



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna | Austria

DIPLOMARBEIT

PEM

Prozessgestützte Generierung von Modulen für den modernen Krankenhausbau

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

Privatdozent Dipl. Ing. Dr. techn. Gabriel Wurzer

E259

Institut für Architekturwissenschaften

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Mathias Hochleitner
1125836

Wien, am _____

P2M _ PROCESS TO MODULE

GEN _ GENERATIVE IMPLEMENTATION

P2M_GEN

PROCESS TO MODULE + GENERATIVE IMPLEMENTATION

Kurzfassung

Prozessgestützte Generierung von Modulen für den modernen Krankenhausbau

Prozesse bilden die Basis aller Krankenhausplanungsprojekte. Ihre Umsetzung in den gebauten Raum ist jedoch, aufgrund unterschiedlicher Kriterien und Vorgaben, schwierig, wodurch sich ein Optimierungsproblem im Krankenhausbau ergibt. Entsprechend dieser Problematik stellt sich die Frage ob und in welchem Umfang es möglich ist, durch Generierung von standardisierten Modulen, nach Prozessabfolgen von Personen, die mittels Simulation überprüft werden, die Krankenhausplanung zu optimieren?

In der vorliegenden Arbeit wird auf die prozessorientierte Krankenhausplanung und deren Umsetzung im Zuge von generativen, modularen Lösungen am Beispiel des Landesklinikums Wiener Neustadt eingegangen. Dabei werden verschiedene Prozesse von divergenten Personen in unterschiedlichen Situationen im Krankenhaus betrachtet. Um die entsprechenden Lösungen generieren zu können, wird eine grundlegende Systematik mit Modulen, sowie Regeln für ebendiese, in der frühen Planung, über Prozessabfolgen entworfen und durchdacht. Diese modulare Ausformulierung wird in mehreren Schritten (Alpha, Beta, Gamma) und Detaillierungsgraden geschärft. Folgend werden Regeln formuliert, nach denen diese Module zueinander funktionieren und als generatives System umgesetzt werden können. Das entstehende (dreidimensionale) Raumkonzept wird hernach mittels Simulation überprüft, wobei multiple Kriterien (Ablauf, Kapazitäten, usw.) zum Einsatz kommen. Dabei werden Optimierungspotentiale angeführt, indem mehrere Varianten durchgespielt und anhand eines konkreten Falles in der Simulation überprüft werden.

Als Ergebnis wurde, sowohl am generativen Ansatz, als auch in der Simulation, die Möglichkeiten der Optimierung durch Parameterbeeinflussung in einem standardisierten System erkannt und angewandt, um so zur bestmöglichen Lösung verschiedener Varianten zu kommen.

Krankenhausplanung/Simulation/Modul/Optimierung

Abstract

Process-based generation of modules for contemporary hospitals

Processes are the basis of all hospital planning projects. However, their implementation in the built space is difficult, due to different criteria and specifications, which results in an optimization problem in hospital planning. Corresponding to this problem, the question arises to what extent it is possible to optimize in hospital planning by generating standardized modules, according to process sequences of persons who are checked by means of simulation?

In this thesis, we focus on process-oriented hospital planning and its implementation in the context of generative modular solutions using the example of the Landeskrankenhaus Wiener Neustadt. Different processes of divergent people are viewed in different hospital situations. To generate the corresponding solutions, a basic system with modules, as well as rules for these, is designed and elaborated in the early planning through process sequences. This modular formulation is sharpened in several steps (alpha, beta, gamma) and levels of detail. In the following, rules are formulated according to which these modules can function and generate one another. The resulting (three-dimensional) spatial concept is subsequently monitored by means of simulation, using multiple criteria (such as sequence and capacities, etc.). As a result, we execute an optimization of the spatial concept by several variants.

As a result, both in the generative approach and in the simulation, the possibilities of optimization by parameter influencing were recognized and applied in a standardized system to arrive at the best possible solution.

hospital planning/simulation/module/optimization

Abkürzungsverzeichnis

A&E	Accident and Emergency
ABM	Agentenbasierte Modellierung
BD	Bundesdurchschnitt
BGK	Bundes und der Bundesgesundheitskommission
BNG	Bettennutzungsgrad
B-VG	Bundes-Verfassungsgesetz
BZK	Bundes-Zielsteuerungskommission
bzw.	beziehungsweise
CH	Chirurgie
COR	Koronarangiographie
CT	Computertomographie
DKGP	Diplomierter Gesundheits- und Krankenpflegedienst
ECT	Emissions-Computer-Tomographie
EEG	Elektroenzephalogramm
EG	Versorgungsraum
EKG	Elektrokardiogramm
EW	Einwohner
FH	Fachhochschule
GGP	Großgeräteplan
GÖG	Gesundheit Österreich GmbH
G-ZG	Gesetz zur Zielsteuerung Gesundheit
i.A.	im Auftrag
ICU	Intensive Care Unit
KAKuG	Krankenanstalten- und Kuranstaltengesetz
KHH	Krankenhaustätigkeit
LD	Landesdurchschnitt
LKWN	Landeskrankenhaus Wiener Neustadt
LZK	Landes-Zielsteuerungskommission
MRT	Magnet-Resonanz-Tomographie
MTF	medizinisch-technische Fachkraft
NÖ	Niederösterreich
NÖGUS	Niederösterreichischen Gesundheits- und Sozialfonds
NÖLK	Niederösterreichische Landeskliniken-Holding
NUK	Nuklearmedizin
NUKT	Nukleartherapie

ÖBIG	Österreichische Bundesinstitut für Gesundheitswesen
ÖGD	Öffentlicher Gesundheitsdienst
OP	Operation
ÖROK	Österreichische Raumordnungskonferenz
ÖSG	Österreichischer Strukturplan Gesundheit
PET	Positronen-Emissions-Tomographie
RSG	Regionaler Strukturplan Gesundheit
RSG NÖ	Regionaler Strukturplan Gesundheit Niederösterreich
SPECT	single photon emission computed tomography
STB	Strahlenbehandlung, Strahlenbehandlung
STR	Strahlentherapie
SYSMOD	Systems Modeling
TFR	Gesamtfertilitätsrate
u.A.	unter Anderem
U/B	Untersuchung/Behandlung
U/D	Untersuchung/Diagnostik
US	Ultraschall
VR	Versorgungsraum
VWD	Verweildauer
ZA	Zellulärer Automat

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	1
2	Hintergrund	3
2.1	Krankenhausplanung	3
2.1.1	Normative Krankenhausplanung	3
2.1.2	Strategische Krankenhausplanung.....	7
2.1.3	Operative Krankenhausplanung	11
2.2	Modulare Planung	14
2.2.1	Typologie	14
2.2.2	Funktionale Planung und Struktur	15
2.2.3	Tendenzen der funktionalen Krankenhausplanung.....	18
2.1.1	Modulbau	19
2.2	Generative Systeme.....	23
2.2.1	System und Algorithmus	23
2.2.2	Generative Regeln	25
2.2.3	Alpha-Syntax.....	26
2.3	Simulation im Schema.....	31
2.3.1	Simulation in der funktionalen Planung	32
2.3.2	Grundlagen der Simulation.....	34
2.3.3	Datenbezug in der Simulation	35
3	Literatur.....	38
3.1	Prozess- und Krankenhausplanung.....	38
3.2	Generative Systeme.....	40
3.3	Simulation von Prozessen	41
4	Basis für das Modulsystem.....	43
4.1	Geschichtliche Entwicklung des LK Wiener Neustadt.....	43
4.1.1	1842 – 1918: Vom Heilverein zur Schwesternpflege	45
4.1.2	1918 – 1945: Von der ersten zur zweiten Republik	47
4.1.3	1938 – 1968: Vom Pavillonspital zum zentralen Unfallkrankenhaus	48
4.1.4	1979 – 2017: Modernisierung, Politik und Technik	50

4.2	Analyse der Ebenen	55
4.2.1	Makroebene – Standortanalyse.....	55
4.2.2	Mesoebene – Abteilungen im Schema	65
4.2.3	Mikroebene – vom Schema zum Prozess	73
5	Entwicklung des Modulsystems P2M.....	84
5.1	Alpha – Grundlagen	87
5.2	Beta – Ausformulierung	89
5.3	Gamma – Anwendung und Vergleich	90
5.4	Modulare Anwendung als System	93
6	Umsetzung in ein generatives System GEN	94
6.1	Generativer Algorithmus.....	95
6.2	Weitere Implementierungen	100
7	Anwendung mittels Simulation P2M_GEN.....	102
7.1	Hinterlegung der Funktionen	103
7.2	Ablauf Simulation	105
8	Optimierung.....	111
9	Diskussion.....	115
10	Zusammenfassung	117
	Literaturverzeichnis	119
	Abbildungsverzeichnis.....	130
	Anhang.....	134

1 Einführung

Gegenwärtig finden sich in den Printmedien reißerische Titel wie „Die Krankheiten des Gesundheitssystems“¹, wobei Probleme im Krankenhausbau beschrieben werden, die zwar häufig medial aufgespielt und bewusst inszeniert, aber durchaus vorhanden sind. Diese resultieren oftmals aus engen Terminplänen, zeitlich entkoppelten Planungen, fehlenden Absprachen und trägen bürokratischen Systemen. An diesen Punkten kann mit Standardisierung und Harmonisierung entgegengewirkt werden, um die Planungsprozesse zu optimieren und in einem gewissen Rahmen zu vereinfachen, sodass die bestehenden Probleme terminlicher Natur sowie die übermäßige Planung unter zu wenig Schnittstellenabsprachen durch Vorausarbeit in der frühen Planung und durch vorlaufende Masterplanung vermieden werden. Außerdem wird dadurch die Zeit-Komponente im Zuge der Simulation in der Planung greifbar bzw. analysierbar. Entsprechend gibt es verschiedenste Lösungsansätze, wobei sich die modulare Systematisierung aufgrund ihrer Standardisierung nach Regeln und ihrer Flexibilität, besonders im Krankenhausbau anbietet.

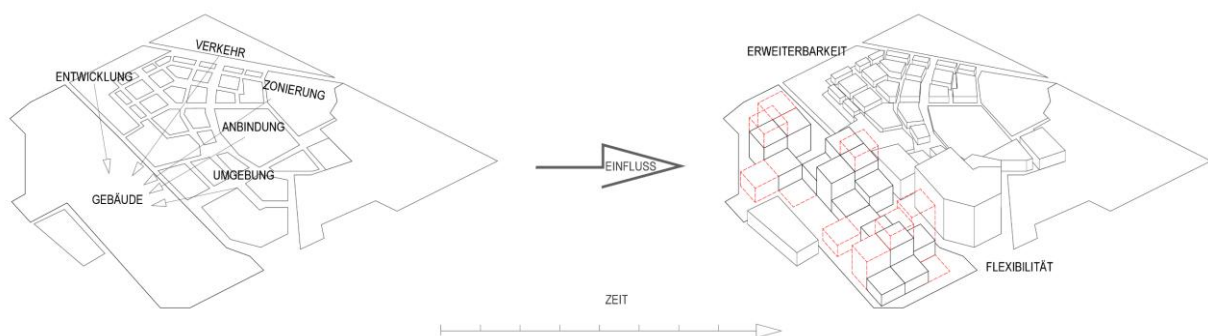


Abb. 1: Planung über Zeit | Quelle: Wurzer, Entwerfen future oriented hospitals; überarbeitet

Die Krankenhausplanung ist eine komplexe und dynamische Materie, die einen starken Bezug zur prozessorientierten Planung aufweist, aber gegenwärtig eher statisch und im dreidimensionalen Raum erfolgt. Deswegen wird das erste Kapitel auf die Grundlagen der Krankenhausplanung sowie deren Möglichkeiten und Tendenzen eingehen. Anschließend wird die funktionale Planung im Kontext der modularen Systematik erklärt. Darüber hinaus werden die Methoden der generativen Systeme und der Simulationen näher beschrieben, die essentiell sind um die Möglichkeiten der modularen Planung auszuschöpfen (Kapitel Hintergrund).

Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht in der modularen Ausformulierung von Prozessen im Krankenhaus und in deren Umsetzung als modulare Gesamtlösung in einem generativen

¹ Jenis, Die Krankheiten des Gesundheitssystems, in Die Presse, [online], am 21.11.2017.

System. Hierfür werden zuerst verschiedene Ebenen des Krankenhauses analysiert, um entsprechende Schlüsse ziehen, Prozesse herausfiltern und in Raumfolgen übersetzen zu können. Diese werden in Modulen verschiedener Detailstufen analysiert, gegengeprüft und als Planungskonzept umgesetzt. Vorteil einer modularen Systematisierung der Krankenhausplanung ist die Standardisierung nach präzisen Regeln. Des Weiteren ergibt sich im Rahmen der modularen Anordnung eine Flexibilität in der Variantenbildung. Dadurch können mit Modulen und deren Regeln unterschiedliche Potentiale und systemische Ansätze für zukünftige Planung ermöglicht werden. (Kapitel Modulsystem).

Von zentraler Bedeutung ist die detaillierte Auseinandersetzung mit dem Krankenhaus, um die entsprechenden Prozesse sowie die adaptiven Möglichkeiten zu erkennen. In Folge geht es um das Herauskristallisieren von Variablen, die wiederum das Bearbeiten auf verschiedenen Ebenen ermöglichen. Durch diese Auseinandersetzung können generative Systeme und Schemata entworfen werden, die mit Handlungsvorschriften hinterlegt sind und durch Simulation geprüft und analysiert werden können (Kapitel Umsetzung).

Durch die Erstellung eines Schemas und die simulierte Umsetzung ergibt sich die Möglichkeit, die jeweiligen Variablen zu ändern oder das Skript zu beeinflussen und so verschiedene Zustände zu erreichen, die der Analyse bzw. Optimierung dienen. Im Zuge der Überprüfung können die Möglichkeiten der Simulation ausgeschöpft werden, um zu den zielführendsten Ergebnissen zu gelangen. So kann in einem iterativen Prozess eine Optimierung mit einer Rückkopplung auf die grundlegenden Annahmen des Modulsystems stattfinden, was im Endeffekt die Vorteile der modularen Planung im Kontext der Simulation im Krankenhausbau bestätigt. (Kapitel Optimierung).

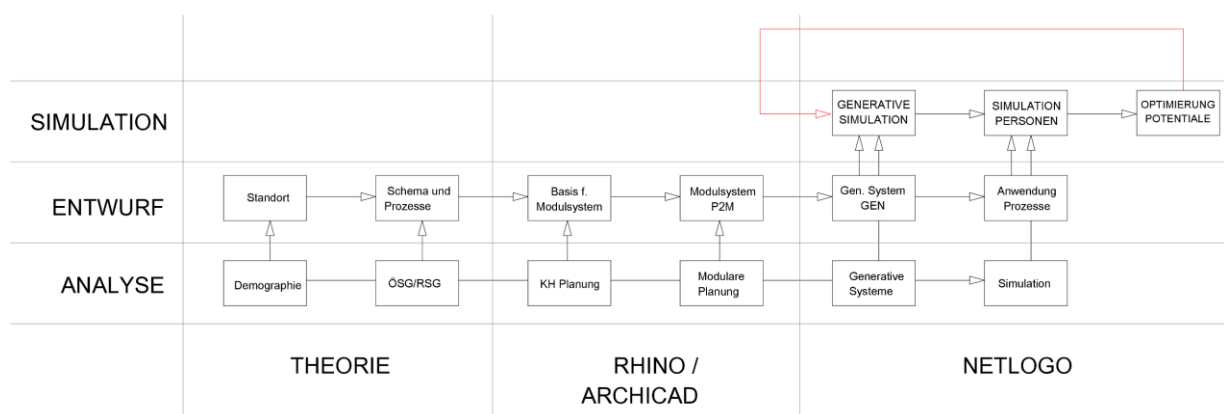


Abb. 2: Aufbau der Arbeit mit Einteilung

2 Hintergrund

2.1 Krankenhausplanung

Die Krankenhausplanung ist keine eindeutig architektonische oder raumplanerische Aufgabe, sondern ein Prozess, an dem enorm viele Disziplinen mitwirken. Sie definiert sich grundlegend durch die Befriedigung der geforderten Zahlen an Krankenhäusern über Bedarfszahlen, um die Gesundheitsversorgung sicherzustellen.² Um die Krankenhausplanung in den verschiedenen Ebenen leichter einteilen zu können wird im Folgenden für die Erklärung der Planungsebenen des Krankenhauses das Vokabular der Hierarchie des St. Galler Management-Modells verwendet. Dieses beruht ursprünglich auf der Kybernetik, die unter anderem der Steuerung von sozialen Organisationen auf verschiedenen Ebenen dient und somit durchaus passend ist. Das Modell ist eingeteilt in die normative, strategische und operative Ebene, die sich top-down entwickeln. Die normative Ebene definiert grobe Leitlinien, Grundsätze und Standards, die strategische Ebene bespielt Vorgehensweisen und versucht, die normativ festgelegten Zielvorstellungen einzuhalten und die operative Ebene dient der Umsetzung.³



Abb. 3: Abfolge Planungsebenen Krankenhaus

2.1.1 Normative Krankenhausplanung

Die Grundlage der Krankenhausplanung in Österreich findet sich im Krankenanstalten- und Kuranstaltengesetz (KAKuG) und im Bundesgesetz zur partnerschaftlichen Zielsteuerung-Gesundheit (G-ZG), wobei auf der gesetzlichen Ebene Begrifflichkeiten⁴, Definitionen, Ziele und Prinzipien oder die Grundlagen der Qualitätssicherung beschrieben werden. Es findet sich hier bereits die Erklärung einer Standardkrankenanstalt und es erfolgt ein Verweis auf untergeordnete Strukturpläne.⁵

² Caßemeyer, Herausforderungen der Krankenhausplanung, 2010, S. 8.

³ Vgl. Züger, Betriebswirtschaft – Management-Basiskonzept, 2008, S. 39.

⁴ § 3 G – ZG.

⁵ § 2a KAKuG.

Des Weiteren muss berücksichtigt werden, dass Krankenanstalten zwar in Errichtung und Betrieb Landessache, aber länderübergreifende Einflüsse dennoch relevant sind. Dies ist für die Krankenhausplanung insofern essentiell, als entsprechende Prozesse aus einem weit größeren Areal als nur dem näheren Umfeld des Krankenhauses von Bedeutung sein können.⁶

Somit wäre die erste – normative – Ebene der Planung, also der Raum Österreich, identifiziert, womit der Österreichische Strukturplan Gesundheit (ÖSG) relevant wird, der sich auf das gesamte Bundesgebiet bezieht und somit ländergrenzüberschreitende Gültigkeit besitzt. Für den ÖSG trägt die Bundesgesundheitsagentur die inhaltliche Verantwortung.⁷ Die Zusammenarbeit von Bund und Ländern in Bezug auf Groborganisation und Finanzierung der Gesundheitsplanung wird im Zuge der Vereinbarung gemäß Artikel 15a B-VG Zielsteuerung-Gesundheit seit 2013 festgelegt:

„Die zwischen dem Bund und allen Bundesländern abgeschlossene Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG über die Organisation und Finanzierung des Gesundheitswesens sowie das Bundesgesetz zur partnerschaftlichen Zielsteuerung-Gesundheit (BGBl. I Nr. 26/2017) legen den ÖSG sowie die Regionalen Strukturpläne Gesundheit (RSG) als die zentralen Planungsinstrumente für die integrative Versorgungsplanung fest.“⁸

Am ÖSG ist auf der Ebene des Bundes die Bundes-Zielsteuerungskommission (BZK) beteiligt, also Bund, Länder und Sozialversicherung, wobei die Planung dieser Ebene von der Gesundheit Österreich GmbH (GÖG) in spezifischen Expertengremien durchgeführt wird. Die GÖG wurde vom Bund via Gesetz eingerichtet und arbeitet im Auftrag des Bundes und der Bundesgesundheitskommission (BGK), wobei der Bund Alleingesellschafter ist. Einer der Geschäftsbereiche der GÖG wird durch das Österreichische Bundesinstitut für Gesundheitswesen (ÖBIG) abgedeckt, das den RSG im Auftrag des Niederösterreichischen Gesundheits- und Sozialfonds (NÖGUS) als bundeslandinterne Definition erstellt.⁹

Im ÖSG wird die Rahmenplanung mit einem Planungshorizont von drei Jahren für die übergeordnete Gesundheitsversorgung in ihren überregionalen Zusammenhängen geregelt, wobei regionale Aussagen einen Horizont von bis zu acht Jahren haben. Insgesamt enthält er wenige konkrete Definitionen, sondern beschreibt die Organisation und Prinzipien, stellt Planungsgrundsätze vor und definiert Ziele der Planung, wobei es vor allem um die Stärkung

⁶ Gesundheit Österreich GmbH, österreichischer Strukturplan Gesundheit, 2017, S. 46.

⁷ Cypionka et al., Wissenschaftliche Analysen zum Wiener Gesundheitswesen, 2011, S. 9 f.

⁸ Gesundheit Österreich GmbH, 2017, S. 18.

⁹ Hofmarcher, Das österreichische Gesundheitssystem, 2013, S. 36 ff.

der Kommunikation in der Behandlungskette intern und der Beratung extern sowie die Reduktion der Krankenhaushäufigkeit und Effektivierung der Betten geht.¹⁰

In der Versorgungsplanung des ÖSG werden folgende Punkte bearbeitet: die präklinische Versorgung (Krankentransport und Vorortversorgung), die vier Versorgungsstufen, der Öffentlichen Gesundheitsdienst (ÖGD) als zweite Säule der Gesundheitsversorgung – neben den Krankenanstalten als erste Säule und den niedergelassenen Ärzten als dritte Säule – sowie die Nahtstelle zum Sozialbereich und zur Rehabilitation.¹¹

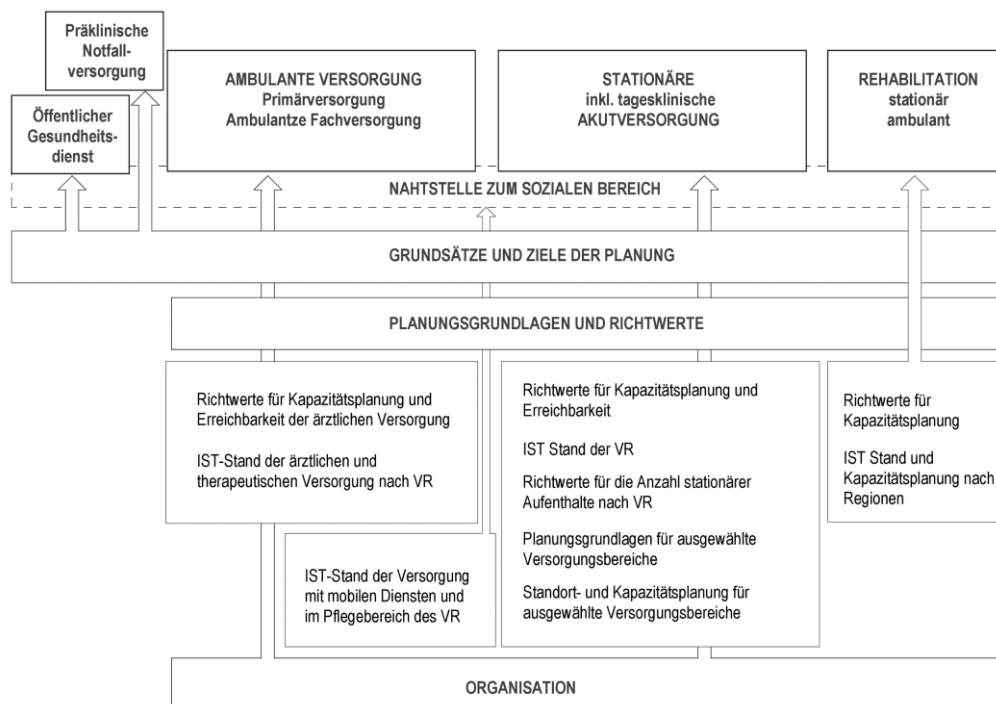


Abb. 4: Versorgungsplanung | Quelle: ÖSG, S. 25, überarbeitet

Im Zuge der, im ÖSG definierten, Versorgungsstufen wird festgelegt, wie lange ein Aufenthalt dauert und wie schwerwiegend ein vorgenommener Eingriff ist. Hierbei wird unterschieden in die Laienversorgung, die Grundversorgung, die sekundäre ambulante Fachversorgung und die tertiäre stationäre Versorgung, wobei eine eindeutige Hierarchie erkennbar ist, die beschreibt, dass eigentlich das Ziel verfolgt wird, dass der Patient, wenn möglich, das Krankenhaus nicht aufsucht.¹² An erster Stelle steht die Grundversorgung für akute oder nichtakute Fälle. Im nichtakuten Bereich wird zuerst der Hausarzt aufgesucht, von wo aus eine Weiterleitung zum Labor, Diagnosezentrum oder zur Apotheke erfolgt. Bei einem akuten Fall ist die Ambulanz die erste Anlaufstelle, also ein Facharzt innerhalb eines Krankenhauses, wobei sie über erweiterte Mittel verfügt. Wenn das Problem nicht im Rahmen der Grundversorgung gelöst werden kann, folgt in der sekundären Versorgung eine

¹⁰ Gesundheit Österreich GmbH, 2017, S. 22 ff.

¹¹ BMGF, Öffentlicher Gesundheitsdienst (ÖGD), 2017, [online], abgerufen am 08.11.2017

¹² Vgl. Gesundheit Österreich GmbH, 2017, S 28 f.

Überweisung zu einem Facharzt. In der tertiären Versorgung kommt es zu Überweisungen in Spezialkliniken.¹³

In der Festlegung der Richtwerte für das Angebot der Versorgungsplanung nach ÖSG werden in Bezug zur Demographie die Punkte Epidemiologie, Verhalten von Inanspruchnahme, Leistungsfähigkeit, Wartezeiten und Wegstrecken eingearbeitet. Dabei wird als Rahmen mit Ober- und Untergrenzen zur Beurteilung der jeweiligen Punkte von den bundesweiten Durchschnittskapazitäten und Werten ausgegangen, um effizient zu planen. Als essentielle Grundlage der regionalen Versorgungsplanung wird die Planungsmatrix des ÖSG herangezogen, die die Versorgungssituation nach Fachrichtung für bettenführende Krankenanstalten, die ambulante Versorgung, die extramurale Versorgung, sowie die Langzeitversorgung beschreibt¹⁴, was sich in der Planungssystematik niederschlägt.

Es werden für die verschiedenen Versorgungsarten Kriterien für die Planung und die Analyse definiert, wobei die Planungskriterien grobe Richtwerte vorgeben, für wie viele Personen in welchem Areal in welcher Zeit bei welcher Dichte was für Versorgungskapazitäten entstehen können. Hierbei wird die Versorgungsdichte im Verhältnis zur entsprechenden Bevölkerung angegeben, wie Ärzte pro Einwohner (EW), was in der regionalen Planung weiter umgesetzt wird. Es finden sich im ÖSG auch Versorgungsplanungen mit Standort und Kapazitätssituationen, die in Betten ausgewiesen sind, und überregionale Planungen nach Versorgungsregionen dargestellt, die durch die Versorgungsmatrix mit stationären Aufenthalten pro Indikationsgruppe ergänzt werden. Auch Kennzahlen zur Rehabilitation werden angeführt.¹⁵

Zentrale Eckpunkte der Planung im ÖSG sind:

- Ärzte pro EW (ambulant)
- Betten pro EW (stationär)
- Rehabilitation
- Aufenthalte pro Krankheit
- Erreichbarkeit inkl. Einzugsgebiet
- Überregionale Kapazitätsplanung

Neben der grundlegenden Planung der Versorgungsarten gibt es auch Qualitätskriterien bezüglich des Personals, der Ausstattung und der erwarteten Kompetenz für die verschiedenen definierten Abteilungen der unterschiedlichen Versorgungssituationen, wobei

¹³ Ebenda., S. 32 ff.

¹⁴ Gesundheit Österreich GmbH, 2017, S. 34.

¹⁵ Ebda., S. 38 ff.

wieder in ambulante Versorgung und stationäre Versorgung unterschieden wird und im Zuge der stationären oder ambulanten Rehabilitation auf den Reha-Plan verwiesen wird.¹⁶

Erwähnenswert ist darüber hinaus die Definition der regionalen Versorgungsmodelle der stationären Versorgung im ÖSG, die ein abgestuftes und ein modulares System beschreibt. Hier ist ein gewisses Potential erkennbar, das auf eine modulare Planungssystematik abgestimmt werden kann, da hier bereits gewisse Behandlungsphasen zusammengefasst oder auf Personen abgestimmt werden können: *„Ein modulares Versorgungsmodell beschreibt die Palette einzelner Module eines Versorgungsbereichs mit spezifischen Anforderungen für bestimmte Patientengruppen, für spezielle Behandlungsformen oder für bestimmte Behandlungsphasen.“*¹⁷ Auch in Deutschland gibt es Tendenzen, die auf modulare Organisationsformen hindeuten und nach einer Ausformulierung dieser verlangen.¹⁸

Zur gleichmäßigen Verteilung notwendiger Geräte kann im ÖSG auch auf den Großgeräteplan (GGP) bzgl. Computertomographie- (CT), Magnetresonanztomographie- (MRT), Emissions-Computer-Tomographie- (ECT), Koronarangiographie- (COR), Strahlentherapie- (STR) und Positronen-Emissions-Tomographiegeräte (PET) verwiesen werden, der mit einem Wohnrichtwert und der Erreichbarkeit nivelliert. Darüber hinaus werden die Geräte für bestimmte Bereiche ausgewiesen, wie bspw. STR nur intramural, mit Ausnahme des MedAustron, auf welches in Kapitel 4.2.1 genauer eingegangen wird. Auch hier wird auf die überregionale Bedeutung verwiesen, die vor allem im Bereich STR, COR und PET gegeben ist.¹⁹

2.1.2 Strategische Krankenhausplanung

Im nächsten Schritt wird der ÖSG im Zuge des RSG als Rahmenplan von den Ländern, im Zuge der Einteilung in Versorgungsregionen als Gesundheitsangebotsplanung, weiter ausformuliert, was der nächstgenaueren Planungsstufe entspricht und Basis für die Krankenhaus-Holdings auf strategischer Ebene darstellt. Dabei sind die Richtwerte der Planung des ÖSG als verbindliche Grundlage für den RSG zu übernehmen. Qualitätskriterien in Bezug auf die Versorgungssituation und die einzelnen Abteilungen, die im ÖSG benannt wurden²⁰, werden im RSG weitergeführt, für die Standorte ausformuliert und verpflichtend umgesetzt.²¹ Die Gültigkeit als zentrales Planungsdokument ist, wie bereits beschrieben, in Artikel 15a B-VG definiert und von Land und Sozialversicherung

¹⁶ Vgl. Ebenda., S. 71 ff.

¹⁷ Gesundheit Österreich GmbH, österreichischer Strukturplan Gesundheit, 2017, S. 101 ff.

¹⁸ Vera, Krankenhausmanagement in einem wettbewerbsorientierten Umfeld, 2010, S. 59 ff.

¹⁹ Gesundheit Österreich GmbH, 2017, S. 168 f.

²⁰ Vgl. Ebenda, S. 18.

²¹ § 10a. KAKuG.

abzustimmen, sowie der Landes-Zielsteuerungskommission (LZK) zu beschließen. Darüber hinaus sind verbindliche Planungsvorgaben auf Basis von Struktur-, Gesundheits-, Gesundheitssystemdaten und geographischen Daten zu benennen.²²

Der jeweilige RSG – einer pro Bundesland – beschreibt die aktuelle Gesundheitsversorgung des Bundeslandes bzw. die Entwicklung der bestehenden regionalen Betten- und Leistungskapazität sowie weiterer essentieller Parameter der Versorgungsregionen im Bundesland, wobei diese Bedarfsdefinition via Verordnung (bzw. Bescheid) verbindlich ist.²³

Entsprechend ist es zielführend, exemplarisch die Datenanalyse RSG NÖ – für die Rahmenplanung des Bereiches Wiener Neustadt – anzuführen, die Planungsvorgaben wie die Planbettenzahlen der einzelnen Fachgebiete unter Berücksichtigung weiterer Faktoren, wie Demographie, Bestandsstrukturen oder betriebswirtschaftliche Zusammenlegung, enthält.²⁴ Hierbei werden, sowohl intra- als auch extramural, bereits typische Einzugsgebiete, wie die Nähe zu Wien, bei der Betrachtung von Niederösterreich berücksichtigt und den Fachrichtungen als prozentualer Anteil an Patienten aufgeschlagen bzw. abgezogen, je nach Migrationserwartung.²⁵

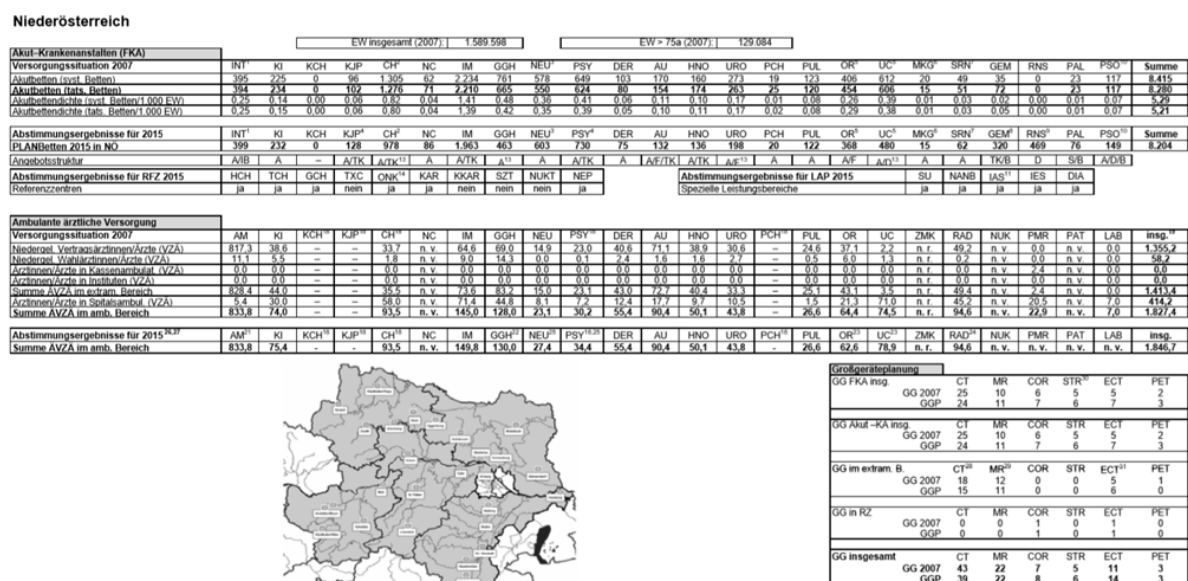


Abb. 5: Versorgungssituation stationär, ambulant, Großgeräte | Quelle: RSG NÖ, S. 34.

Auf Basis der Daten des ÖSG bzw. der Zahlen der stationären Aufenthalte der Versorgungsmatrix wird der notwendige Bettenbedarf der Region im entsprechenden Fachgebiet stationär ermittelt. Die Formeln zur Errechnung der Planbetten sind mit weiteren Faktoren angereichert, da der gesamtheitliche Bedarf mehrere Faktoren berücksichtigen

²² § 23 G-ZG.

²³ Vgl. NÖGUS, Regionaler Strukturplan Gesundheit NÖ 2015, 2010, S. 1.

²⁴ Ebd., S. 7 f.

²⁵ Landesrechnungshof NÖ, Entwicklung ausgewählter Kennzahlen NÖ Landeskliniken, 2013, S. 9 f.

muss. So sind unter anderem demographische Datensätze, Wohnortnähe und Veränderungen essentiell für jede Krankenhausplanung, wobei in der Analyse einerseits auf ortsspezifische Veränderungen der Bevölkerung und andererseits auf Wachstumsraten verwiesen wird.²⁶

Die regionale Bettenanzahl ergibt sich auf Basis der medizinischen Einzelleistungen gemäß der leistungsorientierten Krankenanstaltenfinanzierung (bspw. Krebsimmuntherapie mit bestimmter Medikation) aus demographischen und medizinisch-technisch prognostizierten Aufenthaltszahlen mit einer fachspezifischen Auslastung, die mit Kapazitätsvorhaltungen von Gastpatienten erweitert wird.²⁷ Diese Eruiierung von Planbetten wurde ursprünglich von der Hill-Burton-Formel als Basis abgeleitet, die dabei aber ausschließlich die Anzahl der Einwohner (EW), die Verweildauer (VWD), die Krankenhaushäufigkeit (KHH) und den Bettennutzungsgrad (BNG) berücksichtigt und somit fachgebietsunabhängig ist.²⁸

Hier stellt sich die grundlegende Frage, wie man von regional verteilten Planbetten bzw. systemisierten Betten zu Gesundheitsbauten kommt. Grundsätzlich gilt die Feststellung von bisheriger und zukünftiger Nutzung. Wenn bereits Infrastruktur vorhanden ist, wird eher versucht, mit dem Bestand zu arbeiten. Es wird somit kein neuer Raum gebaut, sondern bestehender erweitert, und erst, wenn nichts mehr erweiterbar ist, wird neu gebaut. Jeder Entwicklungsplan geht von unten los und es wird versucht, die Disziplinen in einzelnen Bereichen zu definieren. Die Betten der Disziplinen sind dahingehend zu prüfen, ob die Auslastung der Patientenauslastung entspricht. Ist dies nicht der Fall, werden Maßnahmen gesetzt, wo man sich mit den Vorgaben der Bettenanzahl des RSG trifft.²⁹

Daraus erwachsen Bauaufgaben, wie Umbauten, Zubauten und Neubauten gemäß der Masterplanung der entsprechenden regionalen Holding.³⁰ Diese Bauaufgaben werden immer in Betten gerechnet, wobei ein Bett für eine gewisse Leistung steht, wo der Patient anwesend ist. Hierbei muss der Prozess betrachtet werden, bspw., ob es sich um eine tagesklinische Behandlung oder eine längere Behandlung handelt. Hieraus resultieren Folgen bezüglich der Anzahl an Zimmern, Gangflächen usw. Entsprechend kann dann über die Bettenanzahl eine gewisse Fläche ausgewiesen werden. Wenn es bspw. gelingt, möglichst viele Patienten tagesklinisch, also bis zu 24 Stunden oder darunter,³¹ einzustellen, dann wird der vorgegebene Bettenwert unterschritten, woraus ein geringerer Platzbedarf resultiert.

²⁶ Vgl. NÖGUS, 2010, S. 9.

²⁷ NÖGUS, Regionaler Strukturplan Gesundheit NÖ 2015, 2010, S. 7.

²⁸ Caßemeyer, Herausforderungen der Krankenhausplanung, 2010, S. 37.

²⁹ Vgl. NÖGUS, 2010, S. 10 f.

³⁰ Vgl. NÖGUS, Tätigkeitsbericht 2015, S. 58.

³¹ DocCheck Medical Service, Tagesklinik, 2017, [online], abgerufen am 11.12.2017

Als Ergebnis wird oftmals festgestellt, dass die tradierte Form der Bedarfsberechnung ausschließlich über Betten nicht unbedingt zielführend ist. Es müssen weitere Parameter und Faktoren berücksichtigt werden, unter anderem die Verfügbarkeit sekundärer Einrichtungen des Gesundheitssektors. Andererseits ist auch die Veränderung der Demographie, wie bspw. die Morbidität, zu berücksichtigen, da sie eine absolute Entwicklung zeigt.

Auf Ebene des RSG wird nun der Versorgungsauftrag an die Klinikenholdings, wie bspw. die Landeskliniken-Holding NÖ, erteilt, der 27 Standorte zu je einem eigenen Regionalmanagement betreibt. Daraus ergibt sich, in welcher Region wer für wie viele Patienten in welcher Zeit bereit sein muss. Entsprechend entstehen diverse Leistungsspektren der verschiedenen Gesundheitseinrichtungen wie die Innere Medizin, Abteilung Onkologie oder die Radioonkologie in Wiener Neustadt.³² Alle vorhergehenden Parameter gehen nun im Leistungsspektrum der Gesundheitseinrichtung auf, wo sich in Folge die Vorgaben der vorhergehenden Ebenen wiederfinden.

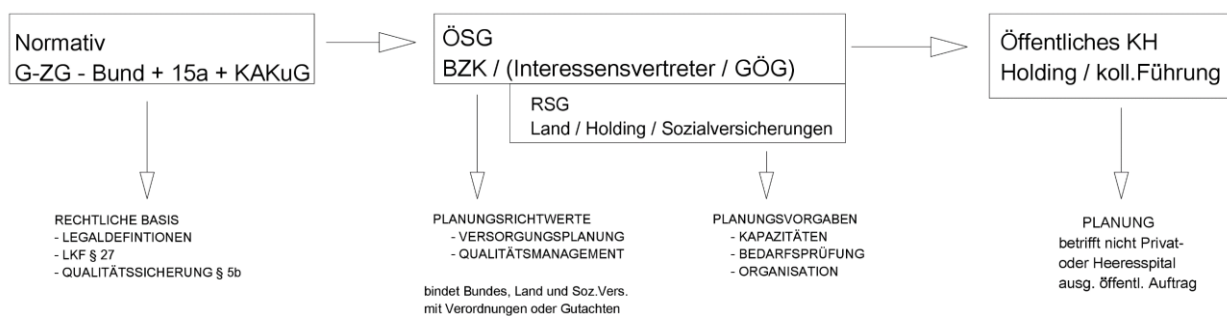


Abb. 6: RSG/Holding zu Betreiber

Es gibt nun Planungsvorgaben des Betreibers, die die Bereiche und die klassischen Planungssituationen bespielen, wie das Krankenhaus gebaut wird oder wie die Abteilungen gegliedert sind. Mit Hilfe der Planungsvorgaben kann die vorgegebene Bettenanzahl konkretisiert werden. Dennoch bleibt die Schnittstelle zwischen Betten und dem, was benötigt wird, bestehen, was insbesondere dann problematisch ist, wenn für die Bauaufgabe ein Raumprogramm vorgegeben ist, da es bspw. Bereiche vorgibt, die getrennt werden müssten.

Bei der Analyse der strategischen Ebenen können unter anderem folgende Aspekte betrachtet werden: Wachstum, medizinische Versorgung, Nutzungsänderungen, Finanzierung sowie Personal. Diese Faktoren haben verschiedene Auswirkungen auf die

³² NÖ Landesklinikenholding, Leistungsspektrum der NÖ Landeskliniken-Holding, 2017, [online], abgerufen am 05.10.2017

Krankenhausplanung.³³ Dies und weitere Details werden in der Planung als ‚n-Betten-Krankenhaus‘ beauftragt.

Zusammenfassend erfüllt die normative und strategische Krankenhausplanung im Wesentlichen drei essentielle Punkte der Grundlagenplanung, die wiederum durch den LKF und den Bund-Länder-Ausgleich finanziert werden:

- die Bedarfsermittlung und -abdeckung
- die wirtschaftliche Sicherung
- eine grundlegende Versorgungssystematik

2.1.3 Operative Krankenhausplanung

Krankenhäuser sollen gemäß den Vorgaben auf strategischer Ebene in ihren betrieblichen Abläufen immer effektiver werden und haben einen immer kürzeren Innovationszyklus, aber darauf kann die bauliche Struktur eher schwer reagieren. Bestimmte Herausforderungen im Krankenhausbau, auf die entsprechend der strategischen Ebene reagiert werden muss, sind unter anderem Kosten, Energieeffizienz, Lebenszyklus, Innovation, Komplexität, Kommunikation, aber auch falsche Entscheidungen und der Umgang mit diesen. Von zentraler Bedeutung ist, mit den kürzeren Zeitfenstern und strategischen Zyklen planerisch umgehen zu können, während immer mehr Faktoren verschiedener Ebenen dazukommen.³⁴

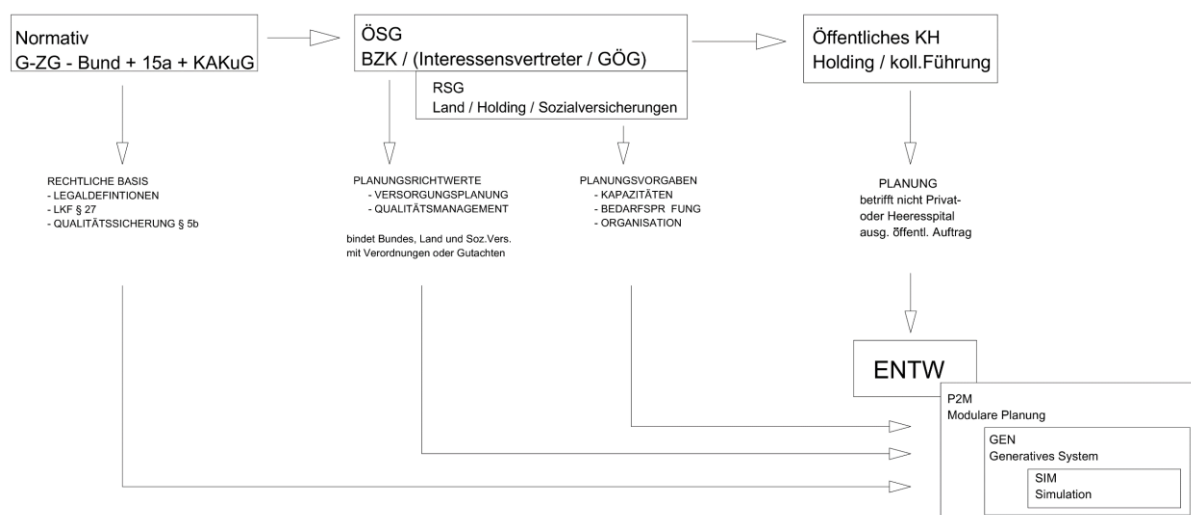


Abb. 7: Betreiber zu Planer

Es geht in der Krankenhausplanung um den Entwurf eines adaptiven Gebäudekonzepts, da das Krankenhaus nicht als Endstation, sondern als Durchlaufstation zu verstehen ist, wie auch der geschichtliche Hintergrund und das Wachstum des LKWN in Kapitel 4.1 zeigen. Somit werden entsprechend die Bevölkerungsentwicklung und -veränderung sowie

³³ Hofmarcher, Gesundheitssysteme im Wandel, 2006, S. 56 ff.

³⁴ Roth, Zukunft.Klinik.Bau, 2015, S. 3 ff.

Erkrankungen und Krankheitsbilder essentiell und führen zu Änderungen, wobei sich das Krankenhaus verändern können muss.

Die erste Grundlage für den gesamtheitlichen Umgang mit dem Krankenhaus als Planungsziel ist eine strukturierte, strategische Planungssystematik, um effizient planen und zielführend umsetzen zu können. Dabei gilt es auch im Zuge der Bedarfsplanung, die vorhergehenden Daten und Ebenen zu bespielen und zu kontrollieren. Somit finden sich hier bspw. Parameter zur Gegenprüfung, wie auf strategischer Ebene die Mortalität oder die Bevölkerungsprognosen oder auf operativer Ebene das Raum- und Funktionsprogramm.

Darüber hinaus muss in der operativen Krankenhausplanung davon ausgegangen werden, dass gegenwärtig und auch in Zukunft der Planungsaufwand immer größer, aber die Planungszeit zunehmend kürzer wird³⁵, wodurch gerade Architekten mit einer Systematik reagieren können müssen, die bereits die vorhergehenden Planungsebenen betrifft, nach klaren Regeln funktioniert sowie flexibel und optimierbar ist.

Bewertende Rahmenbedingungen, die auf der strategischen Planung beruhen, sind – neben den grundsätzlichen Daten des ÖSG und RSG – das Bauwerk, der Standort, die Einzugsgebiete, das Personal, die Kosten, die Technik und die Energie. Bei den Punkten Bauwerk und Standort geht es darum, dass der Flächenbedarf und die Logistik ermittelt werden. Darüber hinaus sind Einzugsgebiete durch medizinische Programme in der Planung zu berücksichtigen, wie bspw. die Lage des strahlenonkologischen Schwerpunkts in Wiener Neustadt³⁶, was sich einerseits auf die Größe und andererseits auf das Personal auswirkt. Im Zuge dieser Analyse in der operativen Planung werden Plausibilitätsprüfungen durchgeführt, Vergleichswerte und eine Argumentationsbasis erarbeitet und die Zieldefinition festlegt.³⁷

Im nächsten Schritt geht es darum, auf Grundlage der bewerteten Daten die Machbarkeit und die Varianten festzulegen, bevor mit der Realplanung begonnen wird. In der Krankenhausplanung wird über Varianten geplant, um über die Vergleichsmöglichkeit das bestmögliche Ergebnis zu erreichen. Zielführende Methodenbereiche sind die Bedarfsermittlung, die Prognose, die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und die Ablaufoptimierung, sowie ergänzend die Entscheidungshilfe und die Kreativität.³⁸

Im Zuge von Planungsmethoden dienen, nach Schenk und Wirth, im Kontext der Fabrikplanung computergestützte Planungswerkzeuge dazu, die Eigenschaften von

³⁵ Vgl. Roth, 2015, S. 5.

³⁶ NÖGUS, Krankenhaus Wiener Neustadt wird zum Krebskompetenzzentrum, 2014, [online], abgerufen am 08.12.2017

³⁷ Roth, 2015, S. 15f.

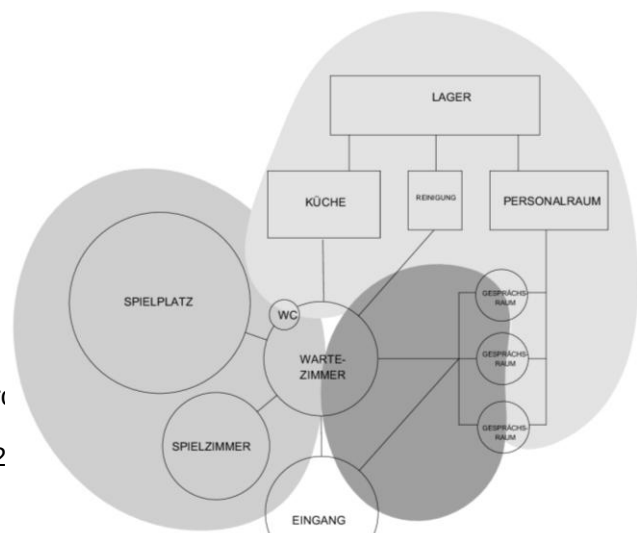
³⁸ ebda, S. 24 f.

Systemen in eben diesen frühen Planungsphasen zu erkennen und zu bearbeiten.³⁹ Hier ist eine direkte Verbindung zur Simulation als Planungswerkzeug sowie deren Analyse in betriebswirtschaftlicher Sicht zu erkennen, um den Planungsprozess effektiver zu gestalten.

In der Realplanung selbst ist es schließlich möglich, anhand von Richtwerten bzw. der Planbetten und weiterer Faktoren auf die Fläche der entsprechenden Räume zu schließen, wobei vom Bett die entsprechende Fläche für Untersuchung/Behandlung, Pflege, Verwaltung, soziale Dienste, Ver- und Entsorgung, Forschung und Sonstiges abgeleitet wird. Mit diesen Flächenrichtwerten kann auf die Verkehrs- und Funktionsflächen geschlossen werden.⁴⁰

Anschließend werden diese Flächen in Funktionsbereiche eingeteilt. Gesondert von den Flächen werden Beziehungen anhand von Funktionsschemata und Kooperationsmatrizen beschrieben. Diese Art der Annäherung ist für grobe Richtwerte durchaus zielführend, aber Prozesse oder Abfolgen, also die essentiellen Parameter der Funktionsplanung, werden hierbei kaum berücksichtigt. Es ist von zentraler Bedeutung zu erkennen, dass in der Krankenhausplanung die Betriebsorganisation und die Architektur aufeinander aufbauen. Die Betriebsorganisation und ihre zeitliche Komponente bilden somit in Teilbereichen die Basis für die Architektur, wie im folgenden Kapitel genauer dargestellt wird.⁴¹

Der Planer muss Räume entwerfen und in Abfolge und Beziehung bringen, sodass die Prozesse entsprechend problemlos stattfinden können. Dabei muss er sich bereits im Detail mit den Möglichkeiten der Nutzung in der frühen Planung auseinandersetzen, was als Nutzungsplanung bezeichnet wird.⁴² Die Nutzungsplanung entspricht den globalen Anforderungen an die entsprechende Nutzung des Krankenhauses, betrifft nicht die Form und ist von der Bauaufgabe geprägt, wie bspw. behandeln, therapieren, parken usw. Diese Nutzungen müssen im Zuge der integralen Planung zur Ausschreibung weitergeführt werden, was dem Stand der integralen Planung entspricht.⁴³ In der Vertiefung des Nutzungskonzeptes müssen die Funktionen berücksichtigt werden, die den Nutzungen entsprechen, was wiederum den beabsichtigten zuordenbaren Aktivitäten entspricht, wie essen, schlafen usw. Hierbei muss die Beziehung zwischen den Nutzungseinheiten präzisiert sowie eine Gewichtung und Verortung angestrebt



³⁹ Vgl. ebda., S. 34 f.

⁴⁰ Neufert, Bauentwurfslehre, 2012, S. 535.

⁴¹ Vgl. Schill-Fendl, Planungsmethoden in der Arch.

⁴² Roth, 2015, S. 34 f.

⁴³ Debatin, Und fertig ist das Klinikum, 2010, S. 2

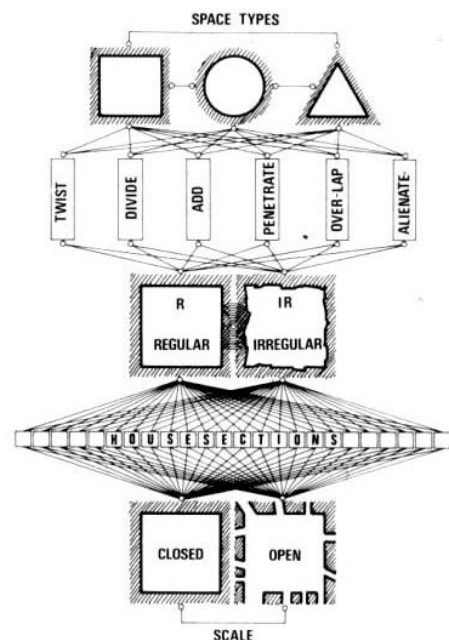
werden. Wird den Funktionen und dem Ablauf ihrer entsprechenden Nutzungen eine Raumgliederung zugewiesen, dann entsteht ein Raumprogramm mit bestimmten Kenngrößen sowie Ausstattungsbeschreibungen.⁴⁴ Weitere relevante Faktoren, die berücksichtigt werden sollen, sind unter anderem das Grundstück, die Himmelsrichtung bzw. Besonnung und Verschattung sowie die Erschließung.⁴⁵

2.2 Modulare Planung

Gebäude dienen dem Zweck, Handlungen bzw. Aktivitäten so anzuordnen und durch Kommunikationssysteme zu verknüpfen, dass die Prozesse rationell gestaltet werden können. Um dieses Ziel zu erreichen, werden vor Beginn der operativen Planung, also in der strategischen Ebene der Krankenhausplanung, die funktionalen Vorgaben untersucht und umgesetzt, was sich dann in einem Funktionsprogramm für die Realplanung niederschlägt.

2.2.1 Typologie

Um den Schritt in die effektive Planung zu vollziehen, muss vorweg eine Auseinandersetzung mit der Typologie erfolgen, die die gruppenweise Zuordnung von Gebäuden nach bestimmten Merkmalen, wie der Kubatur bzw. Gebäudeform, beschreibt und essentiell ist, um Gebäude analysieren zu können. Die Typologie folgt somit der Abstraktion komplexer Einheiten in einfachere Gruppen, wodurch sie als Repertoire für einen Entwurf, eine Methodik der standardisierten Fertigung und dgl. genutzt werden kann. So untersuchte bspw. der Architekt und Städteplaner Rob Krier die Typologie und Morphologie von Elementen



des städtischen Raums und wodurch diese durch Regeln beeinflusst waren und sich definierten.⁴⁶

Abb. 9: Raumtypen nach Krier | Quelle: Krier, Urban Space, 1979, S. 29.

In der Typologisierung nach Wagenaar, die sich stärker mit der Krankenhaustypologie auseinandersetzt, werden unter anderem auch Funktionsbereiche differenziert, was aber typologisch nicht unbedingt relevant ist. Zuerst wird das Krankenhaus in ein solitäres Gebäude oder mehrere Bauten unterteilt. Bei einem einzelnen Bau wird weiter unterschieden, ob er vertikal oder horizontal ausgerichtet ist. Sofern das Gebäude horizontal ausgerichtet ist, ergeben sich ohne Garten ein I-Typ und mit Garten ein Ringtyp. Bei den

⁴⁴ Schill-Fendl, 2004, S. 250.

⁴⁵ Neufert, 2012, S. 537.

⁴⁶ Krier, Urban Space, 1979, S. 29.

Darüber hinaus werden durch Wagenaar auch Fragen nach der Einteilung der Gesundheitsbauten beantwortet. Kriterien der typologischen Krankenhausanalyse wären Verbindungen zwischen Stationen und Ambulanzen, Ausdehnung und Entwicklung, Kompaktheit, Patientenfluss, Form und Formfluss. Bei der Verbindung zwischen Stationen und Ambulanzen unterscheidet man zwischen horizontalen Formen, in denen Station und Ambulanz gleichauf sind, vertikalen Varianten, in denen die Stationen oben sind und die Ambulanzen unten, und Kombinationen. Der Punkt ‚Ausdehnung und Entwicklung‘ befasst sich mit der Frage, wie sich das Gebäude ausdehnt, also ob es der Höhe nach aufgebaut wird oder daneben etwas Neues entsteht. Dabei wird unterschieden, wie das Gebäude erweitert wird, ob es eine zentrale Magistrale gibt oder als Modul überall wächst. Die Kompaktheit beschreibt, ob das Bauwerk einem Quader nahekommt oder nicht. Der Aspekt des Patientenflusses beschreibt, ob der Patient im Kreis oder an einer Magistrale geht. Somit wird deutlich, dass es verschiedene Parameter gibt, um einen Krankenhausbau zu beschreiben und zu beplanen.⁴⁸

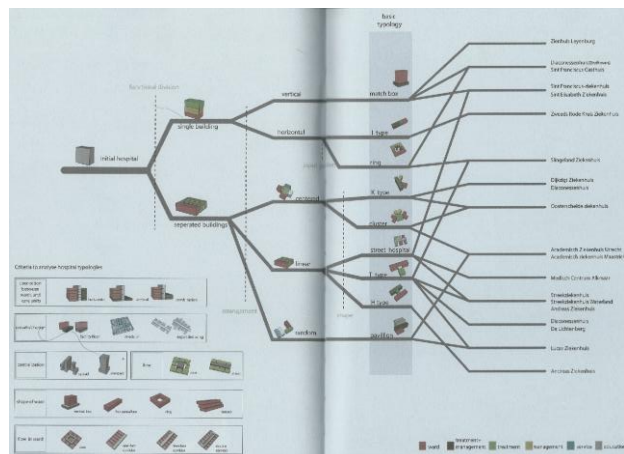


Abb. 10: Typologie | Quelle: Wagenaar, *The Architecture of Hospitals*, 2006, S 215.

2.2.2 Funktionale Planung und Struktur

Das Krankenhaus ist entsprechend der funktionalen Planung grundsätzlich über eine gewichtete Ordnung diverser Funktionen und deren Bezug zueinander über Nähebeziehungen definiert.⁴⁹ Dabei stellen sie Anforderungen für das Erfüllen derselben für den Entwurf dar, wobei bei der Planung die Funktion als ein zentraler Punkt gesehen wird, bspw. über Raum- und Funktionsprogramme. Die Entwicklung des Gesamtsystems wird der

⁴⁷ Wagenaar, *The Architecture of Hospitals*, 2006, S. 215 f.

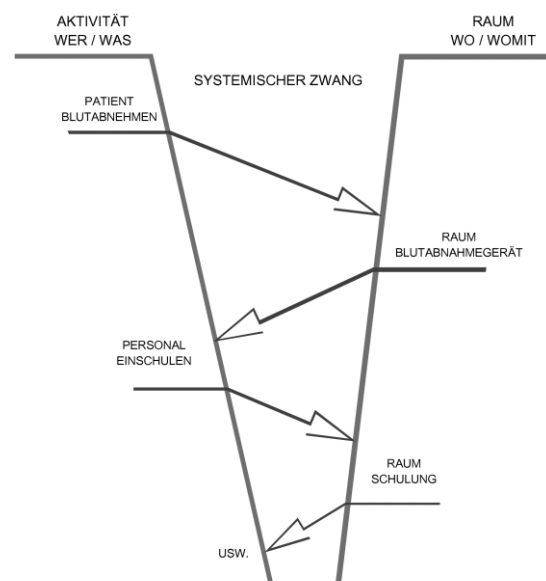
⁴⁸ Wagenaar, 2006, S. 215 ff.

⁴⁹ Wurzer, In-Process Agent Simulation for Early Stages of Hospital Planning, in: IFAC Proceedings Volume 45, Issue 2, 2012, S. 358-363.

Funktion untergeordnet, wodurch sich Planer stark auf die Zusammenhänge der Funktionalität fokussieren können, ohne dass eine formalistische Lösung die Aufgabenstellung erschwert und komplexer macht. Um Funktionen im Kontext des Prozesses zu betrachten, gilt es, gewisse Bedingungen zu eruieren, wie die Kapazitäten, den Zu- und Abgang, das Verhalten und auch die Abhängigkeiten, wobei alle genannten Punkte durch die Zeitkomponente angereichert werden müssen.

