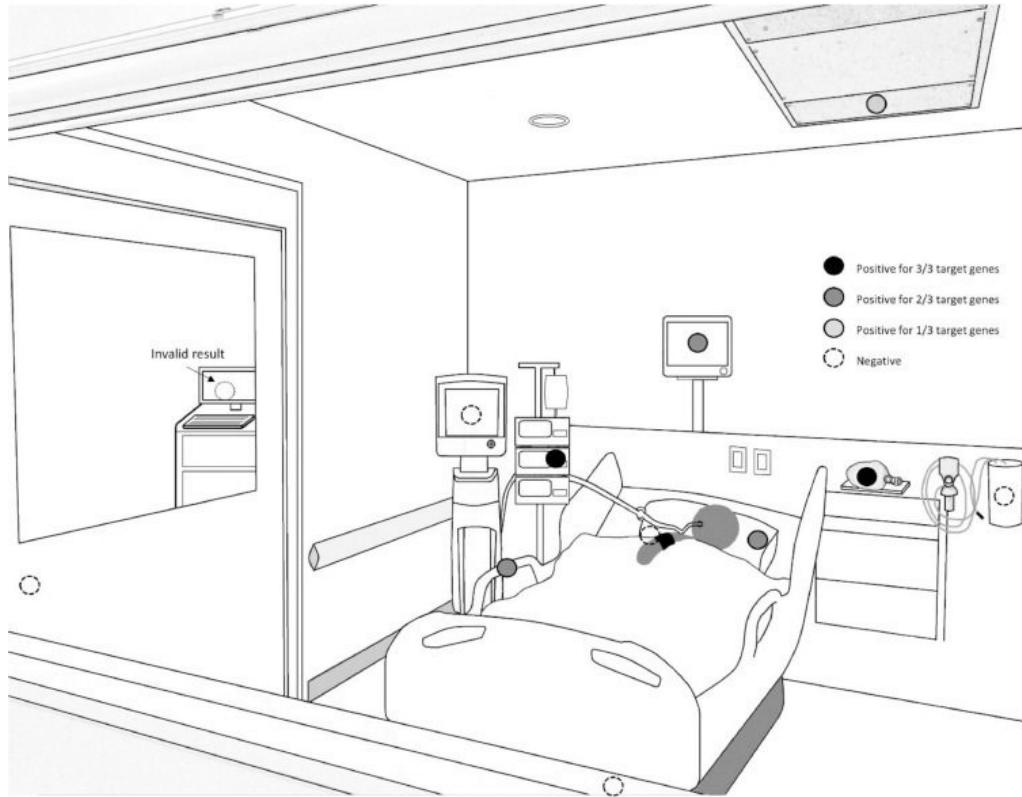


Figure 6
Health facility areas
in times of
pandemic.

these objects has changed accommodating as much as possible to the time that we find ourselves under. Therefore, during the study, I have come across different solutions. While all these have a strong challenge in them, it is not causing us to give up or to make decisions that are inappropriate for pandemic times and temporary decisions. During the study, I have encountered many ideas and concepts that have proposed valid and acceptable solutions. One of these decisions is the isolation rooms during the pandemic, which ensure the non-spread of the virus, the protection of the staff inside the hospital facilities, and the protection and provision of good conditions for the patients who are now identified infected

with the virus. Moving to the right area was challenging for the designers, but also for the staff of the health facilities. Many responsibilities were involved in this, starting from the entrances of the health facilities to the accommodation of the patients that is where the rest of the challenge began with the separation of infected patients and non-infected patients, but with different medical needs, known that health facilities are essential for the health of a community at any time.

By separating the patients into different rooms and making sure that there will be no space available for indoor use. Then comes the question regarding how the isolation room will be organized, how

the daily controls will be carried out, how we will ensure that the virus does not spread and this has been realized through isolation rooms between movable and transparent walls that allow controls at all times without physical contact. As a result, isolation rooms are of considerable importance during this period, since these rooms allow frequent controls and non-physical contact between healthcare facility staff and the patient. This will ensure that the spread of the virus is prevented, since there is a protective corridor in the middle of an isolation room that health facility staff can pass by at the entrance and exit, which is disinfected and reduces any physical contact.

I found some of the common elements of my work or idea in the completed works that have appeared now, were shown successfully during the pandemic period. Access to these elements was easy and quite flexible. The classification of patients and then their accommodation was very important in a number of health facilities in different locations, in particular the room that transformed was a challenge in itself. Although it seems like a small detail in this whole complex system, one of the most important elements i see it because it involves a radical management in the operation and control of the virus within the health facilities.

DISCUSSION

The Pandemic of Covidone-19 is the most critical global healthcare crisis of our time and the biggest challenge we have faced. That said, the pandemic is much more than a health crisis; it is also an unparalleled economic and social crisis. With the potential to have dramatic social, economic and political impacts that will leave deep and long-term marks on each and every country affected, the pandemic is an unforgettable humanitarian crisis. These are enough reasons or outcomes to make any decision as quickly and practically as possible during the pandemic period, however, this will not mean that we have to offer temporary choices. It begins by confronting yourself with questions like what is our personal role in this developing crisis, not only today, but also tomorrow and the day after? It is time to realize that the world we shaped is more malleable than we might normally imagine. Looking to the future, what will this experience mean for our response, for example, to the study of environmental change, the slowly reassuring phenomenon that seems to be predicting this rapidly spreading pandemic?

But on the other hand, it makes me think more about my idea, how much is actually acceptable, how much can actually be applied in reality, if there is an easy access between the patient and the staff, because this is one of the strongest points of my conception, starting from the most important point that health facilities are the ones that are most challenged and from there everything starts and ends. therefore, it deserves the most time and work, starting from caring and facilitating the situation for the medical staff and at the same time fulfilling adequate conditions for patients.

SUMMARY

Healthcare facilities

Designing healthcare facilities comes with a challenge, and particularly when it comes to a pandemic period, the many difficulties we face are closely related and require a response in order to provide facilitation during this period. In this time, we have learned many lessons that need not be followed in the coming years, or that need to be changed in a challenging time for reasons of clarity and ease of use. Admittedly, cooperation between different disciplines in various professions and areas has a major responsibility to make the brightest and most functional choices for a pandemic period.

It is already clear that complex situations bring challenging responses. Considering that, as time goes by, as almost every function in a health care facility changes its function, or adapts in one way or another to the circumstances of the time we are in Choices that offer flexibility during pandemic periods is far more acceptable, while recognizing that the choices offered should be sustainable and not temporary solutions.

While researching and elaborating the basic idea for the design of health care facilities in times of a pandemic, it was necessary to identify infected and non-infected persons, such as the dividing up into different areas and the change of function from hospital rooms to isolation rooms that operate at zero positive air pressure. Isolation rooms provide a high degree of safety for patients and staff to prevent the virus from spreading to other areas. As well as safety, these isolation areas also provide natural ventilating lighting, as pandemics used to provide cleaner air. Hospital areas that are converted into isolated and transparent rooms are all those that have the primary role to play in a difficult pandemic period, while offering long-term stability and option, providing a real function in both pandemic and non-pandemic situations and protecting and simplifying the time and work of healthcare facility staff and post-pandemic patients to be treated after testing for pandemic infection.

There is serious health, social and economic challenges posed by COVID-19, many of which are clearly related to population .More flexibility to accommodate more than one patient in a typical patient room is perhaps one way to reach this goal. Consideration must be given to the impact of all the involved patients on their psychology - moving from open care units and enclosing them in "glass bubbles" is something that needs to be taken into account. A further element that is expected from this pandemic is the principle of more physical barriers between our healthcare workers and the public.

Hospital areas that are converted into isolated and transparent rooms are all those that have the primary role to play in a difficult pandemic period, while offering long-term stability and option, providing a real function in both pandemic and non-pandemic situations and protecting and simplifying the time and work of healthcare facility staff and post-pandemic patients to be treated after testing for pandemic infection.

REFERENCES

- Allen, D. 2020, *Rendering of Emergency Hospital 19*, Courtesy of Filippo Taidelli Architetto
- Coile, R.C. 1990, *The New Medicine: Reshaping Medical Practice and Health Care Management*, Aspen Publishers
- GiovanniLandonia, T.S. December 2020, 'Effects of COVID-19 pandemic on out-of-hospital cardiac arrests: A systematic review', *Valery Likhvantsev*, Pages 241-247
- Glasman, J.G. 2020, *mathematics of the Coronavirus Pandemic and Social Distancing*
- Taylor & Francis Group, T.F. 2021, *RETHINK Design Guide: Architecture for a Post-pandemic World*, RIBA Publishing,
- Hajis, J.N. 2005, *Epidemics and Pandemics their imapct on Human History*, Santa Barbara California
- Hayward, C. 2006, *Healthcare Facility Planning Thinking Strategically*, Health Administration Press,
- Washer MD, L. May 5, 2020, 'How Should U.S. Hospitals Prepare for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)?', *Richard Waldhorn*, Pages 241-247
- Williams, Paul Roger Torrens, S.J. 2002, *Introduction to Health Services*, Delmar Thomson Learning
- Williams, S.J. 2001, *Essentials of Health Services*, Delmar Thomson Learning
- Zuckerman, A.M. 1998, *Healthcare strategic planning approaches for the 21st century*, Health Administration Press
- [1] <https://www.healthaffairs.org/doi/10.1377/hlthaff.2020.00980>
- [2] https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/151281/9789241548939_eng.pdf
- [3] <https://bmcmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12916-020-01781-w>
- [4] https://www.researchgate.net/publication/236145128_Role_of_Hospital_in_Pandemic_Our_Experience
- [5] <https://www.webmd.com/lung/doctor-hospital-visits-not-coronavirus#1>
- [6] <https://jamanetwork.com/channels/health-forum/fullarticle/2763353>
- [7] <https://healthy.kaiserpermanente.org/health-wellness/health-encyclopedia/he.how-hospitals-and-clinics-keep-you-safe-during-the-covid-19-pandemic.acl1455>
- [8] <https://gov.wales/hospital-visiting-during-coronavirus-outbreak-guidance>
- [9] <https://www.procure.com/jobsite/how-the-pandemic-could-change-the-future-design-and-construction-of-hospitals/>
- [10] <https://www.owp.com/covid-19.html>

Die Architektur der Heilung

Warum die Flexibilität von Räumen heilsam ist.

Philine Flraig¹

¹TU Wien

¹e12034938@student.tuwien.ac.at

Das Krankenhaus baut sich auf folgender Grundidee auf: Die Idee der Flexibilität. Der Entwurf soll mit Hilfe einer modularen Bauweise ein Krankenhaus der Zukunft errichten, welches Heilungsprozesse fördert und bei Notzuständen flexibel agieren und intervenieren kann. Was auf den ersten Blick wie ein starrer Skelettbau aussieht, ist ein ummantelter Stahlbau, der viel Flexibilität für die Zukunft gewährt. Der Neubau lässt sich nach dem Baukastenprinzip umbauen. Das Haus kann seine Struktur maßgeblich verändern, indem die Grundfläche erweitert wird. Hauptthemen des zukünftigen Krankenhauses sind das Unterteilen von Behandlungsräumen in Spezialambulanzen, die Möglichkeit des Vernetzens mehrerer Bereiche sowie das Lösen und somit das Ausbauen der Räume zu unabhängig voneinander fungierenden. Der architektonische Ausbau einer modularen Bauweise, die miteinander verknüpft aber auch unabhängig voneinander entwickelt wird ist die Grundvoraussetzung, um die bereits erwähnten Anforderungen an das Krankenhaus der Zukunft erfüllen zu können.

Keywords: vernetzen, lösen, strukturieren, erweitern, umfunktionieren, autonom

EINFÜHRUNG

1. Allgemein



Figure 1

Perspektive Quelle:
Eigene Grafik, 2020

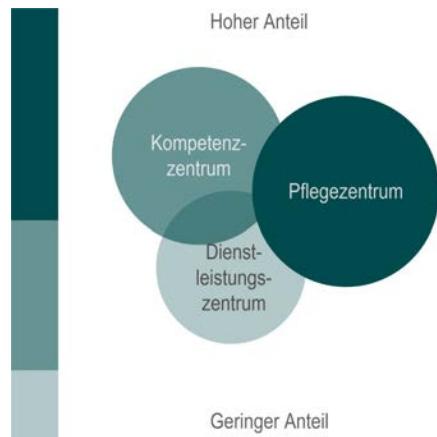
Das **Krankenhaus** versteht man als eine medizinische Institution, welche mit ärztlichen und pflegerischen Leistungen Krankheiten sowie andere

körperliche Verletzungen feststellt, diese behandelt und heilt oder lindert. Um die Kompetenzen, die ein Krankenhaus mit sich bringen muss, nämlich die Gesundheitsversorgung der Patienten, erfüllen zu können, muss es Versorgungsstrukturen geben, die ineinander greifen und miteinander verknüpft sind.

Einflussfaktoren. Ich analysiere die äußeren Einflüsse und Verknüpfungen sowie die internen Aufgabenbereiche eines Krankenhauses. Mit dieser Analyse entwickle ich ein Konzept, welches die Funktionen nach ihren Nutzungen und Abhängigkeiten strukturiert, neu entwickelt und neu ordnet. Das

Ziel dieser Umstrukturierung ist es, ein modulares Bausystem zu entwickeln, welches flexibel bei Notzuständen agieren und intervenieren kann.

Bei der Umstrukturierung des Krankenhauses ist es zunächst wichtig, die unterschiedlichen Einflussfaktoren und deren Wichtigkeiten zu verstehen. Mit dem Einfluss der COVID-19 Pandemie entstehen neue Bedingungen und mit diesen einhergehend neue Einflüsse. Die von außen einwirkenden Einflüssen unterteile ich in vier Hauptthemen: "Infektionsprävention und Kontrolle", "Menschliche Ressourcen", "Versorgungskette" und "Architektur".



1. Die Infektionsprävention und Kontrolle soll im Falle einer Pandemie durch ein Managementsystem für Notfälle in enger Verbindung zu den Gesundheitsbehörden stehen und von diesen mittels einer Frühwarnung auf den aktuellen Stand gebracht werden.
2. Die menschlichen Ressourcen stehen für den allgemeinen Schutz des Personals innerhalb des Krankenhauses sowie die Organisation von externem Personal wie Studenten, freiwillige Helfer oder Pensionierte.
3. Die Versorgungskette ist für die Beschaffung der notwendigen Utensilien eines Krankenhauses zuständig sowie für die Verteilung von Vor-

räten innerhalb des Versorgungsnetzes. D.h. Apotheken und Labore müssen überall gleichmäßig aufgeteilten Vorrat besitzen.

4. Die Architektur soll zum Ziel haben den Heilungsprozess jedes Patienten zu fördern, indem das Krankenhaus effizient aufgebaut ist. Zentrale "Wohlfühlfaktoren" durch Architektur sind bspw. der natürliche Lichteinfall, die Pflanzenreichhaltigkeit, die Außenbereiche sowie die Wahl der Materialien. Effiziente Aspekte sind klare Wegeführungen, Orientierungsklarheit und modulare Bauweisen.

Interne Einflüsse lassen sich in drei Kategorien organisieren: Die Pflegebereiche, die Kompetenzzentren und Dienstleistungen. Die Figure 2 *Zentrale Funktionen* stellt grafisch die Beziehungen der Funktionen und ihren Anteil in einem Krankenhaus dar. Die Voraussetzung für ein funktionierendes Krankenhauskonzept stellt die Verknüpfung des externen Bereiches mit dem internen Bereich dar. Um eine vollständige Betreuung eines Patienten gewährleisten zu können, muss wiederum ein sektorenübergreifendes, vernetztes und in Kategorien eingestuftes Versorgungssystems vorhanden sein. Dies bedeutet, dass eine Primär-, und Notfallversorgung, eine Grund- und Regelversorgung sowie eine Maximalversorgung sichergestellt werden muss. Im Folgenden möchte ich mich auf die interne Struktur des Krankenhauses fokussieren, d.h. die Räumlichkeiten und deren Vernetzungen zueinander. (vgl. Buchquelle:Emergencies Preparedness for Epidemics, WorldHealthOrganization, 2014)

ANALYSE

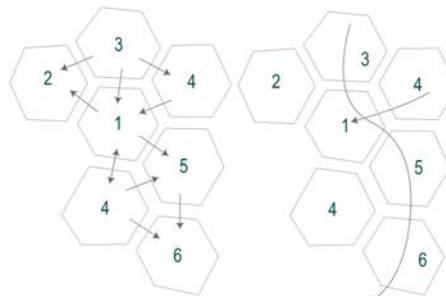
2. Aufbau und Vernetzung

2.1 Aufbau. Hierfür beginne ich mit dem Aufbau. Zunächst ist eine grobe Unterteilung der internen Bereiche in Kompetenzzentren, Dienstleistungen und Pflegebereiche vorgesehen, welche sich ebenfalls in zwei Bereiche aufsplitten lassen: in den Pflegebereich Normal Care (NC) und Low Care (LC). Hier ist die Versorgung der Patienten sowie deren Un-

Figure 2
Zentrale
Funktionen Quelle:
Eigene Grafik, 2020

terbringungen von Wichtigkeit. Die Kompetenzzentren teilen sich in unterschiedliche Fachabteilungen auf, welche mit Aufgaben wie die Aufklärung über Diagnostik sowie über die Therapie versehen sind. Mit ihnen in Verbindung stehend gibt es den Versorgungsbereich, der im Wesentlichen die Logistik und Technik ausmacht. Die Dienstleistungen stellen den letzten Bereich dar, welcher sich um die Abdeckungen betriebswirtschaftlicher Funktionen sowie die Koordination und Organisation äußerer Einflüsse kümmert. Des Weiteren werden die Notaufnahme sowie die zentrale Untersuchung als gesonderte Bereiche innerhalb des Systems aufgeführt. Allgemein beansprucht der Pflegebereiche einen sehr hohen Anteil in Krankenhäusern, darauf folgen die Kompetenzzentren, während das Dienstleistungszentrum den geringsten Teil in einem Hospital ausmacht.

Figure 3
 Vernetzung1.
 Kompetenzzentrum
 2. Technik 3.
 Notaufnahme 4.
 Zentrale
 Untersuchung 5.
 Normal Care-Pflege
 6. Low Care-Pflege
 Quelle: Eigene
 Grafik, 2020



2.2 Vernetzung. Anhand der Unterteilung der Bereiche in untergeordnete Teilbereiche lässt sich ein Netzwerk erstellen, welches die Verbindungen und Abhängigkeiten zueinander erklärt, was in der Figure 3 *Vernetzung* grafisch veranschaulicht ist. Im Folgendem soll dieses näher erläutert werden. Die Notaufnahme und der zentrale Untersuchungsbereich grenzt lediglich an die Technik (Radiologie) und

an ein Kompetenzzentrum an. Das Kompetenzzentrum grenzt immer an die Technik (Radiologie) und die Pflege an. Die NC - Pflege liegt am Kompetenzzentrum und geht über in die LC - Pflege. Dieser Bereich muss nicht mehr in der Nähe des Kompetenzzentrums liegen. Beide Pflegebereiche sollen in Verbindung zum Personal liegen. Hierbei ist zu unterscheiden, dass die LC - Pflege nicht umfänglich vom Personal zugänglich sein muss. Die Patienten, die in der LC - Pflege stationiert sind, befinden sich nicht mehr in einem Zustand, in dem sie die Intensivpflege benötigen.

3. Bereiche und deren Verknüpfungen

3.1 Das Kompetenzzentrum. Der Duden definiert das Kompetenzzentrum wie folgt "unter einem Kompetenzzentrum versteht man die Einrichtung, in der Fachleute in einem bestimmten Aufgabenbereich gemeinsam arbeiten". Im weiteren Verlauf wende ich mich an diese Definition, da sie mir für mein Thema bezüglich des Aufbaus eines Moduls am passendsten erscheint.

Die Kompetenzzentren innerhalb eines Krankenhauses sind nach Behandlungsbereichen unterteilt. Beispiele für Zentren sind das Zentrum für Anästhesiologie und Intensivmedizin, das Zentrum für Innere Medizin oder das Kopf- und Neurozentrum. Aus diesen Bereichen entstehen sogenannte Spezialzentren wie z.B. das Hauttumorzentrum oder das Darmkrebszentrum, die von den Ambulanzen in Spezialambulanzen separiert werden. Die Definition erläutert, dass in den Kompetenzzentren unterschiedliche Behandlungen stattfinden, welche jeweils fachspezifisch aufgeteilt und ebenfalls in Normal- und Spezialbehandlung unterteilt sind. Im Folgenden übertrage ich den Aufbau eines Kompetenzzentrums auf meinen Entwurf, sodass ich auf Basis dessen das Modul entwickeln kann.(Buchquelle: Konrad Duden, 1880, Cornelsen, Duden)

3.2 Zugänge zum Kompetenzzentrum. Zunächst erläutere ich die Durchwegung des Moduls, bei der ein wesentlicher Aspekt die Separierung der Eingangsbereiche in die Notfallaufnahme darstellt

gemeinsam mit der zentralen Untersuchung. Ein Patient, der vorab über die Notaufnahme in das Krankenhaus eingewiesen wird, wird nach der Erstversorgung von der Klinik aufgenommen und auf Basis der Feststellungen der Diagnose im weiteren Verlauf in eine Spezialambulanz überwiesen.

Die Patienten, die über die zentrale Untersuchung im Krankenhaus aufgenommen werden, werden direkt an die Spezialambulanz vermittelt. Nachdem eine erfolgreiche Behandlung stattgefunden hat, soll nun jeder Patient in die Ambulanz aufgenommen werden. Die Ambulanzen müssen so positioniert sein, dass sie mit dem Röntgenraum und Technikraum verknüpft sind. Nach abgeschlossener Aufnahme in den Ambulanzen wird jeder Patient in den Bereich der Normalpflege überwiesen und bei gutem Heilungsprozess in die LC-Pflege, welche mit der Entlassung des Patienten endet.

Wichtig hierbei ist es zu verstehen, dass die Separierung der Eingänge ins Krankenhaus verpflichtend ist, um lebensbedrohlichen Patienten schneller bzw. auf direktem Wege eine Notfallversorgung gewährleisten zu können. Die Separierung der Eingänge sowie der Ablauf eines Patienten durch das Krankenhaus ist in Figure 4 *Durchwegung Patient* aufgezeichnet. Die bauliche Lösung der Eingangssituation hat also zum Vorteil, dass Patienten nach unterschiedlichen Behandlungsstufen und Dringlichkeiten getrennt werden können, wodurch eine Entlastung der Wartezone stattfindet. Wenn Patienten durch mehrere Eingänge ins Krankenhaus geführt werden, „entfällt“ der Haupteingang und kleine Wartezeonen mit anschließender Erstversorgung können entstehen. Außerdem kann dieses architektonische Mittel genutzt werden, um neben den eben aufgeführten Aspekten eine Minderung der Infektionsgefahr zu erzielen.

3.3 Pandemiefall. Die Trennung der Eingangsbereiche ist das erste Mittel für eine strukturierte und organisierte Durchwegung innerhalb des Krankenhauses. Die Eingangsseparierung gewinnt nun mit dem Fall des Ausbruches einer Pandemie an neuer Bedeutung aufgrund von folgender wichtiger

Punkte, die im Falle einer Pandemie passieren:

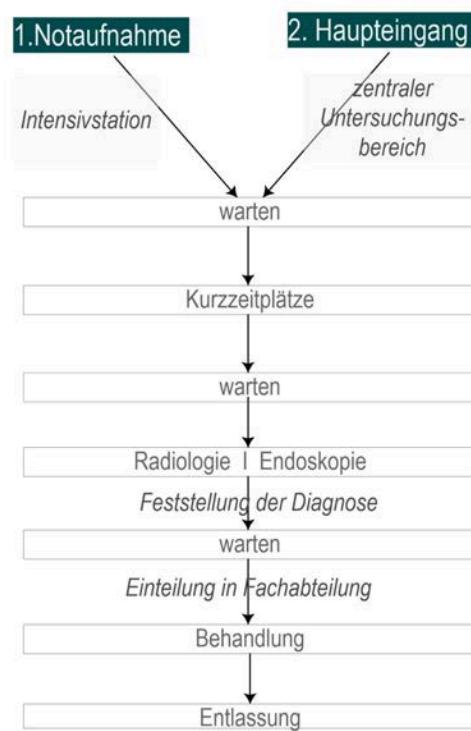


Figure 4
Durchwegung
Patient
Quelle:
Eigene Grafik, 2020

1. Krankenhäuser bekommen in kürzester Zeit einen enormen Zuwachs an Patienten
2. hoch infektiöse Patienten müssen aufgenommen und von anderen Patienten separiert werden
3. Platzschaffung für Notfallsituationen

Das Problem, das mit der Pandemie einhergeht, ist, dass diese Art der Massenerkrankung kein Normalzustand ist und dem nach kein „konstanter“ Bereich für Pandemiepatienten geplant werden soll, sondern mittels flexibler Bauweise Umstrukturierungen der einzelnen Abteilungen sowie Umfunktion-

ierungen einzelner Räume möglich gemacht werden. Wichtig ist, dass das Krankenhaus umstrukturiert werden kann, da eine Pandemie als eine "neu, aber zeitlich begrenzt in Erscheinung tretende, weltweite starke Ausbreitung einer Infektionskrankheit mit hohen Erkrankungszahlen und i.d.R. auch mit schweren Krankheitsverläufen." beschrieben wird. Auf Grund dessen können Aspekte wie Zeitraum, Zeitdauer und Infektionsgrad nicht kalkuliert werden und der Krankheitsfall muss in zukünftigen Krankenhäusern als flexible Bauweise eingeplant werden, also Erweiterungsmöglichkeiten der baulichen Struktur sowie Umfunktionierungsmöglichkeiten innerhalb des Gebäudes. (vgl. Buchquelle: Dr. sc. med. Kiehl, Wolfgang 2015, Infektionsschutz und Infektionsepidemiologie. Fachwörter - Definitionen - Interpretationen., Robert-Koch-Institut, Berlin, ISBN 978-3-89606-258-1, S. 99., letzter Zugriff: 23.11.2015:11)

3.4 Der Pflegebereich. Der Pflegebereich definiert die Pflege und Versorgung der Patienten bis zum Entlassungszeitpunkt und ist in einem Hospital unverzichtbar. Dieser wird in jeder Abteilung benötigt und besteht aus unterschiedlichen Mitarbeitern. An dieser Stelle möchte ich eine grobe Aufführung der Mitarbeiter in einem Krankenhaus auflisten, um die Aufgaben des Pflegepersonals und ihre Abhängigkeiten in einem zukünftigen Krankenhaus erläutern zu können:

- Ärzte (Aufteilung in Chefärzte, Stationsärzte, Assistenzärzte, Fachärzte)
- Pflegepersonal (Krankenpfleger, Gesundheitspfleger, Krankenschwestern, Altenpfleger)
- Psychotherapeuten
- Medizinisch-technische Mitarbeiter (Laborbetreuer, Mitarbeiter für OP-Vorbereitungen)
- Sozialdienst (Personalwesen)
- Weiteres Personal (Küchenpersonal, Reinigungspersonal,...)

3.5 Hauptaufgaben im Pflegebereich. Die Hauptaufgabe des Pflegepersonals liegt darin, den Ablauf und die Organisation im Pflegebereich zu koor-

dinieren. Ärzte werden meistens von mindestens einer Pflegeschwester bei täglicher Visite begleitet, da sie den engsten und häufigsten Kontakt zum Patienten haben, demnach ist es sinnvoll, Personalräume und Pflegebereiche miteinander zu verknüpfen.

3.6 Zugänglichkeiten zum Pflegebereich. Zukünftige Krankenhäuser sollen so gebaut werden, dass das Pflegepersonal umfänglichen Zugang in alle Abteilungen hat. Dabei ist es wichtig, die Wegestrukturen klar zu organisieren sowie die Zugänge des Personals von einer Abteilung in die weiterführende Abteilung möglichst kurz zu halten, um "fließende" Übergänge zu erhalten.

Ein modulares Bausystem sollte dahingehend ausgerichtet werden, dass Pflegebereiche in unmittelbarer Nähe zum Personal liegen, wobei die Normalpflege schneller zu erreichen sein muss als die Low Care Pflege. Außerdem müssen weitere Fachabteilungen auf kurzem Weg erreichbar sein. Der Ausbau mehrerer Personalbereiche hat zum Vorteil, die Aufrechterhaltung von kurzen Wegbeziehungen.

3.7 Pandemiefall. Normalerweise wird der Krankheitsverlauf eines Patienten in vier Etappen unterteilt: Der Patient wird im Krankenhaus aufgenommen, danach wird er auf der Intensivstation behandelt, sodass er im folgenden Schritt auf die Normalstation verlegt werden kann, die mit anschließender Entlassung abschließt.

Patienten, die nun unter einer Pandemieerkrankung wie COVID-19 leiden, erfahren wiederum einen anderen Krankheitsverlauf. Sie werden nach Behandlung auf der Intensivstation direkt entlassen, wodurch die Behandlung der Normalpflege entfällt. Hieraus lässt sich schlussfolgern, dass an einer Pandemie erkrankte Menschen, mehr Platz für Intensivpflege benötigen und der Bereich der Normalpflege demnach kleiner ausfallen kann. Eine Pandemie breite sich jedoch stark, rapide und vor allem unvorhersehbar aus, weshalb es in einem Krankenhaus die Möglichkeit geben muss, in kürzester Zeit genug Platz auf Intensivstationen zu schaffen, die möglichst von Patienten mit anderen

Krankheiten isoliert sind, um die Infektionsgefahr zu vermeiden bzw. diese gar nicht erst zu riskieren.

Ein möglicher Lösungsansatz für die Abschätzung eines Krankenhausbereiches von anderen Bereichen ist es, Krankenhäuser nach modularer Bauweise zu bauen, wobei die Möglichkeit des externen Anbaus als auch die interne Umstrukturierung besteht. Diese Art der Bauweise erlauben flexible Reaktionen auf unterschiedlichste Krankheitssituationen wie eben Pandemien und Epidemien. Diese Art der Krankheiten sind hiernach eingeplant und entsprechend ausgebaut bei Bedarf.

AUFBAU

4. Umstrukturierungsmöglichkeiten

4.1 Allgemeine Aufgabenfelder der Zentren zur Analyse der Raumstruktur. Für die interne Umstrukturierung von Krankenhäusern ist zunächst die Analyse der Abteilungen nach baulichen Zusammensetzungen notwendig, um eventuelle Nutzungsänderungen vornehmen zu können. Hierzu beziehe ich mich erneut auf die drei überbegrifflichen Zentren: Das Dienstleistungszentrum, das Kompetenzzentrum und der Pflegebereich. Zur Vollständigung der Zentren kommt die Technik, die auf jeder Ebene an die Zentren anknüpft.

1. Dienstleistungszentrum als Verwaltungsbereich für Abdeckung und Organisation betriebswirtschaftlicher Funktionen)
2. Pflegebereich zur Unterbringung und Versorgung der Patienten
3. Kompetenzzentrum für Ambulanz (Behandlungsbereich), Diagnostik und Therapie
4. Versorgungsbereiche für Technik und Logistik

Das *Dienstleistungszentrum* steht für die betriebswirtschaftlichen Abläufe und ist dementsprechend für folgende Abwicklungsprozesse zuständig: Es kümmert sich um den Einkauf, das Finanz- und Personalwesen sowie soziale Dienstleistungen, die außerhalb des Krankenhauses organisiert werden müssen wie z.B. Apothekendienste. Des Weiteren werden Abläufe wie Reinigungen, Desinfektion

und Sterilisation kontaminiert und gebrauchter Medizinprodukte vorgenommen sowie Funktionskontrollen. Mit hinzukommend zählt die Technik, die IT - Prozesse und Bauorganisationen leitet und organisiert, jedoch können IT-Abläufe in separaten Räumen abgehalten werden.

Das *Kompetenzzentrum* behandelt und therapiert die Patienten in speziellen Fachabteilungen, die immer mit Röntgengeräten sowie CTs und MRTs verknüpft sind. Unterbringungsräume der Patienten im Pflegebereich sind unterschiedlich organisiert, denn sie variieren nach Bettenanzahl pro Raum, Altersgruppe und Krankheit.

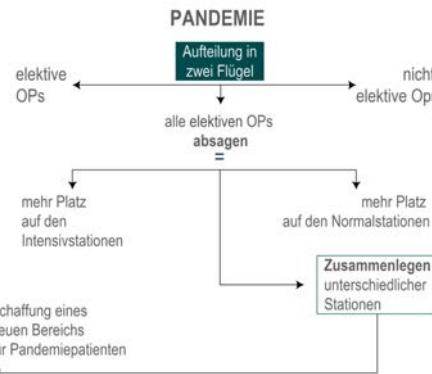


Figure 5
Beispiel
Notaufnahme
Quelle: Eigene
Grafik, 2020

4.2 Flexible und nicht flexible Räume in Krankenhäusern. Nach der vorherigen Analyse des Aufgabenfeldes innerhalb eines Zentrums stellen wir nun fest, dass Pflegebereiche sowie Teile des Dienstleistungszentrums flexibel umfunktioniert werden können.

Beispiel der Umfunktionierung anhand der Notaufnahme. Ich erkläre die Idee der Umfunktionierung von Räumen und mögliche Chancen auf effektivere Heilungsprozesse anhand des Beispiels der Notaufnahme und stelle sie in Figure 5 *Beispiel Notaufnahme* grafisch dar, um nachfolgende Entwurfsideen verständlicher zu machen:

Szenario 1. Behandlung eines jeden Patienten.

Ein Patient wird in der Notaufnahme in einem Operationssaal sofort operiert und unmittelbar danach in den Aufwachraum verlegt. Nach erfolgreicher Operation wird er in der Intensivstation aufgenommen und nach seiner Phase der Genesung auf der Normalstation untergebracht mit anschließender Behandlung in der Normalpflege.

Szenario 2. Innovation - Behandlung nach Prioritäten.

itäten. Ein Patient wird jetzt nicht mehr direkt in der Notaufnahme behandelt, sondern wird vorerst die Dringlichkeit der Operation prognostiziert. Bei der Analysephase werden demnach zwischen elektiven und nicht elektiven Operationen unterschieden, sodass durch Elektionen Intensivstationen und Normalstationen nicht mehr vollständig ausgelastet sind. Demnach ist die Zusammenführung einzelner Kompetenzzentren und die daraus resultierende Platzschaffung neuer Bereiche möglich.(Mündliche Quelle: Laxy, E.: 2020)

4.3 Zusammenführung der Module/Module als eigenständig funktionierender Baukörper. Das oben aufgeführte Beispiel zeigt einen möglichen Lösungsansatz für Raumverknüpfungen sowie Umstrukturierungsmöglichkeiten. Diese Art der internen Umstrukturierung bei Krankenhausläufen bzw. Vorgehensweisen in einem Krankenhaus ist ebenso anwendbar auf bauliche Konstruktionen wie die modulare Bauweise.

Der Absatz 4.1 beschreibt die Aufgabenfelder der Dienstzentren, die uns nun Aufschluss über bewegliche Raumstrukturen geben. Die Räume in den Pflegebereichen sind vollständig umfunktionierungsfähig bis auf Sanitärbereiche, die auf Grund von Ausstattung und Schächten möglichst übereinander, über alle Geschosse hinweg, liegen sollen. Bei den Kompetenzzentren, den Bereichen der Radiologie, ist eine Umstrukturierung nicht möglich, da MRTs und CTs fest positioniert sind. Des Weiteren sind die Notaufnahme und grundsätzlich die Operationssäle schwer umzustrukturieren, da diese Räume hygienisch gehalten werden müssen. Verwaltungsbereiche können umgestaltet werden. Abseits dieser

Räume gibt es immer einen Treppenhauskern sowie einen Bereich der Technik, welcher unflexibel ist.

Das **Ziel des Krankenhausentwurfes** ist es, immer flexibel zu bleiben. Grundrisse werden nach festen Kernen, den Treppenhauskernen, Technikräumen und Sanitärräume sowie flexiblen Modulen entwickelt.

KONZEPT

Was auf den ersten Blick wie ein starrer Skelettbau aussieht, ist ein ummantelter Stahlbau, der viel Flexibilität für die Zukunft gewährt. Der Neubau lässt sich nach dem Baukastenprinzip umbauen. Auf diese Weise kann das Haus seine Struktur vielfältig verändern, indem die Grundfläche erweitert wird. Die Stahltreppen, Fertigteildecken und Skelettmodule werden für den Bau der Module verwendet und können rückgebaut sowie für den geplanten seitlichen Anbau in Krisensituationen genutzt werden. Die Ebenen des Gebäudes weisen eine Abfolge von Fachabteilungen, Pflegeräumen, Treppen und Technikräumen auf, die ich als feste und flexible Kerne unterscheide. Räume können verkleinert bzw. vergrößert und aneinandergereiht werden. Konzeptionell bezieht sich der Entwurf auf das *Zusammenbringen von Räumen*, bei der ungenutzte Flächen oder Räume, Zwischenräume und generell Räume zu einer Einheit verbunden werden.

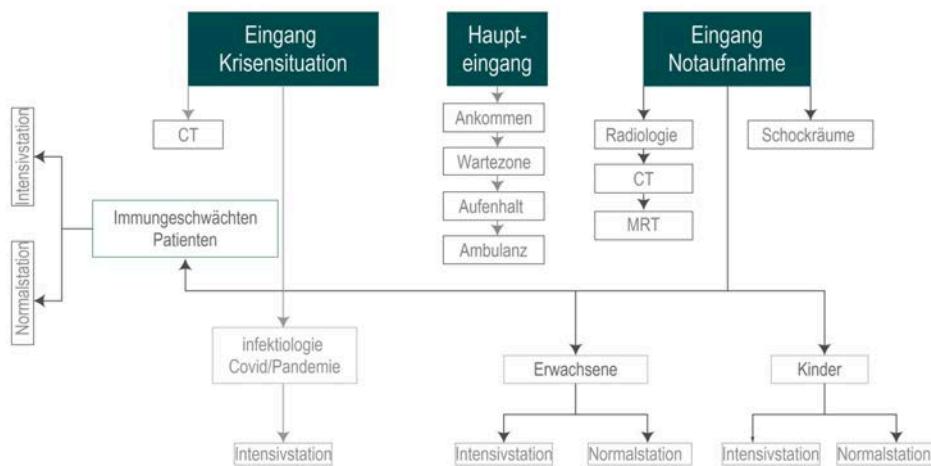
Als Referenzbeispiel meines Entwurfes habe ich das Uniklinikum Eppendorf (UKE) gewählt. (vgl. Internetquelle: <https://www.uke.de/zuletzt> aufgerufen: 08.12.2020)

5. Grundriss

5.1. Erdgeschossaufbau

Im Erdgeschoss befinden sich wiederum das zentrale Untersuchungszentrum, das Dienstleistungszentrum, Kompetenzzentren, mehrere Ankunftszenen und eine separate Notaufnahme. Diese Bereiche sind als Module entworfen, d.h., dass jede Einheit ein eigener, in sich entwickelter Baukasten ist, der über außenliegende Erschließungssysteme, als eine Art "Flur" miteinander verbunden sowie voneinan-

Figure 6
Erdgeschosserschließung
Quelle: Eigene
Grafik, 2020



der abgetrennt werden kann. Die Flure charakterisiert die Stahlskelettbauweise und die flexible Montierbar- und Erweiterungsfähigkeit. Ein Vorteil, der von außerhalb angebrachten Erschließungssystemen ist, die mögliche flexible Zuschaltbarkeit der Module miteinander und ebenso die sich daraus resultierende Abschattung der Module voneinander, da sie als zusätzliches Element des Entwurfes gelten und nicht notwendig für die Erreichbarkeit der Module sind. Ein weiterer wichtiger Vorteil ist, dass die Flure als Schleusen fungieren und dadurch bei Krisensituationen als Faktor zur Reduzierung der Ausbreitungen von Bakterien dienen, damit einhergeht die Vermeidung von Begegnungen der Patienten und Besucher in Gängen. Zusätzliche Gänge sorgen für Verteilungen der Menschen in gemeinschaftlichen Korridoren und verhindern auf diese Weise die problematischen Massenansammlungen. Die hinzukommenden Erschließungen ziehen sich durch den gesamten Krankenhausaufbau über alle Geschosse hindurch.

Die Eingangsbereiche in meinem Konzept sind

in drei Bereiche unterteilt, welche in Figure 6 Erdgeschosserschließung dargestellt sind:

1. Haupteingang
2. Eingang Notaufnahme
3. Eingang Krisensituation

5.2. Heranführung ans Gebäude

Eingänge ins Krankenhaus sind so positioniert, dass sie getrennt und unabhängig voneinander zugänglich sind, das bedeutet, dass jeder Eingang seine eigene Ankunftszone hat, die bereits beim Ankommen auf dem Gelände deutlich markiert ist mittels Ausschilderungen und Wegweisungen. Es ist also nicht möglich von einem Eingang die anderen zu sehen. Ankunftsgebiete erhalten Parkplätze und Vorfahrtssituationen. Außerdem erhält die Notaufnahme einen zusätzlichen Fluglandeplatz. Darüber hinaus soll es einen separaten Baukörper geben, indem im Falle einer Krisensituation eine Teststation mit zusätzlicher Lagerung relevanter Ausrüstung eingerichtet werden kann. Außerdem soll an diesem

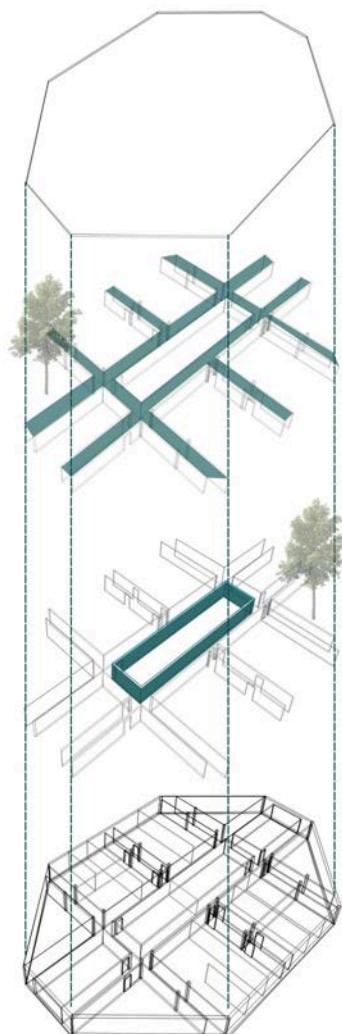
Figure 7
Skelettbauweise
Modul, Quelle:
Eigene Grafik, 2020

Ort die Koordination mit externen Anlaufstellen wie das Gesundheitsministerium, Praxen und weiteren Kliniken stattfinden. Diese Kommunikation soll digitalisiert werden für schnellstmöglichen Austausch und mögliche Frühwarnungen bei Krisensituationen wie Pandemien. Bei "normalem" Betrieb ist hier ein Erholungsraum für Angestellte vorgesehen.

5.3 Ausbau Modul Ankunftsreich

Das Modul der Ankunftsreich wird in den Haupteingang, Hauptanmeldezone, weitere Anmeldungsreiche, Wartezeonen, Rezeption, Aufenthalte, Untersuchung und Gastronomie unterteilt. Die Idee ist es, mittels einer Hauptanmeldezone und weiterer Anmeldungsreiche Patienten durch einen schnelleren Einweisungsprozess zu führen und ihnen erheblich langes Warten zu ersparen. Wartezeonen sollen erweitert und über Aufteilung in unterschiedliche Krankheitsstadien und Krankheitsbilder systematisiert werden, damit im weiteren Verlauf der Einweisung, in die Fachabteilungen Zeit gespart werden kann. Hinzukommend werden die Außenbereiche ebenso in Patientengruppen unterteilt.

Der Eingang *Krisensituation* ist als flexibel zuschaltbar zu verstehen. Bei Bedarf kann er genutzt werden, bei Normalbetrieb stellt er lediglich eine erweiterte Aufenthaltszone dar. Dieses Modul funktioniert in sich unabhängig und kann daher von den anderen Modulen gelöst werden, als spezialisiertes Fachzentrum innerhalb des Gesamtkonzeptes fungieren oder auch als Dienstleistungszentrum für organisatorische Aspekte außerhalb des Krankenhauses dienen. Die detaillierte Ausführung der Eingangssituationen ist in meiner Arbeit nicht aufgeführt, da mein Hauptmerk auf der Ausarbeitung eines Moduls liegt, welches mit seinem Aufbau so flexibel ist, dass es in der Grundfläche erweitert werden kann. Die Erweiterung des Moduls sieht folgendermaßen aus: Orientierte und gezielte Wegsysteme und flexible Raumsysteme. Auf Basis von entwickelten Pflegebereichen und Kompetenzzentren lässt sich darüber hinaus der Ankunftsreich weiterentwickeln.



5.1 Modul

Die Module werden in Form eines Achtecks konzipiert, welche in Pflegefunktion und in Ausbau von Kompetenzzentren unterteilt sind. Hierbei sind zwei Kompetenzzentren jeweils über einen Erschließungskern zugänglich. Zu jedem Pflegemodul gibt es einen Erschließungskern, um unnötige Personenansammlungen in Fluren und Treppenhäusern zu vermeiden. Jedes Modul hat einen festen Kern, in dem Technik- und oder Treppenhäuser untergeordnet sind sowie flexible Räume, die den festen Kern ummanteln. Für die Aufwertung des Gebäudes verfügt jedes Modul über sogenannte "Freiflächen". Diese sind als Dreiecke ausgebildet und können als verglaste Loggien oder Grünzonen gesehen werden, welche für Mitarbeiter, Patienten und Besucher jederzeit zugänglich sind. Module werden über aneinanderreichende Flure miteinander verbunden, die einem klaren Wegsystem folgen. Aufgrund der Aneinanderreihung der Kubaturen werden Außenräume ausgebildet, die in den Erdgeschosszonen als Terrassen, Grünzonen und Sitzbereichen benutzt werden, um den Wohlfühlfaktor der Patienten aufzuwerten und das Klima zu neutralisieren.