Um die funktionale Planung anzuwenden, bietet es sich an, die grundlegenden Organisationen von komplexen Gebäuden zu betrachten. Hierfür ist auf Henry Mintzberg zu verweisen, der eine Organisation, wie sie in einem Krankenhaus vorliegt, folgendermaßen definiert: Sie wird durch einen operativen Kern (Abteilungen) gebildet, der wiederum von hochgradig autonomen Experten (Oberärzte) geprägt ist. Diese leistungserbringenden Bereiche sind organisatorisch autonom, da sich der Patient an den Arzt bzw. an die Abteilung und nicht an die kollegiale Führung wendet, wo in Folge die Diagnose gestellt und die Behandlung festgelegt wird. Die Expertenbürokratie, ein Synonym für ebendiese Organisation nach Mintzberg, ist eine Organisation, die komplexe Leistungen nach standardisierten Qualifikationen erbringt. Mit dieser Bürokratie geht ein Strukturprinzip in der Organisation eines solchen Gebildes einher, das nach den Zuständigkeiten aufgebaut wird, wobei der Trend durchaus gegenwärtig auch zur Trennung und Spezialisierung von Teilfunktionsorganisationen übergeht (Spezialisierung und Erweiterung von Abteilungen).⁵⁰ Somit findet sich auch in der Organisation von Krankenhäusern das Indiz des Vorzugs von modularen Planungsmöglichkeiten in der horizontalen Organisationsebene.⁵¹

Ein bedeutender Aspekt in der funktionalen Planung ist der Zusammenhang von Aktivität und Raum über einen systemischen Zwang. Dieser Zusammenhang kann bspw. über das Systems Modeling Toolbox (SYSMOD) Zigzag Pattern in einer Abstraktion für die Architektur – abgeleitet aus der Informatik – dargestellt werden. Als Beispiel kann die Blutabnahme als Prozess des Patienten herangezogen werden, was zwangsläufig zu entsprechenden Räumen, bzw. Aktivitäten zur Abnahme oder zum Messen und Bearbeiten der Daten führt. Durch diese Räume ergeben sich wiederum Zwänge, wie



⁵⁰ Hurlebaus, Strategiekonforme Organisationsgestaltung

⁵¹ Vgl. Ebda., S. 81 ff.

das entsprechende Personal und die entsprechende Technik. Somit kann eine Weiterleitung von einem Prozess zur Architektur und wieder zurück zu einem daraus resultierenden Prozess oder einer Aktivität erfolgen usw.⁵²

Des Weiteren führen Prozesse zum Prozessmanagement, das einen Abgleich mit der Strategie des Krankenhauses erfordert, um bestehende Prozesse zu untersuchen und neue Prozesse einzuführen. Es umfasst den integralen Entwurf von medizinischen und nichtmedizinischen Abläufen sowie deren Umsetzung mit entsprechenden Kommunikationssystemen. Aktuelle Tendenzen im Gesundheitswesen wären bspw. die Nutzung von mobile devices, wie Smartphones, zur dezentralen Nutzung medizinischer und administrativer Informationen. Der Drang diesbezüglich kann anhand des futuristischen Beispiels der Health-Future-Vision von Microsoft nachvollzogen werden.⁵³ Solche Parameter, Änderungen und Tendenzen gilt es, in der Planung zu bedenken und durch eine gewisse Flexibilität und Prozessorientierung im Grundkonzept zu berücksichtigen, um zielführend und vorausschauend reagieren zu können.

In der Baukunst wird die funktionale Architektur, also wenn der bestimmende Parameter den funktionalen Komponenten entspricht, sofern daraus eine Ästhetik bzw. die Gestaltung, abgeleitet wird, als Funktionalismus bezeichnet.⁵⁴ Dieser war als Formprinzip in der Kritik, ist aber bis heute in der Industriearchitektur vertreten geblieben. Dennoch ist die Funktion selbst ein essentieller Planungsfaktor der Architektur. Die Aussage „*Funktionale Zustände sind Zustände eines Systems, [...]*“⁵⁵ ist eigentlich im Kontext der Philosophie zu sehen, verdeutlicht aber die Zugehörigkeit der Funktion zur Gesamtheit des bspw. architektonischen Systems. Hier wird die starke Verflochtenheit der Funktion einzelner Zustände mit anderen Faktoren, die diese entsprechend prägen, ersichtlich – jede Funktion ist somit begründet und abgeleitet und nicht mehr willkürlich oder der Ästhetik nachgestellt. Durch Faktoren außerhalb des Systems oder durch das, was das System selbst nach außen verursacht, ergeben sich Relationen und Bezüge.⁵⁶

Die funktionale Planung ist somit kein neuer Trend, wird jedoch, im Vergleich zum eher radikalen Funktionalismus heute im Kontext der Prozesse, Beziehungen und Kommunikation betrachtet und als essentieller Teil der Planung gesehen. Es kommen Faktoren wie Technologie, Effizienzsteigerung, Kostendruck, Standardisierung oder auch Prozessmanagement dazu, wobei hier nicht zwangsläufig die Ästhetik in den Hintergrund tritt

⁵² Madzar, Anforderungen vs. Architektur – Das SYSMOD ZIGZAG Pattern, 2016, [online], am 20.12.2017

⁵³ Microsoft, Health Future Vision, 2011, [online], abgerufen am 13.10.2017

⁵⁴ Waring, Vom Funktionalismus zur Postmoderne, 2003, S. 48.

⁵⁵ Beckermann, Analytische Einführung in die Philosophie, 2008, S. 142.

⁵⁶ Dorninger, Systemanalyse und Szenariotechnik, 2012, S. 11ff.

oder gar nur durch die Funktion definiert ist. Die funktionale Planung ist Teil einer Gesamtplanung und nicht als gestalterischer Funktionalismus zu verstehen.

2.2.3 Tendenzen der funktionalen Krankenhausplanung

Aktuell gibt es drei relevante Tendenzen der funktionalen Krankenhausplanung: das Lean Hospital, das Template Hospital und das Modular Hospital. Der Ansatz des Lean Hospital, der hauptsächlich in den Vereinigten Staaten Anwendung findet, beschreibt ein Krankenhaus, das über optimierte Prozessabfolgen verfügt und den Patienten in den Fokus rückt. Somit ist es ein stark organisatorisches Prinzip, das gewissen Grundprinzipien folgt:

- keine Verschwendung, wie bspw. Wartezeiten,
- fließende Prozesse,
- ausgeglichene Belastung,
- Standardisierung und
- Qualität.⁵⁷

Der Template-Ansatz beschreibt eine Standardisierung von Krankenhäusern, sodass diese funktionierend an verschiedenen Standorten errichtet werden können. Hierbei geht es nicht nur darum, einzelne Räume und Raumabfolgen ident zu errichten, sondern das gesamte Krankenhaus mit seinen Abläufen zu standardisieren und an anderer Stelle zu bauen. Das Design kann hierbei durchaus variieren, aber die Raumplanungen, Ausstattungen usw. sind nach bestimmten Templates fixiert. Am Beispiel der ersten fünf errichteten Templates des Unternehmens Kaiser Permanente aus dem Jahre 2008 hat man drei Haupteinheiten:

- den Diagnose- und Behandlungsblock mit einigen Räumen zur Umnutzung,
- die turmartigen Stationen, die der Höhe nach variabel geplant wurden, und
- eine separate medizinische Administration.⁵⁸

Der dritte Ansatz im modernen Krankenhausbau ist das modulare Krankenhaus, das einen Teil der funktionalen Architektur und der Handhabung von Prozessfolgen im Zuge des Modulbaus umsetzt. In der modularen Planung wird von einem System ausgegangen, das die Zusammenhänge einzelner Elemente in einem Ordnungsprinzip definiert, das frei erstellt und in verschiedenen Systemen angewandt werden kann. Hierbei sind die Teile aufeinander abgestimmt, können ergänzt und erweitert werden. Die Zuordnung der Elemente in einem Gesamtsystem erfolgt nach bestimmten Regeln.⁵⁹

⁵⁷ Walker, Lean Hospital – Das Krankenhaus der Zukunft, 2015 S. 49 ff.

⁵⁸ Schneider, Kaiser Permanente's Template for Success, 2008, [online], abgerufen am 10.02.2018

⁵⁹ Staib, Elemente + Systeme, 2008, S. 41 ff.

2.1.1 Modulbau

Als Modul wird hierbei ein grundlegendes Maß für eine geometrische Ordnung verstanden, auf dessen Grundlage das Modulsystem positioniert werden kann. Diese Systematik bietet sich gerade im Krankenhausbau an, weil man es mit intensiven Submissionsverfahren, beschleunigten ‚Lifecycles‘, Kostendruck, Effizienzsteigerung und demographischen Veränderungen zu tun hat. Diese Einflüsse machen den Krankenhausbau zu komplexen Bauvorhaben, die nach Flexibilität verlangen und mit herkömmlichen Verfahren ohne Standardisierung und eindeutige Regeln schwer zu erfüllen sind.⁶⁰

Im Modulbau gilt es, zwischen einem modularen Planungsprinzip und der modularen Konstruktion zu unterscheiden. Während Ersteres den Planungsprozess effektiver macht und entsprechende Regeln des Zusammenwirkens aufstellt, wird Letzteres eingesetzt, um den Bauprozess zielführender und billiger abwickeln zu können, wie bei modular-konstruktiven Elementen. Beispiele hierfür sind Bausysteme oder Baukastensysteme, wobei bei Bausystemen das System die Zusammenhänge einzelner Teile definiert, während beim Baukastensystem ein geschlossenes System mit verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten erzeugt wird. Des Weiteren bieten sich durch den Modulbau eine einfachere Kombination und Austauschbarkeit von Bauteilen.⁶¹

Heute wird in fast jedem Bereich mit systemischen Prinzipien gearbeitet. Beide Ausformulierungen werden dazu verwendet komplexe Bauvorhaben und Planungsprozesse zu vereinfachen und lösungsorientiert abzuwickeln. Der moderne Modulbau bezieht sich nicht mehr nur auf ein genormtes Raster, sondern auf Systemlösungen ganzer Funktions- und Gebäudeeinheiten.⁶²

Im Zuge der Modularität des Baukastenprinzips wird ein Endprodukt als Einheit aus einzelnen Modulen gebaut, die nebeneinander und übereinander angeordnet sind und einander in der Funktionsweise ergänzen. Ein großer Vorteil besteht darin, dass ein Gebäude in kurzer Zeit vergrößert werden kann, ohne grundlegende Änderungen vornehmen zu müssen, da die Module in der Regel zueinander oder miteinander funktionieren. Das Gesamtsystem bietet oftmals die Möglichkeit, das Gebäude an einer anderen Stelle nach demselben System zu errichten, was nicht zwangsläufig bedeutet, dass es auf ständige Ortswechsel ausgelegt ist.

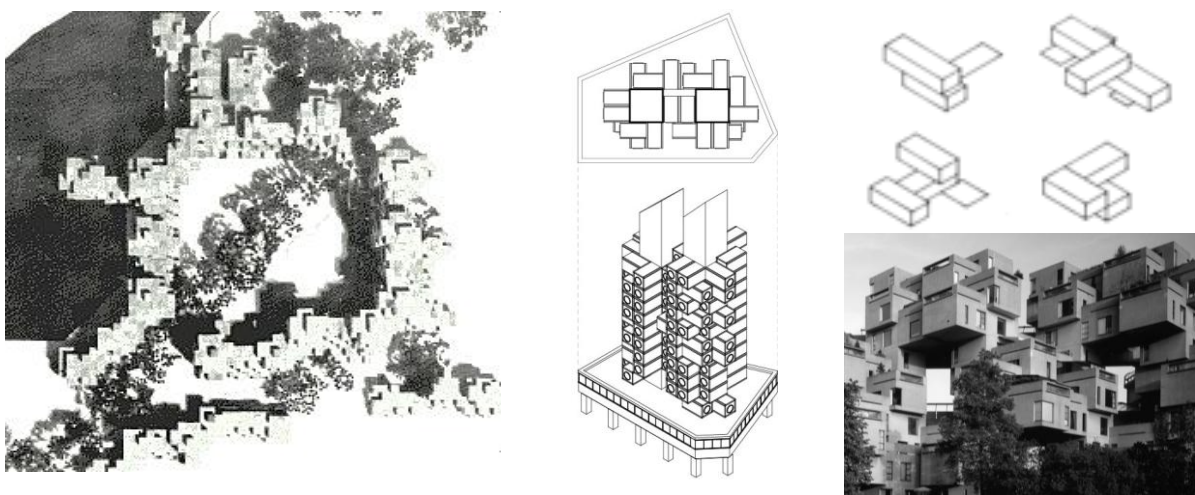
⁶⁰ Eckert-Krause, modular concepts – a market study, 2013, S. 6 f.

⁶¹ Staib, 2008, S. 42.

⁶² Knaack, Systembau: Prinzipien der Konstruktion, 2012, S. 67.

Der Modulbau kann in verschiedenen Maßstäben geschärft werden. Grundlegend müssen die Module eine festgelegte Größe aufweisen. Diese bilden die Basis und funktionieren wie Bausteine mit unterschiedlichem Inhalt, die einander ergänzen, wodurch die Struktur enorm flexibel und frei kombinier- und austauschbar wird. Damit die Module effektiv angewandt werden können, wird ein Grundraster benötigt, nach dem sie angeordnet werden. Des Weiteren müssen Verbindungsmöglichkeiten definiert werden. Durch die Anwendung der Module im Raster kann eine Typologie in der Bebauung entstehen.⁶³

Die modulare Ausformulierung hat sich besonders dort entwickelt, wo Flächen effektiv und schnell genutzt werden müssen oder die Standardisierung nach Regeln bewusst angewandt wurde. Einige bekannte Beispiele hierfür finden sich im modularen Wohnbau, wie der Nagakin Capsule Tower, die Metastadt oder des Habitat 67. Der Capsule Tower besteht aus Erschließungskernen an denen Module angebracht wurden, die als Wohnräume oder Büros genutzt werden und den Maßen eines traditionellen japanischen Teehauses entsprechen.⁶⁴ Die Metastadt hingegen entspricht einem größeren städtebaulichen Ansatz modularer Planungen für den Wohnbau. Hierbei wurde mit einem Raster von 4,2 x 4,2 m gearbeitet, das Module mit unterschiedlichen Nutzungen, wie wohnen, verkaufen oder gemeinschaftliche Räume, beinhalten sollte. Beide Projekte gerieten vor allem aufgrund von erheblichen Bauschäden und Mängeln in Verruf.⁶⁵ Im Stil der Metabolisten, dem der Nagakin Capsule Tower entspricht, hat man sich auch an das Habitat 67 angenähert. Dabei handelt es sich um eine Anlage mit Wohnungen, die aus 354 quaderförmigen Modulen zusammengesetzt wurde, die mit Hilfe von Lego-Steinen entworfen wurden.⁶⁶



⁶³ Vgl. Dietz, Krankenhausbau, 2013, [online], abgerufen am 16.01.2018

⁶⁴ Sveiven, AD Classics: Nakagin Capsule Tower, 2011, [online], am 03.11.2017

⁶⁵ O.V., Der Spiegel: Eine Stadt aus dem Stabilbaukasten (48), 1971, S. 168 ff.

⁶⁶ Winston, Moshe Safdie used "all the Lego in Montreal", 2014, [online], am 16.11.2017

Gerade in Bereichen mit wenigen Anforderungen an Sonderlösungen oder ästhetischen Freizügigkeiten bieten sich die funktional-modulare Planung und der Modulbau an. Viele Beispiele finden sich neben dem Wohnbau außerdem im Gewerbebau, aber auch bei komplexeren Bauvorhaben mit temporären Nutzungen, wie auch an der zweiten internen Abteilung am Landesklinikum Wiener Neustadt ersichtlich wird, die als Modulbau realisiert wurde. Auch das Krankenhaus Oberwart wurde als modulares System geplant, um eine Gliederung zu erreichen und eine potentielle Erweiterbarkeit in das System zu implementieren.⁶⁷

Ein sehr bekanntes Baukastensystem sind Lego- oder Duplo-Steine, die ebenso der modularen Bauweise entsprechen und durchaus vergleichbar sind. Als Grundlage gibt es eine gewisse Anzahl an Bausteinen, eine Anleitung, wie diese verlegt werden, und ein Bild des Endergebnisses. Im Endeffekt sollte das praktische Ergebnis dem theoretischen Weg entsprechend entstehen und problemlos fertiggestellt werden können. Wenn aber die Anleitung nicht stimmt oder nicht vorhanden ist, dann wird das fertige Lego-Modell nicht ansatzweise dem entsprechen, was auf der Verpackung abgebildet ist. In diesem Fall wurden, durch die Nicht-Beachtung der Anleitung, andere Regeln festgelegt und ein dementsprechendes Ergebnis erzeugt, da es bspw. bei nur sieben 4x2-Steinen (Zahlenangaben beziehen sich auf die Noppen für das Zusammenstecken) über 85 Milliarden Kombinationsmöglichkeiten gibt.⁶⁸

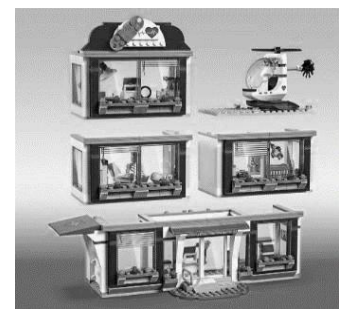


Abb. 13: Lego-Krankenhaus aus Modulen Typologie | Quelle: Google Bilder

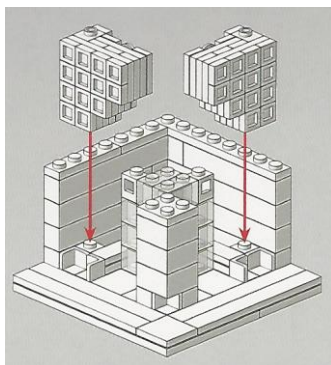


Abb. 14: Lego Anleitung | Quelle: Alphin, 2006

verb LKH Oberwart, 2016, [online], abgerufen am 06.01.2018
Eltis, A Lego Counting Problem, 2005, [online], abgerufen am 26.11.2017

da es zu einer Reproduzierbarkeit und Variantenbildung kommt, wofür sich generative Systeme anbieten.⁶⁹

⁶⁹ Hovestadt, Gebäude als Baukasten: Deutsches Ingenieurblatt, 2012, S. 24.

2.2 Generative Systeme

Mit generativen Systemen rückt der handwerkliche Prozess in den Hintergrund, während die Abstraktion und die Information zu den Hauptelementen werden, da die Probleme von der realen Problemstellung in eine abstrakte Form überführt werden müssen, um durch Algorithmen beschrieben werden zu können. Die Abstraktion selbst dient dazu das Essentielle vom Nebensächlichen zu trennen.⁷⁰

Der Prozess von der Idee zum Output wird unter Regeln aufgestellt, die interpretiert und verarbeitet werden, wobei anhand dieser Regeln ein automatisches Erzeugnis generiert wird. Hier kann unter anderem auf die Aspekte Wiederholung, Logik und Zufall zurückgegriffen werden, die von den Regeln des Gestalters bespielt werden. Gerade die Logik ist essentiell, da sie als Kontrollstruktur genutzt wird, um den generativen Prozess zu lenken, indem Bedingungen aufgestellt werden. Im Zuge von Simulationen kann mit dem generativen System über interaktive Steuerelemente interagiert werden. So kann jede Parameterveränderung mitverfolgt und direkter Einfluss genommen werden. Erst wenn das Problem formuliert und abstrahiert und mit einem entsprechenden Algorithmus entworfen wurde, beginnt die Programmierung der Simulation.⁷¹

2.2.1 System und Algorithmus

Vorweg muss der Begriff des Systems definiert, der sinngemäß ‚etwas geordnet Zusammengesetztes‘ bedeutet⁷², wobei jedes System verschiedene Parameter und Regeln aufweist. Bedeutsam dabei ist, dass so ein System aus Interaktionszusammenhängen besteht, die wiederum andere Zusammenhänge bilden können. Dabei wird der Gegenstand als Menge der Elemente unter Berücksichtigung der Verbindungen und Beziehungen betrachtet.⁷³

Auch hier liegt die konzeptionelle Grundidee, wie bei jedem Entwurf, beim Gestalter selbst, indem dieser einen Algorithmus entwirft. Der Algorithmus definiert sich nach Müller und Meichert über vier Punkte. Diese sind

- die Endlichkeit,
- die Terminisierung,
- die eindeutige Reihenfolge und
- die eindeutige Wirkung.⁷⁴

⁷⁰ Müller, Vorkurs Informatik, 2017, S. 8 ff

⁷¹ Groß, Generative Gestaltung, 2010, S. 460 ff.

⁷² Hartung, Gestalt im Management, 2014, S. 33.

⁷³ Schreiber, Dinge als Prozesse, 2001, S. 22.

⁷⁴ Müller, 2017, S. 18.

Generative Systeme sind unter dem Gesichtspunkt der Emergenz zu betrachten. Emergenz in Bezug auf generative Systeme meint, dass das Ergebnis offen ist und das System im Zusammenwirken mit Transformationsregeln⁷⁵ zu mehr führen kann, als aus den Eigenschaften erkennbar ist. Sie ist die Entstehung von neuen und kohärenten Strukturen, Mustern und Eigenschaften durch die Interaktionen mehrerer Elemente.⁷⁶ In komplexen Systemen kann so eine Ordnung ohne Gestalter entstehen. Passend hierzu im Kontext der Stadt sagte Kevin Lynch: *„While it [city] may be stable in general outlines for some time it is ever changing in detail. Only partial control can be exercised over its growth and form. There is no final result, only a continuous succession of phases.“*⁷⁷

Wird im Entwurfsprozess bzw. auch schon in der frühen Planung begonnen Prozesse in deren Teile (Module) zu zerlegen und diese in ein System zu integrieren, kann durch Parameteranpassung viel effektiver gearbeitet werden. Es ist möglich, Variationen schaffen und mehr Kriterien zu verarbeiten. Dies dient zur Unterstützung des Gestalters, um komplexe Aufgaben zu bewältigen.⁷⁸ Hier befinden sich die generativen Systeme am Schnittpunkt der Analyse und Optimierung von Parametern. Es geht darum, Prozesse zu analysieren oder zu entwerfen, Verbindungen zu eruieren und vom Computer synchronisieren zu lassen.

Algorithmen auf Basis von Wachstum und Evolution, die bspw. die Regeln generativer Systeme darstellen können, werden zur Suche und Optimierung genutzt. Sie können auch unter spärlicher Datenlage zielführend eingesetzt werden, da sie sich auf das Grundprinzip der Evolution berufen. Grundsätzlich liegt hierbei eine ähnliche Abfolge vor. Diese beginnt bei

- der Erzeugung der Generation, führt über
- die Evaluierung der Lösung und der
- Durchläufe, bis ein Abbruchkriterium erreicht ist.

Bei evolutionären Algorithmen werden Parameter neukombiniert und mutiert, wobei die Möglichkeit der Adaption vorhanden ist. Damit das System funktioniert, gibt es einen Überschuss, der entsprechend der Auswahl reduziert wird. Diese genetischen Herangehensweisen sind vor allem für Probleme mit einem endlosen Lösungsraum zielführend, für die es offensichtlich keine optimale Lösung gibt.⁷⁹ Eine einfachere Form

⁷⁵ Groß, 2010, S. 463 ff.

⁷⁶ Wilensky, An Introduction to agent-based modeling, 2015, S. 6.

⁷⁷ Lynch, Image of the City, 1979, S. 2.

⁷⁸ Hovestadt, TEC21 (42): Gebäude programmieren, 2015, S. 34.

⁷⁹ Weicker, Evolutionäre Algorithmen, 2015, S. 25 f.

dieser Verfahren wäre die Brute-Force-Methode, die dem Ausprobieren aller Möglichkeiten entspricht.⁸⁰

2.2.2 Generative Regeln

Die Simulation definiert sich immer durch gewisse Regelwerke, wonach sich das System in seinen Einzelteilen beeinflusst. Diese Regeln können in einem Computermodell umgesetzt werden, um gewisse Inputs durch ebendiese zu beeinflussen, was wiederum einen neuen Output generiert. Diese Implementierung transformiert ein konzeptuelles Modell, bspw. einen Text, ein Bild, eine Prozessbeschreibung oder ein Diagramm, in eine visuell erfassbare Computersimulation. Abhängig von den Regeln können die Ergebnisse extrem variieren und unvorhersehbar sein, was auch am Beispiel von zellulären Automaten, wie im Kapitel 2.3.3 erklärt, nachvollziehbar ist.⁸¹

Der Kern der Innovation von generativen Systemen bei der Anwendung in der architektonischen Planungspraxis im Zuge der Simulation liegt in den zugrunde liegenden Methoden und Konzepten. Es wird der essentielle Kern komplexer Aufgaben abstrahiert und planbar gemacht. Somit ist es eine Hilfe, indem durch das Einführen von algorithmischen Lösungen der Entwurfsprozess vereinfacht wird. Je komplexer Planungen werden, desto essentieller werden algorithmische Methoden. Bedeutsam bei den Methoden der algorithmischen Planung ist, dass der Entwurfsansatz entsprechend festgelegt wird, damit dazu bspw. die generativen Methoden für systemische Lösungen entwickelt werden können.⁸²

Außerdem ist es für solche Systeme entscheidend, dass ein Problem nicht überspezifiziert wird, weil sonst die Ergebnisse immer wieder dieselben sein könnten, sofern die Anleitung so eindeutig ist, dass sie bereits das Ergebnis vorgibt. Somit sollten die Regeln allgemein und einfacher gehalten sein. Des Weiteren gilt es die Aspekte der Zufälligkeit und der Wahrscheinlichkeit betrachten, die hier grundlegend sind und den bedeutendsten Parameter für die Komplexität des Ergebnisses darstellen.⁸³

⁸⁰ Ziegenbalg, Algorithmen von Hammurapi bis Gödel, 2016, S. 98.

⁸¹ Groß, 2010, S. 460 ff.

⁸² Vgl. Grasl, in: Wolff-Plottegg, architecture scripting, 2011, S. 11.

⁸³ Coates, Programming.Architecture, 2010, S. 147 f.

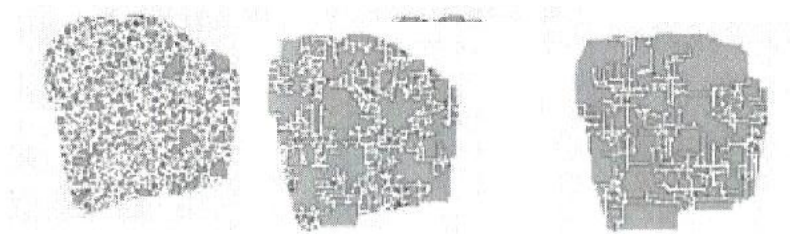


Abb. 15: Wahrscheinlichkeit Algorithmus 30 % bis 80 % | Quelle: Coates, 2010 S. 147.

2.2.3 Alpha-Syntax

Das Modell des Alpha-Syntax nach Hillier ist an den zellulären Automaten (ZA), nach der Automatentheorie von Stanislaw Marcin Ulam 1940, angelehnt. Für das Verständnis des ZA muss die Modelloberfläche in identische orthogonale Zellen geteilt werden. Es kann jede Zelle verschiedene Zustände haben, wie bspw. lebend oder tot. Des Weiteren kann jede Zelle ihren Zustand ändern, abhängig von den Nachbarn, wobei sie eine definierte Nachbarschaft von vier oder acht Zellen hat, je nach Definition von Nachbarschaft. Zur Definition der Nachbarschaft können nach Moore und von Neumann herangezogen werden, wobei nach von Neumann die acht umgebenden Zellen als Nachbarn ausgewiesen werden, wohingegen nach Moore nur die vier orthogonal angrenzenden Zellen dem Nachbarn entsprechen. Somit besteht bei einem ZA die Möglichkeit, die Parameter der Anzahl an Zuständen, der Nachbarschaft und der Regeln zu verändern, um mit relativ einfachen Mitteln komplexe Strukturen zu erhalten.⁸⁴



Abb. 16: ZA und Nachbarschaft

Als Basis für die Anwendung des Moduls in einem generativen System wird in der vorliegenden Arbeit der Alpha-Syntax-Algorithmus von Bill Hillier et al. angewandt, der eine Veränderung des ZA mit zwei Zuständen darstellt und zur Analyse von organischem

⁸⁴ Coates, Programming.Architecture, 2010, S. 139 ff.

Wachstum von Bebauungen entwickelt wurde (xy-settlements⁸⁵). Der Algorithmus beruht auf einem System von drei Zuständen – bebaut, frei und neutral („nichts“). Wird nun der bebaute Raum als X bezeichnet und der freie Raum als Y, gibt es hier zwei essentielle Beziehungen: einerseits die Beziehung zwischen freiem Raum und bebautem Raum, andererseits die Beziehung zwischen freiem Raum und weiterem freiem Raum. In einer grundlegenden Regel dieses Algorithmus wird einer der freien Räume mit einem weiteren Raum verbunden. Als Ausgangspunkt benötigt der Algorithmus immer einen freien Raum. Durch diesen Schritt kann das Resultat ein Netzwerk von offenem Raum und umgebenden Gebäuden ergeben.⁸⁶



Abb. 17: Alpha-Syntax | Quelle Coates, *Programming Architecture*, S. 139.

Hierbei besteht die Möglichkeit, in der grundlegenden Syntax die Gruppierung zu beeinflussen, etwa durch die Richtung der Verbindung mit dem nächsten offenen Raum oder die Größe der Elemente. Hierbei ist die Wahrscheinlichkeit bedeutsam, mit der eine Zelle als bebaut definiert wird, denn je höher diese Wahrscheinlichkeit ist, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass das System wachsen wird, da alle freien Räume von Gebäuden umgeben sind und kein weiterer Bereich bespielt werden kann.⁸⁷



Abb. 18: Alpha Syntax Recursive; 50%

Der Alpha-Syntax-Algorithmus hat zwei Möglichkeiten, ausgeführt zu werden, erstens, indem eine der Zellen, die als freier Raum definiert ist, angesprochen wird – die rekursive Variante – oder indem alle Zellen, die als freier Raum definiert sind, bespielt werden – die parallele Variante. Letztere benötigt empirisch betrachtet eine höhere Wahrscheinlichkeit eines offenen Raumes, um nicht in einer Sackgasse zu enden.⁸⁸

Um eine weniger geometrische Lösung zu schaffen, kann der Alpha-Syntax-Algorithmus auch unabhängig von der zellulären Anordnung entworfen werden – ‚off the grid‘. Hierbei besteht die Möglichkeit, in den Größen und Anordnungen zu variieren, da keine Bindung mehr an das Raster vorliegt. Der Ausgangspunkt ist ein freier Raum als Basis des Systems,

⁸⁵ Hillier, Hanson, *The social Logic of Space: analysis of settlement layouts*, 1984, S. 88 ff.

⁸⁶ Coates, 2010, S. 148.

⁸⁷ Coates, 2010, S. 149.

⁸⁸ Ebda., S. 151.

von dem aus das System expandiert, wobei die Richtung, Entfernung, Größe, Überschneidung usw. frei gewählt werden können, was den Unterschied zur zellulären Version darstellt.⁸⁹

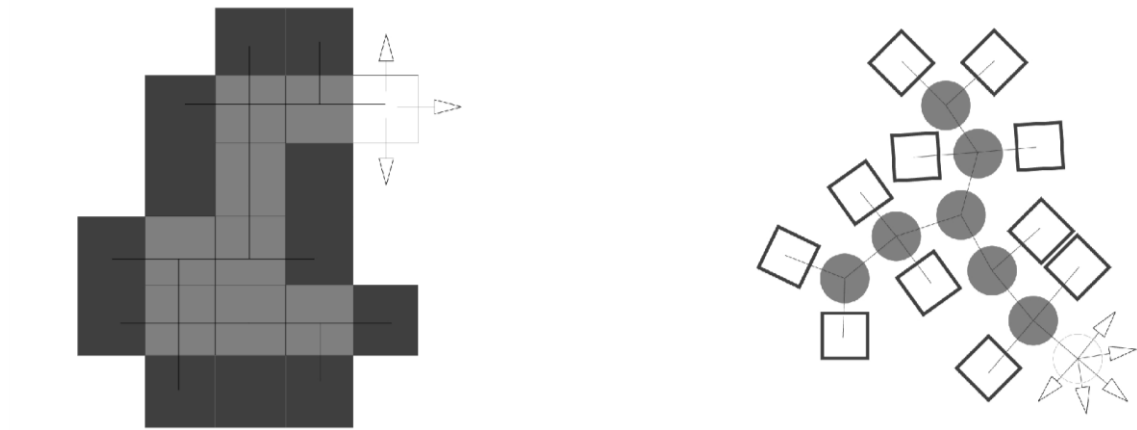


Abb. 19: Vergleich Alpha-Syntax im Raster und ohne Raster

Das Alpha-Syntax-Modell ist unter den generativen Modellen relativ elegant, da es sich nicht mit einem negativen Raum und dem resultierenden Heraussuchen von Formen beschäftigt, sondern im Zuge der Beziehung von innen und außen als Raum generierendes System fungiert. Es bietet sich durch das Modell die Möglichkeit, die Morphologie von ungeplanten, im Zusammenwirken der Regeln neu auftretenden Strukturen zu analysieren. So zeigt das Ergebnis, dass entsprechend einer Ordnung zufällige Anhäufungen und Konglomerate entstehen können, was einem natürlichen morphologischen Prozess entspricht. Hierbei kann mit den Regeln experimentiert und das Ergebnis analysiert und bewertet werden.⁹⁰

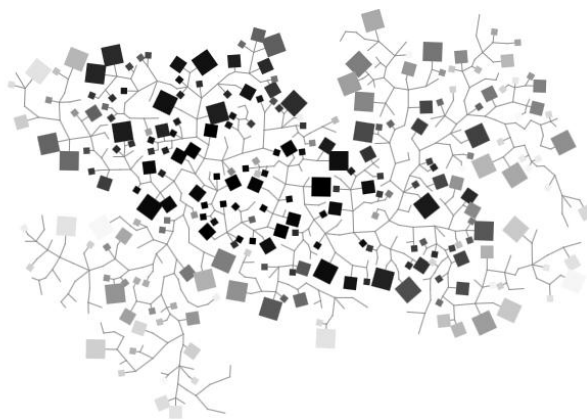


Abb. 20: Alpha-Syntax off the grid; Wahrscheinlichkeit 65 %, Größe Zufall, Richtung Zufall

⁸⁹ Vgl. Ebda., S. 153 ff.

⁹⁰ Coates, 2010, S. 143.

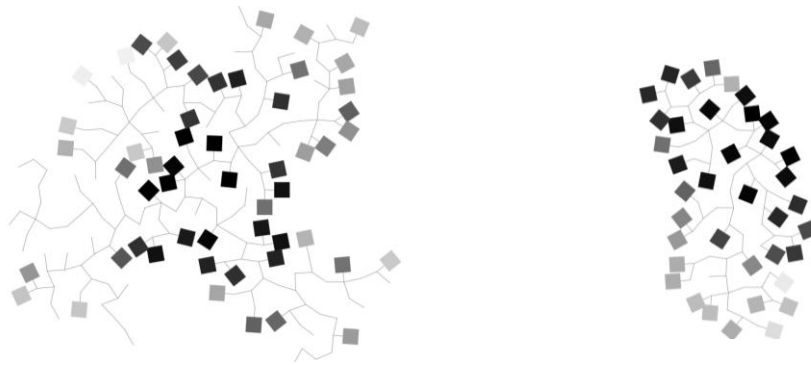


Abb. 21: Wahrscheinlichkeit 60 %, Größe gleich, Richtung Zufall 360°

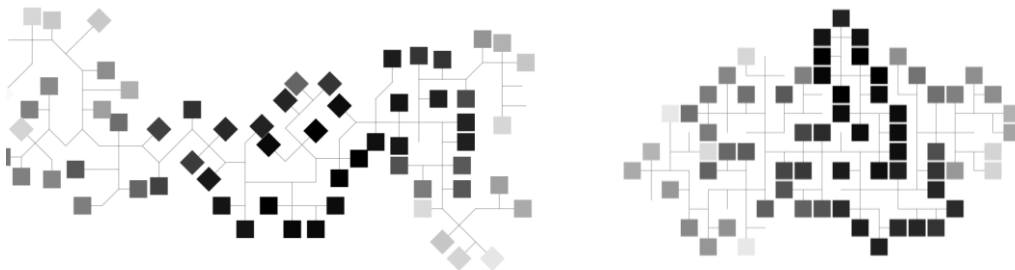
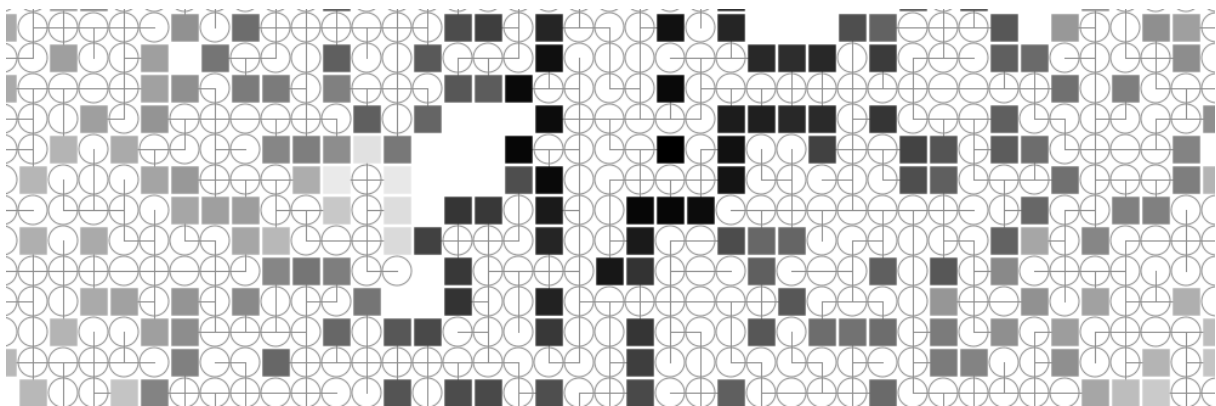


Abb. 22: Wahrscheinlichkeit 45 %, Größe gleich, Richtung 8 x 45° (li.) und 4 x 90° (re.)

Der Algorithmus lässt sich in seiner Anwendung durchaus auch erweitern – durch das Implementieren von gewissen Bedingungen, wie bestehenden Straßen, Begrenzungen, Zugängen oder Streuungen, was in der vorliegenden Arbeit in Kapitel 6 im Rahmen eines generativen Systems erklärt wird. Damit können vor allem die Dichte und eine große Spanne verschiedener Morphologie aus nur wenigen Zuständen in kurzer Zeit analysiert werden. In den vorhergehenden Darstellungen waren relativ schnell mit verschiedenen Einstellungen der Parameter die unterschiedlichen generierten Lösungen des Algorithmus zu erkennen, wobei sich die Farbe nach dem Entstehungszeitpunkt des Raumes richtet. In der folgenden Grafik des Alpha-Syntax im Raster sind gewisse Zonen ersichtlich, die freibleiben, da sie von gewachsener, bebauter Fläche umgeben sind und hofartige Potentiale bilden. Des Weiteren gilt: Je dunkler die Farbe ist, desto älter ist die Generation.⁹¹



⁹¹ Coates, 2010, S. 128.

Abb. 23: Wahrscheinlichkeit 60 %, Größe gleich, Richtung 4 x 90°

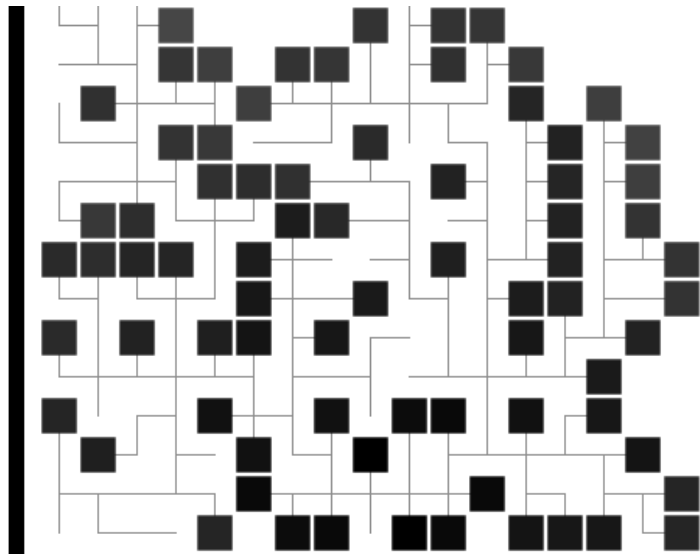


Abb. 24: Straße schwarz, nicht übertretbar: Wahrscheinlichkeit 60 %, Größe gleich, Richtung 4 x 90°

2.3 Simulation im Schema

Krankenhäuser definieren sich durch Prozesse – überhöht dargelegt nach dem Grundsatz ‚IT follows process‘ und ‚form follows function‘⁹² – wobei sich die Verschränkung beider, also Prozess und Funktion, in der Simulation nach einer modularen Planung auf Basis von generativen Systemen besonders klar zeigt. Die Simulation ist eine Vorgehensweise zur Analyse von komplexen Systemen, wobei sich das Konzept der Multi-Agenten-Systeme anbietet; das ‚agent-based modeling‘ (ABM). Dieses wird verwendet, um Zusammenhänge zu verstehen und zu belegen. Agenten sind autonome Individuen oder Objekte mit bestimmten Eigenschaften und Aktionen.⁹³ Es entstehen Resultate aus den einzelnen Standpunkten der Agenten, die autonome Elemente der Simulation mit Eigenschaften, Zustand und Verhalten sind.⁹⁴ Ein großer Vorteil der agentenbasierten Modellierung gegenüber anderen Modellierungstechniken besteht darin, dass die Agenten nicht homogen agieren. Sie haben zwar oft die gleichen Regeln, treffen jedoch individuelle Entscheidungen.⁹⁵

In der verwendeten agentenbasierten Modellierungsumgebung ‚Netlogo‘ gibt es zwei Arten von Agenten: Turtles und Patches. Die Welt besteht in Netlogo aus einem Raster von unbeweglichen und fest verorteten Agenten, den Patches, in denen sich die zweite Art von Agenten, die Turtles, frei bewegen und interagieren können. Bei beiden Arten der Agenten sind die Eigenschaften veränderbar und erweiterbar.

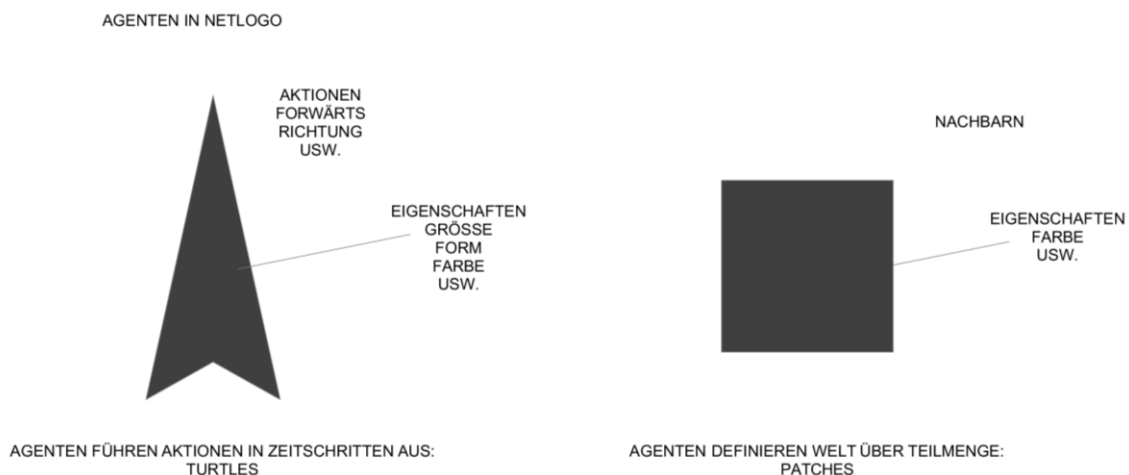


Abb. 25: Agenten in Netlogo: Turtle und Patch

⁹² Debatin, Und fertig ist das Klinikum, 2010, S. 26.

⁹³ Wilensky, An introduction to agent-based modelling, 2015, S. 2 ff.

⁹⁴ Ebda., S. 22.

⁹⁵ Ebda., S. 37.

Bei einer Prozesssimulation in einem Krankenhaus könnten bspw. Patientenwege simuliert werden, wobei der Patient den Agenten darstellt. Die Patienten gehen über Wege verschiedene Funktionen ab, die wiederum mit Kapazitäten hinterlegt sind. Wenn eine Kapazitätsgrenze erreicht ist, müssen die Patienten warten. Bei den Patienten selbst gibt es nun verschiedene Arten bzw. Eigenschaften – gehfähige, sitzende und liegende Personen. Das Ganze ist ein Schema und so ist es relativ schnell möglich einen Tag zu simulieren und die Hauptwege, Engpässe und Auslastungen herauszufinden.⁹⁶

Im Zuge der agentenbasierten Planung lassen sich vier essentielle Punkte ansprechen:

- Es können einfache Regeln genutzt werden, um komplexe Phänomene darzustellen.
- Der Zufall kann im individuellen Verhalten in einheitlichen Mustern der Populationsverhalten resultieren. Gerade der Zufall ist essentiell, um in der Simulation effektiver abstrahieren zu können.
- Es können sich komplexe Muster ohne Führung, die das Verhalten bestimmt, selbst organisieren.
- Verschiedene Modelle können verschiedene Aspekte der Welt hervorheben.⁹⁷

2.3.1 Simulation in der funktionalen Planung

Diese gesamte Simulation findet im Bereich der funktionalen Planung statt und ist in dieser durch folgende Einheit geprägt: die Aktivität. Das sind abstrakte Handlungen, die gesetzt werden und nicht unbedingt einen Raumbezug brauchen – ein Telefonat kann überall geführt werden. Wenn von Räumen ausgegangen wird, werden Aktivitäten, die speziell sind und sich räumlich ausdrücken, zu Funktionen, woraus ein Funktionsprogramm erstellt werden kann.⁹⁸

Es geht in der Simulation um Nähebeziehungen und Abfolgen. Ein Krankenhaus hat einen Patientenfluss zwischen den einzelnen Funktionsstellen – hieraus lässt sich eine vorgegebene Funktionsmatrix betrachten sowie die errechnete Nähe entsprechend ablesen. Eine Funktionsmatrix sagt aus, welche Funktionen nah oder fern voneinander sind. Jeder Patient hat eine Liste an Funktionen, die er abgeht bzw. die er besuchen will, und in diesen Listen steckt die Logik, welche Wege der Patient wählt.

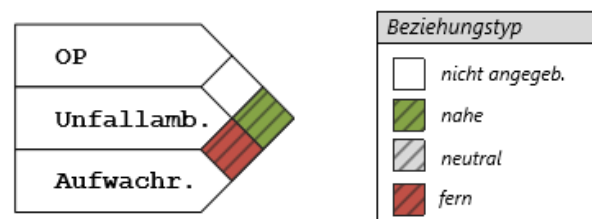


Abb. 26: Nähebeziehungen | Quelle: Wurzer, Prozess-visualisierung, 2011, S. 12.

⁹⁶ Wurzer, Pre-tender hospital simulation using naive diagrams as models, In: Backfrieder, et al., The first international workshop on innovative simulation for health care, 2013, S. 143 ff.

⁹⁷ Wilensky, An introduction to agent-based modelling, 2015, S. 2 ff.

⁹⁸ Wurzer, In-Process Agent Simulation for Early Stages of Hospital Planning, In: Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems, 2013, S. 331 ff.

Hier können bspw. die Interaktionen der Stationen und die Interaktionen der Simulation betrachtet und ein IST- und SOLL-Stand erkannt bzw. verglichen werden.⁹⁹

Solche Funktionen können Operation (OP), Zentrale Notaufnahme (A&E) und Aufwachraum sein. Nun lassen sich Beziehungen in der Funktionsmatrix erkennen, wie die Beziehung von OP zum Aufwachraum und die Nichtbeziehung von OP zur Notaufnahme. Entsprechend der Beziehung sollte der Aufwachraum nahe dem OP liegen. Möglichst nicht benachbart sollten die Zentrale Notaufnahme und der Aufwachraum sein. Diese gegebenen Beziehungen können 1:1 in ein Bubblediagramm als Striche zwischen den Bubbles übertragen werden. Hier kann in den Diagrammen über die Größe der Bubbles bereits eine räumliche Relation hergestellt werden, obwohl diese noch immer qualitativ zu fassen ist.

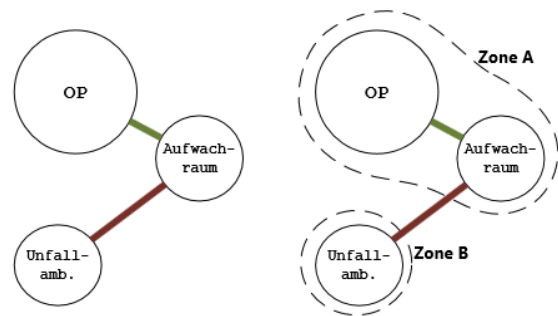


Abb. 27: Bubblediagramm | Quelle: Wurzer, Prozess-visualisierung, 2011, S. 12

Nun können verschiedene Funktionen, die nah beieinanderliegen, markiert werden, etwa OP und Aufwachraum, und damit eine Zone bilden. Diese Zonen bilden ein Viereck mit verhältnismäßigen Dimensionen in einem ungefähren Grundriss und ergeben insgesamt ein Schema. Somit steht ein Schema mit zwei Zonen zur Verfügung, einerseits OP und Aufwachbereich und andererseits die Unfall- und Notfallzone. Angereichert wird das System über Erschließungsachsen und Zubringer. Wird dies weiter konkretisiert, ergibt sich das Raum- und Funktionsprogramm. Eine solche Konkretisierung läge vor, wenn die Zone OP und Aufwachraum in Räume aufgeteilt wird, wie bspw. drei OPs. Somit ergibt sich drei Mal die Funktion OP mit einer bestimmten Größe, woraus sich ein Grundriss ergibt.¹⁰⁰

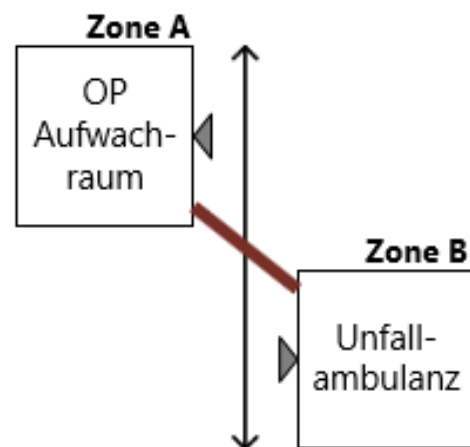


Abb. 28: Zonierung | Quelle: Wurzer, Prozessvisualisierung, 2011, S. 12

⁹⁹ Wurzer, In-Process Agent Simulation for Early Stages of Hospital Planning, In: Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems, 2013, S. 331 ff.

¹⁰⁰ Wurzer, Prozessvisualisierung in der Krankenhausplanung, 2011, S. 12.

2.3.2 Grundlagen der Simulation

Das Ganze basiert auf Schemata und entspricht der frühen Planung. Die Schemata definieren sich hierbei nicht unbedingt als Räume, sondern eher als Potentiale für Räume oder Flächen.¹⁰¹ Wenn man einen Prozess hat und zwischen den Prozessknoten Verbindungen schafft, muss trotzdem der Raum genutzt werden. Man erkennt, dass der Prozess von den Knoten abhängt, abstrakt ist und nicht auf den Raum bezogen wird. Bei Räumen hat man einen konkreten Eingang usw., bei Schemata nicht. Man hat zwar in den Räumen Prozessknoten, aber dennoch wird der Prozess betrachtet. Es werden im Krankenhaus oft das Räumliche und das Prozesshafte vermengt, aber in Wirklichkeit gibt es hier einen Unterschied. Während der Prozess abstrakt ist, sind Wege konkret.¹⁰²

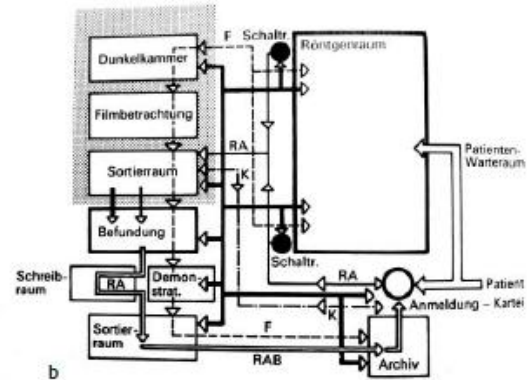


Abb. 29: Prozessdarstellung im Schema | Quelle: Wurzer, Prozessvisualisierung, 2011, S. 47.

Ein zentrales Schlagwort der Simulation sind Kapazitäten. Bei einer Flusssimulation im Zuge der Planung besteht die Notwendigkeit Kapazitäten festzulegen. Wird nun eruiert, wie das idealtypische Krankenhaus aussehen sollte, kann dies mit einer Agentensimulation mit Patientendaten unterfüttert werden, um zu prüfen, welche Flüsse in diesem diagrammhaften Stand entstehen und wie die Kapazitäten reagieren. Die Knoten werden mit Kapazitäten hinterlegt, sodass bspw. pro Knoten nur maximal fünf Personen behandelt werden. Über die Zeit hinweg entsteht somit eine Auslastungskurve. Die Ergebnisse können diagrammatisch dargestellt werden. Damit können schlecht oder gut ausgelastete Bereiche markiert werden. Von zentraler Bedeutung dabei ist, dass Kapazitäten immer terminisiert sind.¹⁰³

Ein weiterer Aspekt der Simulation ist die Konsistenz. Es gibt ein Konzept des Architekten (Funktionen), das nicht immer mit dem Konzept der Mitarbeiter (Prozesse) übereinstimmt. Hier besteht ein Unterschied zwischen beidem, wobei im Zuge der Konsistenz die Möglichkeit besteht, beides übereinander zu legen. Man hat die Funktionen und mittels Agent wird ein Prozess durchgeführt. Jede Nutzung einer Funktion durch den Agenten stellt eine Aktivität dar. Nur Aktivitäten, die Funktionen haben, aber auch Funktionen, die in einer

¹⁰¹ Wurzer, Meeting Simulation Needs of Early-Stage Design Through Agent-Based Simulation, In: eCAADe 30 – Volume 1, 2012, S. 616.

¹⁰² Wurzer, Versioning in early-stage hospital simulation, in: Proceedings of the International Workshop on Innovative Simulation for Health Care, 2013, S. 65.

¹⁰³ Wurzer, 2011, S. 21 f.

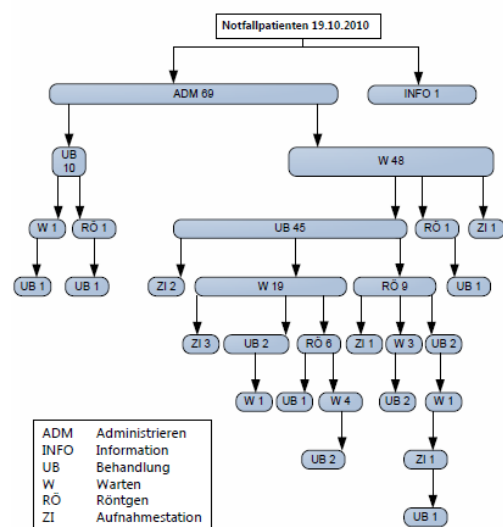
Aktivität genutzt werden, sind unzweifelhaft notwendig. Alle anderen müssen überdacht werden.¹⁰⁴

Des Weiteren gilt es Kausalitätsketten zu definieren. Bezogen auf ein Krankenhaus hat man nun ein OP-Areal, das aus Eingang mit Holding Area besteht, von dem aus über eine Schleuse mit Umbettung einer der OPs erreicht werden kann. Nach dem OP folgen der Aufwachraum und der Weitertransport auf die einzelnen Stationen. Hier kann im Zuge der Abfolge festgestellt werden, ob ein Raum zu einem bestimmten Zeitpunkt der Simulation ein Nadelöhr darstellt, weil er zu stark ausgelastet ist. Die Personen kommen aus dem Holding, wo die Auslastung gut ist, in den folgenden Bereich, wo die Auslastung schlecht ist. Bei Betrachtung des Aufwachraums, wird nun bspw. deutlich, dass er schlecht ausgelastet ist, wobei aus Sicht des Aufwachraums die vorherigen Räume nicht das Nadelöhr sind, obwohl zuvor dort ein Raum ein Nadelöhr aus einer anderen Perspektive war. Die Kausalitätsketten sind immer problematisch.¹⁰⁵

2.3.3 Datenbezug in der Simulation

Um Information zu erhalten, ist es zielführend, vorweg ein Ablaufmodell zu entwickeln und dann Aussagen zu treffen, ob es wirklich so stattfindet und der Realität entspricht. Hierzu können gewisse Routinen von verschiedenen Personen des Krankenhauses übereinandergelegt und so Prozesse bestimmt werden. Andererseits könnte man auch Personen einen Stift in die Hand drücken und sie aufzeichnen lassen.¹⁰⁶

Wenn der Patient genauer betrachtet wird, ist der Weg von Bedeutung. Ein Beispiel ist ein Tagesablauf einer Notaufnahme. Man hat verschiedene Funktionen und erkennt wie viele Patienten was nacheinander machen, wie die Grafik rechts (Abb. 31) zeigt. Bei der Ankunft sucht ein Patient den Infoschalter auf und geht dann wieder. Die anderen 69 Patienten lassen ihre Daten aufnehmen. Wenn der Patient mit der Rettung eintrifft, wird die Datenaufnahme für besagten Patienten gemacht. Im weiteren Verlauf bestehen größere Unterschiede; entweder geht es sofort in den Untersuchungs- und Behandlungsraum oder es wird gewartet und danach der Behandlungsraum aufgesucht. Es kann auch sein, dass es gleich zur stationären Aufnahme kommt. Nach der



¹⁰⁴ Wurzer, Function & Action, In: eCAADe 28, 2010, S. 389.

¹⁰⁵ Wurzer, Causality in Hospital Simulation Based on Utilization Chains, in SimAUD, 2014, S. 162 ff.

¹⁰⁶ Wurzer, agent-based simulation for early-stage planning of complex buildings, 2011, S. 89.

Abb. 30: Patientenkette | Quelle: Wurzer, Prozessvisualisierung, 2011, S. 37.

Behandlung wird erneut gewartet und dann geht es noch einmal zur Untersuchung. Es wird ersichtlich, dass es kein Prozess ist, sondern feingliederiger: die Realität.¹⁰⁷

Folgend können auch einzelne Räume betrachtet werden, wodurch ersichtlich wird, wo es Engpässe, bspw. beschränkte Kapazitäten, gibt. Gewisse Räume können nur eine bestimmte Anzahl an Personen aufnehmen. Wenn man nun acht OPs hat, gehen die simulierten Personen zum OP, eruiert die Kapazität, und wenn Platz ist, werden sie aufgenommen und erhalten ‚Behandlungszeit‘. Ist dies nicht der Fall, müssen sie warten, was nun das wirklich Dynamische ist. Somit ergeben sich Zeiten nur aus dem Zusammenspiel, dass viele Leute das Gleiche wollen. Das ist systemimmanent und genau darauf kommt es an, weil die reine Behandlungszeit ohnehin in der Behandlungskette steht und man dafür nicht simulieren bräuchte. Somit hat man eine Auslastung über die Zeit errechnet.¹⁰⁸

All das ist über Simulationen lösbar, aber im Grunde muss man sich an das Raumprogramm halten, wobei das Raumprogramm, das im Wettbewerb ausgegeben wird, oft relativ beliebig sein kann. Es kann niemand garantieren, dass es nicht noch etwas gibt, was fehlt. Hier kann gut mit Agentensimulationen angesetzt werden, wenn die Patienten zu einer gewissen Funktion geschickt werden, die bereits mit Kapazitäten unterfüttert wurde. Man hat eine Verbindung von Kapazität und Ressource, weil im Warteraum, entsprechend dieses Zusammenhangs, zumindest eine gewisse Anzahl an Sitzen vorhanden sein muss. So kann grob auf Quadratmeter, Gangflächen usw. rückgerechnet werden. Wenn die Kapazität schon früh erreicht ist, kann auch die Wartezone entsprechend vergrößert werden. Im Krankenhaus gibt es keine einfachen Antworten, denn auch wenn Antworten subjektiv schlüssig und logisch erscheinen, wird es keine zielbringende Antwort sein. Die Logik liegt nämlich nicht bei einer, sondern die Logik ergibt sich aus dem Zusammenspiel von enorm vielen Personen.

Bedeutsam für die Simulation ist eine Analysephase im Nachfeld. Bei Simulationen eines Krankenhauses geht es stark um die Logik. Es muss genau eruiert werden, was herauskommt und ob das überhaupt realistisch ist. Daraus kann unter anderem abgelesen werden, wie viele Leute sich in welchem Bereich über die Zeit hinweg befinden. Darüber hinaus kann im Detail eruiert werden, welche Patiententypen bespielt werden, oder die genaue Raumbesetzung über die Zeit hinweg ausgegeben werden usw. Damit werden bspw. Ergebnisse der Simulation ersichtlich, wie Wartezeiten usw.¹⁰⁹

¹⁰⁷ Wurzer, 2011, S. 37.

¹⁰⁸ Vgl. Wurzer, 2011, S. 38.

¹⁰⁹ Vgl. Wilensky, 2015, S. 2 ff.

3 Literatur

Im Zuge der Analyse von Literatur zur Thematik Krankenhausplanung, Prozessvisualisierung und Simulation fand sich ein enger Kreis von Arbeiten, die sich mit der Prozessplanung im Zuge einer architektonischen Ausformulierung auseinandergesetzt haben oder diese generativ umgesetzt bzw. simuliert haben. Grundsätzlich finden sich drei Strömungen, die hierbei ähnlich im Ansatz und prägend für die vorliegende Arbeit sind:

- Prozessplanung in der Krankenhausarchitektur
- Generative Algorithmen
- Simulation von Prozessen

3.1 Prozess- und Krankenhausplanung

Im Zuge der betriebswirtschaftlichen Betrachtung ist das Werk ‚... und fertig ist das Klinikum‘ zu nennen, das durch verschiedene Akteure und betriebswirtschaftliche Annäherung die Krankenhausplanung im Neubau beschreibt. Die Prägung der Planung durch Prozesse besagt, dass grundlegend nach der Vernetzung von Prozessplanern und Architekten bzw. deren Verständnis von Planung verlangt wird, weil es die Aufgabe des Architekten ist, die Räume so zu entwerfen, dass die Prozesse reibungslos funktionieren.¹¹⁰ Entsprechend ähnlich sind hierbei die Betrachtungen von Prozessen und Qualität, was durchaus der Versorgungsplanung entspricht und auch in dieser Arbeit herangezogen wird.