Der Entwurf zielt darauf ab, dass es mehrere Aufenthaltszonen gibt, um Patientengruppen voneinander separieren zu können und unterschiedliche Aufenthaltszonen zu bilden. Außerdem werden aus den 2 - 3 geschossigen Bauvolumen proportionierte Abschnitte mit dreieckigen Loggien bzw. Freiflächen ausgespart. Diese Abschnitte bilden als einzige einen Fassadenwechsel, nämlich Glasfassaden, innerhalb des Moduls aus. Grundsätzlich sind die Außenwände als ummantelter Stahlbau konstruiert. Die Anordnung von zwei bis vier- geschossigen Volumen leiten sich aus ihrer jeweiligen Funktion ab, wobei alle Module in der Erdgeschosszone als einheitliche ineinander überleitende Funktion zu verstehen sind.

Neben eines zentralen Dienstleistungszentrum teilt der Erdgeschossgrundriss sich in Ankunftsberiche, welche in Notaufnahme, zentrales Ankommen

und separate Eingänge sowie Warte, Übergangs- und Aufenthaltszonen strukturiert sind, auf. Diese sind so situiert, dass Parkplätze, Auffahrten und Fluglandezonen in unmittelbarer Nähe zueinander liegen. Die Figur 9 *Skelettbauweise Modul* verdeutlicht den Aufbau des Moduls und stellt die 4 Schritte, nämlich *Hülle bauen, Stützen einsetzen, Unterteilung fester Kern und flexibler Raum* und *Wegorganistation* zur Konstruktion eines Moduls dar: Ein Grundgerüst bilden, auf dem Stützen gebaut werden, welche die Räume definieren und zur Halterung flexibler Trennwände fungieren.

5.2 Grundgerüst

Der Grundriss ist ungewöhnlich bzw. neuartig für ein Krankenhausgrundriss - als achteckiger Baukörper mit ausgebildeten Innenhöfen. Höfe werden immer von drei angeordneten Modulen aufgespannt und sitzen außenmittig sowie innenmittig in der Gesamtkubatur. Die Raumtiefen der flexiblen Räume weise eine Tiefe von 4,80m nach, die festen Räume hingegen besitzen eine Tiefe von 4,20m. Flexible Räume können zusammengeschaltet werden, da sie nicht durch Flure voneinander abgetrennt sind. Ein Meter fünfzig breite Flure ummanteln den festen Kern und trennen Räume horizontal voneinander. Die insgesamte Tiefe eines Moduls liegt bei 26,40m, die von einem 1,50m - Stützraster getragen werden. Die Stützen sind 25cm auf 25cm und aus Stahl. Die Stützen schließen einen flexiblen Raum ab und bilden die Flure aus. Die Gebäudehöhe in der Erdgeschosszone beträgt 4 Meter lichte Raumhöhe. Darüberliegende Geschosse besitzen drei Meter lichte Raumhöhen. Die außenliegenden Erschließungen werden mithilfe eines Fachwerksystems konstruiert. Hauptträger sind 25cm auf 25cm und werden über diagonal eingespannte Seilverspannungen ausgesteift. Die Seilverspannungen bestehen aus schmalen Rundstählen. Verziert werden die Rundstählen mit Kletterpflanzen. Module, die Kompetenzzentren als innere Funktion ausbilden sind zweigeschossig, während Pflegezentren drei bis viergeschossig sein können.

Figure 8

Grundrisschema

EG 1. Tagesklinik

2.Technik I Röntgen

I WC 3.Treppenhaus

4.Spezialambulanz

5.Personal

6.Zimmer 7.WC I

Treppenhaus

Quelle: Eigene

Grafik, 2020

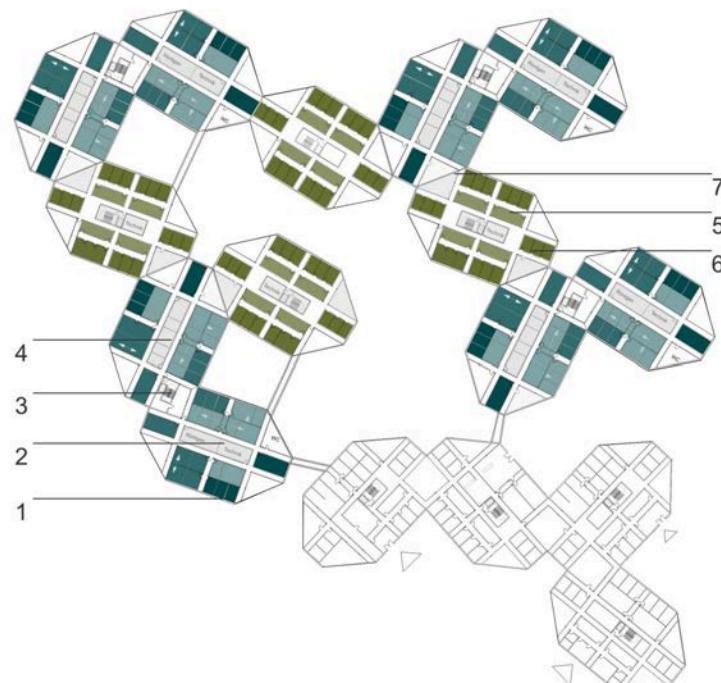


Figure 9

Systemschnitt 1.

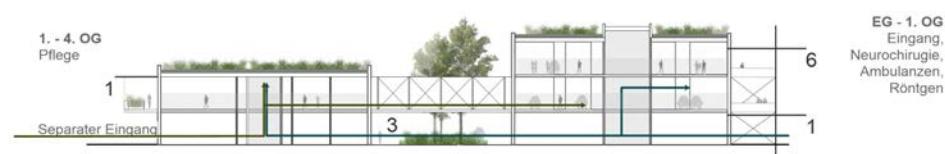
Ambulanz I

Spezialambulanz 3.

Treppenhaus 6.

Zimmer Quelle:

Eigene Grafik, 2020



5.3 Raster

Dem Wechsel der unterschiedlichen Raum- und Volumenproportionen liegt eine streng gerasterte Stahlskelettkonstruktion von 9,00m und 4,80m Achsmaß vor, die eine Raumzelle ausbilden und mittels Fluren voneinander separiert werden. Das Rastermaß 1,50m bildet Flure aus und ist bei der Betrachtung auf Raumstrukturen sehr anpassungsfähig; es erlaubt vielfältige Unterteilungsmöglichkeiten wie Großraumzentren oder kleine Spezialambulanzen. Sechs Raster ergeben eine Raumbreite von 9 m und ermöglichen den Ausbau mehrerer Arbeitsplätze und großräumige Strukturen. Die Entstehung dieses Rasters ist an Bürogebäudegrundrisse orientiert.

5.4 Raumaufteilung

Allgemein kann ein Modul, ausgeschlossen von dem festen Kern, in sechs bis zehn Räume aufgeteilt werden. Die Räume besitzen eine Tiefe von 4,80m oder 9,30m. Hierbei ist wichtig zu erwähnen, dass eine Raumbreite von 9,30m aus zwei Einzelräumen konzipiert ist und ab 6m Raumbreite nicht mehr gut belichtet ist. Vereinzelter Lichteinfall entsteht durch die dreieckförmigen Freiräume, die wie bereits im Abschnitt 5.1 Modul genauer erklärt ist, aus Glasfassaden konstruiert und somit baukonstruktiv offen gebaut sind. Diese Räume sind als Raum in Raum zu verstehen - ein Glaskasten innerhalb eines Moduls. Sie sind so angeordnet, dass flexible Räume teilweise sogar mit natürlichem Lichteinfall belichten werden können. Feste Kerne dagegen benötigen keinen natürlichen Lichteinfall. Die Anordnung der Raumstruktur zielt darauf ab, dass möglichst viele Räume belichtet sind und die Organisation der zugeschalteten Räume immer dahingehend verlagert ist, dass Bereiche mit Anspruch an hohem Lichteinfall möglichst an äußeren Bereichen des Moduls positioniert werden. Anhand der Figure 10 *Modulare Elemente* werden die elementaren Funktionen der Innenraumausbildung eines Moduls veranschaulicht. Im Folgenden werde ich nun die Raumaufteilung des Kompetenzzentrums und des

verschiedenen Raumtypen erläutern.

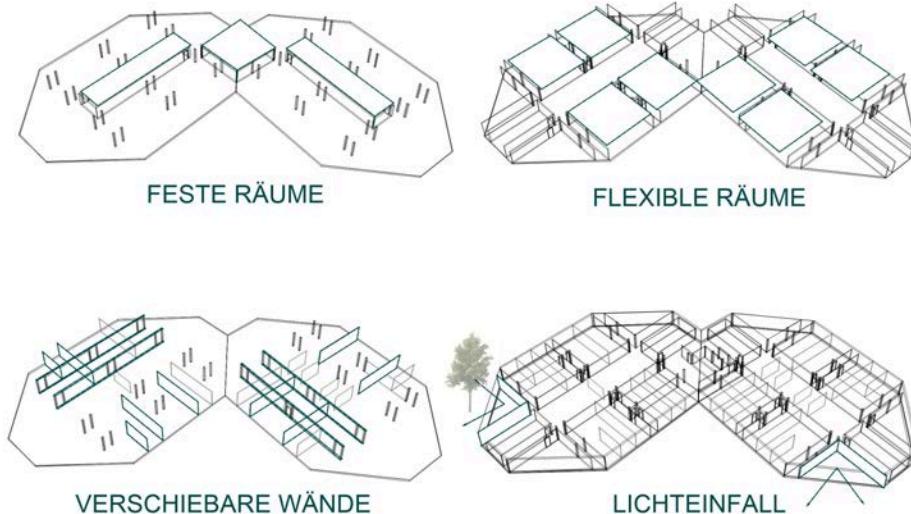


Figure 10
Modulare Elemente,
Quelle: Eigene
Grafik, 2020

Pflegezentrums erklären. Bei der Ausarbeitung der Räume habe ich mich an den BP Simulator gewendet. Dieser kalkuliert die Notwendigkeit und Häufigkeit einzelner Räume innerhalb eines Moduls bzw. des gesamten Konzeptes.

Die Simulation zeigte mir die Relation von Pflegezentrum und Kompetenzzentrum. Aus diesem Grund bin ich auf das Verhältnis 2:1 gekommen, sprich ein zwei Kompetenzzentren verknüpfen einen Pflegebereich, weil das Kompetenzzentrum mehr Räume ausbilden muss und breiter gefächert ist, d.h. es befinden sich mehrere Spezialambulanzen und Ambulanzen innerhalb eines Moduls, die eventuell größere Raumflächen beanspruchen. Pflegezentren hingegen benötigen ausschließlich den Bereich der Pflege und den Bereich des Personals sowie kleine Aufenthaltszonen für Besucher. Die Patientenpflege erstreckt sich jedoch über einen längeren Zeitraum hinweg, weshalb es notwendig ist allgemein mehr Pflegemodule als Kompetenzmodule auszubilden. Daher ist die Geschossaufteilung der Pflegemodule in drei bis vier Geschosse und der Kompetenzzentren in bis zu zwei Geschosse entstanden. (vgl. Internetquelle: <https://www.bpsimulator.com>, zuletzt aufgerufen: 04.12.20)

Figure 11
Perspektive
Krankenhaus,
Quelle: Eigene
Grafik, 2020



5.4.1 Modul Kompetenzzentrum. Das Kompetenzzentrum wird aus zwei aneinander gereihten Modulen konstruiert, die durch den Erschließungskern miteinander verbunden sind. In den festen Kernen öffnen sich Bereiche für Technik, Radiologie, MRT und CT. Die flexiblen Räume splitten sich in Ambulanzen, Spezialambulanzen, Tageskliniken, Kinderambulanzen und Erwachsenenambulanzen auf. Der feste Kern muss zentral angeordnet sein, weil die sich dort befindenden Räume immer mit Ambulanzen verbunden sein müssen. Das Zuschalten des zentralen Kerns mit den flexiblen Räumen ist wesentlich für die Funktionalität des Kompetenzzentrums. Erweiterungen der Grundfläche eines Raums von knapp 45qm auf 90qm ist wichtig, damit in Krisensituationen die Möglichkeit besteht Fachabteilungen zusammenzuschließen, Patienten nach Ansteckungsgefahr zu unterteilen und so große Räume für Patientengruppen mit hoher Infektionsgefahr von anderen Gruppen abzuschotten.

5.4.2 Modul Pflegezentrum. Das Pflegezentrum hat seinen Erschließungskern mit einem Technikraum mittig innerhalb des Moduls angeordnet und wird von Personalräumen ummantelt. Diese sind 9m breit und 3m tief und werden von den Patien-

tenzimmern über einen 1,50m breiten Flur abgetrennt. Die Zimmer der Patienten lassen sich zu Mehrbettzimmern und Einzelbettzimmern zusammenmischen. Ein Mehrbettzimmer ist mit 4,80m und 3,00m 14,40qm groß und kann mit zwei Patienten belegt werden. Drei Zimmer erhalten zwei Sanitärräume. Alle Patientenzimmer sind mit ihren Betten zur Außenwand ausgerichtet, damit die Patienten von viel natürlichem Lichteinfall profitieren, da der Heilungsprozess eines Patienten neben organisatorischen Prozessen, Behandlungen und baulicher Struktur auch von Wohlbefinden und Atmosphäre abhängig ist. Pfleger und Pflegerinnen können auf Grund der Lage der Personalräume immer in die Patientenzimmer reinschauen und schon von außen sehen, ob ein Patient Hilfe benötigt.

6. AUSBLICK

Dennoch ist es schwierig diesen Entwurf zu generalisieren, da mir für eine detailliertere Ausarbeitung eine ausschlaggebende Quelle fehlt, die mir einen Einblick in den Krankenhausablauf bezüglich der Fachpersonalanzahl, dem Umfang an zu behandelnden Patienten, Besuchern und weiteren Dienstleistungen gibt. Beispielsweise eine verifizierbare Quelle könnte eine Kooperation mit einem Krankenhaus sein bzw. dem Manager, um gemeinsam auf wirtschaftliche, medizinische und architektonische Komponenten eingehen zu können. In meiner Arbeit habe ich probiert mich an das UKE in Hamburg zu orientieren, bin mir dennoch darüber bewusst, dass auf Grund der bereits erwähnten Faktoren mein Konzept sich größtenteils auf den architektonischen Faktor, nämlich ein flexibles Grundgerüst zu bauen bezieht, bei dem die anderen Faktoren lediglich oberflächlich angeschnitten wurden. Dennoch bin ich meinem Hauptziel, einen Entwurf eines Krankenhauses, mit dem besonderen Merkmal: in Krisensituationen flexibel reagieren zu können, zu konstruiert, nähergekommen. Des Weiteren habe ich mich bei meinen Größenangaben in Bezug auf Innenräume und Innenraumausstattungen, auf Grund von Zeitmangel, nicht auf Details spezialisiert, da

ich es als wichtiger empfand eine Idee eines allgemein in sich funktionierenden Krankenhauses zu veranschaulichen. Als Hilfe für die Anzahl und Anordnung der Module wählte ich den BP Simulator, mit dem ich grob kalkulieren konnte, wie hoch der Anteil der Pflegebereiche im Verhältnis zu den Behandlungsräumen sein muss und hiermit einschließend wie Räume zueinander positioniert sein müssen, um reibungslose Abläufe zu ermöglichen sowie kurze und schnelle Wege zu gewährleisten. Außerdem ermittelte ich wie oft es Behandlungs- und Pflegeräume geben muss, um in keine Engpässe zu geraten. Ich spielte die Simulation mit zwei Beispielen durch: Zum einem mit einer bestimmten Anzahl von Patienten, die konstant bleibt innerhalb eines Zeitraums und zum anderen mit einer nicht konstanten Patientenanzahl, sondern einem rasanten Zuwachs an Patienten, die gesondert behandelt werden müssen, auf Grund eines infektiösen Krankheitsbildes. Die Simulation hat mir geholfen einen groben Überblick zu bekommen, jedoch ist die Kalkulation nicht fundiert hinterlegt.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Abschließend kann man sagen, dass ich mit meiner Arbeit ein Krankenhauskonzept entworfen habe, welches Module aufzeigt, die flexibel erweitert und umstrukturiert werden können. Jedes Modul ist als unabhängig und veränderbar zu verstehen und kann auf unterschiedliche Krankheitsbilder, Pandemien und andere Krisensituationen angepasst werden.

REFERENCES

- Duden, Konrad (eds) 1880, *Duden*, Cornelsen, Berlin
Dr. sc. med. Kiehl, Wolfgang 2015, *Infektionsschutz und Infektionsepidemiologie. Fachwörter – Definitionen – Interpretationen.*, Robert-Koch-Institut, Berlin
Preparedness, Emergencies 2014, *Hospital Preparedness for Epidemics*, WorldHealthOrganization, Schweiz
[1] <https://www.bpsimulator.com/zuletzt aufgerufen:04.12.20>
[2] <https://www.uke.de/,zuletzt aufgerufen:08.12.2020>
[3] MuendlicheQuelle:Laxy,E.2020,Hamburg.

Sicherer Besuch

Patientenbesuch ohne das Krankenhaus zu betreten

Kseniya Skop¹

¹TU Wien

¹e1611391@student.tuwien.ac.at

Als Ziel der vorliegenden Arbeit wurde die Gestaltung des sicheren Besuchs eines Krankenhauses gesetzt. Die Begegnung zwischen PatientInnen und BesucherInnen ist heutzutage für beide Seiten gefährlich. Für infektiöse PatientInnen ist ein Treffen mit Verwandten gar nicht möglich. Daher kann das Zusammensein nur in gesicherten Besuchszenen möglich sein, welche in jedem Krankenhaus vorgesehen sein müssen. Die bestehenden Krankenhäuser können mit diesen Voraussetzungen ausgebaut werden.

Keywords: Sichere Besuchszone, Balkon, Brücke, Fluchtweg, Zusätzlicher Raum

EINFÜHRUNG

Hauptziel des Projektes ist Besucherräume so zu gestalten, dass Besucher das Krankenhaus nicht betreten müssen, um das Ansteckrisiko für Personal, Besucher und Patienten zu minimieren. Dieses Problem kann durch die Gestaltung der Freilufthalle und gesicherter Besuchszenen gelöst werden.

Gesicherte Besuchszenen sind für schwer kranke Patienten vorgesehen. Die Freilufthalle ist ein Treffpunkt im Freien für mobile Patienten und Besucher.

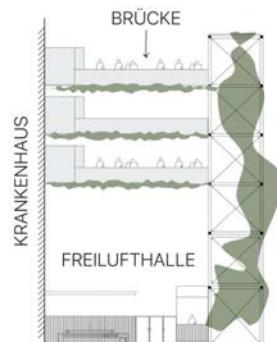
Auf ein knapp 19-mal höheres Risiko einer Indoor-Transmission, verglichen mit dem Übertragungsrisiko im Freien, kamen japanische Wissenschaftler. Sogenannte Superspread-Ereignisse, bei denen eine Person mindestens drei weitere infiziert, waren im geschlossenen Umfeld sogar 33-mal wahrscheinlicher [1].

Freilufthalle kann in der Zeit der Pandemie schnell in einen geschlossenen Raum für zusätzliche Bettplätze verwandelt werden.

Figure 1
Konzept
(Seitenansicht)
[eigene Grafik]

KONZEPT

Gesicherte Besuchszenen sind verglaste Balkone, wohin nur der Eintritt von außen möglich ist, bzw. nur für Besucher. Der Patient soll den Balkon nur in Notfällen benutzen. Die Besucher kommen über die Brücke zu den Balkonen. (siehe Figur 1).



SIMULATION: BEWEGUNGSMUSTER

Bewegungsmuster heute:

1. BesucherInnen, PatientInnen/Kranke, Personal kommen heutzutage alle zusammen durch einen Eingang in das Krankenhaus.
2. Im Krankenhaus befinden sie sich im geschlossenen Raum.
3. BesucherInnen und PatientInnen haben direkten Kontakt.
4. Menschenströme vermischen sich.

Alternatives Bewegungsmuster:

1. Ein eigener Eingang für BesucherInnen.
2. Eintrittsmöglichkeit nur für Besucher mit Zutritterlaubnis (Schlüssel, Karte, App).
3. BesucherInnen bewegen sich nur im Freien.
4. Patient und Besucher haben keinen direkten Kontakt.
5. Besucher bewegen sich nur in eine Richtung (vom Eingang zum Ausgang) (siehe Figur 2).

SIMULATION: FLUCHTWEG

Fluchtweg heute:

1. Laut Sicherheitsvorschriften

Alternativer Fluchtweg:

1. Laut Sicherheitsvorschriften
2. Zusätzlicher Fluchtweg über die Brücke. PatientInnen können das Krankenhaus entweder selbstständig über die Brücken und vertikale Entschließungen verlassen, oder von den Brücken vom Rettungsdienst evakuiert werden. (siehe Figur 3).

Figure 2

Simulation 1:
Bewegungsmuster
im Krankenhaus
[eigene Grafik]

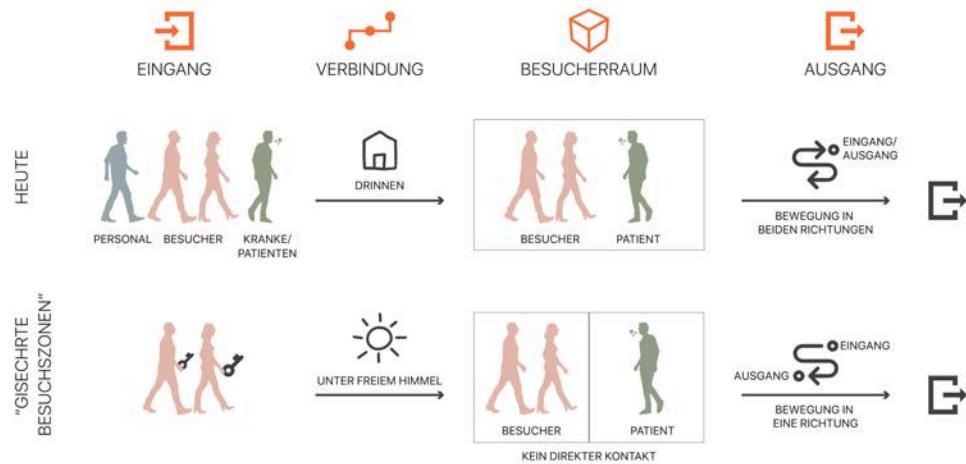
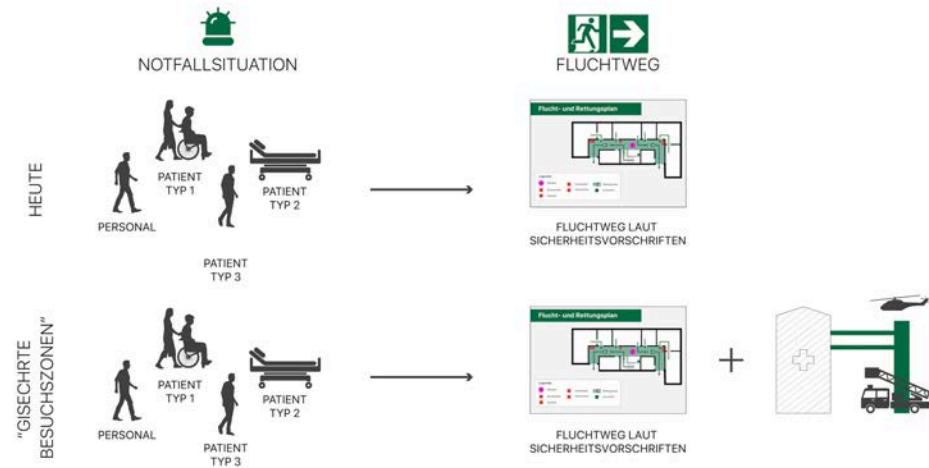


Figure 3

Simulation 2:
Fluchtweg [eigene
Grafik]



PATIENTEN GRUPPEN

Die PatientInnen werden in zwei Gruppen geteilt: infektiöse und nicht-infektiöse PatientInnen.

Infektiöse PatientInnen dürfen das Zimmer nicht verlassen, weswegen bei 100% der Zimmer gesicherte Besuchszenen (verglaste Balkone) vorgesehen sind. Alle Zimmer verfügen über einen Balkon, der aber nicht unbedingt mit dem Treppenhaus verbunden sein muss.

Für immobile nicht-infektiöse Patienten sind ebenso gesicherte Besuchszenen vorgesehen.

Für mobile PatientInnen steht die Freilufthalle zur Verfügung.

METALL KONSTRUKTION - VERTIKALE ENTSCHEIßUNG

Ungefähr 12 Meter vom Krankenhaus entfernt steht eine Metallkonstruktion, die eine wichtige Rolle der vertikalen Entschließung (weiteres Treppenhaus) spielt.

Das Metallgerüst besteht aus quadratischen, weiß lackierten Modulen mit einer Höhe von 3,60 mx 3,60 mx 3 m Höhe. Diese Dimensionen sind angenehme Größenverhältnisse für Menschen und schaffen ein Gefühl von bewohnbarem Raum.

Die Konstruktion dient als:

1. "Stiegenhaus" für Besucher
2. Zusätzlicher Fluchtweg
3. Stütze für Kletterpflanzen

METALLKONSTRUKTION IN CAMPUS DE BELVAL

Eine ähnliche Metall-Konstruktion ist im Campus der Universität Luxemburg zu finden. Der Campus der Fakultät für Naturwissenschaften der Universität Luxemburg wurde auf einem ehemaligen Industriegelände in Esch-sur-Alzette erbaut.

Fünf Bauwerke, deren Position am Rande des Geländes den Grundriss des Campus vervollständigt und dessen Eingänge umrahmt, bieten öffentliche Räume in Stockwerken, deren Höhe der auf 12 m erhöhten Betonsockel der Hochöfen entspricht.

Durch ihre Ausrichtung, ihren Standort und ihre Beziehungskraft konzentrieren diese öffentlichen Belvedere-Kioske Aktivitäten und Flüsse auf dem Campus.

Die dreidimensionalen Strukturen sind windgeschützt und werden als öffentliche Wintergärten betrachtet. Sie bieten Platz für Projektionsräume, einen zentralen Garten, Räume zum Spazierengehen, Entspannen und Diskutieren oder zum Sport [2].

BESUCHSZONEN

PatientInnenzimmer und Treppenhaus sind durch Brücken verbunden. Gesicherte Besuchszenen sind verglaste Balkone, wohin der Eintritt für BesucherInnen nur von außen möglich ist. PatientInnen können die Balkone nur im Notfall betreten. (siehe Figur 5).

Patient und Besucher haben keinen direkten Kontakt. Kommunikation wird durch eine Gegensprecheanlage geführt. VoiceBridge ist in diesem Fall die optimale Kommunikationshilfe für hohe Sprachverständlichkeit. [3].

Zimmer mit Balkonen, die mit dem Treppenhaus verbunden sind, befinden sich auf einer Seite der Fassade. (siehe Figur 4).



Figure 4
Anteil von
gesicherten
Besuchszenen und
Balkonen [eigene
Grafik]

Diese Lösung erlaubt die Konstruktion des Treppenhauses zu verkürzen, was im Hinblick auf die Kosten eine wichtige Rolle spielt.

Um die Zahl der Brücken zu reduzieren, führt eine Brücke zu 2-3 Balkonen, bzw. sicheren Besuchszenen (siehe Figur 6).

Figure 5
Schematische
Darstellung:
Krankenhaus -
Brücke -
Treppenhaus
[eigene Grafik]

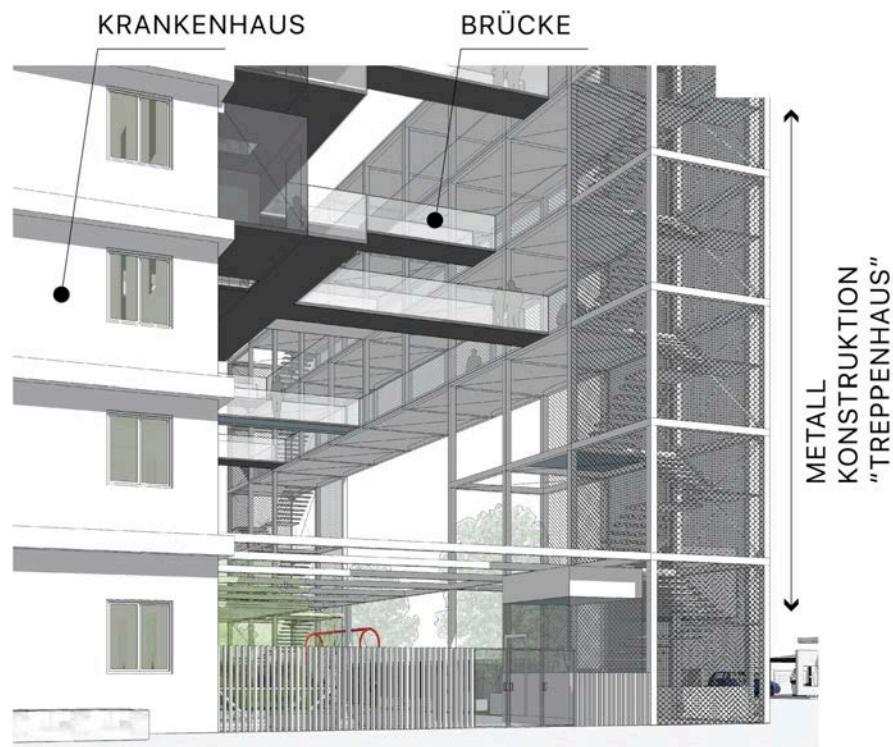
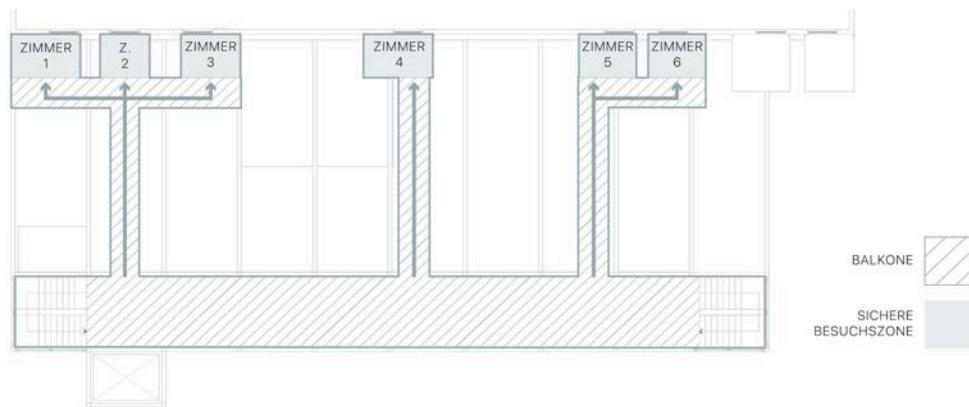


Figure 6
Brücken zu den
sicheren
Besuchszenen
[eigene Grafik]



FREILUFTHALLE

Im Freien ist das SARS-CoV-2-Infektionsrisiko um ein vielfaches geringer, bestätigt eine Metaanalyse von zwölf internationalen Studien. In fünf Studien betrug der Anteil der Transmissionen, die mutmaßlich draußen stattgefunden hatten, weniger als zehn Prozent. Eine Studie beziffert das Risiko einer Infektion im Freien als knapp 19-mal niedriger als innerhalb geschlossener Räume. [4]

In dem Raum zwischen Krankenhaus und Metallkonstruktion (unter den Brücken) entsteht eine Freilufthalle - die als Besucherraum für nicht schwer kranke und nicht infektiöse Patient dient (siehe Figur 7).



Zugang zu diesem Bereich haben nur BesucherInnen von PatientInnen, die einen speziellen "Schlüssel" haben. Dieser Schlüssel kann in Form einer Karte oder App sein.

Die PatientInnen benutzen nur den direkten Ausgang aus dem Krankenhaus.

FREILUFTHALLE WÄHREND DER PANDEMIE

Insgesamt gibt es in Österreich laut Gesundheitsministerium - abseits von Privatspitätern - 44.183 Spitalsbetten, davon 2.451 Betten in Intensivüberwachungs- und Intensivbehandlungseinheiten. Die Auslastung der Spitalsbetten sei in den vergangenen Jahren nie über 82 Prozent gelegen, aber in den Grippemonaten Februar und März immer höher als in den restlichen Monaten.

Im Falle eines massiven Anstiegs der Zahl der Erkrankten greift der Influenza-Pandemieplan. Der allerdings ist 14 Jahre alt.

Betten aufzustocken sei im Notfall möglich, hänge dann aber von "der Infektionsrate unter unseren Mitarbeitern oder auch bei den Partnerfirmen (für notwendige Servicearbeiten etc.) ab", sagt Pressesprecher Reinhard Marczik. Am Landeskrankenhaus Hartberg mussten wegen der Infektion einer Mitarbeiterin bereits geplante Operationen verschoben werden. [5]

Während der Pandemie, wenn ein Mangel an Krankenbetten entsteht, kann die Freilufthalle schnell in einen geschlossenen Raum verwandelt werden. Zwischen Krankenhaus und Metallkonstruktion gibt es Balken, die für die Montage der Panellen. Alle notwendigen technischen Geräte (wie z.B. Gasrohre) werden vorgesehen und unter den Brücken und Balken versteckt. (siehe Figur 9).

Alle Elementen auf dem Teretorium dieser Besuchszone sind leicht transportierbar: Pflanzen befinden sich in Betten, Sitzgelegenheiten aus leichten Materialien.

Als Ergebnis entstehen zusätzlich 450m² des geschlossenen Raumes (siehe Figur 8).



Alle neuen Räume sind mit Tageslicht beleuchtet, durch Dach- und Wandfenster.

Figure 7
Schematische
Darstellung:
Freilufthalle [eigene
Grafik]

Figure 8
Schematische
Darstellung:
Innenraum [eigene
Grafik]

Figure 9
Schematische
Darstellung:
Freilufthalle/Raum
für zusätzliche
Bettplätze [eigene
Grafik]



Das Tragsystem wird in Form von Stahl-Leichtbau erfüllt. Der Stahl-Leichtbau bietet immer dann besonders wirtschaftliche Lösungen, wenn schnelle, schlanke sowie sehr leichte Bauweisen mit üblichen Spannweiten und normaler bis erhöhter bauphysikalischer Leistungsfähigkeit (z. B. Nicht-brennbarkeit) oder Erdbebensicherheit gefordert sind. [6]

Zusammenfassung

Die vorgeschlagene Lösung ist nicht nur für neue Krankenhäuser möglich, sondern kann auch bei existierenden Gebäuden implementiert werden.

Ein sicherer Besuch des Krankenhauses ist durch die Gestaltung spezieller Konstruktionen möglich. Die vorgeschlagene Lösung bietet auch andere Vorteile, wie z.B. zusätzliche Fluchtwege, Beschattung, leichter Umbau im Fall einer Pandemie.

ge-Gegensprechanlage::2986.html?MODsid=94db36a20869473d122afc4d792c4f34

[4] <https://www.springermedizin.de/covid-19/infektionserkrankungen-in-der-hausarztpraxis/neue-coronastudien/18126192>

[5] <https://www.addendum.org/coronavirus/wie-gut-ist-oesterreich-vorbereitet/>

[6] https://www.stahl-online.de/wp-content/uploads/2019/08/D551_Stahlleichtbau.pdf



Figure 10
Schematische
Darstellung:
Axonometrie
[eigene Grafik]

REFERENCES

- [1] <https://www.springermedizin.de/sars-cov/epidemiologie-und-hygiene/corona-wie-hoch-ist-die-ansteckungsgefahr-im-freien-/18666446>
- [2] https://www.archdaily.com/911967/campus-de-belval-inessa-hansch-architecte?ad_medium=gallery
- [3] <https://www.lautsprecher-onlineshop.de/VoiceBrid>

An Adjustable Entrance for Hospitals

Architectural Design

Rinor Ahmetaj¹

¹TU Wien

¹rinor.ahmetaj@gmail.com

The health care system's response to COVID-19 clarifies that hospitals worldwide are not adequately prepared to handle pandemics. Pandemics spread fast and wide, which leads to patients overflowing hospitals, staff getting infected, and hospitals running out of capacity. In an attempt to stop this, we have seen many inhumane regulations in almost all countries that have been affected (e.g., People not being able to see their relatives for the last time). Can we, as architects, do something to improve the situation? Using architectural skills, one can create a design that can separate the users at the entrance and, at the same time, protect the staff from being infected.

Keywords: COVID-19, Hospitals for pandemics, Architecture

INTRODUCTION

The COVID-19 pandemic has got the health care system around the world on strings. The lack of preparations has led to huge problems for public health, food systems and the world of work according to World Health Organization. The main problem is the overflowing of the hospitals from the patients, due to the rapid spread of the virus, which then leads to hospitals running out of capacity and the staff getting infected. Health and social systems across the globe are struggling to cope with these conditions. What were the first steps taken by most of the countries towards these global problems? If we analyze the situation, we see that the most of the countries have established temporary field hospitals as a response. For Example China build an emergency hospital to treat Wuhan coronavirus patients in just 10 days. Other states including Austria transformed large exhibition halls into temporary hospitals to treat the pa-

tients. Which looks like the most logical thing to do when you see things can get out of control quickly and there is no preparations for these kind of situations. Other steps are a number of inhumane regulations. In almost all countries affected by the COVID-19 pandemic, being present to say goodbye to dying patients was only allowed in exceptional circumstances. Prohibiting relatives' presence in these situations causes much heartache and a sense of a guild. So the idea of the design is to create something permanent which could work as a prevention space.

- First, we take a look at the concept idea. (Section 2, Concept)
- Second, we explain the process of architectural design. (Section 3, Architectural Design)
- Then, we will take a look at the related work. (Section 3, Related work)
- Finally, we will discuss the importance of the idea. (Section 4, Conclusion)

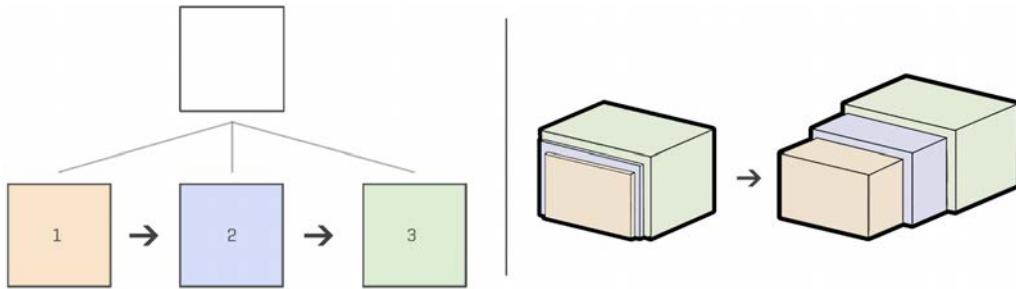


Figure 1
Left: Entrance division | Right: The extension of the entrance.

CONCEPT

Several global measures have been taken to slow the virus's transmission and prevent related illnesses and deaths. These measures include the following: Personal standards aim to limit the person-to-person spread, protect individuals and their contacts. Physical and social distancing measures in public spaces prevent transmission between infected individuals and those who are not infected. Movement measures aim to prevent the introduction and limit the virus's movement from one area to another. Special protection measures aim to protect special populations and vulnerable groups (WHO, 2020). Considering all the actions that have been taken so far, we still haven't achieved the desired results. The idea is to design something that could have a direct impact on today's situation. We consider the importance of patient separation (infectious/non-infectious), and the idea is to design an entrance to separate the users before they get into the hospital. This design should be something practical that doesn't require much space and adjustable for every hospital entrance. The concept is based on three areas with different functions (See Figure 1 - Left side). The first space will have the role of a disinfection tunnel, where people will walk into a "pressured chamber" and a disinfection procedure will initiate. Purifying liquid will be sprayed onto the body of the user. This sanitization process will eliminate the virus on the surface of the user (body parts, clothes, etc.) before the user moves to the second area. The second space will be the information area, where the user will meet a hospital employee or

use a machine to give and get the required information. The third space is where the user will get the required equipment (suit) before entering the hospital. So this project will work as a prevention space to try to divide the infected and non-infected persons and at the same time keep the process of visiting alive. The entrance is going to be very simple and practical. At first sight, it will look like a standard hospital platform before the gate. When needed, it will extend like a camera lens, and it will be divided into three spaces (the three areas that we mentioned earlier) (See Figure 1 - Right side). We have to deal with three categories of users. First is the staff, which generally will use their separate entrance to enter the hospital. The second user is the person that has symptoms and is seeking help, and the third one is the non-infected user that comes to visit or for other reasons (see Figure 2). So we divide the people with symptoms and without symptoms at the entrance in order to avoid contact as the first step. So we duplicate the three mentioned spaces for these two types of users, practically creating two symmetric entrances (See Figure 2). In the next section, we explain these ideas in more detail and show some plans, views, and sections. Then in section 3, we will discuss more the related work and inspirations about this concept.

ARCHITECTURAL DESIGN

The first thing I needed to do before I began sketching. I looked at how much space there is and how much space we need. As an example, I took the Vi-

Figure 2
User division
(infected/non-infected).

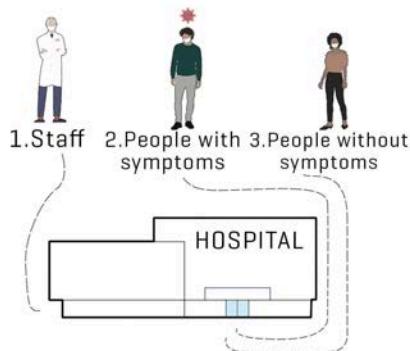
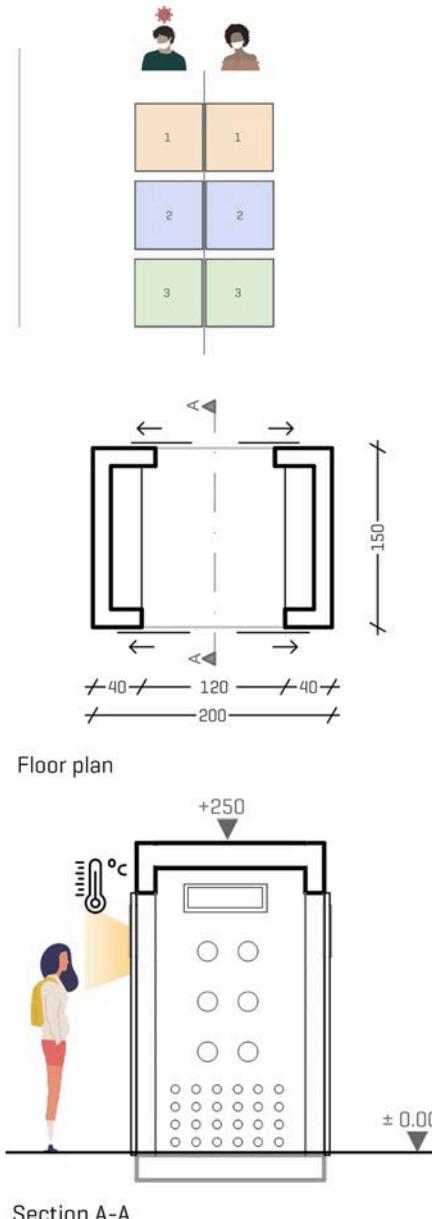


Figure 3
First space -
Disinfection area,
floor plan and
section.

enna hospitals (AKH and Kaiser-Franz-Joseph-Spital). In front of both hospitals, we have considerable space before the entrance. Therefore the installation of our adjustable entrance could not pose any problem, because it's not going to be very big. AKH has a platform in front of the entry, which is nearly 300m². That platform could be removed, or we could put our design beneath it. Either way could be the right solution. The first space is the disinfection area (see Figure 3). This area will serve as a sanitization tunnel and will not require much space. Its role will be of great importance. The entry door will be a temperature sensor (thermometer), which will measure the person's temperature standing in front of it. High temperature is an early symptom of the disease. Even though Temperature screening alone is not the most effective way to stop international spread according to WHO, at the exit or entry, the door will open after passing the temperature detection, and the person can walk into this "pressured chamber." A disinfection procedure will initiate. This procedure will eliminate the virus only on the user's surface (clothes, body, etc.). The user will be ready to proceed to the next space.



Between the first and the second space, there will be a 1m distance space. This space is like a waiting area. If someone from a different household is still getting information, the other user can wait and respect the social distance measure. The second space will be like an information area. The user will give or get the required documents before entering the hospital (see Figure 4). This area will be bigger than the first one. We will have machines where the user can register or get information about the departments or updates on both sides. If the person is not a tech person or doesn't want to do that by himself, there will also be a hospital worker with a small helping desk who will assist them. Even a tiny waiting area on the right side between two machines, in case there is more than one person. After the user has got the correct information and registered, he/she is ready to move to the third space. What's the importance of this area? We have seen many examples during these pandemics, where countries have used digital data collection to their advantage. Personal data of visitors has been used to contact tracing and other response measures during the coronavirus outbreak. Singapore has been one of these countries that have used technology in their favor during this pandemic. The government of Singapore has progressively built up digital infrastructure and engineering capabilities. These enabled them to respond decisively and swiftly to the COVID-19 outbreak with a suite of digital tools to help disseminate timely and accurate information to Singaporeans (GovTech Singapore, 2020). According to Prime Minister Lee Hsien Loong, technology has been at the forefront of Singapore's response to COVID-19. Tracking cases, analyzing data, ensuring compliance with stay-at-home notices, and contact tracing. All these actions made Singapore a success story all over the world. So the aim was practically the same collect data for every user, track contacts, and use it as a response in this situation. Based on a recent OECD study (Organization for Economic Co-operation and Development), digitization has played a crucial role in emergency response to COVID-19. Many cities pushed to "systematize the

use of smart city tools more permanently." (Eileen Yu, 2020).