Zur Betrachtung der funktionalen Planung kann auf die Publikation ‚Schematic Systems – Constraining Functions through processes (and vice versa)‘ verwiesen werden, in der es um die Erweiterung des Funktionsbegriffs, wie ihn der Architekt versteht, um Prozesse geht. Des Weiteren wird darauf eingegangen, wie ausgehend vom Schema mit Prozessen gearbeitet werden kann bzw. diese darin übernommen werden können. Hierbei ist vor allem die Definition der Funktion erwähnenswert, die die unterschiedliche Betrachtung von Architekten und Prozessplanern aufzeigt. Während der Planer die Funktionen mit Potentialen (capabilities) im Raum ausformuliert, arbeitet der Prozessplaner mit der Abfolge von Aktivitäten (action bzw. als Abfolge process), die wiederum diese Potentiale des Architekten um den Faktor Zeit erweitern.¹¹¹ Dieses Verständnis ist essentiell für die Krankenhausplanung, da sie sich stark durch Prozesse bzw. Abfolgen von Aktivitäten unterschiedlicher Personen definiert.

¹¹⁰ Debatin, Und fertig ist das Klinikum, 2010, S. 12.

¹¹¹ Wurzer, Schematic Systems Constraining Functions through processes (and vice versa), in international journal of architectural computing, 2010, S. 201.

Eine Arbeit, die sich mit der Krankenhausplanung und modularer Bauweise beschäftigt, ist ein Patent von Gunter Geiger. Die Herangehensweise entspricht ebenso einer zentralen Erschließung, die als zielführend betrachtet wurde, wobei die Patienten in ihrer Erschließung von der Versorgung getrennt werden und sich die Module um einen Versorgungskern anordnen. Diese Art der Ausformulierung ist immer um den Versorgungskern angeordnet und modular nur höhenadaptiv, was eine gewisse Schwäche des Moduls in seiner Vernetzung zu einem Gesamtsystem darstellt.¹¹²

Die prozessorientierte Herangehensweise an eine Problemstellung wird oft besprochen, aber besonders von Wolff-Plottegg in seinem Werk ‚Strich Generator‘ an einem einprägsamen Beispiel erklärt, wobei auch hier bereits eindringlich auf den Algorithmus, also das Regelwerk verwiesen wird:

„Wenn mit einem Strich etwas nicht stimmt, wenn man mit dem was die Hand gemacht hat nicht zufrieden ist, wenn der Strich dem "Vorbild" im Hirn oder in der Natur nicht entspricht [...] dann muß man den Bleistift aus der Hand legen, dann muß man den Radiergummi nehmen, dann muß man ausradieren, dann muß man den Radiergummi weglegen, dann muß man die Radierwuzerln entfernen, dann muß man nachdenken wie der neue "richtige" oder "verbesserte" Strich aussehen soll, dann muß man den Bleistift wieder in die Hand nehmen, dann muß man einen neuen Strich machen [...] (und dann sind die neuen Striche erfahrungsgemäß auf Grund der Selbstähnlichkeit einer "Handschrift" dem alten sehr ähnlich und dann geht alles wieder von vorne los

Lösung: In den Radiergummi wird eine Bleistiftmiene hineingesteckt, [...] wenn nun radiert wird, entsteht "automatisch" ein neuer Strich rasch, ohne viel Manipulation, ohne Nachdenken ... deutlich anders als der ursprüngliche Strich!“¹¹³



Abb. 31: Strich Generator | Quelle: Wolff-Plottegg, Strich Generator, 1970

¹¹² Geiger, Patent No. DE102013114816A1, 2013.

¹¹³ Wolff-Plottegg, Strich Generator, 1970, [online], abgerufen am 05.11.2017.

3.2 Generative Systeme

Als Basis des Alpha-Syntax-Algorithmus ist der zelluläre Automat zu nennen, der ursprünglich nach Stanislaw Ulam erstellt und von Neumann erweitert wurde. Dieser stellt einen Lösungsansatz für Probleme der Organisation und Evolution dar. Hierzu bietet das Werk ‚Programming.Architecture‘ von Paul Coates eine anschauliche Darstellung und prägnante Erklärung für zelluläre Automaten und generative Systeme, in dem einerseits auf die Ursprünge und andererseits auf die Anwendung und Erweiterung eingegangen wird. Die Basis der Themengebiete des zellulären Automaten und der Nutzung des Alpha-Syntax in einem anderen Kontext ist ebenso Teil dieser Arbeit und bildet die Grundlage für die generative modulare Anordnung.¹¹⁴

Auch Manfred Wolff-Plottegg definiert die Regelhaftigkeit des Algorithmus als essentielle Stellschrauben bei Betrachtung von generativen Algorithmen. Dabei erkennt er, dass sich die Architektur bereits in einem Wandel von dem Gebäude als Endprodukt hin zu einer Architektur als Steuerung von Funktionsabläufen entwickelt. Den Grundgedanken dieser Prozesssteuerung findet er auch im Planungsprozess, wo Inhalt und Methode über den Computer zu einem Element werden. Durch das Entwickeln von Regeln in dieser Betrachtung verändert sich die Planung von einer Abfolge subjektiver Entscheidungen zu einem dokumentierten Prozess.¹¹⁵ Des Weiteren verweist Peter Weibel in Kontext von Wolff-Plottegg auf die Erklärung des Algorithmus im Zuge der Lösung von architektonischen Problemen. Dabei definiert er den Algorithmus als Handlungsanweisung, bzw. Definition der Entscheidungsprozedur, was dem Gedanken der Planung entspricht.¹¹⁶

Im Kontext von Krankenhaustypologien und der Generierung von Gebäudevolumina ist die Publikation ‚towards rating of generated typologies by means of adjacency comparisons‘ von Gabriel Wurzer erwähnenswert. Ausgehend von einer Megazelle, bestehend aus einer Zirkulationszelle und acht Nachbarn als reguläre Zellen, kann sich diese in folgende Richtungen um eine neue Megazelle erweitern: vertikal, horizontal oder diagonal. Nach dem Erstellen dieser neuen Megazelle wird jede Zelle zwischen den Zirkulationszellen ebenfalls zu einer Zirkulationszelle, um eine durchgängige Erschließung zu gewährleisten. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt bis das Budget als Richtwert erschöpft ist, das vorweg eingestellt werden kann und bei jeder Erweiterung um eine Megazelle reduziert wird. Sobald das Gebäude generiert wurde, wird es in ‚öffentliche‘ und ‚private‘ Bereiche eingeteilt und das Ergebnis dargestellt, was besonders in der Betrachtung im Zuge der Veränderung der Parameter und der resultierenden entsprechenden Typologie interessant ist, wie bspw. eine höhere Wahrscheinlichkeit für vertikale Erweiterung, was zu turmartigen Typen führt. Diese

¹¹⁴ Coates, 2010, S. 143.

¹¹⁵ Wolff-Plottegg, Architektur-Algorithmen, 1996, S. 9.

¹¹⁶ Weibel, Architektur und Medien, 2015. S. 347.

generative Herangehensweise, um die effizienteste Lösung zu finden ist durchaus in der Variantenbildung des Krankenhauses sehr relevant und entspricht ebenso dem Gedanken dieser Arbeit.¹¹⁷

3.3 Simulation von Prozessen

Die Herangehensweise an die Krankenhausplanung auf einer prozessgestützten Basis in der frühen Planung wird auch in der Arbeit ‚Early-Stage Egress Simulation for Process-Driven Buildings‘ von Gabriel Wurzer forciert. Demnach werden zwei essentielle Phasen der frühen Planung unterschieden: Gebäudeorganisation und Funktionsplanung. Hierbei ist die Diagrammatik des Architekten von der des Prozessplaners und der dynamischen Betrachtung beider grundlegend zu analysieren. Während eine Prozess- oder eine Abfolgedarstellung in der Organisation eine Darstellung eines bestimmten Moments ist und der Architekt oft parallel dazu und nicht darauf aufbauend die Raum- und Funktionsdarstellung entwirft, hat man durch die Simulation die Möglichkeit beides zu verbinden und über einen Zeitraum zu analysieren, indem man die Prozessmodelle als Input für die Funktionsplanung nutzt. Es sind nicht nur die Raumabfolgen, sondern auch die Kapazitätsabfolgen, die den Räumen hinterlegt sind, essentiell, um zu analysieren, wo sich welche Person wann befindet und was tut. Aufgrund dieser Abfolgen besteht das Potential, die Simulation zu analysieren und zu optimieren, denn nur das Verändern von Räumen, ohne die Prozessfolgen der Kapazitätshinterlegung zu betrachten, kann im schlechtesten Fall zu weiteren nicht betrachteten Problemen führen. Von zentraler Bedeutung bei der Erstellung von Schemata in der Funktionsplanung ist, dass sie zwar hinterlegt sind und Kapazitäten haben, aber nicht als ausformulierter Raum zu verstehen sind, da die Größe und Feinformulierung erst in einer späteren Planungsphase, der Formfindung, erfolgt.¹¹⁸

In der Publikation ‚In-Process Agent Simulation for Early Stages of Hospital Planning‘, die ebenfalls von Gabriel Wurzer stammt, wird darauf eingegangen welche Parameter die Ausformulierungen der frühen Planung und das Prozessmodell in der frühen Krankenhausplanung aufweisen und wie diese zielführend in eine Simulation übernommen werden können. Im Zuge des Entwurfs des architektonischen bzw. planerischen Ansatzes, gibt es Entscheidungen in der Gestaltung, wie Kontext, Nachbarschaftsbeziehungen, Erschließungen und Verkehr, Standort, Größe und Proportion, Verortung und Dimensionierung, Orientierung, Erweiterbarkeit und Adaptierbarkeit. Des Weiteren können über Simulationen weitere Parameter implementiert und gewichtet werden, die dem

¹¹⁷ Wurzer, towards rating of generated typologies by means of adjacency comparisons, in: SimAUD, 2016, S. 247 ff.

¹¹⁸ Wurzer, Early-Stage Egress Simulation for Process-Driven Buildings, in: Proceedings of the 6th Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamic, 2012, S. 223 f.

Planungsziel auch aus Sicht des Prozessplaners entsprechen, wobei die Ergebnisse insoweit zielführend sind, als dass in der Simulation das Prozessmodell und das räumliche Konzept gemeinsam betrachtet werden. Parameter der Simulation sind bspw. Sichtbarkeit, Zugänglichkeit und Wegfindung, Bewegung, Zirkulation und Verkehr sowie Nutzung. Beide Aufzählungen erfordern eine Lösung im Zuge des Raumkonzepts, was im Zuge der Simulation mittels ABS gelöst werden kann.¹¹⁹

¹¹⁹ Wurzer, In-Process Agent Simulation for Early Stages of Hospital Planning, In: Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems, 2013, S. 331 ff.

4 Basis für das Modulsystem

Das, im Zuge dieser Arbeit entwickelte, Modulsystem beruht auf Abfolgen verschiedener Personen im Krankenhaus. Hierfür wird vorweg eine Analyse der Geschichte vorgenommen, um das generative Potential, mit dem in Folge gearbeitet wird, zu erkennen. Außerdem werden verschiedene Ebenen in unterschiedlichen Maßstäben und mit unterschiedlicher Detailschärfe betrachtet und daraufhin Funktionen sowie Aktivitäten untersucht und diese in Abfolgen hinterlegt, um so die Verbindung von Prozess und Funktion zu schaffen. Das gesamte Zusammenwirken ergab in Folge das modulare und schematische System ‚P2M: process to module‘. Diese Systematik wird theoretisch-szenariell am Beispiel der Onkologie/Radiationonkologie des Landeskrankenhauses Wiener Neustadt angewandt.

4.1 Geschichtliche Entwicklung des LK Wiener Neustadt

Die geschichtliche Entwicklung des Landesklinikums Wiener Neustadt lässt sich bis in das 12. Jahrhundert zu den Badehäusern, bspw. in der Schulgasse und in der Wiener Straße, und den entsprechenden Badern und Wundärzten zurückverfolgen. Die erste Nennung des Bürgerspitals als solches erfolgte 1321 („Elisabethspital“). Es war außerhalb des inneren Wiener Tors an der Wienerstraße 29 bis 35 verortet. Auch hier arbeiteten noch Bader und private Wundärzte. Bis zum Jahre 1430 wurde das Spital um das Sundersiechenhaus am Hammerbach sowie 1450 um das Judenspital am Allerheiligenplatz 5 erweitert. Seinerzeit ging man davon aus, dass nur jene Menschen erkrankten, die Sünder waren. Das Elisabethspital wurde durch ein Feuer 1532 vernichtet und 1545 am Domplatz als Bürgerspital neu erbaut.¹²⁰

Ungefähr 100 Jahre später (1649) wurde das Armenlazarett an der Zemendorferkirche am Lichtenwörtherweg errichtet, um eine Trennung von den Armen und den Seuchenkranken vorzunehmen. Das kleine Lazarett, auch Kontumazhaus genannt, wurde 1714 außerhalb der Stadtmauer errichtet, um die Seuchenkranken außerhalb der Stadt zu behandeln. Das Kontumazhaus, das später als Armenhaus fungierte, wurde 1843 durch ein Gebäude in der Ungargasse abgelöst und verkauft. Im Jahre 1762 wurde ein privat geführtes Krankenhaus errichtet und 1781 dem Bürgerspital, auch großes Lazarett genannt, gestiftet, wobei dieses selbst fünf Jahre später veräußert wurde.¹²¹

¹²⁰ Vgl. Edelbauer, A.ö. Krankenhaus Wiener Neustadt im Spiegel der Zeit, 2000, S. 11 ff.

¹²¹ Vgl. ebda., S. 14 ff.



Abb. 32: Schwarzplan Wiener Neustadt Krankenhaus 1321 bis 2017 | Quelle: Open Street Maps, überarbeitet

4.1.1 1842 – 1918: Vom Heilverein zur Schwesternpflege

Im Jahre 1842 wurde der Heilverein Wiener Neustadt gegründet, der einer ersten Art der Versicherung entsprach. Kurz darauf (1856) wurde das Bürgerspital via Dekret zum allgemeinen Krankenhaus erklärt.¹²² Für das Bürgerspital wurde 1867 das Gebäude Herrengasse angekauft, das bereits kurz darauf zu klein wurde. An der Mayerhofermühle wurde daraufhin ein Neubau als allgemeines Krankenhaus geplant. Baulich ist die zeitliche Entwicklung des Klinikums Wiener Neustadt am Standort Mayerhofermühle durch zwei Faktoren geprägt: die Stadtmauer und den Kehrbach. Ursprünglich wurde das Areal am Kehrbach bei der Mayerhofermühle, der damaligen Stadtmühle, im Jahre 1883 via Antrag für den Bau eines allgemeinen Krankenhauses freigegeben. Es wurde 1885 bis 1889 durch Architekt Georg Wilhelm Mayer geplant und außerhalb der Stadtmauer als Neubau mit 120 Betten angesiedelt. Das Krankenhaus wurde durch eine Kommission (vgl. heute kollegiale Führung) geleitet und unterstand den Regeln eines Krankenhaus-Statuts aus dem Jahre 1890.

Ebenso unter der Leitung des allgemeinen Krankenhauses stand das Epidemiespital mit 30 Betten, das aber von diesem räumlich getrennt wurde und in der Nähe des 1902 errichteten Truppenspital (zuvor Wiener Straße) in der Ungarvorstadt angesiedelt war. Da der Platz nicht ausreichte und es veraltet war, wurde 1900 ein neues Infektionskrankenhaus nach den Plänen von Franz Gruber errichtet, wobei es räumlich keine große Differenz zum allgemeinen Krankenhaus geben durfte. Es wurde an der Stadtmühle östlich des Kehrbachs mit sechs Pavillons geplant, wovon im Endeffekt vier gebaut wurden – Pavillon A mit zwei Abteilungen für mehrere Krankheitsarten, Pavillon B mit zwei Abteilungen für eine Krankheitsart, Pavillon C für Beobachtung und Pavillon D für Diphtherie, wobei letzteres aus finanziellen Gründen erst später errichtet wurde. Auch in den Pavillons mit mehreren Kranken wurde auf die Trennung geachtet, um ein Zusammentreffen auszuschließen. Geplant, aber erst später errichtet wurden der Pavillon E für den Neubau der Waschküche und Desinfektion und Pavillon F als Neubau des Leichenhauses. Auf dem freibleibenden Areal an der Grazer Straße wurde der städtische Fuhrpark untergebracht. Heute würde es dem Standort der

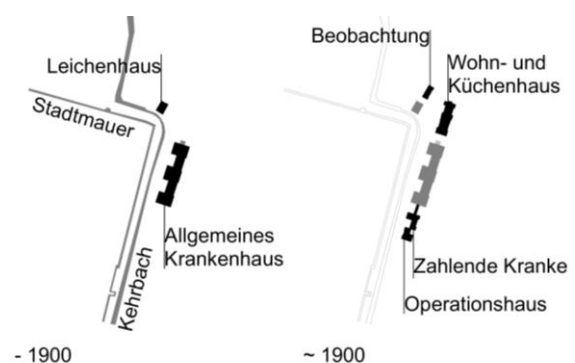


Abb. 33: Phase 1 – Hauptgebäude und Zubau |
Quelle: Planmaterial

¹²² LKWN, Klinikneubau, 2017, [online], abgerufen am 19.12.2017.

Krankenpflegeschule im nördlichen Areal des heutigen Landesklinikums entsprechen.¹²³

Zugleich wurde das Hauptgebäude um einen Zubau für Operationen und eine Abteilung für zahlende Kranke, sowie ein externes Wohn- und Küchengebäude, erweitert. Die Errichtung des Infektionsspitals und die Erweiterung des Altbestandes im Hauptgebäude wurden als Kaiserin Elisabeth Spital (Kaiserin Elisabeth zuvor 1899 in Genf ermordet) gebaut. Bereits im Jahre 1897 wurde im Neustädter Bürgerspital ein Röntgenscher Durchleuchtungsapparat angeschafft. Im Jahre 1903 wurden die Turmuhr und die neue Wäscherei im Souterrain des Hauptgebäudes, errichtet. Ungefähr ein Jahr später wurden das bis dahin bestehende Hafengebäude abgebaut, sowie das Pförtnerhäuschen und die Verwaltung errichtet. Auch eine Stromversorgung wurde angeschafft, die von der Militärakademie kommend, im Süden des Krankenhauses, aufgeschlossen wurde. Somit sind hier schon starke Veränderungen erkennbar, die einerseits mit Krankheit und Hierarchie und andererseits mit Erschließung und Technik zu tun haben.¹²⁴

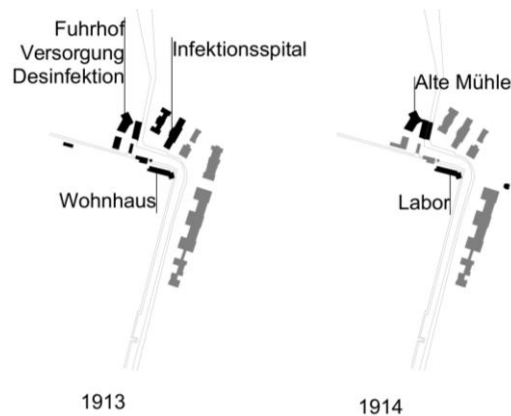


Abb. 34: Phase 2 – Pavillonstruktur | Quelle: Planmaterial

Im Jahre 1913 wurden die Pflegeschwestern in das Mutterhaus im Klosterspital Waisenhausgasse (1904 errichtet) umquartiert, das als Entlastung für die Schwestern genutzt wurde. Die Dienste der Schwestern und das Krankenhaus, bzw. das Armenhaus waren substantiell miteinander verbunden. Durch den Auszug der Schwestern wurde Platz frei, der für eine Augenabteilung mit Operationsraum und vier Zimmern genutzt wurde.¹²⁵

Im Jahre 1910 wurde die Gemeinde mit einer Tiefquellwasserleitung aufgeschlossen und das Kloster sowie Krankenhaus wurden angeschlossen. Des Weiteren wurden 1913 eine Zentralheizung sowie eine Zentralwarmwasseranlage errichtet. Das Kesselhaus wurde nicht zentral, sondern an der Grazerstraße – Deutschgasse errichtet. Im selben Jahr wurde ein Vertrag zur Pflege zwischen Schwestern und Krankenhaus abgeschlossen und dort im Zuge des Ersten Weltkriegs eine Röntgenanlage und eine Überdruckanlage angeschafft. Außerdem wurden zwei Seuchenbaracken für 35 Patienten (1914) errichtet, da Epidemien, das zeitlich und örtlich mehrfache Auftreten einer Krankheit in einer Population, wieder akut wurden. Im Jahr 1915 wurde in der Sieglgasse und ein Jahr später im Neukloster ein Notspital sowie zwischen Kanal und Pottendorferstraße ein Kriegsspital für 1500 Personen

¹²³ Vgl. Edelbauer, A.ö. Krankenhaus Wiener Neustadt im Spiegel der Zeit, 2000, S. 32 ff.

¹²⁴ Edelbauer, 2000, S. 32 ff.

¹²⁵ LKWN, Klinikneubau, 2017, [online], abgerufen am 19.12.2017.

mit Bahnhofanschluss errichtet. Letzteres wurde bereits fünf Jahre später aufgelassen und zur Döttelbachsiedlung umgebaut.¹²⁶

4.1.2 1918 – 1945: Von der ersten zur zweiten Republik

Nach dem Ersten Weltkrieg 1918 entstand die neue Regierungsform der Demokratie in Österreich. Damit änderte sich auch der Zugang zu Religion und die Verbindung von Religion und Staatsstruktur, wodurch die Schwestern Probleme hatten, da ihr Handeln beschränkt und teilweise verboten wurde.¹²⁷ Auch Tuberkulose wurde in der Nachkriegszeit zu einem immer größeren Problem, weswegen eine Lungenabteilung in der Fabrik im Karmeliterkloster Schlögelgasse geschaffen wurde, die schnell zu einer der frequentiertesten in Österreich wurde und große Einzugsgebiete angesprochen hat. Ein Jahr darauf wurde die TBC Fürsorge am Kanal errichtet, wo heute der Paul-Habetin-Kindergarten steht. Im selben Jahr wurden Laborareale innerhalb der noch bestehenden Stadtmauer im Deutschherrenturm eingebaut.

Im Jahre 1922 wurde die Gasheizung für den Küchenbetrieb errichtet. Des Weiteren wurde je eine Fachgruppe für Frauenkrankheiten und für HNO errichtet. Zwei Jahre später wurde ein neues Mutterheim in der Ungargasse 29, im ehemaligen Truppenspital, errichtet und kurz darauf die erste Röntgenschwester eingestellt.

Das Hauptgebäude des allgemeinen Krankenhauses wurde unter dem Architekten Sedlazeck 1926 um einen zweiten und dritten Stock ausgebaut. Im zweiten Stock wurden ein Operationsraum sowie eine Chirurgie mit 100 Betten und im dritten Stock Arztwohnungen errichtet. Des Weiteren wurde die Küche ausgebaut und ein Bettenaufzug angeschafft. Es gab einen Generator, einen Warmwasserkessel, einen Boiler sowie eine Desinfektion. Auch eine Diagnostik wurde (im Tierstall) eingerichtet. Insgesamt gab es zu dieser Zeit sieben Abteilungen: die Interne Abteilung, die chirurgische Abteilung, die Lungenabteilung, die Augenabteilung, die gynäkologische Abteilung, die Oto-Rhino-Laryngologische Abteilung (Ohr-Nase-Hals) und das Röntgeninstitut. Ein Jahr darauf wurde an der Stadtmauer das Lungenpavillon E mit 32 Betten errichtet.¹²⁸

Das allgemeine Krankenhaus wurde 1930 um ein Röntgeninstitut erweitert, nachdem man den Bedarf erkannt hatte. Des Weiteren wurden 150 mg Radium angekauft, um eine Bestrahlung einzuführen. Ebenso wurde kurz darauf die Apothekenkonzession erworben, aber nicht baulich umgesetzt, da der Platz fehlte. Im Jahre 1937 wurde an das Sanatorium ein Zubau für das Mütterheim angeschlossen. Man erkennt die Thematik des Erschließens,

¹²⁶ Vgl. Edelbauer, 2000, S. 32 ff.

¹²⁷ Vgl. Edelbauer, 2000, S 51.

¹²⁸ Ebda., S 53f.

die nun verstärkt fokussiert wurde und zugleich die rege Umnutzung von Gebäuden sowie die zeitliche Adaption in relativ kurzer Zeit.¹²⁹

4.1.3 1938 – 1968: Vom Pavillonspital zum zentralen Unfallkrankenhaus

Zur Zeit des Zweiten Weltkriegs 1938 war vor allem das Thema Luftschutz essentiell, wobei ein Bunker im Karmeliterkeller gebaut wurde. Aufgrund der Schwerpunktsituation der Abteilungen kamen Patienten von anderen Krankenhäusern, wie Neunkirchen, Baden, Eisenstadt und Oberpullendorf, nach Wiener Neustadt. Im Jahre 1941 wurden am Standort des Fuhrparks Baracken für ausländische Arbeitskräfte errichtet. Des Weiteren wurde in der Schlögelgasse eine Schwesternschule gebaut. Zwischen 1943 und 1945 wurden große Teile des Krankenhauses durch Bombentreffer schwer beschädigt und zerstört. Im Jahr 1945 wurde das Spital durch die Besatzungstruppen der Roten Armee okkupiert. Es kam vom Konzentrationslager Lichtenwörth aus zu einer Epidemie, weswegen die Infektionsspitäler Neudörfel, Waltergasse 15 und Baumkirchnerring eingerichtet wurden. Erst mit der Freigabe des allgemeinen Krankenhauses wurde die Gesundheitssituation wieder tragbar.¹³⁰

Bis in das Jahr 1949 passierte relativ wenig und es wurde das Sanatorium des allgemeinen Krankenhauses erweitert. Im Jahr 1951 wurden das Pavillon E zur Prosektur und die Desinfektion mit Garage am Ende des Flusses aufgelassen. Das Gebäude wurde vergrößert und das Areal um die Pavillons F und G sowie das Gebäude Eysberggring (heute Corvinusring) erweitert. Die alte Prosektur wurde 1955 zur Apotheke und es wurden ein Ölspeicher und ein Kesselhaus gebaut.

Somit gab es bauliche Veränderungen aufgrund der Entwicklung gewisser Nutzungsaspekte, sowie entstandener technischer Neuerungen, was in Folge immer stärker forciert wurde. Im Jahre 1957 wurde die Anästhesie errichtet und die Lungenabteilung zur zweiten internen Abteilung umfunktioniert. Kurz darauf wurden eine Schwesternschule und eine Müllverbrennung errichtet sowie die Verwaltung ins Karmeliterkloster verlagert.

131

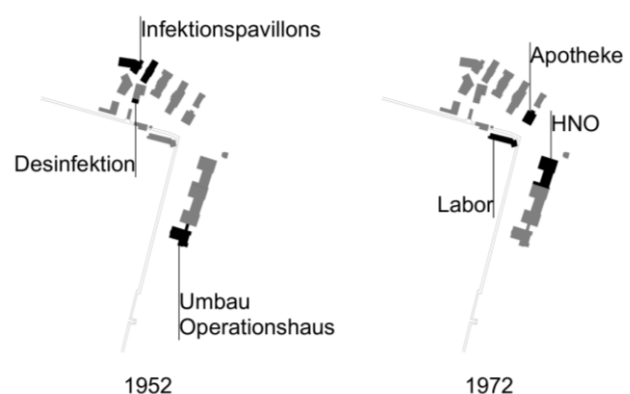


Abb. 35: Phase 3 – Adaption Bestand | Quelle: Planmaterial

¹²⁹ LKWN, 2017, [online], abgerufen am 19.12.2017.

¹³⁰ Vgl. Edelbauer, 2000, S. 102 ff.

¹³¹ Ebda., S. 117 f.

Im Jahr 1968 wurde der Grundstein für das Unfallkrankenhaus und die Zentralküche gelegt, die 1971 eröffnet wurden. Im selben Jahr wurde ein Verbindungssteg vom Bettentrakt zur alten Internen Abteilung gebaut. Kurze Zeit später wurde im Hauptgebäude die HNO Abteilung umgebaut. Der Operationssaal und der Bereich für zahlende Kranke sind hier bereits am Plan ersichtlich als Sanatorium und Mütterheim umgenutzt.¹³² Das Schwerpunktkrankenhaus hatte zu dieser Zeit 14 Stockwerke mit einem Schwergewicht auf moderner Klimatechnik, Labortechnik und Sicherheit. Zu dieser Zeit gab es noch das Labor an der Stadtmauer, das 1974 um das Pavillon D in der teilweise abgerissenen Stadtmauer erweitert wurde. Am Areal wurde darüber hinaus auch eine Tischlerei errichtet.¹³³ Hier sind somit Nutzungsveränderungen und Adaptionen zu erkennen, die durchaus gegenwärtig in der Diskussion Relevanz haben, wie bspw. im Zuge des Auslagerns der Versorgung zum Logistikzentrum Wiener Neustadt, das in diesem Fall neben Wiener Neustadt auch weitere Kliniken bespielt.¹³⁴

Im Jahre 1976 sieht man, dass die Stadtmauer aufgelassen wurde und sich das Krankenhaus ausbreitete. Am Hauptgebäude wurde die Küche angebaut und an der Deutschordenskirche eine Direktion mit Verwaltung errichtet. Die Kirche wurde zwar erneuert, aber der Turm musste an seiner Stelle bleiben, weswegen er im Hof stehen blieb. Des Weiteren wurde die zweite Interne mit zwei Labors und einem Diagnosezentrum eröffnet. 1976 wurde auch der Neubau mit Unfallchirurgie und Bettentrakt geplant und gebaut, unter Abriss der Apotheke, Pavillon A, B und C, der Tischlerei sowie des Pavillons D. Im Hauptgebäude wurden das Zentralröntgeninstitut und die Bettenstation für Urologie eingesetzt. In der Urologie wurden bis zu 70 % ortsfremde Patienten behandelt, wobei die Wichtigkeit der Urologie erkannt und die Kinderabteilung aufgelassen und durch Mischabteilungen, bzw. Eingliederung in bestehende Abteilungen, ersetzt wurde. Durch die Ablehnung der Kirche im öffentlichen Bereich musste das Krankenhaus eigenes Personal ausbilden, weswegen eine Krankenpflegeschule (1975) errichtet

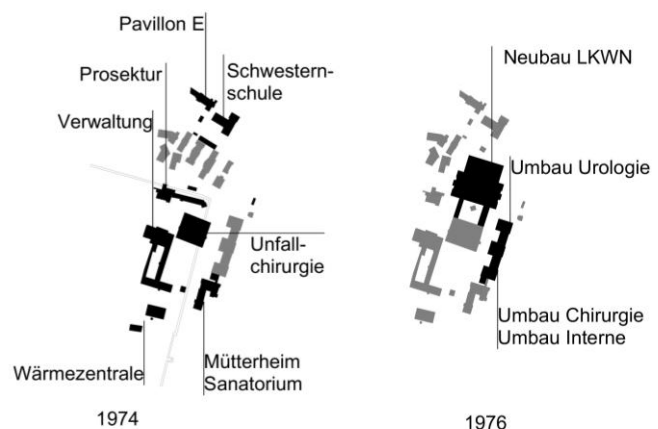


Abb. 36: Phase 4 - Umbau UKH | Quelle: Planmaterial

¹³² LKWN, 2017, [online], abgerufen am 19.12.2017.

¹³³ Vgl. Edelbauer, 2000, S. 125 ff.

¹³⁴ LKWN, 2017, [online], abgerufen am 19.12.2017.

wurde. Im Jahre 1978 zog sich der Pflegeorden vollkommen in sein eigenes Ordensspital zurück.¹³⁵

4.1.4 1979 – 2017: Modernisierung, Politik und Technik

Im selben Jahr wurden im Hauptgebäude die Chirurgie, 1979 der Krankenhauskindergarten und kurz darauf die interne Abteilung gebaut. Wenige Jahre später kamen der Pavillon N (Dialyse) und die Gaszentrale dazu. Des Weiteren kam es zur Anschaffung hochmoderner Geräte und zur Umsetzung einer Verkehrsberuhigung um den Corvinusring, um die Patienten vor dem aufkommenden Verkehrslärm zu schützen. Es wird ersichtlich, dass ab 1976 der Facettenreichtum der Abteilungen zunahm und es zu immer mehr Spezialisierungen kam. Außerdem begann sich auch die Lehre im Krankenhaus zu etablieren, was auf eine neue Nutzungsdurchmischung schließen lässt. Erst 1983 kam es zur Einführung der Besuchszeiten und des Kabelfernsehens in den Zimmern. Im selben Jahr wurde in der zweiten Internen Abteilung ein Gerät zur Echokardiographie angeschafft sowie die HNO-Abteilung vergrößert. Weiters wurde die Dialyse eingerichtet und ein Jahr darauf die Orthopädie eingeführt. Im Erdgeschoss eröffnete das Café, das bis heute einen Anlaufpunkt darstellt. Erst 1986 wurden die Kinderabteilung und der Eingang Spitalsgasse eröffnet.¹³⁶

Im Jahre 1990 wurden ein diagnostisches Röntgengerät, CT, Lithoripter sowie Ultraschall für verschiedene Abteilungen angeschafft. Kurze Zeit später wurde 1993 ein radiologischer Nachtdienst eingeführt und eine Laserresektion durchgeführt. Im gleichen Jahr wurde der Kinderhort eröffnet. Ein Jahr später wurde die Teleradiologie und 1997 die Radiologie errichtet, was dazu führte, dass viele Patienten aus dem Burgenland und Wien nach Wiener Neustadt strömten. Zwischen 1995 und 1998 wurden eine Angiographieanlage, sowie ein Kernspintomograph und ein Mammographiegerät gekauft. Erstmals wurde 1998 eine Strahlentherapie durchgeführt und zwei Jahre später die Nuklearmedizin eingeführt.¹³⁷

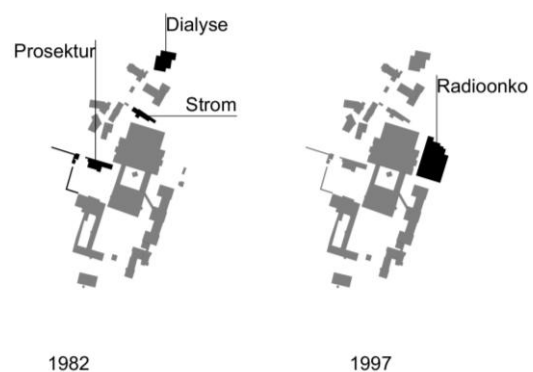


Abb. 37: Phase 5 – Modernisierung | Quelle: Planmaterial

Im Jahre 2001 wurde dann das Parkhaus mit Helipad und unterirdischen sowie erdgeschossigen Übergängen zum Krankenhaus errichtet. Drei Jahre darauf (2004) wurden

¹³⁵ LKWN, 2017, [online], abgerufen am 19.12.2017.

¹³⁶ Vgl. Edelbauer, 2000, S. 150 f.

¹³⁷ ebda., S. 158 f.

die Interne und die neurologische Abteilung im Hauptgebäude umgebaut. Im Jahre 2011 wurde die zweite Interne als Containergebäude errichtet und kurze Zeit später an der Betriebsfeuerwehr ein Garagenanbau durchgeführt. Im ehemaligen Schlögelturm der Stadtmauer befindet sich heute das Krankenhausmuseum. Im Zuge des Helipad-Ausbaues ergab sich wieder eine neue Form der Erschließung, welche in Folge in den Gesamtprozess des Krankenhauses eingegriffen hat. Des Weiteren finden sich gesundheitsversorgungstechnisch eher untergeordnete Funktionen im Krankenhaus, wie das Museum. Gegenwärtig hat das Landesklinikum einen Lehrauftrag und besteht aus 14 Abteilungen in fünf Instituten mit 826 Betten.¹³⁸

Somit ist hier eindeutig die zeitliche Komponente von Planung, Bau, bzw. Umbau des Landesklinikums zu erkennen, worauf der Planer innerhalb relativ kurzer Zeit zu reagieren hat. Bei der Betrachtung des Zeitraums von 1900 bis 2001 fällt auf, dass es grundlegendste Veränderungen des Krankenhauses innerhalb von etwas mehr als drei Zyklen von Gebäuden in der Annahme gab, dass ein Zyklus dem Schadenersatz nach dem Bürgerlichen Gesetzbuch mit 30 Jahren absoluter Verjährung entspricht.¹³⁹ Somit ist eindeutig ersichtlich, dass ein flexibles System benötigt wird, das Daten aufnimmt und in gewissem Rahmen die Planung auf Zeit miteinbezieht.¹⁴⁰ Auch die Basis der geschichtlichen Betrachtung durch den Einfluss von Stadtmauer und Kehrbach ist bis heute gegeben und wirkt sich auch gegenwärtig durch den Denkmalschutz und Grundwasserstand aus, was durch den Umbau des Karmeliterklosters zum FH-Campus gegenwärtig ersichtlich ist.

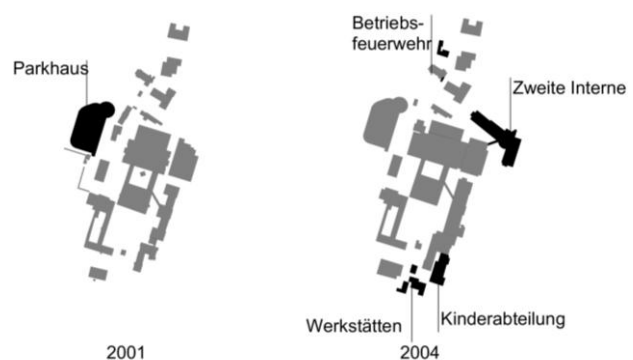


Abb. 38: Phase 6 - aktueller Stand | Quelle: Planmaterial

Darüber hinaus kann man auch die Operationsmethoden von früher und heute vergleichen. Während es früher in Krankenhäusern eher schmutzig und infektiös war, wird heute minimalinversiv und hochrein gearbeitet. Auch neue Faktoren wie Online-Konsultation kommen auf und müssen geplant werden. Es ist somit zu erkennen, wie schnell der Wandel komplexer Aufgabenbereiche in kurzer Zeit funktioniert.

In der folgenden Darstellung lassen sich man die verschiedenen Flächenzuwächse und Reduktionen anhand der gebauten Institute erkennen und die Entwicklung nachvollziehen. Diese geht einher mit der Bevölkerungsentwicklung sowie der entsprechenden

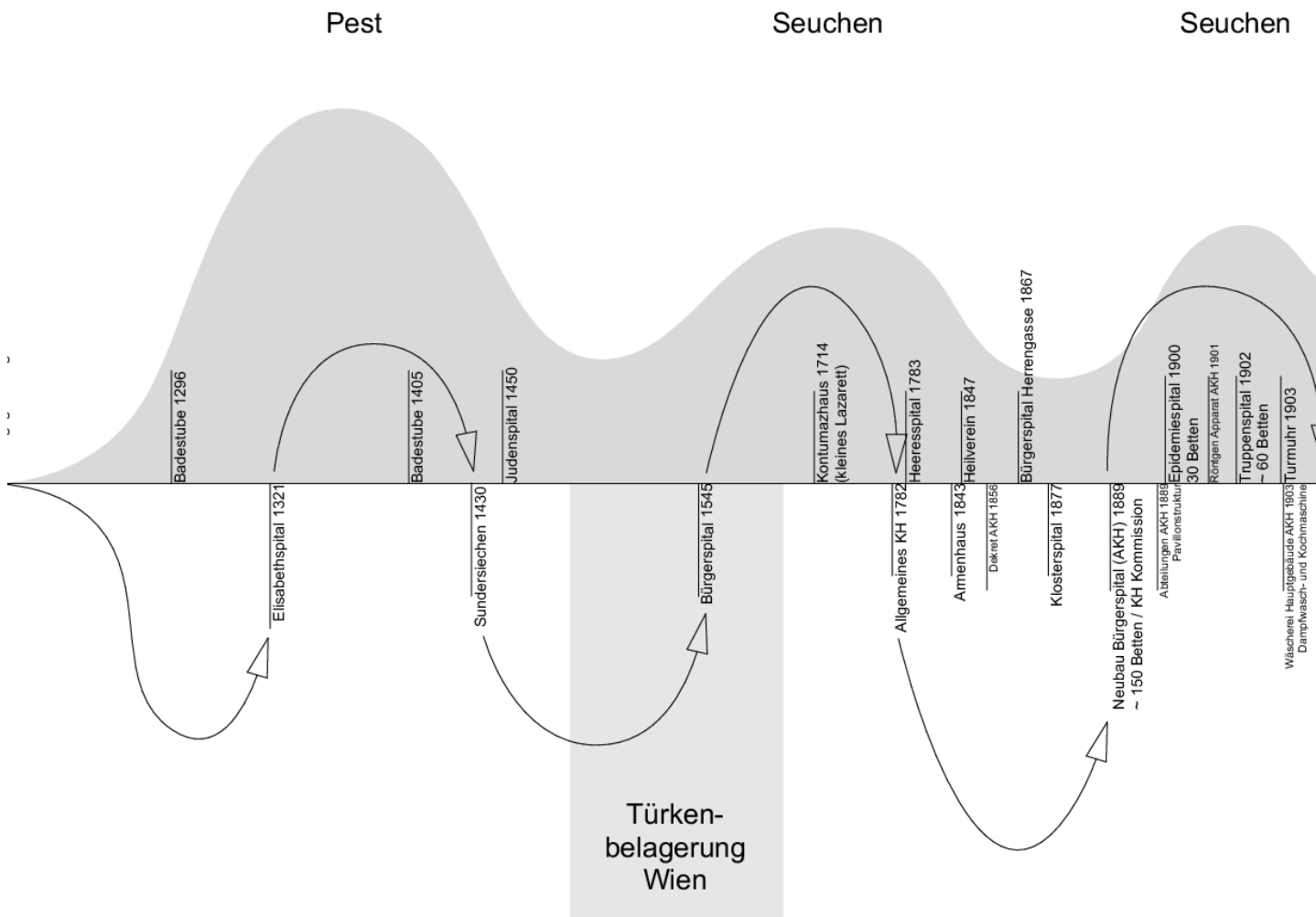
¹³⁸ Vgl. LKWN, 2017, [online], abgerufen am 19.12.2017.

¹³⁹ § 1489 ABGB.

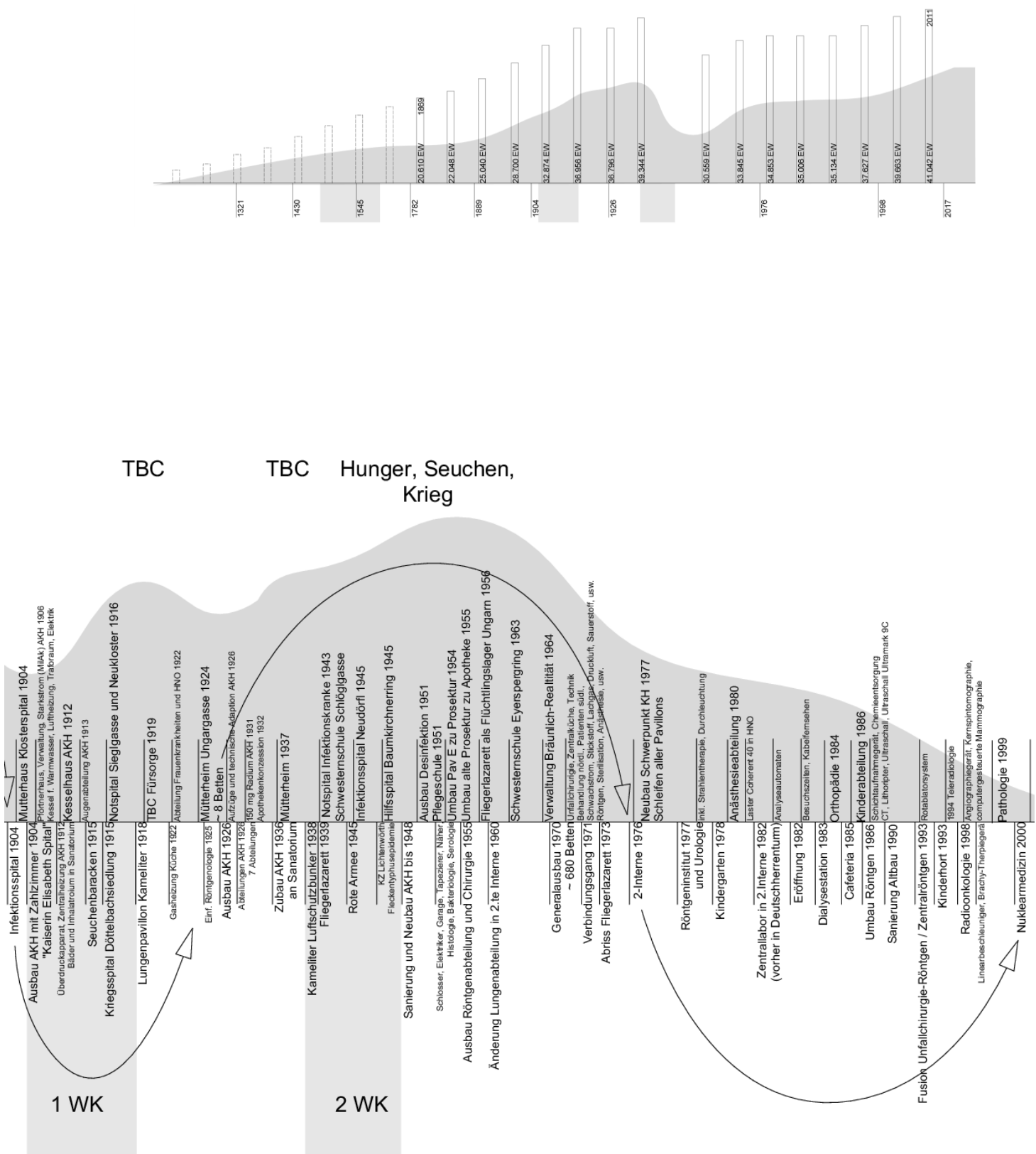
¹⁴⁰ Bopp, Regionale Krankenhausplanung, 1970, S. 68.

Lebenserwartung und den Krankheiten. So wurde nach dem Ersten Weltkrieg die TBC Fürsorge errichtet sowie eine Schwerpunktlage für Lungenkrankheiten geschaffen, was wiederum zu entsprechender Migration geführt hat. Des Weiteren ist zu erkennen, dass durch die Technologisierung der letzten Jahrzehnte die epidemischen Krankheiten zurückgegangen sind. Anhand des Zeitstrahls werden neben den geschichtlichen Aspekten auch der Zusammenhang von Krieg und Krankheit sowie deren Abfolgen ersichtlich. Hierbei lassen sich die Auswirkungen auf die Architektur und die technischen Anschaffungen betrachten. Auch politische Entscheidungen sowie Schwerpunktsituationen sind starke Indikatoren für geforderte Flexibilität und tiefgreifende Veränderungen.

Ebene 1 Krankheiten Ebene 2 Gebäude Ebene 3 Technik Ebene 4 Kriege



Ebene 5 Demographie



Ebene 6 Gebäude – Verhältnisse bebauter Flächen

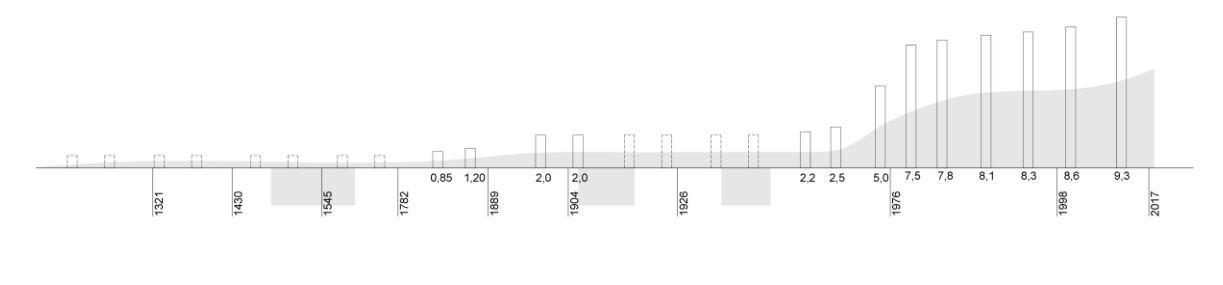


Abb. 39: Geschichtliche Entwicklung, demographische Entwicklung, Flächenentwicklung | Quelle: Planmaterial LKWN und Edelbauer, 2000

4.2 Analyse der Ebenen

Ebenso wie sich Faktoren wie der Zusammenhang von Kriegen und Seuchen und der architektonischen und technischen Reaktion schlüssig aus dem Raum und der zeitlichen bzw. geschichtlichen Entwicklung des Landesklinikums Wiener Neustadt ableiten lassen, besteht die Möglichkeit, einerseits das größere Umfeld und die Umgebung und andererseits das Krankenhaus und die Abteilungen zu untersuchen, um daraus entsprechende Schlüsse zu ziehen, wie das Krankenhaus gegenwärtig funktioniert und was sich in Zukunft ändern wird.

Zur Analyse von Systemen, in diesem Fall top-down, bieten sich die Bezeichnungen und Vertiefungen der Sozialwissenschaften gemäß Makro-, Meso- und Mikroebene¹⁴¹ an, um den Detailgrad der Analyse in jedem Schritt zu schärfen. Die Makroebene betrifft den Raum Niederösterreich mit Schwergewicht auf das Industrieviertel und die entsprechenden Prognosen der Bevölkerung, Gesundheit und Erkrankungen. Die Mesoebene definiert aufgrund des prognostizierten Wachstums und der Krebsprävalenzraten eine schematische Basis für die Onkologie, Radioonkologie und Nuklearmedizin. Aufbauend auf dieser Basis wird in der Mikroebene das Schema mit Prozessen angereichert und in zusammengehörigen Bereichen ausformuliert um die Grundlage für das Modul in der folgenden Planung zu bieten.

4.2.1 Makroebene – Standortanalyse

Auf Ebene des Bundeslandes besteht die Möglichkeit, dass man im Atlas der österreichischen Raumordnungskonferenz die Raumplanungsdaten sowie die prognostischen Daten von Statistik Austria und des Amtes der NÖ Landesregierung analysiert und entsprechende Schlüsse zieht. Essentiell sind hierbei demographische Daten wie Bevölkerungsentwicklung, Migration sowie Einzugsgebiete, was in die Versorgungsplanung einfließt. Bei der Betrachtung sind der Raum Niederösterreich sowie Strömungen aus Wien, Burgenland, Steiermark und der Grenzregion Ödenburg (Ungarn) relevant. Wenn man die ÖROK-Prognosen der Hauptvariante heranzieht, ist ersichtlich, dass es im Bundesland Niederösterreich mit einem aktuellen Bevölkerungsstand 1.665.753 Einwohner (2017) einen Bevölkerungszuwachs von rund 3 % seit 2012 gibt, der konstant bleibt.¹⁴² Außerdem lassen sich anhand des Regionalporträts eine verstärkte Zuwanderung und ein genereller Bevölkerungsanstieg von rund 21 % bis 2050 erkennen. Es ist nach Wien somit das bevölkerungsreichste Bundesland mit steigender Tendenz.¹⁴³ Auch die

¹⁴¹ Fischer, Unternehmenskommunikation und Neue Medien, 2006, S. 102.

¹⁴² ÖROK, Raumbbeobachtung Statistik 2017, S. 2.

¹⁴³ ÖROK, Bevölkerungsprognosen, 2010, S. 15ff.

Bevölkerung in der Steiermark und im Burgenland steigt an, während die Grenzregion Ungarn eine gleichbleibende Prognose aufweist.¹⁴⁴

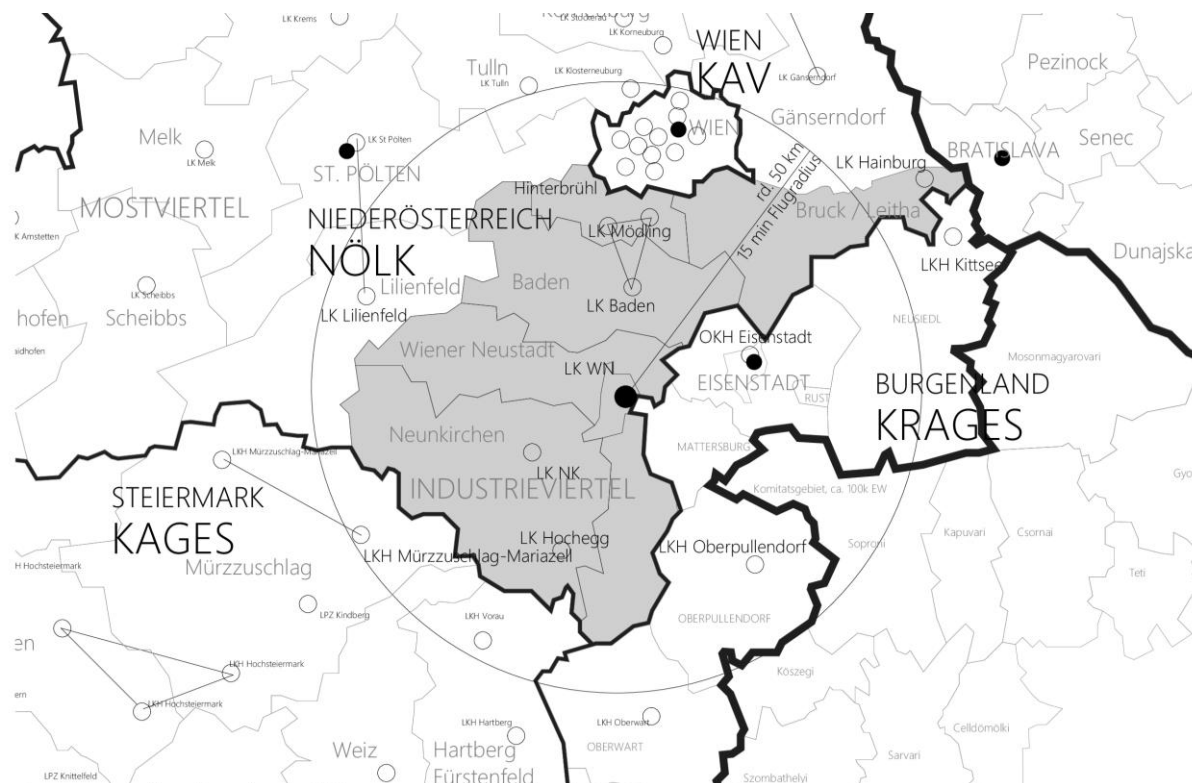


Abb. 40: Radius LKWN 50 km | Quelle: Open Street Maps, überarbeitet

An den demographischen Daten lässt sich somit erkennen, dass die Bevölkerung insgesamt steigen wird, was vor allem im Industrieviertel durch die dicht besiedelte Südbahnachse bedingt ist.¹⁴⁵ In der Betrachtung der NUTS-3-Regionen (Zusammenfassung von Gemeinden) des Industrieviertels, wird ersichtlich, dass auch in Wiener Neustadt die Bevölkerung von 2015 bis 2025 um 4 % ansteigen wird, während der Süden des Industrieviertels zwar ebenso wächst, aber im Vergleich zum Rest schwächer.¹⁴⁶ Analog zum gesamten Bundesgebiet wird auch im Industrieviertel die Bevölkerung stark altern. In Niederösterreich kann von einer Zunahme der Absolutbetrachtung an über 65-Jährigen von 90 % bis 2050 ausgegangen werden, was daran liegt, dass die Lebenserwartung

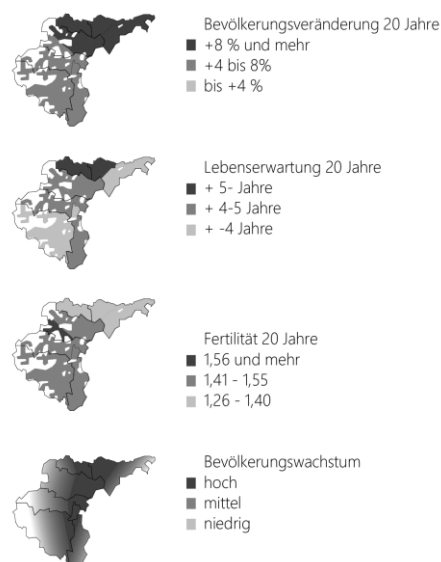


Abb. 41: Bevölkerungsänderung Industrieviertel | Quelle: ÖROK, Bevölkerungsprognosen, 2010, S 49ff.

¹⁴⁴ Hungarian Central Statistical Office, Population Census 2011, 2011, S. 19.

¹⁴⁵ Vgl. NÖGUS, 2010, S. 19.

¹⁴⁶ ÖROK, Endbericht Bevölkerungsprognose mit Ausblick 2050, 2010, S. 112f.

steigt, wie auch die Betrachtung der Differenz aus dem Jahre 1999 von 77,6 Jahren auf 79,5 im Jahr 2008 zeigt.¹⁴⁷

Des Weiteren hat sich, gemessen an der Gesamtfertilitätsrate (TFR), das Fertilitätsniveau Niederösterreichs in den letzten Jahren auf einem Niveau von rund 1,4 Kindern pro Frau stabilisiert, wobei der Trend tendenziell steigt, was Abb. 41 verdeutlicht.¹⁴⁸ Entsprechende Betrachtungen der Prognostik fließen in die regionale Versorgungsplanung ein und bilden die Basis für Planung, Umlagerungen und Auflösungen von Krankenanstalten.

Darüber hinaus wird die Bevölkerung älter, was auf eine Verstärkung der Geriatrie und Altenbetreuung deutet. Durch die Zunahme an älteren Mitmenschen steigt auch die Wahrscheinlichkeit im Alter an Krebs zu erkranken¹⁴⁹ und diese Erkrankung nicht zu überleben – vor allem ab dem Alter von 65 Jahren.¹⁵⁰ Die Gesundheitsdaten zeigen, dass immer mehr vormals tödliche Krankheiten behandelbar werden, was wiederum die Wahrscheinlichkeit erhöht, in höherem Alter zu erkranken. Gegenwärtig kommt es unter anderem durch diese Umstände zu einer Umstrukturierung der Krankenhäuser in interdisziplinäre Einrichtungen und Schwerpunkte, wobei von einer anhaltenden Umstrukturierung der Anstalten ausgegangen werden kann.

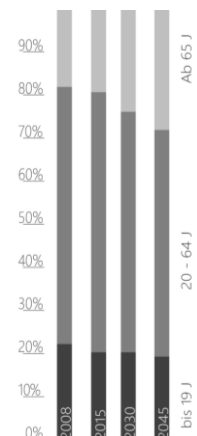


Abb. 42:
Altersveränderung |
Quelle: GÖG,
Gesundheitsbericht,
2016 S. 17.

Gegenwärtig ist die Krebserkrankung eine der Hauptursachen für ein vorzeitiges Ableben der unter 75-Jährigen im Bereich Niederösterreich, wobei das LKWN den onkologischen Schwerpunkt des Industrieviertels darstellt.¹⁵¹ Die entsprechend behandelnde Wissenschaft, die Onkologie, erzielt in der Krebsforschung große Fortschritte und die Chance des Überlebens mit Krebs nimmt zu. Außerdem sinken durch die Beratung auch die Lungenkrebsfälle bei Männern und Frauen.¹⁵² Gleichwohl ist Krebs für bis zu 30% aller Todesfälle in Industrieländern verantwortlich und stellt somit die zweithäufigste Todesursache nach Herz-Kreislauf-Erkrankungen dar.¹⁵³

¹⁴⁷ ÖROK, Bevölkerungsprognosen, 2010, S. 17ff.

¹⁴⁸ ÖROK, Endbericht Bevölkerungsprognose mit Ausblick 2050, 2010, S. 29 ff.

¹⁴⁹ Aigner, Basiswissen Onkologie, 2016, S. 22.

¹⁵⁰ BMG, Trends der Entwicklung von Krebserkrankungen in Österreich, 2015, S. 16.

¹⁵¹ GÖG, Niederösterreichischer Gesundheitsbericht, 2016, S. 29.

¹⁵² Vgl. ebenda., S. 30.

¹⁵³ Aigner, Basiswissen Onkologie, 2016, S. 7.

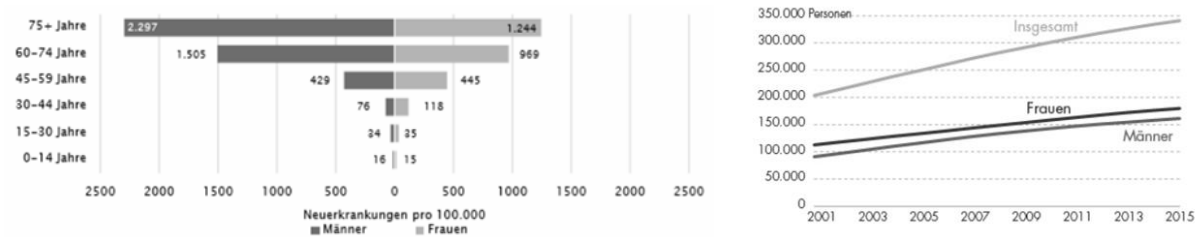


Abb. 43: Inzidenz NÖ nach Alter/Geschlecht | Quelle: GÖG Gesundheitsbericht, 2016 (li.), Prognose Krebsprävalenz | Quelle: Statistik Austria, Krebserkrankungen, 2018 (re.)

Es lässt sich ein Rückgang bei den Neubildungen von Tumoren erkennen, wobei die Krebsinzidenz (Neuerkrankung), die im Durchschnitt knapp dem doppelten Wert der Mortalität entspricht, und die Mortalität in absoluten Zahlen zwischen 2005 und 2015 gleichbleibend sind.¹⁵⁴ Dies geht einher mit mehr Behandlungs- und Therapieleistungen in Krankenanstalten, die tagesklinisch, ambulant oder in gesundheitlich kritischeren Fällen stationär erfolgen können.¹⁵⁵ In der Betrachtung des gegenwärtigen Trends hat sich die Krebsprävalenz (Krankheitshäufigkeit) von 2000 bis 2015 von 200.000 auf 350.000 erhöht, was konstant bleiben wird.¹⁵⁶

Im Vergleich zu den anderen fünf Vierteln Niederösterreichs hat das Industrieviertel, in dem sich das LKWN befindet, eine überdurchschnittlich hohe Siedlungsdichte, bedingt durch die Südbahnachse, bei einer relativ niedrigen Akutbettendichte, was wiederum auf eine starke Pendlerbewegung nach Wien im Gesundheitsbereich zurückzuführen ist, wie auch im Anhang 4 ersichtlich wird.¹⁵⁷ In den folgenden Grafiken ist die Versorgungsdichte NÖ bezogen auf den Bundesdurchschnitt (BD) zu erkennen.

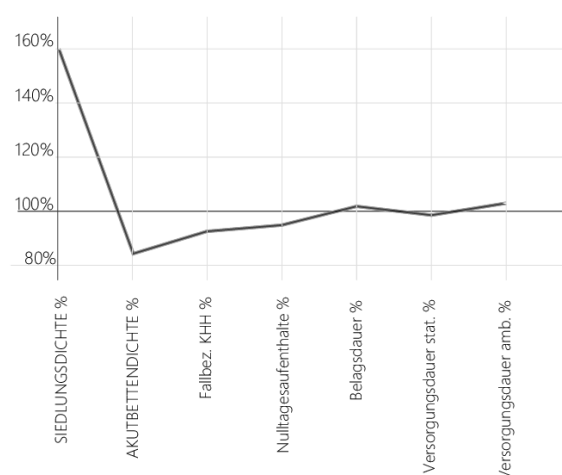


Abb. 44: Vergleich Niederösterreich Industrieviertel | Quelle: NÖGUS, NÖ RSG, S. 17., überarbeitet

¹⁵⁴ BMG, Trends der Entwicklung von Krebserkrankungen in Österreich, 2015, S. 47.

¹⁵⁵ Debatin, 2010, S. 56.

¹⁵⁶ Statistik Austria, Krebserkrankungen in Österreich, Entwicklung der Krebsprävalenz, 2018, [online] abgerufen am 17.01.2018.

¹⁵⁷ Vgl. NÖGUS, 2010, S. 17.

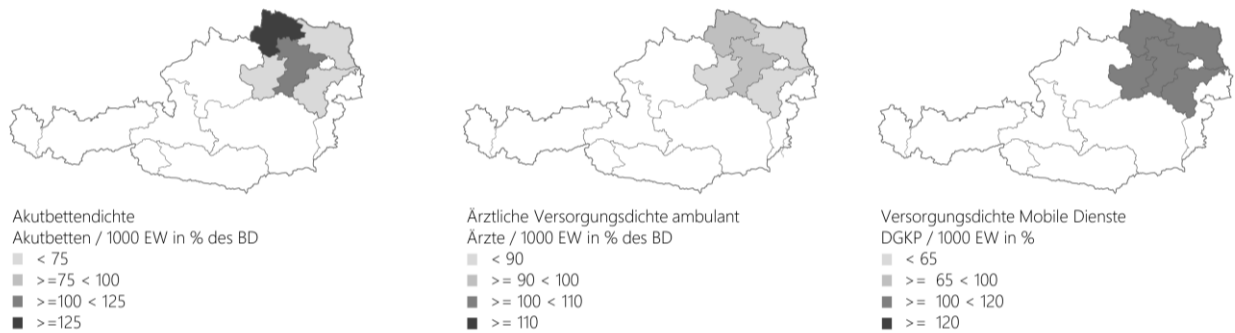


Abb. 45: Vergleich Versorgungslage | Quelle: GÖG, ÖSG, 2017, S. 205ff., überarbeitet

Diese weitreichende Analyse der übergeordneten Ebenen, was unter anderem durch den ÖSG und in Folge durch den RSG geschieht, ist bei Krankenhäusern unentbehrlich, da sich sonst unbedachte Strömungen einschleichen können und dadurch innerhalb kurzer Zeit schwerwiegende Probleme ergeben können.¹⁵⁸ Als Beispiel werden im Endometriose-Zentrum Melk tschechische Bürger behandelt, was im Zuge der Einzugsgebiete mitbeplant wurde.¹⁵⁹

Die Krankenhäuser der öffentlichen Hand in Niederösterreich mit aktuell rund 8000 Betten sind Bundeseigentum und werden von der entsprechenden Bundesland-Holding, in diesem Fall von der Niederösterreichischen Landeskliniken-Holding (NÖLK), verwaltet. In der Gesamtaufstellung des Bundeslandes sind eine Beibehaltung der Kapazitäten der Intensivmedizin und Jugendheilkunde, die Erhöhung für die Jugendpsychiatrie und die allgemeine Psychiatrie und eine starke Reduktion der Inneren Medizin und der allgemeinen Chirurgie, bedingt durch die Verstärkung von spezifischen chirurgischen Abteilungen wie der Neurochirurgie und der entsprechenden Abteilungen, wie der Neurologie oder Onkologie, erkennbar. Auch die Gynäkologie, Urologie, Unfallchirurgie und Orthopädie werden reduziert. Eine weit überdurchschnittliche Erhöhung erfahren gemischte, bzw. interdisziplinäre Bereiche (Vervierfachung) und die Nachsorge (5% der Gesamtbettendichte). Insgesamt steigt der Planbettenbedarf im stationären Bereich, während sich der Ärztebedarf im ambulanten Bereich kaum verändert, aber sich dennoch Kapazitäten der Fachgebiete verschieben.¹⁶⁰

¹⁵⁸ Vgl. NÖGUS, Regionaler Strukturplan Gesundheit NÖ 2015, 2010, S. 3.

¹⁵⁹ Reitner, Grenzüberschreitende Gesundheitsversorgung zwischen NÖ und Tschechien, 2016, [online], abgerufen am 16.11.2017.

¹⁶⁰ Vgl. NÖGUS, 2010, S. 41.

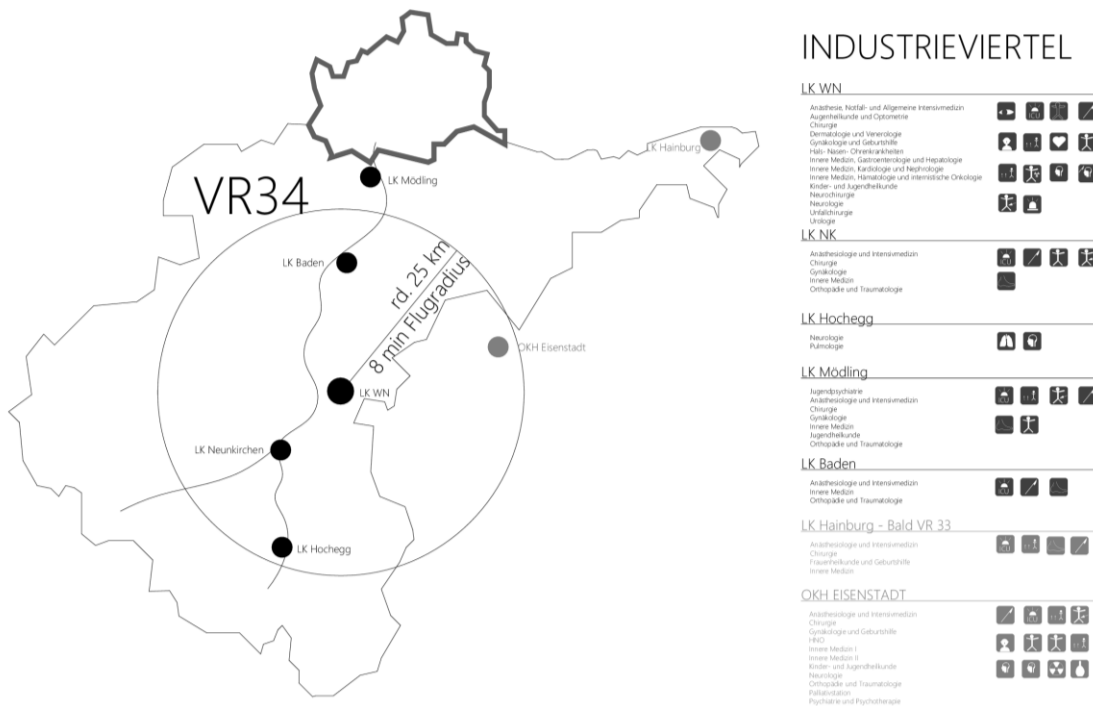


Abb. 46: Industrieviertel; Radius LKWN 25 km | Eigene Darstellung auf Basis Open Street Maps

Bei Betrachtung der Lage des Landeskrankenhauses Wiener Neustadt wird ersichtlich, dass es das zentrale Krankenhaus des Industrieviertels ist, mit einem starken Fokus auf Innere Medizin, Unfallchirurgie und Onkologie sowie Strahlentherapie. In diesem Zusammenhang sollten auch das Regionalmanagement und die Zusammenarbeit mit den Kliniken Baden, Mödling, Hohegg und Neunkirchen betrachtet werden, die sich stark an der Südbahnachse orientieren, bedingt durch die dort vorherrschende hohe Siedlungsdichte.¹⁶¹ Das geographisch etwas exkludierte Krankenhaus Hainburg wird mit der nächsten Überarbeitung des Strukturplans Gesundheit einer anderen Versorgungsregion zugeordnet. Gemäß der Zusammenarbeit der Kliniken des Industrieviertels wurde die Onkologie in Neunkirchen entfernt und das Schwergewicht in Wiener Neustadt gebildet. Die Orthopädie hingegen wurde nach Neunkirchen ausgelagert, um Spezialisierungen zu schaffen.¹⁶² Des Weiteren sind vor allem die Zusammenarbeit in Labordiagnostik und die Neurologie von Wiener Neustadt und Hohegg nennenswert, wobei das Zentrallabor in Wiener Neustadt generell im Industrieviertel eine bedeutende Rolle in der Krebs- und Tumordiagnostik einnimmt.¹⁶³ Alle genannten Kliniken werden über das zentrale Logistikzentrum Wiener Neustadt am Gelände der Civitas Nova, einem Wirtschaftspark im Norden von Wiener Neustadt, versorgt.¹⁶⁴ Somit sind grundlegende Strömungen und Vernetzungen der Krankenanstalten und Logistik im Gebiet gegeben.

¹⁶¹ Landeskrankenhaus Neunkirchen, Regionalmanagement Thermenregion, 2017, [online], abgerufen am 04.01.2018.

¹⁶² Persönliches Gespräch Prozessmanager, Dez. 2017, Wiener Neustadt: Orthopädie in NK.

¹⁶³ Zezula, Neue Analyse im Labor des Landeskrankenhauses Wiener Neustadt, 2018, [online] abgerufen am 02.02.2018.

¹⁶⁴ LKWN, 2017, [online], abgerufen am 19.12.2017.

Der Schwerpunkt auf der Onkologie und Radioonkologie ergibt sich aus ebendieser zentralen Lage für das Industrieviertel und auch aus der Nähe zum MedAustron. In folgender Karte sind alle Schwerpunktanstalten, die mit onkologischer Behandlung und Therapie zu tun haben, markiert, wobei die solitäre Stellung von Wiener Neustadt im Industrieviertel deutlich wird.

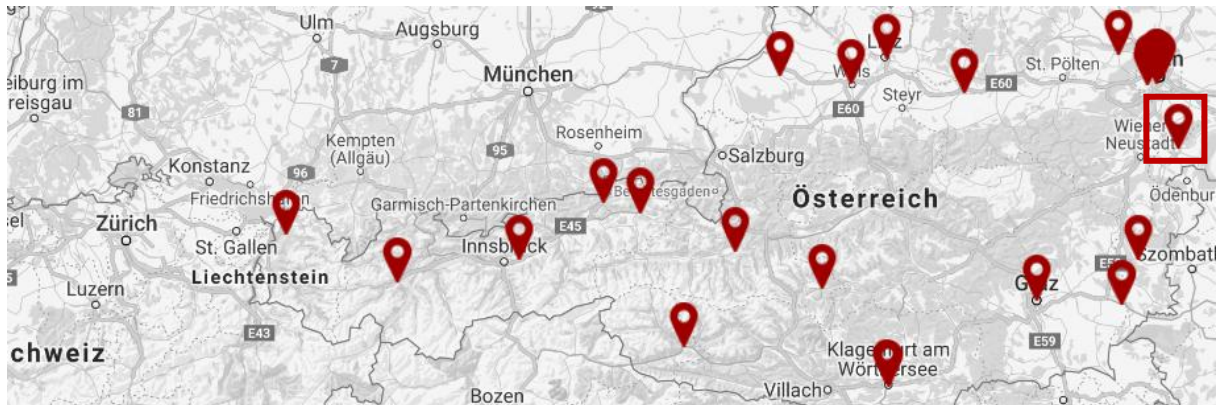
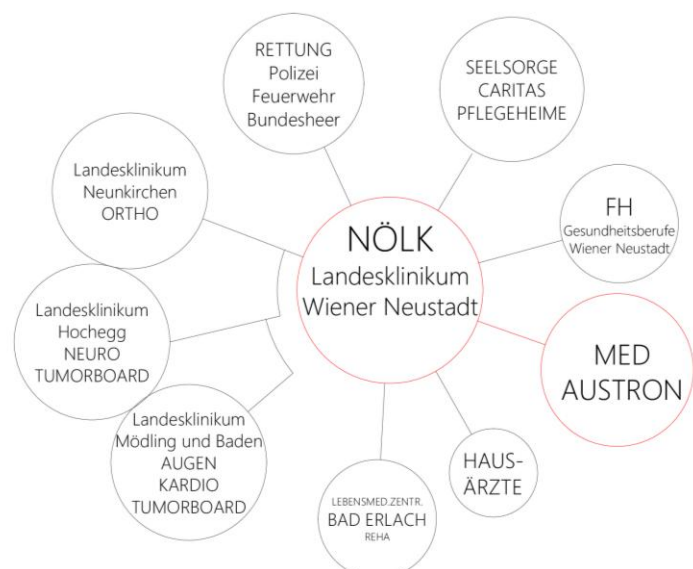


Abb. 47: Schwerpunkte Onkologie | Quelle: GÖG, Spitalskompass, 2017, überarbeitet

In der näheren Umgebung des Landeskrankenhauses Wiener Neustadt liegen einige Truppenübungsplätze und es befindet sich die Militärakademie in Wiener Neustadt, was einschlägige Verletzungen, wie Knochenbrüche und Sportverletzungen, bedingt und wiederum einen Fokus auf die Chirurgie bzw. Unfallambulanz und Anästhesieambulanz legt¹⁶⁵. Ebenso kann es durch die Nähe zu den Alpen (Schneeberg und Rax) zu entsprechenden Verletzungen und Unfällen kommen, was die Erreichbarkeit mittels Hubschrauber verlangt. Die Anbindung selbst ist durch einige Landstraßen, Bundesstraßen sowie die A2 bzw. E59 und das Bahnnetz über den Bahnhof Wiener Neustadt gegeben. Auch der Flughafen Wiener Neustadt Ost am Gebiet der Civitas Nova (auch Nova City genannt) könnte Einfluss nehmen, da dort der Christophorus Flugrettungsverein stationiert ist.

Relevante Krankenhäuser in der Umgebung sind das Lebensmedizinische Zentrum Bad Erlach, das LK Neunkirchen, die plastische Chirurgie in Ödenburg und das KH Eisenstadt (Barmherzige Brüder). Ebenfalls in Wiener Neustadt befindet sich die



¹⁶⁵ Persönliches Gespräch Prozessmanagerin WN.

BG MedAustron GmbH, eine Einrichtung, die eine österreichweit führende Position in der Strahlentherapie und -behandlung innehat. Entsprechend verfügt das Landeskrankenhaus auch über eine onkologische bzw. radioonkologische Abteilung, die stets im Wachstum begriffen ist und die Zusammenarbeit mit dem (ambulanten) MedAustron fokussiert.¹⁶⁶ Darüber hinaus befinden sich in unmittelbarer Umgebung um das Krankenhaus kleinere ambulante Ärztezentren bzw. -zusammenschlüsse, wobei die Ärztedichte der Privatpraxen generell relativ hoch ist. Des Weiteren gilt es, auch die dynamische Bildungsentwicklung zu benennen mit der Fachhochschule Wiener Neustadt, die einen technischen und einen gesundheitlichen Ausbildungszweig aufweist und in der Basisausbildung die Krankenpflegeschulen ablösen könnte. Auch hier ist der Kontext des Landeskrankenhauses sowie des MedAustrons zielführend.

Entsprechend werden Analysen der Bevölkerungsentwicklung, Krankheitsentwicklung Gesundheitsversorgungsentwicklung usw. durchgeführt, was bspw. insofern relevant ist, als unter anderem Migration, neue Krankheiten oder technischer Fortschritt eine gravierende gesundheitliche Auswirkung haben kann, was die Versorgungslage von Regionen betrifft. Somit wird deutlich, wie essentiell die Prognostik und die Bevölkerungsdaten für die Krankenhausplanung sind. Durch die entsprechende Datenlage über die Einwohner der Region und Umgebung sowie deren demographischen Eigenschaften besteht die Möglichkeit, für bestimmte Krankheiten oder geriatrische Fälle die prognostizierten Auslastungen zu eruieren bzw. entsprechende

Prognosen für Krankenhäuser oder den extramuralen Bereich zu stellen.¹⁶⁷

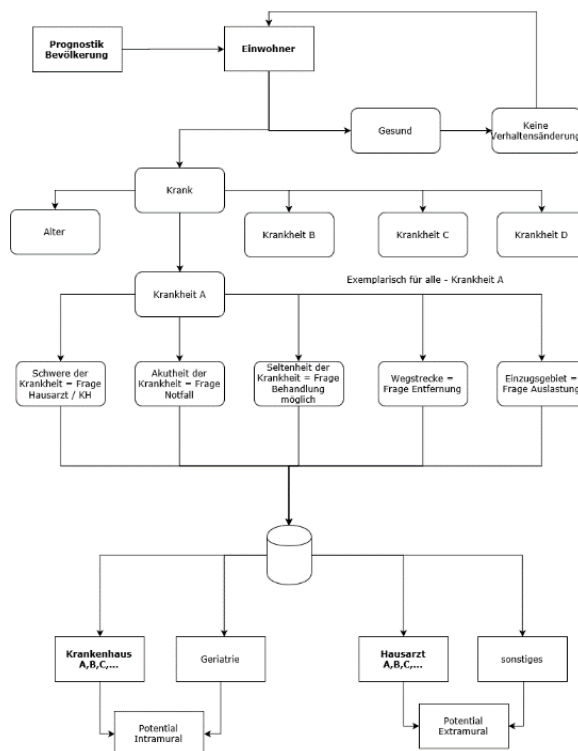


Abb. 49: Abstraktion der Herangehensweise über prognostische Bevölkerungsdaten

Am aktuellen Standort Wiener Neustadt, im Bezirk der Inneren Stadt, am Corvinusring, wird ersichtlich, dass weitere Faktoren auf das Krankenhaus Einfluss nehmen, die einerseits aus

¹⁶⁶ EBG MedAustron GmbH, MedAustron, 2017, [online], am 17.01.2017.

¹⁶⁷ Vgl. NÖGUS, Regionaler Strukturplan Gesundheit NÖ 2015, 2010, S. 1 ff.

dem Großraum und den übergeordneten Planungsvorgaben und andererseits aus dem näheren Standort, definiert durch Bauplatz, Bauplatzalternativen, sowie der Umgebung in verschiedenen Radien, abgeleitet sind. Das ist bei jedem architektonischen Vorhaben der Fall, aber gerade im Krankenhausbau finden sich hier essentielle Entscheidungsfaktoren, die die Flexibilität, die Planungssystematik und die Umgebung stark beeinflussen. Außerdem ist durch den städtebaulichen und politischen Einfluss, den ein Krankenhaus mit sich bringt, ein öffentliches Augenmerk auf Planung, Umsetzung und Umgang des Bauvorhabens gelegt, was bspw. gegenwärtig durch die mediale Präsenz des Krankenhauses Nord nachvollziehbar ist.¹⁶⁸

Im ersten Schritt der Analyse des Standortes gilt es neben den Bauplatzvorgaben auch die Umgebung zu beachten, wobei zahlreiche Faktoren Einfluss nehmen, wie Zonierung, Strömungen, Verkehr, Grünraum usw. Werden die Standortparameter abgearbeitet und als Layerstruktur übereinandergelegt, lassen sich die Potentiale etwaiger Standorte erkennen, wobei jeder Parameter eigens gewichtet werden kann. Das Ergebnis zeigt, dass der aktuelle Standort aufgrund seiner Zentralität, Erschließung und der nahegelegenen Grünräume durchaus gut geeignet ist, wie die folgende Grafik verdeutlicht. Die hier gewählte Layerstruktur (Anhang 7) wurde nach den Kriterien Zentralität, Verkehr, Ärztedichte, Grünraum, Gewässer, Anbindung und Wohnraumdichte sowie Expansionsmöglichkeit gewichtet und bewertet. Am Ergebnis lässt sich erkennen, dass durch die Zentrumsnähe, gute Erreichbarkeit und Anbindung der aktuelle Standort des Landesklinikums relativ hoch bewertet und somit als zielführend betrachtet wird. Für die folgende Darstellung gilt: Je dunkler das Raster, desto höher das Potential des Ortes.

¹⁶⁸ Fabry, Dilettantismus gibt Ton an Kritik an Spital-Nord-Planung, in Die Presse, [online], am 12.08.2016.

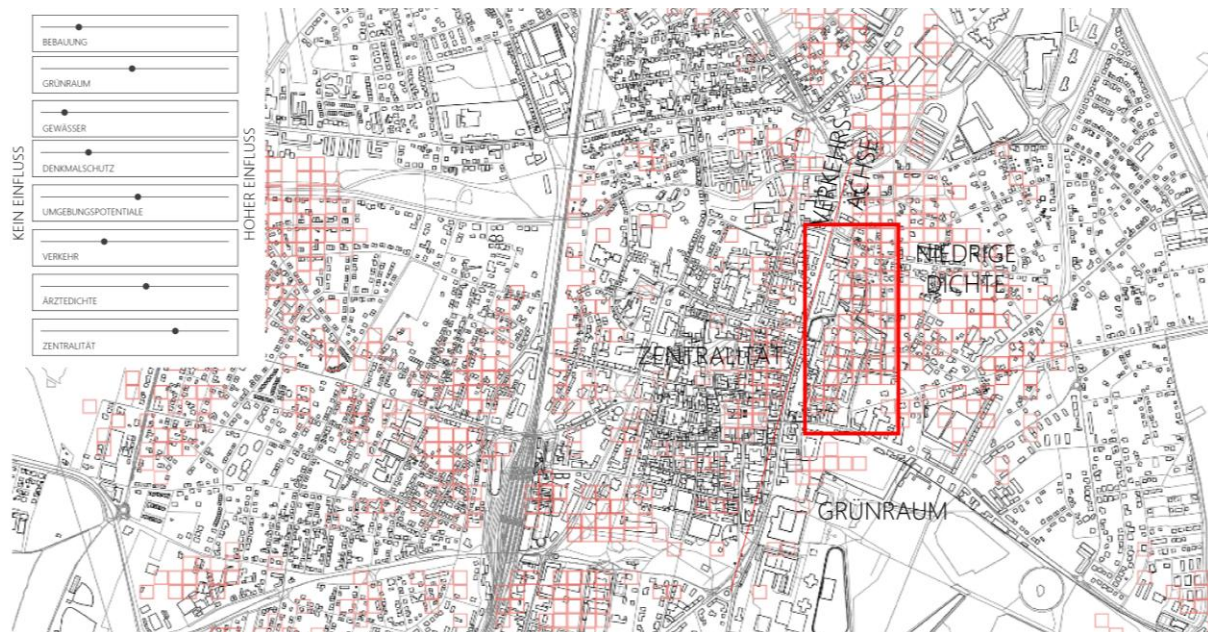


Abb. 50: Grobe Standortanalyse mit Potentialraster | Quelle Open Street Maps in ‚Netlogo‘, überarbeitet

Im Zuge der Analyse des Landesklinikums selbst sind grobe Baukörper mit Funktionen, Organisation und Nutzung angegeben, wobei das System auf Grund der demographischen, geographischen und gesundheitlichen Einflüsse dynamisch betrachtet werden kann. Wie in Kapitel 4.1 ersichtlich wurde, verändern sich auf Basis von Bevölkerungsveränderung und Krankheiten sowie infolge technischer Neuerungen Bauteile durch neue Nutzungen, es werden neue Baukörper errichtet und es kommt zu Innovationen sowie neuen Funktionen, was wiederum unter Vorgaben entsteht und womit sich auch der Bestand in gewissem Rahmen anpasst und arrangiert. Somit lassen sich bereits generative Potentiale im Krankenhausbau identifizieren. Zur besseren Orientierung befindet sich ein Lageplan im Anhang 1.

Auch am Bauplatz selbst gibt es nun gewisse Vorgaben aufgrund der Lage, die einschränkend wirken. Das sind einerseits die Baukörper, die als existierende Morphologie bestehen und andererseits die Straßenzüge, die den Bauplatz begrenzen und nicht überbaut werden sollen, die Verkehrsanbindung und die umgebende Bebauung. Weiters ist die Flächenwidmung in der Kernzone sowie der Denkmalschutz relevant. Gewisse Potentiale hingegen bieten Baulandreserven, unbebaute Flächen sowie bestehende untergeordnete Gebäude, worauf in Kapitel 6 im Zuge der Umsetzung in ein generatives System eingegangen wird. Auch Belichtung und Lärm sind gerade im Krankenhausbau entscheidende Parameter, da sie direkten Einfluss auf die Patienten und das Personal haben.¹⁶⁹

¹⁶⁹ Vgl. Zapp, betriebswirtschaftliche Grundlagen im Krankenhaus, 2014, S. 122 f.

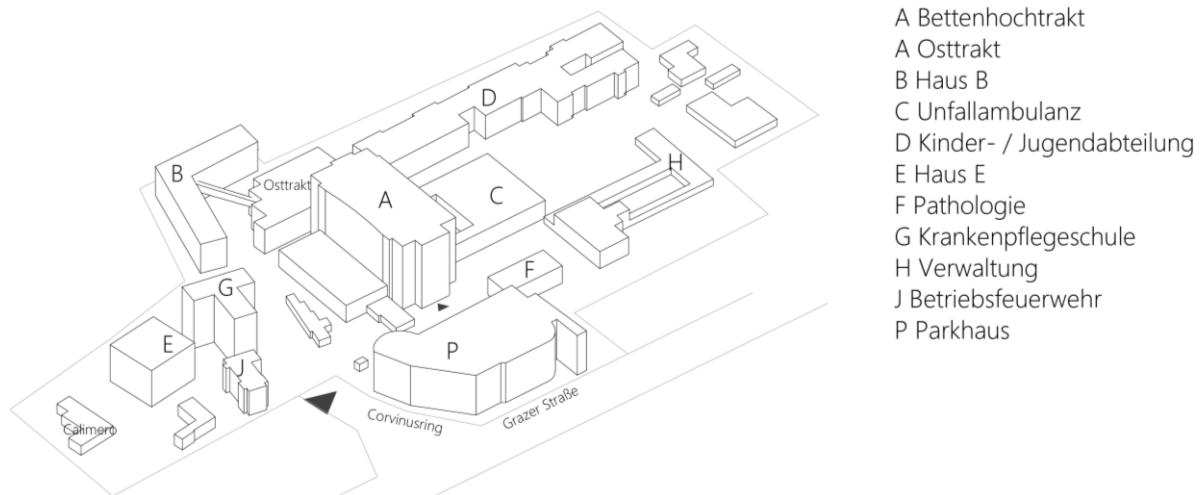


Abb. 51: Standort LKWN | Quelle: LKWN, Homepage, 2017; überarbeitet

Bei der allgemeinen Zugänglichkeit zum LKWN gibt es einen Haupteingang, an der Ecke Corvinusring und Grazer Straße, einen Personaleingang, eine Krankenwagenzufahrt und eine Zufahrt für die Versorgung. Der Haupteingang des Krankenhauses entspricht der Rettungsvorfahrt. Dieser Weg ist für Privatpersonen grundsätzlich eine Einbahn, die beim Eingang beginnt und zwischen Parkhaus und Pathologie endet, und effektiv nur für die Vorfahrt im Notfall gedacht ist. Im Standardfall parkt man im Parkhaus und geht über den Außenraum in das Landeskrankenhaus. Im Fall einer Hubschrauberlandung wird der Lift im Parkhaus gesperrt und für den Notfall vorbehalten, der in das Erdgeschoss zu einem Bettenbus führt, der wiederum den Patienten zur entsprechenden Abteilung bringt. Der Verbindungsgang von Parkhaus zu Hochtrakt ist grundsätzlich statisch für eine effektive Nutzung und wird in der Regel durch den Bettenbus abgelöst.¹⁷⁰

4.2.2 Mesoebene – Abteilungen im Schema

Das Krankenhaus selbst gliedert sich in die Bereiche Untersuchung und Behandlung, Pflege, Verwaltung, Soziale Dienste, Ver- und Entsorgung und Technik sowie Lehre und Forschung und Sonstige.¹⁷¹ Entsprechend der Nutzung ist eine mögliche Trennung oder effektive Vernetzung in der vertikalen und horizontalen Richtung der funktionalen Anordnung gefordert. Es steht diesem Gedanken, der gesamtheitliche, statische Entwurf, von x Stationen mit y Betten, die von einem zentralen Erschließungskern erschlossen werden und in der Gesamtform z designt werden, im Weg, der es erschwert, auf zeitliche, technische oder medizinische Veränderung zu reagieren, sofern er nicht von vornherein adaptierbar geplant wurde. Grundsätzlich wird in der Bauentwurfslehre nach Neufert ein modulares

¹⁷⁰ Persönliches Gespräch Prozessmanager, Dez. 2017, Wiener Neustadt: Erschließung LKWN.

¹⁷¹ Frodl, Gesundheitsbetriebslehre: Betriebswirtschaftslehre des Gesundheitswesens, 2010, S. 131.

Maßraster vorgegeben¹⁷², das sich aber nicht als besonders flexibel erweist, wenn nicht in der frühen Phase prozessorientiert und modular geplant wird.

Entsprechend der Grundlage nach Neufert wird das Krankenhaus auf der Basis von Quadratmeterangaben, sowie Betten, die abgeleitet wieder zu Quadratmeter führen, im Neubau geplant¹⁷³, was mit dem Gedanken der Strukturpläne einhergeht (vgl. Kap. 1). Diese Herangehensweise kann bestimmte dynamische und zeitliche Problemzonen der Abfolge, sowie prozesstechnische Engstellen der Krankenhausplanung nicht lösen. Deswegen wird sich die folgende modulare Herangehensweise sehr zentral mit den Prozessen in Abteilungen, von Personen und deren Wechselwirkung auseinandersetzen.

Zur Analyse kann das Krankenhaus in die Dienstleistungsbereiche primär, sekundär und tertiär differenziert werden, wobei der primäre Bereich im direkten Kontakt mit Patienten steht, der sekundäre die primären Bereiche unterstützt, etwa Diagnostik, und der tertiäre Bereich in der Verwaltung liegt. Hierbei ist es essentiell, dass die Expertise von Ersterem und Zweiterem im Krankenhaus vorhanden ist, wohingegen der tertiäre Sektor mit Fremdexpertise gestellt wird, wie bspw. eine Zentralküche oder Zentrallogistik, die sich nicht direkt im Krankenhaus befinden müssen.¹⁷⁴ Es gibt in Krankenhäusern im primären und sekundären Dienstleistungsbereich nun verschiedene Abteilungen je nach Versorgungsauftrag der sich aus den übergeordneten Ebenen ergibt, wobei nicht alle gängigen Disziplinen im Landesklinikum vorhanden sind. Dies lässt sich aus der Schwerpunktlage und der Ergänzung mit umgebenden Krankenhäusern ableiten, wie in Kapitel 4.2.1 erläutert. Für folgende Disziplinen gibt es stationäre Abteilungen:

„Akutgeriatrie und Remobilisation, Anästhesiologie und Intensivmedizin, Augenheilkunde, Chirurgie, Dermatologie, Gynäkologie und Geburtshilfe, Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde, Innere Medizin, Kinder- und Jugendchirurgie, Kinder- und Jugendheilkunde, Kinder- und Jugendpsychiatrie, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Neurologie, Nuklearmedizin, Orthopädie und orthopädische Chirurgie, Palliativmedizin, Plastische Chirurgie, Psychosomatik, Psychiatrie, Pneumologie, Strahlentherapie-Radioonkologie, Unfallchirurgie, Urologie und Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde.“¹⁷⁵

Diese Abteilungen sind unterschiedlich in ihren Anforderungen, Ausformulierungen und Verortungen definiert. In der Betrachtung der stationären Abteilung, gibt es die medizinische

¹⁷² Neufert, 2012, S. 536.

¹⁷³ Ebda., S. 535.

¹⁷⁴ Debatin, 2010, S. 33.

¹⁷⁵ GÖG, Welche Abteilungen hat ein Krankenhaus?, 2017, [online] abgerufen am 07.10.2017.

und die pflegerische Leitung, die in ihrer Organisation den Patienten betreffen. Neben den Abteilungen bzw. deren Stationen gibt es für besonders kritische Fälle die Intensivstationen (ICU) mit erhöhter Überwachung, mehr Personal und erweiterter Ausstattung. Exemplarisch werden bestimmte Abteilungen des Landesklinikums, die gemäß der Analyse der Makroebene und aus Gesprächen mit dem Personal am LKWN als zukunftssträftig und bisweilen teilweise in ihrer aktuellen Ausformulierung als nur bedingt optimal eingestuft wurden¹⁷⁶, näher definiert, um darauf aufbauend auf Thematiken in der frühen Planung, wie Infrastruktur, Module und Prozesse eingehen zu können: Onkologie sowie Radioonkologie und Nuklearmedizin.

In Bezug auf die Verortung der Abteilungen am Standort findet sich die Strahlenonkologie bzw. Onkologie im Osttrakt – Gebäude A, einem modernen Zubau des Gebäudes A, während sich die onkologische Station im sechsten Stock des Bettenhochtrakts befindet. Die Nuklearmedizin befindet sich im Erdgeschoss des Altbaus und ist vor allem für die Diagnostik der Strahlenonkologie relevant. Auch die Hämatologie ist im Altbau untergebracht. Bei einem Vergleich mit dem Schema des ÖSG 2012 wird ersichtlich, dass hier bspw. der Abstand zur Diätologie und Palliativmedizin im Gebäude E zur Onkologie nachteilig sein kann.

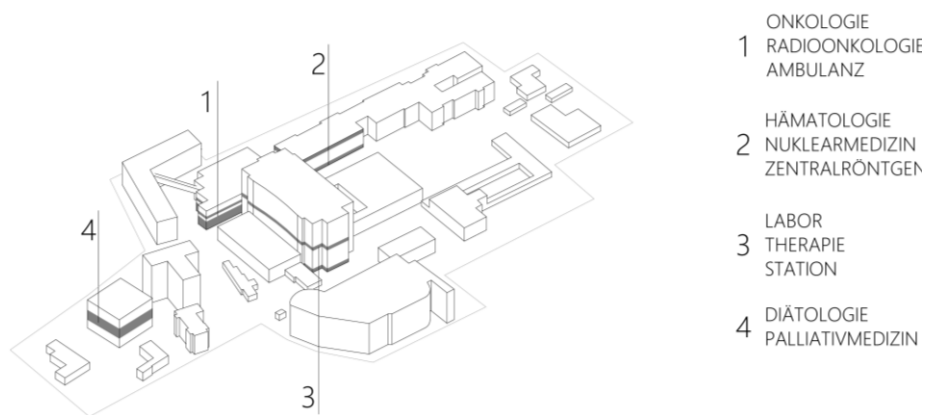


Abb. 52: Standorte Krebsbehandlung | Quelle: LKWN, Homepage, 2017; überarbeitet

Anhand der Gesamtdarstellung der Abteilungen und Ambulanzen des LKWN kann man exemplarisch die Vernetzung und Beziehungen der (Radio-) Onkologie sowie die aktuellen Standorte erkennen, wobei gerade hier die Interdisziplinarität bedeutsam ist, bspw. aufgrund des Tumorboards, das viele Disziplinen verlangt, wie im Folgenden erklärt (Haus G Management/Krankenpflegeschule und Haus ZETT Trainingszentrum ausgeblendet).

¹⁷⁶ Persönliches Gespräch Prozessmanager, Dez. 2017, Wiener Neustadt: Onkologie.

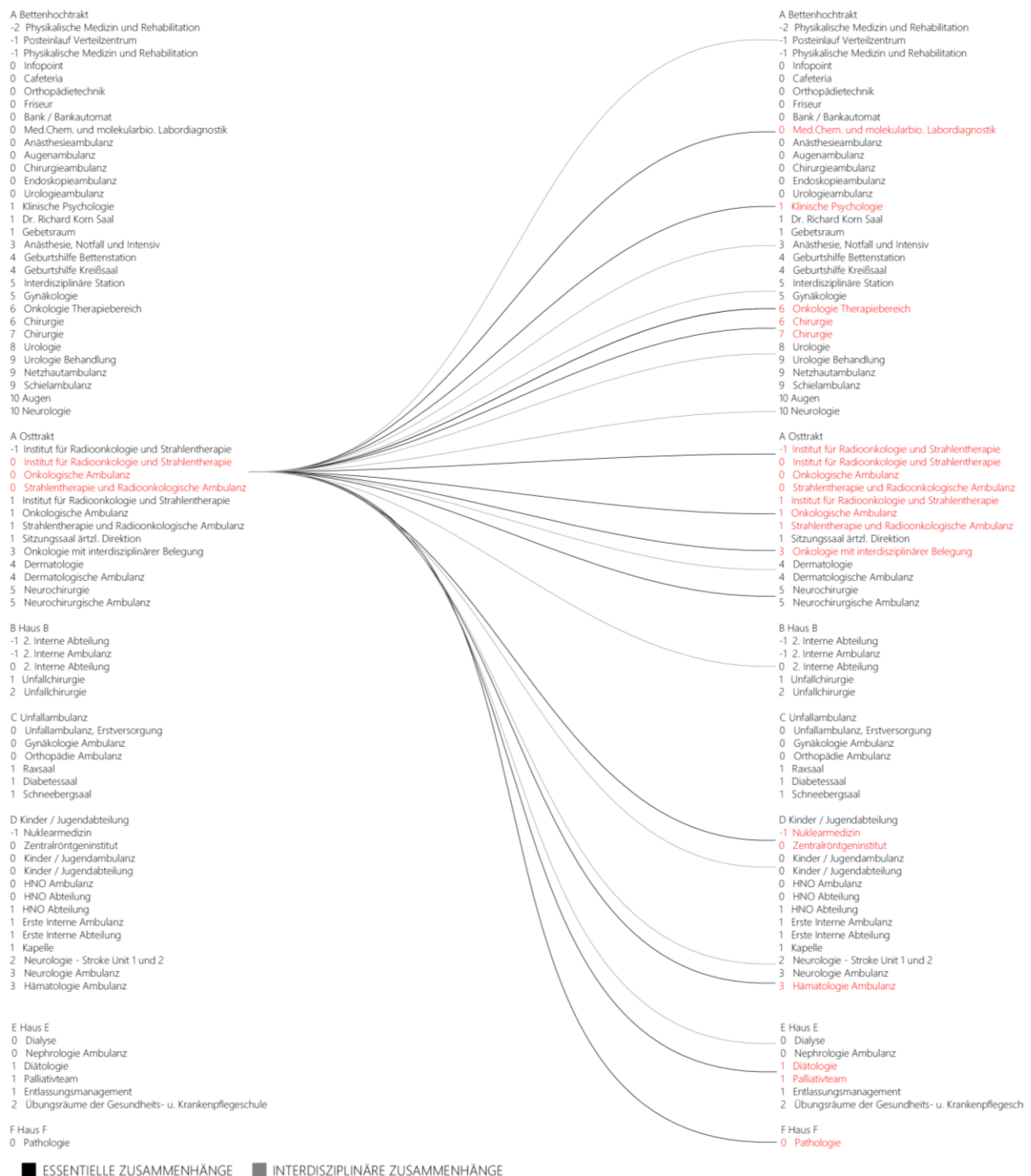


Abb. 53: Beziehungen zur (Radio-)onkologie | Quelle: LKWN, Homepage, 2017; vgl. ÖSG, 2017, S.131, überarbeitet

Die Standbeine der Onkologie und Hämatologie sind die internistischen Aspekte der Anamnese, der nichtoperativen, medikamentösen Behandlung bzw. Therapie und der Diagnostik. Die Onkologie betrifft alle Bereiche sowie Personen, die mit der Abfolge von Behandlungen sowie Diagnosen von Krebserkrankungen zu tun haben.¹⁷⁷ Sie ist Teil der Inneren Medizin und wird in der Regel um die Hämatologie, also die Lehre vom Blut, und die

¹⁷⁷ Gesundheit Österreich GmbH, 2017, S. 128 ff.

entsprechende Diagnostik ergänzt und als Hämatoonkologie zusammengefasst. Daraus ist ableitbar, dass nicht nur solide Tumore, sondern auch Blutkrebs und Diagnostik über das Blut betrieben werden.¹⁷⁸ Bedeutende Partner der Onkologie sind die Radioonkologie, die Chirurgie, die Nuklearmedizin, die Psychoonkologie und die Palliativmedizin.¹⁷⁹ Als Beispiel ist die Versorgungslage in Wiener Neustadt konzentriert in Onkologie und Radioonkologie hauptsächlich im Haus A, Osttrakt und Haus D sowie erweitert um eine Zusammenarbeit mit der Ionentherapie im MedAustron. Ein grundlegender Part einer onkologischen Behandlung ist die Begleitung durch soziale Betreuer und Psychiater, um nebst der Behandlungskette auch Beratung und psychologische Betreuung bereitstellen und fördern zu können.¹⁸⁰

Durch die Ausweisung als Schwerpunkt muss das Landesklinikum im intramuralen Bereich komplizierte Leistungen und Therapien der onkologischen Fachrichtung erbringen sowie entsprechendes Personal für ein interdisziplinäres Tumorboard zur Verfügung halten. Aufgrund der disziplinären Nähe zur Strahlentherapie ist es bedeutsam, dass die Radioonkologie in räumlicher Nähe zur Onkologie liegt. Die Leistung, die vor und nach dem intramuralen Part, also ambulant-extramural, stattfindet, bezieht sich auf Erkennung, Diagnostik und Nachsorge bzw. auf onkologische Rehabilitation mit starkem Bezug zur Beratung und Prävention. Bezüglich der Prävention ist die Expositionsverhinderung, also die Begrenzung krebserregender Stoffe und Verhaltensinterventionen, wie Raucherentwöhnung, anzuführen, was intramural in der Forschung und teilweise in der Anamnesebefragung und -erklärung eine Rolle spielt und gegenwärtig auch medial mit dem Rauchervolksbegehren aufgegriffen wird.¹⁸¹ Im extramuralen Bereich wird eine Zusammenarbeit mit dem onkologischen Schwerpunkt zur Abstimmung gefordert.¹⁸²

Um die Onkologie als Ganzes zu betrachten, sind die Punkte der Funktionen, des Personals und wo es aktiv wird, welche Geräte es nutzt und welche Zusammenhänge es braucht, essentiell, was sich aus den Grundlagen des ÖSG ableiten und darstellen lässt. Das Basispersonal der onkologischen Abteilungen erfordert ein multidisziplinäres Team aus Ärzten mit einer onkologisch-internistischen Ausbildung, diplomiertes Gesundheits- und Krankenpflegepersonal zumindest teilweise mit einer Fachweiterbildung in onkologischer Pflege, Physiotherapeuten, Psychoonkologen, Sozialarbeiter, Diätologen sowie biomedizinische Analytiker, medizinisch-technische Fachkräfte (MTF) und Laborassistenten.

Darüber hinaus ist gerade bei der Fachrichtung Onkologie die Verfügbarkeit von Personal für das Tumorboard entscheidend, das interdisziplinär zumindest aus Ärzten und Fachkräften

¹⁷⁸ Buscher, Hämatoonkologie, 2017, [online], abgerufen am 05.11.2017.

¹⁷⁹ Neufert, 2012, S. 535.

¹⁸⁰ Vgl. Gesundheit Österreich GmbH, 2012, S. 83.

¹⁸¹ Deutscher Ärzteverlag GmbH, Fachrichtung Onkologie, 2017, [online], abgerufen am 03.12.2017.

¹⁸² Vgl. Gesundheit Österreich GmbH, 2012, S. 84 f.

der Bereiche der Inneren Medizin, Onkologie, der vom Tumor betroffenen Bereiche (bspw. Gehirn – Neurologe), der Chirurgie, der Radiodiagnostik, der Radioonkologie und der Pathologie besteht, um eine zielführende interdisziplinäre Entscheidung der Behandlungsmöglichkeiten chirurgisch, radiologisch-interventionell, nuklearmedizinisch, strahlentherapeutisch oder chemotherapeutisch treffen zu können.¹⁸³ Außerdem können auch Nuklearmediziner und Pharmazeuten, gerade in der Diagnostik und Analyse, hinzugezogen werden und es ist zumindest die Verfügbarkeit eines Arztes der plastischen Chirurgie gefordert. Die entsprechenden Therapien oder Eingriffe, die mit der Diagnose und Entscheidung des Tumorboards getroffen wurden, dürfen nur von Ärzten mit entsprechender Ausbildung durchgeführt werden, weswegen interdisziplinäres Personal zur Verfügung stehen muss.¹⁸⁴

Des Weiteren gilt es, die entsprechenden technischen Geräte und die Infrastruktur zu betrachten, die grundlegend notwendig sind, um die Onkologie betreiben zu können. Von zentraler Bedeutung sind hierbei vor allem diagnostische Räume für Spezialverfahren, wie Knochenmarkaspiration oder Biopsien, und Räume für bildgebende Verfahren, wie Sonographie (Ultraschalluntersuchung), Computertomographie (CT/Radiologie)¹⁸⁵ und Magnetresonanztomographie (MRT).¹⁸⁶ Außerdem ist die Zusammenarbeit mit der Nuklearmedizin und deren bildgebenden Verfahren, wie Szintigraphie mittels SPECT/CT (Sentinel-Diagnostik), Elektrochemotherapie (ECT), Positronen-Emissions-Tomographie (PET oder PET-CT), notwendig. Hierbei hat man immer unterschiedliche Flächenbezüge, wie bspw. der Vergleich von Sonographie und SPECT zeigt. Während für die Sonographie mobile Geräte zur Verfügung stehen, die kaum Fläche benötigen und ein Bett für die Untersuchung ausreichend ist, wird bspw. für ein SPECT-Gerät ein Raumbedarf von 4,8 x 3,6 m sowie Strahlenabschirmung verlangt.¹⁸⁷

Im Zuge der Diagnostik bei der Onkologie werden gewisse Bezüge zum Labor für Zytologie, Histologie, Rezeptorbestimmung, Zytogenetik, Tumor-Markerdiagnostik (Abteilung NUKT) sowie klinische Molekularpathologie benötigt. Des Weiteren muss, wenn im Zuge der onkologischen Therapie operiert wird, zur Schnellgefrierschnittuntersuchung, einer pathologischen Untersuchung, ein Facharzt der Richtung Pathologie in unmittelbarer Nähe

¹⁸³ Bartram, Die Onkologie, 2010, S. 470.

¹⁸⁴ Vgl. Gesundheit Österreich GmbH, 2012, S. 84 ff.

¹⁸⁵ Reiche, Computertomografie: Untersuchungen, 2017, [online] am 17.01.2018.

¹⁸⁶ Zentrum für moderne Diagnostik, Magnetresonanztomographie, 2017 [online], abgerufen am 13.12.2017.

¹⁸⁷ Philips, SPECT/CT Bright View XCT, 2017, [online], abgerufen am 02.12.2017.

zur Verfügung stehen, da diese Untersuchung noch während der Operation durchgeführt wird. Weitere Einrichtungen die zumindest zur Verfügung stehen müssen sind eine mobile Intensivereinrichtung (Intensivwagen), ein Blutdepot bzw. eine transfusionsmedizinische Einrichtung, Dialyse/Hämodialyse, eine Apotheke für die Zytostatikazubereitung, eine Tagesklinik und eine Überwachungseinheit.¹⁸⁸

In der schematischen Darstellung der Onkologie wird deutlich, wie bedeutend die Bildgebung und die Diagnostik sind, die die Basis für das Tumorboard und die weitere Behandlung bilden. Darauf aufbauend wird unter Berücksichtigung aller zugezogenen Disziplinen die weitere Therapie festgelegt, wobei es die Möglichkeit gibt chemotherapeutisch, operativ oder strahlentherapeutisch vorzugehen. Alle Varianten sind miteinander in unterschiedlicher Reihenfolge kombinierbar und führen zu anderen Behandlungsabfolgen.

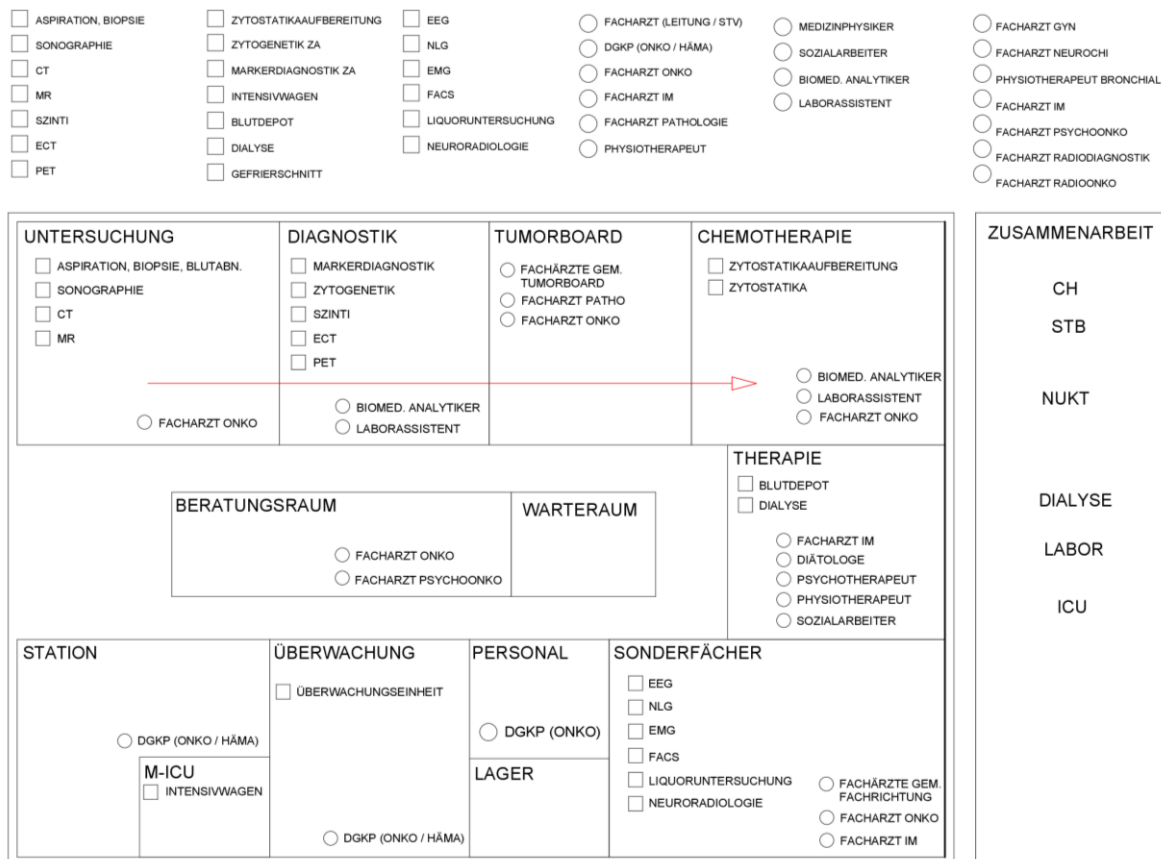


Abb. 54: Schema Onkologie | Quelle GÖG, ÖSG 2012, eigene Darstellung

Ergänzend zur Onkologie, die medikamentös oder interdisziplinär chirurgisch arbeitet, befasst sich die Radioonkologie mit der Strahlentherapie im Falle eines Tumors. Die Radioonkologie dient der Aufnahme bei schwerwiegenden Tumorerkrankungen, bei paralleler medikamentöser Behandlung sowie bei komplexer oder spezieller Radiotherapie, wobei dies sowohl ambulant als auch stationär erfolgen kann. Es kommt in der Regel immer

¹⁸⁸ Vgl. Gesundheit Österreich GmbH, 2012, S. 85.

zu einer stationären Behandlung bei Nebenwirkungen, Komplikationen, ergänzenden stationären Therapien (Transfusionen) sowie palliativ. Somit ist ein radioonkologisch-strahlentherapeutisch qualifiziertes, interdisziplinäres Team mit ergänzender Nachsorge erforderlich, das sich aus Ärzten der Fachrichtung Allgemeinmedizin und Strahlentherapie sowie der entsprechenden Pflege zusammensetzt. Ergänzt wird das Team durch Fachkräfte der Psychologie, Physik, Physiologie, Diätologie, Palliativmedizin, sowie soziale Dienste.¹⁸⁹ Wenn man nun die Abteilung im Schema betrachtet, ist erkennbar, dass die Strahlenbehandlung (STB), neben der Untersuchung das zentrale Element der Radioonkologie darstellt. Bestrahlt wird im Zuge der Brachytherapie¹⁹⁰ innerhalb des Körpers und mit Hochvolttherapiegeräten von außen¹⁹¹. Einhergehend damit besteht ein relativ großer Raumbedarf für Bestrahlungsgeräte und Untersuchungsgeräte im Vorfeld der Bestrahlung.

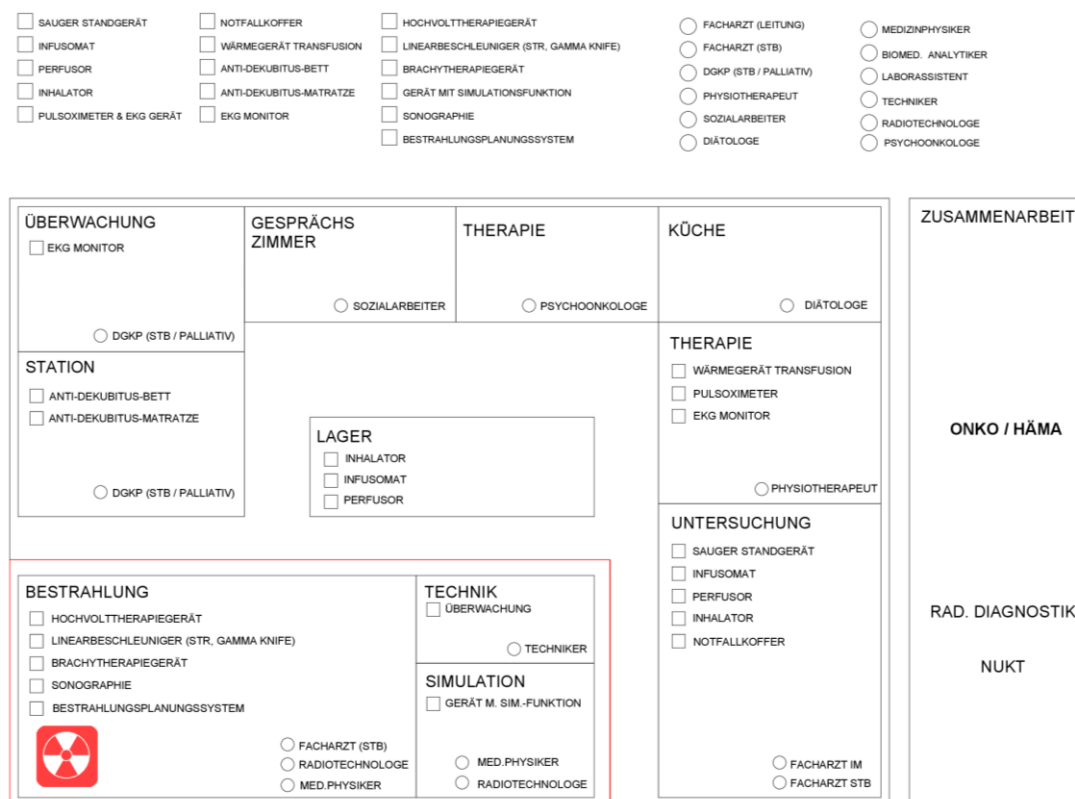


Abb. 55: Schema Radioonkologie | Quelle GÖG, ÖSG 2012, eigene Darstellung

Auch die Nuklearmedizin wäre in der Anwendung der Krebsbekämpfung, wie bspw. Schilddrüsenkrebs, zu nennen, wird aber hauptsächlich durch diagnostische bzw. therapeutische Verfahren im Zuge der Arbeit mit einem radioaktiven Stoff, der gezielt im Zielgewebe bei hoher Konzentration abgesetzt wird, aktiv. Das entsprechende bildgebende Verfahren zur Auswertung des Bildes ist die Szintigraphie mit einer Gammakamera, die

¹⁸⁹ Vgl. Gesundheit Österreich GmbH, 2012, S. 70f.

¹⁹⁰ Abels, Brachytherapie, 2007, [online], abgerufen am 12.11.2017.

¹⁹¹ Bäumer, Onkologische Pflege, 2008, S. 141.

Strahlung ermitteln kann. Zum Personal gehören ein entsprechender Facharzt für Nuklearmedizin sowie Technologen und Physiker. Aufgrund der starken diagnostischen Komponente der Nuklearmedizin, wird entsprechende Ausstattung benötigt, wie Aktivimeter (Messeinrichtung für Zerfallsrate der Strahlung im NUK-Labor), Dosisleitmessgeräte (Messeinrichtung für Strahlendosis NUK-Labor), SPECT/CT, ECT, PET und ein Uptake-Messplatz (Diagnostik/Therapie Schilddrüse).¹⁹² Entsprechend der Leistung und Erkrankung gibt es beim Tumorboard ein enorm starkes Zusammenwirken der Fachgebiete Onkologie, Radioonkologie und Nuklearmedizin.

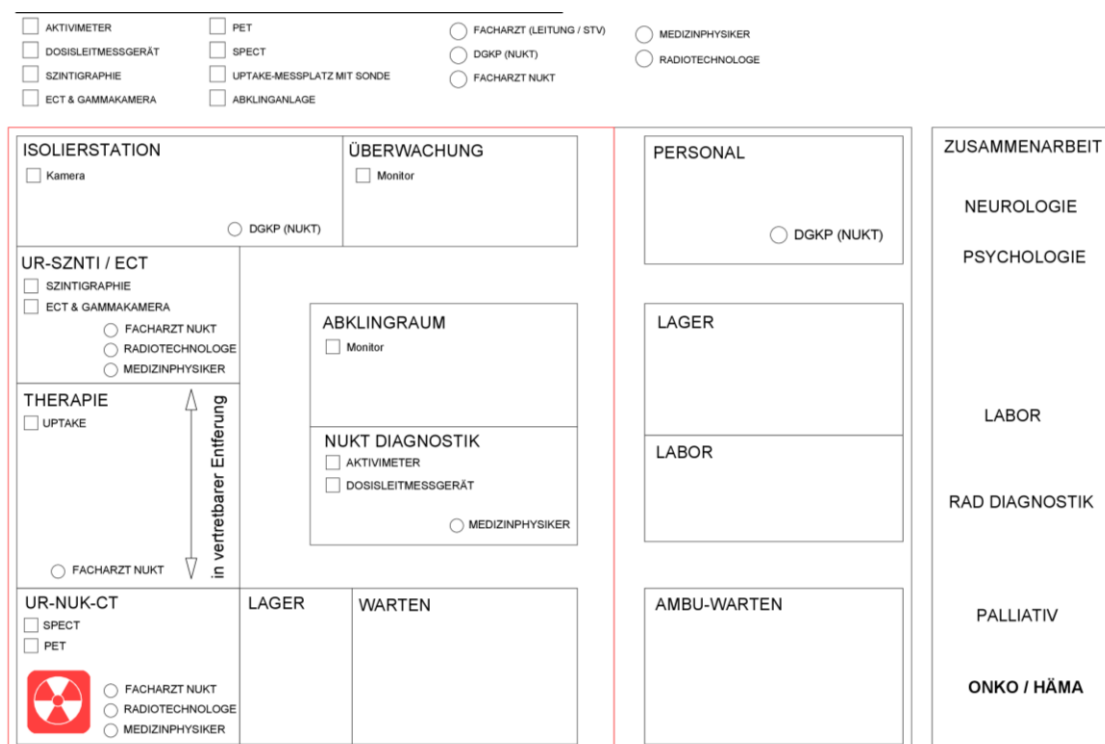


Abb. 56: Schema Nuklearmedizin | Quelle GÖG, ÖSG 2012, eigene Darstellung

Von den grundlegenden zuvor beschriebenen Kriterien der Abteilungen im Strukturplan kann auf Schemata mit (größenunabhängigen und unverorteten) Raumpotentialen im Kontext von Person und Technologie geschlossen werden. Diese Darstellung im Schema hat noch nichts mit präzisen Größen oder Abfolgen zu tun, sondern legt grundlegende Funktionen mit Infrastruktur, Person und Gerät fest und definiert Anforderungen, die eine Abteilung hat.