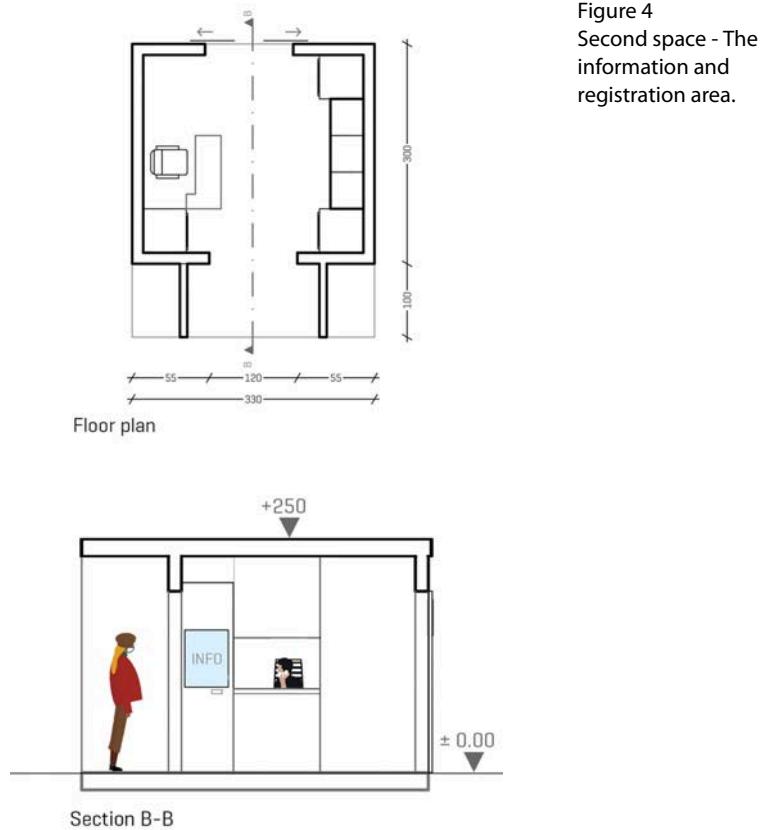


Figure 4
Second space - The information and registration area.

The third space will be known as the equipment area, where the user will get the required equipment before entering the hospital (see Figure 5). According to WHO, the equipment needed is a Medical mask preferable to have before entering the first space. Then protective glasses or face shield. Particulate respirator in some cases. Gloves are preferable to be nitrile, latex, or PVC. Apron, disposable comfortable to wear.

Figure 5
Third space - The equipment area.

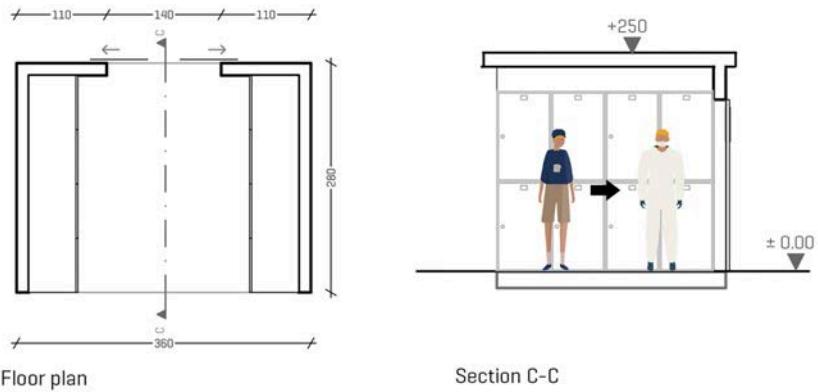
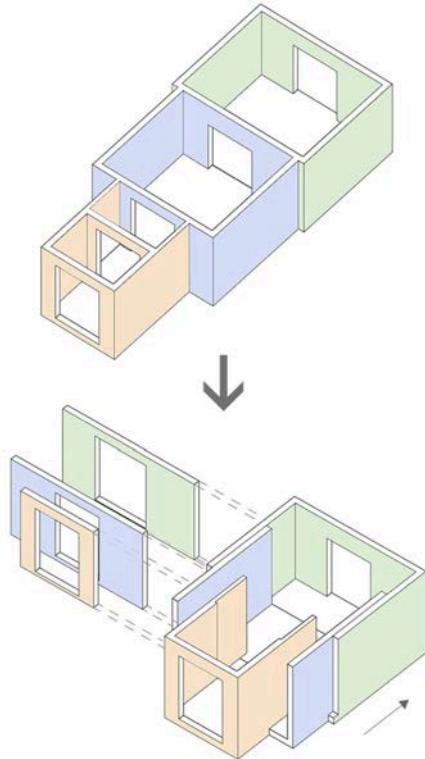
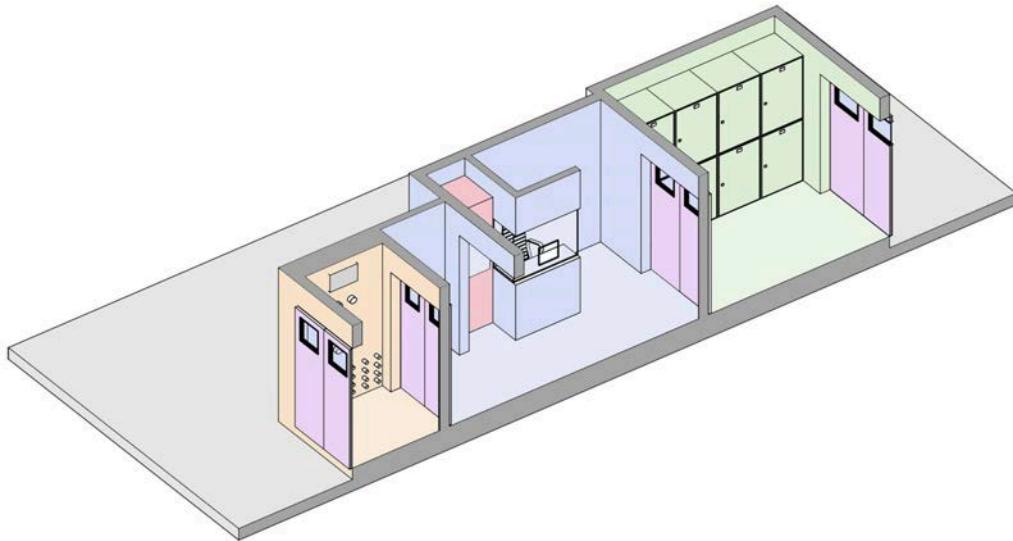


Figure 6
How the spaces fold.



Single-use and resistant to water and disinfectant. Gown, isolation can be Single-use but in some cases also reusable. Very important for critical zones of the hospital (WHO, 2020). This space will have a vital role because it's like a prevention area. This area is significant for the visiting side because they will move inside the hospital corridors. Therefore, it will keep them from being infected or infect someone. This part is also essential for the hospital staff, which will be more protected when they'll be in direct contact with the patients and visitors. Two hospital workers will be there to assist anyone entering this area. On both sides will be cabinets, so you will get the required equipment, and you're ready to go. I mentioned earlier that the entrance should be practical and straightforward. The design should be adjustable for every entrance. The concept is inspired by works like the nesting tables or camera lens. Something that extends but also can fold on different occasions (See Figure 6). The best way to demonstrate how these spaces intersect is a 3d section (see Figure 7). The first space, named "the pressured chamber" is linked with the second space, known as the "information area," through that 1m distance space. Looking at the axonometric section, we can see that the process is straightforward.

Figure 7
Adjustable entrance
- 3D Axonometric
section.



The person goes through the first area where a disinfection process occurs. Then the user can wait in the space between the first space and the second space. In the second area, we see the helping desk and one of the machines. The user can get information from one of these two sources. Once again, the sliding gates move towards the third zone. In the third area, as far as equipment is ready, the process is very simple. The three areas that I explained will be duplicated so that we can have two different entries. These two entrances will help to divide the people with symptoms and without symptoms. The division brings us closer to our goal, which may lower the number of infections and provide more protection for the hospital staff.

The perspective view shows an example of how this entrance would look (see Figure 8). In red, we have the door for the people with symptoms, and in blue, the entrance for the people without symptoms. The people will see the signs at the top of the gate, so it will be simple to know where to be directed. On both sides, there will be sensors at the entrance that will measure the person's temperature.

Because the temperature is one of the first signs after getting infected with the coronavirus, if the temperature is high, the red entrance door will open so the user can proceed. But he/she will also be asked for other symptoms because the increased temperature isn't always the indication. After this process, the user can proceed. The blue entrance will be for the persons without symptoms, including the visitors. Also, something that is very important is the exit area. I think that area would have to be separated from the entrance, to avoid contact between the people. Dividing the potential infectious people from the non-infectious is the primary process. The division of the users is one of the first steps towards prevention and protection. Even though the idea is still bold and more details could be added in the future, this still stands as an idea that could directly affect the situation. If the design could improve or other things can be added or changed, it could be a potential future work. We learned a couple of things during the pandemic, and our strength lies in the hands of the community. Everybody has to step up to the plate to make this work.

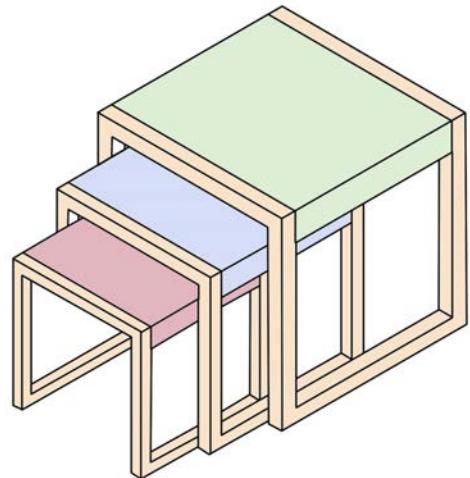
Figure 8
Divided entrances -
Perspective view.



Figure 9
Nesting Tables.

RELATED WORK

Every architectural project is derived from a concept. "A concept is an idea, thought, or notion that forms the backbone and foundation of a design project" (Archisoup, 2020). Creating and developing an architectural concept needs inspiration. This section will highlight the work that ties with my project or somehow inspired me during the design. The concept design is based on three simple spaces that connect into one. These spaces will have the option to extend and fold in order to make this design practical and adjustable. The inspiration came from simple designs like the nesting tables (See Figure 9), which most of us have seen in our homes. The nesting tables were first manufactured at the end of the 18th Century by Thomas Sheraton, the British cabinetmaker. The nesting tables were composed of three to four tables. They were made to fit under each other (LA Times, 1986).



It meant that a group of tables would take the same

space as a single table. In the eighteenth century, the furniture was placed close to the wall and moved to a suitable location when used (LA Times, 1986). Another similar work is the musical instrument Accordion, also known as armonica from the Italian language. Accordions are a family of musical instruments shaped like a box, colloquially referred to as a squeezebox (Musopen,2020)(See Figure 10). So the concept is similar to the nesting tables. The instrument is played by compressing or expanding the bellows. The box-shaped instrument folds and unfolds based on instruction and coordination. Another example is the camera lens extension tubes (See Figure 11). The extension tubes function by increasing the extension of your lenses. An extension tube is a hollow, light-tight tube that adapts between your lens and camera holder. It moves your lens further out of the camera and the item forward closer to the subject. (Digital Photography School, 2012). These examples inspired me during my concept. The way how these things extend and fold based on demand gave me the idea of how the adjustable entrance should work.

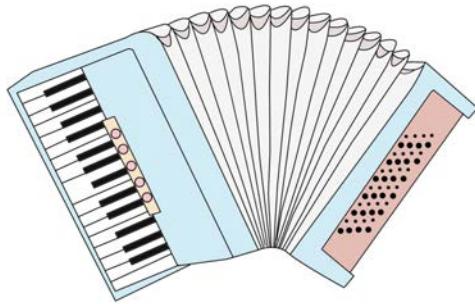
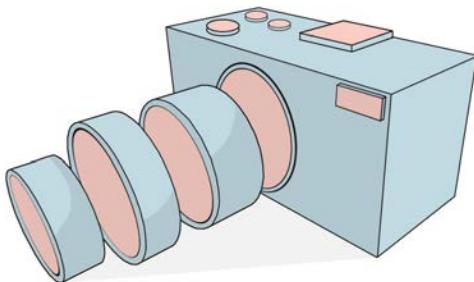


Figure 11
Camera lens extension tubes.



Disinfectant tunnels and disinfectant spraying are some of the current tools that are being used to respond to the coronavirus outbreak. The first space of my design that I named the “pressured chamber” is an inspiration from these disinfection tunnels that are already up and running at various places worldwide. The goal of these tools is to decontaminate the exterior clothing and skin of the general public to reduce the spread of the virus. Chinese cities were the first to roll out these disinfectant tunnels (See Figure 12). “Many disinfectants are capable of killing off 99.9% of germs, which is another way of saying that none are 100% effective. Most disinfectants only last for 24 hours, meaning frequent reapplication is necessary.” (Business Insider, 2020). According to Mark Tucker, the Chief Scientific Officer of Decon7 Systems, “The coronavirus tends not to last very long outdoors anyway. The most effective disinfectant processes tend to be something that’s done indoor”. This finding was the main reason why I designed my disinfectant space indoors as part of the entrance. In this case, it would be more effective than the disinfection tunnels that are in the open. In my opinion, designs and tools like these could significantly impact the prevention of the virus. The design surely could improve in the future and raise its capacities. About that, I would like to explain more in the conclusion section.

Figure 10
The instrument Accordion.

Figure 12
Disinfection tunnel.



CONCLUSION

Depending on the current global situation, we picked up the challenges we face, particularly in the health-care system. First, we examined the issues caused by the COVID-19 outbreak. The lack of preparation and innovative design in today's hospital made the situation more severe. The project gives an alternative to prevent the coronavirus from spreading in the hospital area. The idea was to design an adjustable entrance as a permanent design. The design is adjustable for every hospital entrance. This design's main objective is to separate the people with and without symptoms before entering the hospital. The division gives us the opportunity to protect the people and the hospital staff at the same time. Also, keep the hospital visits flowing to respond to the inhumane measurements taken worldwide because we can't allow fundamental human rights to be violated. People have the right to see their loved ones for the

last time. The design consists of three spaces with three different purposes. These areas are combined to facilitate access to the hospital. From the disinfection area to the information area and then the equipment area, users get all the preparations before entering the hospital. Architectural designs like this one can improve and simplify the hospital preparations and educate the people at the same time. The potential of the design is not at its prime yet. There could be improvements in the future regarding its capacity or the speed of function. This may be an opportunity for further work in the future.

Acknowledgements

I gratefully acknowledge the authors of Rawpixel for the people illustrations (vectors and png) that I used in my design.

REFERENCES

- Bertoni, FR 2002, *Minimalist Architecture*, Birkhäuser
- Biswal, M, Kanaujia, R, Angrup, A and Ray, P 2020, 'Disinfection tunnels: potentially counterproductive in the context of a prolonged pandemic of COVID-19', *Public Health*, 183, pp. 48-49
- Dewar, B, Barr, I and Robinson, P 2014, 'Hospital capacity and management preparedness for pandemic influenza in Victoria', *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 38, pp. 184-190
- García-Alegria, J and Gómez-Huelgas, R 2020, 'COVID-19 disease: The hospital of the future is already here', *Revista Clínica Española (English Edition)*, 220 (Issue 7), pp. 439-441
- Gómez-Huelgas, R, Díez-Manglano, J, Carretero-Gómez, J, Barba, R, Corbella, X, García-Alegria, J, Herranz, M.T, Vallejo, I and Elola-Somoza, F.J 2020, 'The Hospital of the Future in 10 points', *Revista Clínica Española (English Edition)*, 220 (Issue 7), pp. 444-449
- Her, M 2020, 'Repurposing and reshaping of hospitals during the COVID-19 outbreak in South Korea', *One Health*, 10
- McKee, M, Merkur, S, Edwards, N and Nolte, E 2020, 'Conclusions – Challenges for hospitals of the future', in surname missing, initials missing (eds) 2020, *The Changing Role of the Hospital in European Health Systems*, Cambridge University
- Van Niekerk, A 2020, 'The use of disinfection tunnels or disinfectant spraying of humans as a measure to reduce the spread of the SARS-CoV-2 virus', *South African medical journal*, 110, pp. 751-752
- Wagenaar, C, Mens, N, Manja, G, Niemeijer, C and Gethknecht, T 2018, *Hospitals - A Design Manual*, Birkhäuser
- [1] <https://www.who.int/news-room/detail/13-10-2020-impact-of-covid-19-on-people%27s-livelihoods-their-health-and-our-food-systems>
- [2] <https://www.who.int/publications/item/overview-of-public-health-and-social-measures-in-the-context-of-covid-19>
- [3] <https://www.tech.gov.sg/products-and-services/responding-to-covid-19-with-tech/>
- [4] <https://www.latimes.com/archives/la-xpm-1986-12-20-wv-4191-story.html>
- [5] <https://www.businessinsider.in/science/news/chinese-cities-are-rolling-out-disinfectant-tunnels-and-spray-trucks-to-ward-off-the-coronavirus-160but-experts-do-not-think-it-will-work/articleshow/74305925.cms>
- [6] <https://www.telegraph.co.uk/wellbeing/future-health/hospitals-of-the-future/>
- [7] <https://www.archisoup.com/what-is-an-architectural-concept>
- [8] <https://musopen.org/music/instrument/accordion/>

Patientenschutz durch 'physical distancing' in der Wegführung

Effiziente Erschließungskonzepte für die Abtrennung von Krankenhausteilen im Pandemiefall

Stefan Neischl¹, Gabriel Wurzer²

^{1,2}TU Wien

¹e0726061@student.tuwien.ac.at ²wurzer@iemar.tuwien.ac.at

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der internen Erschließung von Krankenhäusern und einem möglichen System, um Patienteninfektionen durch die Abtrennung von Wegen und Abteilungen zu reduzieren. Das Ziel ist es, herauszufinden ob bzw. welches Prinzip die flexible Isolierung von einzelnen Bereichen ermöglicht, ohne die Funktionalität stark einzuschränken und gleichzeitig die dafür zusätzlich benötigten Erschließungsflächen minimal zu halten. Dazu werden mit reduzierten Grundrissmodellen zuerst mögliche Abtrennungen und Verbindungen manuell untersucht und in weiterer Folge computergestützte Simulationen durchgeführt. Es zeigt sich, dass bei einer Raumanordnung keine praktikable Lösung für die effiziente, interne Erschließung bei gleichzeitiger Abtrennung von einzelnen Bereichen finden lässt. Die Simulationen mit gefärbten Graphen weisen aber Potential bei der Erhöhung der Anzahl von Zugangspunkten auf.

Keywords: Erschließung, Wegführung, Krankenhaus, Abtrennung, Pandemie

EINLEITUNG

Ausgang für die Arbeit war ein satirisches Manifest (siehe fig. 1), das einen komfortableren Krankenhausbesuch für gesunde Personen gefordert hat. Aus dieser Grundidee - die bevorzugte, sprich: schnellere Behandlung und die Abgrenzung von "infektiösen" Menschen - wurde das reale Problem von Ansteckungsrisiken bei längeren Aufenthalten in Krankenhäusern und deren möglicher Lösungen abgeleitet.

PROBLEMSTELLUNG & LÖSUNGSKONZEPTE

Das erste Problem tritt häufig gleich zu Beginn eines Krankenhausbesuches auf: Schlange stehen bei der

Anmeldung und lange Wartezeiten vor der Behandlung - mitunter trotz Terminvereinbarung. Diese Aufenthalte, bei denen oft viele Menschen auf engen Raum gedrängt sind, stellen besonders in kalten Jahreszeiten bzw. in den Hochsaisonen von Infektionskrankheiten ein erhöhtes Ansteckungsrisiko dar.

Automatisierte Anmeldung. Als erster Lösungsansatz ist hier eine Umgestaltung des Anmeldeprozesses und der Zuteilung von Behandlungs-Slots geplant. Mittels Online-Voranmeldung und Selbstbedienungsschalter können sich PatientInnen in einem separaten Lobby-

Manifest der gesunden Krankenhäuser

Zu viele Kranke in den Krankenhäusern!

Wir fordern reine Räume für reine Menschen. Die Bevölkerung muss vor den infektiösen Kranken geschützt werden.

Befunde abholen
Kontrollterminen nachkommen
Familienmitglieder besuchen
In der Kantine essen gehen
...all das und mehr muss ohne ansteckende Leute möglich sein.



Wir fordern Krankenhausbesuche...

OHNE Wartezeiten durch komplizierte Fälle bei der Anmeldung
OHNE Hindernisparcours durch Kranke mit Krücken, Rollstühlen und Bettlägerigkeit
OHNE Husten, Schnießen und Niesen!

Unsere Maßnahmen zum Schutz von gesunden Menschen:

- Abgetrennte Nebeneingänge für Kranke
- Isolierte Wartehallen für Ansteckende
- Zugangssperren für Alte und Lahme in Stoßzeiten
- Obergrenze für die gleichzeitige Aufnahme von Krankheitsträgern
- Vorreihung von Gesunden zur schnelleren Behandlung

Mit der Umsetzung unserer Punkte bleiben Gesunde auch gesund - körperlich und seelisch!
Das Manifest der gesunden Krankenhäuser garantiert den Schutz vor...

Infektion, unschönen Anblicken, Hindernissen und Ärger

...und sorgt für einen angenehmen und erquickenden Aufenthalt.



Manifest der gesunden Krankenhäuser

Bereich eigenständig anmelden und werden vom krankenhaus-internen Computersystem für die vereinbarte Behandlung erfasst (siehe fig. 2). Mit einem dynamischen Reihungssystem werden Terminverschiebungen durch verspätetes Eintreffen von Patienten oder die Vorreihung von dringlichen Fällen in Echtzeit eingepflegt. Damit können bereits wartende Personen kurzfristig in der Reihenfolge vorrücken oder Wartezeiten akkurater eingeschätzt werden. Denkbar wäre beispielsweise eine App, die es den PatientInnen ermöglicht den Wartebereich zu verlassen ohne ihren Aufruf zu verpassen, indem sie die erwartete Zeit bis zum Termin anzeigt und gegebenenfalls via Push-Notifikation auffordert sich zurück zu begeben. Auch könnte eine abzusehende Verspätung bereits bei der Anreise eigenständig gemeldet werden, um als Gegenleistung (ein ersichtliches und nachvollziehbares Anreiz- bzw. Punk-

tesystem wird bei solch einer Lösung essenziell sein) die spätere Wartezeit möglichst kurz zu halten.

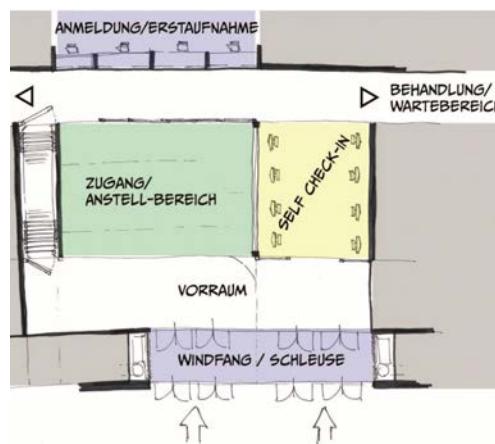


Figure 1
"Manifest der gesunden Krankenhäuser"

Figure 2
Entwurf eines Eingangs- und Anmeldebereich mit Selbstbedienungsschaltern

Figure 3
Zugänge bei abgetrennten Krankenhausbereichen

Abtrennung im Pandemiefall

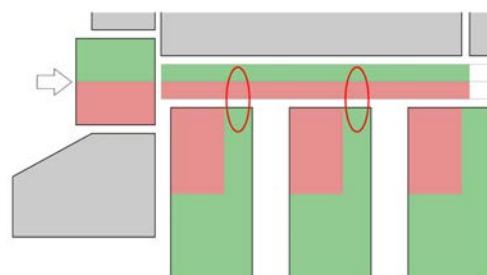
In weiterer Folge stellt sich die Frage nach dem Schutz vor Ansteckungen bei der Behandlung selbst bzw. bei einem stationären Aufenthalt. Im Hinblick auf das Entwurfsthema der Krankenhausplanung für Pandemien wurde hierfür die Trennung der Abteilungen, Stationen usw. in "saubere" und "isolierte" Bereich als Lösung angenommen. Die Trennung von Stationen, Ambulanz-Abschnitten oder gesamten Geschoßen ist von der technischen Seite verhältnismäßig einfach möglich. Die Zuweitung der abgetrennten Bereiche, ohne dass ein Wechsel zwischen "sauberen" und "isolierten" Abschnitten nötig ist, ist jedoch schwierig wenn nicht für jede Abteilung mindestens zwei Zugänge mit entsprechenden Verkehrsflächen - und den damit verbundenen Kosten - gebaut werden soll.

Kreuzkontaminierung. Der Weg zu einer Abteilung oder Station mit einem isolierten Bereich lässt sich theoretisch zweiteilen, um eine Durchmischung von gesunden und erkrankten Patienten zu verhindern. Bei einer zentralen Erschließungsachse ist das aber bereits bei zwei nacheinander angeordneten Stationen nicht mehr möglich - die Wege würden sich kreuzen (siehe fig. 3).

Zusätzliche Erschließung. Mit einer zweiten, separaten geführten Erschließung ließe sich die Trennung zwischen den PatientInnen-Gruppen zwar leicht bewerkstelligen, das stellt wegen dem erhöhten Flächenverbrauch aber eine unwirtschaftliche Option dar. Die zusätzlichen Verkehrsflächen lassen sich nicht rechtfertigen, wenn der einzige Nutzen nur in einem unwahrscheinlichen Extremfall zum Einsatz kommt. Mit einer alternativen Verwendung dieser Erschließung im regulären Betrieb würde sich der Mehraufwand eventuell rechnen, aber das gilt es in einer anderen Arbeit zu erforschen.



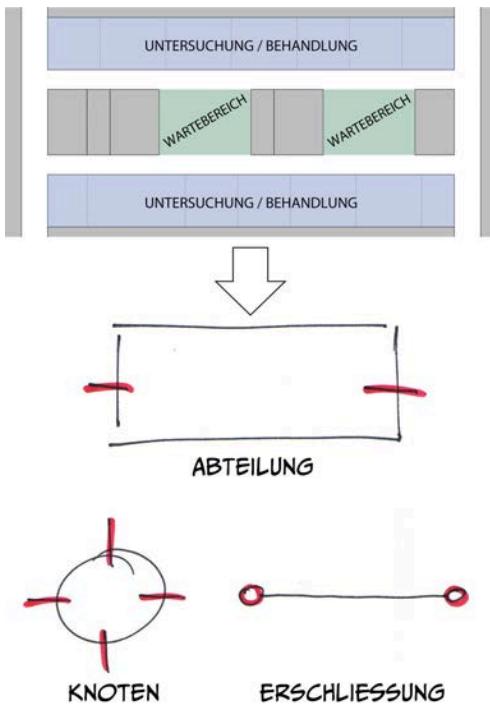
Separate Zugänge bei abgetrennter Abteilung



Überschneidung der Wege bei den Zugängen

SYSTEMATISIERUNG DER ERSCHLIEßUNG

Für die Untersuchung möglichst optimierter Anordnungen und Verbindungen von Krankenhaus-Bereichen werden die einzelnen Abschnitte auf ihre essenzielle Funktion reduziert und zusammengefasst (siehe fig. 4). Von einem Eingangsknotenpunkt verlaufen Verbindungen zu den einzelnen Abteilungen und verbinden diese auch untereinander. Eine Abteilung hat in diesem Modell zwei Zugänge von denen aus sie verbunden werden kann. Die Anordnung der einzelnen Abteilung untereinander orientiert sich grundsätzlich an realen Raumkonzepten, ohne auf unterschiedliche Funktionen Rücksicht zu nehmen. Beispielsweise ist die Aneinanderreihung aller Abteilungen eines Modells in einer durchgängigen Linie keine valide Struktur. Dezierte Haustechnik- oder Sanitärräumen gibt es in der Simulation hingegen nicht.



metrische" Aufteilung, bei der die beiden zu trennenden Bereiche direkt beim Eingang aufgeteilt werden, garantiert zwar die Isolationsmöglichkeit (siehe fig. 6), ist in der Praxis aber kaum möglich. Da es in den vielen Fällen nur eine Abteilung bzw. Ambulanz je Gesundheitsgebiet (Chirurgie, Kardiologie etc.) gibt bzw. in größeren Heilanstalten mit mehreren Einheiten der selben Funktion, diese räumlich aneinander liegen, lässt sich dieses idealisierte Modell nicht umsetzen.

Figure 4
Typischer Aufbau einer Ambulanz und die Reduktion auf Modell-Bausteine

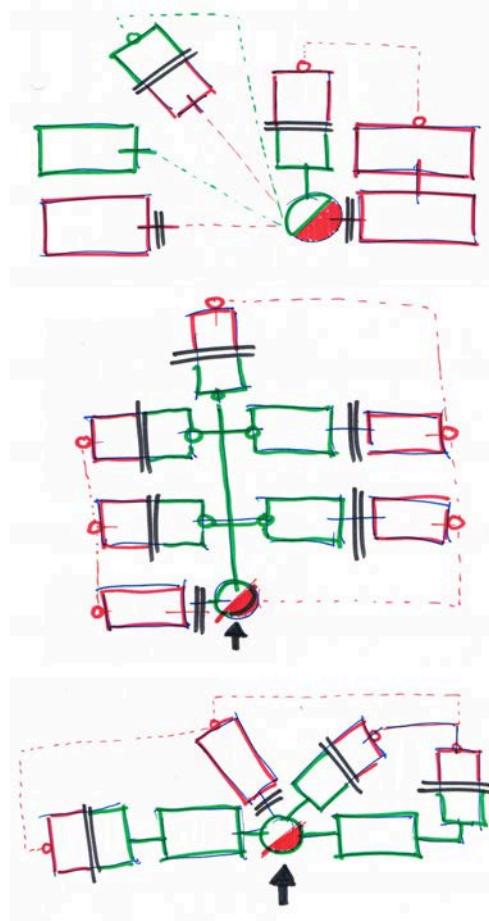


Figure 5
Handskizzen möglicher Anordnungen und Verbindungen von getrennten Abteilungen

1. Knoten - Der Zugangspunkt, von dem aus die Modell-Anordnung erschlossen wird. Hier kann eine Abtrennung erfolgen.
2. Erschließung - Die lineare Verbindung zwischen zwei Punkten. Innerhalb der Verbindung ist keine Abtrennung möglich.
3. Abteilung - Symbolisiert einen Funktionsabschnitt (z.B. eine Station oder Ambulanz). Für die Simulation hat eine Abteilung nur zwei Anschlusspunkte/Zugänge. Abteilungen können intern abgetrennt werden.

Experimente mit unterschiedlichen Anordnungen - angelehnt an reale Krankenhäuser - zeigen, dass bei der Abtrennung von ganzen Abteilungen oder auch nur Teilen davon, bald eine zusätzliche, umlaufende Erschließung nötig ist, wenn die Trennung nicht durchbrochen werden soll (siehe fig. 5). Eine "sym-

Figure 6
Trennung der Funktionseinheiten

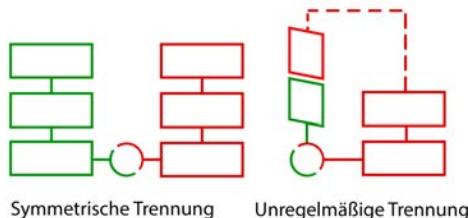


Figure 7
Simulation im Programm "NetLogo"

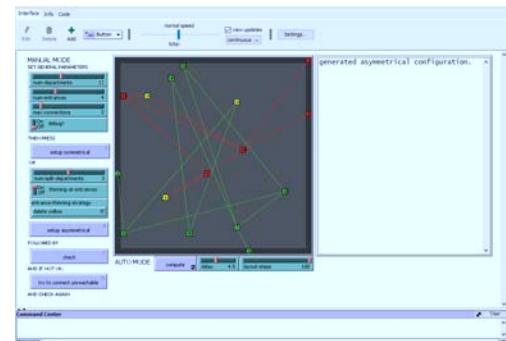
Exkurs Graphentheorie. Graphentheoretisch stellt sich das Problem als Erreichbarkeit von zwei Teilgraphen dar. Wir gehen von einem Graphen mit 3 Farben (rot = infektiös, grün = nichtinfektiös sowie gelb = Mischform, als abgetrennte Abteilung zu sehen) aus. Weiters wird ein gelber Knoten als Startpunkt genommen. Zu beantworten ist die Frage, ob zwei Teilgraphen, welche nur "rote" und "gelbe" bzw. "grüne" und "gelbe" Knoten enthalten, von dem Startknoten erreichbar sind. Dies ist genau dann der Fall, wenn a) die Teilgraphen vom Startknoten aus symmetrisch sind (der Startknoten ist dann die Wurzel eines Baumes) oder b) der Graph einen Kreis enthält, welcher beide Teilbäume verbindet (Beweis über Minimum Spanning Tree [1] mit mehreren Farben).

COMPUTERGESTÜTZE SIMULATION

Um eine Vielzahl von unterschiedlichen Anordnungen bzw. Verbindungen zwischen den Abteilungen (in diesem Fall eines Graphen: Knoten) zu generieren, wurde die Software NetLogo (Wilensky, 1999) verwendet (siehe fig. 7). Der für die Simulationssoftware programmierte Code (Wurzer, 2021) erstellt eine zufällige Anordnung von Knoten, teilt diese in die Farben Rot, Grün und Gelb ein und versucht diese entsprechend miteinander zu verbinden (vgl. Abschnitt "Exkurs Graphentheorie"). Dabei können die Anzahl folgender Parameter eingestellt werden:

- Abteilungen
- Eingänge
- Verbindungen zwischen Abteilungen
- gemischte Abteilungen (gelb)

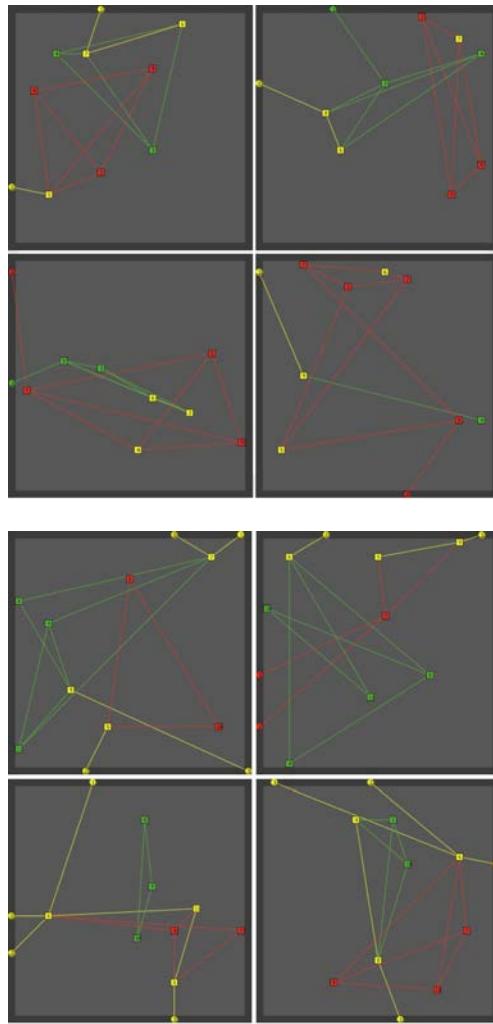
Außerdem kann entschieden werden, ob die Eingangspunkte eine oder zwei Verbinden zu den Abteilungen im System haben und ob bei Einfachverbindungen eine Mischung (gelbe Verbindung) erlaubt ist. Nach der Generierung prüft das Programm den Graphen auf eventuell isolierte Knoten.



Versuchsparameter und Tendenzen

Für die ersten Versuchreihen wurden die Einstellungen zunächst wieder an realitätsnahe Größen angepasst. Festgelegt wurden acht Abteilungen, zwei Eingänge, maximal zwei Verbindungen zwischen den Abteilungen (der Pfad zwischen Eingang und Abteilung wird nicht gezählt) und drei gelbe Knoten. Es zeigte sich, dass bei knapp 10% der generierten Konstellationen alle Abteilungen erreichbar waren. Von den restlichen, nicht erfolgreichen Anordnungen konnte zirka ein Drittel mit einem zusätzlichen Pfad zu dem/den unerreichbaren gelben Knoten erschlossen werden. Die folgenden Abbildungen zeigen beispielhaft eine Reihe dieser generierten Graphen (siehe fig. 8) sowie eine weitere Auswahl von Anordnungen mit den gleichen Parametern aber vier Eingangspunkten (siehe fig. 9).

Im Folgenden wurden einzelne Einstellungsgrößen nacheinander geändert und damit weitere Graphen erstellt, um mit diesen Datensätzen Vergleiche anzustellen und gegebenenfalls auftretende Trends zu erkennen.



Zusätzliche Verbindungen & mehr gemischte Knoten. Sowohl die Erhöhung der maximal erlaubten Verbindungen (von zwei auf vier) zwischen den einzelnen Abteilungen, als auch die Anzahl der gelben Knoten (von drei auf fünf) erzielten sehr ähnliche Ergebnisse. In beiden Fällen wurde die An-

zahl der auf Anhieb erfolgreichen Anordnungen in einem geringen Ausmaß erhöht, wobei aber gleichzeitig die Menge an unlösbarer Konstellationen stieg. Beide Maßnahmen führten also zu Steigerungen der "Extremfälle" auf Kosten der Graphen, die mit dem Hinzufügen von einzelnen Wegen verbunden werden können.

Mehrere Eingänge. Die stärkste und auch eindeutigste Änderung passierte bei der Erhöhung der Eingangspunkte. Bei vier statt zwei Eingängen gab es eine Steigerung der erfolgreich erschlossenen Anordnungen um ca. 21%, während die nicht erschließbaren Konstellationen um annähernd ein Drittel zurückgingen. Diese Tendenz setzte sich auch fort wenn die Anzahl der Eingänge von vier auch sechs erhöht wurden, jedoch in abnehmender Stärke (auf Anhieb erfolgreiche Simulationen: +16%, unlösbarer Anordnungen: -10%).

Vertikale Ebenen

Die Einbeziehung zusätzlicher Ebenen - also weitere Stockwerke - und die Verbindung dieser mit eigenen Regeln - beispielsweise eine Trennmöglichkeit von Stiegenhäusern gegenüber Liftkabinen - ermöglichen neue Lösungsansätze. Solche Modelle bedürfen aber auch weitere und vor allem komplexere Berechnungen für die Simulation der Verbindungen.

TRENNUNG IM EINGANGSBEREICH

Zu Beginn dieser Arbeit wurde bereits kurz auf ein mögliches Konzept der Trennung bzw. Isolierung von Patienten beim Betreten des Krankenhauses eingegangen. Im Hinblick auf die Erkenntnisse aus den Simulationen ist dieser Ansatz durchaus interessant für Planung eines anpassbaren Krankenhauses. Auch andere Kollegen des Entwerfen-Lehrgangs, in dem diese Arbeit entstanden ist, haben sich mit solchen Konzepten beschäftigt. Exemplarisch seien hier erwähnt: "Redesign of Hospital Entrance" von Rinaor Sadiku und "Proper design for pandemic hospitals" von Gazmend Rashiti.

Figure 8
Beispiele der computergenerierten Graphen - zwei Eingangspunkte

Figure 9
Beispiele der computergenerierten Graphen - vier Eingangspunkte

FAZIT UND AUSBLICK

Die Suche nach einer Systematik der Erschließungsplanung, die eine Abtrennung von einzelnen Abschnitten bei gleichzeitig möglichst geringer Verwendung von Verbindungsgängen erlaubt, war nicht erfolgreich. Es hat sich gezeigt, dass es mathematisch bedingt keine praktikable Lösung gibt, große Teile eines Krankenhaus zu isolieren und diese Bereiche zu erschließen ohne dabei nicht isolierte Wege zu kreuzen. In den Simulationen mit vereinfachten Modellen von Funktionseinheiten war aber erkennbar, dass eine Steigerung der Zugänge es leichter macht Abteilungen in einem System zu isolieren und trotzdem intern erreichbar zu halten. Für die Anpassung eines bestehenden oder die Planung eines neuen Krankenhauses im Hinblick auf eine zukünftige Pandemie, kann beispielsweise die Einbeziehung von Zugängen, die üblicherweise nicht für die Öffentlichkeit gedacht sind, also Potential bieten.

Mögliche Vertiefung. In zukünftigen Arbeiten könnten Annäherungen an möglichst effiziente Verbindungen in einer idealisierten Modell-Anordnung untersucht werden. Wenn beispielsweise in Kauf genommen wird, dass gewisse Stationen in einem zweigeteilten System nicht ohne Überschneidung erreichbar sind, lassen sich gegebenenfalls Trends in Richtung einer bevorzugten Anordnung erkennen. Die Anzahl der separat zu erreichen- den Abteilungen vorab festzulegen und die Anordnung der restlichen Bausteine darauf aufbauend zu generieren, ergibt möglicherweise auch neue Erkenntnisse. Weiters gibt es die eingangs erwähnte Problematik des Anstellens und dem Gebiet der Warteschlangentheorie. Bei einem System mit selbstständiger Anmeldung von Patientenseite spielt der "Faktor Mensch" vermutlich eine ganz besondere Rolle, deren Einfluss erforscht werden könnte.

AUTORENSCHAFT

Stefan Neischl ist der Hauptautor dieses Papers. Gabriel Wurzer steuerte den Abschnitt "Exkurs Graphentheorie" (Kapitel: Systematisierung der Erschließung) und den Code für Simulation in NetLogo bei.

REFERENCES

- Wilensky, U 1999, *NetLogo*, Northwestern University, Evanston, IL, <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>
[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Minimum_spanning_tree

Nähe in Zeiten der Krise

Adaptierbare Besuchsräume für bestehende Heime und Neubauten

Christian Lehner¹

¹TU Wien

¹e0627749@student.tuwien.ac.at

Die COVID-19-Pandemie zeigte bereits in der ersten Lockdownphase einen eklatanten Mangel an geeigneten Strategien auf, wie Alten- und Pflegeheime den Besuch ihrer Bewohner in Ausnahmezeiten ermöglichen können. In diesem Paper sollen mögliche Lösungen für den Kontakt von Heimbewohnern mit ihren Bezugspersonen vorgestellt werden. Zu diesem Zweck wird auf verschiedene vorherrschende Rahmenbedingungen eingegangen, auf die die vorgestellten Maßnahmen reagieren. Großes Augenmerk liegt an getrennter Wegeführung für Besucher und Bewohner sowie die Adaptierbarkeit der Räumlichkeiten, die eine Nutzung bei verschiedenen Wetter- und Gefahrenlagen zulassen.

Keywords: COVID-19, Pandemie, Pflegeheim

EINFÜHRUNG UND ZIELSETZUNG

Im Zuge der COVID-19 Pandemie wurde von offizieller Seite verabsäumt, klare Richtlinien für den Umgang mit Besuchen in Alters- und Pflegeheimen zu definieren. Allgemeine Empfehlungen zum Verhalten in Zeiten des notwendigen social distancing gingen nicht auf die speziellen Anforderungen von Heimbewohnern ein, eine große Zahl hausfremder Personen mit einer möglichst geringen Zahl von Bewohnern zusammentreffen zu lassen. So wurde zwar immer wieder deutlich kommuniziert, dass sämtliche Kontakte auf ein Minimum einzuschränken seien, jedoch wurde den Heimen selbst kein vernünftiger Rahmen geboten, notwendige Maßnahmen umzusetzen, da diese für diesen Bereich gar nicht erst genau definiert waren [1]. Bis Mitte November 2020 waren 53% aller durch COVID-19 verursachten Todesfälle in Pflegeheimen und ähnlichen Einrichtungen angesiedelt [2]. Die ultimative Konsequenz aus dem

verständlichen Bestreben der Heime, unter Rücksichtnahme auf die eigenen Möglichkeiten die größtmögliche Sicherheit für Bewohner zu gewährleisten, war mehrfach das komplette Kontaktverbot mit der Außenwelt, teilweise auf eine Dauer von bis zu zwei Monaten [3 und 4].

Zielsetzung. Dass der komplette Entzug der (vielfach sowieso selten stattfindenden) persönlichen Kontakte über längere Zeit einen massiv negativen Einfluss auf die Psyche der Heimbewohner hat, war ein wenig überraschender, zugleich vielfach beobachtbarer Umstand während des ersten Lockdowns [4]. Der Besuch von Heimbewohnern muss vor Allem

- sicher, d.h. in Abhängigkeit der Anforderungen einer vorherrschenden Pandemiesituation auch räumlich getrennt
- gleichzeitig, also für viele Nutzer simultan möglich und

- allzeitig, also in Zeiten von Ausnahmeherechungen sowie auch in "Normalbetrieb"

möglich sein. Besonderes Augenmerk ist hierbei auf die Schaffung einer Möglichkeit für den direkten Zugang des Besuchers zum Besuchsraum zu legen, um eine Erregerverbreitung innerhalb des restlichen Betriebes zu vermeiden. Die Räume, in denen Besuch empfangen werden kann, müssen für einzelne Bewohner ausgelegt sein, da mitunter eine Durchmischung der Bewohner, zum Beispiel im Epidemiefall, nicht erwünscht ist.

Während die hier vorgestellten Lösungsansätze vornehmlich durch versucht geringfügige Intervention auf die Anwendung in bestehenden Pflege- und Krankeneinrichtungen abzielen, sind Prinzipien und Ausführung auch durchaus auf Neubauten anwendbar. Die folgend vorgestellten Konfigurationen von Besuchsräumen können bei Neuplanung von verschiedenen Einrichtungen entweder miteinbezogen werden oder durch Vorsehung von geeigneten Anschlussstellen und Freiflächendimensionen zur späteren Aufrüstung vorbereitet werden.

LÖSUNGSEWE

Abhängig von den spezifischen räumlichen Voraussetzungen, die in einem Pflegebetrieb gegeben sind, sind folgende grundlegende Ansätze möglich:

Das Voranstellen eines Besucherzuganges in Verbindung mit einer Öffnung mehrerer Fensterachsen zu Fenstertüren und räumlicher Trennung eines vorhandenen großen Raumes in mehrere, gleichzeitig nutzbare Besuchseinheiten (siehe Figure 1). Verfügt das Bestandsgebäude über große Räume, die im Falle einer Epidemie- oder Pandemiesituation nicht für Zusammenkünfte benutzt würden, kann mit einer vorangestellten, laubengangartigen Erschließung und innerer Trennung der Raumflächen der Besuch für mehrere Besucher gleichzeitig ermöglicht werden. Abhängig von äußeren Umständen kann dem Besucher voller Zugang zur Einheit oder im Fall von infektiösen Bewohnern auch nur die Sicht- und Sprechverbindung gewährt werden. Die Schaffung mehrerer separater Zugänge für die Be-

suchsräume von der Bewohnerseite setzt hier eine anschließende bestehende Gangverbindung voraus.

Das Einstellen eines Besucherraumes kann bei breiten, großen Räumen einfach die Funktion einer Zutrittsschleuse erfüllen (siehe Figure 2). Faltbare Innenraumverglasungen können mit Türen ausgeführt sein, die je nach Gesundheitszustand des Bewohners nur den indirekten Besuch oder auch den direkten Kontakt zulassen. Sollte der Zugang zum umgerüsteten Raum nicht die Möglichkeit für mehrere getrennte Bewohnerzugänge bieten, kann ein innerer Schleusenraum wiederum zwei Besuchszimmer trennen.

Bei zu geringen im Gebäudeinneren verfügbaren Flächen kann ein Besuchstrakt an das Gebäude angebaut werden, hierbei können vorhandene Frei- und Grünflächen einbezogen werden (siehe Figure 3). Am Berührungsplatz zwischen Gebäude und Besuchstrakt wird der Bewohnerzugang geregelt, der Besucherzugang erfolgt separat und führt den Besucher nicht in Kontakt mit anderen Bewohnern.

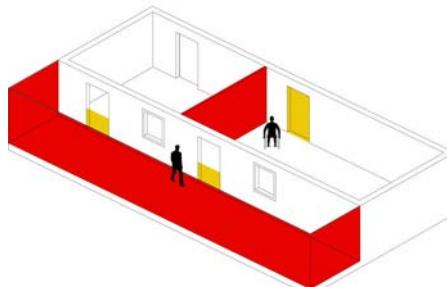


Figure 1
Vorangestellte
Gangerschließung
für Besucher

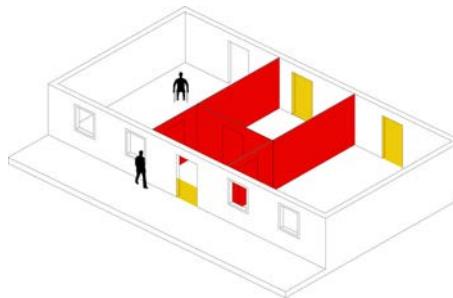
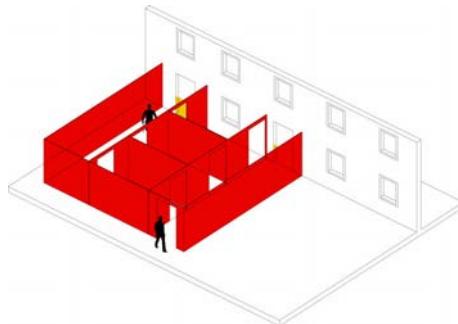


Figure 2
Eingestellte
Besucher/Bewohnerschleuse

Figure 3
Angebauter
Besuchertrakt



DER ANGEBAUTE BESUCHSTRAKT

Der Besuchstrakt gibt mit seinem getrennten Zugang von Besuchern und Bewohnern die Möglichkeit, auch bei hohen Quarantäneerfordernissen Kontakte mit Angehörigen zu haben. Die leichte, durchlässige Bauweise und Situierung auf der betriebsseigenen Grünfläche bieten sich auch als wind- und sonnengeschützter Aufenthaltsort in Zeiten ohne erhöhte Infektionsrisiken an (siehe Figure 4). Die Tragstruktur aus zu Fachwerken verbundenen Formrohren wird gleichzeitig als Rankgerüst verwendet, zusammen mit dem textilen Sonnenschutz des Besucherzuganges ergibt sich das Gefühl, beim Besuch in einer Gartenlaube zu sitzen (siehe Figure 5). Eine Grundausstattung mit der für infektiöse, geschwächte Bewohner nötigen Infrastruktur ermöglicht ihren Mitmenschen Anteilnahme am täglichen Leben, Krankheitsverlauf und selbst Abschiednahme im Ernstfall. Nach Erfordernis können die einzelnen Räumlichkeiten geschlossen, offen oder halboffen benutzt werden, je nachdem ob eine gute Durchlüftung und Mindestabstand für eine Übertragungsverhinderung ausreichend sind oder volle physische Abschottung erfolgen muss (siehe Figure 6). Das Konzept des angebauten Besuchtraktes kann mit seinen vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten (siehe Abschnitt NUTZUNG) beim Neubau auch Besucherräume im Inneren des Gebäudes ersetzen.

NUTZUNG

Während die Nutzung während Pandemie- und sonstiger Ausnahmesituationen das erklärte Ziel des Entwurfes darstellt, soll der Gebäudeteil selbstverständlich auch im regulären Betrieb eine funktionale Einheit darstellen anstatt zum ungenutzten Objekt zu verkommen. Die Nutzung als Besucherräume ist auch in Zeiten niedriger Infektionsgefahr möglich, die Adaptierbarkeit des Entwurfes ermöglicht darüber hinaus noch die Bereitstellung veränderter Raumerfahrungen.

Regelbetrieb, warme Jahreszeit. Die Erfahrung und eine Vielzahl rezenter Studien haben gezeigt, dass speziell in Unterbringungen für alte und gebrechliche Personen Freiräume vonnöten sind, die sonnen- und windgeschützten Aufenthalt sowie regelmäßige Verweilmöglichkeiten bieten (Harms Wulf in Feddersen, E und Lüdtke, I (eds) 2018). So die Wetterverhältnisse dies zulassen, kann der den außenstehenden Personen zugängliche Teil des Besuchstraktes fast vollständig geöffnet werden, die frei strömende Luft und direkte Beziehung zur Grünfläche lassen die einzelnen Räume zu Gartenlauben werden (Siehe Figure 7-A). Die zum Garten und zueinander geöffneten Räume können auch als anregende Speiseräume zur allgemeinen Essensausgabe oder für gemeinsame Jausen der Bewohner im Stile eines Gastgartens genutzt werden.

Regelbetrieb, kalte Jahreszeit. Ist ein vollständiges Öffnen des Traktes jahreszeitenbedingt nicht mehr möglich, kann der Zugang für die Besucher geschlossen werden (siehe Figure 7-B). Die Besuchsräume sind nun über einen großzügig verglasten Laubengang erschlossen. Alternativ kann der Zugang für alle Parteien gleichermaßen auch vom Gebäudeinneren erfolgen.

Figure 4
Schaubild

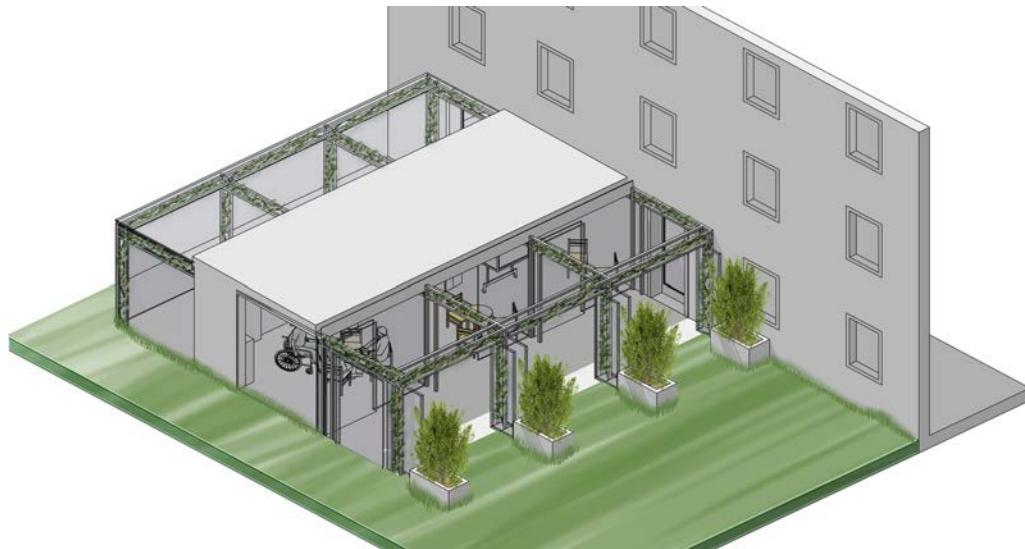
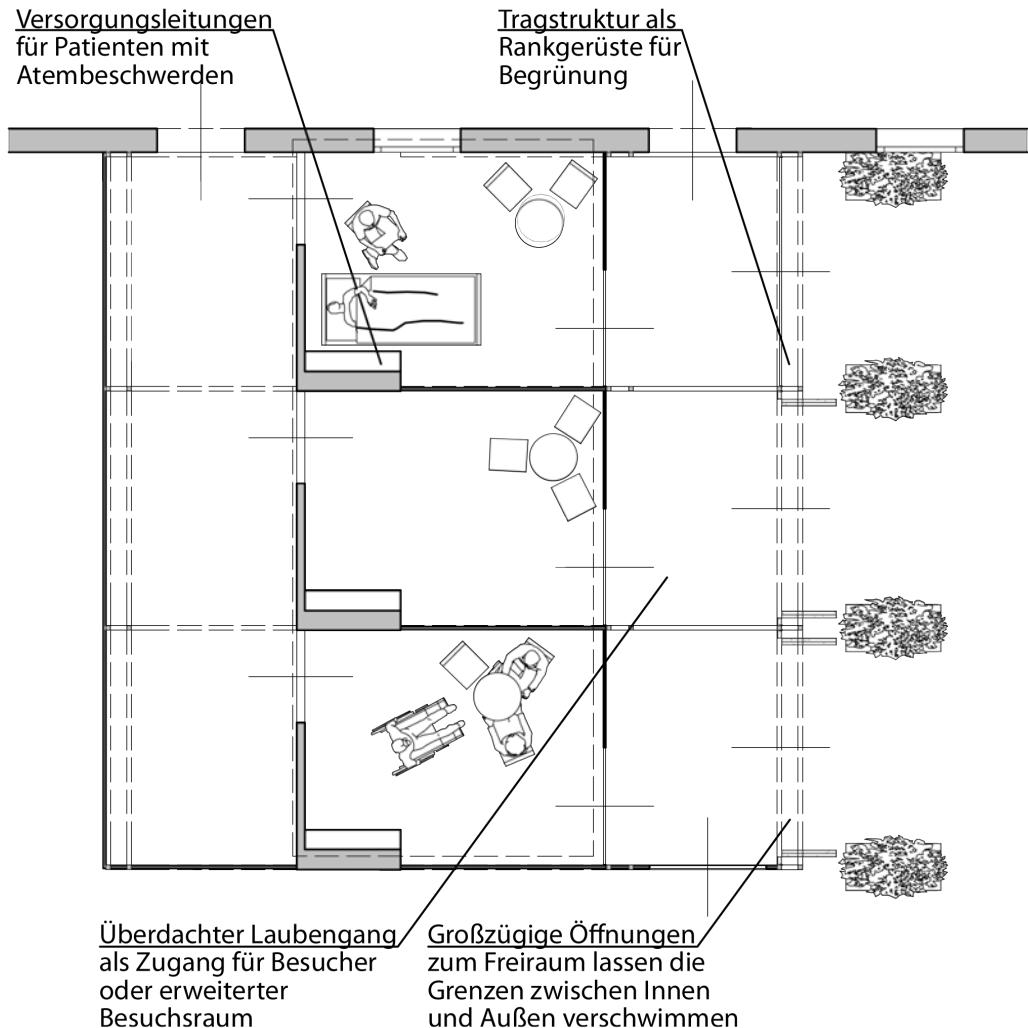
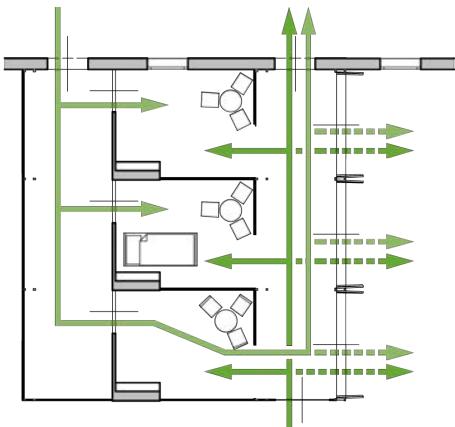


Figure 5
Ausblick aus dem
Besuchsraum

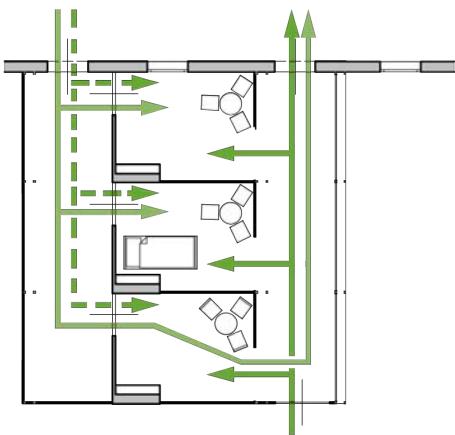


Figure 6
Grundriss
angebauter
Besuchstrakt





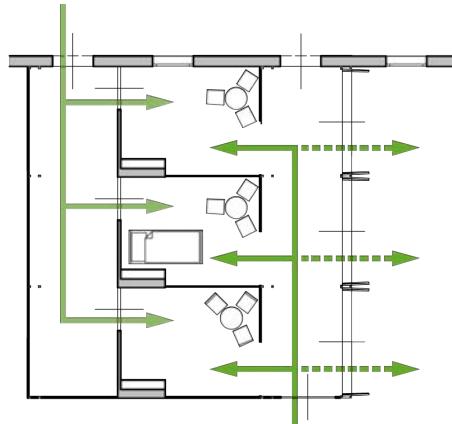
A: Regelbetrieb, warme Jahreszeit



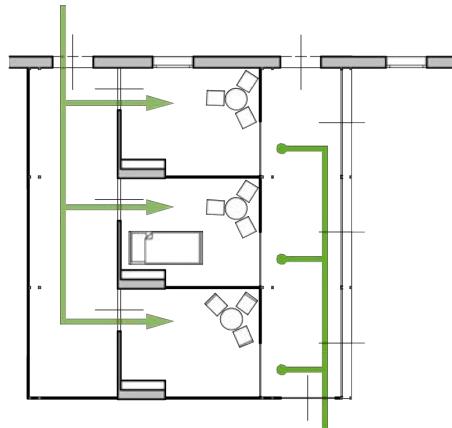
B: Regelbetrieb, kalte Jahreszeit

Epidemiefall, leichte Schutzmaßnahmen. Im Falle einer Epidemie gerigeren Ausmaßes (z.B. wiederkehrende Grippeereignisse) kann der Zugang zum Hauptgebäude für Besucher gesperrt werden (siehe Figure 8-C). Die Besucher treten hierbei nur mehr mit der Person in Kontakt, die sie besuchen wollen, ein Austausch mit dem restlichen Betrieb findet nicht statt. Diese Lösung hätte bei der aktuellen COVID-19 Pandemie den Empfehlungen für

das Verhalten in etwa öffentlichen Verkehrsmitteln oder Sportstätten zwischen den beiden Lockdowns entsprochen: persönliche Schutzausrüstung, ein gewisser Mindestabstand und gut durchlüftete Räume waren als adäquate Mittel verordnet worden [5].



C: Epidemie, leichte Maßnahmen

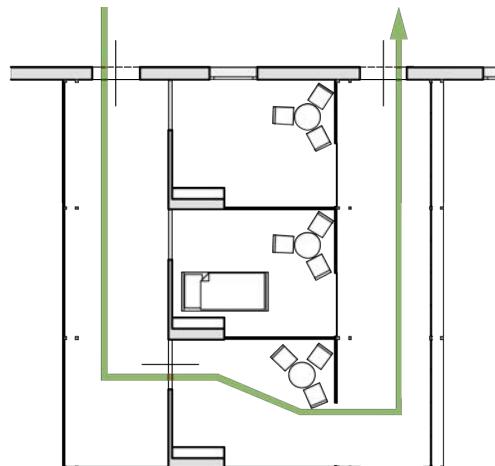


D: Pandemie, Abschottung

Figure 7
Durchwegungen
Regelbetrieb

Figure 8
Durchwegungen
Ausnahmesituatio-
nen

Figure 9
Demenzschleife,
Durchwegung bei
einfachem Trakt



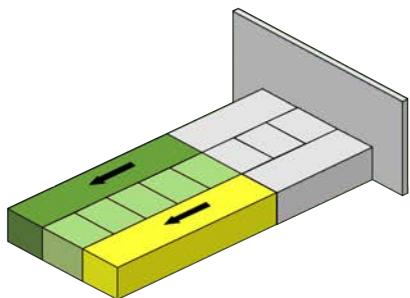
Pandemiefall, schwere Schutzmaßnahmen. Sollte eine völlige Abschottung der Bewohner erforderlich werden, einerseits weil einzelne Bewohner bereits infiziert sind oder weil die Infektionswahrscheinlichkeit von außen als zu hoch eingestuft wird, kann der Verschluss der Besucherräume gegenüber dem Besucher erfolgen (siehe Figure 8-D). Ein direkter physischer Kontakt mit Angehörigen ist hierbei nicht mehr möglich, der Betrieb und der Besucher sind gänzlich voneinander abgeschirmt.

Demenzschleife. Die Diagnose Demenz wird bei über 70 Prozent aller Pflegeheimbewohner gestellt. Menschen mit Demenz haben im allgemeinen ein besonders großes Bedürfnis nach Geborgenheit sowie einen gewissen Drang zur Bewegung (*Feddersen, Lüdke, 2018*). Unter der Demenzschleife versteht man die Anordnung von Gängen in Form einer kontinuierlichen (mitunter Achter-) Schleife, um dem Bewegungsdrang von dementen Personen Rechnung zu tragen (*Altmann, 2015*). Der angestellte Besuchertrakt kann den Drang nach Bewegung, die nicht in einer Sackgasse endet, entweder intern aufnehmen (siehe Figure 9) oder im Falle einer Erweiterung zur Hofsituation auch einen Freiraum mit einbeziehen (siehe Figure 10). Zu diesem Zweck ist der jeweils letzte Raum bei Buchungen als letzter zu vergeben und

die Türen möglichst offen zu lassen. Eine transparentere Ausführung der Türen als bei den anderen Besuchsräumen kann die Wegfindung zusätzlich günstig beeinflussen.

ERWEITERBARKEIT

Das vorgestellte Konzept des angestellten Besuchertraktes kann, wiederum in Abhängigkeit der vorherrschenden Platzverhältnisse, auf dreierlei Arten für den Bedarf an mehr Nutzräumen angepasst werden. Eine lineare Erweiterung (siehe Figure 11-A) führt zu entsprechender Verlängerung der Wege, beeinträchtigt allerdings weder die interne Wegeföhrung des Betriebes noch die Belichtungssituation an den Trakt angrenzender Räume. Die Erweiterung ist räumlich durch die Nähe der Grundgrenze beschränkt. Eine laterale, kammförmige Erweiterung (siehe Figure 11-B) ermöglicht die räumliche Trennung in Trakte für infizierte und nicht-infizierte Bewohner, bedingt weniger weitläufige Grundstücksfläche als Voraussetzung und kann zu einer Hofsituation zusammengeschlossen werden (siehe Abschnitt NUTZUNG - Demenzschleife). Die einzelnen Kämme können entweder durch einen Freiraum getrennt werden oder zur Verminderung des Platzbedarfes Gangflächen synergetisch nutzen. Eine vertikale Erweiterung (siehe Figure 11-C) erschließt verschiedene Stockwerke des Betriebes durch die Erweiterung mit einem Erschließungsturm. Die unmittelbaren Vorteile dieser Erschließung sind geringerer Platzbedarf und vermindernde Wege für Bewohner innerhalb des Betriebes durch die Anbindung zusätzlicher Geschoße. Als Nachteil erweist sich, dass die Freiflächen nun nicht mehr direkt an die Besuchsräume angebunden sind.



A: lineare Erweiterung

WEITERFÜHRENDE KONZEPTE

Zur weiteren Ausarbeitung des Konzeptes bieten sich folgende Themengebiete an:

Besucherzugang. Die Regelung des Besucherzuges könnte baulich ausformuliert werden, zum Beispiel mit der Entwicklung einer Art Foyerzone, die einer späteren Erweiterung der Kapazitäten nicht entgegensteht.

Figure 11
Erweiterbarkeit
nach Ausbre-
itungsrichtung

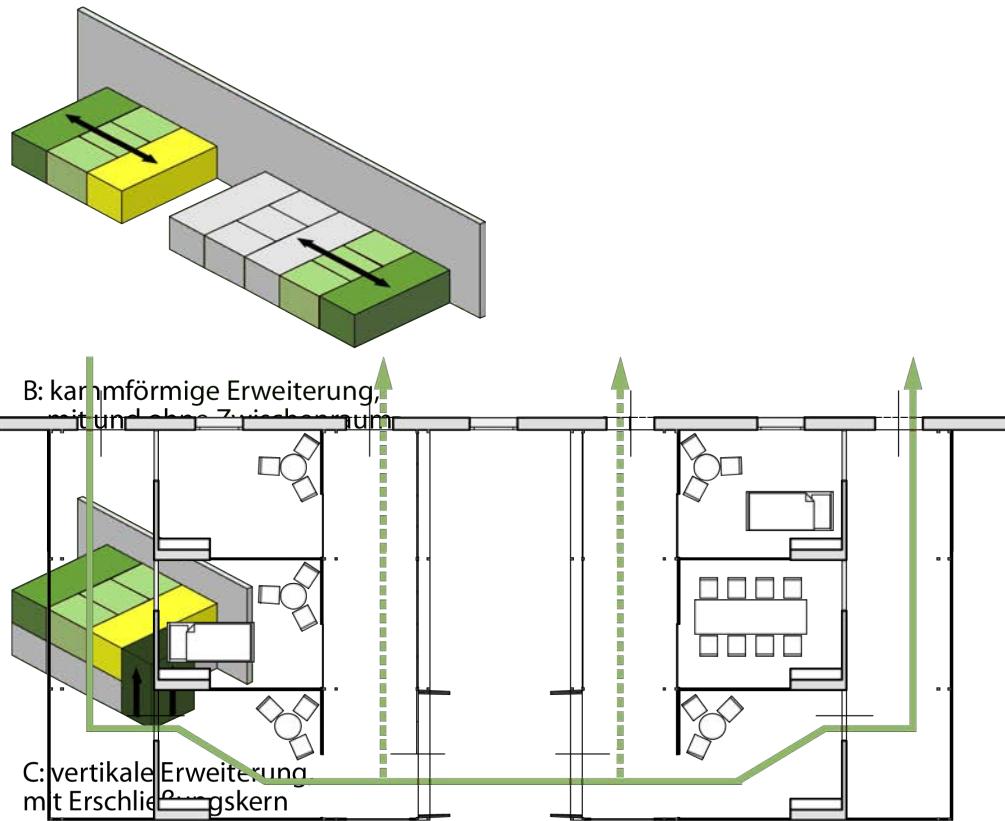


Figure 10
Demenzschleife,
Durchwegung bei
Hofsituation

Aufwertung der Gangbereiche. Während der Gangbereich der Besucher für eine jahreszeiten- und gefahrensituationsbedingte Mehrfachnutzung geeignet ist, wurde die Möglichkeit einer Mehrfachnutzung auf der Seite des Bewohnerzuganges nicht durchgeplant. Eine Nutzungsmöglichkeit ähnlich wie die des erweiterten Außenraumes auf Besucherseite wäre hier wünschenswert.

Raumvergabe. Die Reservierung eines Besucherraumes für Besucher oder Bewohner könnte über ein automatisiertes System, etwa einer Kalenderapp, erfolgen. Gleichzeitig sollte in die Vergabe der Ressourcen auch zentral vom Betrieb eingegriffen werden, um auf geänderte Rahmenbedingungen zu reagieren. Die Einrichtung von Terminals oder geeigneter Software für Reservierungsvorgänge fällt in diesen Bereich.

Grenzen des Systems. Eine genauere Betrachtung der physischen Erweiterungen in Hinblick auf Wirtschaftlichkeit, Wegelänge und Zeiteffizienz ist sowohl auf Konzeptebene wie auch bei Ausführung auf Projektebene, angepasst an vorherrschende Bedingungen, durchzuführen.

ZUSAMMENFASSUNG

Es ist eine unbestrittene Tatsache, dass der völlige Entzug von Besuchsrechten zu massiv eingeschränkter Lebensqualität der Bewohner von Heimen führt. Umso wichtiger ist die Auseinandersetzung mit Lösungen, den Kontakt mit Bedachtnahme auf die Sicherheit aller Beteiligten zu ermöglichen. Die gegenwärtige COVID-19 Pandemie hat eine Lücke in der Szenarioplanung aufgezeigt, die in diesem Paper zu schließen versucht wurde. Da durch das anhaltende Bevölkerungswachstum und sich verdichtende Lebenräume werden die hier vorgestellte und ähnliche Lösungen aus dem Bereich des Pflegeheimbaus nicht mehr wegzudenken sein.

Das Konzept des angestellten Besucherraumes löst ein fundamentales Problem im Pflegebereich, nämlich die Bereitstellung von Flächen zum kontrollierten Kontakt mit Bewohnern in Ausnahmefällen. Gleichzeitig kann dieses System verschiedene

Mehrwerde für ein bestehendes oder in Planung befindliches Heim bieten. Altersgerechte, individuelle Freiraumnutzung lässt sich hier genauso umsetzen wie gesellige Gemeinschaftsatmosphäre, entspannte Besuche im Normalbetrieb ebenso wie notwendige Kontakte in Ausnahmesituationen.

Die großen Stärken des Systems sind seine Adaptierbarkeit, die es erlaubt, kurzfristig unterschiedlichen Bedürfnissen und Rahmenbedingungen gleichzeitig Rechnung zu tragen und die Erweiterbarkeit, die eine langfristige Reaktion auf steigende Bewohnerzahlen oder geänderte Gefahrenstufen zulässt.

Die einfache Trennung der Wege der Bewohner und Besucher und die damit verminderte Anzahl an Kontakten im Betrieb verringern das Übertragungsrisiko von Krankheiten und vereinfachen dadurch das stufenweise Reagieren auf verschärzte Außenbedingungen. Sie sorgt für eine Verbesserung der Sicherheit im Betrieb, handelt es sich um jährlich wiederkehrende, nicht stark gefährdende Ereignisse wie zum Beispiel eine Grippewelle oder einschneidende, hochansteckende Krankheiten wie die aktuelle COVID-19 Pandemie.

REFERENCES

- Altmann, FF 2015, *WOHNformEN IM ALTER - Entwurf eines multifunktionalen Gebäudes am Hamerlingpark in Wien*, Master's Thesis, TU Wien
- Eastman, P 2013, *Building type basics for senior living*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
- Feddersen, E and Lüdtke, I (eds) 2018, *Entwurfsatlas Wohnen im Alter*, Birkhäuser Verlag GmbH, Basel, Schweiz
- Metzger, C 2016, *Bauen für Demenz*, jovis Verlag GmbH, Berlin, Deutschland
- [1] <https://oesterreich.orf.at/stories/3067200>
- [2] <https://orf.at/stories/3190406/>
- [3] <https://www.noen.at/horn/besuchsverbote-keine-besuche-in-den-pflegeheimen-im-bezirk-horn-bezirk-horn-coronavirus-corona-massnahmen-pflegeheime-196728835#>
- [4] <https://www.vienna.at/besuchsverbot-in-alters-und-pflegeheimen-soll-gelockert-werden/6594868>
- [5] <https://www.sozialministerium.at/Informationen-zu-m-Coronavirus/>

Mehr Abstand für mehr Nähe

Lösung für die Minimierung der Infektionsgefahr von Krankenhauspersonal

Clara Pfaffinger¹

¹TU Wien

¹e12030182@student.tuwien.ac.at

Ärzte und Pflegekräfte leisten in pandemischen Zeiten Übermenschliches. Das zeigt uns momentan die Covid19-Krise. In solch Ausnahmesituationen kann oftmals die ausreichende Versorgung mit Schutzutensilien nicht gewährleistet werden. Das Krankenhauspersonal ist aus genanntem Grund und durch die Nähe zu Infizierten einer verstärkten Ansteckungsgefahr ausgesetzt. Durch ihre systemrelevante Arbeit gelten sie als besonders schützenswert. Es besteht die Notwendigkeit, die Arbeitsprozesse, die direkt an Virusträgern durchzuführen sind, soweit wie möglich zu verringern und durch Methoden zu ersetzen, die dem Personal mehr Abstand zum Patienten bieten. Dabei sollen die sozialen Aspekte jedoch keinesfalls vernachlässigt werden. Die Psyche der Erkrankten darf auch hinsichtlich des Genesungsprozesses nicht beeinträchtigt werden. Sowohl die physische Trennung von Personal, Patienten und Besuchern, der Einsatz von Schleusen, flexiblen Trennwänden als auch der intensivierte Einsatz von technologischen Hilfsmitteln bei der Beobachtung des Krankheitsverlaufs und der Kommunikationserleichterung sollen gezielte Maßnahmen zur Verringerung der Ansteckungsgefahr darstellen.

Keywords: *flexibel, sozial, technologisch*

1. EINFÜHRUNG

In den letzten Monaten konnten die Erfahrungswerte gewonnen werden, dass bei exponentiell wachsenden Zahlen an infizierten Patienten das Aufbringen ausreichender Schutzausrüstung kaum möglich ist. Da es an der Politik, den Krankenhausverwaltungen und den Produzenten liegt, dieses Problem zu beheben, will ich durch diesen Entwurf aus architektonischer Sicht einen Beitrag zur Eindämmung der Epidemien leisten.

Die systemrelevanten Ärzte und Pflegekräfte gelten als besonders schützenswert. Deren Arbeitsskraft ist unabdinglich bei der Bekämpfung einer Epidemie. Da sie selbstverständlich einem stark erhöhten Infektionsrisiko ausgesetzt sind, besteht die Schwierigkeit darin, ein Arbeitsumfeld zu schaffen, das eine möglichst geringe Ansteckungsgefahr darstellt. Aus China und anderen Ländern erreichten uns während der Covid19-Krise Bilder und Videos von Krankenhauspersonal, das wochenlang nicht zu den eigenen Familien zurückkehren konnte,

um diese schützen zu können. Der psychische Aspekt darf trotz aller Hürden nicht missachtet werden. Es ist wichtig, dass sie aufgrund der erschwerten Umstände im privaten Bereich weiterhin einen Ausgleich finden können.

Eine physische und psychische Isolierung ist dabei nur ein weiteres Hindernis. Durch gezielte Maßnahmen soll die Infektionsgefahr von Angestellten verringert werden. Dabei spielen flexible Lösungen mithilfe von mobilen Trennwänden, Schleusen und technologischen Hilfsmitteln eine bedeutende Rolle.

Durch ein Gespräch mit einer Pflegekraft des Universitätsklinikums Augsburg (siehe Abschnitt 2) wurden einige grundsätzliche Zusammenhänge (siehe Abschnitt 3) des laufenden Betriebs verdeutlicht und als Grundlage verwendet.

2. INTERVIEW MIT EINEM PFLEGER DES UNIVERSÄTSLIKIUMS AUGSBURG

Wie hat sich Dein Arbeitsalltag verändert?

An der Kleidung hat sich grundsätzlich nichts verändert! Personal und Patienten müssen einen Mund-Nasen-Schutz tragen. Die Pausen finden in Intervallen mit maximal 3-4 Kollegen statt.

Ist eine Kontaktverringerung zwischen Pfleger und Patient denkbar?

Grundsätzlich ist das eine gute Idee. Dabei sollte man jedoch die Schwere des Krankheitsverlaufs des Patienten beachten.

Wie gelangt das Personal zu den Patienten?

Wir erreichen die Zimmer durch eine Schleuse, in der wir unsere Schutzkleidung anziehen, uns desinfizieren und dann zum Patienten durchgehen. Jedoch müssen wir in unserem Krankenhaus die Schutzkleidung im Zimmer des Patienten ablegen, um die Schleuse nicht zu verunreinigen. Das Reinigungspersonal sammelt diese später wieder ein.

3. PATIENTEN-KATEGORISIERUNG

Wichtig bei der Erarbeitung eines funktionalen Lösungsentwurfs ist die grundsätzliche Analyse der Arbeitsvorgänge und Krankheitsverläufe. Der Entwurf basiert auf der Patientenkategorisierung des Universitätsklinikums Augsburg.

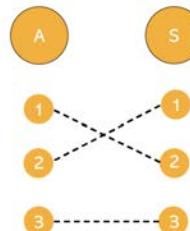


Figure 1
grobe Angaben aus
pers. Gespräch mit
Pfleger des Univer-
sitätsklinikums
Augsburg [eigene
Grafik]

Einteilung der Erkrankten in A (*Allgemeiner Pflegegrad*) und S (*Medizinischer Pflegegrad*). Diese Hauptkategorien werden jedem Patienten zugewiesen und können sich je nach Krankheitsverlauf ändern. Der *Allgemeine Pflegegrad* wird in folgende Stufen unterteilt:

1. sehr selbständiger Patient
2. Hilfe wird beim Aufstehen benötigt
3. bettlägeriger Patient

Der *Medizinische Pflegegrad* setzt sich wie folgt zusammen:

1. keine durchgehende Versorgung durch Katheter oder Infusionen notwendig
2. Einsatz von zentralvenösen Kathetern oder intravenösen Antibiotika
3. Einsatz von Drainagen oder Zu- und Ableitungen

Wie man der Darstellung (siehe Figure 1) entnehmen kann, können die verschiedenen Unterkategorien zwischen A und S wechseln. So entsteht eine präzise Einordnung des Patientenzustandes und eine Vielzahl an Kategorien, die durch gesonderte Maßnahmen und Arbeitsabläufe behandelt werden müssen.

4. CLUSTER-EINTEILUNG DER FUNKTIONSBEREICHE

Als Grundgedanke des Entwurfs gilt die Clusterung der verschiedenen Funktionsbereiche. So werden die Aufenthaltsbereiche des Krankenhauspersonals, der infizierten Patienten und der Besucher gesondert betrachtet und strikt getrennt. Eine Einteilung in *Schienen* stellt dabei die sinnvollste und flexibelste Möglichkeit dar.

Im *Personalbereich* befinden sich (siehe Figure 2) sowohl die benötigten Räumlichkeiten (Pausenraum, Umkleide etc.) als auch die zugehörige Erschließung in Form eines Flurs. Bei einer Realisierung des Konzepts in einem Bestandsgebäude besteht keine Notwendigkeit des Umbaus der bereits vorhandenen Personalräume. Der angeschlossene Gang verbindet diese mit der zu konstruierenden *Schleuse*. Dieser sollte bei einer Neuerichtung mindestens 2,25 m nutzbare Breite aufweisen, um den Liegendtransport von Patienten zu ermöglichen. [1]

Der *Schleusenbereich* sollte weitestgehend vom *Personalbereich* einsehbar sein. Durch den Einbau von Glastrennwänden (alternativ können Fensterbänder oder eine Kombination von Gipskarton- und Glastrennwänden erstellt werden) wird die Sichtbeziehungen zwischen den Angestellten in den beiden Bereichen erhöht. Es ist zwingend notwendig, dass ausreichend Anforderungen an die Trennwände erfüllt werden hinsichtlich Luftdurchlässigkeit. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auch auf ein jeweils unabhängiges Belüftungssystem, um die Verteilung von Aerosolen einzudämmen. Die *Schleusenschiene* kann durch mobile Trennwände in Sektionen eingeteilt werden. Je nach Anzahl infizierter Patienten und deren Kategorisierung kann die benötigte Größe der Teilbereiche festgelegt werden. Bei Betreten dieses Bereichs wird die Personalschutzkleidung angelegt und notwendige Vorbereitungen zum Behandeln der Patienten getroffen. Durch den abgetrennten Bereich kann dort nun ohne Kleidungswechsel zwischen den einzelnen *Patientenzimmern* gewechselt werden. Diese Zusammenfassung von Arbeitsschritten ermöglicht schnellere

Arbeitsabläufe, ein geringeres Infektionsrisiko und einen geringeren Materialverbrauch. Durch den Einbau von Essenschleusen wird der direkte Kontakt bei der Essensübergabe zu Patienten der Kategorie A1 (siehe Abschnitt 3) vermieden. Fenster zu den Zimmern ermöglichen eine optimale Sicht auf die Erkrankten und ermöglichen somit grobe Zustandsanalysen aus sicherer Entfernung.

Die *Patientenzimmer* folgen demselben Prinzip der Einteilung in kategorisierte Cluster je nach Anzahl der Infizierten durch mobile Trennwände. Zudem ermöglicht diese Konstruktion eine Bedarfserweiterung der Bettenanzahl durch Zusammenschluss einzelner Zimmer. In diesem Fall kann der entstehende Durchgang zwischen den Zimmern als Nebenerschließung zur *Schleuse* fungieren.

Der *Besucherbereich* schließt von der entgegengesetzten Seite an die *Patientenzimmer* an. Es ist darauf zu achten, dass dort keine Durchgangsmöglichkeiten zwischen Besuchern und Infizierten existieren. Durch raumhohe, eingeschobene Glasboxen wird für ausreichend Blickkontakt zwischen den Erkrankten und den Angehörigen gesorgt. Diese können je nach Errichtung (siehe Abschnitt 7) über eigenständig erschließbare *Besuchergänge*, separate Treppen-, Aufzugsbereiche oder Brücken zugänglich gemacht werden. Die Sicht des Infizierten ins Freie darf nicht beeinträchtigt werden. Dies kann durch Glasfasaden oder Fensterbänder gewährleistet werden.

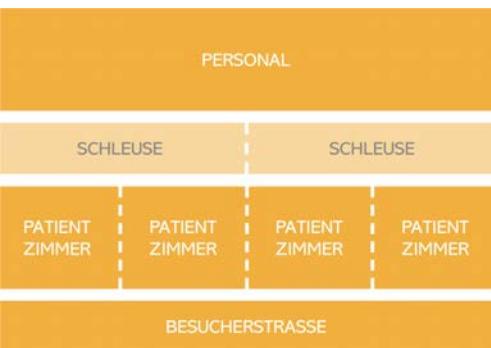


Figure 2
Gestrichelte
Darstellung der
mobilen
Trennwände;
hellere
Schleusendarstel-
lung als flexibler
Übergangsbereich
je nach Bedarf
[eigene Grafik]

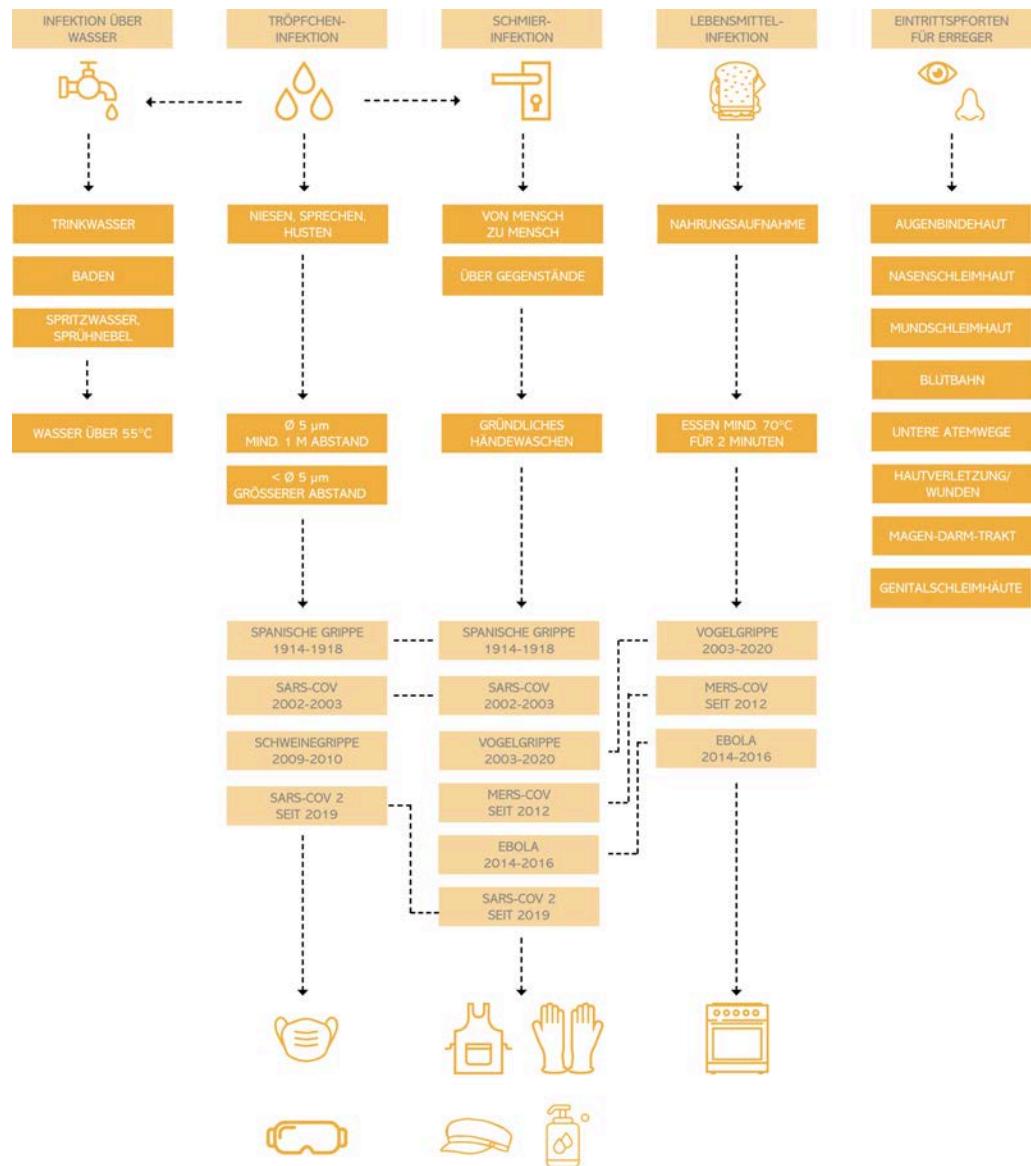
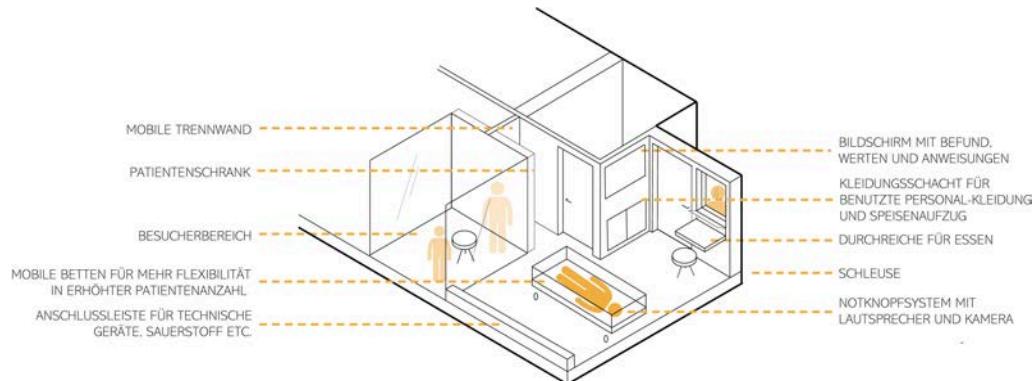


Figure 3
Beispiel Pandemien und Schutzartikel
[eigene Grafik]
[BMSGPK 2014]
[3-11]

5. ÜBERTRAGUNGSWEGE VERGANGENER EPIDEMIEN

Um die Zusammenhänge zwischen Übertragungswegen, vergangenen Epidemien und Schutzmaßnahmen zu verstehen, wird dies durch eine Darstellung veranschaulicht (siehe Figure 3). Je nach Krankheit müssen verschiedene Maßnahmen getroffen werden, um eine Ausbreitung zu verhindern. Das Entwurfskonzept kann flexibel auf die spezifischen Anforderungen eingehen. Es werden unterschiedliche Epidemien seit 1914 als Beispiele aufgelistet und angezeigt, welche Schutzmaßnahmen sich dabei bewährt haben.

Figure 4
Axonometrie
Patientenzimmer
[eigene Grafik]



6. PATIENTENZIMMER

6.1 Aufbau und Organisation

Das Patientenzimmer basiert auf der Idee einen möglichst flexiblen Raum zu entwickeln, der je nach Anforderungen und Anzahl der zu Behandelnden schnell angepasst werden kann. Dies soll ohne großen Mehraufwand umgesetzt werden können und sowohl weitere Betten als auch neue Durchgänge für das Personal erlauben (siehe Abschnitt 6.2b und 6.2c).

Wie in der axonometrischen Darstellung (siehe Figure 4) zu sehen wurde stark auf die Sichtbeziehungen zwischen Personal, Patient und Besucher geachtet. Dies ist ein grundlegender Bestandteil des Konzeptes, das Ärzten und Pflegern erlauben soll auch ohne Durchquerung der Schleuse oder der Zimmer eine Grobabschätzung des Zustandes des Patienten zu geben. Dadurch werden Arbeitsschritte, die eine hohe Ansteckungsgefahr mit sich bringen, reduziert. Die Durchgangstür ist nicht transparent, um dem Patienten das Gefühl von ständiger Beobachtung zu nehmen. Auch wird die Sicht ins Freie sowohl durch Fensterbänder oder Glassfassaden im Besuchergang als auch ein Fenster zwischen Patient und Besuchergang gegeben.