4.2.3 Mikroebene – vom Schema zum Prozess

Im Zuge dieser Analyse verschiedener Abteilungen steht fest, welche Räume aufgrund der Personen und Geräte bedingt sind. Infolge geht es nun darum, auch Abfolgen gewisser Beteiligter herauszuarbeiten und zu analysieren, um eine schlüssige Sequenz der Potentiale einzuführen und auf das angedachte Schema anzuwenden. In dieser Betrachtung ist es

¹⁹² Vgl. Gesundheit Österreich GmbH, 2012, S. 101.

bedeutsam, nicht der enormen Komplexität des Krankenhauses zu verfallen, wie beim Allgemeinen Krankenhaus Wien, das nebst seiner Tätigkeit als Spital auch eine medizinische Fakultät sowie eine stark ausgeprägte Forschung hat, sondern die Kernprozesse zwischen Personal und Patient zu betrachten, wie Behandlung und Stationsalltag oder Diagnostik und Untersuchung. Diese sind in allen Krankenhäusern, unabhängig von der Größe, die Basis der Planung und die essentiellen Grundlagen der Gesundheitsversorgung.¹⁹³

Ein Prozess ist ein länger andauernder und durchaus zeitlich variabler Vorgang, der wiederum durch Aktivitäten definiert ist.¹⁹⁴ Ein entscheidender Faktor in der Krankenhausplanung ist, dass sich eine Verbesserung der Qualität durch die Planung mit diesen Prozessen einstellt, was sich wiederum aus den verschiedenen Nutzergruppen ergibt, wie medizinische oder administrative Prozesse¹⁹⁵. Die Komplexität dieser ist durch die Heterogenität der verschiedenen Gruppen geprägt. Prozesse ergeben sich einerseits zwangsläufig aus den bestehenden Therapie- oder Behandlungsabfolgen und andererseits aus gewissen Abhängigkeiten von Personen und Material. Dennoch gilt es auch hierbei, die bestehenden Systeme zu hinterfragen, in einen neuen Kontext zu setzen und die Plausibilität zu prüfen.¹⁹⁶ Im Krankenhaus gibt es enorm viele Beteiligte, auf die hier nur verwiesen wird:

„[...] die kollegiale Führung, das medizinische Fachpersonal [...] aus Pflegeassistenten, Diätologie, Entlassungsmanagement, Ergotherapie, Hebammen, Biomedizinische Analytiker, Radiologisch-technisches Fachpersonal, Logopädie, Ombudsstelle, Orthopädietechnik, Orthoptik, Physiotherapie, Klinische Psychologie, Psychotherapie, Anstaltsapotheke, Seelsorge, Sozialarbeit, Stomatherapie, Wundmanagement, Diabetesberatung, Hygieneteam [...] und das Personal ohne direkten Patientenkontakt, wie Betriebsärztlicher Dienst, Arbeitsmedizin, Brandschutz- und Sicherheitstechnik, Haustechnik, Küchenpersonal, Gebäudereinigung, Informatik, Projektmanagement und Organisationsentwicklung, Qualitätsmanagement, Umweltschutz und Abfall, Sekretariat, Einkauf, PR/Marketing und Patientenadministration.“¹⁹⁷

Im Folgenden wird als Beispiel der weiteren Vorgehensweise genauer auf die Prozesse des Patienten, des ärztlichen Dienstes und des Pflegedienstes eingegangen. In der Analyse der Aktivitäten von Personen im Krankenhaus bietet sich eine abstrakte Einteilung zur groben Orientierung an, wie in den Bereich der Information und Anmeldung, der regulären Arbeit, bzw. dem stationären oder akuten Aufenthalt, der Untersuchungen und der Behandlungen oder der Spezialbehandlung. Diese Bereiche können in unterschiedlichen Abfolgen, je nach

¹⁹³ Wagenaar, The Architecture of Hospitals, 2006, S. 12 ff.

¹⁹⁴ Vgl. Wurzer, 2011, S. 2.

¹⁹⁵ Debatin, Und fertig ist das Klinikum, 2010, S. 34 ff.

¹⁹⁶ Ebda. S. 36 f.

¹⁹⁷ GÖG, Wer arbeitet in einem Krankenhaus?, 2017, [online], abgerufen am 04.11.2017

Aktivität der Beteiligten, relevant werden. Hierbei muss einem bewusst sein, dass es keinen Idealprozess gibt, da bei unterschiedlichen Aktivitäten verschiedene Entscheidungen getroffen werden, bzw. die Zeitkomponente, die den Prozess ausmacht, einfließt, wobei es jedoch gewisse zwingende Abfolgen einzuhalten gilt, wie bspw. das Bedienen des Linearbeschleunigers über den Schaltraum, um als Arzt überhaupt im Zuge der Therapie bestrahlen und die Dosimetrie kontrollieren zu können.

Im Krankenhaus selbst ist der erste Schritt die Orientierung, wobei in der Regel die Information oder Anmeldung gesucht wird, die sofort ersichtlich und direkt am Eingang sein sollte, wodurch auch Irrläufer und unbefugte Zutritte verhindert werden können. Hier kann auf die Bauentwurfslehre verwiesen werden, wonach der Abstand zum medizinischen Funktionsbereich möglichst gering sein sollte.¹⁹⁸ Entsprechend beginnen die Patientenprozesse mit der Aufnahme bzw. Anmeldung – mit der Ausnahme von Notfallpatienten, die direkt in der Ambulanz aufgenommen werden. Ab der Anmeldung bzw. je nach Betrachtung auch davor können stark abweichende Prozessfolgen eintreten, die von der Aktivität des jeweiligen Patienten abhängig sind, wie die stationäre Aufnahme, die ambulante Aufnahme, die Anamnese, die Untersuchung, die Diagnostik oder die Behandlung. In der Regel kommt es nach dem Aufnahmeprozess zu einem Kreislauf von Untersuchung, Diagnostik und Therapie bzw. Behandlung. Ein gewisser Teil der Diagnostik kann auf den Patientenzimmern erledigt werden, wie das Feststellen von Lebenszeichen, wohingegen komplexere Diagnostik im Labor oder an bildgebenden Geräten vorgenommen werden muss. Aus der Befundung der Diagnostik entsteht eine Therapie.¹⁹⁹

Die Diagnostik beginnt mit der Patientenbefragung und Gesprächen, wobei es um Symptomatik und Analyse geht. Diesem Schritt wird bereits ein Blutbild zugrunde gelegt. Auf dieser Basis werden weitere Untersuchungen, wie Untersuchung von Körperflüssigkeit, Abstriche oder bildgebende Verfahren, vorgenommen, wobei das CT das bedeutendste Verfahren für die Diagnostik solider Tumore ist,²⁰⁰ was bspw. bis zu 35 m² Fläche und eine Behandlungsdauer von bis zu 30 Minuten bedingt.²⁰¹ Wenn sich die Diagnose bestätigt, wird mit histologischer Diagnostik (Gewebediagnostik) und Zytodiagnostik (Zellidiagnostik) fortgefahren, es erfolgen demnach Abstriche, Biopsien und Punktionen von Zellen bis hin zur Exzision von Gewebeproben²⁰² und Markerdiagnostik.²⁰³ Gerade in der Onkologie werden Behandlungen wie Sonographien oder Biopsien selbst durchgeführt, während Hämatologen

¹⁹⁸ Neufert, Bauentwurfslehre, 2012, S. 534.

¹⁹⁹ Kreilhuber, Krebstherapie, 2012, [online], abgerufen am 14.11.2017

²⁰⁰ Hricak, Bildgebung in der Onkologie, 2009, S. 7.

²⁰¹ Neufert, Bauentwurfslehre, 2012, S. 544.

²⁰² Hübner, Onkologie interdisziplinär, 2014, S. 28 f.

²⁰³ Ebda., S. 12.

auch Blutbilder mikroskopieren und Laborbereiche benötigen.²⁰⁴ Nach der Diagnostik beginnt die Phase der Therapie, wobei hier in Chirurgie, Strahlentherapie, Chemotherapie (Zytostatika-Therapie) und medikamentöse Behandlung differenziert werden kann.

Der operative Zweig reicht von der Biopsie, also der Entnahme von Gewebeproben bis zur vollständigen Organentnahme – kurativ oder palliativ. Die onkologischen Therapien hingegen erfolgen in Zyklen über mehrere Wochen, die mit Untersuchungen und Diagnostik, wie Blutabnahmen und szintigraphischen Diagnoseverfahren (Radionuklid Angiographien), kombiniert überwacht werden. Die Zytostatika-Therapie dauert in der Regel drei bis vier Stunden, dient der Wachstumshemmung von Zellen, kann stationär oder ambulant durchgeführt und auch vor Operationen oder nach Operationen eingesetzt werden. Weitere Arten der Therapie sind die Antihormontherapie, die Targeted Therapy oder die Immuntherapie.²⁰⁵ Bei allen onkologischen Therapien ist die Blutbildkontrolle essentiell, da Infektionen aller Art vermieden werden müssen.²⁰⁶ Es lässt sich eine Nähe zur Chirurgie, Pathologie und Palliativmedizin erkennen.

Neben der Chemotherapie und der Operation gibt es auch die Möglichkeit der Strahlentherapie, ebenso kurativ oder palliativ. Dieser Behandlungszweig beginnt mit der Anmeldung, gefolgt von einem Gespräch. Dann kommt es zu Untersuchungen und der Indikationsstellung, also der Entscheidung, ob bestrahlt wird oder nicht und ob die Bestrahlung mit Chemotherapie (Radiochemotherapie) oder mit einer Operation kombiniert wird. Die Therapie selbst beginnt mit einer CT-Untersuchung zur Bestrahlungsplanung, was ungefähr eine halbe Stunde dauert, gefolgt von der Simulation der Bestrahlung. Die Bestrahlungsplanung kann, je nach technischem Stand, auf dem Hauptgerät oder einem eigenen Simulator, einer räumlich getrennten Kopie des Therapiegeräts, durch einen Facharzt, einen Techniker und einen Medizinphysiker durchgeführt werden.²⁰⁷

Die Erstbestrahlung erfolgt immer unter Supervision eines Facharztes, Physikers und MTF und dauert gemäß der Überprüfung mit einer Stunde relativ lange, wohingegen die effektive Behandlung nur fünf Minuten in Anspruch nimmt. Folgend kommt es täglich zur Bestrahlung über ungefähr fünf Minuten gefolgt von Untersuchungen des Blutbildes und der Labordiagnostik. Die Bestrahlung endet mit einem Gespräch und einer Abschlussbehandlung wie einer Kur.²⁰⁸

²⁰⁴ Ebda., S. 52 ff.

²⁰⁵ Kreilhuber, Krebstherapie, 2012, [online], abgerufen am 14.11.2017

²⁰⁶ Hübner, 2014, S. 240.

²⁰⁷ Universitätsklinikum Ulm, Strahlentherapie und Radioonkologie, 2017, [online], abgerufen am 16.12.2017

²⁰⁸ Universitätsklinikum Ulm, 2017, [online], abgerufen am 16.12.2017

Gerade vor und während der Behandlung in der Fachdisziplin Onkologie gibt es unterschiedliche Möglichkeiten von Abfolgen gemäß der Entscheidung des behandelnden Arztes und des Tumorboards. Grundsätzlich beginnt jede Behandlung mit einer Untersuchung und Diagnostik, gefolgt von einem interdisziplinären Tumorboard. Hier kann es zur Festlegung der weiteren Maßnahmen kommen, wobei unterschieden wird in operative Maßnahmen, medikamentöse Behandlung, Chemotherapie sowie Strahlentherapie.

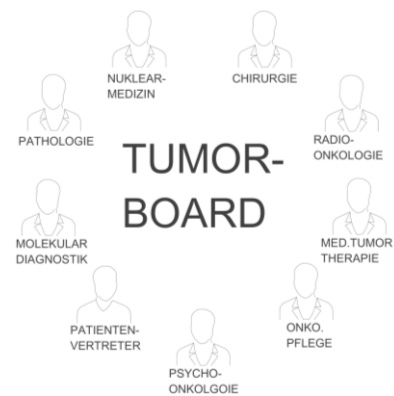


Abb. 57: Bsp. Tumorboard

Als exemplarische Abfolge für das Verständnis der Zusammenhänge kann ein Standardprozess in der Onkologie eines Patienten betrachtet werden. So kommt es nach der Anmeldung zu Beginn in der Regel zur Blutabnahme durch die Pflege und zur entsprechenden Diagnostik, die von einem Analysten durchgeführt und von einem Arzt befundet wird. Anschließend werden nach einem gewissen Zeitraum die Ergebnisse mit dem Patienten besprochen und weitere Schritte eruiert, wie die folgende Behandlung, der stationäre Aufenthalt oder die Verschiebung der Behandlung, was abschließend mit der Entlassung endet. Allein in dieser Abfolge gibt es unterschiedliche Möglichkeiten von Entscheidungen, weswegen es essentiell ist ein System mit bestimmten Randbedingungen zu nutzen, das mit Prozessen bespielt wird.

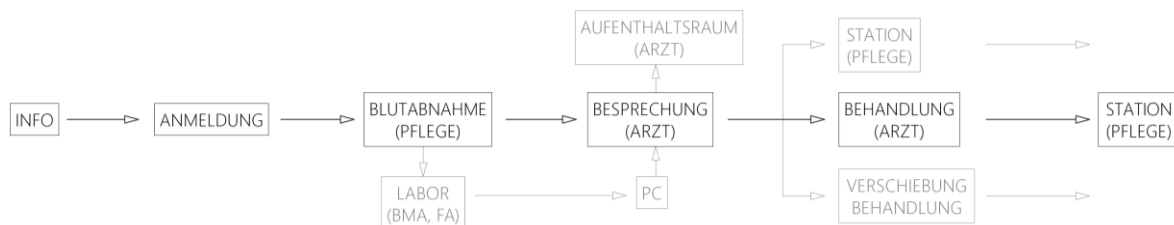


Abb. 58: Abfolge Onkologie | Quelle: Gespräch Prozessmanager LKWN

Beispielhafte Eckpunkte einer abstrahierten Patientenprozesskette nach der Anmeldung sind Untersuchung, vertiefte Untersuchung (CT, EEG u.v.m.), Gespräch, stationärer Aufenthalt, Behandlung bzw. Therapie und Warten in unterschiedlichen Reihenfolgen, wobei an allen Punkten Aktivitäten mit verschiedenen Zeitspannen und mit bestimmten Voraussetzungen stattfinden, was sich stark nach Art der Therapie bzw. Behandlung richtet. In der folgenden Darstellung ist die beispielhafte Abfolge in Rot hervorgehoben und stellt, wie ersichtlich, nur einen Bruchteil der möglichen Entscheidungen über einen Zeitraum dar.²⁰⁹

²⁰⁹ Greiling, Patientenbehandlungspfade optimieren, 2002, S. 154 ff.

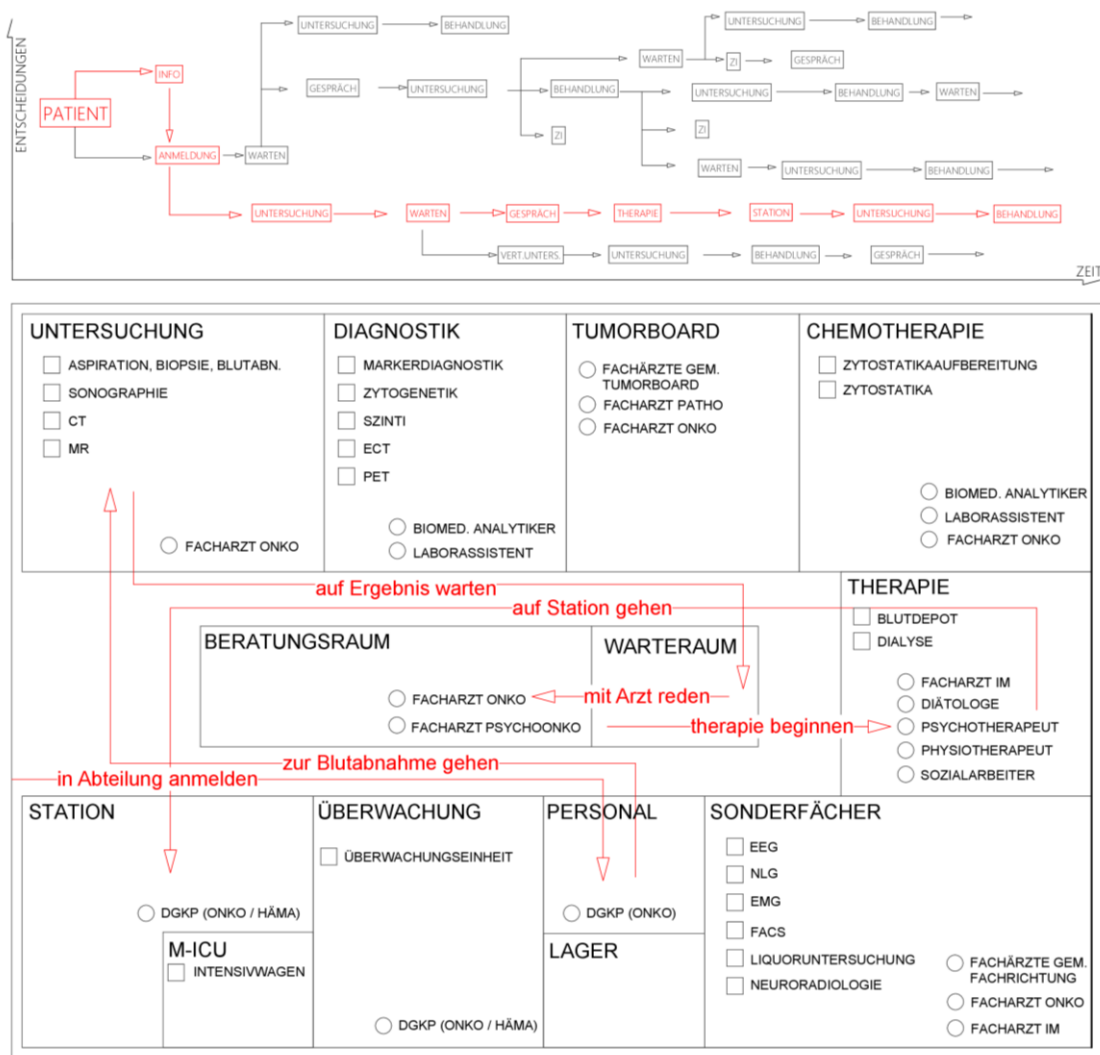


Abb. 59: Patienten-Funktionsabfolgen oben, Übersetzung im Schema unten

Neben der Betrachtung des Patientenprozesses kann parallel dazu der Prozess eines Arztes im Krankenhaus betrachtet werden, wobei man hier grundsätzlich nach medizinischer Disziplin unterscheiden kann. Nach der Ankunft im Krankenhaus wird die entsprechende Abteilung aufgesucht. Dort werden unter anderem Blutabnahmen oder Untersuchungen durchgeführt, wo man in direktem Kontakt mit den Patienten steht. Die Ergebnisse werden dann im Rahmen der Diagnostik weiter untersucht und vertieft. Zwischenzeitlich sind in den Diensträumen auch bürokratisch-administrative Tätigkeiten zu erledigen. Des Weiteren wird der Arzt die Visite durchführen, wo er nun im effektiven Austausch mit Patienten und deren Angehörigen steht. Die Visite ist gerade in der Onkologie bedeutsam, genauso wie gesonderte Gespräche, aufgrund des Bedrohungsgehaltes der Erkrankung.²¹⁰ In Folge kann es auch zu einem Austausch verschiedener Akteure, die mit der Abteilung im Kontext stehen, kommen, etwa mit anderen Fachärzten für interdisziplinäre Untersuchungen, die Ergebnisse der Untersuchungen besprechen wollen, oder mit Sozialarbeitern, die

²¹⁰ Vgl. Bliesener, Die ärztliche Visite Chance zum Gespräch, 1986, S. 41.

²¹¹ Hübner, Onkologie interdisziplinär: evidenzbasiert – integrativ – patientenzentriert, 2014, S. 23 f.



Patienten entsprechend ihrer Beeinträchtigung.²¹² Im Zuge der Pflegedurchgänge kontrolliert das Pflegepersonal die Vitalparameter. Neben dem Stationsalltag unterstützen Pflegekräfte auch gemäß ihrer Fachausbildung die Ärzte bei dem Arbeitsprozess in allen Bereichen der Onkologie. Des Weiteren stellen Pflegekräfte Diagnosen auf an denen sich die weitere Pflegebehandlung orientiert.²¹³ Stark vernetzt mit der onkologischen Pflege ist die Palliativpflege, also die Pflege von Personen, die unter lebensbedrohlichen Krankheiten leiden. An der Abfolge der Aktivitäten des Pflegepersonals lässt sich erkennen, dass sich der Patient nach der Anmeldung im Prozessbereich des Arztes befindet und erst auf der Station wieder zur Pflege zurückkehrt. Eckpunkte hierbei sind Stationsdienst, Pflegeuntersuchung, Medikation, Behandlungspflege und psychosoziale Basisversorgung.²¹⁴

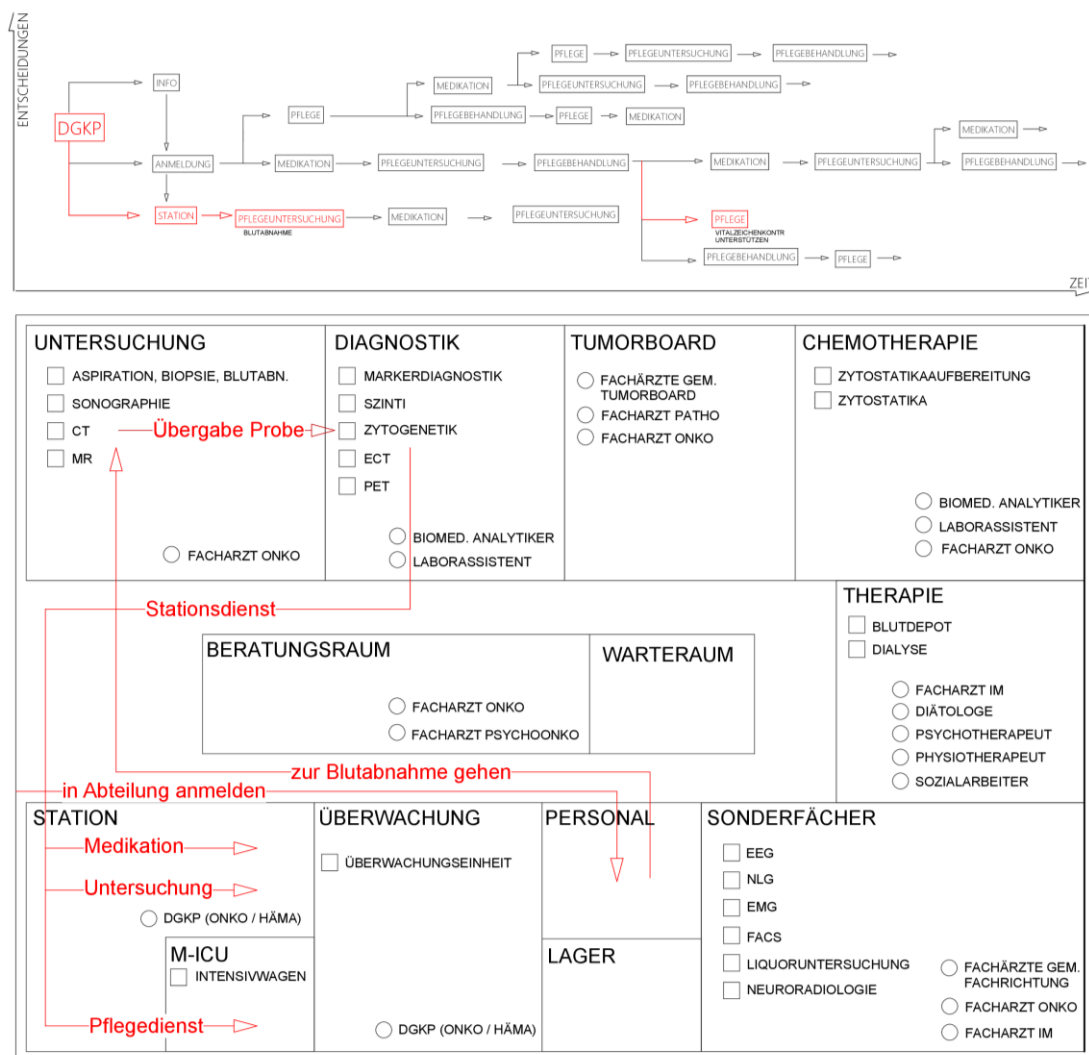


Abb. 61: Pflege-Funktionsabfolgen oben, Übersetzung im Schema unten

²¹² Vgl. Zapp, Betriebswirtschaftliche Grundlagen im Krankenhaus, 2014, S. 178 ff.

²¹³ Weigl, Pflegestandards im Krankenhaus, 1997, S. 16 ff.

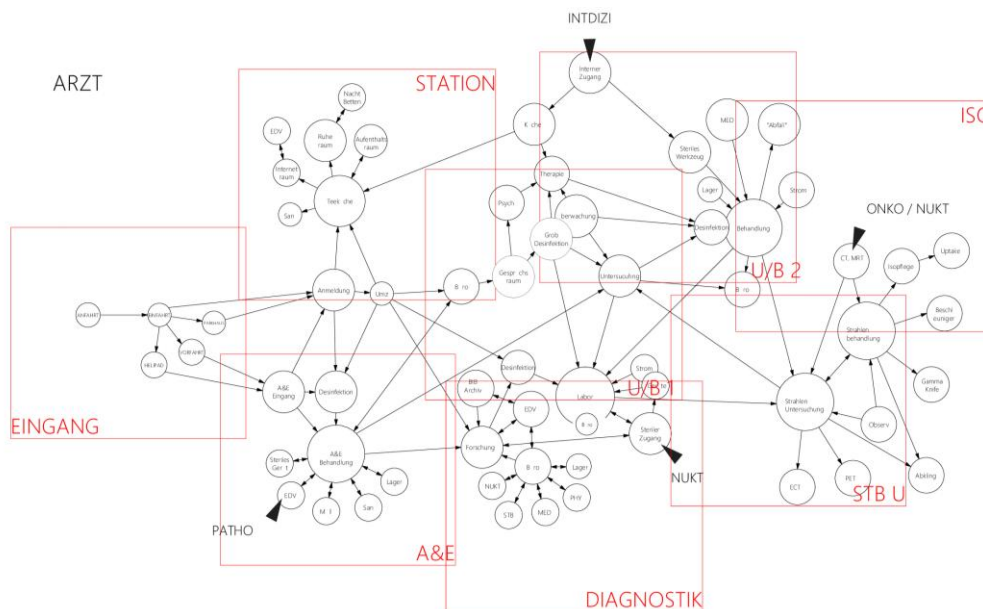
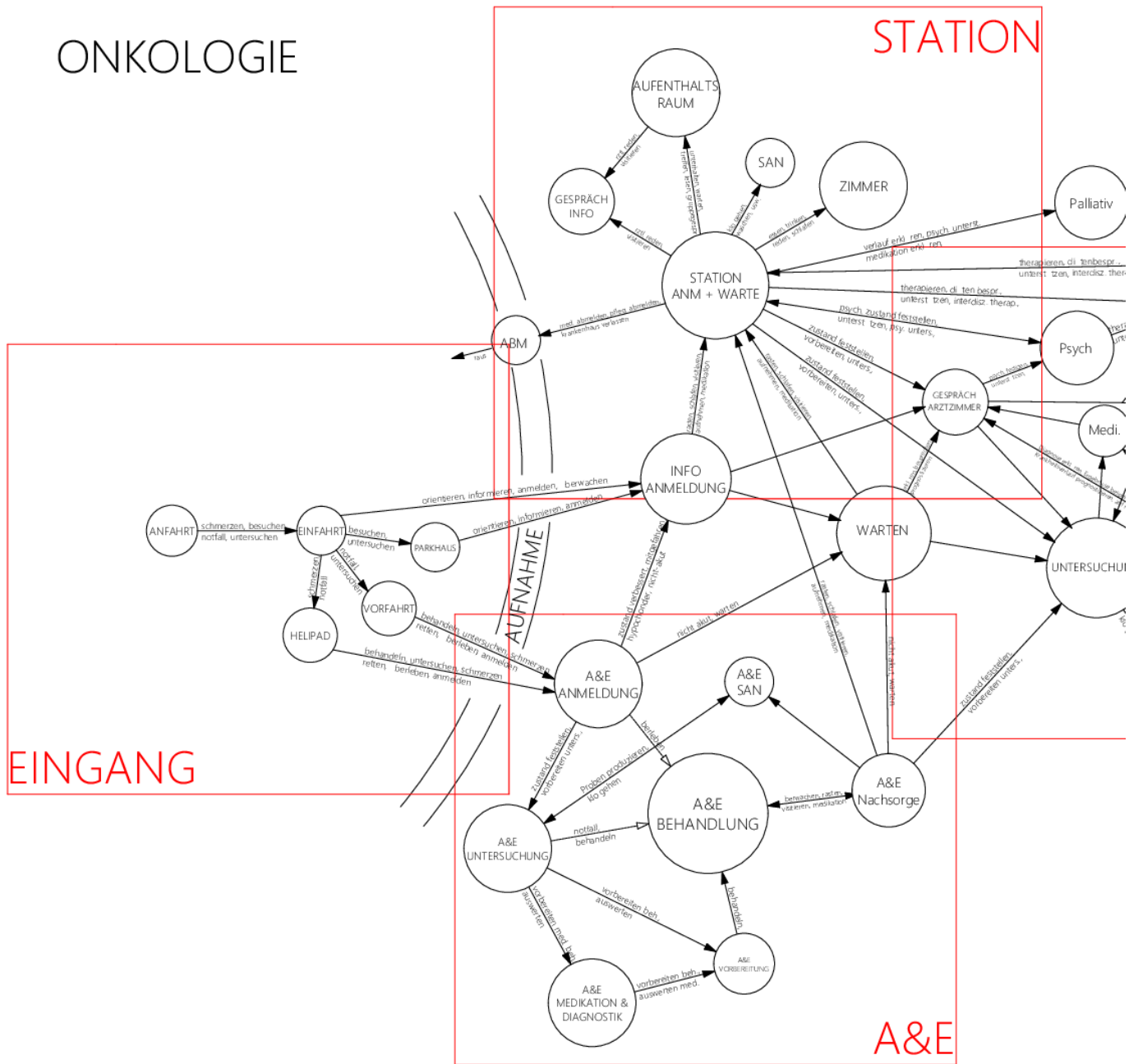
²¹⁴ Wecht, Fachweiterbildung Onkologie, 2007, S. 62 - 63.

Anhand der verschiedenen Abfolgen von Aktivitäten, wie bspw. der Behandlungsprozesse, unterschiedlicher Beteiligter lässt sich erkennen, dass viele im gleichen Bereich anderen Tätigkeiten nachgehen und Auswirkungen aufeinander haben. Der exemplarische Prozess zeigt im Bereich Untersuchung, dass der Arzt vertiefte Untersuchungen anordnen kann oder die Befundung bespricht, was aber bedingt, dass zeitlich vorgestaffelt die Pflege Blut abgenommen und an das Labor geschickt hat.

Nach einer Auseinandersetzung mit den verschiedenen Ebenen in der Krankenhausplanung und den entsprechenden Planungsprinzipien ergab sich aus der Analyse der Schluss, dass durch eine prozessuale Herangehensweise der verschiedenen Akteure eine komplexe Planung zielführender erfolgen kann, denn es ist leichter, einen Prozess als einen Raum zu optimieren. Entsprechend mussten im ersten Schritt Prozesse von verschiedenen Personen identifiziert werden, damit es überhaupt grundsätzlich möglich ist, die Räume und Modulstrukturen mit Information zu hinterlegen. Die entsprechenden Aktivitäten der Prozesse sind im Anhang 16 ersichtlich. Folgend können die Funktionsanordnungen des Schemas und die Zusammenhänge durch Prozesse genutzt und exemplarisch angewandt werden.

Als Resümee der Basis für das Modulsystem müssen die Funktionen, das Gesamtschema und die entsprechenden Aktivitätsabfolgen als Gesamtheit betrachtet und mit den wichtigsten Verbindungen hinterlegt werden. Bei der Überlagerung von Funktion, Schema und exemplarischer Abfolge von Personen lassen sich gewisse Bereiche erkennen, die sich als zusammengehörig erweisen und eine Basis für die modulare Planung darstellen können. Diese definieren in Folge die grundlegende Funktion eines Moduls und erleichtern so den generativen Prozess, da sich eine gleichförmige Basis bildet, die grundsätzlich zusammenwirken kann. Entsprechend benötigt ein Untersuchungs- und Behandlungsbereich bspw. die Funktionen von Untersuchung, Behandlung, Diagnostik, Nachsorge, Vorbereich, Wartezone, Gesprächsraum, Psychotherapieraum und Sanitärbereich. Diese wiederum sind mit gewissen Aktivitäten hinterlegt, die sich aus den Abfolgen von Personen ergeben.

ONKOLOGIE



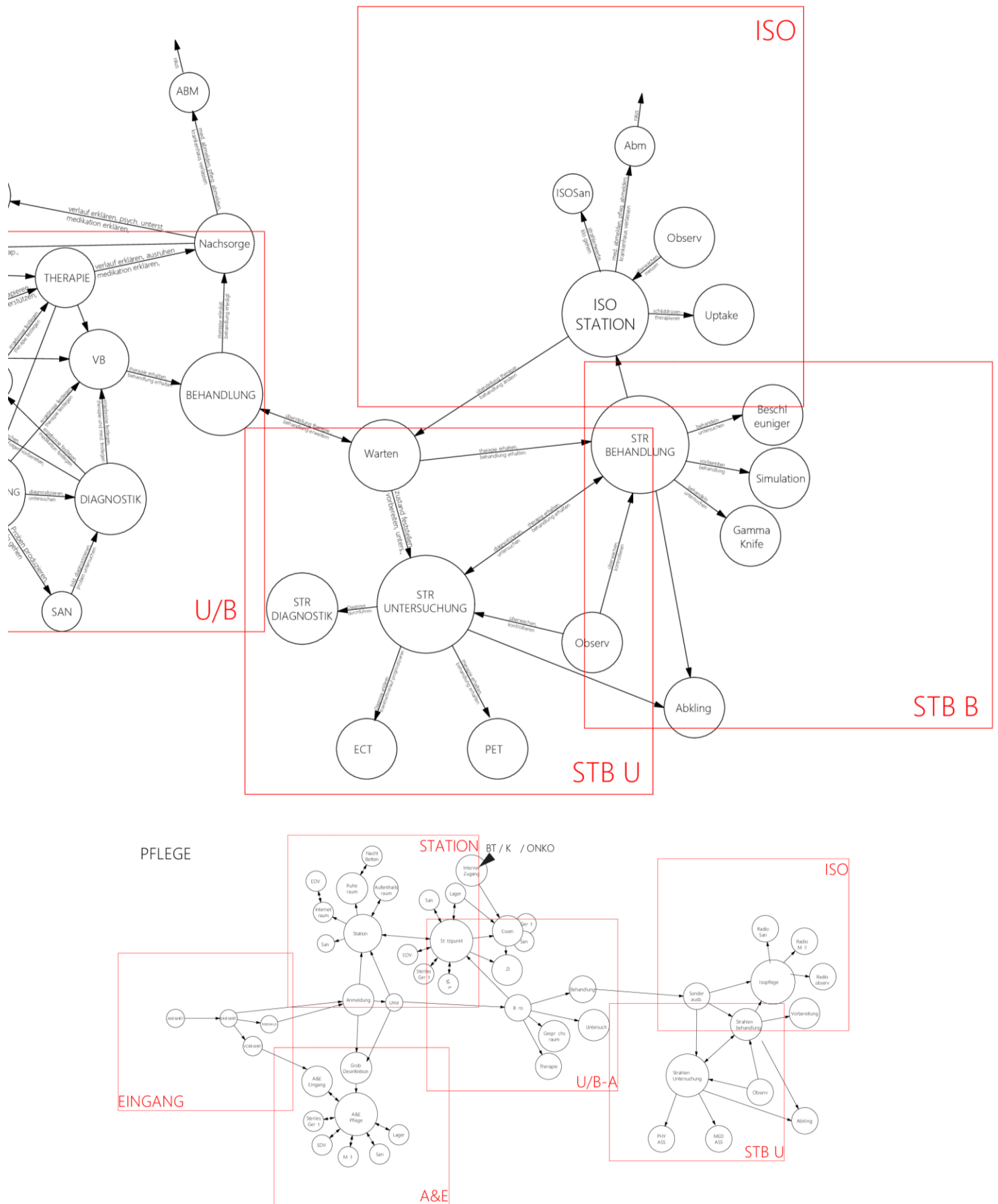


Abb. 62: Beispielhafte Überlagerung von Funktionen und Aktivitäten in Abfolge mit resultierenden Bereichen für unterschiedliche Akteure

5 Entwicklung des Modulsystems P2M

Diese Gesamtanalyse von Schema, Aktivität und Prozess stellt nun die Basis für das Modulsystem P2M dar. Durch die verschiedenen Prozesse und Abfolgen bot es sich an kein Krankenhaus zu entwerfen, das genau auf diesen beruht, sondern eine Systematik zu begründen, die diese Prozesse immer wieder in unterschiedlichen Anordnungen nutzen kann. Damit kann eine Abstimmung von Planung und Bau sowie eine Inklusion eines adaptiven Betriebskonzeptes gewährleistet werden. So kann auch an ein grundlegendes Problem der Krankenhausbauten angegangen werden, nämlich Umbauten und Änderungen²¹⁵, die durch eine flexible Planungssystematik in frühen Phasen verbessert und durch die Regeln auf Basis von Abfolgen optimiert werden kann.²¹⁶

Im Bestand gibt es gegenwärtig einige Problemzonen, die mit der Erschließung zu tun haben. Die Onkologie hat momentan ihre Standorte relativ stark über das Areal verteilt, wobei ein größeres Problem die Therapie im Haus A ist, da die Liftgruppen im Haus A und im Osttrakt, wo sich die Onkologieanmeldung befindet, auf unterschiedlichen Geschossen enden. Das erzeugt potentielle Irrläufer, da Personen, die von der Onkologie zur Therapie im Hochtrakt kommen wollen, den Lift wechseln müssen, sofern sie in der Onkologie einsteigen. Auch die Trennung von Information am Haupteingang und Anmeldung an den jeweiligen Ambulanzen führt zu unangemeldeten Aufenthalten im Krankenhaus, da es zwar vorkommt, dass Personen an der Information vorstellig werden, aber sich dann unangemeldet zu einer Ambulanz setzen und warten, was je nach Auslastung relativ lange dauern kann.²¹⁷ Gerade die Problematik der Erschließung und Irrläufer lässt sich über die Annäherung des modularen Konzepts effektiv bearbeiten.

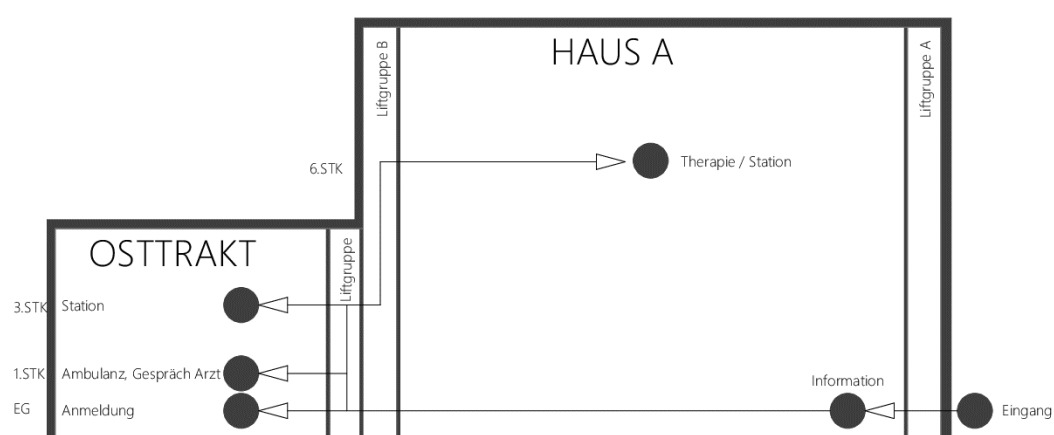


Abb. 63: Überarbeitete Skizze | Quelle: Prozessmanager LKWN Besuch Klinikum 01.12.17

²¹⁵ Roth, 2015, S. 3 f.

²¹⁶ Wagenaar, 2006, S. 14 ff.

²¹⁷ Gespräch Prozessmanager, Dez. 2017, Wiener Neustadt: Skizze Anhang

Es gilt, im Krankenhausbau eine Umwelt zu entwerfen, in der Patienten von Ärzten, Pflegekräften und weiteren Akteuren unterstützt und behandelt werden können. Hierbei müssen spezielle Einrichtungen geschaffen werden, die hochtechnisiert, konditioniert und rein sind.²¹⁸ Somit sind essentielle Basispunkte die Infektionsminimierung sowie die klare Zonierung und Erschließung, woraufhin als Grundgedanke die Idee gefasst wurde, dass es möglich sein müsse, den Patienten effektiver von der Station zur Behandlung und zur Therapie zu bringen, ohne erhöhtem Infektionsrisiko oder ineffektiven Wegen ausgesetzt zu sein. Somit geht es darum, die Erschließung zielführender zu gestalten, Wege für den Patienten zu verkürzen und davon ausgehend die Prozessabfolgen zu nutzen, um ein Modulsystem zu entwerfen, das flexibel nutzbar, standardisiert aufgebaut und optimierbar ist.

Als Basis der modularen Planung kann die funktionale Komponente des Krankenhauses benannt werden, die wiederum auf den erarbeiteten Prozessen der Organisation des Gebäudes beruht. Hierbei wurde auf den Kontext der Prozesse, wie Abfolgen, Geräte, Nutzung usw. eingegangen. Dieser kontextuelle Ansatz, der die Grundlage der Simulation darstellt, wird benötigt, um zu erkennen, wie die Anordnung der Module zueinander auf verschiedene Situationen der Abfolgen bzw. Planungsparameter reagieren kann.

Ein essentieller Punkt im Zuge der generativen, modularen Lösung im Zuge der Betrachtung des Bestandes sind verschiedene Möglichkeiten der Erweiterbarkeit durch Verdichtung, wobei diese im Kontext der Umgebung stehen. Hierbei gibt es verschiedene Ansätze zur Verdichtung, wie das Bauen in Baulücken oder den Abriss und neuverdichteten Aufbau. Hier bieten sich zwei Möglichkeiten der Verdichtung an: Sofern viel Fläche zur Verfügung steht und niedrige Bebauung die Umgebung prägt, wird die Dichte relativ gering sein, mit Potential, zu verdichten und auf eine höhere Dichte zu erweitern. Steht dagegen wenig Fläche zur Verfügung, weil Teile des Standortes verkauft werden oder grundsätzlich wenig Fläche vorhanden ist, dann kann hohe Dichte durch hohe Gebäude erzielt werden.

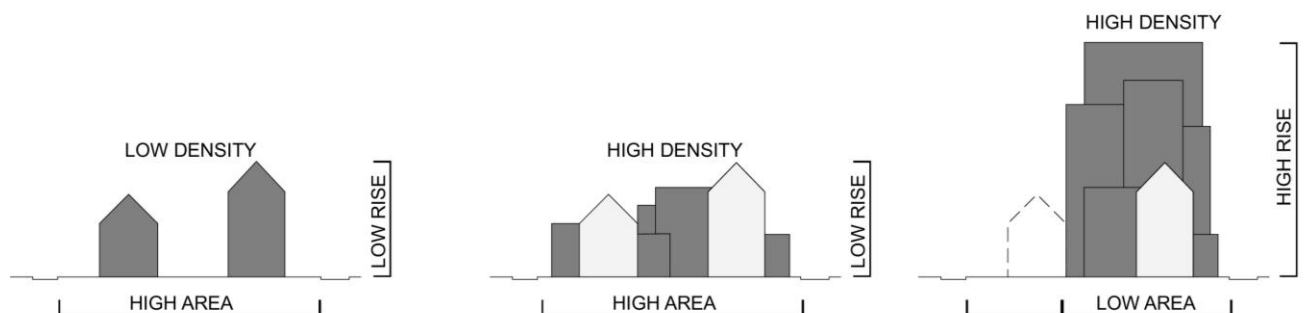


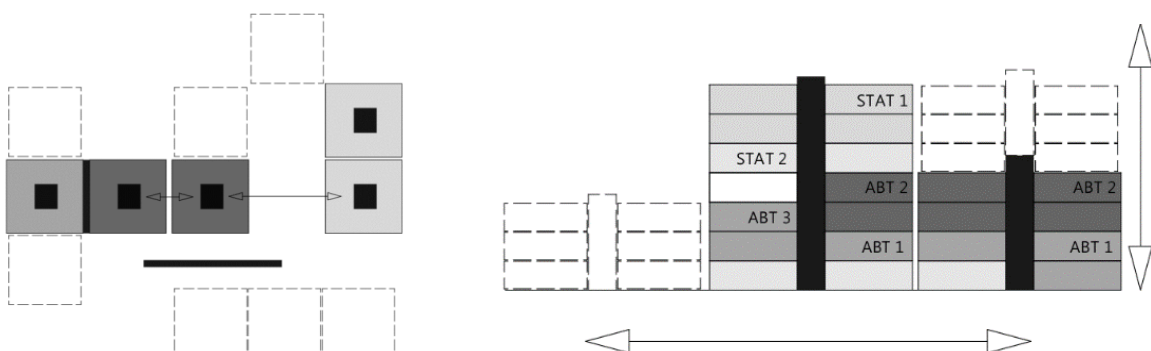
Abb. 64: Verdichtungsmöglichkeiten

²¹⁸ Wagenaar, 2006, S. 12 ff.

Um im Modulbau effektiv planen und optimieren zu können, bedarf es einer flexiblen Systematik, die grundlegend erweiterbar und auch bedingt reduziert werden kann. Dadurch besteht in einem Baukastensystem die Möglichkeit nach eigenem Interesse, willkürlich oder nach System vorzugehen und ein modulares Konglomerat zu schaffen, das genau dem entspricht, was gebraucht wird. Im ersten Schritt kam es zu dem Ansatz einen Kernbereich in den verschiedenen Modulstationen und -abteilungen zu schaffen, um den Nutzer so schnell wie möglich zu den entsprechenden Bereichen zu bringen ohne weite Strecken und Umwege zu machen. Des Weiteren führt ein Modul, das in allen Ausformulierungen in der Erschließung grundlegend relativ gleich funktioniert dazu, dass sich Personen schnell zurechtfinden und einfach durch das Krankenhaus navigieren können.

Damit ergab sich eine Systematik, die von einer zentralen, effektiveren Erschließung ausgeht, damit das Modul entsprechend kumulativ flexibel bleibt und sowohl, vertikal als auch horizontal, funktioniert. Damit die Module auch in der horizontalen Abfolge zusammenwirken können, müssen sie verbunden bzw. angedockt werden. Bedeutend hierbei ist der Grundsatz, dass die Module nicht zusammenarbeiten müssen, sondern nur die frei wählbare Möglichkeit dazu haben, wodurch eine Durchmischung von unterschiedlichen behandelnden Abteilungen verhindert werden kann. Bedeutsam hierbei ist, dass die Module nicht als endgültiger Krankenhausbau betrachtet werden, sondern als funktionale Planungsbausteine.

Durch die Erschließung eines jeden Moduls entsteht, in Kombination mit einem entsprechenden Erschließungsschema, eine Minimierung der Infektionsgefahr, da Funktionen geschossweise und modulweise getrennt werden können und so die Möglichkeit besteht, auch nach Erkrankungen zu unterscheiden. Die horizontale Ausbreitung würde sich somit um geschlossene Bereiche erweitern, wohingegen die infektionstechnische Trennung in der vertikalen Richtung ohnehin möglich ist. Bei einer Gesamterschließung wäre eine Vermischung von Patienten, Besuchern und Personal unterschiedlicher Stationen unumgänglich. Damit ergeben sich folgende Grundsätze der Konzeptidee des Moduls: Minimierung der Wege, Minimierung von Infektionsgefahren, effektivere Planung über Prozessabfolgen und Homogenisierung der Patiententypen.



5.1 Alpha – Grundlagen

In der ersten Phase wird eine Einteilung getroffen in Stationsmodule und Behandlungsmodule, wobei man einen Kernbereich hat aus Erschließung und Räumen, die keine höheren Anforderungen verlangen und den Zugang regeln. Dieser Erschließungs- und Zugangsbereich bietet damit die Möglichkeit, untergeordnete Räume, Wartezonen bzw. Räume mit temporärer Nutzung sowie Lagerräume, Toiletten oder Archive unterzubringen. Die Erschließung selbst über den Kern muss zumindest einen Bettenlift und zwei Personenlifte beinhalten, bedingt aus der Vorgabe der aktuellen Radioonkologie des LKWN. Dadurch ergibt sich ein unreiner Kern, der eine Schleusenfunktion mit je einem Vorbereich pro Lift einnehmen kann. Damit wäre die Erschließung definiert und universell einsetzbar. Diese bleibt bei allen Arten der Module relativ gleichartig und ändert nur geringfügig ihre Funktion, da sich die Schleusenlösung im Kern, aufgrund vieler möglicher Raumfolgen, die zurück zum Lift führen, als effektive Route erwiesen hat.

Die Stationsmodule sind darauf ausgelegt, dass um den Kernbereich eine modulinterne Erschließung stattfinden kann, an der die Zimmer angeordnet sind. Eine Seite dieser Module ist für die Pflege vorgesehen. Sofern nun mehrere Module nebeneinander angewandt werden, kann die Erschließung verbunden werden und somit horizontal mehrere Module betreffen, was besonders bei größeren Stationen zielführend ist. Im Zentrum der Module, zwischen den Kernen, bildet sich nun ein Bereich aus, der unter anderem durch einen Lichtschacht belichtet werden kann, sofern es die Nutzungen erfordern. Die Behandlungsmodule sind nicht mit einer eigenen Erschließung ausgestattet, da sie vom Kernbereich weg Raumabfolgen etablieren und so für sich funktionieren. Auch diese Module können zusammenwirken und somit längere Behandlungs- unter Untersuchungsfolgen mit größeren Raumerfordernissen ausbilden.

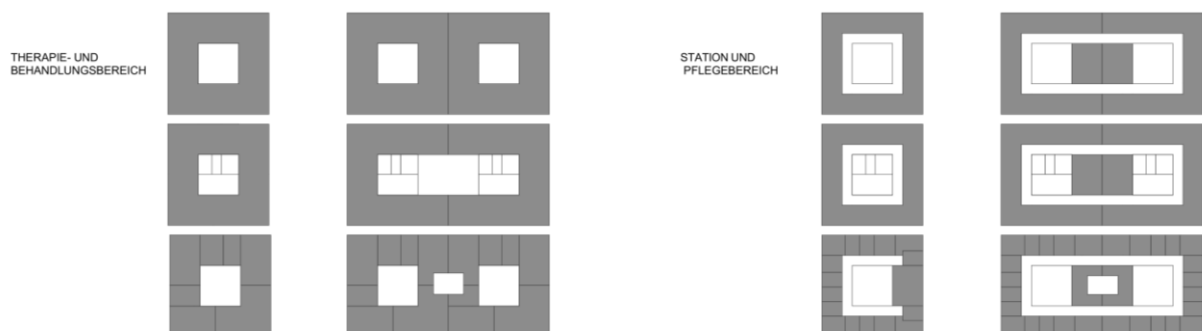


Abb. 66: Alpha-Module Behandlung (li.) u. Station (re.) mit verschiedenen Abständen

Nachdem die zwei grundlegenden Arten der Module bestimmt worden sind, gilt es erste Regeln und Möglichkeiten zu eruieren, wie diese Module zusammenarbeiten und wie dieses Konglomerat funktionieren kann. Da die Module die gleiche Größe aufweisen, liegt es auf der Hand, dass ein Raster zugrunde gelegt wird, nach dem die Module geordnet werden. Es erfolgt diese erste Betrachtung ohne Kontext und nur in Bezug auf weitere Module.

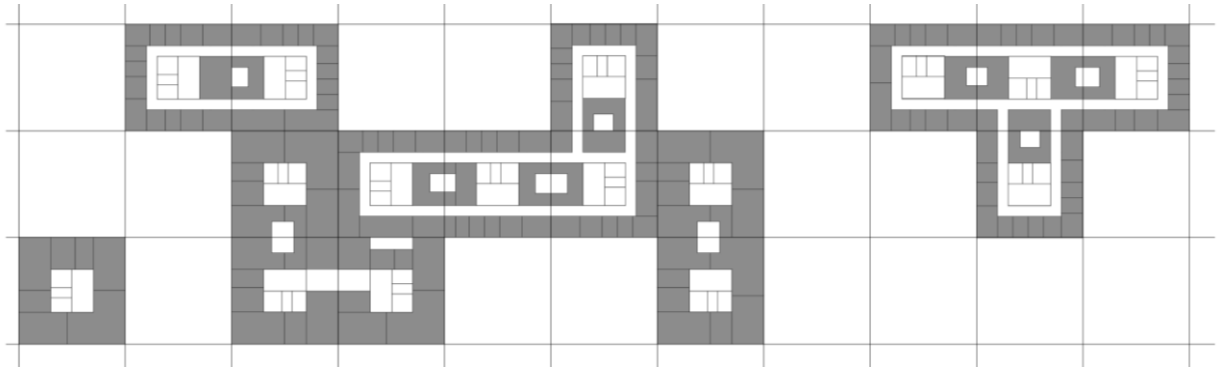


Abb. 67: Anwendung Alpha-Module

Im Raster bietet es sich grundsätzlich an, dass man die Möglichkeit hat Pufferzonen miteinzuplanen, sodass die Module nicht Kante an Kante liegen, sondern einen gewissen Raum dazwischen haben, um die eigene Fläche zu vergrößern oder Abstandsflächen zu etablieren. Im Zusammenwirken entsteht somit eine größere Facette an Variabilität und Möglichkeiten. Das Schwergewicht auf das Zusammenwirken und die Adaption zu legen, behandelt die Problemzone der zeitlichen Veränderung des Bestandes und des resultierenden Auftauchens von Irrläufern, da die gegenwärtigen Abfolgen im Bestand nur relativ schwer optimierbar sind und es nach einem gewissen Ordnungsprinzip adaptierbar bleibt.

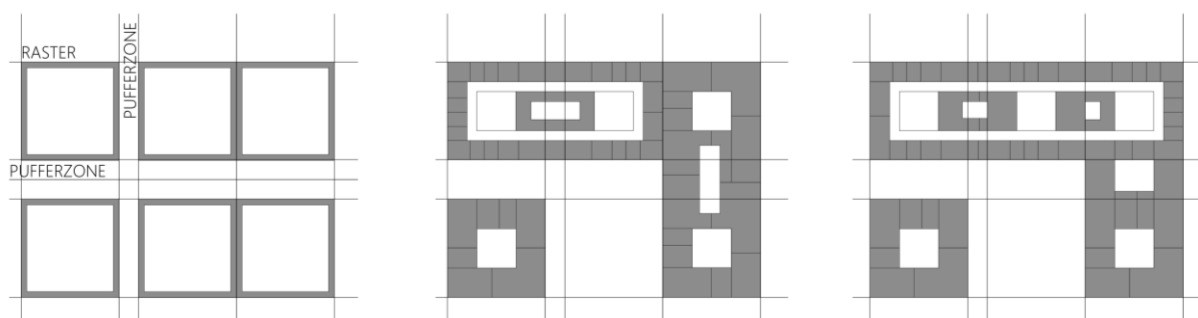


Abb. 68: Variabler Bereich

Anhand der ersten Analyse von Raumgrößen und Funktionen im Landesklinikum Wiener Neustadt ergab sich eine Basisgröße für das Modul von 25 x 25 Metern bei einem Verhältnis von Kernfläche zu restlicher Modulfläche von ~1:5. Das Verhältnis hat sich insofern bestätigt, als bei mehr Kernfläche zu wenig Variabilität in den äußeren Bereichen vorhanden ist, wohingegen bei weniger Kernbereich die untergeordneten Räume nicht mehr funktionieren.

5.2 Beta – Ausformulierung

Grundlegend für die genaue Definition werden die Module über die zuvor untersuchten Prozesse zu Bereichen zusammengefasst und implementiert. Die Kernstruktur wird nun gemäß den stattfindenden Abfolgen und Nutzungen von Räumen mit ergänzender, bzw. untergeordneter Nutzung und auch für Triage-, Behandlungs-, Diagnose- bzw. diagnostischen Räume, Besprechungsräume oder Holdingbereiche genutzt, abhängig von der Anwendung, ob es sich um ein Modul mit Schwergewicht Behandlung/Personal oder Station/Patient handelt. Diese Struktur ist von Räumen in den entsprechenden Abfolgen umgeben, die der entsprechenden Grobeinteilung dienen. So gelangt man von einer zur Untersuchung optimierten Struktur direkt in die Untersuchungsräume und von einer Behandlungseinheit direkt in die entsprechenden Behandlungsräume. Somit ist der Kern als Schleuse anzusehen, um Prozessabfolgen gesundheitlich, sicherheitstechnisch, aber auch bürokratisch zu optimieren, da die Wege reduziert und optimiert werden. Die Erschließung jedes Raumes ist durch die Prozesse geprägt und gibt das Modul vor. Die Beschränkung ergibt sich ausschließlich durch die Dimensionierung des Moduls, damit es entsprechend adaptiv und planungsflexibel bleibt.

Beim Entwurf der Module wird ein variabler Bereich um das Modul mitgeplant, die bereits angesprochenen Pufferzonen, die durch variable Abstände außen am Modul Raum etablieren, wodurch die Module flexibler werden. So können zwischen den Modulen andere Bereiche, unter anderem Lichtschächte, eingeordnet oder bestehende Bereiche vergrößert werden. Es kann auch in diesen Zwischenräumen der Module eine ergänzende Erschließung eingeplant werden, sofern eine starke Besucher- oder Versorgungszirkulation angedacht wird, sodass die Kernerschließung den medizinischen Prozessen vorbehalten bleibt.

Über die Annäherung durch Prozesse und das Herausfiltern essentieller Bereiche über die Schemata und entsprechende Abfolgen kann man die Module relativ frei generieren, da sie für sich funktionieren und über weitere Module expandierbar sind. So braucht man für eine Radioonkologie bspw. zumindest ein Therapiemodul, ein Behandlungsmodul, ein oder mehrere Stationsmodule, ein Technikmodul, ein Büromodul und ein Bestrahlungsmodul.

Insgesamt werden drei größere Unterscheidungen der räumlichen Einheiten getroffen: Räume für Patienten, Räume für Behandlung, Räume für Personal. Diese wiederum wirken als Gesamtes zusammen und ergeben mit verschiedenen Modulen unterschiedliche Schwergewichte und Abfolgen. Für folgende Darstellung gilt: Je dunkler das Modul, desto stärker ist es auf Patienten ausgelegt.

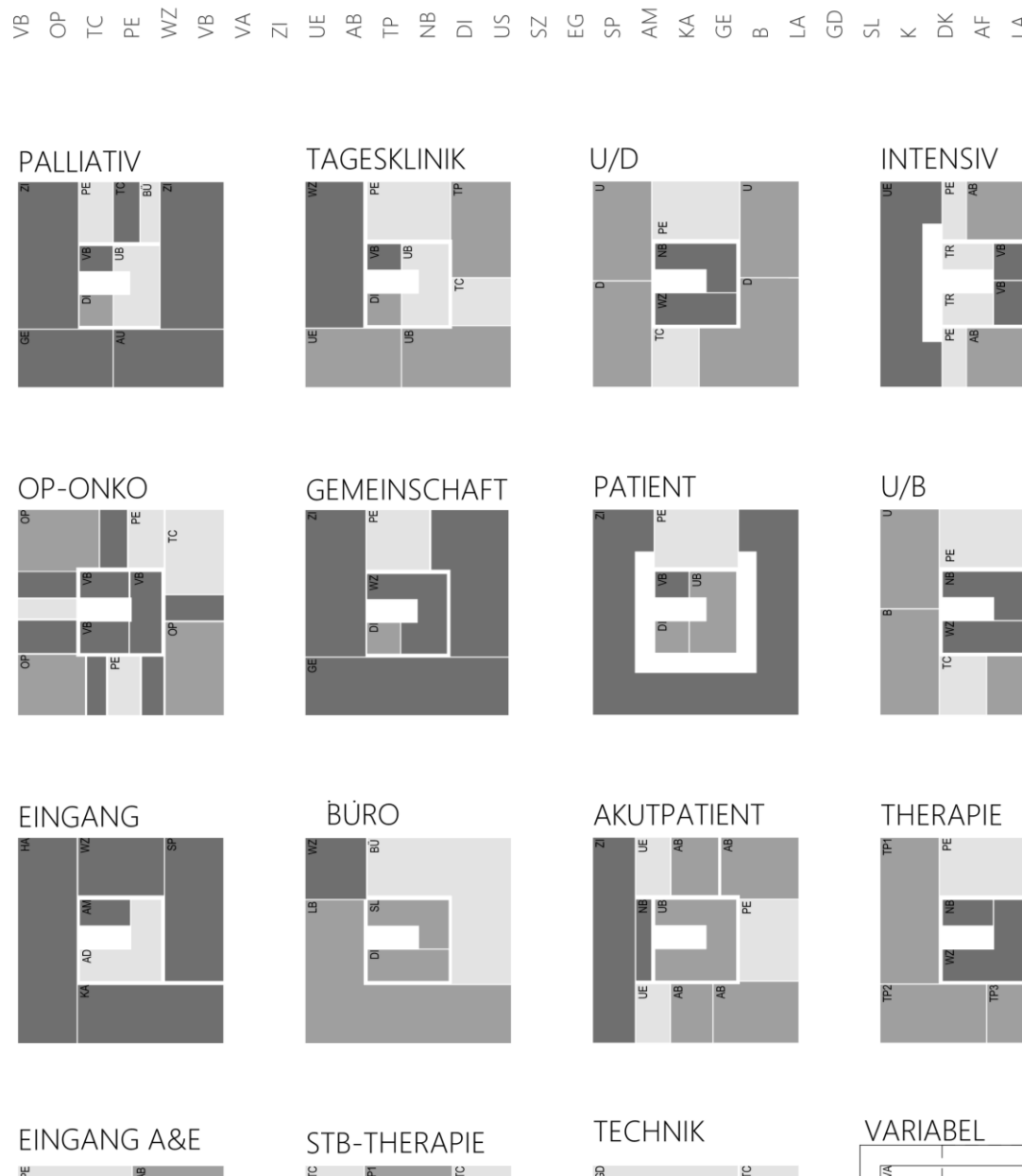


Abb. 69: Auszug möglicher Module

5.3 Gamma – Anwendung und Vergleich

In der Anwendung ist es zielführend die schematischen Potentiale mit Flächen zu hinterlegen, um durch die Aktivitäten, Personen und Geräte auf entsprechende Räume schließen zu können und das Module zum Bestand vergleichbar zu machen. So wird bspw. der Therapiebereich Physiotherapie mit zwei Therapieflächen (Aktivität Therapie durchführen), einen Bereich zum Umziehen (Aktivität umziehen) und einer Eingangszone sowie einem Wartebereich übersetzt.