Die Angehörigen können nach Voranmeldung die *Besucherbox* reservieren und in Blickkontakt mit dem Erkrankten treten. Durch eine Sprechanlage

wird eine verbaler Verbindung aufgebaut. Ein Tisch und Stühle bieten ihnen Komfort für längere Aufenthalte. Je nach Besucherangehörigkeit wird das gegenüberliegende Zimmer durch *intelligentes Glas* blickgeschützt.

Die mobilen Trennwände können durch Schienensysteme an der Decke je nach Bedarf verschoben und platzsparend verstaut werden. Um die Zimmerkapazität aufzustocken zu können, werden wie üblich verschiebbare Betten verwendet. Die entsprechende Anschlussleiste für technische Geräte, die Sauerstoffzufuhr etc. wird am Boden in Richtung des Besuchergangs angebracht.

Das Badezimmer ist behindertengerecht mit Dusche, Waschbecken und WC ausgestattet.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil ist die digitale Vernetzung der Ärzte und Pfleger mit dem Infizierten. Um möglichst direkte Begegnungen zu reduzieren, werden Patienten der Kategorien A1 und A2 (siehe Abschnitt 3) aufgefordert, selbstständig kleinere Untersuchen wie Blutdruck- oder Insulinmessungen durchzuführen (siehe Abschnitt 10). Ein Bildschirm, der als Fernsehergit benutzt werden kann, zeigt aktuelle Informationen zum Gesundheitsstatus und weist den Patienten auf Handlungsschritte hin.

Für diese Patientenkategorien dient ein Tisch und Stuhl vor der Glasscheibe zur Schleuse als Essstisch. Eine *Essensschleuse* (siehe Abschnitt 9) ermöglicht kontaktlose Geschirrübertragabe.

6.2 Konzeptbedarf

In pandemischen Zeiten sind Patientenanzahl beziehungsweise Bettenbedarf kaum kalkulierbar. Daher sind flexible Umnutzen innerhalb einer Krankenhausstation von höchster Priorität. Im Folgenden werden drei Varianten des Entwurfkonzepts beschrieben und dargestellt. Durch mobile Trennwände, die platzsparend durch ein Schienensystem in der Decke verstaut werden können, kann eine Anpassung des Raumes an jeweilige Situationen binnen kürzester Zeit entstehen.

6.2a Einzelisolierung Die Einzelisolierung (siehe Figure 5) kann während normalen Betriebszeiten als Einzelpatientenzimmer genutzt werden. Während einer Pandemie können diese bei geringer Infiziertenzahl beibehalten werden oder als Einzelisolierstation für besonders schwere Fälle genutzt werden. Sämtliche Trennwände sind aufgestellt und bieten somit die Fläche und Ausstattung eines gewöhnlichen Krankenhauszimmers. Die Übertragungswege von Viren sind durchtrennt und eine Lüftungsanlage regelt den Luftaustausch ohne Austausch der Aerosole zwischen verschiedenen Bereichen. Diese Variante ermöglicht zudem die gesonderte Überwachung oder Behandlung Einzelner. Je Patient ist folgendes Interieur vorhanden (siehe Abschnitt 6.1):

- ein mobiles Bett mit Notknopf und Anschlussleiste für technische Geräte, Sauerstoff etc.
- ein behindertengerechtes Badezimmer mit Dusche, WC und Waschbecken
- ein Schrank zur Aufbewahrung von persönlichen Gegenständen und Kleidung
- ein Esstisch mit Stuhl
- ein Bildschirm mit möglicher Fernsehnutzung
- eine Besucherbox (geteilt)
- eine Essensschleuse
- ein Kleidungsschacht mit Geschirraufzug

6.2b Gemischte Isolierung Bei der gemischten Isolierung (siehe Figure 6) können je nach Bedarf die Patientenzimmer durch die mobilen Trennwände erweitert oder verkleinert werden. Diese Variante wird vermutlich bei Beginn einer Pandemie die Gängigste sein. Bei einer Mischform zwischen normalem Betrieb und außergewöhnlich hohem Patientenaufkommen ist sie flexibel in gesonderte Bereiche abzutrennen. Je nach Bedarf können Patientenkategorien getrennt behandelt werden. Dadurch werden dem Personal Arbeitsschritte vereinfacht und gruppiert, was eine effektivere Arbeit zur Folge hat.

6.2c Kohortenisolierung Durch die Kohortenisolierung (siehe Figure 7) kann auf übermäßige Patientenzahlen eingegangen werden. Durch die mobilen Trennwände können die Patientenzimmer beliebig zusammengeschlossen werden. Voraussetzung ist, dass alle Patienten mit demselben Erreger infiziert sind. Diese Variante wird empfohlen bei einer exponentiell ansteigenden Erkranktenanzahl oder bei einer übermäßig ausgeprägten Patientenkategorie. Die Sichtbeziehungen sind weiterhin ausreichend gegeben. Der Abstand zwischen den Betten beträgt 1,725 m. Die Bettenkapazität wird um 33% erhöht. Durch den neu entstehenden Flur zwischen den Zimmerbereichen kann das Personal Arbeitsschritte gruppieren und durch verkürzte Wege effizienter handeln. Am Beispiel eines 3-Bett-Zimmers steht folgenden Interieur zur Verfügung:

- drei mobile Betten mit Notknopf und Anschlussleisten für technische Geräte, Sauerstoff etc.
- zwei behindertengerechte Badezimmer mit Dusche, WC und Waschbecken
- zwei Schränke zur Aufbewahrung von persönlichen Gegenständen und Kleidung, die in Teilbereiche unterteilt werden können
- zwei Esstische mit Stühlen
- zwei Bildschirme mit möglicher Fernsehnutzung
- zwei Besucherboxen (geteilt)
- zwei Essenschleusen
- zwei Kleidungsschächte mit Geschirraufzügen

Figure 5
Grundriss
Einzelisolierung
[eigene Grafik]

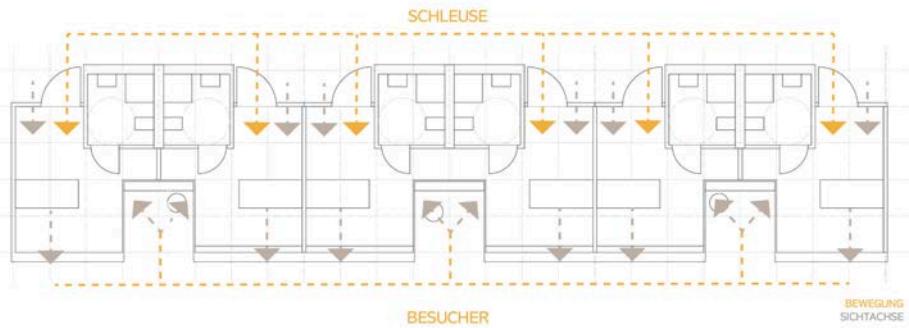


Figure 6
Grundriss
Gemischte
Isolierung [eigene
Grafik]

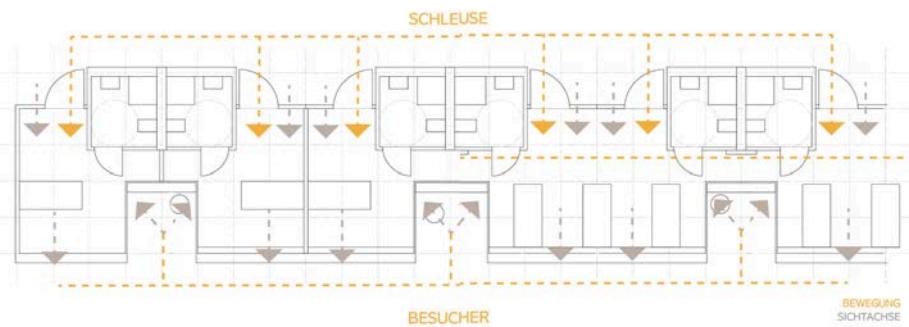
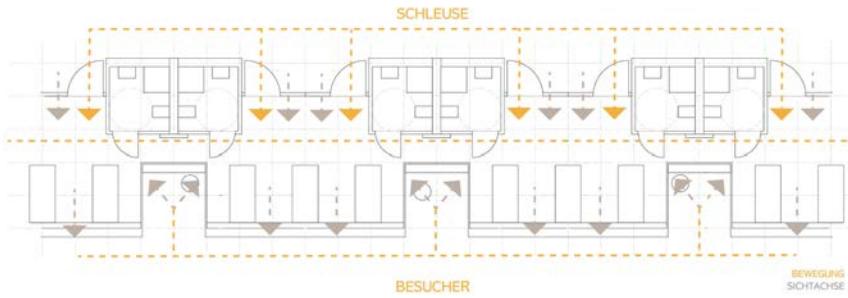


Figure 7
Grundriss
Kohortenisolierung
[eigene Grafik]



7. UMSETZUNG

7.1 Umsetzung als Neubau

Als neugebautes Konzept (siehe Figure 8) kann dieser Entwurf sowohl in normalen Betriebszeiten als auch in Sonderfällen wie Pandemien benutzt werden. Daher ist kein großer Kosten- und Zeitaufwand durch Umbauten zu erwarten.

Die Umsetzung als Neubau basiert auf einem horizontalen Grundrissraster von 1,30 m. Die Anzahl an Patientenzimmern kann sowohl auf einer Ebene als auch in verschiedenen Stockwerken beliebig erweitert werden. Der Entwurf ist somit flexibel für jegliche Patientenanzahl. Eine vertikale Planung für Schächte, die Speisenaufzüge und Wäscheschächte beinhaltet, ist zu beachten. Dafür müssen Räume zur Verfügung gestellt werden, die eine gesonderte Bearbeitung der gebrauchten Gegenstände und Schutztensilien erlauben.

In der Schleuse (siehe Abschnitt 4) werden Schränke zur Verfügung gestellt, die Schutzartikel, Medikamente sowie kleinere Untersuchungsgeräte enthalten. Auch Sitzmöglichkeiten und Kabinen können aufgestellt werden, um ein angenehmen Ankleiden zu ermöglichen. Die Durchgangstüren besitzen

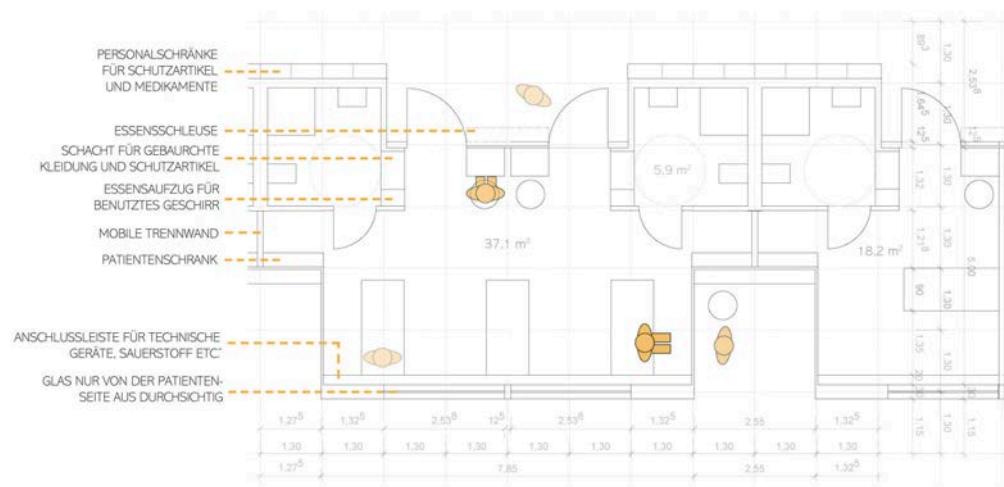
eine lichte Breite von 1,25 m, um ein Manövrieren von Betten zu ermöglichen.

Das *Patientenzimmer* weist bei einer Einzelisolierung eine Fläche von 18,2 m² auf, bei einer 3-Bett-Belegung 37,1 m². Das behindertengerechte Badezimmer beträgt eine Fläche von 5,7 m² und enthält einen Wendekreis für Rollstühle mit dem Durchmesser von 1,50 m. Die Besucherbox besitzt eine Fläche von 6,95 m².

Die Krankenbetten (90 x 200 cm) besitzen bei einer Kohortenisolierung (siehe Abschnitt 6.2c) einen Abstand von 1,725 m und somit ausreichend Abstand zwischen den einzelnen Patienten. Der Bewegungsfreiraum für Ärzte und Pfleger ist trotz des Einsatzes von Geräten gegeben.

Es ist darauf zu achten, dass eine natürliche Beleuchtung des Zimmers gewährleistet ist. So soll die Außenfassade als gläserne Vorhangsfassade oder mit Fensterbändern ausgestattet sein. Zudem wird ein Fenster zum Besuchergang eingebaut, das durch eine Blickschutzfolie nur aus Patientensicht transparent ist. [Neufert 2015]

Figure 8
Grundriss
Patientenzimmer
[eigene Grafik]



7.2 Umsetzung im Bestand

Die Betrachtung im Bestand zeigt, dass dieser Entwurf in den meisten bereits existierenden Krankenhäusern mit geringem Aufwand integriert werden kann (siehe Figure 9/10/11). Als Beispiel wurde im Folgenden die Erweiterung des Universitätsklinikums Aachen von HENN GmbH untersucht. Bereits gegebene Personalräume können erhalten bleiben. Der Schleusenbereich stellt die größte konstruktive Änderung dar.

Figure 9
Grundriss Funktionsverteilung
Uniklinikum
Aachen © HENN
[12]

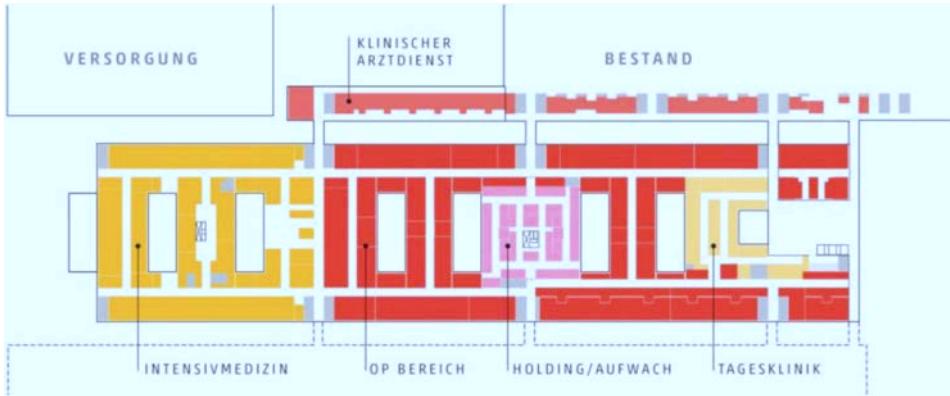


Figure 10
Grundriss
Uniklinikum
Aachen © HENN
[eigene
Ergänzungen] [12]

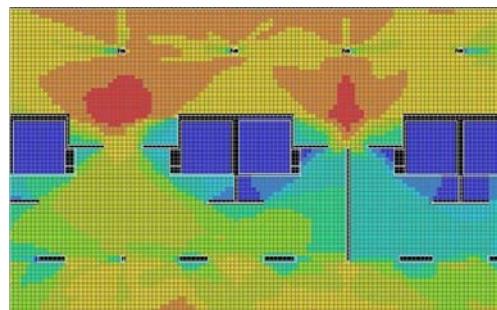


Figure 11
Verteilung im
Bestand am Beispiel
des Universitäts-
sklinikums Aachen
© HENN [eigene
Ergänzungen] [12]



8. SIMULATION SICHTBEZIEHUNGEN

8.1 Sichtachsensimulation nach Verteilung



In diversen Sichtachsensimulationen (siehe Abschnitt 8.2) werden die für dieses Konzept wichtigen Blickbeziehungen genauer analysiert. Es werden kaum undurchsichtige Trennwände benutzt (siehe Figure 12). Eine hohe Transparenz soll es dem Personal erleichtern sich aus sicherer Entfernung einen groben Überblick über den Zustand der Patienten zu beschaffen. Außerdem wird die Kommunikation zwischen Personal im *Personalbereich* und *Schleusengang* (siehe Abschnitt 4) gestärkt und vereinfacht. Das Verwenden von einseitig spiegelbeklebten Scheiben erhöht die Privatsphäre für die Patienten.

Der klare Schwerpunkt der Einsehbarkeit (roter Bereich, siehe Figure 12) liegt im *Schleusengang*. Dort muss die meiste Kommunikation über Einsehbarkeit stattfinden. Durch die Schutzmaßnahmen, die dort getroffen werden müssen, ist ein physischer Wechsel von Räumen zu vermeiden und durch Blickkontakt zu ersetzen. Diese Maßnahme beschleunigt Arbeitsprozesse und vermeidet zusätzliche Raumwechsel, die ein Infektionsrisiko für Ärzte und Pfleger erhöhen. Zu erkennen ist auch, dass sich im schlecht einsehbaren Bereich (blauer Bereich, siehe Figure 12) die Badezimmer und die Schränke mit den persönlichen Gegenständen der Infizierten befinden.

Zu sehen ist bei der gemischten Isolierung (siehe Abschnitt 6.2b), dass durch das Einziehen der mo-

bilen Trennwände kaum ein Einblicksverlust zu verzichten ist. Die Handhabung des Konzepts bleibt je Variante gleich gut erhalten.

Durch den geringen Einsatz von Stützen und die Lastabtragung auf Wände wird das Sichtfeld kaum eingeschränkt. Ebenfalls werden Schränke und weitere Möblierung an geschlossenen Wänden angebracht. Verglasungen sollen raumhoch geplant werden. Eine Ausnahme tritt dabei bei der *Essensschleuse* (siehe Abschnitt 9) ein.

8.2 Sichtachsensimulation nach Blickrichtung

8.2a Personal im Personalbereich Wichtig hierbei ist, dass Ärzte und Pfleger eine optimale Sicht auf Kollegen und Patienten erlangen (siehe Abschnitt 8.1). Es entsteht teilweise eine Sicht quer durch alle Bereiche bis ins Freie (siehe Figure 13). Jede dunklere Farbtonstufe bedeutet eine Glasscheibe mehr im Blickfeld. Um eine kostengünstigere Konstruktion zu ermöglichen, können zwischen *Personalbereich* und *Schleusengang* stellenweise zwischen Glaselementen Gipskartonwände eingezogen werden, die den Sicherheitsvorgaben entsprechen. Durch die geringe Anzahl von benötigten Stützen und der Platzierung von Schränken und anderem Mobiliar an geschlossenen Wänden wird das Sichtfeld kaum eingeschränkt.

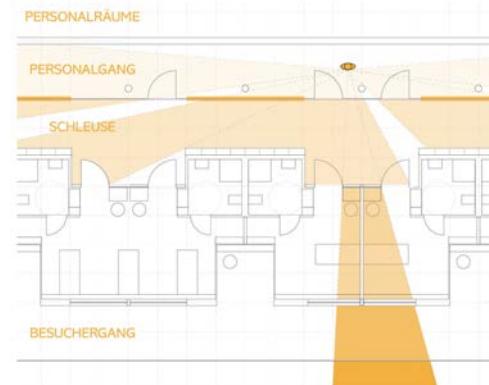


Figure 12
Sichtachsensimulation
nach depthmapX
[eigene Grafik] [13]

Figure 13
Sichtachsen
Personal im
Personalbereich
[eigene Grafik]

Figure 14
Sichtachsen
Personal im
Schleusenbereich
[eigene Grafik]

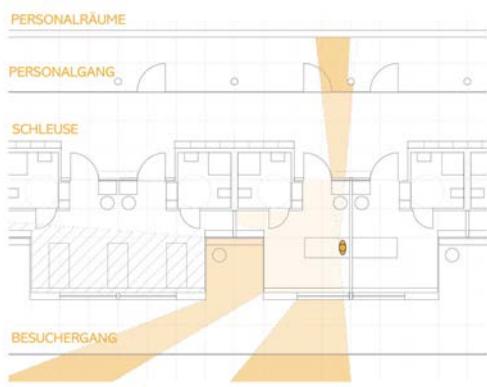
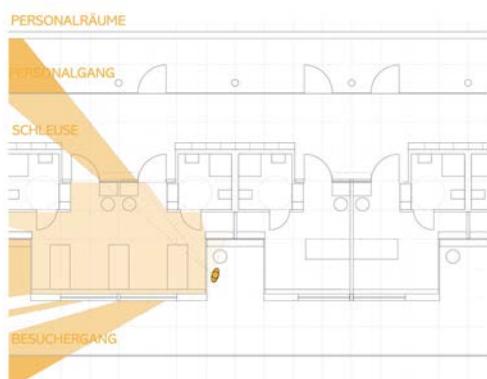
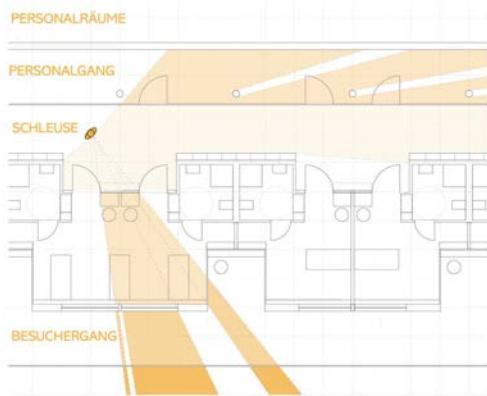
8.2b Personal im Schleusenbereich Auch das Personal im Schleusenbereich benötigt sowohl die Möglichkeit auf Blickkontakt mit Kollegen im *Personalbereich* als auch mit den Infizierten (siehe Figure 14). Letzteres ist durch Glaselemente zu den *Patientenzimmern* gegeben, die über der Essensschleuse (siehe Abschnitt 9) angebracht sind und einen direkten Blick auf die Infizierten gewährleisten. Die jeweiligen Umkleidebereiche sind von Patientenseite aus nicht einsehbar und werden durch Kabinen extra getrennt, um einen angenehmen Kleidungswechsel und ein Anlegen der Schutzkleidung zu ermöglichen. Auf mögliche Sicht einschränkungen durch Schleusentrennungen ist zu achten.

Figure 15
Sichtachsen
Besucher im
Besucherbereich
[eigene Grafik]

8.2c Besucher im Besucherbereich Als Angehöriger in der Besucherbox erhält man einen Überblick über das gesamte Patientenzimmer, ausgenommen Badezimmer und Privatschränke der Infizierten (siehe Figure 15). Ein raumhohes Glaselement, das die gesamte Tiefe der Box darstellt, erzeugt Nähe und gewährleistet dennoch den Schutz vor einer Ansteckung. Im Notfall können Besucher Blickkontakt zum Personal in der *Schleuse* oder im *Personalbereich* aufbauen. Die Verglasung in die Richtung des gegenüberliegenden Zimmers wird durch intelligente Scheiben undurchsichtig eingestellt. Bei fehlender Nutzung der Boxen werden sämtliche Seiten sichtgeschützt.

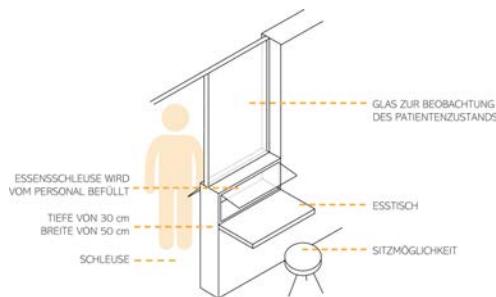
Figure 16
Sichtachsen Patient
[eigene Grafik]

8.2d Patient in Einzelisolierung Erkrankte haben sowohl die Sichtachsen zum Personal, zu den Besuchern als auch ins Freie (Figure 16). Ebenfalls haben sie den Bildschirm mit ihren Daten und Aufgaben (siehe Abschnitt 10) im Blick. Die Besucherbox wird bei fehlender Nutzung durch intelligente Scheiben undurchsichtig eingestellt, um Einblicke in das nächstgelegene Zimmer zu vermeiden. Die Scheiben zum *Besuchergang* sind nur von Patientenseite aus transparent. Dies wird durch Aufkleben einer Spiegelfolie durchgesetzt. Die Sicht ins Freie ist sicherzustellen, um den Heilungsprozess des Erkrankten zu unterstützen. Die psychischen Auswirkungen dürfen hierbei keineswegs missachtet werden.



9. ESSENSSCHLEUSE

Die Einplanung einer sogenannten *Essensschleuse* (siehe Figure 17) ermöglicht es den Patienten aus Kategorie A1 (siehe Abschnitt 3) ihre Mahlzeiten selbstständig abzuholen und zu sich zu nehmen. So werden bei diesem Arbeitsvorgang jegliche direkte Berührungen ausgeschlossen.



Durch die *Eingangsklappe* wird das Tablett mit der jeweiligen Mahlzeit vom Personal in eine *Wartekammer* gestellt. Nachdem diese von Außen verschlossen wurde, kann der Patient die *Klappe* auf seiner Seite öffnen und die Speisen auf den Tisch, der direkt davor angebracht ist, ziehen. Nach diesem Vorgang wird die *Wartekammer* auch von dieser Seite verriegelt. Der Infizierte kann daraufhin an diesem Tisch das Essen zu sich nehmen. Zur Patientenbeobachtung ist eine Glasscheibe über der *Essensschleuse* angebracht. Nach dem Beenden der Mahlzeit stellt der Erkrankte das Tablett zusammen mit dem benutzten Geschirr in den verbauten *Speiseaufzug*, der sich in der Trennwand von Patientenzimmer und Badezimmer befindet. Durch den *Speiseaufzug* wird das genutzte Geschirr in gesonderte Räume befördert, in denen die notwendigen Desinfektions- und Reinigungsvorgänge stattfinden können.

Zudem kann diese Schleuse auch zur Übergabe von Medikamenten, Untersuchungsgeräten, Unterlagen und Ähnlichem genutzt werden.

10. PATIENTENBEHANDLUNG PER APP

Durch den Einsatz einer Smartphone-Applikation (siehe Figure 18) können Patienten der Kategorien A1 und A2 (siehe Abschnitt 3) selbstständig Arbeitsschritte erledigen, die unter gewohnten Umständen vom Personal übernommen werden würde. So können Fragen der Patienten dem Personal per Nachricht in Echtzeit gestellt und beantwortet werden. Eine Notknopffunktion wird zusätzlich zum physischen Knopf bereitgestellt, um im Notfall eine Sprach- und Videoüberwachung zu ermöglichen. Erkrankte Personen können jederzeit ihre Krankheitshistorie einsehen und aktuelle Werte beobachten. Durch eine Funktion, sich mit anderen Patienten austauschen zu können, kann einem möglichen Einsamkeitsgefühl der isolierten Personen entgegengewirkt werden. Sämtliche relevanten Werte und Schritte, die ein Patient selbstständig erledigen kann, werden zusätzlich per Monitor im Zimmer angezeigt. Darunter fallen beispielsweise das Messen des Blutdrucks, die Messung des Blutzuckers oder des Pulses. Die Ergebnisse sind sowohl für Patienten als auch für das Personal durchgehend einsehbar.



Figure 17
Axonometrie
Essensschleuse
[eigene Grafik]

Figure 18
Musterdarstellung
App user interface
[eigene Grafik]

11. MAXIMALE AUSLASTUNG DES ENTWURFKONZEPTS

Um die maximale Kapazität des Konzeptes zu erweitern, können unterschiedliche Varianten zur Patientenzimmergröße entwickelt werden.

Eine davon (siehe Figure 19) ist die Aufteilung auf maximal vier Betten pro Zimmerverbindung. Das Raster von 1,30 m bleibt erhalten, wird jedoch teilweise halbiert. Die Einzelzimmer vergrößern sich daher auf 21,5 m², die 4-Betten-Zimmer auf 43,6 m². Letzteres hat eine Gesamtlänge von 9,05 m. Die wichtigsten Bestandteile bleiben vom Grundkonzept unverändert. Die Patientenschränke müssen in kleinere Sektionen unterteilt werden.

Figure 19
Grundriss 4
Betten-Zimmer
[eigene Grafik]

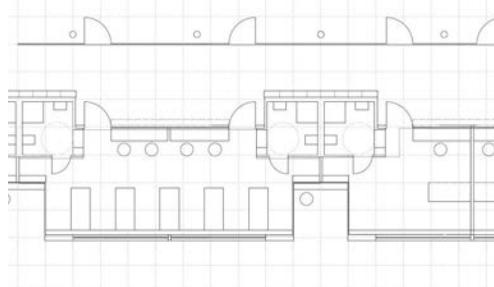
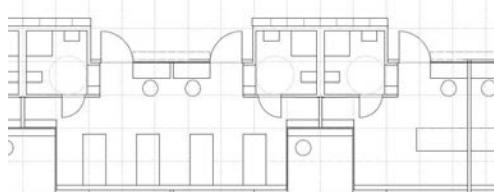
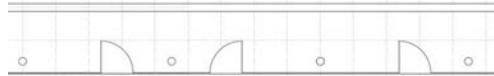


Figure 20
Grundriss 5
Betten-Zimmer
[eigene Grafik]

Bei einer Aufstockung auf 5-Betten-Zimmer (siehe Figure 20) ist zu sehen, dass das Konzept an eine Grenze kommt, die die Funktion der Besucherbox er-

heblich einschränkt und die Einzelzimmer unnötig vergrößert. So haben die 1-Personen-Zimmer eine Fläche von 27 m² und die 5-Betten-Zimmer eine Fläche von 56,5 m². Letzteres hat eine Gesamtlänge von 11,65 m².

12. AUSBLICK IN DIE ZUKUNFT

Doch nun stellt sich die Frage: *"Inwieweit lässt sich dieses Konzept weiterentwickeln?"*

Die flexible Erweiterung der einzelnen Patientenzimmermodule zeigt bereits eine sehr gute Anpassungsfähigkeit an unterschiedlichste Situationen. In weiteren Schritten könnten die Anschlussoptionen an zu planende oder bereits vorhandene Personalräume an den Personalgang angedacht werden. *"Welche und wie viele Anforderungen sind zu planen?"*

Auch die Erschließung der Besucher kann in verschiedenen Varianten überdacht werden. So könnten Besucherboxen, die als Teil der Außenanlagen fungieren, geplant werden. Aufzüge und Treppenkonstruktionen müssen angedacht werden. *"Findet die Zuwegung über Balkone oder über im Innenbereich liegende Gänge oder Brücken statt?"*

Wie muss die Fassade geplant werden, um ausreichend Ausblick und Sonnenlicht für Patienten zu gewährleisten. *"Werden Fensterbänder, Glasfassaden oder Oberlichter verwendet und welche Folie bringt den größten Mehrwert für die Psyche und erhält trotzdem die Ästhetik?"*

Außerdem könnte die maximale Aneinanderreihung der einzelnen Module interessant sein. *"Ab welcher Erschließungslänge wird es für das Personal ineffizient?"* "Könnten weitere horizontale oder vertikale Verknüpfungen eine Alternative oder weitere Varianten darstellen?" "Wie stellt sich das konstruktiv mögliche Maximum dar?"

Zudem sollte das Deckenschiensystem für die mobilen Trennwände geplant werden. *"Welches System wird verwendet und wird es per Fernsteuerung oder manuell bedient?"*

Simulationen zum minimalen und maximalen Personalaufwand könnten untersucht werden.

13. KRITISCHE DARSTELLUNG

Um den Entwurf von verschiedenen zu Seiten beleuchten, werden im Folgenden sowohl die positiven als auch die negativen Aspekte erläutert.

Der bereits mehrfach genannte Aspekt der Flexibilität wird durch die zahlreichen mobilen Trennwände durchgesetzt. Zimmer können je nach Bedienbedarf durch Verschieben der Module in kurzer Zeit manuell angepasst werden. Bei der Realisierung müssen die verfügbaren finanziellen Mittel des Bauherrn unbedingt beachtet werden. Durch die Vielzahl an Anpassungsmöglichkeiten entstehen Kosten in der Anschaffung der flexiblen Wände. Diese haben eine erhöhte Anforderung an die Durchlässigkeit von Luft- und somit Virenaustausch. Je nach Budget kann eine sparsamere Variante entwickelt werden, in der Zimmereinheiten nur teils verknüpfbar sind und eine gewisse Raumanzahl durch bereits vorhandene Wände getrennt werden. Somit lässt sich sagen, dass je nach Situation des Bauherrn entsprechend darauf eingegangen werden kann, ohne starke Funktionsverluste des Entwurfskonzepts verzeichnen zu müssen.

Ein weiterer Punkt ist der soziale Aspekt. Wichtig ist, dass Patienten keine Einbußen in psychischen Bereichen erleiden. Dies ist essentiell für die schnelle Genesung. Um dies zu realisieren werden ausreichend Sichtbeziehungen, darunter auch ins Freie, sichergestellt. Es ist darauf zu achten, dass die Besucher nur mit Ankündigung aus der Besucherbox Blickkontakt zum Erkrankten aufbauen können. Die Scheiben zum Besuchergang werden durch eine Spiegelfolie nur für den Infizierten durchsehbar. Durch die Einblicke des Personals könnten in Extremfällen Beobachtungsgefühle auftreten. In entsprechenden Situationen muss abgewogen werden, ob die Beobachtung des Patientenzustands im Vordergrund stehen sollte oder die vollständige Privatsphäre des Erkrankten. Durch entsprechende Kommunikationsgeräte wie Notknöpfe mit Sprechfunktion und Mitteilungen über den vorhandenen Bildschirm kann auf Letzteres spezieller eingegangen werden.

Der technologische Teil des Entwurfskonzepts wird durch das eben genannte Notrufsystem und die Bildschirmdatenanzeige dargestellt. Das beinhaltet zwar Mehrkosten, stellt jedoch einen sehr großen Anteil an der so wichtigen persönlichen Kontaktreduzierung zwischen Personal und Patient dar. Die modernen Kommunikationsmittel sollten unbedingt in die zukünftigen Krankenhausplanungen eingerechnet werden. Bei Betätigung des Notknopfs wird für kurze Zeit eine Video- und Tonübertragung freigeschaltet. Dadurch können grobe Zustandseinschätzungen getroffen werden. Smartphone und Bildschirmanzeige erleichtern Patienten einen Selbstbeitrag zum Genesungsprozess durch das Ausführen kleinerer Untersuchungen wie beispielsweise Blutdruckmessung, Zuckerwertmessung etc. Der finanzielle Aufwand muss bei der Planung betrachtet werden, ist jedoch je nach Situation des Bauherrn, anpassungsfähig.

14. ZUSAMMENFASSUNG

Schlussfolgernd lässt sich sagen, dass dieses Konzept flexibel auf jegliche Kapazitätsansprüche eines Krankenhauses eingehen kann. Es ermöglicht schnelle und unkomplizierte Reaktionen und Anpassungen an unerwartete Situationen. Der Entwurf kann sowohl während normalen Betriebsphasen genutzt werden als auch in Epidemien beziehungsweise Pandemien. Sowohl der Neubau als auch die Anwendung im Bestand stellen sich in den meisten Fällen als kostengünstig und leicht umsetzbar dar. Die Trennung von Personal, Patienten und Besuchern verringert das Infektionsrisiko und wirkt einer Ausbreitung von Krankheitserregern entgegen. Durch die Beachtung von sozialen Aspekten, Einwirkungen auf die Psyche von jeglichen Beteiligten, werden Heilungsprozesse beschleunigt. Werkzeuge in der Behandlung wie Datenvizualisierungen, Handyapplikationen und modernen Notrufanlagen machen das Konzept zukunftsfähig und am Zahn der Zeit. Die mobilen Trennwände steigern die Flexibilität und Wandelbarkeit des Entwurfes.

Insgesamt sorgen all diese Punkte dafür, dass die Mitarbeiter des Krankenhauses stärker vor der Ansteckungsgefahr geschützt werden und ihre systemrelevante Arbeit trotz aller Schwierigkeiten mit mehr privatem Ausgleich durchführen können.

REFERENCES

- Bundesministerium Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz, BMSGPK 2014, *Informationsblatt zu EBOLA*
- Neufert, EN 2015, *Bauentwurfslehre: Grundlagen, Normen, Vorschriften*
- [1] [https://www.sicheres-krankenhaus.de/patientenzimmer/patientenzimmer/tueren/#%text=Die%20nutzbare%20Breite%20von%202,von%202%2C10%20m%20haben.\(19.11.2020\)](https://www.sicheres-krankenhaus.de/patientenzimmer/patientenzimmer/tueren/#%text=Die%20nutzbare%20Breite%20von%202,von%202%2C10%20m%20haben.(19.11.2020))
 - [2] [https://www.infektionsschutz.de/infektionskrankheiten/uebertragungswege.html\(05.11.2020\)](https://www.infektionsschutz.de/infektionskrankheiten/uebertragungswege.html(05.11.2020))
 - [3] [https://www.gesundes-kind.de/expertenrat/lebensmittelinfektion-vorbeugen/#%text=Geeignet%20ist%20nicht%20nur%20Kochen,%C3%BCr%20zwei%20Minuten%20erreicht%20werden.\(05.11.2020\)](https://www.gesundes-kind.de/expertenrat/lebensmittelinfektion-vorbeugen/#%text=Geeignet%20ist%20nicht%20nur%20Kochen,%C3%BCr%20zwei%20Minuten%20erreicht%20werden.(05.11.2020))
 - [4] [https://de.statista.com/statistik/studie/id/70638/dokument/weltweite-krankheitsausbrueche-bis-2020/\(05.11.2020\)](https://de.statista.com/statistik/studie/id/70638/dokument/weltweite-krankheitsausbrueche-bis-2020/(05.11.2020))
 - [5] [https://www.br.de/wissen/spanische-grippe-influenza-virus-pandemie-100.html\(05.11.2020\)](https://www.br.de/wissen/spanische-grippe-influenza-virus-pandemie-100.html(05.11.2020))
 - [6] [https://www.aidshilfe.de\(05.11.2020\)](https://www.aidshilfe.de(05.11.2020))
 - [7] [https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Uebertragbare-Krankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/SARS-\(Schweres-Akutes-Respiratorisches-Syndrom\).html\(05.11.2020\)](https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Uebertragbare-Krankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/SARS-(Schweres-Akutes-Respiratorisches-Syndrom).html(05.11.2020))
 - [8] [https://www.netdoktor.de/krankheiten/schweinegrippe/#%text=Wie%20die%20saisonale%20Grippe%20wird,unter%20Magen%2DDarm%2DProblemen.\(05.11.2020\)](https://www.netdoktor.de/krankheiten/schweinegrippe/#%text=Wie%20die%20saisonale%20Grippe%20wird,unter%20Magen%2DDarm%2DProblemen.(05.11.2020))
 - [9] [https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Uebertragbare-Krankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/Vogelgrippe-\(Aviaere-Influenza\).html\(05.11.2020\)](https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Uebertragbare-Krankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/Vogelgrippe-(Aviaere-Influenza).html(05.11.2020))
 - [10] [https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Uebertragbare-Krankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/MERS-CoV-\(Middle-East-Respiratory-Syndrome---Coronavirus\).html\(05.11.2020\)](https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Uebertragbare-Krankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/MERS-CoV-(Middle-East-Respiratory-Syndrome---Coronavirus).html(05.11.2020))
 - [11] [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html#doc13776792bodyText2\(05.11.2020\)](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html#doc13776792bodyText2(05.11.2020))
 - [12] [http://www.henn.com/en/projects/health/expansion-university-hospital\(05.11.2020\)](http://www.henn.com/en/projects/health/expansion-university-hospital(05.11.2020))
 - [13] [https://github.com/varoudis/depthmapX\(26.11.2020\)](https://github.com/varoudis/depthmapX(26.11.2020))

High Heal

A Tower - Dynamic Hospital for Pandemics

Teodora Zivkovic¹

¹TU Wien

¹tzivkovic@ifm.tuwien.ac.at

Global challenges require a quick response from architects and completely new solutions. Elaborated concepts and standards we are used to can't provide all answers. The occurrence of the Coronavirus disease (COVID-19) in 2020 has shown that health systems are not prepared to adequately adapt to new situations. The motivation for this project is to develop an architectural solution to one of such global challenges - a pandemic. Functionality, flexibility, and security will be the focus of the goal to be met. The idea of a Tower that would provide rapid movement within it and safe-vertical separation between the sections has inspired the dynamic solution for the pandemic hospital.

Keywords: pandemic, hospital, healthcare, tower, skyscraper

Figure 1
Emergency hospital during the influenza epidemic, Camp Funston, Kansas (1918). Original image from National Museum of Health and Medicine. Digitally enhanced by rawpixel. (Source: rawpixel.com)

1. INTRODUCTION

In less than 13 months more than 100 million cases of Covid-19 infection have been reported worldwide. By February 2021, 10 million people had severe forms of Covid-19 that required hospitalization. This leads us to an important question: Where can we take care of all those patients? Most countries have created temporary hospitals and adapted large spaces, such as halls, to provide care to the patients. This is an old method of approaching the same issue we face today, which dates to the previous global pandemic in 1918 (see Figure 1). In 2020 a good example of a temporary hospital building happened in China. The news about building a hospital in several days was seen around the world. Nevertheless, many health systems could not withstand the pressure of large numbers of patients. Guided by these experiences, the concept of a hospital-tower was created to provide an adequate solution for future pandemics.



The main advantages of this idea are the low occupancy of the land and the dominance of vertical communications - the speed of movement through the hospital building. Furthermore, the tower concept provides excellent separation between departments. This concept offers totally divided commun-

cations for the three groups of users: Patients, Staff, and Visitors. Considering the psychological state that is brought on by the pandemic, enabling visits is currently one of the major issues that must be tackled in order to benefit the patients and their families. Reduction of common areas aims to reduce the spread of the virus, and elevators can also be used as "cabins" for disinfection. The height of the building of 160 meters requires an aerodynamic solution, which in this case is also used as an outdoor space for patients.

2. LITERATURE REVIEW

In response to the Coronavirus disease (COVID-19) pandemic in 2020, many new concepts are currently emerging around the world. Since this is not the first pandemic, we should also focus on the lessons learned from previous experiences. The H1N1 virus originating in swine in 2009 emerged as the first influenza pandemic of the 21st century. From 1889 to 2009 there were six influenza pandemics. They occur when a novel virus emerges for which a majority of the population has little or no immunity.

Dr. Michael Osterholm has written in 2005: "The World must form a better understanding of the potential for the emergence of a pandemic influenza strain. A pandemic is coming. It could be caused by H5N1 or by another novel strain. It could happen tonight, next year, or even ten years from now. The population explosion in China and other Asian countries has created an incredible mixing vessel for the virus." He urged that planning for a pandemic must be on the agenda of every public health agency, school board, manufacturing plant, investment firms, mortuary, state legislature, food distributor, ... (Osterholm, 2005). If 15 years ago this may have sounded unnecessary, today's situation shows us that all the listed institutions now function in extraordinary circumstances and for which they haven't prepared for.

Although the impression is that the whole world is shocked by the appearance of the pandemic in 2020, it can be said that world health leaders knew that it is not a matter of "if" but "when" the next pandemic will occur. At the beginning of this cen-

tury, Progress has been made towards preparedness with the presidential signing of the Pandemic and All-Hazards Preparedness Act in December 2006. (The American Society for Health Care Risk Management, 2006) Planning of special land in cities, which would be suitable for temporary hospitals for pandemics is one of the guidelines of this document. We have had the opportunity to see many countries opting for these steps, led by the example from China in January 2020. Nevertheless, unlike temporary hospitals, permanent hospitals involve a completely different approach.

When designing hospitals for pandemics, one of the biggest challenges is to create a design that will stop the spread of the virus as much as possible. There is a very high possibility that the airborne contaminant emitted from the affected patients could be transported through the building airflow, driven by the stack effect. Bearing this in mind, strict zoning of the building should be an important segment design. Moreover, the zoning plan should consider putting the patients and their wardrobes on the upper floor, above the Neutral Pressure Level (NPL). The pressure distribution for inside and outside the building arising from the stack effect can be shown as in Figure 2. (Lim et al., 2011)

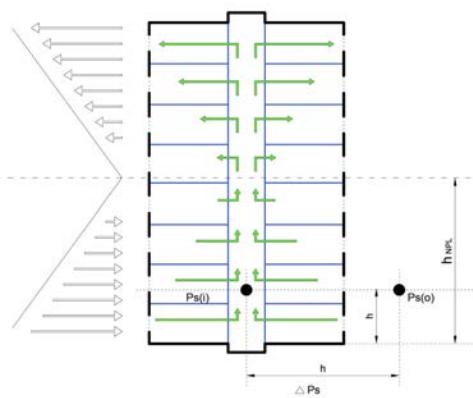


Figure 2
Stack effect - indoor airflows in tall buildings (Source: Lim et al., 2011)

Figure 3
Separation in use:
Patients, Staff,
Visitors

3. DESIGN CONCEPT

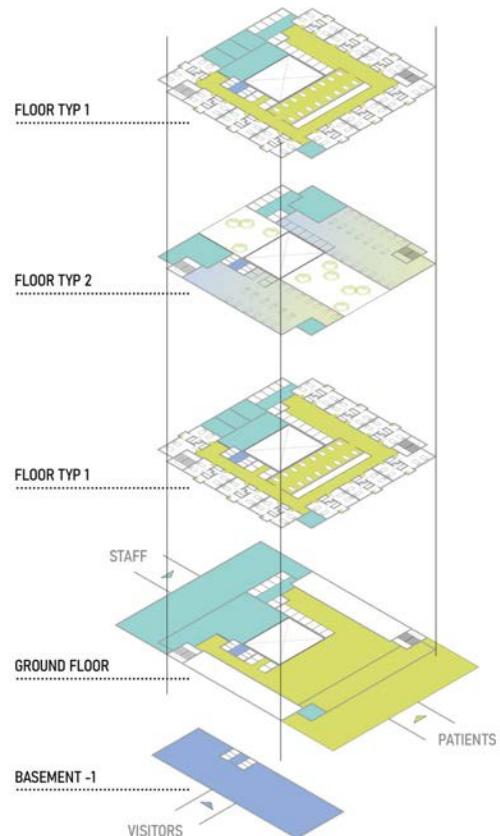
Large-scale outbreaks of infectious diseases are increasing because of increased global travel, integration, and urbanization. Cities record the most cases of infection and are epicenters of the disease spread. The concept of big capacity tower-hospital is derived from big cities and the need to fit large hospitals in densely populated areas. Some of the major issues in the initial handling of the pandemic were the logistic and patient transport between cities. Having large capacity hospitals fitted in the smaller spaces will reduce the need for patient overflow management. The most important features of this concept aim to raise the functionality of such a facility to the highest level, while also providing a safe working environment (see Figure 3).

Vertical separation. Unlike the width and length of the plot, the height provides almost unlimited space for developing a solution. Such a hospital with a capacity of 1600 beds, with its compact design, would allow it to reach any part of it in less than 90 seconds. This is an extremely important feature in moments of urgency and/or a large influx of patients at the same time. This feature allows the medical staff to completely seal areas with infected patients from the rest of the hospital, even from other infected areas.

Aerodynamic design. The 40-story hospital also requires a special building design. Pandemic hospitals are needed around the world and windy areas must be taken into account. Therefore, the aerodynamic design is one of the important structural characteristics of the building. Gaps in the building structure serve the purpose of the well-ventilated visiting areas. According to medical professionals, fresh air is one of the biggest necessities for covid-19 patients during their time in the hospital. (see Figure 5)

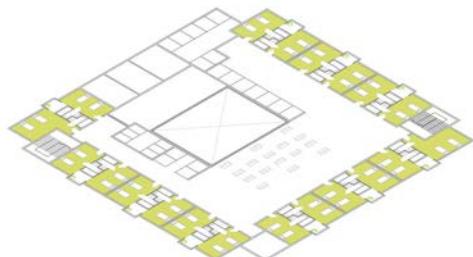
Separate floors for visits. The hospital has 3 central openings on the higher floors that allow wind to flow. Each opening includes 3 floors and these floors are intended for free time and visits. Visitors have 6 elevators at their disposal that are intended only for them, and which have a disinfective function. The entrance for visitors is in the basement -1 and thus is

completely separate from the entrance for staff and patients. So far, no safe way to visit infected people (without special equipment) has been found. The concept of this hospital provides rooms in the entrance area for visitors, in which all the necessary protective equipment and disinfection is provided, before entering the elevator.

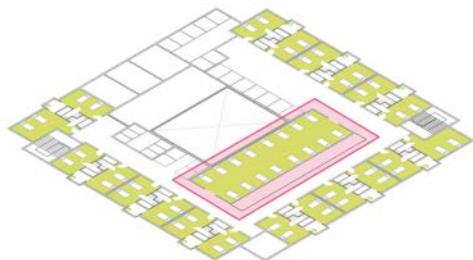


Elevator as a disinfection cabin. To minimize the risk of infection transmission, elevators used by medical staff and visitors have the function of disinfection cabins. They can be disinfected by various types of

aerosols and UV light. This ensures that the virus particles cannot pass from one floor to another. Disinfecting the medical staff and visitors while transporting them to the different floors saves extra time for other hospital activities.



PATIENT FLOOR - REGULAR USAGE



PATIENT FLOOR - EMERGENCY SITUATION

Extended ground floor for the entrance zones. Entrances are marked as risky sites for infection transmission. They are put into 3 categories: patients, medical staff, and visitors. The first 2 categories are located on the ground floor and are accessed from opposite sides. Both entrances have additional extensions in relation to the base of the building and this provides enough space to safely receive a large number of people at the same time. The entrance for visitors is located one floor below, on Basement -1. This section also contains rooms that provide preparation for visits - changing and disinfection rooms. Special guest elevators are available immedi-

ately from this entrance. They are located in a separate room and can only be used for transport to the visiting floors.

Possibility of adapting the central parts into additional capacities. Each floor for patients in its central part has a glass core-atrium and next to it, a space for activities for the patient. This open, central space, also has the potential for emergency modification. By using it for additional patient accommodation, bed capacities can be increased by 40% per floor. (see Figure 4)

The rooftop helipad. A helipad is planned on the roof of the building, which will enable fast and efficient care for patients coming from distant cities. Strictly separated vertical communications (elevators) will ensure the safe transportation of patients and staff to the required floor. In the event of a pandemic, as well as in the regular operation of the hospital, the helipad will significantly contribute to the emergency patient care use. (see Figure 5)

4. THE ROLE OF NUMBER 40

Number 40 represents an important value in this project in defining the size of the facility and its capacity.

- There are 40 beds on one floor
- In case of emergency the capacity of the bed can be increased by 40%
- The number of floors in the tower is 40
- The base of the tower is a square (40 x 40m)
- With an average elevator speed of 3 m/s, there is a possibility to reach any floor in less than 40 seconds

It is interesting that this number also has important meanings in many religions. After being baptized by John the Baptist, Jesus was tempted by the devil for 40 days and nights in the Judaean Desert. During this time, Satan came to Jesus and tried to tempt him; From the first book of Moses, called Genesis: the great flood lasted 40 days and 40 nights; The Jewish people were punished with 40 years of wandering before arriving in the Promised Land because they

Figure 4
Floor for patients:
Increasing bed
capacity by 40%

failed to obey God and often broke his commandments; It is also a number associated with the beginning of every life: The human gestation period for a new life is around 40 weeks.

5. DISCUSSION

The design of a permanent hospital for a pandemic is a new topic in health architecture. In order to adequately respond to this topic, the analysis is focused on researching innovative ways of organizing space in order to prevent the spread of infection, researching flexible solutions in health architecture, and analyzing the experience of hospitals from the Covid19

virus pandemic. The idea of the tower came as a response to the problem of hospitalization of a large number of patients and the desire for a solution that does not require a large area of land and thus can be applied in many areas around the world. This concept further demonstrated its advantages in the form of vertical separation of communications and speed and ease of movement through the hospital. Separate entrances to the building, fast elevators, and helipads are also advantages of this concept when it comes to emergency care. From the aspect of energy efficiency, the hospital would fill the capacities from lower to higher floors and thus en-

Figure 5
3D view of a
hospital building in
an urban
environment
(Source:
[Freepik.com](https://www.freepik.com))



able energy savings on all floors that are not currently in use. On the other hand, such a concept is absolutely dependent on energy supply and interruptions would create huge problems. Interruption of the elevators would mean a collapse in the functioning of the tower, which would be a huge problem in the case of the hospital. To avoid such situations, the building would have to have a separate energy supply system as well as backup options. Fear of heights or Claustrophobia are potential problems that some patients may encounter and this could have psychological consequences for their health. When arranging patients by rooms, these parameters should definitely be taken into consideration.

REFERENCES

- Lim, T, Cho, J and Kim, B 2011, 'Predictions and measurements of the stack effect on indoor airborne virus transmission in a high-rise hospital building', *Building and Environment*, 46, pp. 2413-2424
- The American Society for Health Care Risk Management, Ashrm Advisory 2006, 'Pandemic preparedness and response', *ASHRM Journal*, 26, No. 4, pp. 27-28
- Monto, AS and Webster, RG 2013, *Influenza pandemics: history and lessons learned*, Wiley Online Library, Oxford, UK
- Osterholm, MT 2005, 'Preparing for the next pandemic', *New England Journal of Medicine*, 352

Warteräume in der Notfall Ambulanz

Die Lösung der Problematik der zu geringen Maßnahmen in Warteräumen

Sefa Abidin Dogan¹

¹TU Wien

¹e1226742@student.tuwien.ac.at

Die Lösung die in diesem Schreiben beschrieben wird, bezieht sich auf die Problematik der Wartebereiche für Patienten der Notfall-Ambulanz. Es gibt zwei Arten des ambulanten Aufenthalts. Das erste kann geplant abgehalten werden, das zweite ist jedoch ungeplant. Personen die selber oder dessen wichtige Person leiden, müssen neben dem emotionalen Druck auch nur viele Regeln befolgen, welches die Person nur belasten. Diese Problematik wurde nun gelöst.

DIE LÖSUNG

Die in der *Figure 1* dargestellte Zelle ist die Lösung gegen das Verteilen des Corona Virus in der Notfallambulanz. Patienten sollen über Schnelltests in Corona Positiv und Negativ geteilt und in die Zellen verteilt werden. Jedoch wie soll dieses System funktionieren? Um dies zu verstehen muss erst Verstanden werden was die jetzigen Schwächen des Systems sind.

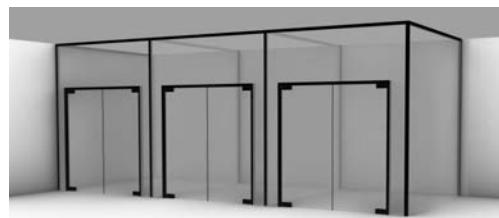


Figure 1
Wartezeichen die
Lösung [eigene
Grafik]

DIE PROBLEMANALYSE

In der *Figure 2* ist der normale Ablauf eines Patienten in der Notfallambulanz dargestellt. Sowohl die Patienten die selber in die Ambulanz kommen als auch die Patienten die mit der Rettung geliefert werden sind am selben Platz. Die Patienten müssen bis sie aufgerufen werden in der Wartezone verweilen.

Nach der ersten Untersuchung wird entweder das Blut abgenommen oder die Person zum Röntgen geschickt. Auch hier muss die Person in der Wartezone warten. Die Dauer für ein Blutbild dauert in der Regel 1-2 Stunden. Zwar ist die Reihe beim Röntgen nicht so lang, jedoch muss die Person trotzdem für die zweite Untersuchung im Wartezimmer warten. Nach der zweiten Untersuchung wird die Person entweder stationär aufgenommen, entlassen oder in ein paar Tagen erneut bestellt. In der Regel dauert ein Krankenhausbesuch 4-5 Stunden. Für den normalen Gebrauch, gibt es genug Sitz- und Liegebereiche. Aufgrund der jetzigen Situation sind diese nicht ausreichend. Denn erstens müssen Sicherheitsabstände von min. 1,5m gehalten werden zudem gibt es immer mehr Personen die ins Krankenhaus geliefert werden müssen. Zudem sind nicht nur die Patienten im Warteraum in der *Figure 3* werden die Personen die im Warteraum verkehren graphisch dargestellt. Die Ärzte die zwar ihre eigenen Behandlungsräume haben, begeben sich oft in die Wartezone um mit den Patienten über die aktuelle Lage zu sprechen. Die Rettungseinsatzkräfte müssen genauso in die Wartezone, da diese den Patienten öfters hinführen müssen. Die Reinigungskraft ist genauso dort aktiv, da Hygiene sehr wichtig ist.

Figure 2
Ablauf Besuch
Notfallambulanz
[eigene Grafik]

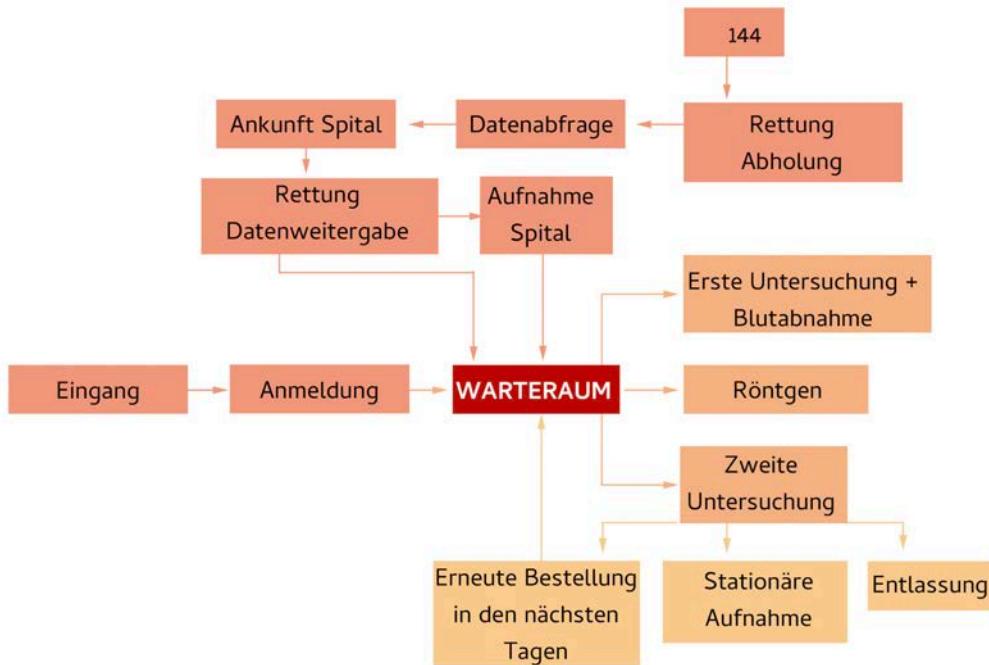


Figure 3
Personen im
Warteraum [eigene
Grafik]



Figure 4

Neuer Ablauf durch Schnelltest [eigene Grafik]

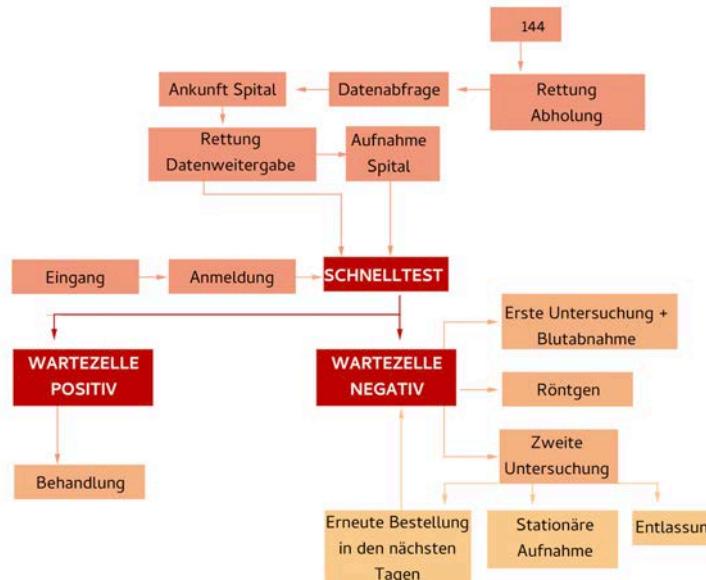
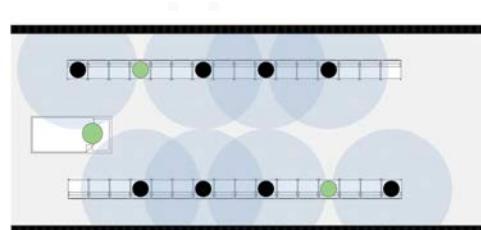


Figure 5

Verbreitung in den Warteräumen
[eigene Grafik]

Die Grafik Figure 4 zeigt, die aktuelle Problematik der Wartezezonen. Wie in dem oberen Paragraf erwähnt, sind die Wartezezonen für den normalen Verkehr ausreichend ausgestattet. Jedoch durch den mittlerweile notwendigen Sicherheitsabstand und der jetzigen Situation, sind diese Wartezezonen nicht mehr ausreichend. Dies führt dazu, dass der Sicherheitsabstand nicht eingehalten werden kann, zudem kommt es immer wieder vor, dass Personen die Maske zwischenzeitlich abnehmen. Diese Personen gefährden nicht nur die Patienten die in dem Warteraum sind sondern auch Personen die dort arbeiten. Hierdurch lässt sich die Krankheit wesentlich schneller verteilen. Personen die in der Risikogruppe eingestuft sind und öfters einen Krankenhaus besucht machen müssen sind noch stärker gefährdet. Wie in der Grafik dargestellt, sind hier kranke die durch die Wartezone transportiert werden aufgrund geringer Sicherheitsabstände in Gefährdung.



WARTEZELLEN UND SCHNELLTESTS ALS LÖSUNG

Unter all den Punkten ist es verständlich, dass hier eine hohe Angesteckungsgefahr zu erwarten ist. Jedoch sind Spitäler immer Orte an denen Menschen sein müssen, zudem sind das oft jene die sich in der Risikogruppe befinden. Deswegen muss hier eine neue Lösung erschaffen werden. Hierzu gibt es den Vorschlag der Schnelltests.(Siehe Figure 5) Die Patienten müssen beim Transport mit der Rettung und bei persönlicher Anmeldung einen Schnelltest ablegen.

WIE FUNKTIONIERT DER SCHNELLTEST

Beim Schnelltest oder Antigentest wird zunächst durch eine medizinische Fachkraft ein Rachenabstrich genommen. Die entnommene Probe wird dann für zwei Minuten in eine Lösung getaucht, welcher das Rachenmaterial vom Stäbchen lösen soll. Es werden zwei Tropfen der Lösung genommen und diese auf eine Testkassette getropft. Die Testkassette funktioniert wie bei einem Schwangerschaftstest. Hat man einen Strich so ist man Negativ, hat man jedoch zwei Striche so ist man Positiv.

DIE WARTEZELLEN

In der Grafik *Figure 7* ist die Anordnung der sogenannten "Wartezeilen" dargestellt. Durch die verglasten Wände ist eine Übertragung der Viren nicht möglich. Die Wände sind verglast, da der Raum nicht beengt gefühlt werden soll. Ziel ist es weitestgehend den Raum offen wie nur möglich zu vermitteln zugleich auch die Personen vor Infizierungen zu schützen. Ein wichtiger Aspekt ist, dass Personen mit Klaustrophobie durch die Verglasung nicht stark beeinträchtigt werden. Die Zellen werden mit einem Nummersystem versehen, wo dokumentiert werden kann welcher Patient in welcher Zelle sich befindet. Somit muss der Arzt keine Patienten mehr suchen. Die Türen werden über automatischen Mechanismen gesteuert, wodurch die Türen nicht angefasst werden müssen. Hierzu gibt es verschiedene Möglichkeiten. Durch digitale Armbänder, Chips, Smartphones, durch Tasten (kann man mit dem Arm tätigen) und der gleichen. Die Zelle an sich wird in zwei Varianten ausgeführt. Die Sitz- und die Liegezellen, siehe hierzu *Figure 8*. Da ein Krankenhaus stehts flexible sein muss und man nie wissen kann welche Krankheiten in Zukunft uns noch erwarten, müssen die Zellen so flexible wie möglich geplant werden. Hierzu gibt es eine einfache Formel. 2 Liegezellen nehmen genauso viel Platz wie 3 Sitzzellen. Die Spannweite von 5m ist aufgrund der Konstruktion des Zubaus gegeben. Die Zellen werden als Modulelemente hergestellt welche vor Ort aufgebaut werden können. Als Beispiel hi-

erfür können Dolmetscherkabinen genommen werden. Die Zwischenwände der verschiedenen Zellen sind ident. Der Unterschied liegt nur an der Front und Rückelementen. Diese Elemente können in Lagerräumen gelagert werden und können bei Gebrauch verwendet werden. Es muss nicht unbedingt ein Zubau errichtet werden, diese können in verschiedenen Räumlichkeiten auch aufgestellt werden.

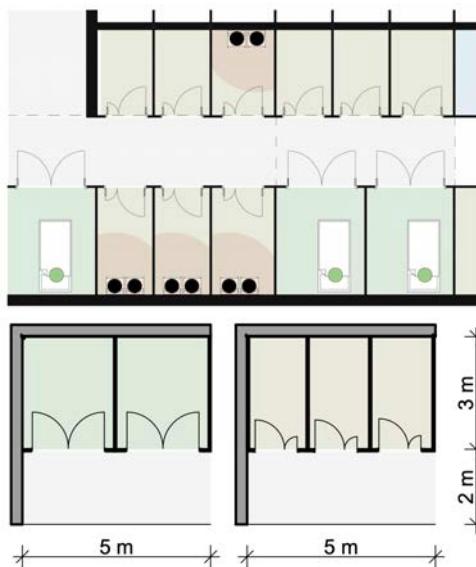


Figure 6
Eindämpfung
Corona durch
Wartezeilen [eigene
Grafik]

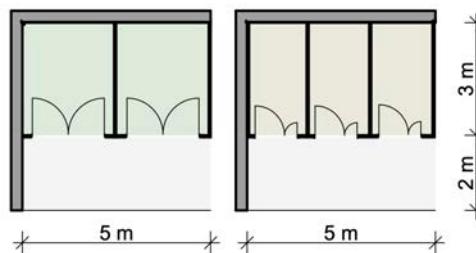


Figure 7
Zellenarten [eigene
Grafik]

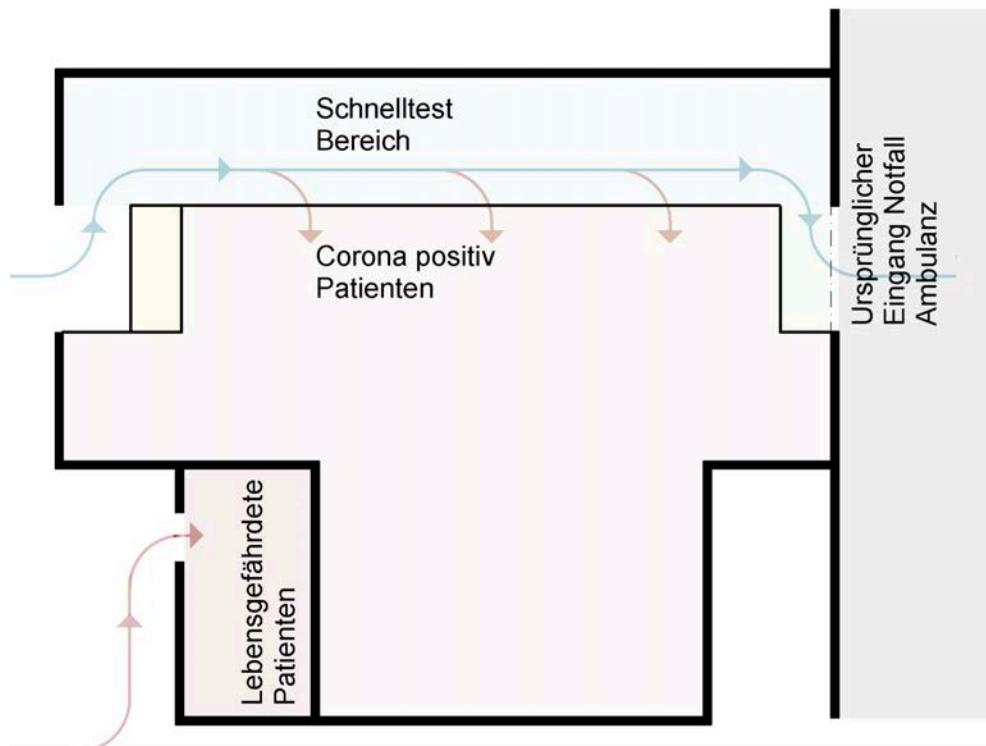
FUNKTIONSSCHEMATA ZUBAU

Die Patienten die Ankommen müssen sich in den Schnelltest Bereich begeben. Hier sind Zellen aufgestellt, in der die Person das Ergebnis abwarten kann. Bei einem Negativ Test kann die Person durch den ursprünglichen Eingang ins Gebäude begeben. Die bestehenden Warteräume, werden jedoch trotzdem mit Glaszellen unterteilt. Der Grund hierfür ist, dass der Schnelltest nur dann positiv zeigt, wenn eine gewisse Anzahl an Viren vorhanden sind. Also kann die Person negativ getestet werden aber trotzdem Corona haben. Um dies vorzubeugen werden auch hier die Räume mit Glaszellen versehen. Das Problem ist jedoch, dass die meisten bestehenden Krankenhäuser logistisch dies nicht umsetzen können.

Damit dies funktioniert, ist die Überlegung einer tem-

porären Vorrichtung vor dem Eingang der Notaufnahme zu platzieren. Wird man positiv getestet so ist das betreten des ursprünglichen Gebäudes untersagt. Die Räume und Zellen für die Patienten befinden sich in dem temporären Zubau. Der Vorteil an diesem Zubau ist, dass durch die Nähe zum Gebäude können sämtliche Versorgungsrohre verlegt und die Zimmer richtig ausgestattet werden. Zudem haben die Ärzte einen kontaktlosen Zugang zu den Behandlungsräumen. Für Menschen die in Lebensgefahr schweben, gibt es neben der Anmeldung einen separaten Zimmer um hier einen schnellen Eingriff zu ermöglichen. Der Zubau ist in einem 5x5m Raster aufgebaut. Dieser Raster eignet sich für mobile Tragwerke ideal, zudem können dadurch die Vorbauten flexibler gestaltet werden.

Figure 8
Ablauf Vorbau
Schnelltest [eigene
Grafik]



GRUNDRISS ZUBAU

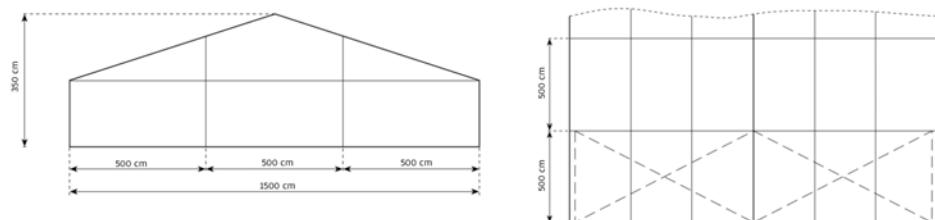
Figure 9 zeigt wie der Grundriss des Zubaus sein kann. Oben befinden sich die Zellen des Schnelltest Bereichs und unten die Wartezellen und Behandlungsräume der Positiv-Infizierten. An den Stirnseiten befindet sich einerseits der Eingang in den Zubau, andererseits der Durchgang ins Krankenhaus. Im Bereich der Positiv-Infizierten sind die Zellen eher Liegezellen, da generell die Personen die in die Notaufnahme kommen, körperlich geschwächt sind und liegen müssen. Rechts oben ist der Lagerraum angedacht, der für die Modulelemente dienen soll. Zugleich können hier Reinigungsutensilien, oder auch Steher für Infusionen gelagert werden. Im Schnelltest Bereich sind keine WC-vorgesehen, da man hier nur maximal 15 Minuten verweilen muss, um auf die nächste Station zu gehen. Die Trennung zum Bereich der Positiv-Infizierten erfolgt durch Türen die kontrolliert geöffnet wer-

den. Sollte also eine Positivinfizierte Person versuchen ins Gebäudeinnere zu gelangen, wird dies nicht funktionieren, da die Tür zum bestehenden Gebäude genauso von der Rezeption bedient wird. Die nötigen Leitungen für Intensivbetten müssen bei Bestandsbauten provisorisch über den Bereich zwischen Behandlungsräum und bestehendes Krankenhaus geführt werden. In Zukunft sollte man bei einer Krankenhausplanung eine Möglichkeit für solche Zubauten sehen und die Leitungen hierfür unterirdisch vorbereiten. Dies ist nicht die erste und wird auch nicht die letzte Pandemie sein. Der Vorteil dieser Bauten sind die unendliche Erweiterung in die Länge. Bei Krankenhäusern die Kapazitäten haben große Zubauten aufzustellen kann dies genutzt und dieses Krankenhaus als zentrale für die Bekämpfung ernannt werden. Ärzte können durch die Dusche rechts, sich umziehen duschen und ins Gebäude gelangen.



Figure 9
Grundriss Zubau
[eigene Grafik]

Figure 10
Systemschnitt und
Grundriss [eigene
Grafik]

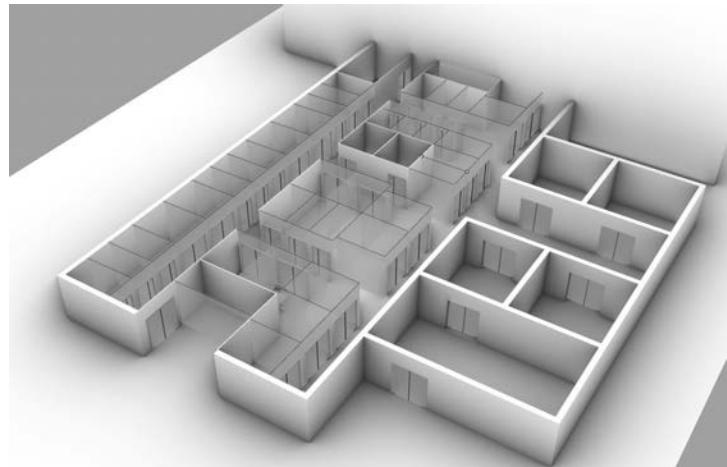


MATERIALITÄT

Die Hülle des Zubaus besteht aus mehreren Varianten. Da der Zubau sowohl an Bestandsbauten als auch bei Neubauten gestellt werden kann und die Dauer nicht immer von vorn herein nicht definiert ist, sollte sich dieser in die bestehende Substanz integrieren. Hierfür spielt die Fassade eine wichtige Rolle. Da das Achsmachs fixiert ist, können Fassadenelemente vorfabriziert und je nach gebrauch installiert werden. Die Fassadenelemente können aus verschiedenen Materialien bestehen. Es besteht auch die Möglichkeit Energieeffiziente Fassaden zu verwenden. Ein Beispiel hierfür wären die Kiotosolar - Panele. Diese Panele werden als Module zwischen Träger montiert und können die hohen

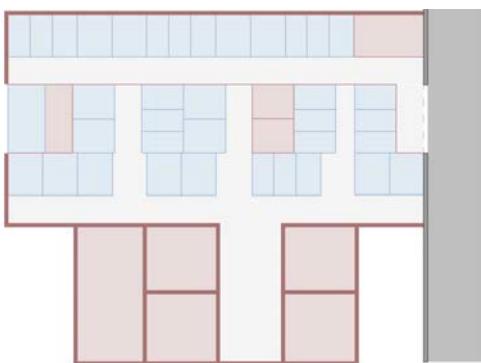
Stromkosten wenn auch nur gering senken. Wie kann das Tragsystem von so einem Zubau aussehen? In *Figure 10* kann man den Systemschnitt von einem Zelt der Fa. Roder sehen. Dies ist ein rundum offenes Zelt, jedoch mit Träger an denen man Modulelemente befestigen kann und somit eine thermisch Entkoppelten beheizten Raum kreieren kann. In der *Figure 11* kann man eine Axonometrie eines der Zubauten (darstellung ohne Dach) entnehmen. Es ist ersichtlich, dass der Zubau eine lange Fassade, besitzt womit der Gedanke der Modulen Fassadenelemente hier sinn ergibt. Hier ist auch ersichtlich, dass der streng gegliederte Grundriss eigentlich sehr transparent aufgebaut ist.

Figure 11
Axonometrie Zubau
[eigene Grafik]



DIE TRANSPARENZ

Die richtige Transparenz in einem Krankenhaus ist sehr wichtig. Das Gebäude muss nach außen wenig transparent wie nur möglich sein. Da der Grundriss des Zubaus streng unterteilt werden muss, war die höchste Priorität die Transparenz im Innenraum zu maximieren. Um dies zu Gewährleisten wurden die Wartezeilen transparent ausgeführt. Die Personen sollen sich in den Zellen nicht beengt fühlen. Jedoch gibt es Bereiche wo die oberste Priorität die Privatsphäre ist. Hierfür kann die *Figure 12* herangezogen werden. Aus der Grafik ist in Blau die Räume der Transparenten und in Rot die Räume der nicht Transparenten Bereiche abzulesen.



In der Darstellung ist ersichtlich, dass die Nasszellen und die Behandlungsräume nicht transparent ausgeführt worden sind. Um auch die Positiv-Infizierten Personen visuell von denen die Negativ sind zu schützen, wird zwischen dem Schnelltest Bereich und der Wartezeilen der Positiv-Infizierten eine nicht Transparente Raumtrennung erschaffen. Zudem ist der Lager und die Rezeption (vor Transparent) mit nicht Transparenten Raumtrennungen versehen.

DIE DESINFIZIERUNG

Die Desinfizierung der Räume sind eines der wichtigsten Punkte im Bereich der Medizin. Es gibt verschiedene Produkte hierfür. Während der Corona Pandemie haben diese Produkte sehr viel an Wert gewonnen, da der normale Bürger angefangen diese Produkte zu benutzen. Überall wo die Nachfrage hoch ist gibt es neue Innovationen, die einerseits den Vorgang praktischer Gestalten andererseits die Umweltfreundlicher sind. Ein Beispiel speziell in dieser Spalte sind, die in der *Figure 13* dargestellten, desinfizierende UV-Paneele der Firma UVENTIONS [1]. Wie der Name schon sagt, werden die Viren durch UV-Strahlungen eliminiert. Ein weiterer Vorteil der Paneele sind, dass sie mit Sensoren geprägt sind die erkennen ob eine Person im Raum ist oder nicht. Denn wenn eine Person im Raum deaktiviert sich das Panel und aktiviert sich erst nachdem die Person den Raum verlassen hat. Diese Paneele werden sowohl in den Zellen als auch in den Gängen verwendet. So kann ohne dass das Reinigungspersonal ständig am Gang herumgehen muss desinfiziert werden und dadurch auch möglichen Kontakt mit einer infizierten Verringern.

REFERENCES

- [1] <https://uventions.com/uvcpanel/>

Figure 12
Darstellung
transparente
Räume [eigene
Grafik]

Redesign of Hospital Entrance

Concept Design

Rinor Sadiku¹

¹TU Wien

¹rinor.ssadiku@gmail.com

We are now beginning to realize that there are limits to this health care system, which is at the height of its modernization and new capabilities. On the one hand, as much as COVID-19 brought negative things, including deaths, physic, and mental health damage, it taught us many lessons. The lessons came with the countless problems this pandemic brought to health care systems around the world. We, as future architects, or designers, face the challenge of creating new opportunities by learning from these problems the pandemic has shown us. The idea is to turn the entrance of the hospital into clinic that performs many processes that are normally performed in other parts of the hospital. This would give us the opportunity to make the hospital work better and faster and to be able to admit a large number of patients in a short period of time.

Keywords: Pandemic, Hospital, Entrance, Design

INTRODUCTION

In recent years we have been moving towards an open system of healthcare facilities. As time went by, the hospitals have increased their spaces as rooms, lobbies or corridors. The time has come to think about creating small sized and functional spaces in times of a pandemic. Visiting the hospitals in a time of pandemic, you can see that these large and long hospital lobbies have been transformed into other spaces and areas adapting to the pandemic. At the same time, what if we had thought transforming the main entrance into a clinic? All parts of the main entrance of the hospital, such as the vestibule and lobby to be reorganized into a clinic which would speed up the work in the hospital and in times of pandemic would create a safer working environment.

The pandemic not only presented us with some

difficulties, but also forced us to think about new solutions, and among these, this new clinic would be one of them. In this entrance hall or in this clinic, many processes could be implemented, which would take place inside the hospital.

Seeing that one of the main problems during the pandemic was that the hospital staff was tested in most cases positive, one of our top priorities would be to keep the virus outside the hospital walls. A screening process would be carried out in the entrance to identify patients who may have been affected by the virus. Until screening is complete, we would have no physical contact between staff and patients. In the following I will describe step by step all the points where we want to intervene and in architectural design it is the complete project with all the points together.

RELATED WORK

As this pandemic hit the world we began to reflect both socially and professionally what would be our best response to this disease. As we as students were challenged to somehow become part of this pandemic response I started searching about it. What caught my attention was a hospital which "in some form" was built for a pandemic.

That was the RUSH UNIVERSITY MEDICAL CENTER. It is a hospital that was built after the attacks of September 11, 2001. In cases like the terrorist attacks, where it can be incredibly challenging to treat many patients. This pandemic was also the first test of this hospital.

At Rush, that means an ambulance bay was re-fashioned into a triage area where up to 100 patients with covid-19, the disease caused by the corona virus, can be screened each day. Patients sit in chairs spaced 6 feet apart on the concrete floor and wait to be examined in one of two blue tents designed to isolate them from others in the ambulance bay.

The bay is also a mass decontamination area where patients and even ambulances can be washed if needed. Under the floor are 10,000-gallon holding tanks to prevent the water used to clean contaminated patients from entering the city's wastewater system. Patients with severe covid-19 symptoms are escorted to the emergency room. Those in less severe condition are sent home with a strict 14-day quarantine order.

By setting up there, it allows for patients to be kept out of the remaining emergency hospital where they could infect other people.

CONCEPT DESIGN

My idea was a product of these very difficulties that this hospital had, and that was the entry or admission of patients to the hospital. The idea is to transform the hospital lobbies into other spaces with the reason of preventing the virus from spreading inside the hospital and also to be able to accept a large number of patients for a short time. See Figure 1

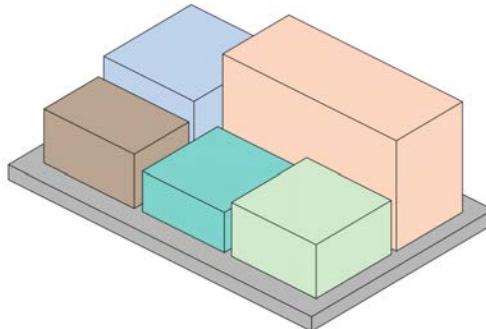


Figure 1
Adding various functions in the lobby of the hospital

It is important to allocate spaces up to which patients are diagnosed through the screening process. This would help us that patients who have signs of the virus to be transported to isolated areas which would prevent the spreading of the virus. In this pandemic, the process of diagnosing patients is done by measuring the temperature, but in the future, it is not known what virus we will face, so it is important that every hospital in the entrance has such a space. See Figure 2

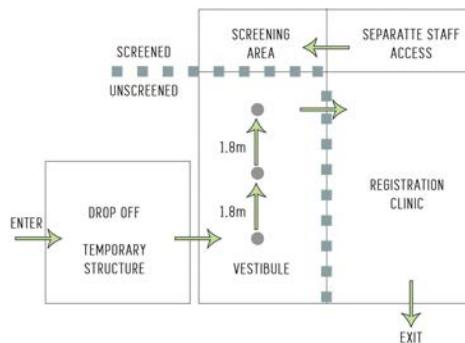


Figure 2
An example of a lobby clinic

All of these spaces in the hospital lobby could function as a clinic in the time of pandemic. This clinic would consist of these spaces:

- Drop off
- Vestibule
- Registration
- Waiting rooms
- Exam rooms

ARCHITECTURAL DESIGN

Modern hospitals often do not have the flexibility to respond to a rapid surge of patients. Specifically, many hospitals are running out of space and capacity for resources to treat Covid 19 patients with severe symptoms, while simultaneously dealing with those with mild symptoms and the asymptomatic, who can infect healthcare workers and other patients.

Hospital lobbies are typically large and open spaces. In normal times during non-pandemic periods, these spaces are used to wait for patients to receive treatment, check in for appointments, or even as a place where people can be served with a cup of coffee.

In times of pandemics, these large rooms of the hospital have been transformed into rooms with different functions. Today they have become hospital rooms containing beds or have been transformed into other functions. The hospital lobby also represents areas of risk in times of pandemic due to the large influx of people. Poor organization of these spaces can create problems and opportunities for more rapid spread of the virus.

After the experience during this pandemic, we have noticed that not all patients need to receive hospital care when they are infected with the virus. For this reason, I think that adapting a clinic at the entrance of the hospital would serve for the treatment of patients who have minor symptoms of the virus. In this way, we would save the beds in the hospital for patients who really need it and speed up the work in the hospital.

The key point of the design of this clinic, as well as the admission of patients to the hospital, is the diagnosis of patients through screening. Through diagnosis, it is possible to separate patients who show signs of the virus. Before we do screening of the patients, it is very important that there is no physical contact between patients and staff.

I divided the spaces using the screening process as a tool. Spaces are divided into:

- **Unscreened spaces**
- **Screened spaces**

Figure 3
3D of the drop off structure in the front of the hospital

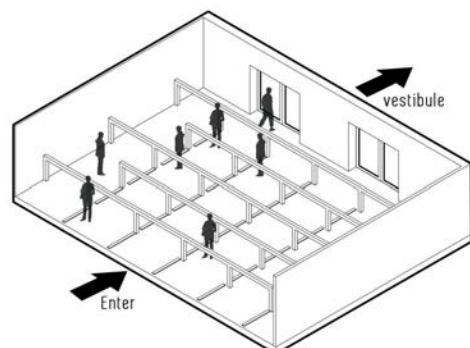
UNSCREENED SPACES

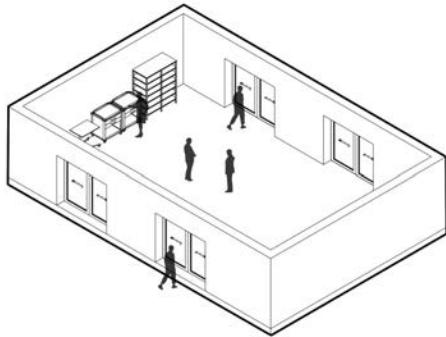
Drop off. In cold climates undersized vestibules will fail to keep out the cold and wind. They need to be larger so the doors in sequence have time to close and, ideally, are not aligned with the prevailing winds. A larger drop off can accommodate additional functions and equipment. There would be space for wheelchairs, reception, valet stations and seasonal equipment in cold climates. This 'extra' space is useful when additional screening is needed during a pandemic.

In cases of such pandemics or viruses we will have a significant influx of people going to hospitals or clinics. For these reasons, we need bigger spaces in front of the hospital that could accommodate a high number of patients. Due to the climatic conditions, this space in front of the hospital must be covered. It can be a permanent structure or a structure with movable walls, which can only function in such cases.

This space takes on the functions of a lobby or vestibule. The size of this structure is determined, depending on the space of the hospital. See Figure 3

- **Entry Canopy** - Temporary enclosure for additional weather protected queue space.
- **Staff** can enter without passing unscreened patients.
- **One-way traffic** - Second exit path after the visit is completed.





Vestibule. Healthcare organizations strive to pre-screen all patients before they arrive at facilities during a pandemic. Even with pre-screening, in-place providers will confirm and screen people entering a facility. Wheelchair staging areas and valet stations located adjacent to drop off are opportunities to safely position staff and monitor entry points. Temperature screening can also take place in this sheltered space before patients approach non-clinical staff and other patients in the registration area.

A small vestibule offers no chance for physical distancing when people enter and exit at the same time. The vestibule is bigger than usual with extra circulation space that allows physical distance. Patients would leave through another door, so there is a one-way flow of patients through the facility. From *Drop off* patients can move to the vestibule, where they are mobilized with PPE. See *Figure 4*

- **Vestibule** - patients are equipped with PPE

Lobby / Screening. From the vestibule, patients proceed to the lobby of the hospital, where they stand in line, keeping a minimum distance of 1.8 m. In this space is located the staff and they will make the diagnosis of each patient through screening.

Patients who show signs of the virus and require immediate medical intervention can continue in the triage area, there is the vertical communication of the hospital, where they are taken to isolated rooms. See *Figure 5*

- **Floor markings** - Visual cues to encourage proper physical distancing in queues.
- **Thermoscan** - Space for temperature screening equipment and staff as patients enter.

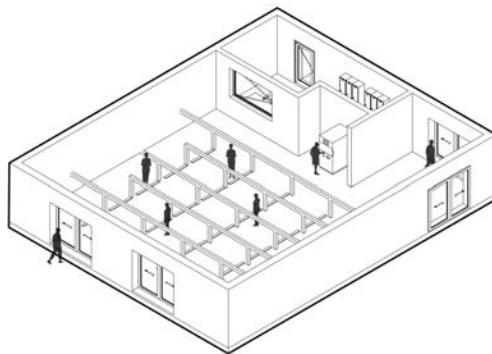


Figure 4
Larger vestibule than usual where patients will be provided with PPE

Figure 5
Space where patients are diagnosed through screening. From here patients who do not show signs of the virus can move on to the other parts of the hospital.

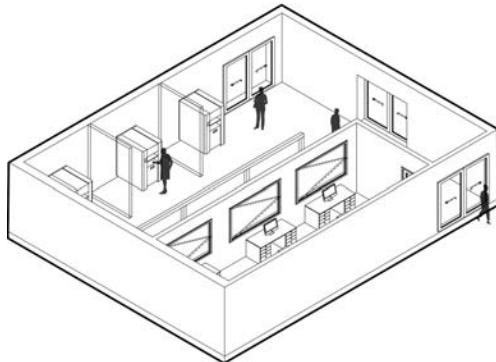
SCREENED SPACES

Registration. Pre-screening and telehealth play a major part in a reduction in the number of patients who need to enter a healthcare facility, but for those who need in-person care, safety is first priority. After decades of moving toward an open hospitality model for registration in healthcare facilities, we need to re-examine the need for better separation between patients and staff.

This may take the form of permanent fixtures in the design or temporary movable barriers for times of increased risk. In almost any scenario registration requires the implementation of additional measures to protect users during personal interactions.

After screening, patients move to the registration area. Registration at the kiosk would be a good opportunity to avoid physical communication with the staff. This can reduce staff exposure and also reduce overall staffing needs. Those who need assistance could also sign up in person. From here the patients go to the waiting rooms and patients who have more serious signs of the virus or are not feeling well continue to triage or isolated rooms. See *Figure 6*

Figure 6
Space of patient registration separated from the other parts not as we are not used to see. Registration at the kiosk and in person possible.



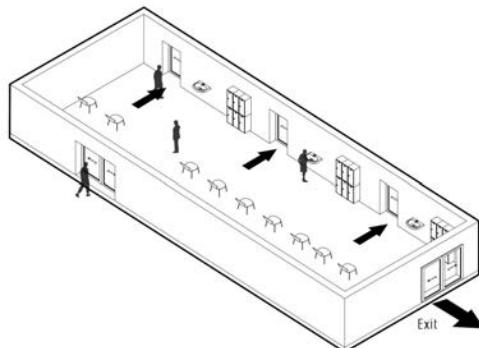
Focus is on separation between the staff and patient, between patients and physical distance between staff.

- **Plan locations** of kiosks allow distancing between patients checking in and adjacent circulation.

Waiting rooms. After registration the patients move to the waiting areas. Taking into account the distance, seats would be placed where patients would wait before entering the examination rooms. Patients who are not in a very critical condition would follow the doctor's recommendations in exam rooms and continue to exit.