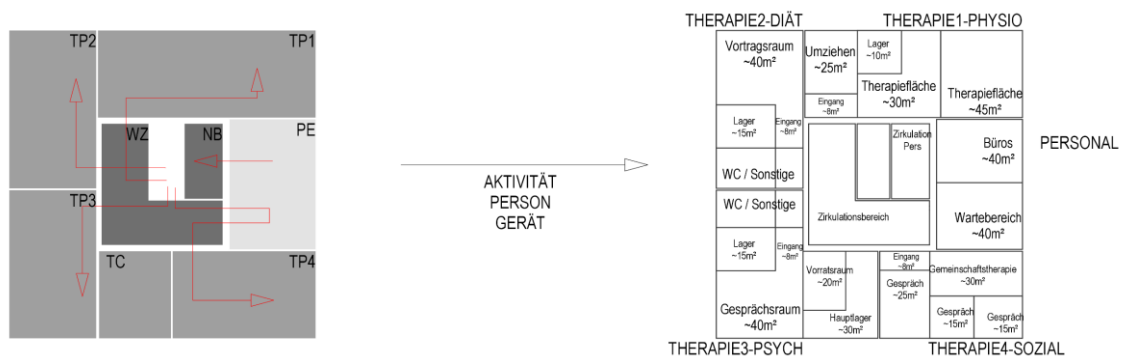


Abb. 70: Übersetzung Schema | Quelle: Qualitätsrichtlinien für Vertragsphysiotherapeuten und Neufert

Am Beispiel des Vergleiches von drei exemplarischen Modulen zur Radioonkologie wird eine Verbesserung der Erschließung und der Dichte erkennbar. Des Weiteren werden die Flächen durch zielführende Abfolgen effektiver genutzt. Auch die Funktionen sind gemäß schematischer Planung besser angeordnet. Im direkten Vergleich einer Abfolge für eine Untersuchung von Modul und aktueller Radioonkologie des LKWN wird ersichtlich, dass der Eingangsbereich im Bestand dem Wartebereich nachgestellt ist, wohingegen er in der modularen Ausformulierung eine vorgelagerte, überwachende Stellung einnimmt. Die ambulanten Abfolgen und Therapien sind in der Onkologie effektiv nahe der Erschließung positioniert, wo kaum Optimierungspotential besteht. Modular ist die Abfolge ähnlich effektiv, aber insgesamt sind die Behandlungsräume in den verschiedenen Modulen verteilt, damit kein Wartebereich überfüllt wird. Außerdem ist die Trennung in Akutbehandlung und Behandlung zielführend, damit die bestpositionierten Räume für Akutfälle vorbehalten sind.



Abb. 71: Vergleich Bestand und Modul Eingang | Quelle: Planmaterial LKWN

In der Darstellung der Module ist ebenso die effektive Zusammenarbeit von Personalräumen, Behandlungsräumen und Patientenräumen zu erkennen. Wie in der Anwendung im Bereich Bestrahlung ersichtlich ist, besteht durch das Zusammenführen der Module darüber hinaus die Möglichkeit, Funktionen über mehrere Module zu nutzen. So wird ein Technikbereich des Technikmoduls der Strahlentherapie zugeordnet, wodurch mehr Platz für die Bestrahlungssimulation entsteht. Des Weiteren kann für größere Bereiche die variable Zone, zuvor als Pufferzone bezeichnet, miteingeplant werden.

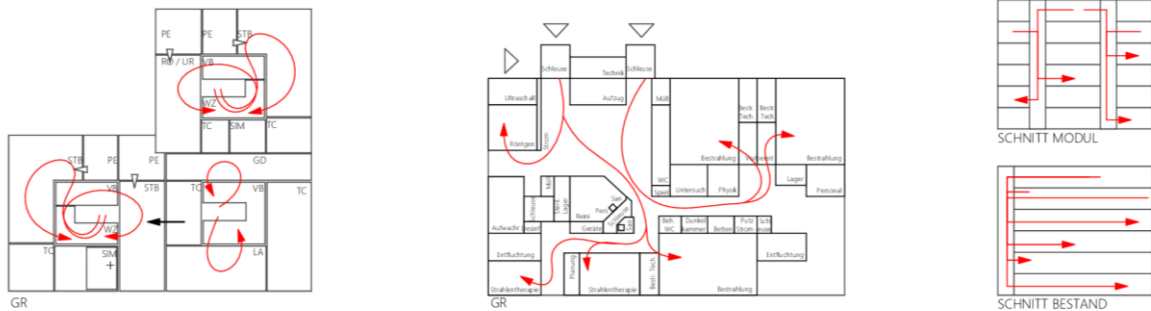


Abb. 72: Vergleich Bestand und Modul | Quelle: Planmaterial LKWN

In der finalen Ausformulierung werden exemplarische Module mit Geräten, schlüssigen Flächen und Gegenständen versehen und bespielt, um die Raumverhältnisse zu überprüfen und etwaige Schwachstellen zu erkennen. Des Weiteren werden durch imaginäre Testpatienten die Module überprüft, um das effektive Zusammenwirken im Rahmen der Planung feststellen zu können. Hierzu werden Abfolgen aus der Überlagerung der Patientenprozesse herangezogen und zu den entsprechenden Funktionen geschickt. Im direkten Vergleich können auch räumliche Schlüsse gezogen und Qualitäten abgeleitet werden. Anhand des Raumbedarfs der Großgeräte, wie Bestrahlungsgerät, Brachytherapiegerät, CT-Gerät oder Röntgengerät wird ersichtlich, dass die Module über ausreichend Platz verfügen, vor allem, wenn sie zusammengefügt werden.

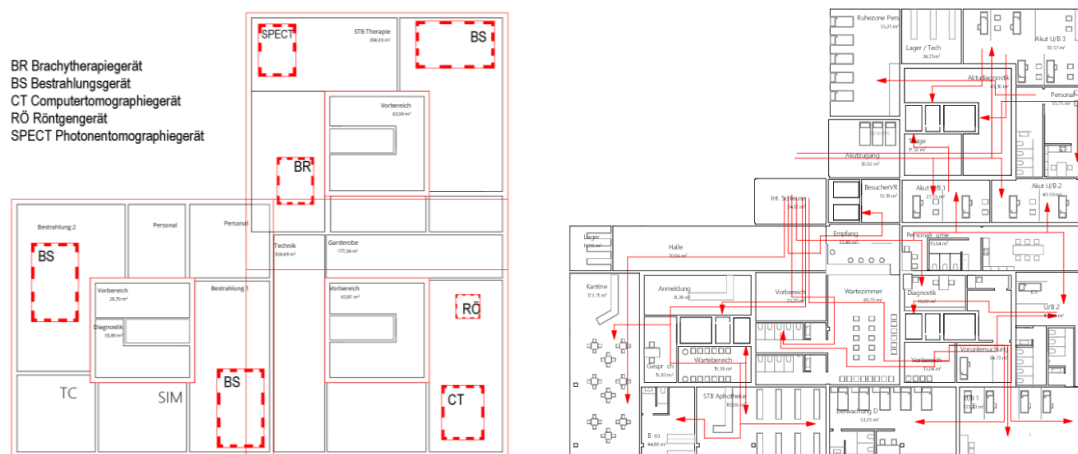


Abb. 73: Überprüfung Module mit Gerätegrößen und Abfolgen

5.4 Modulare Anwendung als System

Bei der Betrachtung der Module untereinander kann relativ schnell festgestellt werden, dass die angestrebte Lösung im Raster sehr zielführend für Krankenhäuser ist, anstelle einer rein willkürlichen Verteilung der Module. Die meisten Abteilungen benötigen ein Zusammenwirken, was dadurch leichter umsetzbar wird. Entsprechend wird die Ausdehnung und Erweiterung eines Moduls vertikal, orthogonal und diagonal sowie solitär möglich sein.

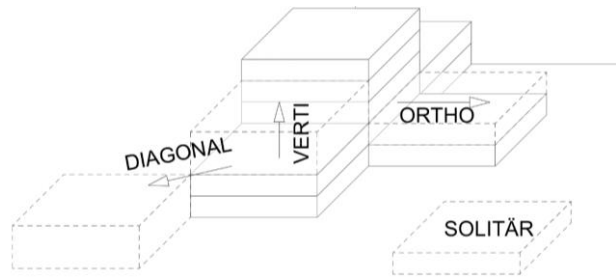


Abb. 74: Möglichkeiten Anordnung Einzelmodul

Im nächsten Schritt müssen nun Regeln definiert werden, nach denen die Module zueinander, alleingestellt und im Bestand funktionieren können, mit der Wirkung, dass sie bestehende Prozesse ergänzen, als Bindeglied zwischen Systemen und Gebäuden dienen oder auch den Bestand adaptieren, wobei sie in einem gewissen Rahmen höhenweiterbar sind, je nach architektonischer Ausformulierung. Da es sich bei der Definition des Moduls, um ein Universalmodul handelt, kann man die Regeln im Gesamtsystem anwenden, wobei die Möglichkeiten eines solitären Neubaus, eines Zubaus, eines Abrisses und in Folge eines Neubaus sowie eines Umbaus bestehen.

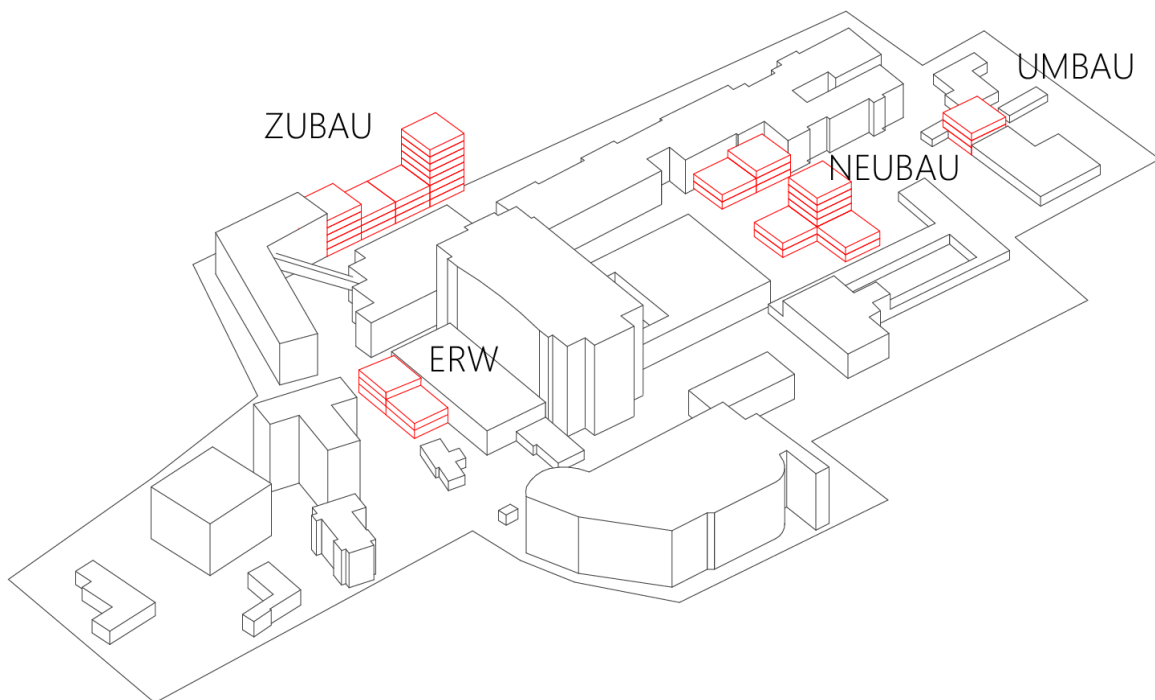


Abb. 75: Theoretisch mögliche Anwendung der Module

6 Umsetzung in ein generatives System GEN

Sowohl der Entwurf der Module selbst als auch die Umsetzung eben dieser sind iterative Prozesse, die die Qualität erhöhen und auf Potentiale hinweisen. Es ergibt sich damit ein an die vorliegenden Kriterien angepasstes Schema, das nach Regeln funktioniert und als Grundlage für weiterführende Planungen herangezogen werden kann. In der vorhergehenden Analysephase wurden das Krankenhaus und die Einflussfaktoren verschiedener Ebenen untersucht, um eine schematische Basis zu identifizieren, die für die generative Anwendung als Modul dient.

Bevor nun mit einer dreidimensionalen Simulation des generativen Algorithmus begonnen wird, gilt es, die Umgebung zu definieren, um die Einflussfaktoren für das generative System zu ermitteln. Eine Planung auf freiem Feld ohne Nachbarbebauung hat das Potential, höher und zufälliger zu werden, mit unterschiedlichen Ergebnissen, wohingegen beim Bauen im Bestand der bebaute Kontext und die umgebende Bebauung als Anhalt dienen. Somit gibt es am Bauplatz gewisse Vorgaben, die einschränkend wirken, was einerseits die Baukörper sind, die als existierende Morphologie bestehen und andererseits die Straßenzüge, die den Bauplatz begrenzen und nicht überbaut werden sollen. Des Weiteren ist die Flächenwidmung in der Kernzone sowie der Denkmalschutz relevant. Gewisse Potentiale hingegen bieten gehortete Baulandreserven, unbebaute Flächen, sowie bestehende untergeordnete Gebäude.

Im ersten Schritt bietet es sich an die Basis des generativen Systems als zweidimensionale Umsetzung zu lösen, um die grundlegenden Regeln des Algorithmus umzusetzen und erst in Folge die bespielte Welt um die z-Koordinate zu ergänzen. Für diese Simulation wird die Umgebung aus der Datengrundlage von Open Street Maps (.osm) in der CAD Software ‚Rhinoceros‘ mit der visuellen Programmieroberfläche ‚Grasshopper‘ und dem Plug-In Elk ausgelesen, wodurch die Möglichkeit besteht, unter anderem die Kubatur, Straßen und Grünflächen enorm schnell darzustellen und als CAD- oder Bilddateien auszugeben. Die entsprechende verwendete Grundlage findet sich im Anhang 2. Diese Darstellungen kann man nun im Format .png in die Modellierungsumgebung ‚Netlogo‘ laden, um so den Bauplatz zu bespielen.



Abb. 76: Verwendete Programme für Import der Umgebung

6.1 Generativer Algorithmus

Als Basis für das generative System muss die Größe des Bauplatzes definiert und die Welt der Simulationssoftware ‚Netlogo‘ dieser Größe entsprechend angepasst werden. Als Auswahl wird eine Fläche von 650 auf 460 m im CAD-Programm ausgewählt, die in Pixel ausgegeben wird. Es wird entsprechend der Größe des Moduls das Raster in der Simulationssoftware auf fünf Meter eingestellt, was eine Welt von 130 auf 92 Patches ergibt. Entsprechend dieser Größe wird das Bild skaliert und in die Software geladen. Gemäß dieser Skalierung werden verschiedene Layer aus dem CAD-Programm ausgegeben, die mit festgelegten Farbwerten arbeiten, um direkt in der Simulationssoftware identifiziert werden zu können.

Zur Betrachtung der Baukörper wird nun auf die Datengrundlage von Open Street Maps zurückgegriffen. In Ergänzung dazu kann die Flächenwidmung des Landes Niederösterreich herangezogen werden, durch die weitere Details bzgl. der Grundstücke ersichtlich werden, wie Baulandreserven oder zusammengehörende Grundstücke. In Folge gilt es, die grundsätzlich bebaubare Fläche, also das Grundstück, sowie etwaige Möglichkeiten der zukünftigen Expansion zu importieren. Dazu können verschiedene Layer von Flächendarstellungen genutzt werden, die je nach Auswahl als Bilddatei eingespielt werden können (Anhang 8). Die Farben der nutzbaren Flächen werden als Farbwerte ausgelesen, da es als Schnittstelle zwischen CAD-Software und Simulationssoftware in diesem Fall die einfachste Möglichkeit des Austausches darstellt. Für die Software werden die Farbwerte als eigener Typ definiert.

Auf diese Weise werden, nachdem die beispielbaren Flächen in die Software geladen wurden, die Gebäude anhand eines Schwarzplans ausgelesen. Diese werden über einen eigenen Typ definiert, um in Folge als potentiell unattraktiv für die Module im Zuge des Algorithmus ausgewiesen zu sein. In einem dritten Schritt werden die Straßen eingefügt, was vor allem im Zuge der Analyse von Lärmquellen relevant wird. Auch Straßen bekommen einen eigenen Typ und werden ebenso als unattraktiv für die Bebauung definiert. Auf diese Weise können weitere Layer, wie Grünräume, denkmalgeschützte Bereiche oder Gewässer, ausgewiesen werden.

Für den Startpunkt gibt es die Möglichkeit eines zufälligen Startpunkts auf einem Platz, der grundsätzlich bebaubar ist, also nicht auf einem Grundstück liegt, das als nicht bebaubar ausgewiesen ist. Von diesem



Abb. 77: 2D-Ergebnis 2D-Layer Umgebung

Startpunkt ausgehend setzt der Algorithmus mit seinen Regeln gemäß Kapitel 2.3.3 an und verteilt die Module.

Um effektive Vergleichswerte der generativen Ausformulierung mit diesen Einstellungen zu erhalten, kann das Ergebnis des zweidimensionalen Bebauungsvorschlags nach jedem Durchgang als Bilddatei ausgegeben werden. Zur Exploration werden folgende Einstellungen getroffen:

- Drei Durchgänge: Richtung 8 x 45°, Wahrscheinlichkeit 50 %, Distanz gemäß Modulgröße, Wahrscheinlichkeit für Pufferraum 5 m 50 %, Buildinglayer 1, Startpunkt xy 10, - 30
- Drei Durchgänge: Richtung 360°, sonst gleiche Einstellung

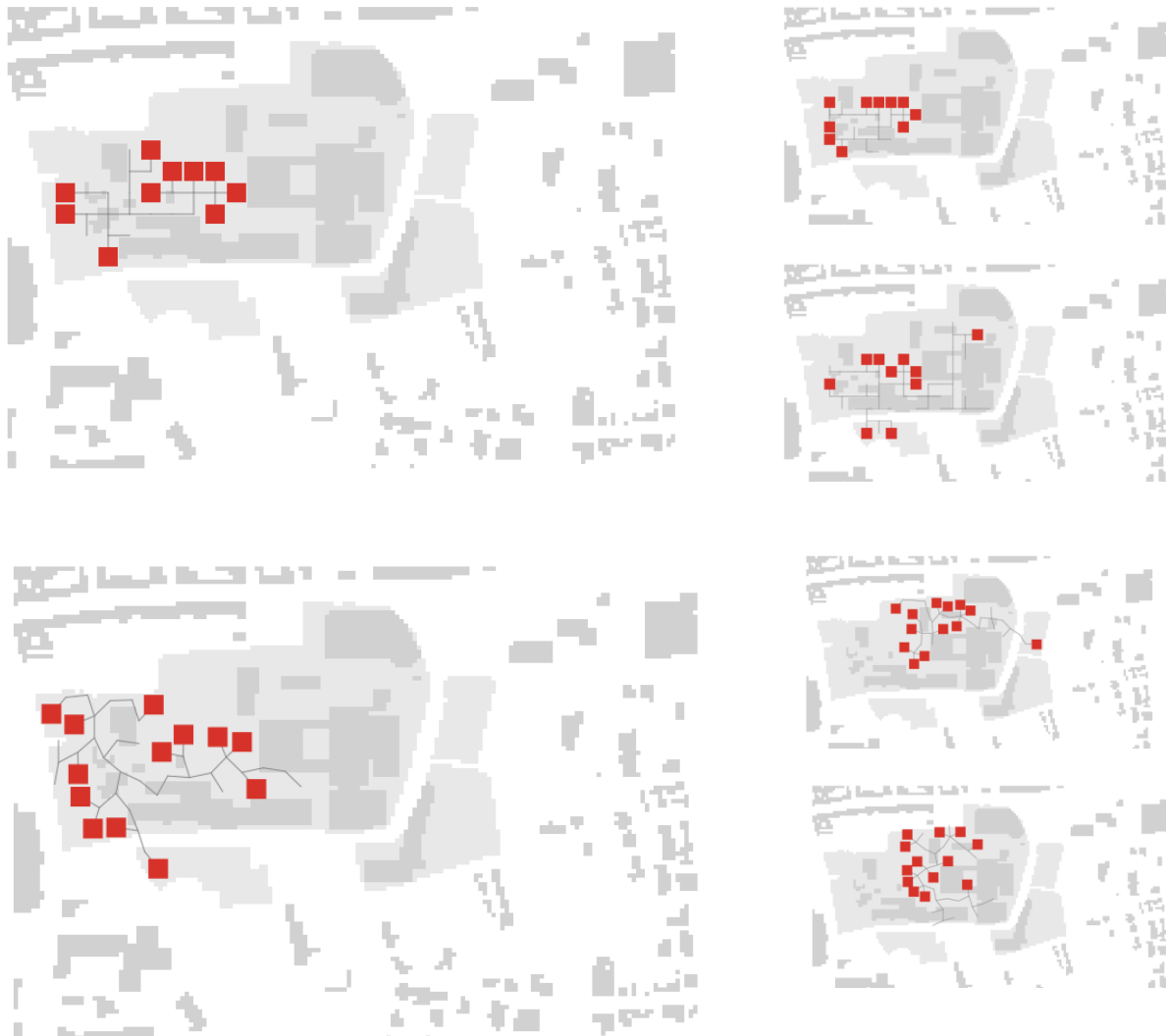


Abb. 78: Darstellung verschiedener Durchgänge des generativen Algorithmus

Nach verschiedenen Versuchen der Anordnung über Parameter hat sich die Ausbreitung um 45° bei gleicher Größe von Erschließungsfläche und Modul bei einer Wahrscheinlichkeit von 50 % für einen Pufferraum im Raster bewährt, um ein regelmäßiges Raster und eine lineare sowie schachbrettartige Anordnung zu erhalten.

In einem nächsten Schritt geht es darum, die erarbeitete Systematik in den dreidimensionalen Raum umzusetzen. Auch bei der Betrachtung der dreidimensionalen Baukörper kann die Basis von Open Street Maps genutzt werden. Es bietet sich an, dass die verwendeten Farbwerte für die Anwendung an weiteren Bauplätzen weiterverwendet werden. Die Gebäude des Bestandes und der Umgebung werden ebenso auf Grundlage der .osm-Daten über die CAD-Software in Farbwerten eingelesen (Anhang 8). Folgend wird den Farbwerten neben einem eigenen Typ auch die entsprechende Höhe hinterlegt, wobei dieser Höhenwert der z-Koordinate der entsprechenden Patches zugeordnet wird, mit der Farbe nivelliert und über den höchsten Wert die Gesamthöhe der Welt vorgibt. Hier gilt: Je dunkler der Farbwert ist, desto höher wird die z-Koordinate angenommen und entsprechend als Typ ausgewiesen. Zur Veranschaulichung des Ergebnisses wird eine abgetreppte Farbskala für die Höhe der Gebäude verwendet, was nur einen optischen Nutzen hat.

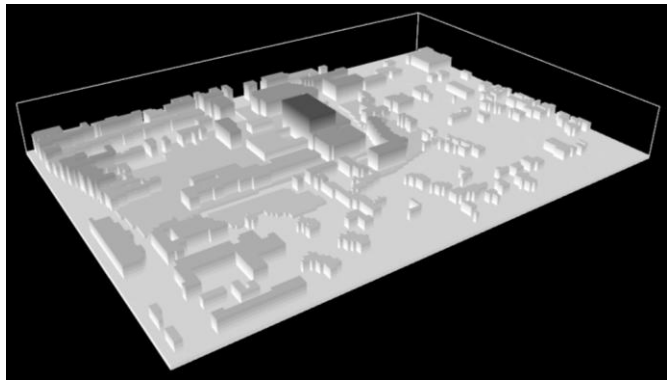


Abb. 79: 3D-Ergebnis Umgebung aus 2D-Layern

Somit ist die Umgebung festgelegt und es geht darum, die Module im Bestand generativ zu verteilen. Gemäß der bestehenden Vorgabe der zweidimensionalen Variante wird entweder ein zufälliger Erschließungspunkt Y ausgewählt oder ein Punkt über eine Koordinateneingabe in der Ebene gewählt. Von diesem Punkt ausgehend kann der Algorithmus nun aussuchen, ob als Nächstes in einem gewählten Abstand bei einer bestimmten Größe ein Modul X oder ein weiterer Erschließungspunkt Y erstellt wird, wobei hierfür die voreingestellte Wahrscheinlichkeit ausschlaggebend ist. Dies ist besonders bei unbebauten Grundstücken relevant, da bei einer Wahrscheinlichkeit unter 60 % für die Generierung eines Erschließungspunktes Y des parallelen Alpha Syntax nach absehbarer Zeit alle Erschließungsflächen von Modulen X umgeben sind und nicht mehr generieren können, wie im Kapitel 2.2.3 beschrieben. Bei stark bebauten Gebieten ist eine niedrige Wahrscheinlichkeit für Erschließungsflächen Y zielführend, weil die Möglichkeit überhaupt einen bebaubaren Bereich zu finden, von vornherein geringer ist.

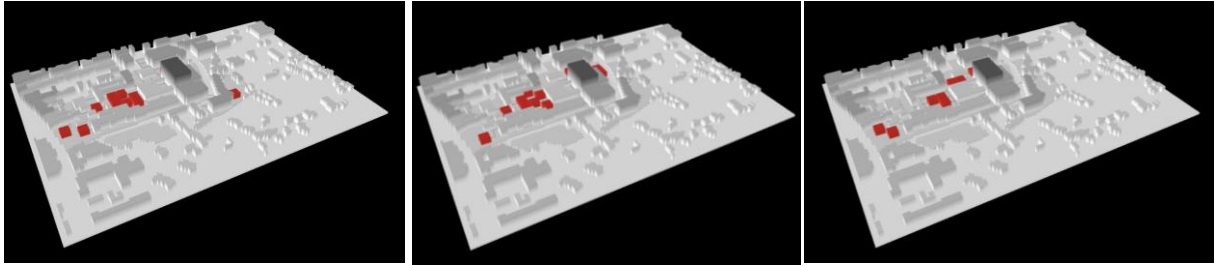


Abb. 80: Wahrscheinlichkeit 20 %, gleiche Durchlaufdauer, gleiche Größe, gleiche Richtung

In einem nächsten Schritt wird geprüft, sofern ein Modul generiert wurde, ob dieses im Bestand steckt bzw. diesen überschneidet oder auf einer Straße oder auf einer Fläche steht, die nicht bebaut werden soll. Deswegen wird ein definierbarer Radius für bestimmte Typen, die als potentiell unattraktiv ausgewiesen werden, wie Bestandsgebäude, eingeführt, in dem sich keine Module X oder Erschließungspunkte Y befinden dürfen. Sofern das nicht der Fall ist, bleibt der Ausgangspunkt für das Modul bestehen, andernfalls wird er entfernt. Bei den Erschließungspunkten entfällt diese radiale Selektion, da die Abstandsflächen hier nur bedingt relevant sind und Bestandsgebäuden und Straßen grundsätzlich als potentielle Erschließung ansehen werden können. Auch Nachbargrundstücke können nicht erschlossen

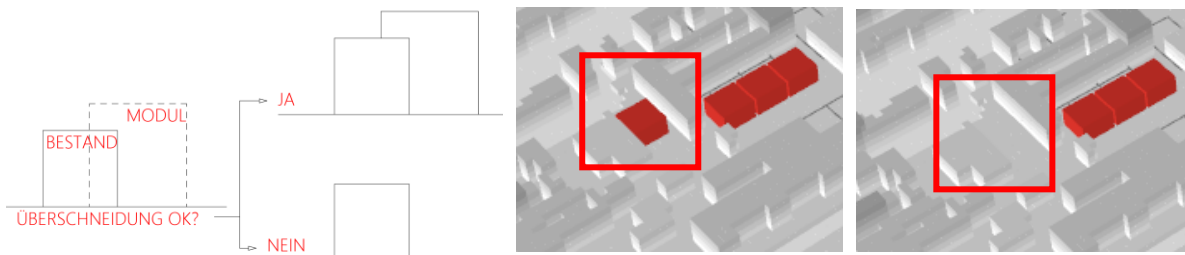


Abb. 81: Implementierte Löschung von falschen Modulen

werden.

Nachdem die Verteilung soweit gelöst wurde und einer zielführenden Lösung bezogen auf ihre Anordnung entspricht, gilt es im nächsten Schritt, sich der Höhe der Module zu widmen. Die aktuellen roten Agenten, die die Module darstellen, sind gleichförmig und dienen hierbei nur als Platzhalter. Sobald eine Verteilung erreicht ist, die zufriedenstellend ist, oder die vorgegebene Anzahl an Modulen generiert wurde, wird vom Mittelpunkt der jeweiligen Agenten ein Modul bestehend aus den Typen Kernbereich und umgebender Fläche entwickelt, das den Ausmaßen 25 x 25 m entspricht. Diese ersetzen nun die Platzhalter und werden so lange übereinander erstellt, bis eine vorgegebene Höhe erreicht wird. Diese Höhe ist reglementiert durch die umgebende maximale Bebauungshöhe, die Höhe der umgebenden Module und die Anzahl der Module. Durch diesen Übergang von Platzhalter zu Modul ergibt sich die Möglichkeit, die Fläche auszuweisen und die Verdichtung entsprechend nachvollziehen zu können. Zur besseren Veranschaulichung wird der Gebäudelayer (siehe

Anhang 8) umgestellt, sodass der Altbau ausgeblendet wird und mehr Fläche für die Module zur Verfügung steht.

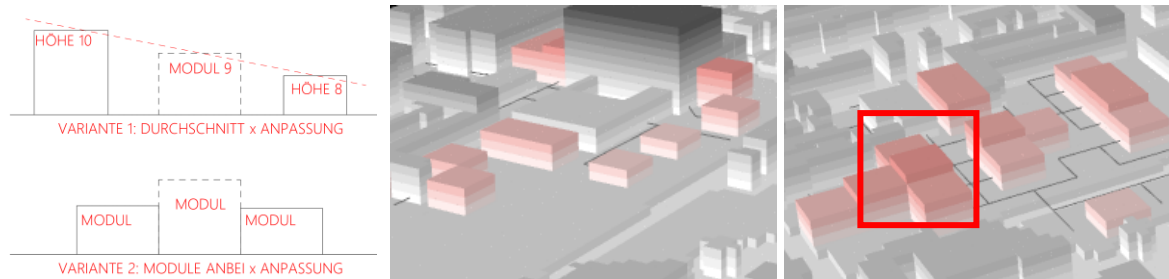


Abb. 82: Module als Richtwert für Höhe (li.), Bebauungshöhe als Richtwert (re.)

Zur groben Zonierung besteht die Möglichkeit, gemäß einer Höheneinteilung die Module in drei Bereiche, wie bspw. Behandlung unten, Übergangsbereich darüber und Stationsmodule oben, zu unterscheiden, wobei diese Einteilung der Höhe nach vom Nutzer frei eingestellt werden kann. Dadurch bietet sich relativ schnell über den Vergleich der Fläche der drei Bereiche die Möglichkeit, abzuwägen, ob die aktuelle Lösung dem entspricht, was man verlangt oder nicht oder ob ein neuer Versuch beginnt. Jede Lösung kann als JPEG ausgegeben werden, um einer späteren Betrachtung und Evaluierung unterzogen zu werden.

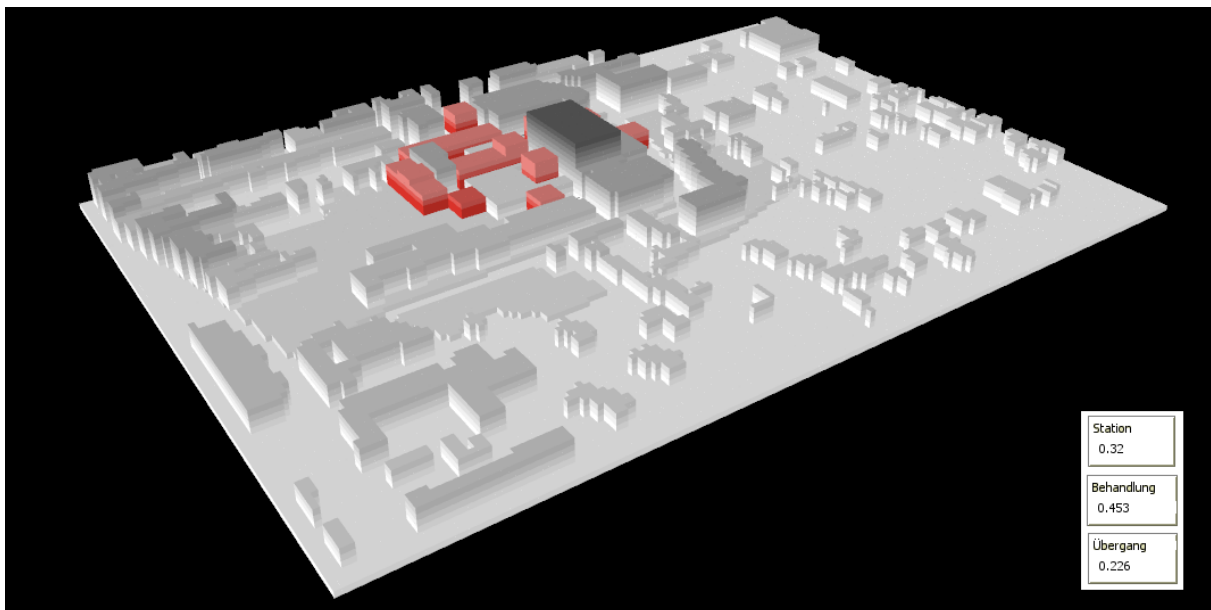


Abb. 83: 3-D Darstellung Umgebung mit generativem Ergebnis

Des Weiteren kann die gesamte Welt an einer bestimmten Schnittlinie vertikal oder horizontal betrachtet werden, um bspw. einen Ansatz für die Analyse des Zusammenwirkens bestimmter Ebenen oder Gebäude zu erhalten, wenn die Module bspw. besonders nahe an einem Bauwerk stehen. Wie zuvor beschrieben, kann das durch entsprechende Einstellungen auch verhindert werden.

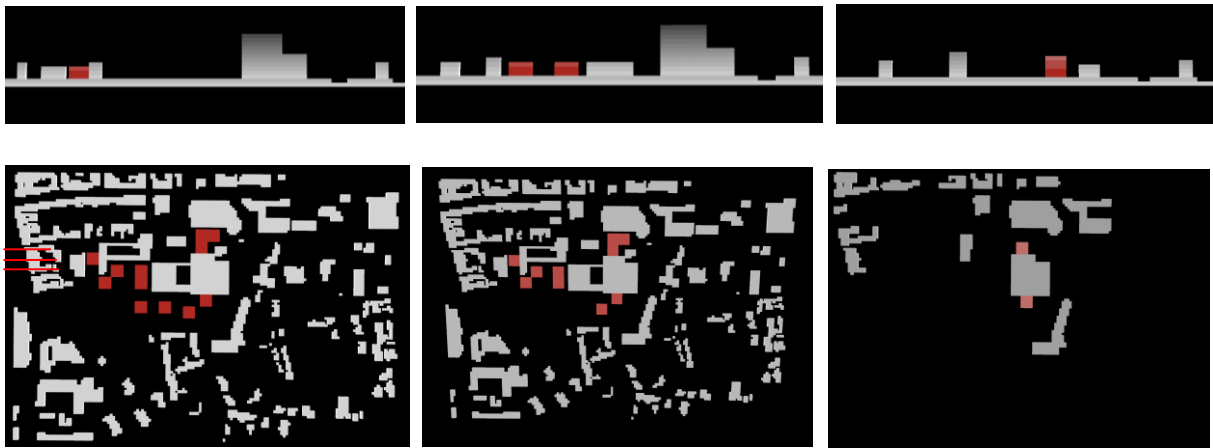


Abb. 84: Darstellungen $x_{cor} 15$ $x_{cor} 20$ und $x_{cor} 25$, $z_{cor} 0$, $z_{cor} 2$ und $z_{cor} 4$ (patches)

6.2 Weitere Implementierungen

Im Zuge der weiteren Implementierung von Funktionen bietet sich die Möglichkeit, Sonnenstands- bzw. Verschattungsanalysen sowie Lärmanalysen durchzuführen, um eine effektivere Verortung der Module zu erhalten und so zu zielführenderen Lösungen zu gelangen. Damit sind die Dichte und die Fläche nicht mehr die einzigen ausschlaggebenden Faktoren für die Generierung.

Die erste Erweiterung des generativen Systems besteht in der Implementierung einer Sonnenstandsanalyse zur Erfassung von stark verschatteten Bereichen. Hierzu können Agenten auf jeder x- und y-Koordinate der höchsten z-Koordinate generiert werden. Diese ändern ihre Richtung in die Vertikale, um so normal auf die Grundfläche ausgerichtet zu sein. Nun werden sich diese Agenten mit jeder Zeiteinheit eine Einheit weiterbewegen und somit die z-Koordinate reduzieren. Das wird solange wiederholt bis sie etwas erreichen, das nicht neutral definiert ist, also entweder Gebäude, Straße oder Boden. Sobald ein Gebäude getroffen wird, ändert sich die Richtung gemäß dem voreingestellten Sonnenstandsvektor. So bewegen sich die Agenten wieder weiter, bis sie eine andere Oberfläche treffen, die sie verdunkeln und woraufhin sie sterben, oder bis sie das Nullniveau treffen und sterben. Damit kann man die Schatten der Gebäude und die Verdunkelung der Module bspw. durch den Hochtrakt erkennen und analysieren (Durchlauf siehe Anhang 12).

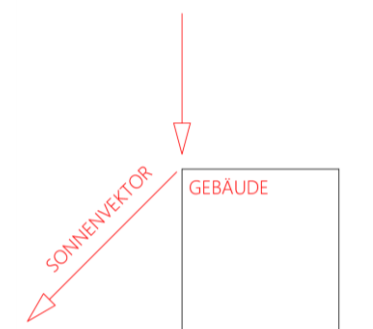
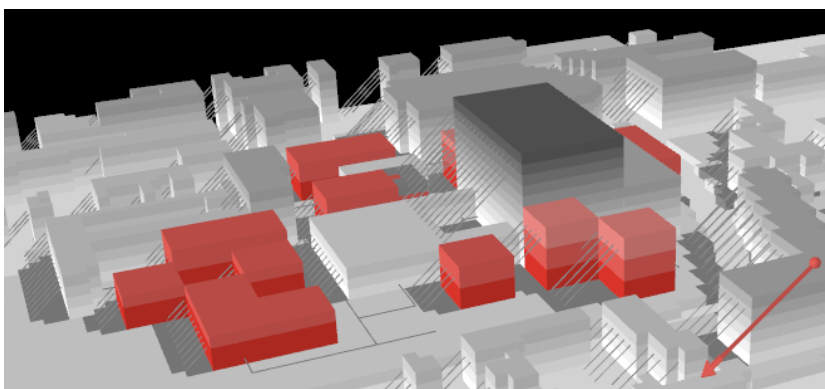


Abb. 85: Sonnenstandsanalyse mit Schattenwurf Hochtrakt auf Modul

Eine zweite Implementierung ist die Lärmanalyse, um zu erkennen, ob das Modul starkem Lärm ausgesetzt ist. Dazu werden alle Bereiche, die als Straße definiert wurden, genutzt und in einem einstellbaren Radius zu den gebauten Modulen Agenten platziert. Diese Agenten dienen in Folge als Lärmquelle, wie bspw. Autos. Je geringer der Radius zum Modul eingestellt ist, desto stärker werden die Module nahe an der Straße betroffen sein, wenn hingegen der Radius größer wird, können auch Module betroffen sein, die von der vorweg definierten Straße weiter entfernt liegen. Auf diese Weise könnten auch lärm erzeugende Gebäude als Lärmquelle ausgewiesen werden und eine Emission erzeugen. Nachdem die Quellen definiert und verteilt sind, richten sie sich zum nächsten Modul aus und schicken Agenten in diese Richtung, die abstrakt als Schall dienen und eine Streuung gemäß voreingestelltem Vektor haben. Wenn ein Schallagent ein Gebäude oder Modul trifft stirbt er und definiert das Gebäude als lärmbelastet. Je mehr solche Agenten auf das Gebäude oder Modul treffen, desto stärker ist die Lärmbelastung, wobei stark belastete Module auch gelöscht werden können. Interessant hierbei ist die Betrachtung, wenn ein Modul durch den Bestand abgeschirmt wird, dieser relativ stark der Lärmbelastung ausgesetzt ist, aber das Modul kaum Auswirkungen davon hat.

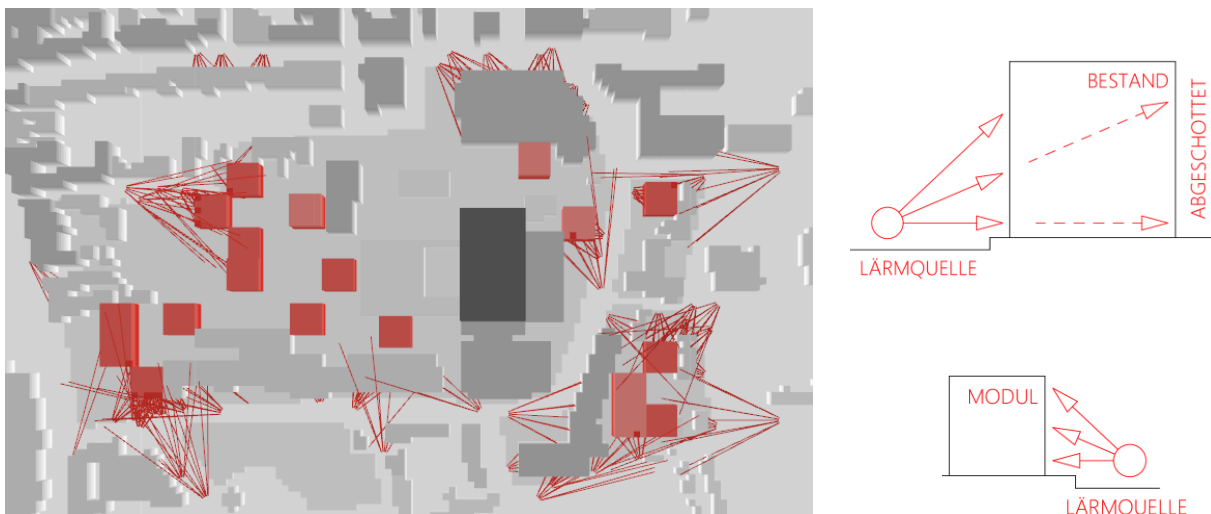


Abb. 86: Lärmquellen mit Abschirmung bspw. im Bereich Helipad

Im Folgenden ist ein überhöht dargestelltes Ergebnis der generativen Ausformulierung in der CAD-Anwendung über einen längeren Zeitraum und mit verschiedenen Abschnitten der Errichtung, Erweiterung und des teilweisen Abrisses im Bestand dargestellt.

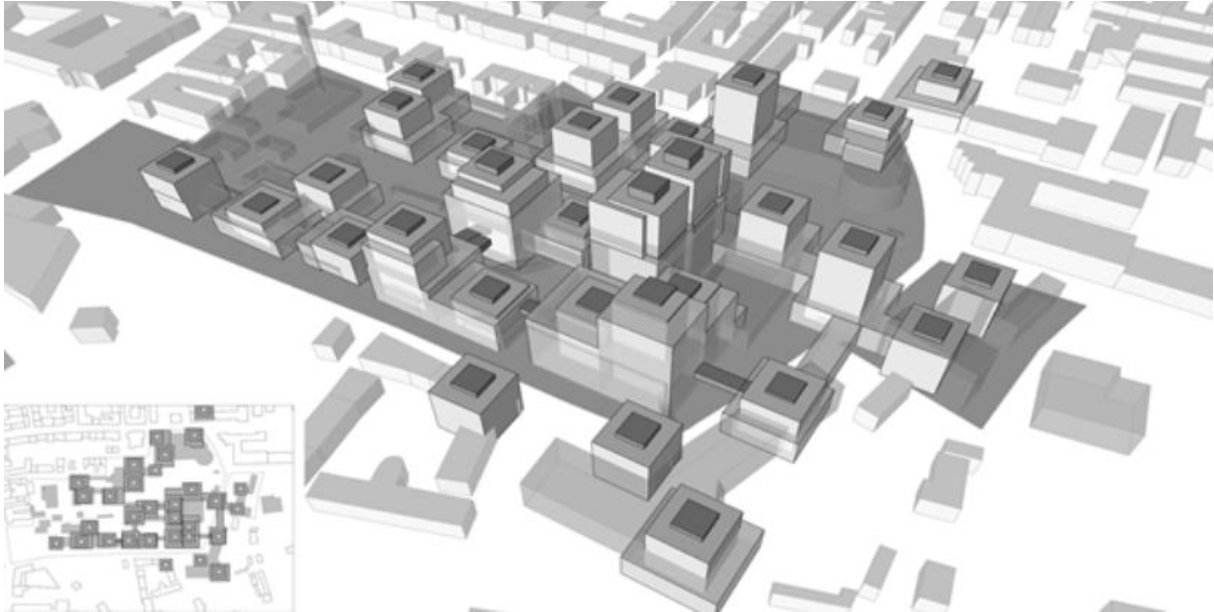


Abb. 87: Überhöhte Darstellung | Quelle: Entwurf future oriented hospitals, eigenes Projekt

7 Anwendung mittels Simulation P2M_GEN

Bisher wurde daran gearbeitet, die Fragestellung der modularen Planung bzw. die Möglichkeit der Flexibilität eben dieses modularen Planungssystems zu erarbeiten, wobei es in Folge um die Überprüfung der generativen Umsetzung im Zuge einer Simulation geht. Die generative Basis muss mit essentiellen Prozessen und entsprechenden Parametern abgeglichen werden, die die eigentliche Basis für die Simulation bilden. Hierfür muss man so stark wie möglich das komplexe Problem, das simuliert werden soll, vereinfachen und auf eine Basis zurückführen. Erst wenn dieses ‚Basismodell‘ den Zyklus der Simulation von Annahme, Implementierung, Analyse, Interpretation, bzw. überarbeitete Annahme durchlaufen hat, kann man es anreichern und komplexer ausführen, bzw., optimieren. Nachdem die entsprechenden Annahmen getroffen wurden, gilt es im Zuge der Simulation, Variablen, Prozesse und Parameter zu wählen, um das Modell im Detail aufzustellen.²¹⁹ Im Folgenden wird die Simulation erklärt, die als Basis für die Analyse und die Optimierung dient. Im Zuge der Simulation werden die Dynamiken des Systems, die der grundlegenden Logik der Prozesse folgt, ersichtlich.

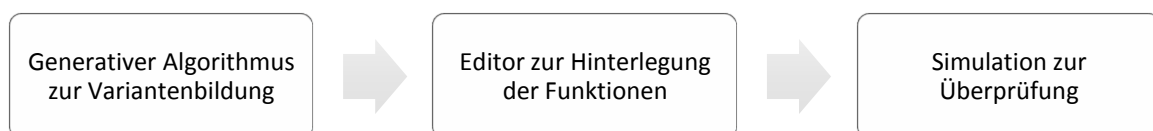


Abb. 88: Ablauf Simulationen

²¹⁹ Railsbeck, Agent-based and Individual-based Modeling: A Practical Introduction, 2011, S. 8 ff.

Als Grundlage für die Simulation soll eine ambulante, onkologische Therapieeinrichtung für das LKWN generiert werden, was auch entsprechend der Prognose des RSG eruiert wird²²⁰. Des Weiteren ergab sich die Entscheidung aus der Prognostik der Krebsdaten der Makroebene, nach welcher die Krebsrate im Alter zwar stark ansteigt, aber in der Regel palliativ endet, wohingegen die Inzidenz jüngerer Patienten ebenso ansteigt, aber im kurativen Bereich liegt. Daraus konnte der Schluss für diese beispielhafte Simulation gezogen werden, dass eine ambulante Einrichtung ohne Station interessanter in der Betrachtung wäre.

Hierfür wird das fiktive Szenario eingeführt, dass fünf Module auf zwei Basisstandorten benötigt werden, die nahe beieinanderliegen sollten. Die Variantenbildung findet sich im Anhang 11. Nachdem die entsprechende Variante gewählt wurde und die Positionierung zufriedenstellend ist, können die Module mit den Prozessen hinterlegt werden. Die folgenden Anwendungen entstanden auf Basis eines agentenbasierten Algorithmus von Gabriel Wurzer.

7.1 Hinterlegung der Funktionen

Um das modulare System in der weiteren agentenbasierten Simulation effektiv verwenden zu können, muss damit begonnen werden die Funktionen, die nun theoretisch mit Aktivitäten, Kapazitäten und Abfolgen hinterlegt wurden, auch in der Software ‚Netlogo‘ mit diesen zu hinterlegen, damit die Agenten damit interagieren können.

Dazu können die Module über Farbwerte in die Software geladen werden, wobei Agenten als Funktionsknoten und als Wegpunkte definiert werden müssen, um die Abfolgen entsprechend eingeben zu können. Die Funktionsknoten müssen über entsprechende Wegpunkte erreichbar sein, damit sich in Folge ein weiterer Agent, bspw. der Patient oder das Personal, über Wegpunkte auf den Weg zu Funktionsknoten machen kann. Hierfür müssen die Funktionen nun gemäß ihrer Aktivität und Zeitdauer in den Funktionsknoten zusammengefasst werden, um in Folge durch die Agenten, die als Personen agieren, beispielbar zu werden. Dazu werden die Funktionen und deren Ableitungen aus dem Kapitel 4.2.2 und 4.2.3 herangezogen, wobei sich aus dem Schema und den entsprechenden Geräten und Infrastrukturen potentielle Ableitungen für die Simulation treffen lassen, die in den Funktionsknoten hinterlegt werden. Die folgende Grafik zeigt beispielhafte Aktivitäten an Funktionen für die folgende Simulation. An der Auflistung wird bspw. ersichtlich, dass es verschiedene Arten des Behandeln gibt, wobei diese woanders stattfinden und andere Zeitspannen aufweisen können.

²²⁰ Vgl. NÖGUS, 2010, S. 21.

☐ zytostatikaaufbereiten [Labor / 60]	☐ untersuchenMRTgro [Untersuchungsraum gro / 60]	☐ behandelnnotfallkoffer [Untersuchungsraum klein / gro / 10]
☐ pflegen [Zimmer / 20]	☐ untersuchenCT [Untersuchungsraum gro / 20 / 5]	☐ behandelnsonographie [Untersuchungsraum klein / 15]
☐ pflegeanamnese [Zimmer / 10]	☐ untersuchenMRT [Untersuchungsraum gro / 25]	☐ behandelnperfusor [Zimmer / Untersuchungsraum klein / 30]
☐ pflegesaugerstandger t [Zimmer / Untersuchungsraum / 5]	☐ untersuchenvital [Zimmer / Untersuchungsraum klein / 5]	☐ behandelnbrachytherapie [NUKUntersuchungsraum / 100]
☐ pflegeinhalator [Zimmer / Untersuchungsraum klein / 5]	☐ untersuchenblut [Zimmer / Untersuchungsraum klein / 5]	☐ behandelnammaknife [Bestrahlungsraum / 10]
☐ bewachungern hnung [Zimmer / 5]	☐ untersuchenbiopsie [Untersuchungsraum klein / 20]	☐ behandelnionentherapie [Krankenbus / 240]
☐ bewachungvital [Zimmer / 10]	☐ untersuchenEKG [Zimmer / Untersuchungsraum klein / 20]	☐ behandelnidialyse [Krankenbus / 100]
☐ bewachung belkeit [Zimmer / 5]	☐ untersuchenPET [NUK Untersuchungsraum / 100]	☐ behandelnECT [Untersuchungsraum gro / 180]
☐ bewertungzustand [Zimmer / 10]	☐ diagnostikzytogenetik [Labor / 200]	☐ behandelnlinearbeschleuniger [Bestrahlungsraum / 10]
☐ probenabgeben [Toilette / 15]	☐ diagnostikmarkerdiagnostik [NUKLabor / 200]	☐ chemozytoinfusomat [Untersuchungsraum klein / gro / 240]
☐ simulation [Bestrahlungsraum / 30]	☐ diagnostikdosisleitmessger t [Labor klein / 30]	☐ chemozytoport [Untersuchungsraum klein / gro / 240]
☐ behandlungfestlegen [Untersuchungsraum gro / 60]	☐ diagnostikaktivimeter [Labor klein / 30]	☐ chemoiimmunhistofrei [Untersuchungsraum klein / gro / 240]
☐ administrierenCT/MR [B ro / 30]	☐ diagnostikuptake [Untersuchungsraum klein / gro / 30]	☐ tumorboardbesprechen [Untersuchungsraum gro / 30]

Abb. 89: Auszug aus den möglichen Aktivitäten mit Raumzuordnung und Dauer

Jeder Funktionsknoten wird somit mit den Eigenschaften von Aufenthaltsdauer, Kapazität, Aktivitätszeit der Funktion und Aktivität hinterlegt. Diese definieren die Funktionspotentiale im Schema, mit welchen in Folge interagiert werden kann. Jede Funktion bekommt eine gewisse Kapazität, Dauer und Aktivität, wie bspw. eine Funktion Chemotherapiebereich für fünf Personen, mit einer Dauer von vier Stunden, den entsprechenden Geräten sowie den entsprechenden Aktivitäten, wie das Durchführen einer Chemotherapie oder das Überwachen einer Chemotherapie, je nach Nutzer. Das sind in Folge die Parameter, mit denen interagiert werden kann, um die Module entsprechend ihren Abfolgen und Prozessen analysieren zu können. Die Wegpunkte dazwischen haben eine minimale Aufenthaltsdauer und werden somit als Verbindungen genutzt. Wenn ein solcher Wegpunkt mit einem Wegpunkt eines anderen Layers (in Folge Geschoss) verbunden wird, ändert er seine Zugehörigkeit von Wegpunkt in Erschließung und dient der Verbindung zweier Ebenen in der vertikalen Richtung, wie bspw. als Lift oder Stiegenhaus.

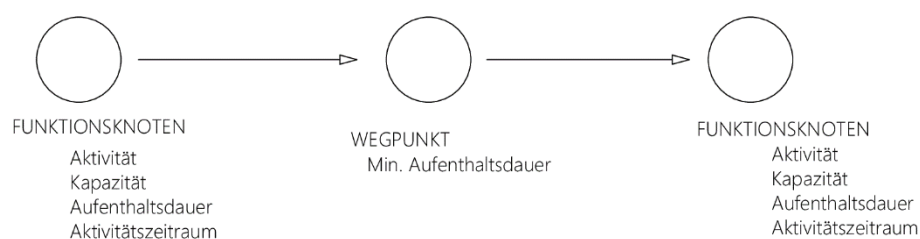


Abb. 90: Hinterlegung Knoten in Simulation

Anhand der grafischen Oberfläche lassen sich die Funktionen dem Schema des Moduls zuordnen und entsprechend hinterlegen. Es kann nun Funktionen geben, die nur wenige Aktivität haben, wie bspw. der Therapiebereich für die Physiotherapie oder Therapieberatung und andere Bereiche mit vielen möglichen Aktivitäten, wie der kleine Untersuchungsbereich für Sonographie, Vitalzeichenkontrolle, Blutabnahme usw. Es ist ersichtlich, dass die Module an der Schnittstelle Personal in diesem Bereich zusammenarbeiten und vertikal über die Lifte

The left diagram is a floor plan of a psychiatric clinic. It shows various rooms and their relative positions. The rooms are labeled as follows:

- Vortragsraum (Lecture Room)
- Umziehen (Changing Room)
- Therapiefäche (Therapy Room)
- Büro (Office)
- Sonstige (Other)
- Zirkulation Pers (Circulation Area for Personnel)
- Büros (Offices)
- Zirkulationsbereich (Circulation Area)
- Wartebereich (Waiting Area)
- Vorratsraum (Storage Room)
- Eingang (Entrance)
- Gemeinschaftstherapie (Community Therapy)
- Gespräch (Conversation)
- Gesprächsraum (Conversation Room)
- Hauptlager (Main Storage)

The right diagram is a network graph showing the connections between the rooms. The nodes represent the rooms, and the edges represent the connections between them. The nodes are labeled with the room names in German, and the edges are represented by lines connecting the nodes. The graph shows a complex network of connections, with many rooms having multiple connections to other rooms. The graph is divided into several sections by thick black lines, which likely represent different functional areas or wings of the clinic.

7.2 Ablauf Simulation

105

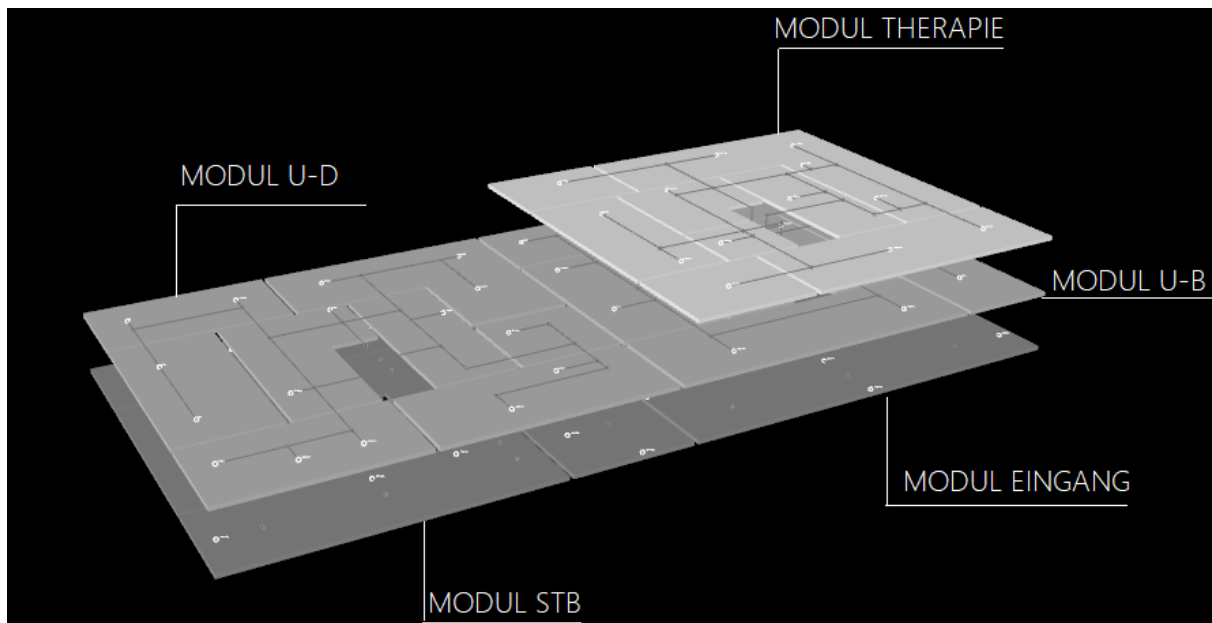


Abb. 92: Dreidimensionale Darstellung in der Simulation mit Modulbeschriftung

Anschließend wird eine Auflistung der Aktivitäten von Personen erstellt, die im Zuge der Simulation vom Programm eingelesen und umgesetzt wird. Hierzu werden die Menge an Personen, der Zeitraum der Ankunft sowie deren Aktivitäten benötigt. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, Personenwege manuell zu erstellen, indem ein Startpunkt festgelegt wird, in diesem Fall der Eingang, und davon ausgehend Aktivitäten definiert werden, die erledigt

```

33 3|5|3|node 40|hereingehen,informieren,warten,pausieren,bewertungszustand,wohingehen,anmelden
34 3|7|2|node 40|hereingehen,anmelden,diagnostikaktivimeter,diagnostikmarkerdiagnostik,administrierenuk,anmelden
35 4|7|2|node 40|hereingehen,anmelden,diagnostikuptake,diagnostikmarkerdiagnostik,administrierenuk,anmelden
36 1|2|5|node 40|hereingehen,anmelden,warten,diagnostikuptake,untersuchenbasislabor,diagnostikaktivimeter,untersuchenszinti,herausgehen
37 1|2|4|node 40|hereingehen,anmelden,warten,diagnostikzytogenetik,untersuchenbasislabor,untersuchenbiopsie,herausgehen

```

werden sollen.

Abb. 93: Auszug aus den implementierten Abfolgen (Start Eingang)

Wenn man nun mit der Simulation beginnt, suchen die Agenten ihre Funktionen, wobei hier drei Parameter essentiell sind: Welche Funktion soll als Nächstes besucht werden, welche Route führt dorthin und wie kommt man über die Route zu dieser Funktion? Sofern nun die nächste Funktion mit dem kürzesten Weg, über zu wenig Kapazität verfügt oder voll belegt ist, wird die zweitnächste Funktion gewählt. Sofern die Funktion generell nicht verfügbar ist, wird es im Zuge der Simulation ersichtlich.

Nun hat der Agent eine Funktion erreicht, die über genug Kapazität verfügt, und wird über die Aufenthaltsdauer bedient, wobei er in dieser Zeit als passiv eingestuft wird und die Kapazität belegt. Sobald er die Aufenthaltsdauer beendet hat, wird der Agent wieder aktiv und sucht den kürzesten Weg zur nächsten freien Funktion gemäß seiner Liste. Optisch kann man bereits nach relativ kurzer Zeit Nutzungen und Problemzonen ausmachen, da die Wege der Agenten gemäß ihrer Nutzungsdichte eingefärbt werden.

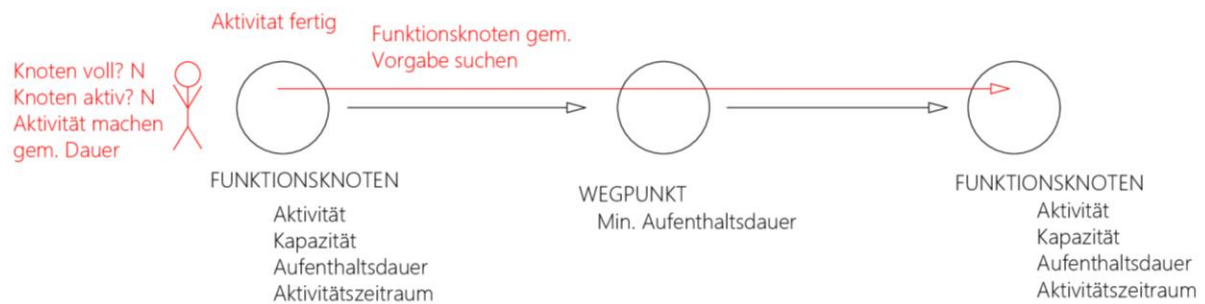


Abb. 94: Interaktion Knoten

Auf diese Weise ist man in der Lage, relativ schnell funktionale Probleme oder Störungen in den Abfolgen auszumachen. Hier ergibt sich durch die Nutzungsdichte, verfehlte Funktionen und Auslastungen eine Vergleichbarkeit der Varianten und Module. Nach dem Ablauf aller Prozesse von Personen in der Modulstruktur kann man eine zielführende Auslastung der Routen und zielführende Abfolgen erkennen. Anhand der Kapazitäten konnten alle Personen versorgt werden. Interessant an der Gegenüberstellung von Durchlaufzeiten und Modulgrundriss ist die horizontale Verbindung des EG-Moduls, das dadurch eine sehr starke Achse zwischen den beiden Kernen etabliert.

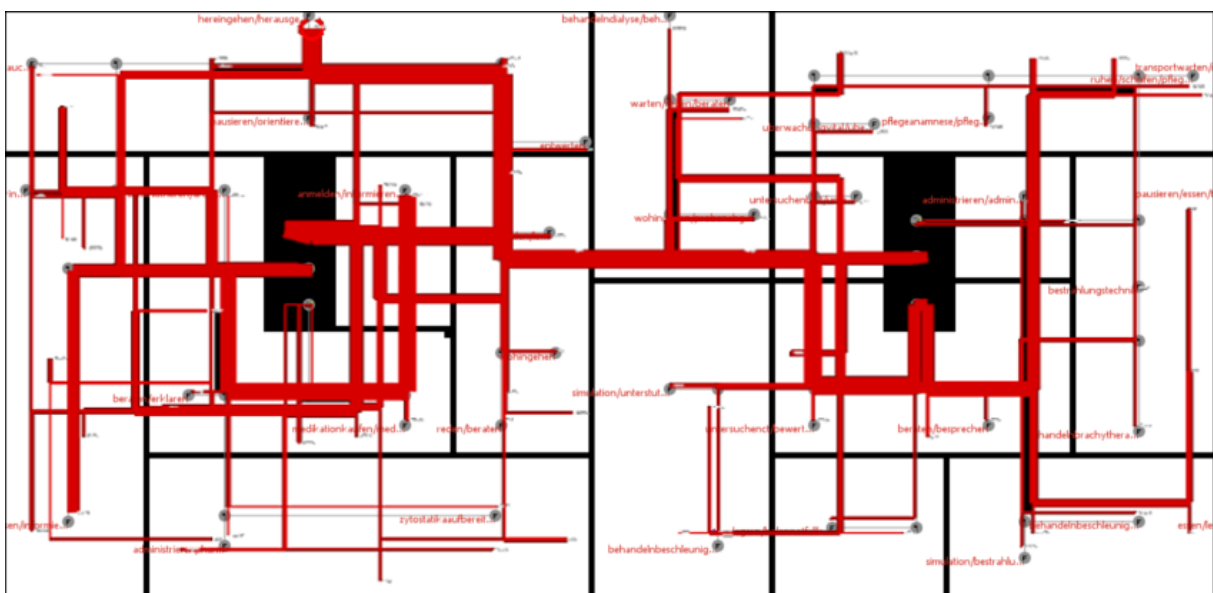


Abb. 95: Überlagerung GR Modul Simulation, Starke Überhöhung, Zirkulation alle Ebenen

Darüber hinaus kann mit der Durchlaufrate von Agenten an den Verbindungen zwischen den Knoten analysiert werden, wo es viel Zirkulation gibt, was hier vor allem im Eingangsbereich und in den Kernstrukturen der Fall ist und nach außen hin abnimmt. Das ist durchaus so gewollt, da der Kern als Erschließungselement dient und die umgebenden Bereiche beruhigen soll. Sobald eine Route benutzt wurde, wird sie rot gefärbt, wenn sie mehrfach

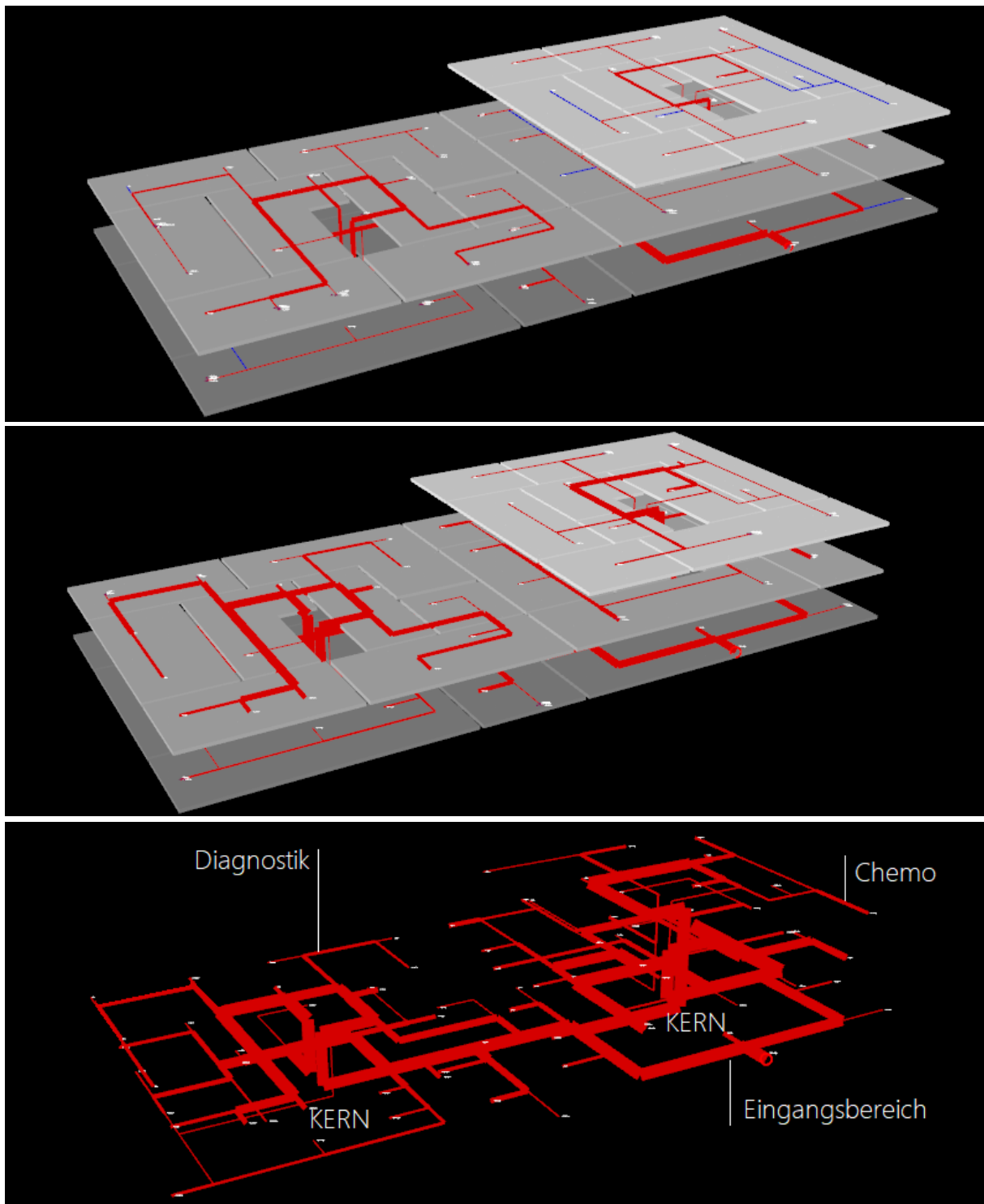


Abb. 96: Erschließungsdarstellung über Zeit (fünf und zehn Stunden)

benutzt wird, nimmt die Dicke zu. Weitere Visualisierungen finden sich in Anhang 14.

Neben der Erschließung der Funktionen ist durch die agentenbasierte Simulation der Prozesse von Beteiligten in verschiedenen Reihenfolgen auch die Auslastung der Funktionen selbst ersichtlich. Hierzu wird immer, wenn sich eine Person in einer Funktion befindet, die Nutzung erhöht, was analog zu den Durchlaufzeiten ist, die ebenso erhöht werden, wenn eine Person die Route benutzt.

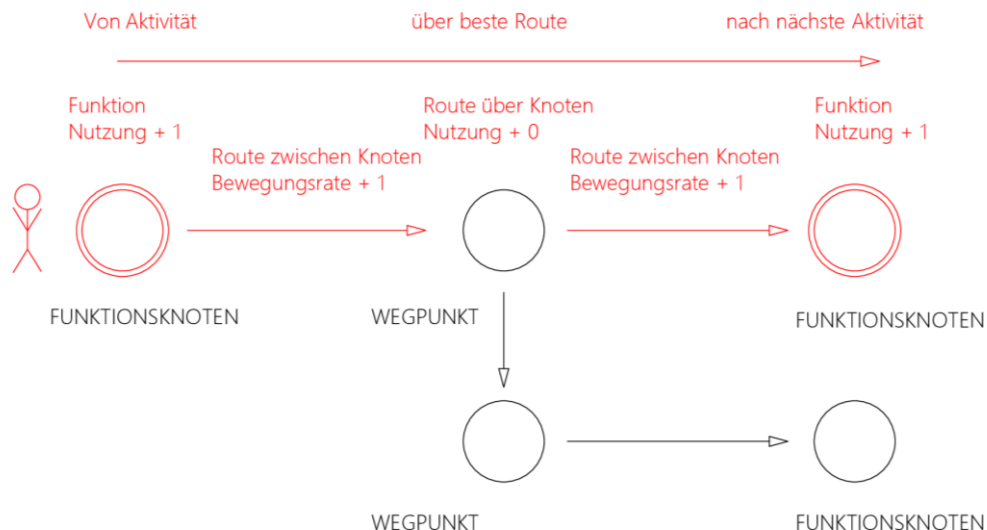


Abb. 97: Auswertung von Bewegungsraten/Auslastungsdarstellungen

Gemäß ihrer Nutzungshäufigkeit kann festgestellt werden, dass der Eingangsbereich und die Anmeldung stark ausgelastet sind, ebenso die Cafeteria, also alle Räume, die mit hoher Zirkulation von divergenten Personen rechnen können. Die bildgebenden Verfahren haben ebenso eine relativ hohe Auslastung aufgrund der starken diagnostischen Komponente der angedachten Abläufe. Die Chemotherapie mit Port oder Infusomat ist durchschnittlich ausgelastet, hat aber aufgrund der langen Tropfzeiten der Chemo relativ wenig Zirkulation, wie auf der vorhergehenden Seite ersichtlich.

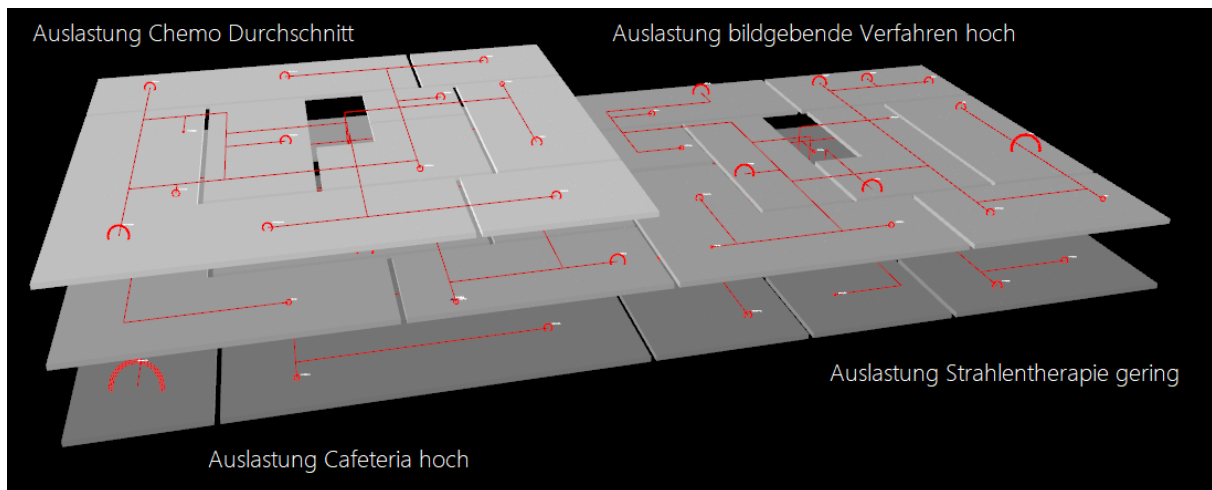


Abb. 98: Nutzungshäufigkeit Funktionen

Es ergibt sich auch die Möglichkeit der Einzelanalyse von Personen, wie am Beispiel eines Patienten für die Chemotherapie mit Zytostatikaport und Vorbereitung sowie vorgelagerter Besprechung. Dadurch ist möglich, exemplarische Abfolgen nachzuverfolgen und analysieren zu können. Verwendete Aktivitäten des Patienten hierbei sind gemäß Wortlaut Simulation „hereingehen“, „informieren“, „anmelden“, „untersuchenblut“, „untersuchenct“, „trinken“, „behandlungserklären“, „untersuchenchemo“, „besprechen“, „chemozytoport“, „ruhen“, „abmelden“ und „herausgehen“.

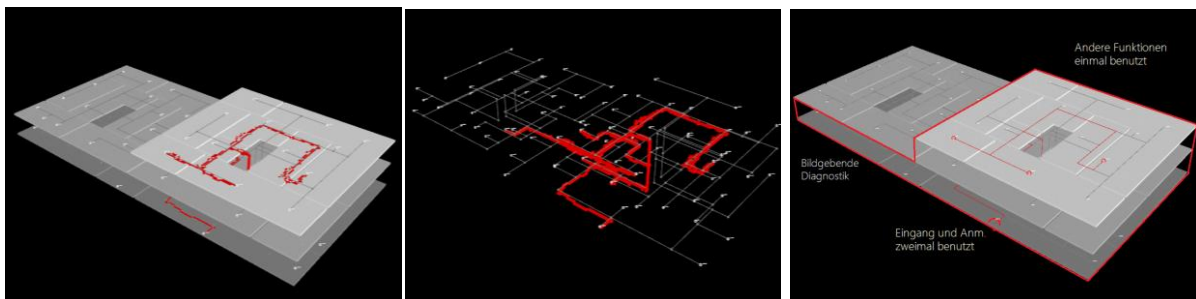


Abb. 99 Abfolge für Patient: Durchlauf, Belegungsrate und Funktionsverwendung

Im Vergleich hierzu kann man die Abfolge eines Onkologen betrachten, der folgende Aktivitäten ausführt: "hereingehen", „administrieren“, "untersuchenblut", "administrierenct", "pausieren", "untersuchenchemo", "überwachenchemozytoport", "besprechendiagnostik", "tumorboardbesprechen" und "herausgehen". Es ist ersichtlich, dass sich der Arzt in einem Behandlungsmodul bewegt und in seiner Abteilung viele Funktionen erreichen kann, die er benötigt, abgesehen von einer Pause in der Cafeteria, wohingegen der Patient, gemäß der Abfolge von Untersuchung, Diagnostik und Chemotherapie von dem Therapiemodul in das Modul für die bildgebende Diagnostik wechseln muss.

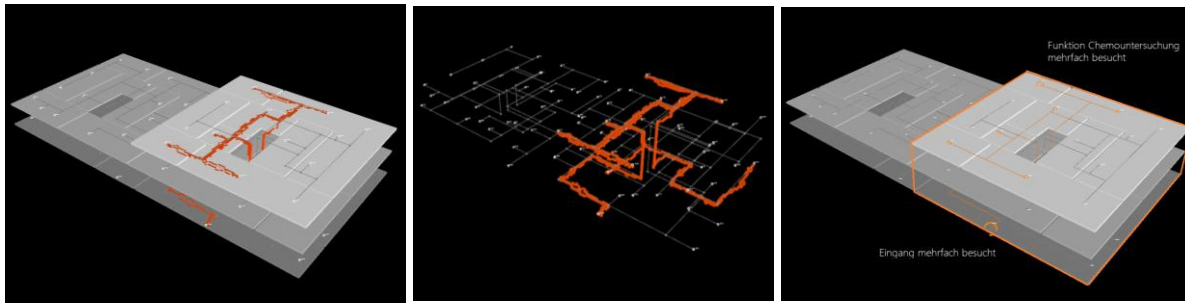


Abb. 100: Abfolge für Arzt: Durchlauf, Belegungsrate und Funktionsverwendung

8 Optimierung

Aufgrund der Herangehensweise bieten sich nun sowohl im generativen Ansatz als auch im prozessualen Part Potentiale zur Optimierung. Im Zuge der generativen Ausformulierung des prozesslastigen Modulsystems ergeben sich einige Möglichkeiten der Einstellung, um den Algorithmus beeinflussen zu können, neue Ergebnisse zu finden und den Ansatz zu verfeinern und zu verbessern.

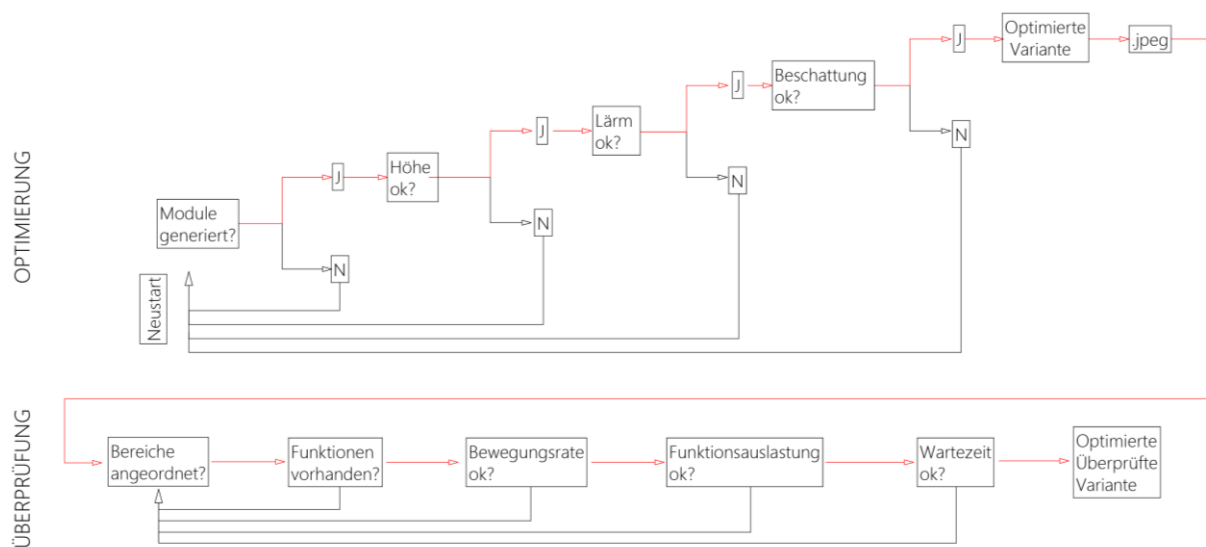


Abb. 101: Optimierungsschritte und Überprüfungsschritte

Eine grundlegende Einstellung ist die Wahrscheinlichkeit, ein Modul zu bauen, also das, was den Alpha-Syntax-Algorithmus definiert, und einen enormen Einfluss auf das Ergebnis haben kann. Die Auswirkung ist vor allem auf einem freien Bauplatz zu erkennen, wo entweder sehr wenig Dichte oder sehr viel Dichte, je nach Wahrscheinlichkeit, erreicht wird. Die Dichte selbst kann über das Verhältnis der bebauten Fläche zur Geschossfläche, von

Ausgangszeitpunkt ohne Modulen zu Endzeitpunkt mit Modulen verglichen werden, womit eine Optimierung im Vergleich zu anderen Durchläufen erkennbar wird.

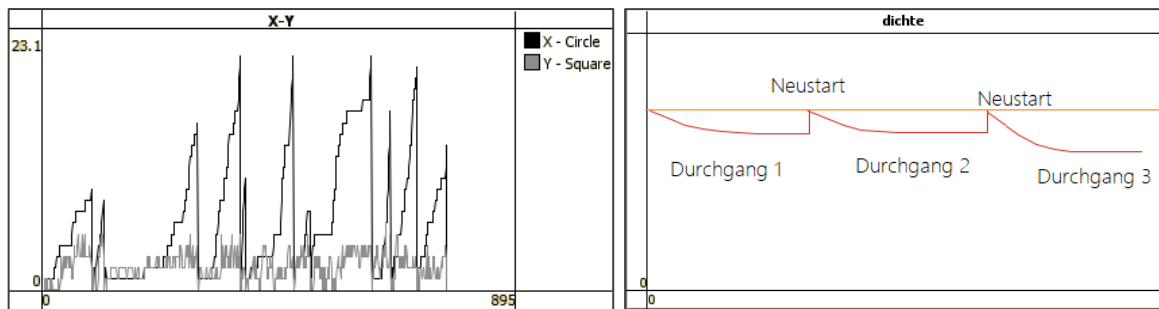


Abb. 102: Versuche pro Durchlauf (li.), Dichtevergleich (re.)

Auch das Festlegen eines festen Startpunktes des Erschließungsraumes kann unter starker Einschränkung verschiedene relevante Ergebnisse zeigen und somit als Definition dienen. Die Module selbst können in ihrer Anzahl, Größe oder Anordnung verändert werden, wie auch die Anwendung des Alpha-Syntax im Kapitel Hintergrund gezeigt hat. Hierbei ist die Überschneidung in der Anordnung von Modulen besonders hervorzuheben, die durchaus zu interessanten Konglomeraten führen kann, die weiterverfolgt werden können.



Abb. 103: Vergleich drei Durchläufe mit selben fixiertem Startpunkt

Ein bedeutender Punkt im generativen Programm ist die Implementierung der Lärm- und Sonnenstandsanalyse, weil dadurch die Möglichkeit besteht, Versuche mit zu viel Beschattung oder zu starker Lärmbelastung, je nach Einstellung, als Neustartkriterium zu hinterlegen und dadurch die Variantenbildung einzuschränken und effektiver zu machen.

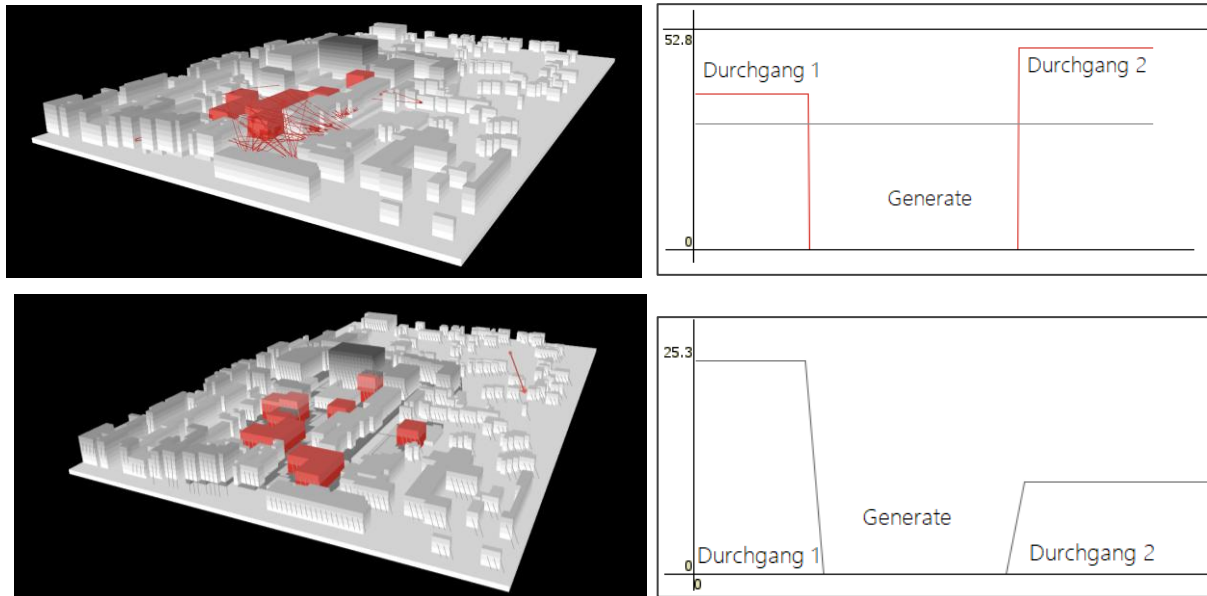


Abb. 104 Analyse Lärm und Verschattung pro Durchgang

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass Module, die für zielführend erachtet werden, gebaut und daraufhin eine erneute Simulation gestartet wird, wo ebendiese Module aus dem ersten Schritt als gebaute Umgebung erkannt werden. So kann auch die Adaptierbarkeit von Modulen in zukünftigen Schritten abgewogen werden.

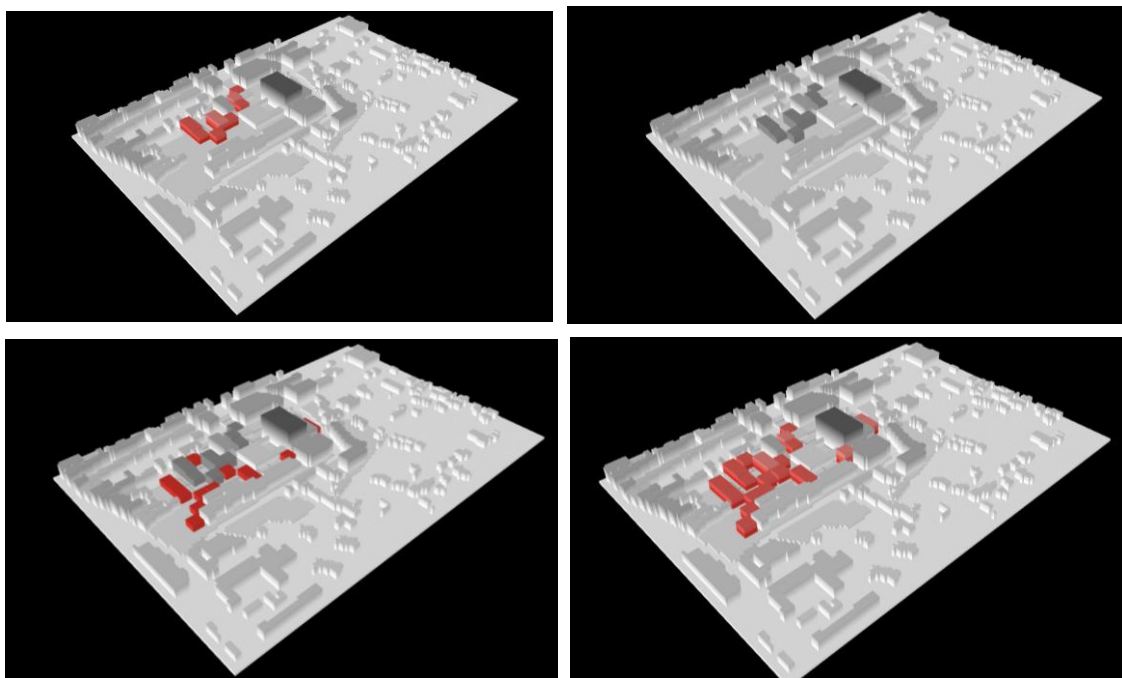


Abb. 105: Generierung (li.o.), Festlegung (re.o.), Generierung (li.u.), Ergebnis (re.u.)

Im Zuge der Überprüfung durch die Simulation besteht darüber hinaus die Möglichkeit die Funktionen, Kapazitäten und Aktivitäten der Module zu verändern bzw. die Nutzungen und Funktionen anzupassen oder auszutauschen. Durch die Annäherung über einen gleichförmig erzeugten Baustein bietet sich auch die Chance, verschiedene Module für die Zusammensetzung der Simulation zu überprüfen und mit Agenten auszuführen. Wenn nun im Zuge der Optimierung die Module Therapie und Untersuchung/Diagnostik verbunden werden sollen, zeigt sich, dass die Verbindung häufig benutzt wird und die Kernstrukturen dafür leicht entlastet werden, wohingegen es keine Auswirkung auf die Prozesse in den Modulen gibt.

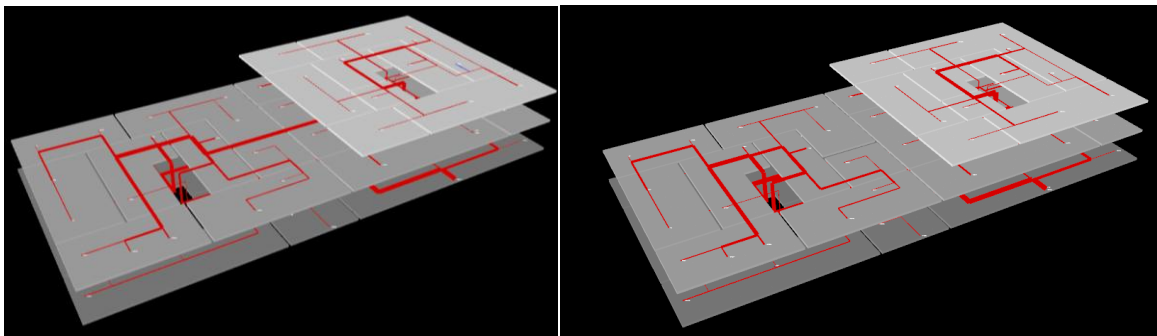


Abb. 106: Vergleich: horizontale Vernetzung (li.) und ohne Vernetzung (re.)

Wenn nun Module ausgetauscht werden, zeigen sich neue Bewegungsachsen und weitere Potentiale. Wenn das Eingangsmodul mit dem Therapiemodul getauscht wird und die Diagnostik und das Strahlenmodul vertauscht werden, dann liegt das Eingangsmodul zentral und bietet mehr Erschließungspotential, da man vom Eingang aus als Patient grundsätzlich alle Bereiche direkt erschließen kann, abgesehen von der Diagnostik. Weitere Möglichkeiten der Optimierung wären das entsprechende Verändern der Funktionen gemäß ihrer Aktivitätsdauer oder Kapazität oder die grundsätzliche Abänderung der Module indem man bspw. gewisse Funktionen verschiebt.

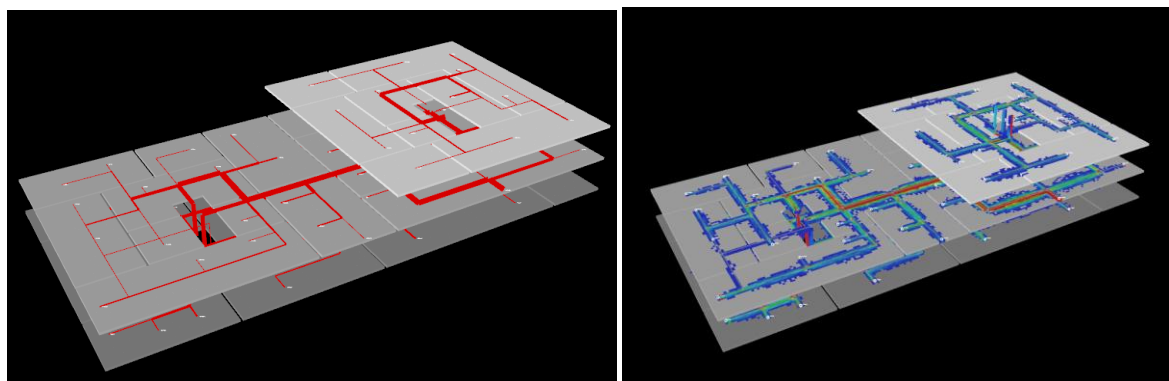


Abb. 107: Vergleich Auslastung Erschließung bei Tausch EG und OG Module

Neben der Nutzung der Funktion können auch benötigte Funktionen und die Anzahl der wartenden Agenten ermittelt und durch die Veränderung von Kapazitäten oder Funktionen

verändert werden. Beide Werte definieren Indikatoren für weiteren Handlungsbedarf und bedingen eine Veränderung im Modul bzw. in dessen Zusammenwirken mit anderen Modulen. Der Vergleich verschiedener Durchläufe unter Veränderung von Funktionen ist im Anhang 17 ersichtlich und zeigt deutlich ob Optimierungspotential durch Änderungen besteht oder nicht. Hierbei werden die Kapazitäten und Untersuchungsdauer der Chemotherapie sowie die Kapazität der Diagnostik und der Untersuchungen verändert.

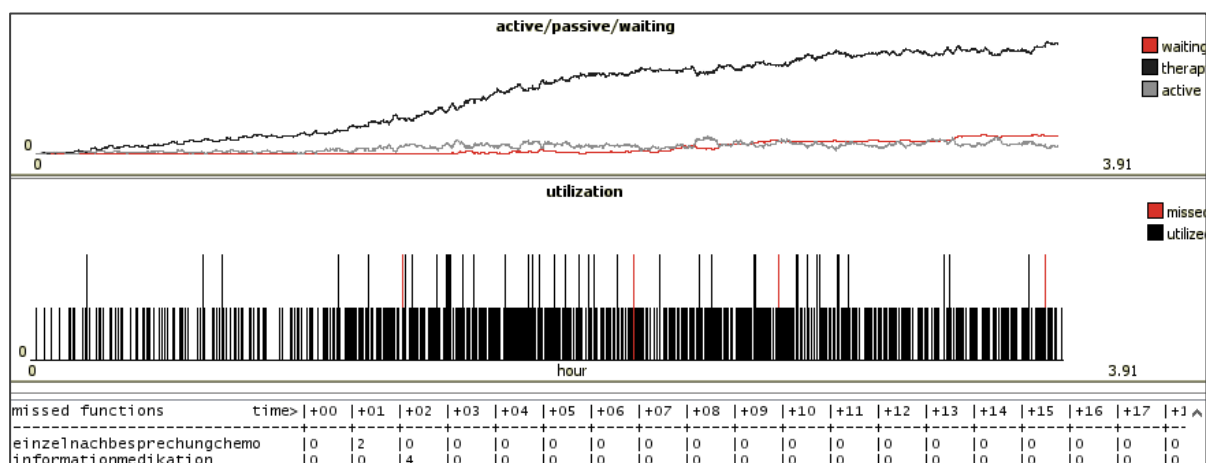


Abb. 108: Vergleich aktive, passive und wartende Personen (o.) und Funktionen und nicht vorhandene Funktionen (u.) auf Zeit betrachtet

9 Diskussion

Die modulare Krankenhausplanung hat sich theoretisch als effektiv erwiesen, aufgrund der Gleichförmigkeit, Standardisierung nach Regeln und Vernetzung, aber es finden sich in der aktuellen Ausformulierung gewisse Problemzonen, wie Brandabschnitte und natürliche Belichtung, die hier nur bedingt gelöst wurden, da sie nicht das Schwergewicht der Arbeit gebildet haben. Die Annäherung über Prozesse bietet die Möglichkeit, die Arbeit des Prozessplaners und des Architekten bzw. deren Sprache auf eine Basis zu bringen und effektiver planen zu können und mehr Parameter in die Planung einfließen zu lassen.

Wenn man in einem weiteren Schritt der Ausformulierung der Module weitere Abteilungen bearbeiten will, wäre es zielführend, verstärkt mit Nähebeziehungen zu arbeiten und stärker auf die Zusammenhänge verschiedener Institute und Abteilungen einzugehen, da die Annäherung immer komplexer wird, je mehr Aspekte betrachtet werden. Das führt schnell dazu, dass der prozessgestützte Entwurf ohne Hilfsmittel unübersichtlich und nicht mehr tragbar wird. Sofern eine Matrix für Abteilungen und deren Module bereits im generativen Entwurf hinterlegt wird, bieten sich weitere Möglichkeiten der Beeinflussung und es würde die subjektive Komponente weiter reduzieren, was bei mehr Details immer relevanter wird.

Die Ausformulierung als generatives System über Module kann als äußerst zielführend betrachtet werden, da relativ einfach und rasch Möglichkeiten der Optimierung angewendet werden können. Das generative System selbst entspricht der Ausformulierung, wie sie auch ursprünglich angedacht war, um die Grundlage für eine optimierbare rollierende Planung zu schaffen.

Die grundlegende Ausformulierung des generativen Programms ist für die Variantenbildung zielführend, bietet aber kaum Möglichkeiten der Optimierung nach Parametern. Es wurden nur die Versuche abgelehnt, wo nicht genügend Module generiert wurden. Erst durch die Implementierung von Sonnenstands- und Lärmanalyse wurden Potentiale geschaffen, nach denen gewichtet werden konnte. Das stellt eine Basis für weitere Implementierungen dar, um die Varianten immer stärker zu selektieren und somit das Optimierungspotential auszuschöpfen.

Somit ist das System mit seinem aktuellen Stand noch erweiterbar, was Möglichkeiten für zukünftige Entwicklungen darstellt. Ein Beispiel wäre das Budget, das man mit jedem gebauten Modul einer Fachrichtung und Abteilung auswerten lassen könnte. Weitere Beeinflussungsfaktoren wären bspw. der Ausblick und die Belichtung der bestehenden Struktur, die hier nur bedingt durch Abstandsregelungen gelöst werden. Des Weiteren wäre es zukunftssträchtig die Demographie für den Standort in das generative System einzubinden.

In der Phase der Simulation der Personen hat man die Möglichkeit, einzelne Funktionen, Prozesse und Abfolgen zu analysieren und durch das Verändern von Parametern, wie Kapazitäten, der Dauer oder auch Verbindungen, die Wartezeiten oder den Ablauf zu verbessern. Im Vergleich der Durchgänge können im Zuge der Überprüfung auf Auslastung oder Personen und deren Wegführungen analysiert werden. Hier wären genauere Daten im Zuge der Analyse interessant gewesen, wie bspw. die realen Tropfzeiten bei einer Chemotherapie, die hier nur relativ grob nach Gerät und Berichten und Literatur terminisiert sind. Des Weiteren wäre es relevant die Erschließungen und Funktionen gewissen Personen zuordnen zu können, um zwischen Angestellten und Patienten unterscheiden und somit die Erschließung im Detail nach Auslastung betrachten zu können. Es kann auch um weitere Aktivitäten und genauere Ausformulierung der Funktionen nachgeschärft werden, um ein eindeutigeres Bild und relevantere Ergebnisse zu erhalten.

10 Zusammenfassung

Als Basis der Arbeit wurde ein umfassender Hintergrund zur Krankenhausplanung, modularen Planung, generativen Systemen und Simulation gegeben, um den Einstieg in die folgende Systematik zu ermöglichen und grundlegende Funktionsweisen zu erklären. Darauf aufbauend wurden einschlägige Werke und Publikationen genannt, die prägend für den Verlauf der Arbeit waren.

Im Zuge der geschichtlichen Analyse konnte erstmals das generative Potential des Landesklinikums über die Zeit dargestellt und einige Parameter, die dafür verantwortlich waren, ausgemacht werden. Dabei wurde festgestellt, dass diese Veränderungen in relativ kurzer Zeit stattfinden und sowohl durch Standortparameter als auch externe Stellschrauben, wie Demographie oder Epidemien stark beeinflusst werden.

In Folge wurde auf die verschiedenen Ebenen des Krankenhauses mit zunehmender Detailtiefe eingegangen, wobei die Makroebene den Standort und den Bestand, sowie die aktuelle demographische Lage darstellen. In der Mesoebene wird auf die schematische Darstellung, abgeleitet aus dem ÖSG, eingegangen, um anhand von Schema und Prozess, der in der Mikroebene durch die Behandlungen und Aktivitäten verschiedener Personen betrachtet wird, eine Grundlage für das Modulsystem zu entwerfen.

Aus der gesamten Betrachtung des Ablaufes der Arbeit – von historischer Analyse, Analyse unterschiedlicher Ebenen, Entwicklung des Modulsystems, Umsetzung in ein generatives System und Anwendung mittels Simulation – ergibt sich das der essentielle Part das Modul selbst darstellt, das in einem iterativen Prozess betrachtet und bespielt wird. Man hat grundlegende Anforderungen und Beziehungen, die hierbei in die Planung eingeflossen sind und das Konzept ergeben haben. Das Modulsystem, das an einem Basisraster ausgerichtet ist und mit gewissen schematischen Ausformulierungen standardisiert wurde, beruht auf Prozessen aller Beteiligten im Krankenhaus und legt ein Schwergewicht auf die (Radio-)Onkologie. Der prozessgestützte Entwurf selbst auf Basis der Daten verschiedener Ebenen ist eine Herangehensweise, die das Ergebnis in Schritten immer detaillierter ausformuliert hat und so zu einer reaktiven Basis geführt hat, die als System anpassbar ist. Deswegen wurde die Idee in verschiedenen Schritten geschärft und es wurden Regeln etabliert, nach denen die Module generativ ausgeführt werden können.

Die modulare Ausformulierung wurde in Folge als generatives System am Standort des LKWN umgesetzt. Dadurch bietet sich die Möglichkeit, eine Vielzahl an möglichen Lösungen innerhalb kürzester Zeit zu erhalten und analysieren zu können. Hierbei wurden einschränkende Parameter und gewisse Beeinflussungen und Implementierungen hinzugefügt, wie am Beispiel des Bestandes, der Beschattung durch andere Gebäude oder der Lärmbeeinflussung ersichtlich. Dadurch entsteht schon in der Variantenbildung der Module das Potential, grundlegend zu optimieren.

In einem letzten Schritt wird die schematische Abfolge im Modul anhand eines Ausschnittes eines generativen Ergebnisses überprüft. Dazu werden im Modul Kapazitäten, Verbindungen und Zeiten hinterlegt, um diese durch Agenten nutzbar zu machen und ein Resümee ziehen zu können, ob das System effektiv ist und funktioniert. Diese Zusammenführung von Prozess, Modul und generativem System wird als P2M_GEN zusammengefasst und bildet die analytische Basis für weitere Verbesserungen im Zuge des Systems. Durch die prozessgestützte Herangehensweise besteht die Möglichkeit, durch kleine Eingriffe effektive Änderungen hervorzurufen und die Simulation und in Folge die Planung entsprechend zu optimieren.

Zusammenfassend sind die Schritte der Variantenbildung und der Überprüfung durch die Simulation in verschiedene Optimierungsschritte unterteilt, welche das Ergebnis schärfen und in jedem Schritt den geforderten Bedingungen näherbringen. Dadurch ist eine Grundlage der Optimierung im Zuge der frühen Planung anhand der Generierung von standardisierten Modulen nach Prozessabfolgen gegeben.

Literaturverzeichnis

Bücher

Aigner, K., & Stephens, F. (2016). *Basiswissen Onkologie*. Springer.

Alphin, T. (2017). *Der Lego-Architekt*. Heidelberg: dpunkt.verlag GmbH.

Bartram, C., Huber, H., & Hiddemann, W. (2004). *Die Onkologie: Teil 1*. Berlin: Springer Verlag.

Bäumer, R. (2008). *Onkologische Pflege*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.

Beckermann, A. (2008). *Analytische Einführung in die Philosophie des Geistes*. Berlin: Walter de Gruyter GmbH & Co. KG.

Bliesener, T., & Köhle, K. (1986). *Die ärztliche Visite: Chance zum Gespräch*. Westdeutscher Verlag.

Bopp, S. (1970). *Regionale Krankenhausplanung*. Berlin: Duncker & Humbolt.

Caßemeyer, M. (2010). *Herausforderungen der Krankenhausplanung im Spannungsfeld zwischen DRG-Wirkungen und Versorgungssicherheit*. Saarbrücken: Verlag Dr. Müller.

- Coates, P. (2010). *Programming.Architecture*. New York: Routledge.
- Debatin, J., Eggert, F., Gocke, P., & Herborn, C. (2010). *... und fertig ist das Klinikum - jetzt 12 Monate am Netz. Vom Konzept bis zur Inbetriebnahme*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Edelbauer, W. (2000). *A.ö. Krankenhaus Wiener Neustadt im Spiegel der Zeit 1321 - 2000*. Wiener Neustadt: Merbod Verlag.
- Eschler, S. (2016). *Ökonomische Folgen des demographischen Wandels. Diversity Management als Lösungsansatz*. Hamburg: Diplomica Verlag.
- Fischer, T. (2006). *Unternehmenskommunikation und Neue Medien*. München: GWV Fachverlag GmbH, Wiesbaden 2006.
- Frodl, A. (2017). *Gesundheitsbetriebslehre: Betriebswirtschaftslehre des Gesundheitswesens*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Greiling, M., & Hofstetter, J. (2002). *Patientenbehandlungspfade optimieren - Prozessmanagement im Krankenhaus*. Kulmbach: Baumann Fachverlag.
- Groß, B., Bohnacker, H., Laub, J., & Lazzeroni, C. (2009). *Generative Gestaltung: Entwerfen, Programmieren, Visualisieren*. Mainz: Verlag Hermann Schmidt.
- Hartung, S. (2014). *Gestalt im Management*. Heidelberg: Springer Verlag.
- Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The social Logic of Space*. Cambridge University Press.
- Hofmarcher, M. M. (2013). *Das österreichische Gesundheitssystem*. Wien: MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
- Hricak, H. (2009). *Bildgebung in der Onkologie: Diagnostik und Bewertung*. München: Urban & Fischer Verlag.
- Hübner, J. (2014). *Onkologie interdisziplinär: evidenzbasiert – integrativ – patientenzentriert*. Stuttgart: Schattauer.
- Hurlebaus, T. (2013). *Strategiekonforme Organisationsgestaltung von Krankenhäusern*. Köln: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Knaack, U., Chung-Klatte, S., & Hasselbach, R. (2012). *Systembau: Prinzipien der Konstruktion*. Basel: Birkhäuser Verlag.
- Krier, R. (1979). *Urban Space*. London: Academy Editions.

- Lynch, K. (1979). *Image of the City*. Massachusetts: MIT Press.
- Müller, H., & Weichert, F. (2017). *Vorkurs Informatik*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Neufert, E., & Kister, J. (2012). *Bauentwurfslehre*. Springer Verlag.
- Railsbeck, S., & Grimm, V. (2012). *Agent-Based and Individual-Based Modeling*. Princeton and Oxford: Princeton University Press.
- Roth, C., Dombrowski, U., & Fisch, N. (2015). *Zukunft. Klinik. Bau. Strategische Planung von Krankenhäusern*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Schill-Fendl, M. (2004). *Planungsmethoden in der Architektur*. Books on Demand.
- Schreiber, F. (2001). *Dinge als Prozesse: die Auflösung des Mikro-Makro-Problems in der modernen Wissenschaft durch selbstorganisierende Systeme*. Marburg: Tectum Verlag.
- Staib, G., Dörrhöfer, A., & Rosenthal, M. (2008). *Elemente + Systeme, Modulares Bauen, Entwurf Konstruktion neue Technologien*. München: Birkhäuser.
- Vera, A. (2010). *Krankenhausmanagement in einem wettbewerbsorientierten Umfeld*. Köln: Josef Eul Verlag GmbH.
- Wagenaar, C. (2006). *The Architecture of Hospital*. Belgien: NAI Publishers.
- Walker, D. (2015). *Lean Hospital: Das Krankenhaus der Zukunft*. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.
- Waring, C. (2003). *Vom Funktionalismus zur Postmoderne*. Diplomica Verlag GmbH.
- Wecht, D. (2007). Fachweiterbildung für Pflegekräfte der Onkologie. *FORUM Das offizielle Magazin der Deutschen Krebsgesellschaft e.V., Ausgabe 5/07,, S. 62-63*.
- Weibel, P. (2015). *Enzyklopädie der Medien: Architektur und Medien*. Ostfildern: Hatje Cantz Verlag.
- Weicker, K. (2015). *Evolutionäre Algorithmen*. Leipzig: Springer Verlag.
- Weitl, J. (1997). *Pflegestandards im Krankenhaus: Organisationsstandards der Pflegestation*. Hannover: Schülertsche Verlagsanstalt und Druckerei GmbH & Co.
- Wilensky, U., & Rand, W. (2015). *An Introduction to Agent-Based Modeling*. Massachusetts: MIT Press.
- Wolff-Plottegg, M. (1996). *Architektur-Algorithmen*. Wien: Passagen Verlag.

- Wolff-Plottegg, M. (2011). *Architecture ... Scripting*. Wien: Sonderzahl Verlagsges.m.b.H.
- Zapp, W. (2010). *Prozessgestaltung in Gesundheitseinrichtungen: Von der Analyse zum Controlling*. Hamburg: Economica Verlag.
- Zapp, W., Oswald, J., Bettig, U., & Fuchs, C. (2014). *Betriebswirtschaftliche Grundlagen im Krankenhaus*. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Ziegenbalg, J., Ziegenbalg, O., & Ziegenbalg, B. (2016). *Algorithmen von Hammurapi bis Gödel*. Springer Verlag.
- Züger, R.-M. (2008). *Betriebswirtschaft – Management-Basiskompetenz: Theoretische Grundlagen und Methoden mit Beispielen, Repetitionsfragen und Antworten*. Zürich: Compendio Bildungsmedien AG.

Dokumente

- Bundesministerium für Gesundheit. (Jänner 2015). *Trends der Entwicklung von Krebserkrankungen in Österreich*. Abgerufen am 11. 12 2017 von https://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/0/6/3/CH1480/CMS1422957020341/bericht_krebsprognose_3_2_2015.pdf
- Czypionka, T., Kraus, M., Röhring, G., & Warmuth, J.-R. (März 2012). *Wissenschaftliche Analysen zum Wiener Gesundheitssystem*. Abgerufen am 18. 01 2017 von <http://irihs.ihs.ac.at/2122/1/IHSPR5811043.pdf>
- Der Spiegel. (22. 11 1971). *Eine Stadt aus dem Stabilbaukasten*. Abgerufen am 19. 11 2017 von <http://magazin.spiegel.de/EpubDelivery/spiegel/pdf/43144649>
- Dietz, B. (2013). *Krankenhausbau + Bauten des Gesundheitswesens*. Abgerufen am 16. 01 2018 von http://www.ebb.ar.tum.de/fileadmin/w00bii/www/Krankenhausbau_SS13/Pflege.pdf
- Dorninger, M. (2012). *Systemanalyse und Szenariotechnik - Methoden und Anwendungen*. Abgerufen am 27. 11 2017 von <http://www.computer-senioren.at/download/Systemanalyse.pdf>

- Eckert-Krause, M. (2013). *Modular concepts - a market study containing high potential for suisse hospital scenery*. Abgerufen am 08. 11 2017 von http://www.fkt.de/de/content/download/4450/27423/file/21A_Marion+Eckert-Krause+PP.pdf.
- Gesundheit Österreich GmbH (i.A. Niederösterreichischen Landesregierung und des NÖGUS). (2016). *Niederösterreichischer Gesundheitsbericht 2016*. Abgerufen am 26. 11 2017 von https://www.noegus.at/fileadmin/user_upload/Downloads_Publikationen/NOE_Gesundheitsbericht_2016.pdf
- Gesundheit Österreich GmbH (i.A.BGA). (15. 12 2017). *Österreichischer Strukturplan Gesundheit 2017 inklusive Großgeräteplan*. Abgerufen am 02. 10 2017 von https://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/1/0/1/CH1071/CMS1136983382893/oesg_2017_-_textband,_stand_dezember_2017.pdf
- Hofmarcher, M., & Rack, H. (2006). *Gesundheitssysteme im Wandel: Österreich*. Abgerufen am 27. 01 2018 von <https://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/0/6/3/CH1066/CMS1379591881907/gesundheitsysteme2006.pdf>
- Hovestadt, V. (01. 02 2012). Gebäude als Baukasten. *Deutsches Ingenieurblatt*, S. 24-27. Abgerufen am 03. 11 2017 von <http://www.digitales-bauen.de/pdf/gebaeude-als-baukasten.pdf>
- Hovestadt, V. (2015). *TEC21: Heft 42: Gebäude programmieren*. Abgerufen am 13. 12 2017 von <https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=sbz-004:2015:141::2497>
- Hungarian Central Statistical Office. (2012). *Population Census 2011*. Abgerufen am 23. 11 2017 von <http://www.ksh.hu/docs/eng/xftp/idoszaki/nepsz2011/enepszelo2011.pdf>
- Landesrechnungshof Niederösterreich. (2013). *Entwicklung ausgewählter Kennzahlen in den NÖ Landeskliniken*. Abgerufen am 07. 12 2017 von <http://www.landtag-noe.at/service/politik/landtag/LVXVIII/00/13/013B.pdf>
- NÖ Gesundheits- und Sozialfond. (2016). *Tätigkeitsbericht*. Abgerufen am 09. 01 2018 von https://www.noegus.at/fileadmin/user_upload/Downloads_Publikationen/NO__GUS_Ta__tigkeitsbericht_2016_WEB.pdf
- ÖBIG (i.A. NÖGUS). (24. 12 2010). *Regionaler Strukturplan Gesundheit NÖ 2015*. Abgerufen am 20. 12 2017 von

https://www.noegus.at/fileadmin/user_upload/Downloads_Publikationen/TOP_5.1_RS_G_NOE_2015_Beilage1_Endbericht_2010_Nov.pdf

Österreichische Raumordnungskonferenz. (2010). *Bevölkerungspronose*. Abgerufen am 16. 10 2017 von https://www.oerok.gv.at/fileadmin/Bilder/2.Reiter-Raum_u._Region/2.Daten_und_Grundlagen/Bevoelkerungsprognosen/Prognose_2010_Teil1/Endbericht_Bevoelkerungsprognose_08-2010.pdf

Österreichische Raumordnungskonferenz. (2014). *ÖROK-Prognosen*. Abgerufen am 15. 11 2017 von <https://www.oerok.gv.at/?id=686>

Österreichische Raumordnungskonferenz. (2017). *Bevölkerung zu Jahresbeginn insgesamt*. Abgerufen am 16. 10 2017 von <https://www.oerok-atlas.at/oerok/files/summaries/15.pdf>

Wurzer, G. (2010). Function & Action. In G. Schmitt, L. Hovestadt, L. Van Gool, F. Bosché, R. Burkhard, M. Hansmeyer, . . . M. Sehmi-Luck, *eCAADe 28: Future Cities* (S. 389-394). Zürich. Abgerufen am 02. 12 2017 von www.ecaade.org/downloads/ecaade2010-lowres.pdf

Wurzer, G. (2010). Schematic Systems – Constraining Functions Through Processes (and Vice Versa). *international journal of architectural computing*, S. 197 - 213. Abgerufen am 01. 11 2017 von https://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_188072.pdf

Wurzer, G. (2011). *Prozessvisualisierung in der Krankenhausplanung*. Abgerufen am 03. 10 2017 von https://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_200759.pdf

Wurzer, G. (2012). Early-stage egress Simulation for process-driven Buildings. In U. Weidmann, U. Kirsch, & M. Schreckenberg, *Proceedings of the 6th Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamic*. Springer. Abgerufen am 20. 11 2017 von <https://pdfs.semanticscholar.org/f01b/9a41005c66477af81bb063684e7a3eb5e712.pdf>

Wurzer, G. (2012). Pre-tender hospital simulation using naive diagrams as models. In W. Backfrieder, A. Bruzzone, F. Longo, V. Novak, & R. Joseph, *The first international workshop on innovative simulation for health care*. Abgerufen am 01. 11 2017 von http://www.liophant.org/i3m/i3m2012/IWISH2012_ConferenceOverview.pdf

Wurzer, G. (2013). In-process agent simulation for early stages of hospital planning. *Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems, Volume 19, Issue 4*, S. 331 - 343. Abgerufen am 08. 01 2018 von https://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_206812.pdf

- Wurzer, G. (2013). Meeting Simulation Needs of Early-Stage Design Through Agent-Based Simulation. In H. Achten, J. Pavlíček, J. Hulín, & D. Matějovská, *eCAADe 30 - Volume 1: Digital Physicality* (S. 613-620). Abgerufen am 03. 12 2017 von https://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_207517.pdf
- Wurzer, G. (2013). Versioning in early-stage hospital simulation. In Backfrieder, et.al., *Proceedings of the International Workshop on Innovative Simulation for Health Care, 2013* (S. 65 - 71). Bruzzone, A.G. Abgerufen am 11. 01 2018 von https://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_220103.pdf
- Wurzer, G. (2014). Causality in Hospital Simulation Based on Utilization Chains. In S. f. International, *SimAUD 2014* (S. 161-164). Tampa. Abgerufen am 20. 12 2017 von https://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_229966.pdf
- Wurzer, G. (2015). *Agent-Based Simulation for early-stage Planning of complex Buildings*. Abgerufen am 04. 11 2017 von https://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_241853.pdf
- Wurzer, G., & Lorenz, W. (2016). Towards Rating of Generated Typologies by means of Adjacency Comparisons. In Society for Medeling & Simulation International, *SimAUD 2016* (S. 247-253). Abgerufen am 24. 01 2018 von <https://pdfs.semanticscholar.org/5b37/d989e17702a492fea35a1452362e41014af8.pdf>

Internetquellen

- Abels, B. (2007). *Brachytherapie*. Abgerufen am 12. 11 2017 von <http://flexikon.doccheck.com/de/Brachytherapie>
- Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz. (2017). *Öffentlicher Gesundheitsdienst (ÖGD)*. Abgerufen am 08. 11 2017 von https://www.bmgf.gv.at/home/Gesundheit/Gesundheitssystem_Qualitaetssicherung/Oeffentlicher_Gesundheitsdienst/Oeffentlicher_Gesundheitsdienst_OeGD_
- Buscher. (05. 11 2017). *Hämatoonkologie*. Abgerufen am 2017 von <https://www.medicoconsult.de/haematoonkologie/>
- Deutscher Ärzteverlag GmbH. (2017). *Fachrichtung Onkologie*. Abgerufen am 03. 12 2017 von <http://www.operation-karriere.de/karriereweg/assistentzarzt/detail/News/fachrichtung-haematologie-und-onkologie.html>

- DocCheck Service GmbH. (2017). *Tagesklinik*. Abgerufen am 11. 12 2017 von <http://flexikon.doccheck.com/de/Tagesklinik>
- EBG MedAustron GmbH. (2017). *MedAustron*. Abgerufen am 17. 01 2018 von <https://www.medastron.at/de/zentrum>
- Ederer und Haghirian. (2016). *KEH*. Abgerufen am 06. 01 2018 von http://www.keh.at/projekte.php?id=haghirian_054
- Eilers, S. (2005). *A Lego Counting Problem*. Abgerufen am 26. 11 2017 von <http://www.math.ku.dk/~eilers/lego.html>
- Fabry, C. (12. 08 2016). *"Dilettantismus gibt Ton an" Kritik an Spital-Nord-Planung: Die Presse*. Abgerufen am 20. 09 2017 von <https://diepresse.com/home/panorama/oesterreich/5323285/Die-Krankheiten-des-Gesundheitssystems>
- Geiger, G. (2013). *Patent No. DE102013114816A1*. Abgerufen am 03. 12 2017 von <https://patents.google.com/patent/US20160348387A1/en?assignee=Gunter+Geiger>
- Gesundheit Österreich GmbH. (2016). *Welche Abteilungen hat ein Krankenhaus?* Abgerufen am 19. 11 2017 von <https://www.gesundheit.gv.at/gesundheitsystem/leistungen/krankenhausaufenthalt/abteilungen-krankenhaus>
- Gesundheit Österreich GmbH. (2017). *Spitalskompass*. Abgerufen am 16. 01 2018 von <https://www.spitalskompass.at/#/spitaeler/map>
- Gesundheit Österreich GmbH. (2017). *Wer arbeitet in einem Krankenhaus?* Abgerufen am 04. 11 2017 von <https://www.gesundheit.gv.at/gesundheitsystem/leistungen/krankenhausaufenthalt/personal-krankenhaus>
- Jenis, S. (21. 11 2017). *Die Krankheiten des Gesundheitssystems*. Abgerufen am 20. 09 2017 von Die Presse: <https://diepresse.com/home/panorama/oesterreich/5323285/Die-Krankheiten-des-Gesundheitssystems>
- KAZ. (2017). *Betten in Krankenanstalten*. Abgerufen am 14. 11 2017 von <http://www.kaz.bmgf.gv.at/ressourcen-inanspruchnahme/betten.html>

- KDZ - Zentrum für Verwaltungsforschung. (2017). *Stadtregion: Migration*. Abgerufen am 03. 11 2017 von <https://www.stadtregionen.at/wiener-neustadt/mobilität?layer=population.migration>
- Kreilhuber, A. (2012). *Krebstherapie*. Abgerufen am 14. 11 2017 von <https://www.netdoktor.at/therapie/krebstherapie-8750>
- Landeskrankenhaus Neunkirchen . (2017). *Regionalmanagement Thermenregion*. Abgerufen am 04. 01 2018 von <https://neunkirchen.lknoe.at/landeskrankenhaus-neunkirchen/regionalmanagement.html>
- Landeskrankenhaus Wiener Neustadt. (2014). *Klinikneubau Wiener Neustadt*. Abgerufen am 19. 12 2017 von https://www.wn-klinikneubau.at/index.php?option=com_cds_impressum&id=1&Itemid=153
- Logan, T. (2012). *ELK*. Von <http://www.grasshopper3d.com/group/elk> abgerufen
- Madzar, G. (30. 07 2016). *Anforderungen vs. Architektur – Das SYSMOD ZIGZAG Pattern*. Abgerufen am 20. 12 2017 von <http://medtech-ingenieur.de/anforderungen-vs-architektur-das-sysmod-zigzag-pattern/>
- Microsoft. (2011). *Future of Healthcare by Microsoft*. Abgerufen am 13. 10 2017 von <https://www.youtube.com/watch?v=C4LbAUa4ZwY>
- NÖ Landeskrankenhaus-Holding . (2017). *Leistungsspektrum der NÖ Landeskrankenhaus-Holding*. Abgerufen am 05. 10 2017 von <http://www.lknoe.at/landeskrankenhaus-holding/organisation.html>
- NÖ Landeskrankenhaus-Holding. (10. 12 2014). *Krankenhaus Wiener Neustadt wird zum Krebskompetenzzentrum*. Abgerufen am 08. 12 2017 von <https://www.wn24.at/chronik/krankenhaus-wiener-neustadt-wird-krebskompetenzzentrum-5307.html>
- Philips. (2017). *BrightView XCT - SPECT/CT-System*. Abgerufen am 02. 12 2017 von <https://www.philips.de/healthcare/alle-produkte/nuklearmedizin/spect>
- Reiche, D. (2017). *Computertomografie: Untersuchungen*. Abgerufen am 17. 01 2018 von <https://www.gesundheit.de/medizin/untersuchungen/untersuchungsmethoden/computertomografie-untersuchungen>
- Reitner, I. (24. 11 2016). *Grenzüberschreitende Gesundheitsversorgung zwischen NÖ und Tschechien*. Abgerufen am 16. 11 2017 von

<https://www.meinbezirk.at/mistelbach/lokales/grenzueberschreitende-gesundheitsversorgung-zwischen-noe-und-tschechien-d1945335.html>

Schneider, J. W. (2008). *Kaiser Permanente's Template for Success*. Abgerufen am 10. 02 2018 von <https://www.bdcnetwork.com/kaiser-permanente's-template-succes>

Statistik Austria. (2017). *Bevölkerung 2000, 2016, 2030*. Abgerufen am 16. 12 2017 von https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/index.html

Statistik Austria. (2018). *Statistik Austria: Krebserkrankungen in Österreich*. Abgerufen am 17. 01 2018 von http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/krebserkrankungen/index.html

Svieven, M. (2011). *ArchDaily: Ad Classics: Nakagin Capsule Tower*. Abgerufen am 03. 11 2017 von <https://www.archdaily.com/110745/ad-classics-nakagin-capsule-tower-kisho-kurokawa>

Universitätsklinikum Ulm. (2017). *Strahlentherapie und Radioonkologie*. Abgerufen am 16. 12 2017 von <https://www.uniklinik-ulm.de/strahlentherapie-und-radioonkologie.html>

Wilensky, U. (2016). *Netlogo. Software*. Abgerufen am 05. 10 2017 von <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>

Winston, A. (19. 12 2014). *Moshe Safdie used "all the Lego in Montreal" to design Habitat 67*. Abgerufen am 16. 11 2017 von <https://www.dezeen.com/2014/12/19/moshe-safdie-movie-interview-habitat-67/>

Wolff-Plottegg, M. (1970). *Strich Generator*. Abgerufen am 05. 11 2017 von http://plottegg.tuwien.ac.at/genera_strich.htm

Zentrum für moderne Diagnostik. (2017). *Magnetresonanztomographie / Dauer der Untersuchung*. Abgerufen am 13. 12 2017 von <https://www.zemodi.de/Patienteninfo-122-Magnetresonanztomographie-138-Dauer-der-Untersuchung-142.html>

Zezula, P. (2018). *Neue Analyse im Labor des Landeskrankums Wiener Neustadt bietet einzigartige Chance*. Abgerufen am 02. 02 2018 von https://www1.meinbezirk.at/wiener-neustadt/c-lokales/neue-analyse-im-labor-des-landeskrankums-wiener-neustadt-bietet-einzigartige-chance_a2367465

Republik Österreich. (1811). *Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch für die gesamten deutschen Erbländer der Oesterreichischen Monarchie* (StF: JGS Nr. 946/1811), letzte Änderung BGBl. I Nr. 161/2017 (VfGH).