Waiting rooms will see a great deal of redesign in operational and physical standpoint. See Figure 7

Figure 7
Waiting space for patients who have symptoms of the virus before entering the exam room



After years of moving toward a hospitality model with soft seating in small clusters we may need to go toward hard surfaces that are easier to clean. Furniture with non-porous surfaces and fabrics that are easy to clean/wipe. Priority would be given to visits by appointment, which would reduce the number of patients who had to wait.

- **Schedule** visits to minimize the need for waiting.
- **In-car waiting** where patients can remain isolated until they are notified by phone

Exam rooms. Examination rooms are the main point of contact between doctors and patients. Reducing the potential spread of infection can be achieved by minimizing the points of contact and maintaining a simple and organized space. Bringing all services to the patient to avoid unnecessary travel to other rooms. This includes vitals such as weight and height, consultations, after visit summaries and future appointment scheduling. See Figure 8

These examination rooms will contain the necessary elements to be able to analyze the patient.

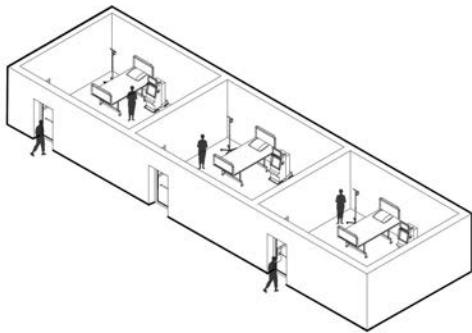
The idea is that the patient who can be cured at home should not be hospitalized, and we should always have places for those who are in a very critical condition.

- **Isolate unwell** patients in an exam room rather than waiting with others.
- **Separate exit** for patients leaving the clinic to avoid passing back through the registration area where unscreened patients will be present.

Hospital entrances and lobbies are typically large spaces that orient users, allow for waiting and gathering and serve as a hub to connect major public circulation. This confluence can create opportunities for transmission if not properly managed.

After the exam room and after the patients have received the doctor's recommendations they continue to the exit. See Figure 7

To see the full project with all the spaces together See Figure 11



FORM / FUNCTION

As building purpose is likely to change over time, designers are beginning to work on providing both flexibility and adaptability. They suggest zoning spaces in the planning process, rather than adjusting a program into the space without an encompassing logic to it. This pandemic situation showed us that size does not matter, we need our facilities to adapt to the given situation.

The form of this clinic depends on the size and configuration of the hospital lobby. Considering that these facilities are usually large, there would be enough space for the organization of the clinic. The crucial function of this clinic would be to keep the virus away from the hospital walls, making this clinic the first point of contact for infected patients.

Also, the staff that would work in this clinic would have no communication with the other staff in the hospital. They will have a specific entrance and communication space.

Regarding the shape and division of spaces, it is important to divide the spaces through screening. Until we diagnose the patients they are all considered at risk of being infected with the virus.

This clinic will also have its own vertical communication especially for it. Patients who have stronger symptoms or are in more serious health condition should be transferred immediately to isolation rooms.

Depending on the shape and size of the hospi-

tal lobby, these functions could be distributed in this way. *Figure 5, Figure 6*

As COVID-19 cases are filling emergency rooms and intensive care facilities around the globe, local officials are rushing to convert hotels, convention centers and city parks into new clinic space. Amid the scramble, many doctors, architects, and healthcare consultants are already discussing how modern hospital designs can change to avoid a repeat of the current national crisis.

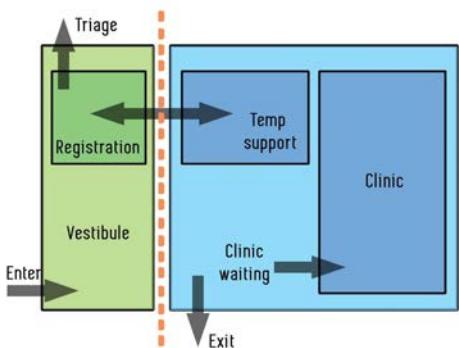


Figure 8
Exam room contains the necessary tools to control patients who may be affected or have slight signs of the virus.

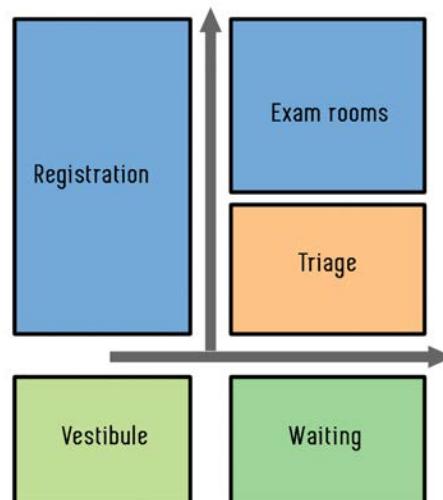
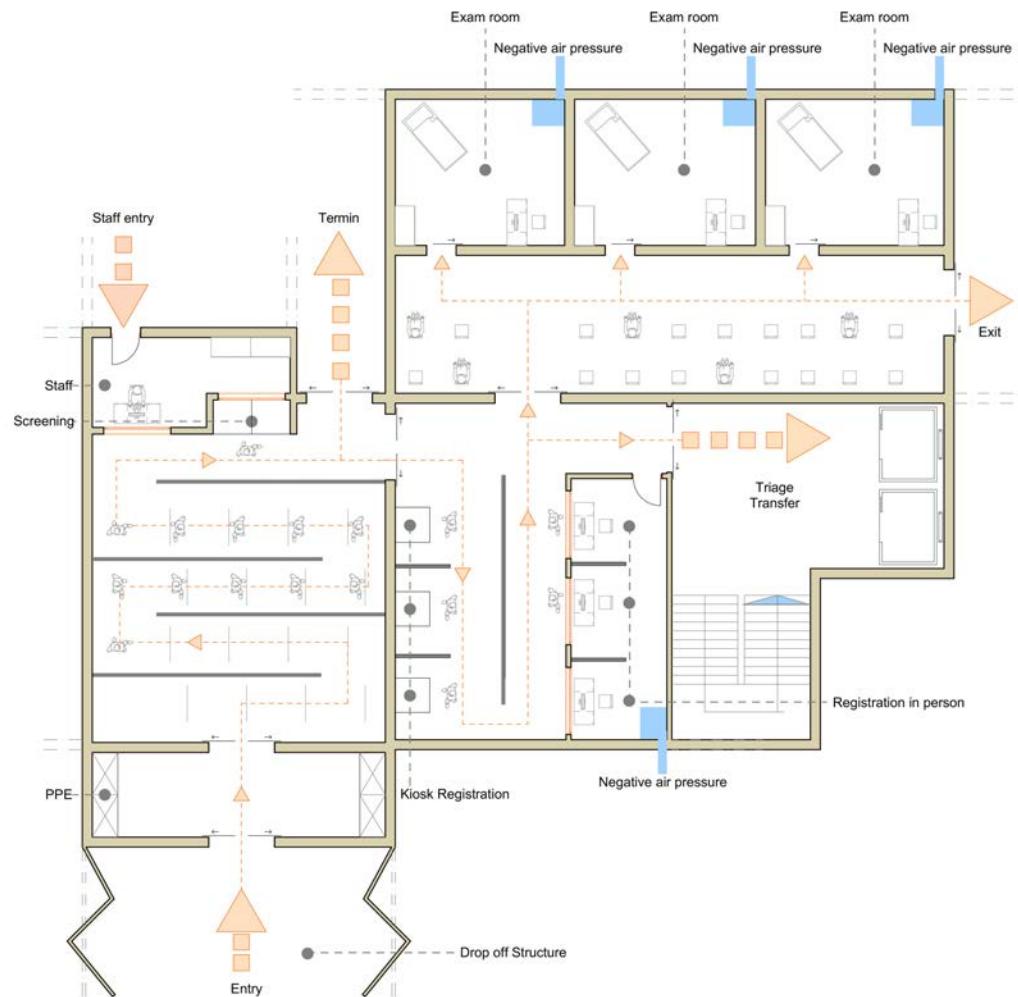


Figure 9
Another scenario of the organization of this clinic

Figure 11

The design of the clinic and all its parts which will function inside the hospital lobby.



DISCUSSION

Since hospitals are still being inflated and many are cancelling non-essential procedures, the relevance of self-care will be growing, and more people will be asking questions about what should be considered as essential. In fact, ideas in healthcare will have room to fill this gap with over-the-counter medications, as well as a responsibility to educate current and potential patients of what actions they can take to stay healthy.

I think again that such an idea would create very favorable conditions for a hospital to function quickly and be able to respond to the situation as required in times of a pandemic. My idea to begin with this topic was that after much research I read that one of the main problems is the access of patients to the hospital. There was disorder, large crowds of people, the hospitals stopped all controls except those that needed controls related to the virus. From this I concluded that in times of a virus, pandemic or whatever the future may bring, we need a reorganization of the hospital entrance so that the hospital can work at full capacity.

This idea that I presented above has shortcomings or has the potential to be modified in the future in order to change or better adapt it to the situation. This clinic, presented in this paper, would be able to function in the hospital lobby. These lobbies are usually large, but in times of pandemics they lose their function because smaller areas are easier to manage. When the pandemic is over, what would happen to this clinic? This clinic will also lose its function after the pandemic. Would it be better if this clinic were completely mobile with movable walls to adapt to the normal situation after the pandemic? Or that this clinic would serve for other tasks after the pandemic? This would be a good opportunity for the readers of this letter or for myself to think about a continuation of this idea in the future.

The potential benefits of this idea are, in my opinion, various. First of all these spaces that I have mentioned exist in hospitals. But they are created as temporary in times of a pandemic and are not permanent.

According to scientists we have just entered the decade of viruses. Therefore, we need ideas that are not temporary but permanent.

I think it would be great if I could share this with the staff of a hospital. They were on the front line during this pandemic. They were able to inform me very precisely what they needed during this pandemic, and what changes they would like to see to increase the performance.

It would be good to think about the functioning of this clinic after the pandemic and whether it would be possible to be mobile to adjust a normal situation after the pandemic.

CONCLUSION

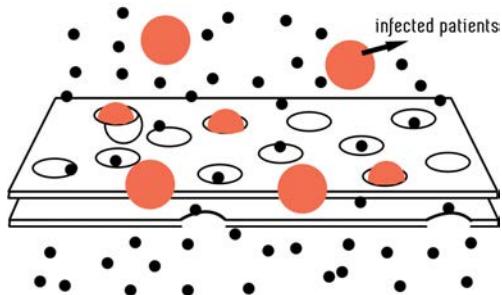
The current coronavirus, or COVID-19, is a very powerful reminder to everyone in the community. What COVID-19 has hazardously highlighted is that there are so many healthcare facilities that are not equipped to deal with global pandemics - both in terms of sheer capacity and planning flexibility.

The first lesson in this very dramatic time we are experiencing requires the commitment and courage to change: those who work in the health care sector need to rethink their architectural models. The idea of a clinic in a hospital can be a bit confusing, but it could work like a filter that prevents the virus from entering the hospital. It is like a filter that prevents large chunks (infected patients) from entering the hospital and possibly spreading the virus.

The idea of a in-hospital clinic may be a bit confusing, but it could function like a filter that prevents the virus from entering the hospital. It is like a filter that prevents large pieces (infected patients) from entering the hospital and potentially spreading the virus. See Figure 12

As architects, engineers, interior designers and researchers, we have a unique obligation to help healthcare institutions fight the spread of infectious diseases in healthcare through responsible and innovative design.

Figure 12
Consider the clinic
as a filter that stops
the spread of the
virus



We are now experiencing the impact that this pandemic has on our health facilities. Therefore, it is a call to wake up and all those who belong to the direction of design, architecture, engineering, etc. to think about the changes that will be implemented in future projects. The two most important things we can get from this pandemic are to learn and design by thinking about pandemics and saving lives in the process.

REFERENCES

- Bernstein, L 2020, 'Some places were short on nurses before the virus. The pandemic is making it much worse', *The Washington Post*
- Bielicki, J.A., Duval, X., Goossens, H and Koopmans, M 2020, 'Monitoring approaches for health-care workers during the COVID-19 pandemic', *The Lancet Infectious Diseases*
- Dascalu, S 2020, 'The Successes and Failures of the Initial COVID-19 Pandemic Response in Romania', *Frontiers*, p. 6
- Guarino, M 2020, 'This hospital was built for a pandemic', *The Washington Post*
- Janetschek, L 2020, 'Hospitals Report Challenges in Responding to the COVID-19 Pandemic', *The ASCO Post*
- L. Miller, R, S. Swansson, E and Robinson, J.T 2012, *Hospital and Healthcare Facility Design*, W W NORTON & CO
- Nickl-Weller, C 2007, *Hospital Architecture*, Braun Publishing
- Peiffer-Smadja, N, Lucet, J.-C, Bendjelloul, G, Bouadma, L and Gerard, S 2020, 'Challenges and issues about organizing a hospital to respond to the COVID-19 outbreak', *The National Center for Biotechnology*
- Saba, J 2020, 'What the COVID-19 pandemic means for access to healthcare', *PharmaTimes*
- Verderber, S 2010, *Innovations in Hospital Architecture*, Routledge, New York
- [1] <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
- [2] <https://www.addendum.org/coronavirus/infizierte-aerzte-geschlossene-abteilungen/>
- [3] <http://meansttheworld.co/well-being/how-to-make-ambulatory-care-centers-more-adaptable>
- [4] <https://static1.squarespace.com/static/5a7f5d63e45a7c1f4ef0d7a7/t/5eaacd32ff52116d10120ce/1588255980126/COVID-10+Drive-Thru+Testing+Guide+V3.pdf>
- [5] <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/ways-operate-effectively.html>
- [6] <https://www.un.org/en/coronavirus/hospital-mexico-adapts-fight-covid-19>
- [7] <https://www.healthcareitnews.com/news/emea/rise-digital-health-during-pandemic-energises-commitment-and-expectations-younger-doctors>
- [8] https://en.wikipedia.org/wiki/Impact_of_the_COVID-19_pandemic_on_hospitals
- [9] <https://news.miami.edu/bus/stories/2020/03/health.html>
- [10] <https://www.pharmacytimes.com/news/health-care-workers-are-at-greater-risk-of-mental-health-problems-during-pandemic>
- [11] <https://apcoworldwide.com/blog/post-pandemic-challenges-opportunities-and-responsibilities-for-health-companies/>

Proper design for pandemic hospitals

Improving hospital access & inserting useful technology

Gazmend Rashiti¹

¹TU Wien

¹gazmend.rashiti9@gmail.com

The COVID-19 pandemic, which spread with extraordinary speed, has left us unprepared in terms of hospitalization and patient care. The situation is escalating every day and the problems of the health system are being highlighted due to inadequate preparation for this virus. One of the main problems of today's pandemic hospitals is their entrances and lack of medical technology. We often notice that all types of people who access the hospital use a single entrance, regardless of whether they come in the capacity of patient, visitor, supplier or even as professional staff. The division of all these groups, the use of technology and the pre-controls at the entrance of the hospital, would help for a clearer picture of what the person in question is approaching the hospital for.

Keywords: Pandemic hospital, Improving access , Entrance, Medical Technology

INTRODUCTION

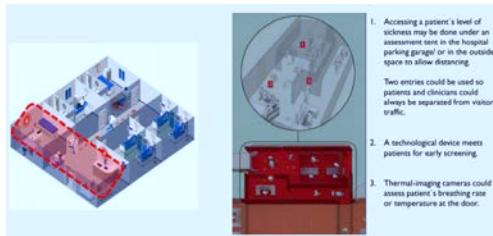
The COVID-19 pandemic that has surrounded us and affected someone less and someone more, is undoubtedly one of the biggest problems that our society is facing. One of the main points where we have encountered obvious problems is the area of the health system, namely the health and hospital preparation to deal with this new situation. Hospitals are trying to find new ways how they operate in situation of the Covid-19 pandemic and they are trying to think and prepare for a future where such crises can become harder for all of us as human to afford. There is potential for coronavirus resuscitation, and there are also scientists which are warning about the spread of other infectious diseases, the health system and also hospitals as a real concept don't want to be one more time " flat-footed". So, we are now trying to turn to new protocols and new technology to re-

pair standard operating procedure, from the time patients show up at the hospital entrance or at an emergency room through admission.

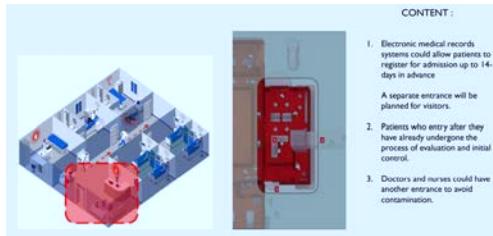
The main idea is to try to control patients remotely, to control all suspected patients in separate and special spaces, which will function separately from the main building to reduce physical contact with staff and prevent spread of disease. The aim is to be able to isolate and treat suspected infectious patients and meanwhile we will be offering already sick / infected patients vital services. The focus will be on providing safe ways for people to access a health facility. Entrance as a unit in itself, should be conceived in such a way that any person who would like to access the hospital be in adequate space for the purpose of the visit, whether he is a visitor or a patient.

CONCEPT

As mentioned earlier in the introduction to this paper, the primary task is to treat the hospital entrance in such a way as to provide safer access for all persons wishing to enter the hospital's interior. Health security will be possible if we make sure in advance that the persons in question are accessed through the spaces dedicated to them. Also the addition of technology would greatly help to speed up the procedure and eliminate direct contact with persons.



As shown in Figure 1, it is thought that accessing a patient's level of sickness may be done under an assessment tent in the hospital parking area or in the outside space of the hospital to allow distancing. Through this point will pass all persons who intend to enter the hospital. After an initial assessment and disinfection, the division of roads will be done for people in different health conditions, thus offering two entrances. One will be used by patients and clinicians while separately will be visitor traffic. The initial assessment will be made by a technological device that determines the health condition of the person.



The second part is the area where the hospital is accessed. Once the person has passed the evaluation

procedures in the first entry phase, he / she enters the admission area where he / she will receive the information for the next steps. A 14 day in advance admission will also be possible. The patient can electronically submit his / her health complaints and be automatically assigned an appointment in a certain space. In addition to the special entrance of the patient, the entrance of the staff and the visitors on the opposite side is also planned.

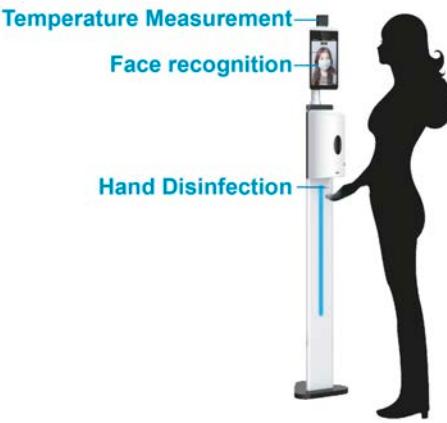


Figure 3
Flagged-screening
Hostentrance
concept

The so called screening kiosk is based on a very simple, low-cost, thermal imaging system which is designed to create automatic body temperature screening using skin temperature. With precision and the inclusion of a helping heat source, this kiosk can deliver the same performance as an infrared thermometer - but always from a safe distance. This system can be used in lobbies, hallways and other key access points where there would be much traffic to help institutions to reopen a safer area for their workers, patients, members and patrons. Easy to be installed and of course really easy to be used, this system can make a real great work in just some minutes.

Figure 2
Admission and separated staff & visitors entry

Figure 4
Medical robot on duty

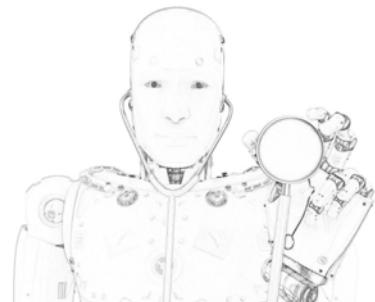


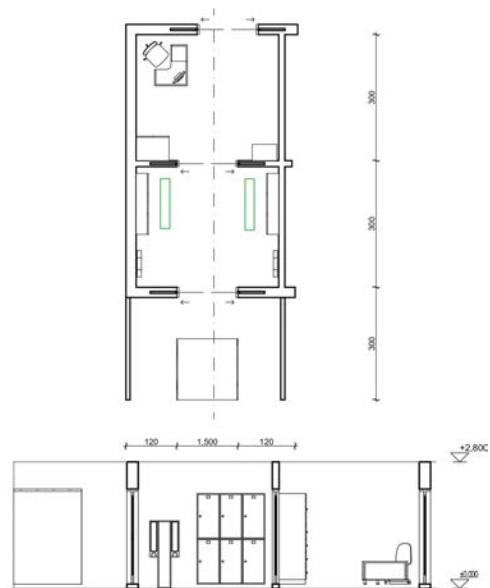
Figure 5
Separate entrance for staff

The COVID-19 pandemic has changed the whole world and made changes in the life of our society. All medicine workers and in particular those in direct contact with persons which could be potential infected have been exposed big risk. To stop the spread and protect our healthcare staff and also all the persons, medical services have been restricted a lot. The addition of a robot as a shielding technology, physically separating the healthcare worker and patient, is a strong tool to fight the current fear of contamination. In this point of view, we make detailed scenarios in the operative area, in which the use of robots and artificial intelligence can relent infectious contamination and aid patient management in the medical environment during times of endless patient influx. The current pandemic situation creates unprecedented requests for hospitals. Digitalization and machine intelligence are getting more important in healthcare to fight the virus. Their legacy could overcome the pandemic and make a revolution in its performance and management.

ARCHITECTURAL DESIGN

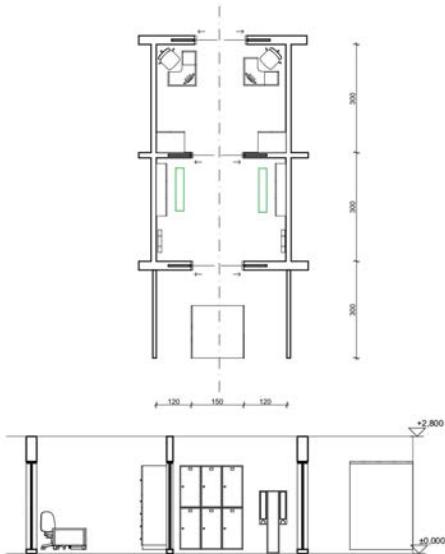
Since we are already familiar with the main ideas of the concept in this scientific paper, this is the part where we will see in detail how far we have reached with the solution of the problem mentioned above. To reiterate, the main part of this paper is about the impact and intervention we have made to improve the way the hospital is conceived for now. Architectural design as a solution to this problem is based on the following points:

- Initial access to a pre-entrance of the hospital in its yard / parking area
- Disinfection at the moment the person approaches inside the building
- Pre-Assessment of health (by modern robotic equipment) of the persons who access the building
- Physical allocation of spaces dedicated to these persons depending on the purpose of their visit.
- Security for all



The pre-entry area, which is designed at a considerable distance from the entrance, is therefore the first space that will be encountered by all persons who will want to access the hospital, be they staff, patients or even visitors. Initially, modern technologies were placed outside this building, which in this time of pandemics have found great application for disinfection of people. In the form of a cabin (see the front part of figure number 5), the disinfection system placed along its entire shape makes it possible for the person to be "attacked" from every an-

gle by the disinfectant steam which is in fact the first step in preventing and spreading the invisible virus. This advanced system is being used extensively for mass disinfection in public spaces which are more frequented. The person who is trying to access the hospital now is ready to go and proceed into the next area.



After successfully passing the first stage in which we calculate that the person is already disinfected, in the second part of the pre-entry is the so-called space for health assessment (see the middle part of figure number 6). At the entrance of the second space is initially placed a technological device, in front of which the patient must stand, in order to make an initial assessment through digital images. This device will dictate all the results whether the patient has external or internal temperatures, heartbeats through sensors. It is also possible for the person to add to the system the symptoms or other problems he feels. Then all these results will be printed at the moment of completion of the procedure and the person continues to

the wardrobe area where he must be equipped with health coats, gloves, masks and all health materials that protect our health from infection.

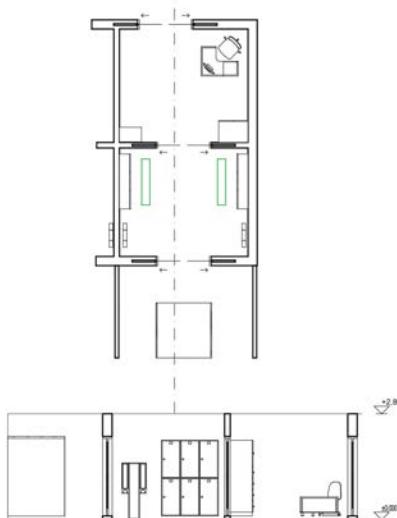


Figure 7
Entrance for Visitors

Figure 6
The entrance designed for patients

At the moment the person is already safe from the virus and suitable to continue in other spaces, comes the third area designed as an area in which the person will somehow be checked that he meets the conditions for continuing within the hospital premises and also the employee placed on an information desk will receive the pre-elimination results from the initial evaluation performed earlier by the patient (see the back part of figure 7). The information worker will clearly and accurately inform you of any instructions to be followed inside, as well as inform you of the rules and prohibition of activities that must not take place inside the hospital. Any further information is the duty of the employee to be made known to all those who wish to enter the hospital. At the moment in the assessment already made, there are no signs which indicate that the person has symptoms of the virus, the person is free to continue inside.

Figure 8
The Designed
Pre-Entrance

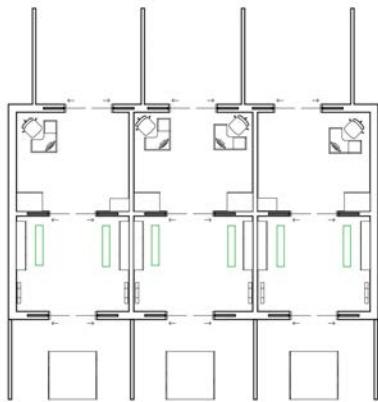
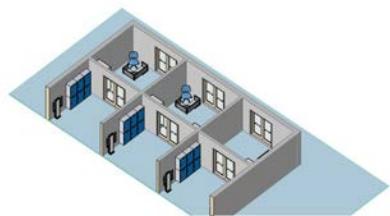


Figure 9
3D section of the
designed space

3D section of the designed space (see Figure 9) shows more clearly the connection of the spaces with each other also represents a proportion of the spaces with each other. The wider context of the placement of this designed part in relation to the main part of the hospital and also the adaption in the area is also shown in this 3D axonometry(see Figure 10).



The exit from the pre-entrance space and the continuation of the journey to the inside of the hospital is done through roads divided into 3 different exits, roads which will not only conceptually but also physically send inside. These 3 roads are separated by glass walls, in order not to create closed and gloomy environments, so we try to avoid unpleasant moments that are probably caused by the "imprisonment" with concrete walls of a space through the person definitely must pass. Also the roads limited by glass are open in the upper part, which makes it possible for the person to have natural air in the non-stop. Of particular importance should be the design of spaces within the main hospital. They should be thought out and designed in such a way that pre-entry makes sense and that all persons accessing the hospital's interior space will not have the opportunity to meet / meet each other (except staff who may have contact). So the functions that take place inside must be separated as their paths have been separated in advance.

Since we are proposing an additional space outside the existing space of a hospital, it is much more important to think about how this will affect the overall architecture of the hospital as a whole. So, how will the entrance part be adapted which will be designed in the space in front of it. In this perspective we see clearly that there is a tendency to use regular architectural forms that in a way are not those parts which will attract directly when we look at the hospital, but that the designed part is to be seen as a common design.



The whole idea of creating a pre-entry that patients would initially approach is based on eliminating contact between people. During their movement from the outer spaces to the inner spaces, special attention should be paid so that they do not create a communication / movement which would intersect and thus a person who follows a path of movement (path A) or does not have contact and do not cross with another person (street B) who also in the same way wants access to the internal spaces of the hospital. We will see all this below in a simulation which will explain the path that a person can follow without having direct contact with another person.

CIRCULATION SIMULATION

As mentioned in the above cases, here we will present some simple simulations but which will make very clear the way of movement of persons in the pre-entrance area designed in order to make the assessments of before the health condition of the person but always avoiding contact with others.

In this simulation is presented the turnover of persons who are a special category that will approach the building. So since we have 3 spaces in the pre-entrance of the hospital, it is thought that each space should be used by different categories. In the first space will be the proposed entrance for the staff. So all medical staff who will try to get inside the hospital, must first go to the pre-assessment areas. Also in the 3 steps provided until the end of the evaluation,

it is worth emphasizing that it will never be allowed for 2 people to stay in the same space at the same time (for example there will be only one person who will be in the wardrobe space, only one person at the reception, and so on)

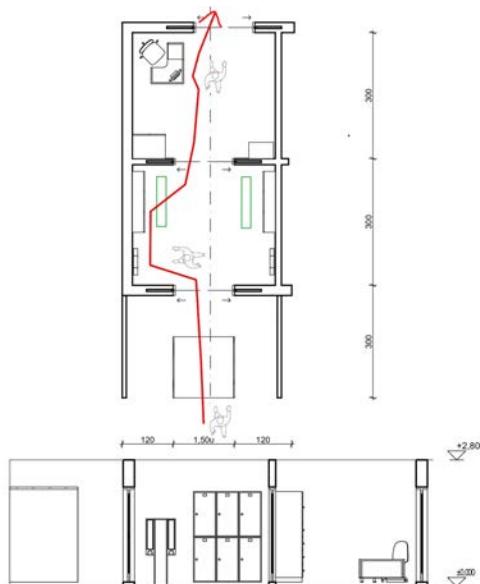


Figure 10
3D axonometry of the hospital

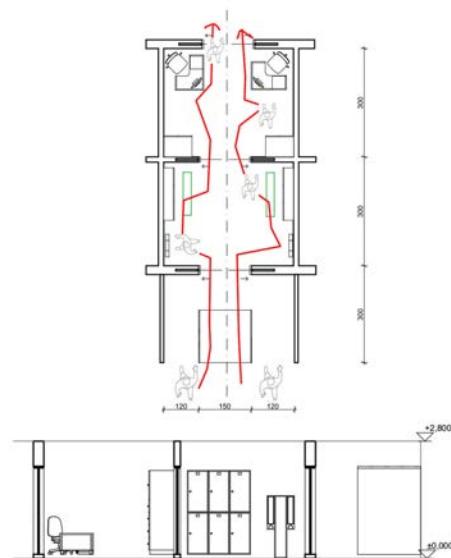
Figure 11
Circulation simulation in the first pre-entrance zone

The intermediate space is assumed to be space three which will be accessed by persons who are entitled as visitors. Since in hospitals it often happens that the number of visitors is higher than the number of patients, we have made a space twice as large as the others, a space which is located between the entrance of the staff and the entrance of persons qualified as patients . This space is larger because consequently the number of people who can move within the space is slightly larger. So for example the capacity of an area (eg wardrobe) is planned to have space for two people, but always taking into account the distance between them. The spaces will be monitored by a special team that will often disinfect the space during the hours. So during their circulation it never happens that we have an intersection that

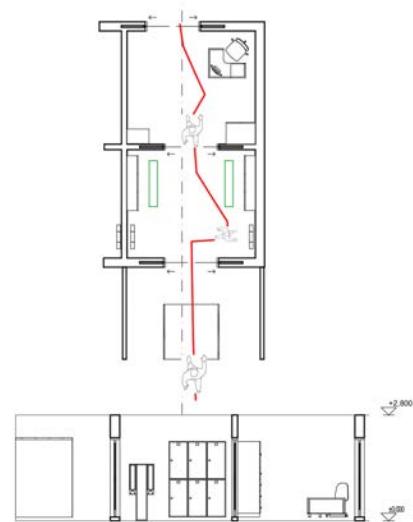
Figure 13
Circulation
simulation in the
third pre-entrance
zone

Figure 12
Circulation
simulation in the
second designed
Zone

would force contact of persons, and consequently would be a potential risk for the spread of the virus. At the exit of the pre-entrance with arrows on the ground which measure the distance, the persons will be guided towards the interior spaces.



The third space is the space which is intended for people who require hospital treatment. This category, like other categories, is divided for circulation and in which all distance conditions will be met. The potential patient will go through the procedures like all other persons, it is worth noting that in this space also special care will be paid to never finding two people in the same space. This will be commanded by the technological equipment which is located inside indicating by means of signals when it is time to move from one area to another area of that space. After each patient, the space will be disinfected, trying to prevent the virus from spreading during this time.



RELATED WORK

Since the pandemic has had an extremely large distribution, the number of people who have dealt with this issue by giving their contribution in this regard is very large. One of the main reasons for the spread of this virus is physical contact and non-observance of distance. A published scientific article states that the people most at risk of the virus are health workers.

"The pandemic SARS-CoV-2 disease is spreading rapidly. Healthcare workers and others must take protective and preventive measures to reduce the probability of contagion. All staff in medicine units must follow the national and local official recommendations and guidelines to lower the risk of transmission. Recording and assessing all our experiences and lessons about COVID-19 daily will be a valuable exercise, helping to guide the management of the coronavirus pandemic (Assadi, M., Gholamrezanezhad, A., Jokar, N. 2020). This scientific paper also highlights the use of protective devices which play a major role in preventing the virus, especially

for medical staff who have direct contact with this disease. They have also compiled a table in which it is presented to which staff is recommended special and special care in the use of masks or other protective equipment.

Health-care worker		
	Inpatient Facilities	Outpatient Facilities
Patient room	Direct Care to Covid-19 patients	Medical Mask, Gown, Gloves, Eye Protection
other area of patient transfer (e.g. washrooms)	Any activity that does not involve contact with COVID-19 patients	No PPE required
Triage	Preliminary Screening not involving direct contact	Minimum distance at least 1 m, No PPE required
Administrative area	Administratives that do not involve contact with COVID-19 patients	No PPE required
Consultation room	Physical examination of patients with respiratory syndrome	Medical Mask, Gown, Gloves, Eye Protection
	Physical examination of patients without respiratory syndrome	PPE according to standard precautions and risk assessment
	Administrative task	No PPE required
	Preliminary screening not involving direct contact?	Minimum distance at least 1 m, No PPE required
Administrative area	Providing direct consultation to a COVID-19 patient at home	Medical Mask, Gown, Gloves, Eye Protection
Community (Home)	Assisting passenger being transported to a healthcare facility	Medical mask, Gloves, Gloves, Eye Protection
Point of Entry	Transported COVID-19 patients to the referral healthcare facility	Medical mask, Gown, Gloves, Eye protection
Ambulance transfer or transfer vehicle		

"The WHO-based guidelines on the most effective preventive measures for health workers who have been exposed to a confirmed coronavirus patient in a healthcare facility are illustrated in Table 1 [19]. Notably, the risk of contagion for health workers in nuclear medicine units is high because of the referral of non-symptomatic patients and inadequate protection equipment. The medical director and the security officer should have delivered the right infection control training and evidence-based framework for both patients and healthcare workers, based on the accepted prevention and protection guidelines. Health workers should wear PPE appropriate to their profession or specialty. This equipment consists of a mask (surgical and respiratory), gloves, gowns, shoes, head cover, and eye protection. If the PPE is reusable, it has to be correctly cleaned and decontaminated before and after each use (Assadi, M., Gholamrezanezhad, A., Jokar, N. 2020)".

DISCUSSION

During the design work in this scientific paper and during various researches, I often came across a part of my consensus and the topic of discussion with myself was how this physical separation will affect people emotionally, so how will they react? The other was whether this tendency to keep people with different health status from each other will work even

within the hospital. Regarding the first discussion, I think that by nature, man always tries and manages to adapt to all the circumstantial conditions created around him, because the level of adaptation is high. The physical separation of people with the status of whether they are sick or visitors is the only way to prevent the infection of other people as well. Their emotional state should not be affected by the space in which they pass and the motivation to overcome this challenge of the virus should be great. As for the second discussion on whether physical separation will be possible within the hospital and not only in the entrance, it is a new task for us as a new architect. Such a concept I think is more than necessary for success against the virus. It is certain that the challenge for a proper design is growing every day, but our task is to face the challenges with our weapons that are the ideas as architects.

CONCLUSION

At the end of this paper and taking into account all the circumstances in which the hospitals are located also adding to this the many problems in design, we can conclude that it is most necessary to extend our hand of influence as an architect in re-creating and redesigning such spaces, which could withstand and prevent the enormous spread of viruses. New concepts, the creation of pre-zones and of course the addition of new technological and robotic equipment of a medical nature, are the greatest needs of hospitals. In conclusion we can say that by separating them physically, we have managed to satisfactorily keep them at a distance from each other and thus prevent the spread of the virus to the masses.

REFERENCES

- Assadi, M., Gholamrezanezhad, A., Jokar, N. et al., AM ,GA, JN and Eur J Nucl -Med Mol Imaging 47, 1779–1786, EN 2020 'Key elements of preparedness for pandemic coronavirus disease 2019 (COVID-19) in nuclear medicine units', <https://doi.org/10.1007/s00259-020-04780-4>
- [1] <https://www.wsj.com/articles/rethinking-the-hospital-for-the-next-pandemic-11591652504>

Figure 14
Recommended personal protective equipment (PPE)

- [2] https://massdesigngroup.org/sites/default/files/multi-file/2020-04/Redesigning%20Hospital%20Spaces%20on%20the%20Fly%20to%20Protect%20Healthcare%20Workers_4.pdf
- [3] <https://www.bmjjournals.com/content/371/bmjm3582>
- [4] <https://reliefweb.int/report/world/describing-covid-19-pandemic-wake-call-dress-rehearsal-future-challenges-secretary>
- [5] <https://www.cebm.net/covid-19/covid-19-uk-hospital-admissions/>
- [6] <https://www.healthcaredive.com/sponsored/knocking-at-the-door-improving-hospital-entrances-for-the-second-wave-of-c/583462/>
- [7] <https://www.who.int/publications/item/hospital-preparedness-checklist-for-pandemic-influenza>

MODULAR WALLS

Modular walls to transform spaces according to needs

Alessandro Zanin¹

¹TU Wien

¹e12004655@student.tuwien.ac.at

Today's hospitals are static and rigid with no possibility of change according to needs. A hospital, on the other hand, must be able to adapt according to patients' conditions but also to change in the event of pandemics. The project plan is to design the rooms necessary for the hospital respecting a basic grid of 80x80cm module, this grid will respect the minimum dimensions necessary in public buildings. The rooms will be made with modular aluminium walls of different types and aligned following the basic grid. The modular walls are already used in hospitals and laboratories for the construction of clean rooms. The advantage is for example the possibility of transforming individual patient rooms into an intensive care unit by removing some walls to create a unique environment.

PROJECT STRATEGY

The project's idea is to think an hospital that can work in three different configurations, to have an hospital dynamic (see figure 1).

The first configuration is in the absence of a pandemic, the hospital will be able to function normally and carry out ordinary activities in complete safety. The second configuration is in the case of the beginning of a pandemic where safety protocols will be activated to contain the contagions. In this case, some sectors of the hospital will be isolated to be dedicated to infected patients, maintaining the possibility of treating also non positive patients. The third configuration is the modification of the internal distribution in order to treat as many patients as possible in the case of a crisis.

In the case of a serious pandemic, it will be necessary to be able to maximise patient reception capacity while maintaining safety for medical staff. In order to do this, it must be possible to quickly and easily adapt the hospital spaces. During the pandemic period, a rigorous division of the flows of people inside

the hospital is necessary; this separation of flows will be both horizontal (on the various floors) and vertical (stairs and lifts).

The entrance will be divided into three, the first for patients with symptoms, the second for emergencies and possibly positive patients and the third for healthcare staff. After triage and test, patients will be moved to the various floors according to the gravity of their condition.

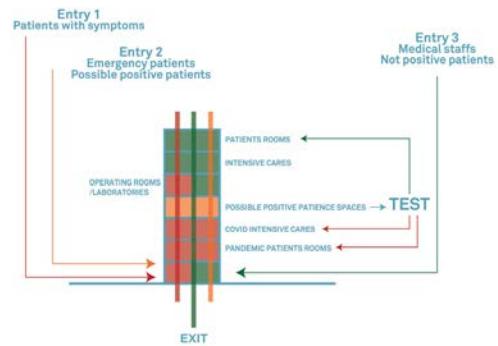
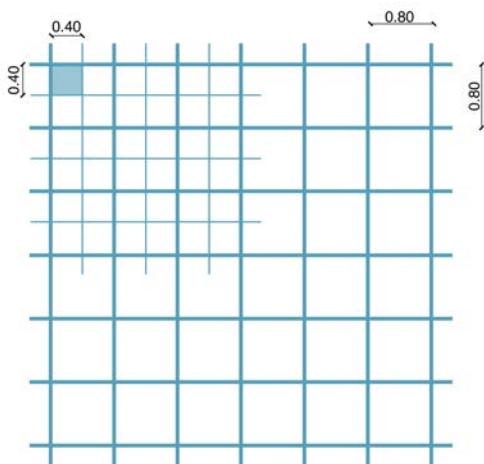


Figure 1
project strategy

MODULAR WALL AND BASE GRID

The project uses modular walls to define the spaces inside the hospital. Using modular walls increases flexibility, modularity and dynamism of the hospital to change in case of pandemics or emergencies. The project is developed on a base grid of 80x80cm with a sub-module of 40x40cm (see figure 2). The size of the grid has been chosen to adapt to the minimum obligatory measurements in hospitals. The grid will form the rail for the assembly of the modular walls and at the same time a guide for the definition of dynamic spaces.

The hospital will have an unmodifiable basic configuration, including architectural elements such as stairs, lifts, load-bearing structure, walls for the passage of electrical and plumbing systems, and the basic floor grid. The basic configuration will then be modified with the addition of modular walls of various types to obtain spaces such as single or double inpatient rooms, technical rooms for medicines and medical staff or for the creation of emergency intensive care units.



The modular walls will have two aims, first is the definition of spaces and second is technical and technological efficiency. These walls should be light, pre-fabricated and easy to assemble so that it is easy and

fast to change spaces when necessary. Technically the walls will be made with an aluminum frame and an internal padding with thermal and acoustic properties, as a basic structure, but that can be upgraded as needed. Another important aspect is the coating, which thanks to the aluminum frame can be easily replaced in case of wear or to install newer technological solutions.

MODULAR WALLS DETAILS

The design of the details of the connection to the two slabs of the modular walls is of fundamental importance (see figure 3). These connections must be simple and effective so as to simplify assembly operations and thus increase the level of modularity. The lower connection will be more rigid, to ensure the stability of the wall, while the upper connection will have to relate well with the installations that will have to be connected with the wall. The perfect functioning of the modular wall system is also based on the need to bring all electrical, plumbing, etc...inside the false ceiling, so as to be easily accessible with any spatial configuration.

The detail of attachment to the grid consists of a joint that attaches to the rail of the grid and two "L" shaped metal brackets that attach the modular wall to the supporting structure of the slab. The joint is then completed with a curved finish to seal and facilitate the operations of cleaning disinfection of the rooms.

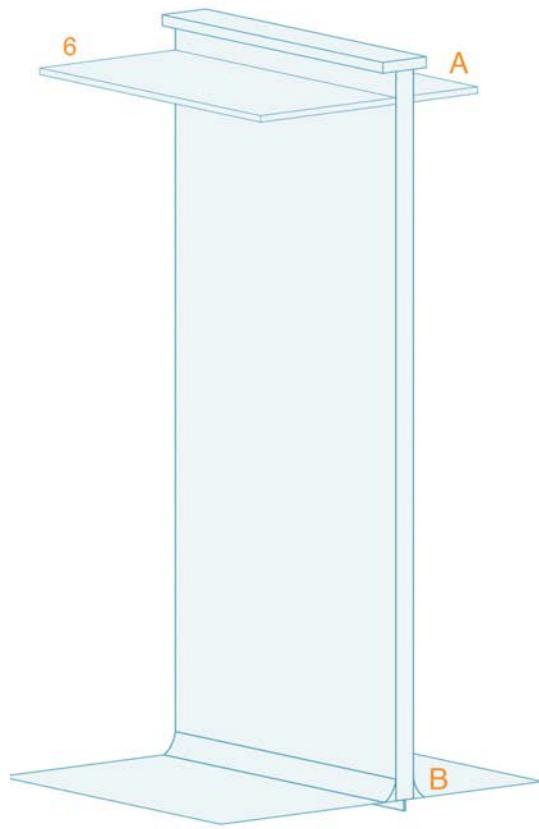
The ceiling attachment detail consists of two "L" shaped metal brackets that attach the modular wall to the load-bearing structure of the upper floor. The upper floor has a false ceiling that contains the electrical and plumbing systems, oxygen, communication, etc., which will then be connected to the modular wall..

MODULAR WALLS TYPOLOGIES

The use of modular walls allows to compose them according to the use. The basic walls are composed of an external cladding that can change according to needs such as plastic, aluminium, wood; an aluminium frame structure and an internal filling. Fea-

Figure 2
modular grid

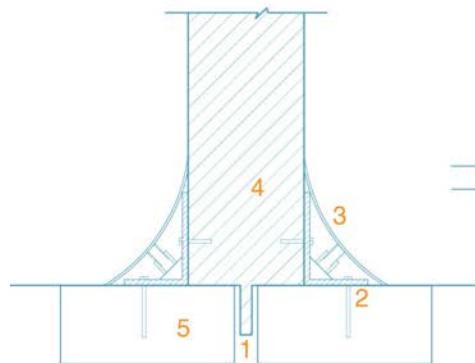
Figure 3
modular walls
details



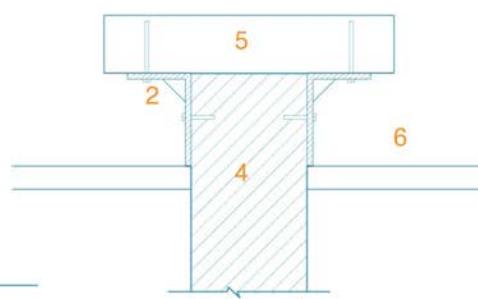
Caption

- 1 grid track
- 2 connection brackets
- 3 cladding
- 4 modular wall
- 5 floor structure
- 6 false ceiling

Detail B



Detail A

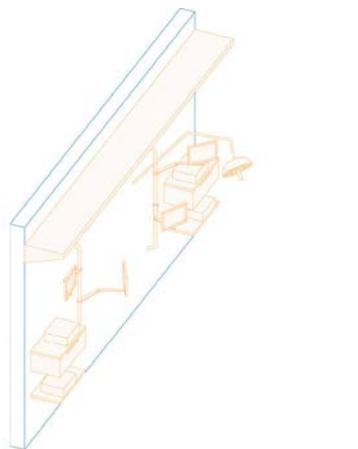


tures can be added to the base wall according to function (see figure 4).

- Equipped wall

It is a base wall that contains all the necessary equipment for medical machinery such as electrical sockets, pipes for the passage of water and oxygen and a scialytic lamp. This wall contains the necessary devices for intensive care or patient rooms.

- Communication Wall



It is a glass wall with an intercom communication device that can be useful in the event of a pandemic when the medical staff has to communicate quickly between two rooms, such as between the intensive care unit and the PC workstation.

- Fire wall

It is a wall made of specific materials to limit the diffusion of a fire.

- Medical materials transfer wall

This wall contains a hermetically sealed storage to transfer medical material between two rooms with-

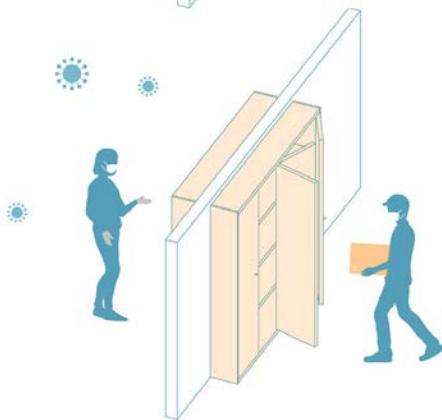
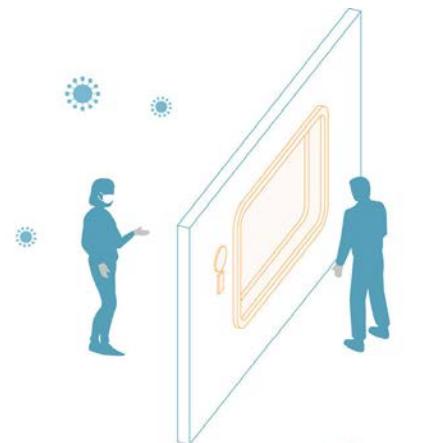


Figure 4
Modular walls
typologies

Figure 5
Intensive care "in single room" source [2]

out direct air passage. In the event of a pandemic it is useful to transfer medical material from a safe to a contaminated room.

- Waste medical materials storage wall

Wall with hermetically sealed storage for waste disposal in a contaminated environment.

EMERGENCY INTENSIVE CARE

Introduction. Intensive cares are of fundamental importance for hospitals and in particular for pandemic crises. Intensive therapies make it possible to treat the most serious patients using specialised medical machine and under the constant supervision of medical staff.

In the case of the Covid 19 crisis, intensive cares are essential, because most patients have severe respiratory difficulties that have to be treated with automatic respirators.

One of the main problems that the Covid 19 pandemic was the lack of beds in intensive care.

Governments have found two solutions to solve this problem.

The first is to build new temporary facilities outside existing hospitals and the second is to dedicate some hospitals only to treating Covid patients.

These two solutions present problems.

In the first case, temporary structures are quick to set up but difficult to integrate with an existing hospital not designed for pandemic crises. In the second case, hospitals dedicated only to positive patients become underused, while non-covid hospitals are overused.

Types of intensive cares for positive patients. There are two types of intensive therapies designed to treat covid 19 patients:

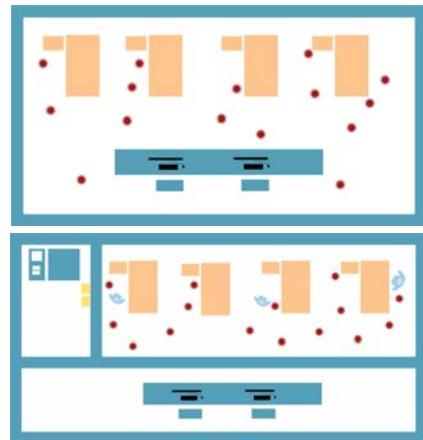
- Intensive care "in single room" (see figure 5)

These intensive care units are large and unique rooms in which all patients and operators are in the same space. The workstations with computers etc. are also in the same large room. In this type of room the virus is obviously spread everywhere. The oper-

ators work all the time with maximum protection on them.

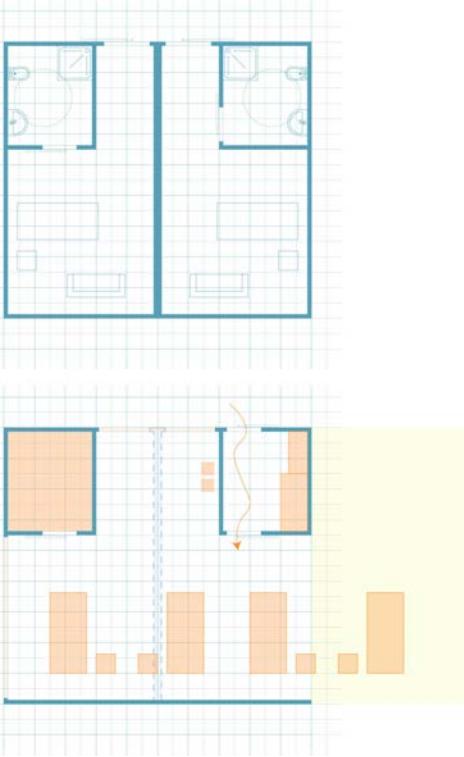
- Intensive care "in closed boxes" (see figure 6)

Closed boxes intensive care includes separate rooms: some rooms to house infected patients and nurses and other rooms for support staff. This solution reduces the exposure of support staff but limits communication with nurses and patients.



Project idea for emergency intensive cares. The project idea is based on the dynamism of changing the interior spaces of a hospital according to different needs. In this case through the use of modular walls it is possible to adapt the spaces, transforming simple single rooms into intensive therapy "closed boxes" to increase the number of beds.

The idea is to remove the dividing walls of the single rooms to create a single isolated environment and use secondary spaces like bathrooms and corridors such as, entrance/exit filter zones, medical materials storage, waste storage. The installations necessary for intensive therapy will be placed in the false ceiling and the "equipped wall" will provide the necessary medical equipment (see figure 7).



The example presented is only a possible configuration of an emergency intensive care unit, but the main advantage of modularity is that it is also possible to create other spatial arrangements in order to increase the number of beds, vary the types of intensive care or increase or decrease the level of isolation. The project is developed as an overlay of boxes where within each box you can change and transform the spatial arrangement. The building will necessarily have some elements that will remain fixed and not modifiable that will serve for the proper functioning of the building. The building will have two elevator blocks and stairs placed on the two opposite sides, this solution is designed both to obtain an easy and fast vertical mobility, but also because in case of a pandemic crisis, where it was necessary to isolate

certain areas of the hospital, it is possible to separate the flow of healthy people from that of infected people without compromising the efficiency of the hospital. Other non-modifiable elements of the hospital will be the plant rooms that will be located inside some walls near the toilets. These compartments will serve for the passage of electrical and hydraulic lines, drains, etc.. Inside the various floors the plant network will be then distributed to the various rooms through the false ceiling to which the modular walls will be then connected.

Intensive care unit structure. This emergency intensive care unit solution will provide for the separation within the floor of infected persons from non-infected persons or health care personnel. Two rooms will be created by removing single room partitions for a total of 7+7 beds (see figures 8-9).

Each intensive care unit room will include:

- entry filter room for medical personnel to wear medical personal protective equipment.
- Filter room for exit of healthcare personnel to remove contaminated clothing.
- medical equipment storage room with pass-through cabinet.
- medical waste disposal room.
- two bathrooms for medical staff inside the intensive care unit.
- 4 communication walls.
- 2 computer stations.
- a common entrance to the two patient rooms with dedicated stairs and elevator.

POTENTIAL AND FUTURE DEVELOPMENTS

The modular potential of the project idea allows not only to act on the intensive care units but also to modify other areas of a hospital with different characteristics. The access area to the hospital, especially in case of pandemic is a place that without the right prevention measures can increase the risk of transmission of contagions, but through the use of a dynamic system of space management you can solve the problem. In fact, with the modular wall system it

Figure 7
Scheme dynamic variation of spaces

Figure 8
Emergency
Intensive Care Plan

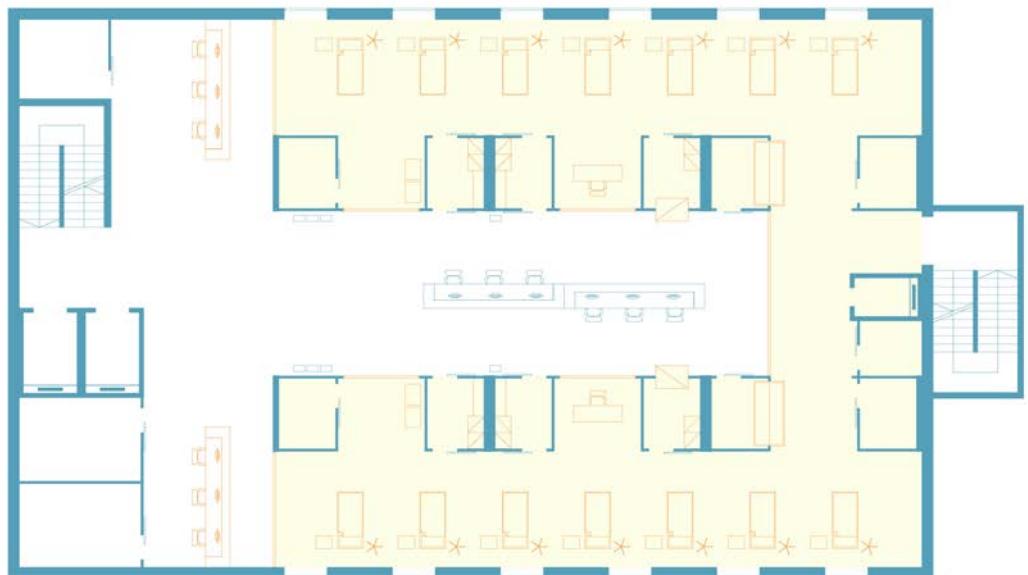
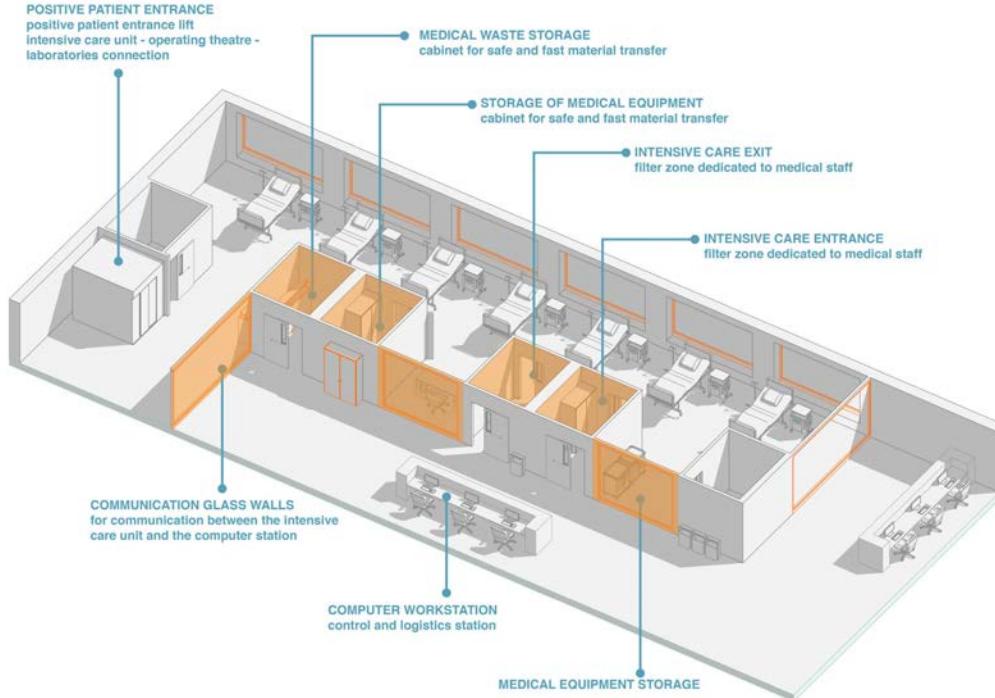


Figure 9
Emergency intensive care axonometry



is possible to control multiple access and exit points in order to divide the flow of healthy people from the infected or possible infected. Another problem that emerged during the pandemic crisis was the difficulty for family members and friends to visit the positive patient, because it was difficult to approach the patient in a safe way avoiding the transmission of the virus; through the use of modular walls, however, it would be possible to redesign some unused areas of the hospital as meeting places for patients and family members, structuring safe boxes. These boxes could be of two types, "without direct contact with the patient" or "in direct contact with the patient", so as to assign to more critical and contagious patients more isolated and controlled boxes and to patients in recovery a more contact with family members to in-

crease the recovery time of the patient. Finally, with regard to the areas of the hospital dedicated to operating rooms and analysis laboratories, the use of modular walls would allow to divide the flow of people, dedicate some of these areas to positive patients and others to healthy patients, allowing the hospital to operate even on non-pandemic patients in total safety. For the more distant future, the next step might consider how a modular-wall hospital could be expanded; since the modular-wall system is developed within a defined supporting structure, the next step would be to make the structure equally modular.

REFERENCES

Morandotti Marco, MM 2011-2012 'Elementi di progettazione ospedaliera', *Elementi di progettazione os-*

pedaliera, Pavia

- [1] <https://www.med4.care/terapia-intensiva-dedicata-covid/>
- [2] <https://www.med4.care/terapie-intensive-covid-19/>
- [3] <https://www.med4.care/letti-terapia-intensiva-concetrato-tecnologia/>
- [4] http://www.regione.lazio.it/binary/rl_sanita/tbl_contenti/U0008_AllegatoC.pdf
- [5] <https://www.delta-2000.com/pareti-per-camere-bianche/>

Check Box 2.0

A quick check before entering the hospital

Giorgia Bonet¹

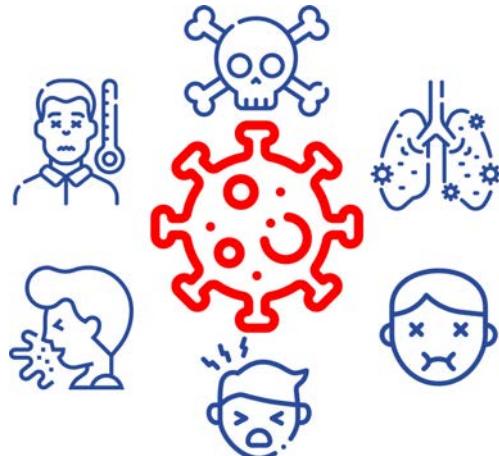
¹IUAV Istituto Universitario Architettura di Venezia

¹g.bonet@stud.iuav.it

The COVID-19 pandemic affected the whole world, leading to a general inflow of infected people into hospitals. Hospital functions did not change despite the fact that many became shelters for people infected with the coronavirus, resulting in the difficulty of maintaining social distancing between infected and unaffected people. The Check Box project responds to the present needs; the patient will have to undergo a test to determine whether or not he or she has the coronavirus before entering the hospital. Check Box is a structure adaptable to any condition, designed primarily to test people entering hospitals for COVID-19 negativity but also to respond to needs in more remote locations. Its composition of steel pillars and beams and corrugated sheets makes for fast assembly. The presence of ultraviolet radiation treatments allows the sterilization of the entire environment, allowing the Check Box to be used after just a few moments between patients.

Keywords: *Efficiency, Compactness, Protection*

Figure 1
Coronavirus
symtoms



INTRO

The year 2020 was different from those in the past as a global pandemic changed the lives of every human being. An outbreak of unknown pneumonia cases was reported at the end of 2019 in Wuhan, China. It was discovered that the causative agent of the out-break was a new coronavirus, later named Coronavirus 2019 (COVID 2019). The disease spread around the world and on March 11th 2020 a global pandemic was declared, changing the daily habits of humans. The range of symptoms of COVID-19 infections, ranges from no symptoms (asymptomatic) to severe pneumonia; presentation with severe disease can lead to death (see Figure 1). Although the majority of cases (80%) consist in mild respiratory infections and pneumonia, more severe forms of dis-

ease are more common among elderly people with other concomitant chronic diseases. Patients with the worst symptoms are usually admitted to a hospital, and if the infection is severe, patients are treated in intensive care. Due to the high infectiousness of the coronavirus, hospitals soon became full of sick people. The main functions of the hospitals did not change despite the fact that many of them became shelters for those seriously ill with Covid-19. Every day several people went to the hospital to see a doctor, to be treated for illness or fractures, or to receive assistance. The consequence of this was the contagion of many people because in the hospitals the coronavirus patients came into contact with non-positive people, thus creating a place of greater propagation. In an emergency, one can drive to a hospital in one's own car, call an ambulance or helicopter, or, in less severe cases, walk there. It is difficult for hospital staff to manage patients arriving by these means as both COVID-19 positive and negative people reach hospitals in the same way.

CHECK BOX 2.0

The Check Box 2.0 project is designed to help control the flow of people entering hospitals on a daily basis. It is a room that is placed at each hospital entrance and the main function is to test every patient for coronavirus positivity. Inside there is a doctor waiting for the patient and within a few minutes the doctor performs the test. Any person arriving at the hospital by car, ambulance, helicopter or on foot will be subjected to a COVID-19 test and to do this the patient will have to pass through the Check Box before entering the hospital (see Figure 2). The Check Box will be located at each entrance, both for people who need first aid and for people who come to the hospital for other reasons. The Check Box is a 16 square metre room and it is box-shaped (see Figure 3). The entrance is designed to be suitable for all types of patients, so that disabled and non-disabled people can access it without problems. Inside the Check Box, a doctor or healthcare professional invites the patient to take the COVID-19 test.

Figure 2
Explanatory diagram

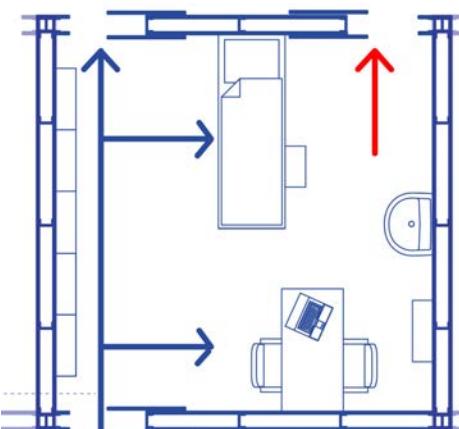
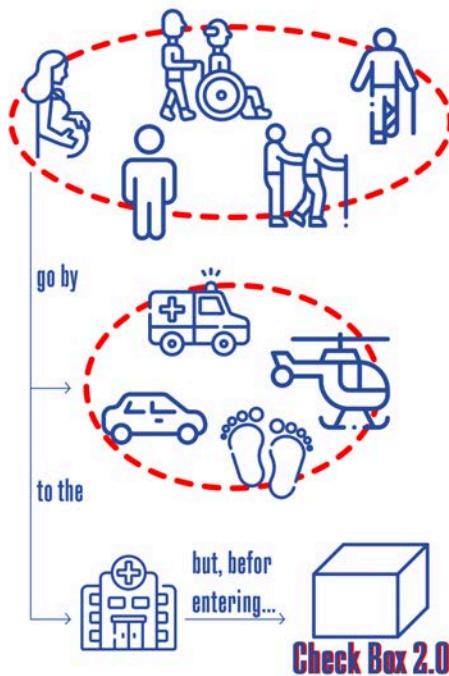


Figure 3
Check Box plan;
Blue lines: Way for
non-infected
people; Red lines:
Way for infected
people

Figure 4
Check Box
exploded and split
axonometry

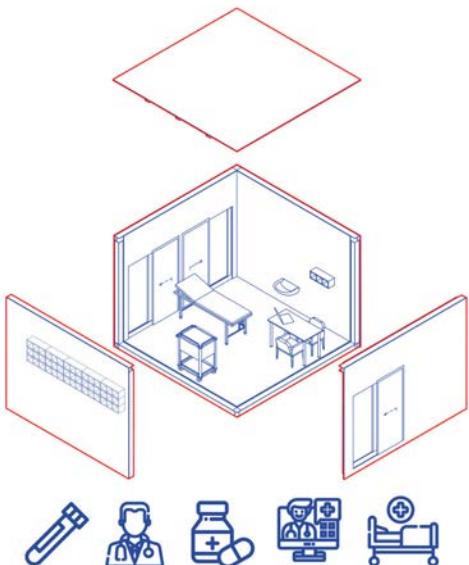
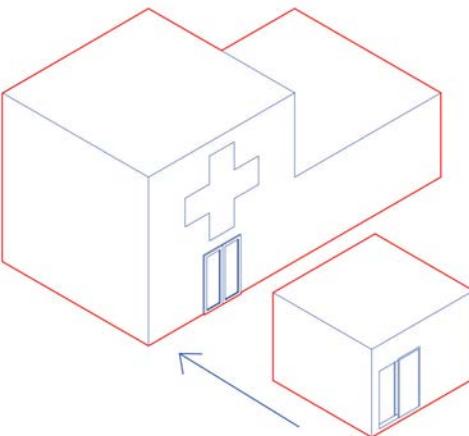


Figure 5
Explanatory
diagram



Figure 6
Check Box
axonometry



Hospital equipment such as couches, drip trays and medical trolleys are available in the facility. A desk will be present near the entrance and will be useful for the doctor to file the patient and to have a quick interview. Several shelves hang on the walls and contain medicines, first aid kits and other medical equipment. The structure will therefore be a safe place where the patient, in addition to being swabbed, can receive simple medical care, such as medication or the administration of certain medicines. The presence of a washbasin will allow health workers to sanitise their hands and rinse medical utensils (see Figure 4). After identifying the type of patient and finding out if he or she has coronavirus, the doctor will guide the person to one of two exits, one for infected and one for non-infected persons. The presence of two different exits is useful to keep a distance between positive and negative people, if there is such a separation within the hospital. Time is of the essence for every patient, so a person's stay in the room will only be a few minutes (see Figure 5). It is assumed that the time needed to test a person is only a few minutes, and after a few moments have passed for the test to be completed, the patient can be admitted to the hospital (see Figure 6). If there are patients with serious conditions who cannot afford to lose any more time, it is assumed that they will not be able to access the Check Box and will have to be admitted to the hospital without a coronavirus test. The test can be carried out within the hospital after medical staff have taken care of the patient, but this will not allow for better management of the maintenance of distances between infected and non-infected people.

Sterilisation

Transmission of coronavirus infections originates from the acts of breathing, talking, coughing and sneezing. Transmission by coronavirus occurs over short distances in the air, generally less than a metre, and can directly reach susceptible people in the immediate range, as well as settling on objects or surfaces that then become a source of virus spread.

In this case, hands that have come into contact with such contaminated objects may be a vehicle for transmission by indirect contact when they touch their mouth, nose and eyes. Studies on coronavirus suggest that the survival time of these pathogens on surfaces, under experimental conditions, ranges from a few hours to several days (6,7,8) depending on the material involved, concentration, temperature and humidity. More recent data on the persistence of coronavirus confirm its ability to persist on plastics and stainless steel. On plastics and stainless steel the virus can persist for up to 72 hours, although the infectious load on these materials is halved after about 6 and 7 hours respectively. The least persistent surfaces are copper and cardboard, where complete elimination of infectivity was observed after 4 hours for copper and 24 hours for cardboard. The virus would therefore appear to be more stable on smooth surfaces. The use of furniture made of different materials is preferred to stainless steel, even though it is a material used more in hospitals. Non-hospital furniture in the Check Box will be made of wood, which has a lower infectious load than steel and plastic. Hospital furniture, because it is constructed according to standard procedures, may not be made of different materials. At the end of the visit, when the patient leaves the room, the Check Box will activate a process of self-sanitisation so another person can enter safely. Self-sanitisation is performed by means of ultraviolet radiation (see Figure 7). The germination lamps used are positioned on the ceiling and walls of the Check Box (see Figure 8). The UV-C radiation transmitted by the lamps has the ability to modify the DNA or RNA of microorganisms, preventing them from reproducing and therefore being harmful. This is why it is used in various applications such as food, water and air disinfection. Vitro studies have clearly shown that UV-C light is able to inactivate 99.99% of the influenza virus in aerosols. The virus is no longer detectable after only 5 minutes of exposure to the UV-C emitter (a percentage reduction of more than 99.99%), and UV-C radiation has also been shown to be effective in sterilizing blood samples.

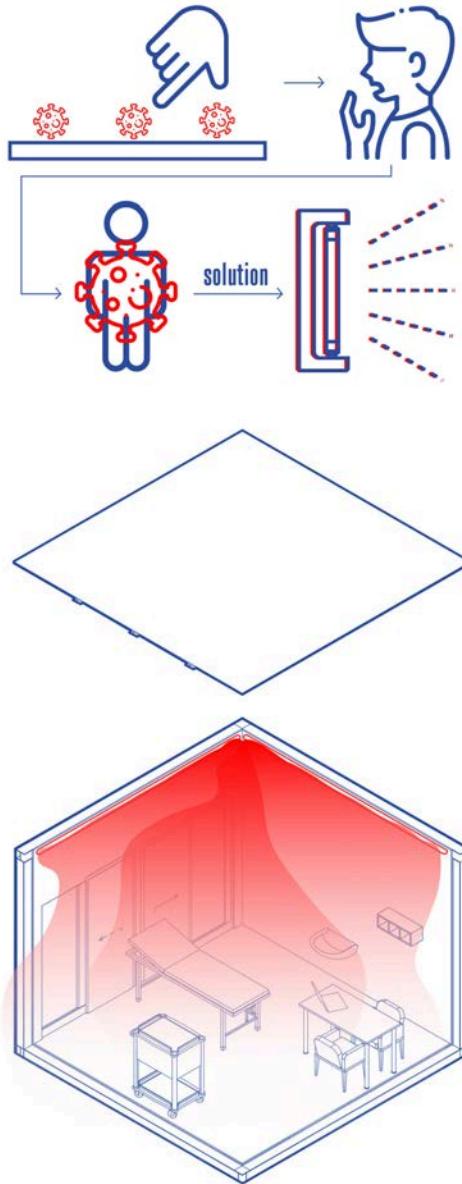


Figure 7
UV lamps are the solution against coronavirus particles deposited on surfaces

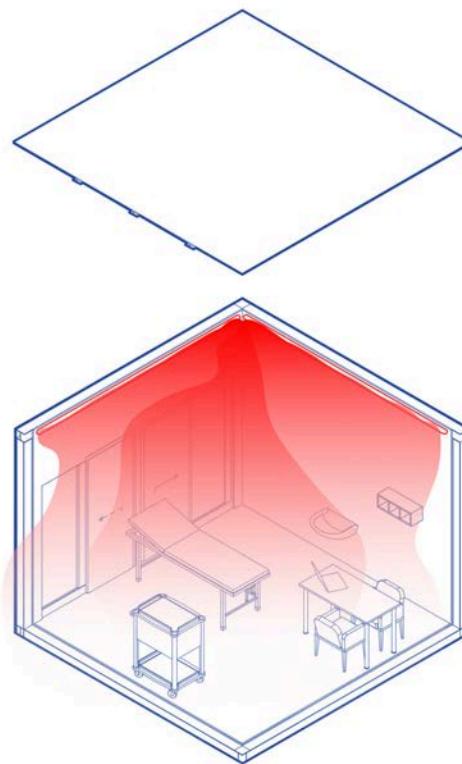


Figure 8
Axonometry illustrating the function of the UV lamps inside the Check Box

Figure 9
Red shows Plexiglas
shielding against
ultraviolet radiation

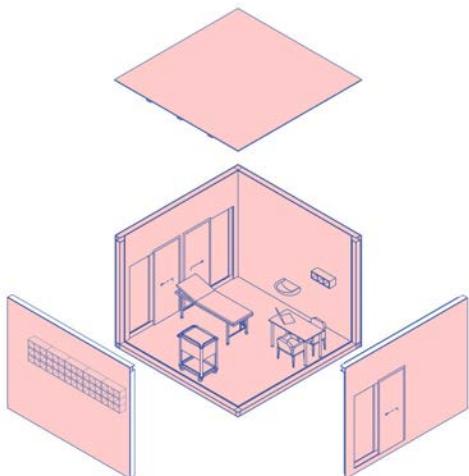
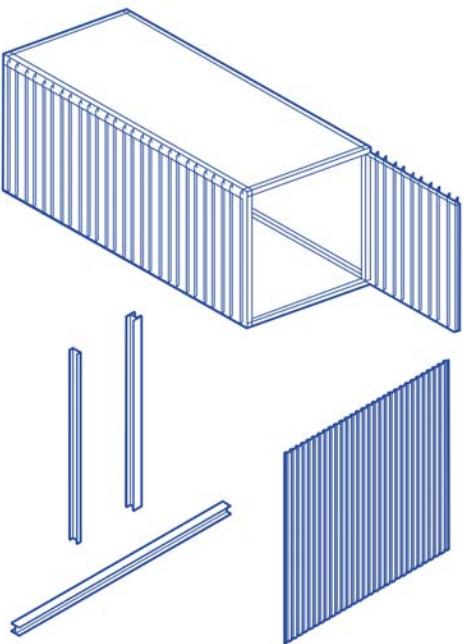


Figure 10
The Check Box is
made up of the
same elements as
the containers.



The use of ultraviolet radiation can therefore be used as a sterilization method between patients as it takes very little time. Studies reveal that if surfaces are exposed to insufficiently intense UV radiation, this could lead to inadequate disinfection and consequent safety and performance problems. It is considered that total sterilization of the Check Box using ultraviolet radiation is not possible as it contains several surfaces that may not come into contact with the radiation, so disposable wipes, sanitiser and detergents must be used to best sterilize all surfaces present. In contrast to treatment with ultraviolet radiation, treatment with sanitizers and detergents cannot be carried out at every change of patient as it takes longer to implement. The waves emitted by UV-C lamps can be dangerous if they come into contact with humans, so any sterilization is carried out in the absence of people inside the Check Box. A Plexiglas container shields the emitted radiation and is located inside the Check Box structure (see Figure 9). Ultraviolet sterilization is a good procedure for sterilizing environments.

Structure

One of the most important requirements for the Check Box structure is that it can be assembled and disassembled in the shortest possible time. The Check Box will be a construction that can remain permanently at hospital entrances but will be subject to change over the years according to requirements. An existing example of such a structure is the shipping container, which is very resistant to aging and can remain in use for years even when exposed to the weather. The structure of the Check Box is similar to that of a shipping container (see Figure 10). The structure of a container consists of a welded metal parallelepiped and due to its shape, forklifts, gantries, cranes and Straddle Carriers can easily transfer containers between a ship, wagon or truck. The frame consists of lower/upper perimeter members and four uprights, while the main walls are made up of corrugated metal sheets which not only contain the containers but also act as bracing. The

only non-metallic structural element of the containers is the floor, which is usually made of marine plywood panels. Like the sea containers, the Check Box is also mainly made of metallic steel elements: HEA beams and columns make up the main structure of the Check Box and give rise to the floor, walls and ceiling, the structure's infill is given by corrugated sheets and steel C-profiles are used as uprights for these sheets (see Figure 11). There is an internal and an external curtain wall, and in the space between them it is possible to place the electrical system, the plumbing system and the Plexiglas shielding for the adiation emitted by the ultraviolet lamps. The floor and ceiling have wooden panels on the inside and corrugated sheets on the outside. The Check Box has no windows, but the change of air is allowed by the presence of three doors given by the shaping of the corrugated sheets. Finally, underneath the structure of the Check Box there are raised tubes to avoid direct contact with the ground surface, to which it often brings humidity and is subject to atmospheric agents. Check Boxes that are supported on steep terrain also have an additional structure that makes it possible for the construction to be stable and allows people to enter. This structure varies according to the type of terrain in which the Check Box is placed, so depending on the environment in which it is placed, the structure meets different requirements.

Modularity

The main function of the Check Box is to perform a coronavirus test on people. It can be understood that although the Check Box allows for quick use, it is not possible to use only one Check Box per hospital entrance. When a patient arrives at the hospital he or she needs to be tested as quickly as possible, so if the hospital has only one Check Box it may be occluded or not usable at the time of need. Depending on the number of people a hospital can contain and the structure of the hospital, there are several Check Boxes. For the positioning of the Check Box the structure of the hospital is taken into account: there are cases where hospitals have several entrances accord-

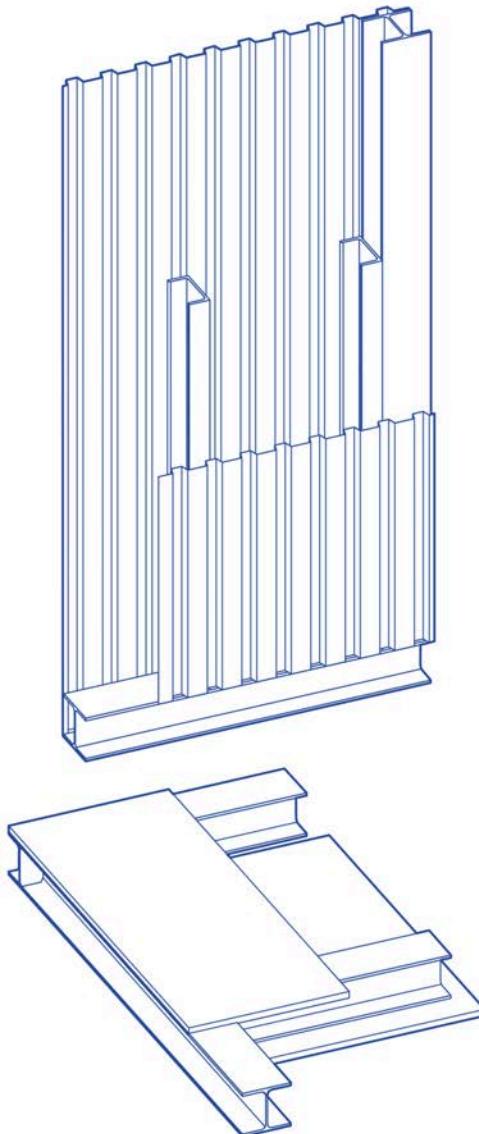


Figure 11
Roof and wall
stratigraphy

Figure 12
Explanatory diagram showing the assembly of the Check Boxes and the distribution system

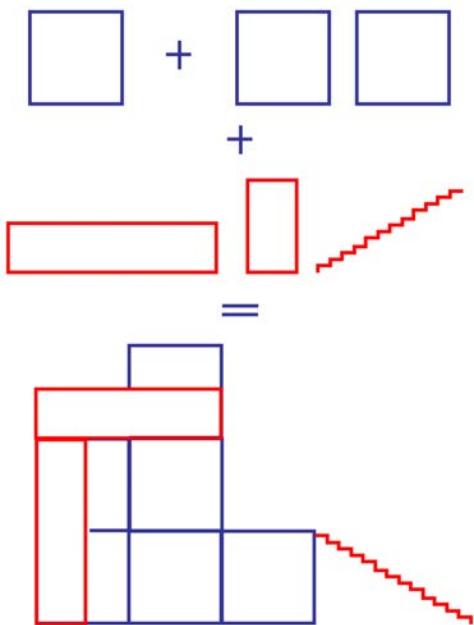
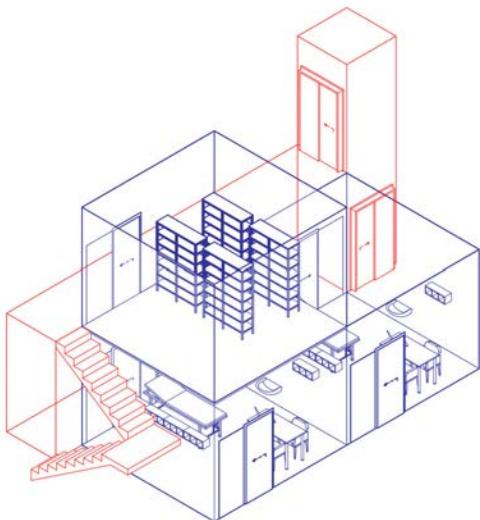


Figure 13
Example of a structure given by the set of Check Boxes and the distribution system



ing to the needs of the patient and others that consist of an atrium that serves as the main entrance. The important issue is to try to test as many people as possible before they enter the hospital. It was shown in the upper paragraph how the structure of the Check Box is similar to that of a shipping container and as such it will be possible to stack several Check Boxes on top of each other. The assembly of several Check Boxes on top of each other and/or next to each other creates a single structure in which the main function is to test people (see Figure 12). The presence of several Check Boxes makes it possible to operate them more efficiently. The different Check Boxes can be reached via distributive systems such as stairs, lifts and corridors. These elements allow patients to reach a Check Box in the shortest possible time as each Check Box is connected to at least one distributive element (see Figure 13). The composition of the distributive systems is given by the same materials that make up the Check Boxes: steel pillars and beams make up the main structure and the infills are made of corrugated sheets. The composition of the Check Boxes and distribution systems varies according to the structure of the hospital and the required functions. Consider as an example a hospital with an underground car park and with a lift connecting the hospital entrance to the car park, this lift will be a distributive element of the Check Box and will allow access to the Check Boxes for all those patients arriving by car. Another example is the ambulance arrival station which can act as a corridor leading the patient from the ambulance to a Check Box. Given the simple structure of the Check Box and the presence of the distribution systems, the box structure can have different functions, it will be able to fulfil those functions that are in short supply in a hospital during a global pandemic. In the set of Check Boxes inside a hospital there may be some with different functions such as pharmacy, storage, bedroom, etc. In the positioning of the Check Boxes within the hospital the function of the Check Boxes is taken into account, Check Boxes that have the function of testing patients are positioned near the entrances while those that have secondary functions

are positioned in marginal places.

Other Purposes

The Check Box is a structure that is easy to assemble in a short time and its physical characteristics make it adaptable to all weather conditions. Given the qualities of the Check Box, it is possible to use the same concept in different ways and places. One example is to use the structure consisting of box modules and distribution elements in poor locations, where hospitals are usually makeshift camps. One company that works to build hospitals and care for people in underdeveloped countries is *Medecins Sans Frontieres*. The company often works in places where there are political and economic tensions and brings health and medical assistance to areas of the world where the right to care is not guaranteed. Since 1971 *Medecins Sans Frontieres* has been providing medical care in crisis contexts. In particular, its activities range from responding to emergencies, such as earthquakes, tsunamis and hurricanes, to armed conflicts, such as in Afghanistan or Iraq, where it builds hospitals, supports existing ones or sets up medical stations near the front lines. Patients of *Medecins Sans Frontieres* are usually people fleeing war and poverty, marginalized ethnic groups, people suffering from neglected diseases, people trapped in urban areas with high rates of violence. *Médecins Sans Frontières* intervenes in outbreaks of measles, malaria, meningitis, yellow fever or cholera by treating the sick and carrying out mass vaccination campaigns. The Check Box structure is a solution for the construction of new *Médecins Sans Frontières* hospitals, as its composition makes it adaptable to all weather conditions, its ease of assembly makes its construction less time-consuming than traditional hospitals and its modular design makes it adaptable to any use (see Figure 14). Furthermore, given its shape, it is possible to assemble the structure of each Check Box and then transport it to the place where it will be used (see Figure 15). The presence of the distribution elements makes it possible to reach one Check Box from another, and assembling them next to or on top of each other al-

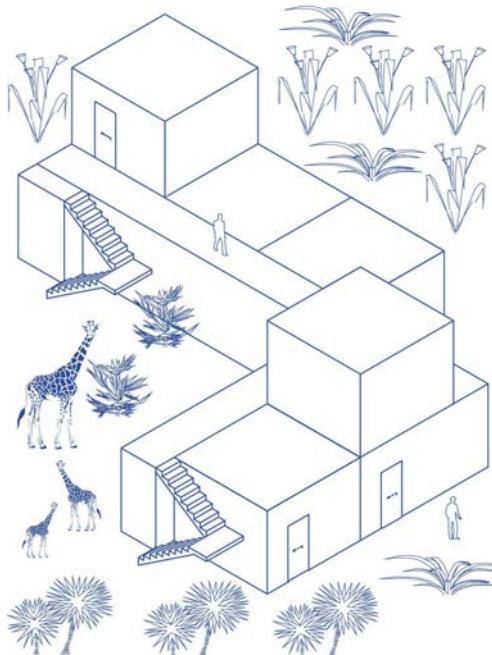


Figure 14
Example of a hospital structure given by the set of check boxes

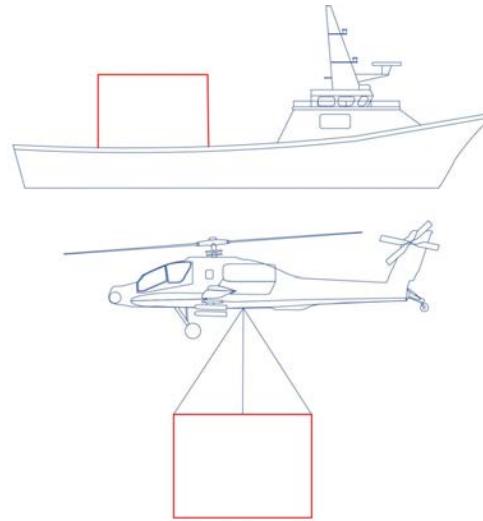
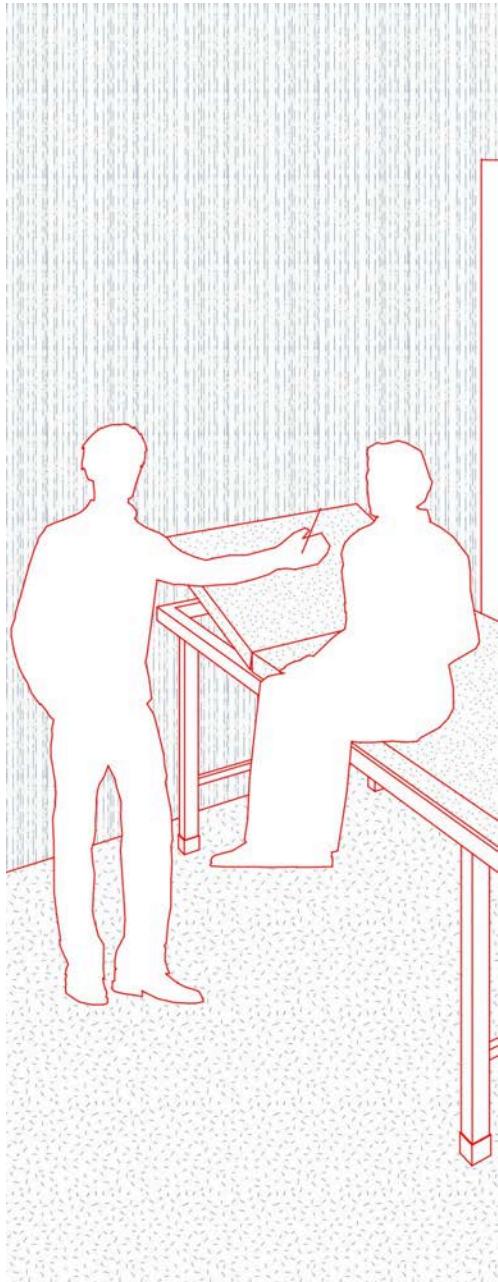


Figure 15
Transport of Check Boxes

Figure 16
Covid test scenario
inside the Check
Box



lows communication between them. The space formed between the curtain walling allows the installation of electrical, heating and cooling systems. The structure can be used as a hospital, or it can be used to implement the functions missing from the existing hospitals, such as a place for vaccinations, patient care, virus testing, etc. The concept is to create a structure that is easy to assemble, adaptable to different climatic conditions and, above all, that meets the requirements of the location.

CONCLUSION

The main function of the Check Box structure is to meet the need to test people before they enter hospitals (see Figure 16). Its small dimensions make the Check Box adaptable to any hospital structure and the design is such that it can meet any requirement. The presence of the distribution elements allows staff to reach several Check Boxes in a short time. In more remote locations where there are political and economic tensions, but also in European hospitals, the Check Box can fulfil different functions according to the requirements. Like a shipping container, it adapts to every climatic environment and every need. The presence of ultraviolet radiation treatment allows the Check Box to be used after only a few moments between patients. The Check Box is a project that responds to a current demand, that of testing people for COVID-19 before they enter a hospital, but it can be used in other environments for different needs.

REFERENCES

- European Centre for Disease Prevention and Control, ECDP 2020 'Novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: increased transmission in the EU/EEA and the UK – sixth update', *RAPID RISK ASSESSMENT*
Gruppo di Lavoro ISS Biocidi COVID-19, ISS COVID-19 2020 'Raccomandazioni ad interim sulla sanificazione di strutture non sanitarie nell'attuale emergenza COVID-19: superfici, ambienti interni e abbigliamento', *Rapporto ISS COVID-19 n. 25/2020*
[1] <https://www.epiconsrl.it/wiki-tainer/struttura-container>
[2] <https://www.medicisenzafrontiere.it/>

Index of Authors

A

Ahmetaj, Rinor 49

Zivkovic, Teodora

95

B

Bonet, Giorgia 139

Bührle, Emanuel 7

D

Dogan, Sefa Abidin 101

F

Flaig, Philine 27

G

Gashi, Jehona 19

L

Lehner, Christian 67

Lorenz, Wolfgang E. 1

N

Neischl, Stefan 59

P

Pfaffinger, Clara 77

R

Rashiti, Gazmend 119

S

Sadiku, Rinor 109

Skop, Kseniya 41

Swoboda, Sigrun 1

W

Wurzer, Gabriel 1, 59

Z

Zanin, Alessandro 129