Republik Österreich. (1957). *Krankenanstalten- und Kuranstaltengesetz, Fassung vom 23.09.2017* (BGBl. Nr. 1/1957 (NR: GP VIII AB 164 S. 22. BR: S. 121.)), zuletzt durch BGBl. I Nr. 131/2017 (NR: GP XXV IA 2255/A AB 1714 S. 188. BR: AB 9882 S. 871.) geändert.

Republik Österreich. (2017). *Bundesgesetz zur partnerschaftlichen Zielsteuerung-Gesundheit* (StF: BGBl. I Nr. 26/2017 (NR: GP XXV RV 1333 AB 1373 S. 157. BR: 9665 AB 9704 S. 863.)), letzte Änderung BGBl. I Nr. 131/2017 (NR: GP XXV IA 2255/A AB 1714 S. 188. BR: AB 9882 S. 871.).

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Planung über Zeit Quelle: Wurzer, Entwerfen future oriented hospitals; überarbeitet	1
Abb. 2: Aufbau der Arbeit mit Einteilung	2
Abb. 3: Abfolge Planungsebenen Krankenhaus	3
Abb. 4: Versorgungsplanung Quelle: ÖSG, S. 25, überarbeitet	5
Abb. 5: Versorgungssituation stationär, ambulant, Großgeräte Quelle: RSG NÖ, S. 34.	8
Abb. 6: RSG/Holding zu Betreiber	10
Abb. 7: Betreiber zu Planer	11
Abb. 8: Beispielhaftes Funktionskonzept Quelle: Vgl. Neufert, Bauentwurfslehre, 2012, S 285.	13
Abb. 9: Raumtypen nach Krier Quelle: Krier, Urban Space, 1979, S. 29.....	14
Abb. 10: Typologie Quelle: Wagenaar, The Architecture of Hospitals, 2006, S 215.....	15
Abb. 11: Zigzag Pattern Architektur Quelle: Madzar, Anforderungen vs. Architektur, 2016.	16
Abb. 12: Metastadt Wulfen (li.), Nagakin Capsule Tower (mi.) Habitat 67 (re.) Typologie Quelle: Google Bilder	21
Abb. 13: Lego-Krankenhaus aus Modulen Typologie Quelle: Google Bilder	21
Abb. 14: Lego Anleitung Quelle: Alphin, 2006.....	21
Abb. 15: Wahrscheinlichkeit Algorithmus 30 % bis 80 % Quelle: Coates, 2010 S. 147.	26
Abb. 16: ZA und Nachbarschaft.....	26
Abb. 17: Alpha-Syntax Quelle Coates, Programming.Architecture, S. 139.	27
Abb. 18: Alpha Syntax Recursive; 50%	27
Abb. 19: Vergleich Alpha-Syntax im Raster und ohne Raster	28
Abb. 20: Alpha-Syntax off the grid; Wahrscheinlichkeit 65 %, Größe Zufall, Richtung Zufall.	28
Abb. 21: Wahrscheinlichkeit 60 %, Größe gleich, Richtung Zufall 360°	29
Abb. 22: Wahrscheinlichkeit 45 %, Größe gleich, Richtung 8 x 45° (li.) und 4 x 90° (re.)	29
Abb. 23: Wahrscheinlichkeit 60 %, Größe gleich, Richtung 4 x 90°	30
Abb. 24: Straße schwarz, nicht übertretbar: Wahrscheinlichkeit 60 %, Größe gleich, Richtung 4 x 90°	30
Abb. 25: Agenten in Netlogo: Turtle und Patch.....	31
Abb. 26: Nähebeziehungen Quelle: Wurzer, Prozess-visualisierung, 2011, S. 12.	32
Abb. 27: Bubblediagramm Quelle: Wurzer, Prozess-visualisierung, 2011, S. 12	33
Abb. 28: Zonierung Quelle: Wurzer, Prozessvisualisierung, 2011, S. 12	33
Abb. 29: Prozessdarstellung im Schema Quelle: Wurzer, Prozessvisualisierung, 2011, S. 47.....	34
Abb. 30: Patientenkette Quelle: Wurzer, Prozessvisualisierung, 2011, S. 37.....	35

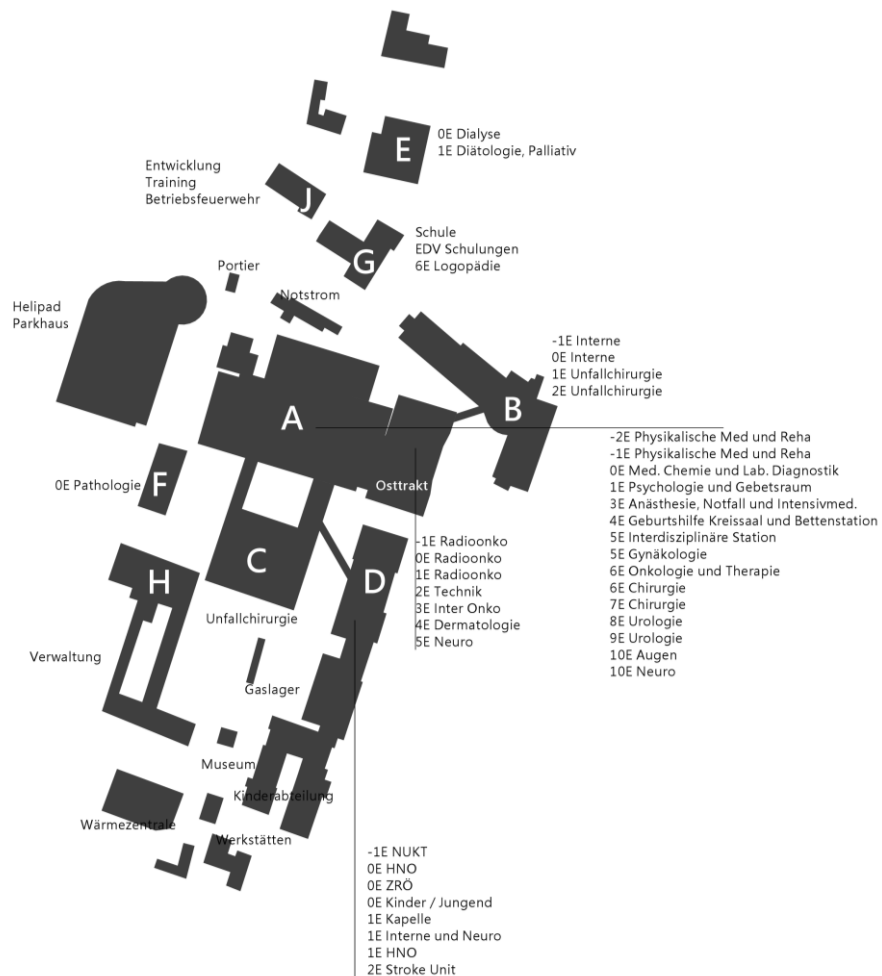
Abb. 31: Strich Generator Quelle: Wolff-Plottegg, Strich Generator, 1970	39
Abb. 32: Schwarzplan Wiener Neustadt Krankenhaus 1321 bis 2017 Quelle: Open Street Maps, überarbeitet	44
Abb. 33: Phase 1 – Hauptgebäude und Zubau Quelle: Planmaterial	45
Abb. 34: Phase 2 – Pavillonstruktur Quelle: Planmaterial	46
Abb. 35: Phase 3 – Adaption Bestand Quelle: Planmaterial	48
Abb. 36: Phase 4 - Umbau UKH Quelle: Planmaterial	49
Abb. 37: Phase 5 – Modernisierung Quelle: Planmaterial	50
Abb. 38: Phase 6 - aktueller Stand Quelle: Planmaterial	51
Abb. 39: Geschichtliche Entwicklung, demographische Entwicklung, Flächenentwicklung Quelle: Planmaterial LKWN und Edelbauer, 2000	54
Abb. 40: Radius LKWN 50 km Quelle: Open Street Maps, überarbeitet.....	56
Abb. 41: Bevölkerungsänderung Industrieviertel Quelle: ÖROK, Bevölkerungsprognosen, 2010, S 49ff.....	56
Abb. 42: Altersveränderung Quelle: GÖG, Gesundheitsbericht, 2016 S. 17.	57
Abb. 43: Inzidenz NÖ nach Alter/Geschlecht Quelle: GÖG Gesundheitsbericht, 2016 (li.), Prognose Krebsprävalenz Quelle: Statistik Austria, Krebserkrankungen, 2018 (re.).....	58
Abb. 44: Vergleich Niederösterreich Industrieviertel Quelle: NÖGUS, NÖ RSG, S. 17., überarbeitet.....	58
Abb. 45: Vergleich Versorgungslage Quelle: GÖG, ÖSG, 2017, S. 205ff., überarbeitet.....	59
Abb. 46: Industrieviertel; Radius LKWN 25 km Eigene Darstellung auf Basis Open Street Maps	60
Abb. 47: Schwerpunkte Onkologie Quelle: GÖG, Spitalskompass, 2017, überarbeitet	61
Abb. 48: Vernetzung LKWN Quelle: Landesklinikum Wiener Neustadt.....	61
Abb. 49: Abstraktion der Herangehensweise über prognostische Bevölkerungsdaten.....	62
Abb. 50: Grobe Standortanalyse mit Potentialraster Quelle Open Street Maps in ‚Netlogo‘, überarbeitet	64
Abb. 51: Standort LKWN Quelle: LKWN, Homepage, 2017; überarbeitet	65
Abb. 52: Standorte Krebsbehandlung Quelle: LKWN, Homepage, 2017; überarbeitet.....	67
Abb. 53: Beziehungen zur (Radio-)onkologie Quelle: LKWN, Homepage, 2017; vgl. ÖSG, 2017, S.131, überarbeitet	68
Abb. 54: Schema Onkologie Quelle GÖG, ÖSG 2012, eigene Darstellung.....	71
Abb. 55: Schema Radioonkologie Quelle GÖG, ÖSG 2012, eigene Darstellung	72
Abb. 56: Schema Nuklearmedizin Quelle GÖG, ÖSG 2012, eigene Darstellung	73
Abb. 57: Bsp.Tumorboard	77
Abb. 58: Abfolge Onkologie Quelle: Gespräch Prozessmanager LKWN.....	77
Abb. 59: Patienten-Funktionsabfolgen oben, Übersetzung im Schema unten.....	78

Abb. 60: Arzt-Funktionsabfolgen oben, Übersetzung im Schema unten	79
Abb. 61: Pflege-Funktionsabfolgen oben, Übersetzung im Schema unten	80
Abb. 62: Beispielhafte Überlagerung von Funktionen und Aktivitäten in Abfolge mit resultierenden Bereichen für unterschiedliche Akteure	83
Abb. 63: Überarbeitete Skizze Quelle: Prozessmanager LKWN Besuch Klinikum 01.12.1784	
Abb. 64: Verdichtungsmöglichkeiten.....	85
Abb. 65: Konzeptidee Modulsystem	87
Abb. 66: Alpha-Module Behandlung (li.) u. Station (re.) mit verschiedenen Abständen.....	87
Abb. 67: Anwendung Alpha-Module	88
Abb. 68: Variabler Bereich.....	88
Abb. 69: Auszug möglicher Module	90
Abb. 70: Übersetzung Schema Quelle: Qualitätsrichtlinien für Vertragsphysiotherapeuten und Neufert	91
Abb. 71: Vergleich Bestand und Modul Eingang Quelle: Planmaterial LKWN	91
Abb. 72: Vergleich Bestand und Modul Quelle: Planmaterial LKWN.....	92
Abb. 73: Überprüfung Module mit Gerätegrößen und Abfolgen	92
Abb. 74: Möglichkeiten Anordnung Einzelmodul.....	93
Abb. 75: Theoretisch mögliche Anwendung der Module	93
Abb. 76: Verwendete Programme für Import der Umgebung	94
Abb. 77: 2D-Ergebnis 2D-Layer Umgebung	95
Abb. 78: Darstellung verschiedener Durchgänge des generativen Algorithmus.....	96
Abb. 79: 3D-Ergebnis Umgebung aus 2D-Layern.....	97
Abb. 80: Wahrscheinlichkeit 20 %, gleiche Durchlaufdauer, gleiche Größe, gleiche Richtung	98
Abb. 81: Implementierte Löschung von falschen Modulen.....	98
Abb. 82: Module als Richtwert für Höhe (li.), Bebauungshöhe als Richtwert (re.)	99
Abb. 83: 3-D Darstellung Umgebung mit generativem Ergebnis	99
Abb. 84: Darstellungen xcor 15 xcor 20 und xcor 25, zcor 0, zcor 2 und zcor 4 (patches) ..	100
Abb. 85: Sonnenstandsanalyse mit Schattenwurf Hochtrakt auf Modul	101
Abb. 86: Lärmquellen mit Abschirmung bspw. im Bereich Helipad	101
Abb. 87: Überhöhte Darstellung Quelle: Entwurf future oriented hospitals, eigenes Projekt	102
Abb. 88: Ablauf Simulationen	102
Abb. 89: Auszug aus den möglichen Aktivitäten mit Raumzuordnung und Dauer	104
Abb. 90: Hinterlegung Knoten in Simulation	104
Abb. 91: Auszug Übersetzung Building Editor mit verbundenen Funktionen.....	105
Abb. 92: Dreidimensionale Darstellung in der Simulation mit Modulbeschriftung	106

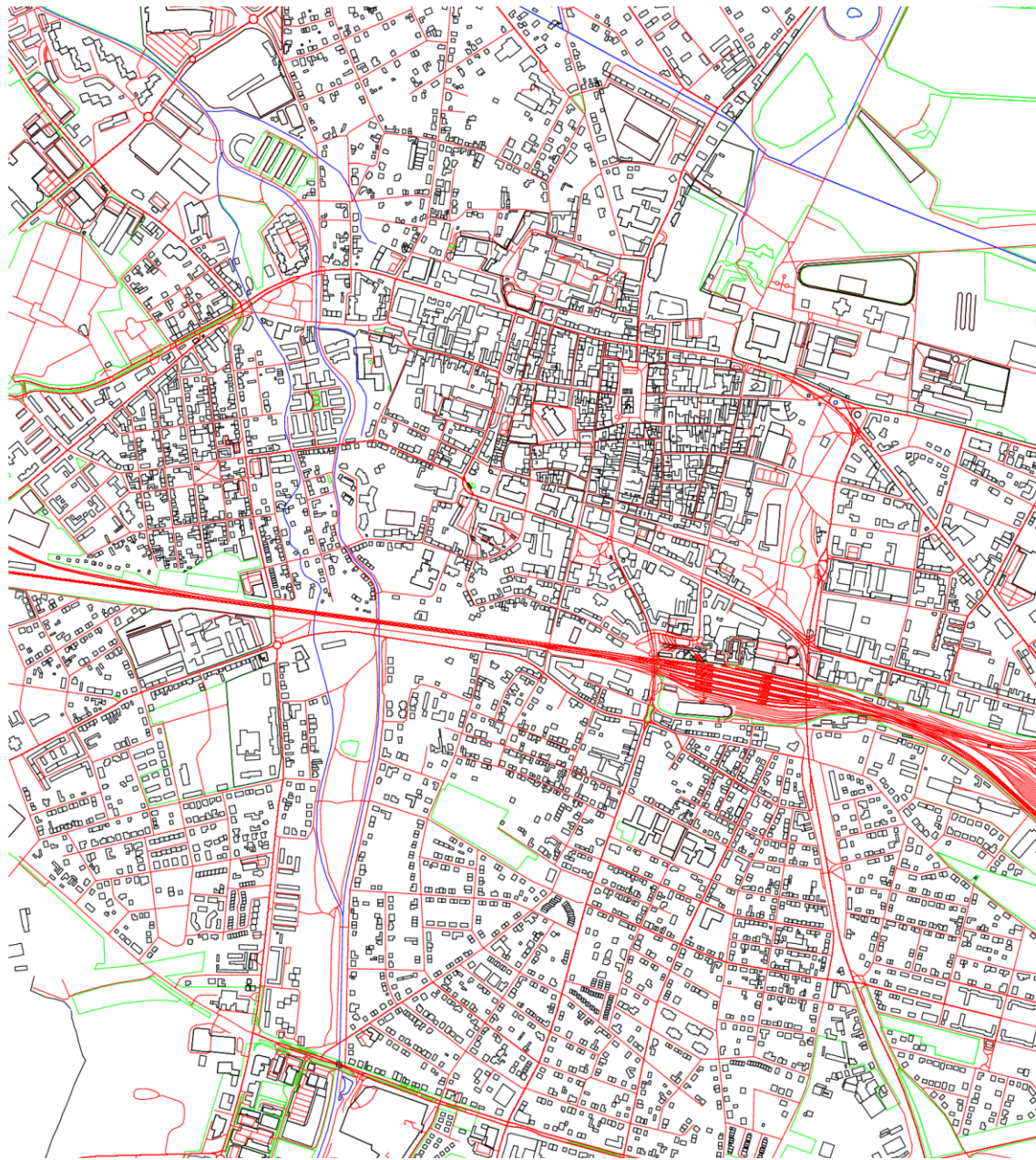
Abb. 93: Auszug aus den implementierten Abfolgen (Start Eingang).....	106
Abb. 94: Interaktion Knoten	107
Abb. 95: Überlagerung GR Modul Simulation, Starke Überhöhung, Zirkulation alle Ebenen	107
Abb. 96: Erschließungsdarstellung über Zeit (fünf und zehn Stunden)	108
Abb. 97: Auswertung von Bewegungsraten/Auslastungsdarstellungen.....	109
Abb. 98: Nutzungshäufigkeit Funktionen	110
Abb. 99 Abfolge für Patient: Durchlauf, Belegungsrate und Funktionsverwendung.....	110
Abb. 100: Abfolge für Arzt: Durchlauf, Belegungsrate und Funktionsverwendung	111
Abb. 101: Optimierungsschritte und Überprüfungsschritte.....	111
Abb. 102: Versuche pro Durchlauf (li.), Dichtevergleich (re.)	112
Abb. 103: Vergleich drei Durchläufe mit selben fixiertem Startpunkt.....	112
Abb. 104 Analyse Lärm und Verschattung pro Durchgang	113
Abb. 105: Generierung (li.o.), Festlegung (re.o.), Generierung (li.u.), Ergebnis (re.u.).....	113
Abb. 106: Vergleich: horizontale Vernetzung (li.) und ohne Vernetzung (re.).....	114
Abb. 107: Vergleich Auslastung Erschließung bei Tausch EG und OG Module	114
Abb. 108: Vergleich aktive, passive und wartende Personen (o.) und Funktionen und nicht vorhandene Funktionen (u.) auf Zeit betrachtet	115

Anhang

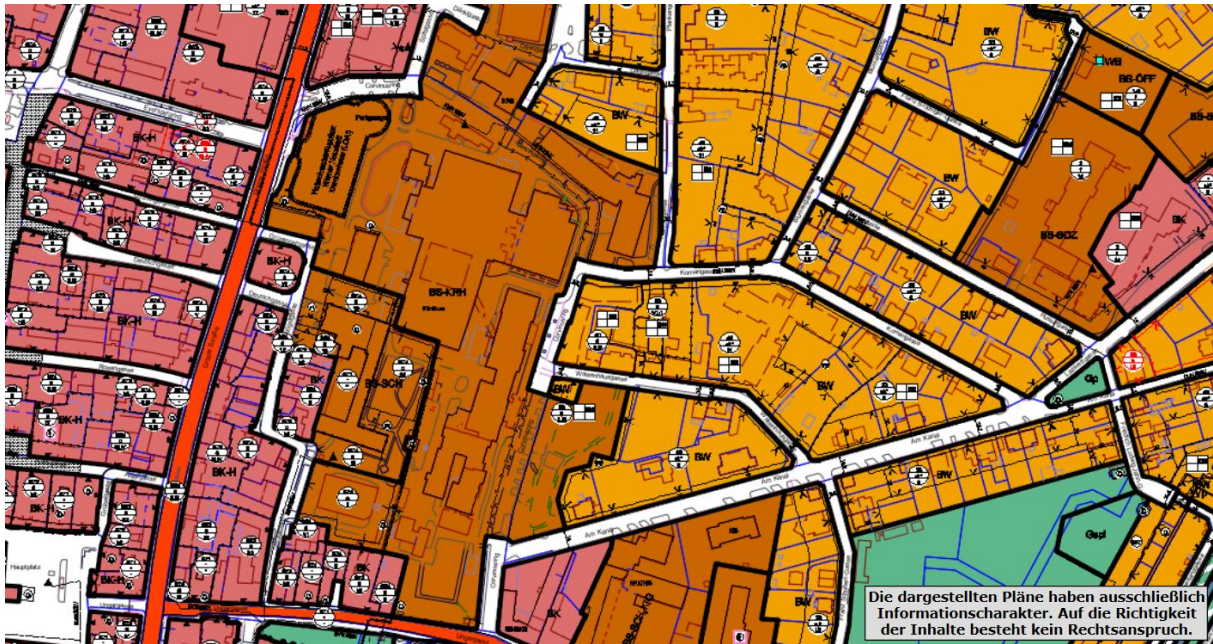
Anhang 1: Lageplan; grau LKWN



Anhang 2: Ausgelesene .osm Daten (pro Layer eine Farbe)

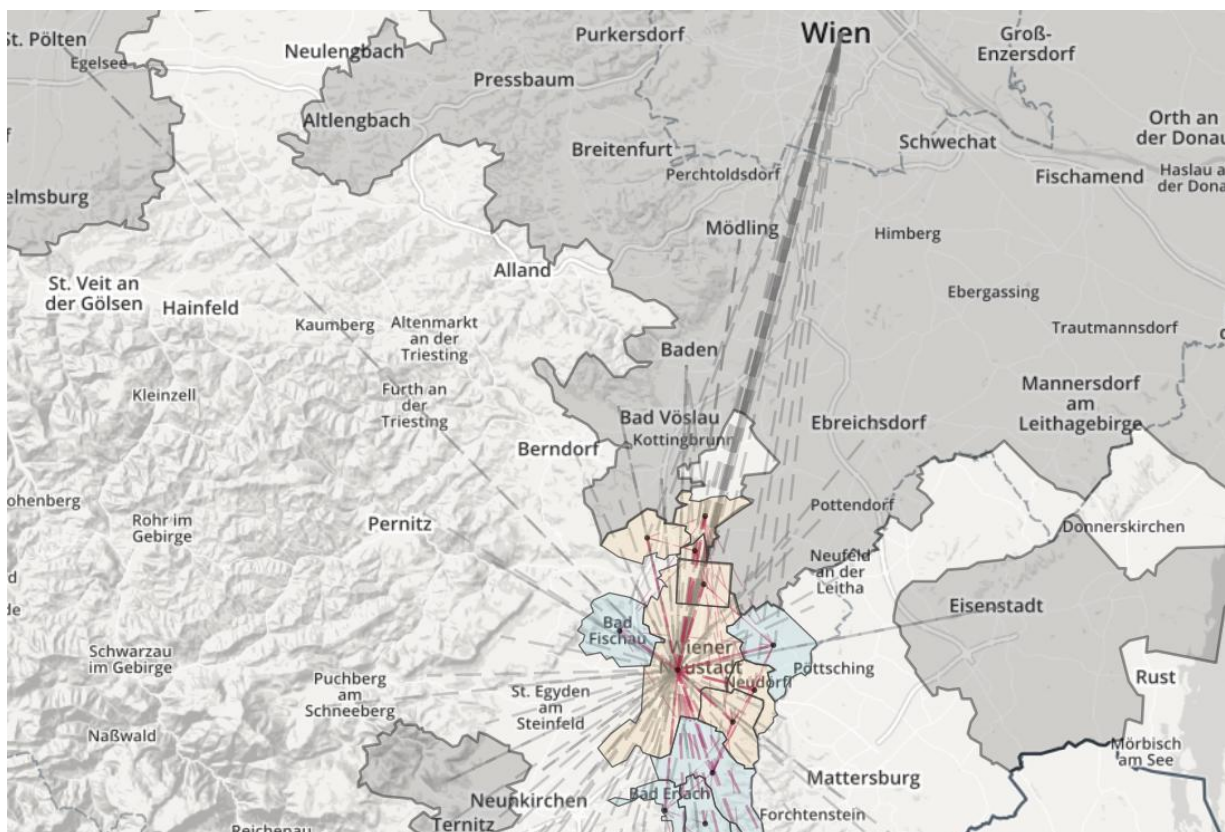


Anhang 3: Flächenwidmung (für Layereinteilung generativer Algorithmus)



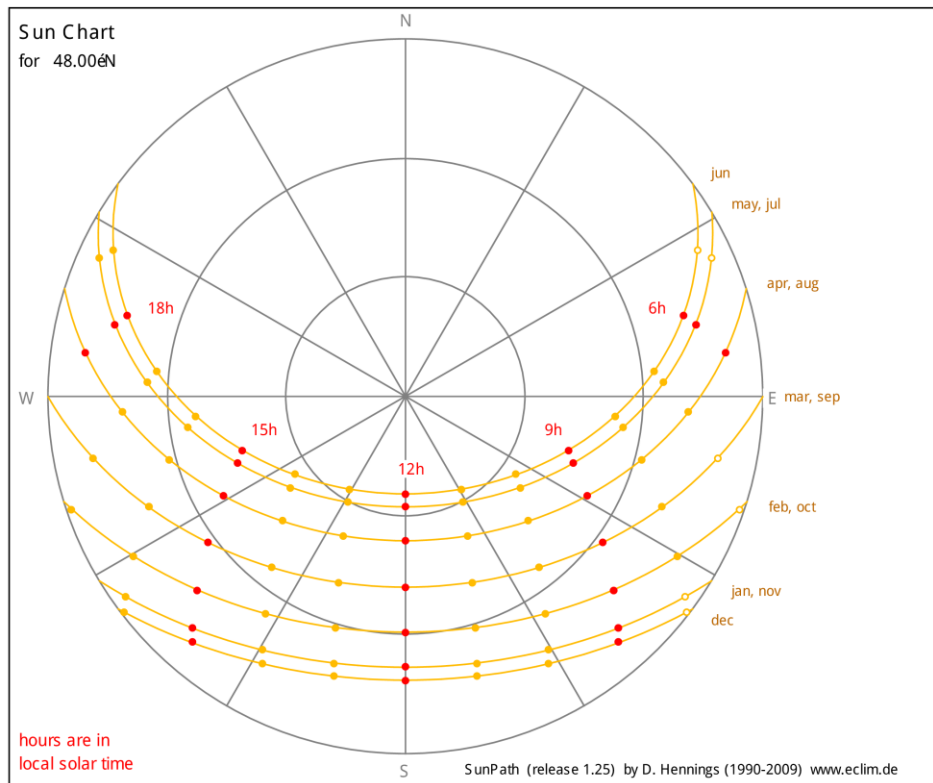
Quelle: Magistrat Wiener Neustadt, <http://rop.wiener-neustadt.at/rop/> [online] am 03.11.2017

Anhang 4: Pendlerkarte

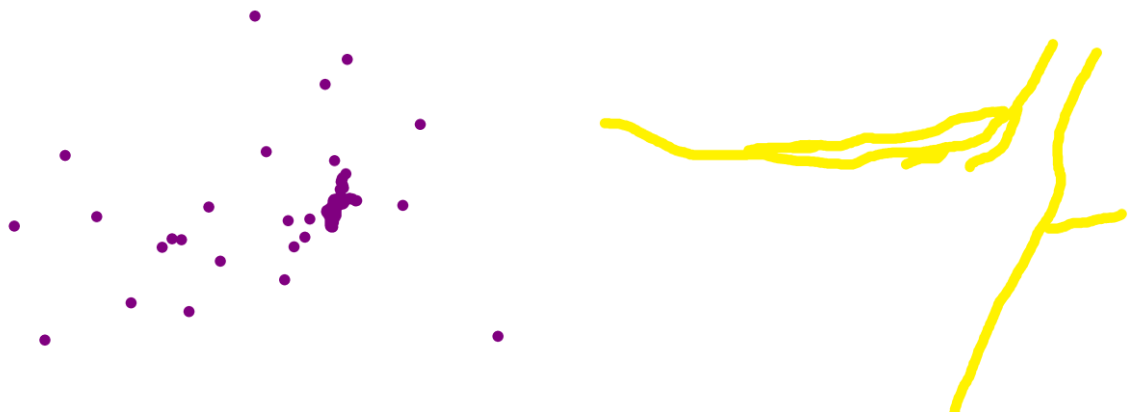


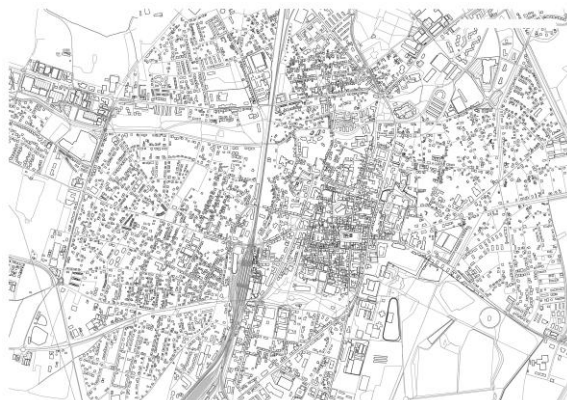
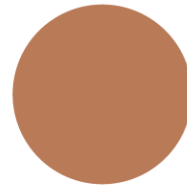
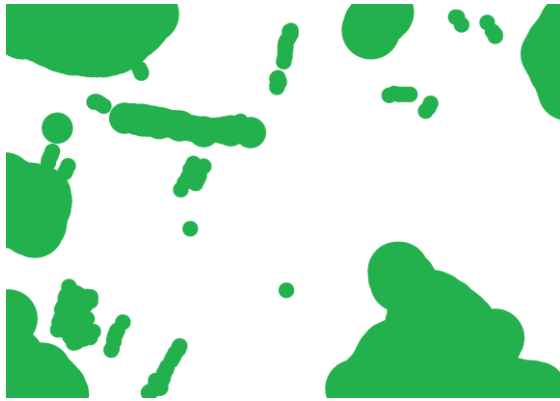
Quelle: <https://www.stadtregionen.at/wiener-neustadt/mobilität?layer=population.migration> [online] am 03.11.2017

Anhang 5: Skizze Prozessmanager:



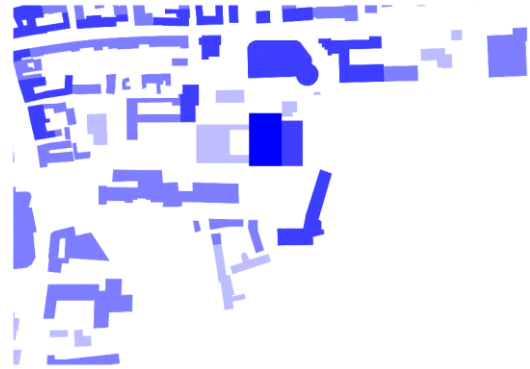
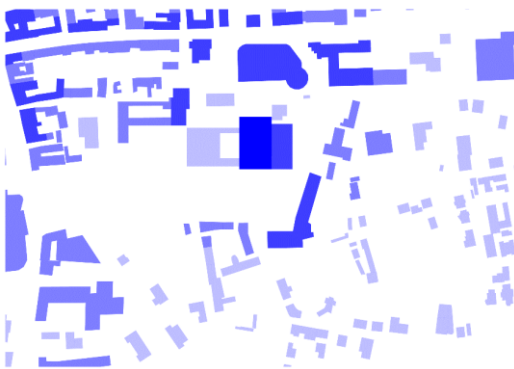
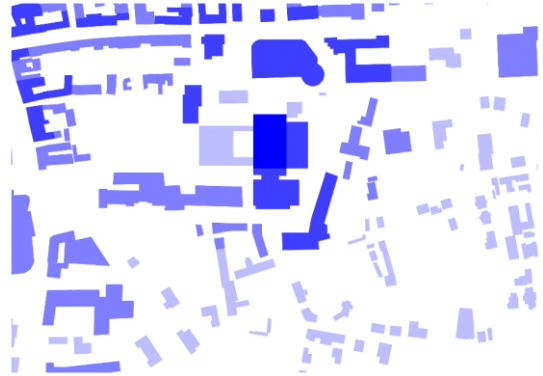
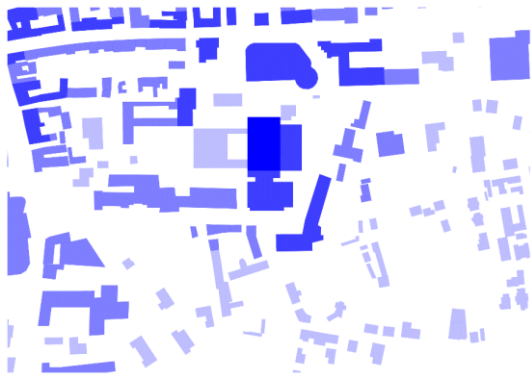
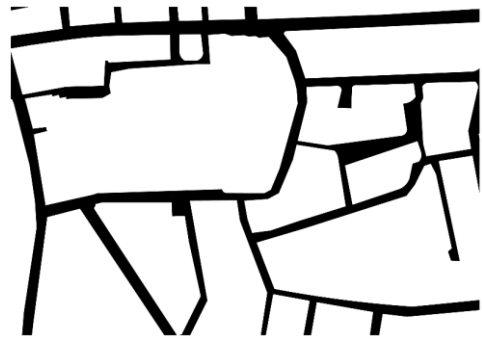
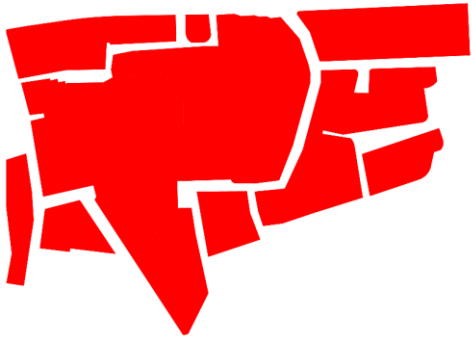
Anhang 7: Verwendete Layer Standortanalyse (Ärztendichte, Gewässer, Grünraum, Zentralraum, Soziale Bereiche, Bebauung, Straße, Simulation hinterlegte Karte)





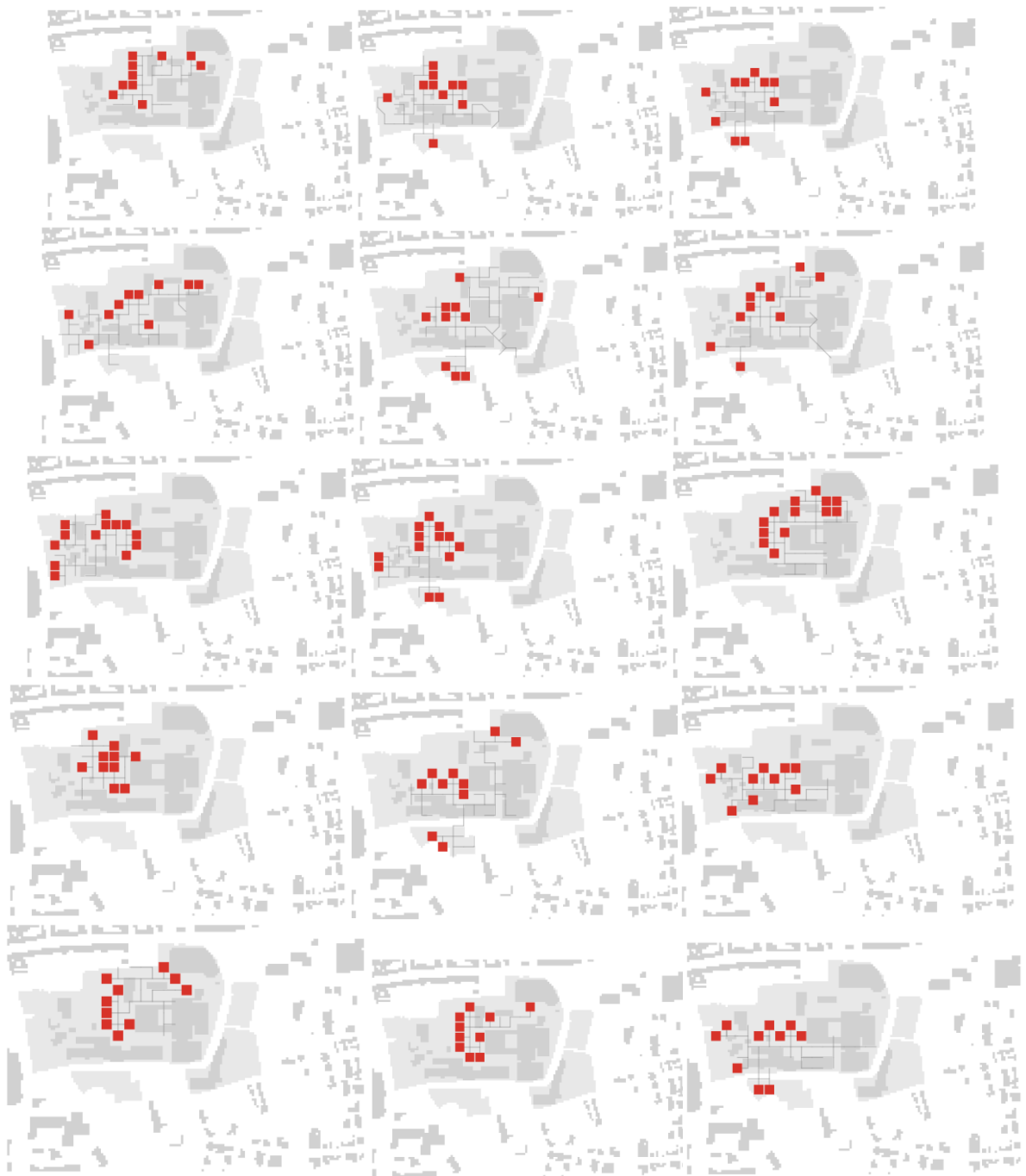
Anhang 8: Verwendete Layer generativer Algorithmus (Flächenwidmung, Straßennetz, Bebauung)



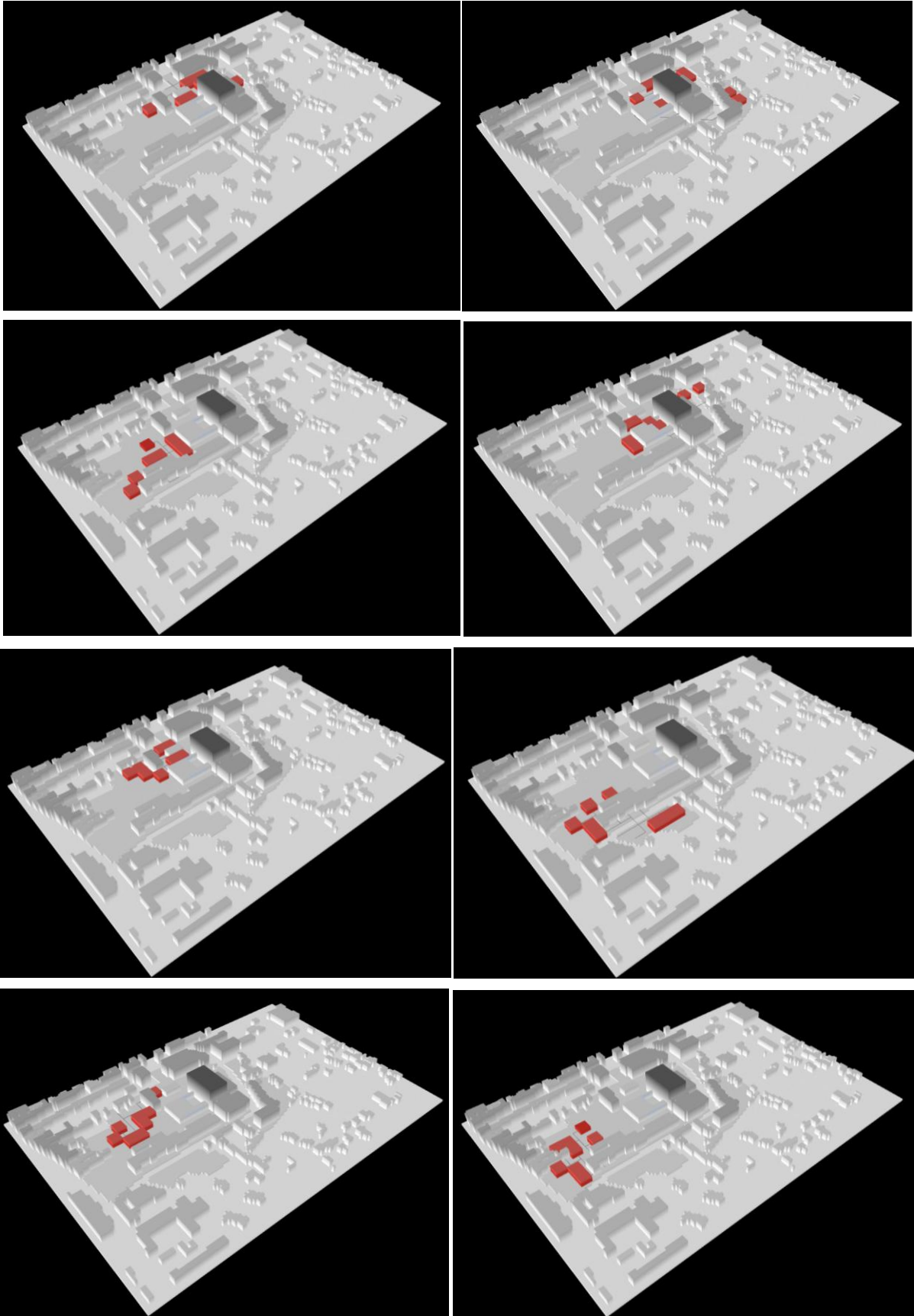


Anhang 9: Durchlauf Alpha 2D Wahrscheinlichkeit 50%

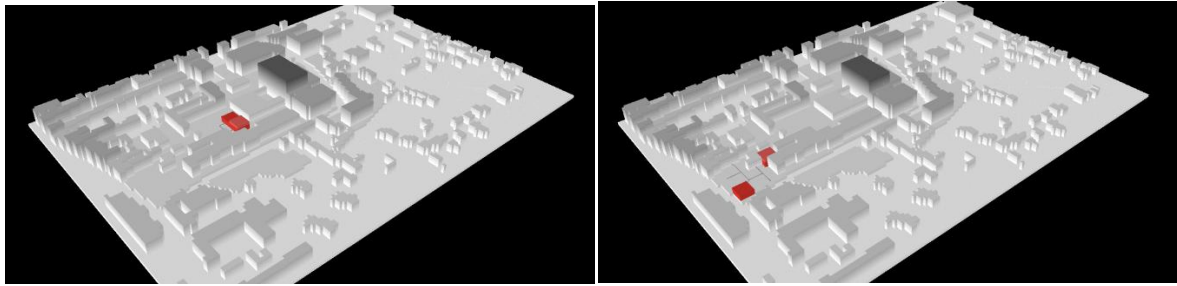




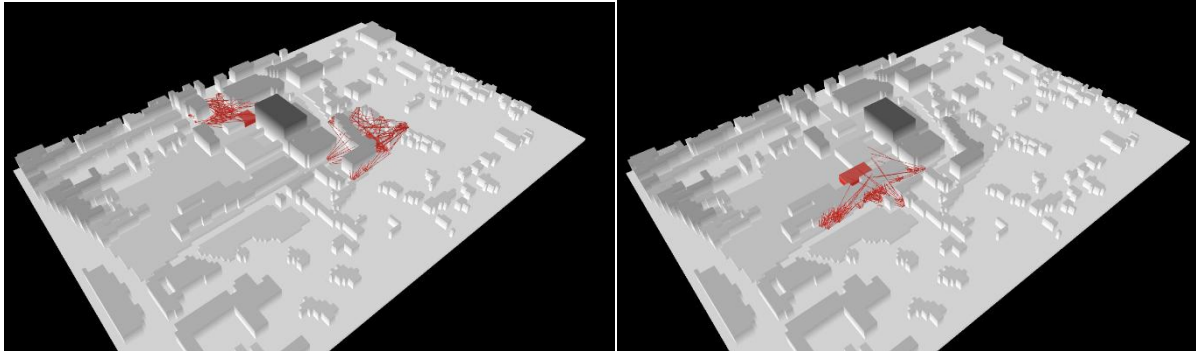
Anhang 10: Durchlauf Alpha 3D Wahrscheinlichkeit 50%



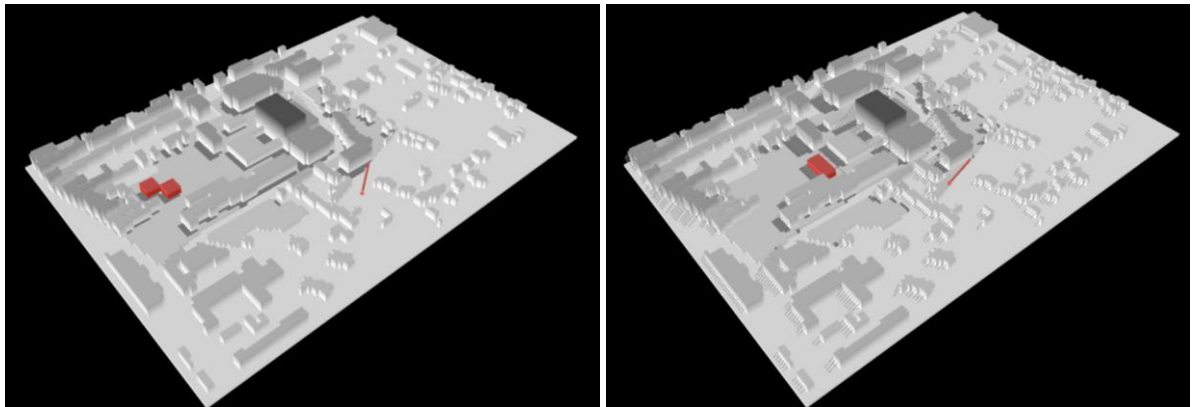
Anhang 11: Auszug aus der Variantenbildung Szenario entweder mit genau zwei Modulen oder mehr Modulen und Auswahl des Departments Onkologie



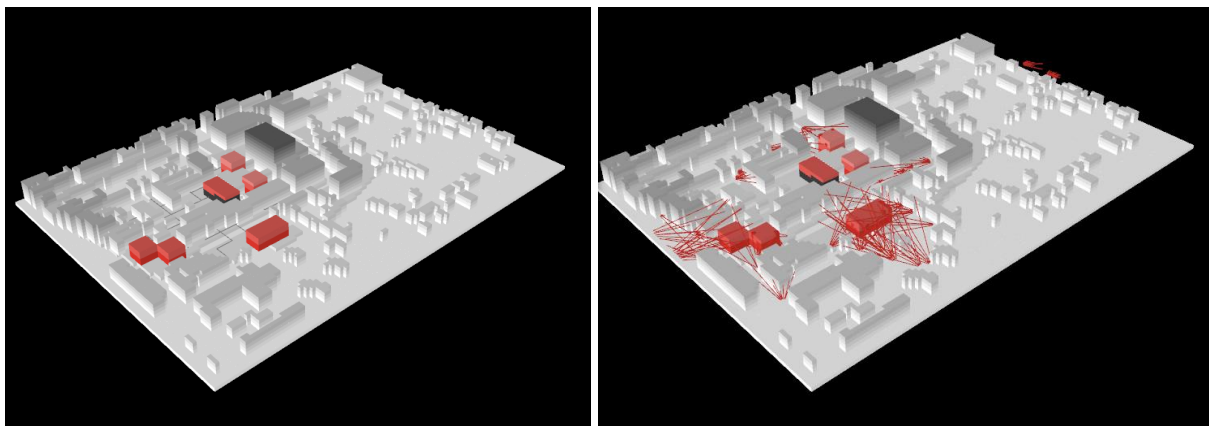
Zwei Standorte mit insgesamt fünf Modulen



Analyse Lärm (bei zu starker Belastung Neustart, festgelegt durch User)

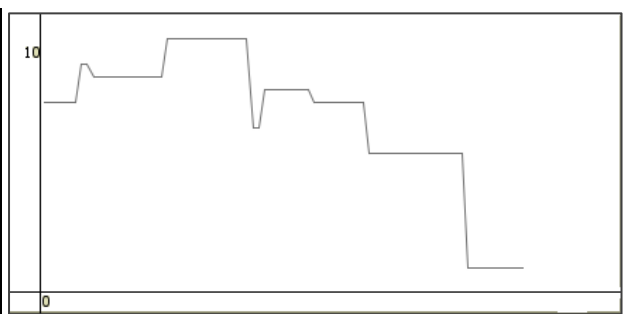
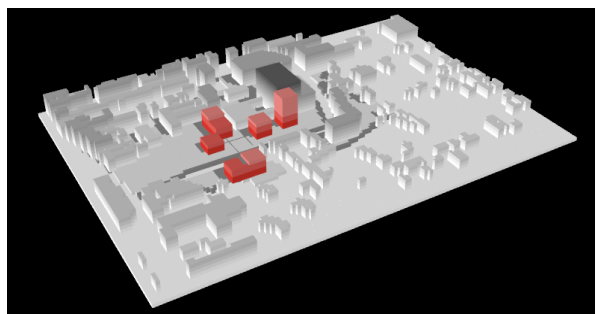
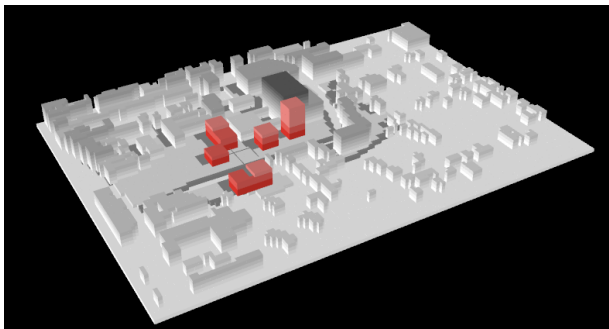
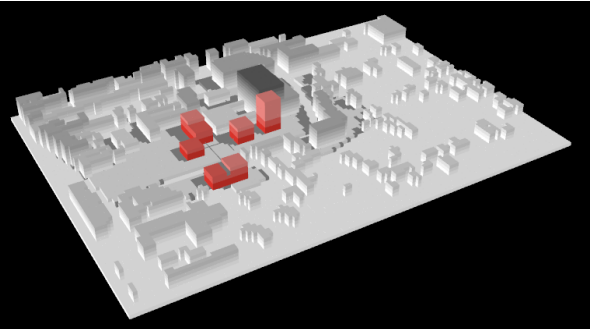
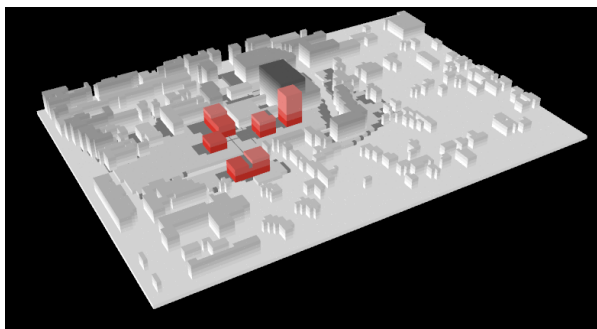
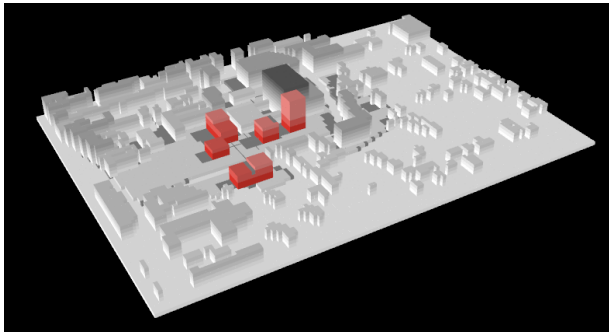
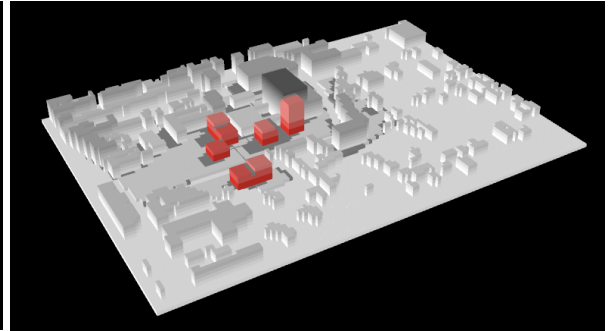
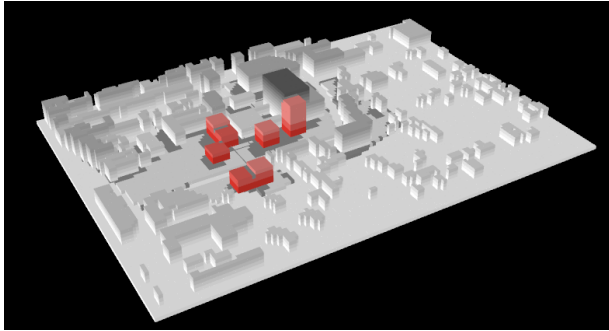


Analyse Beschattung (bei zu starker Belastung Neustart, festgelegt durch User)

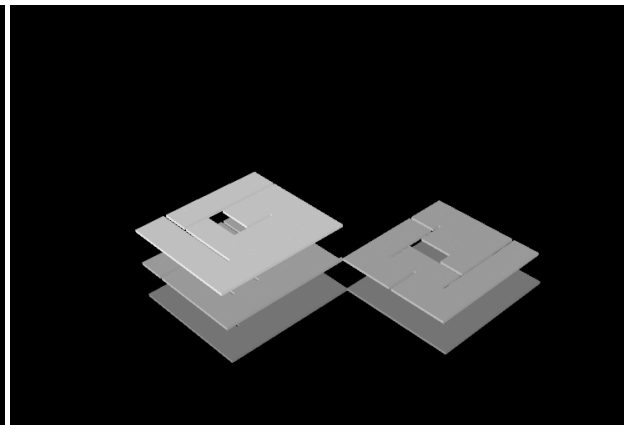
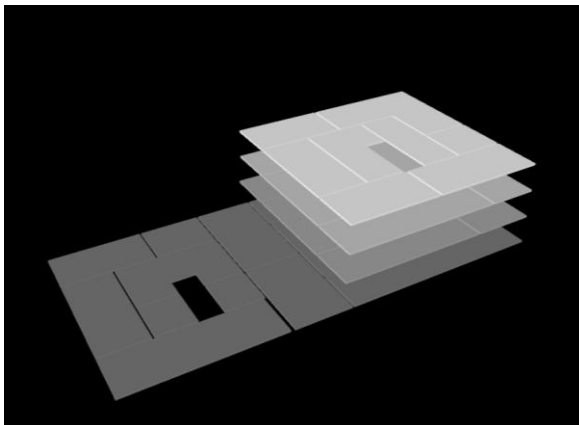
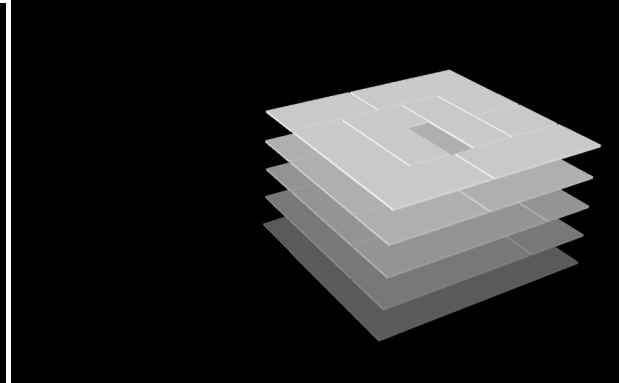
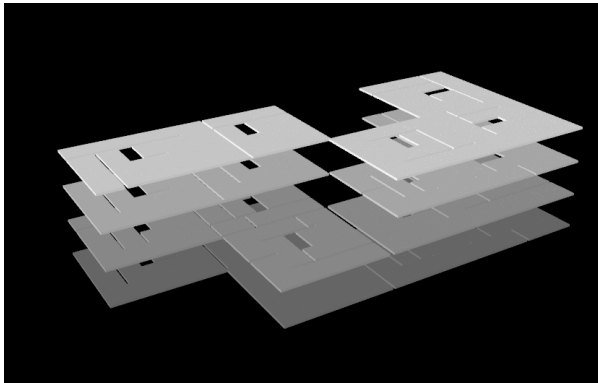


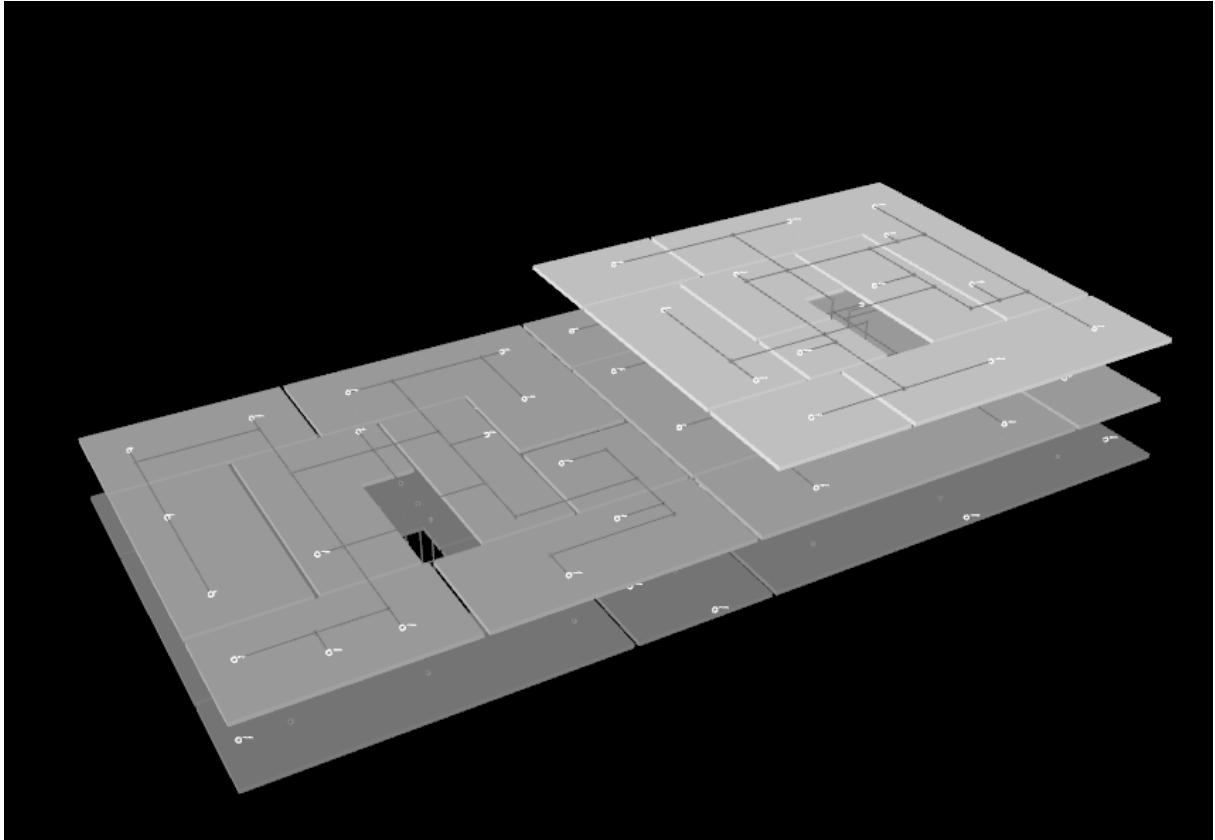
Acht Standorte mit insgesamt 35 Modulen, Onkologie über Lärmanalyse ausgewählt im Innenhof (dunkelgrau)

Anhang 12: Sonnenstandsanalyse und Verschattungoutput am Modul

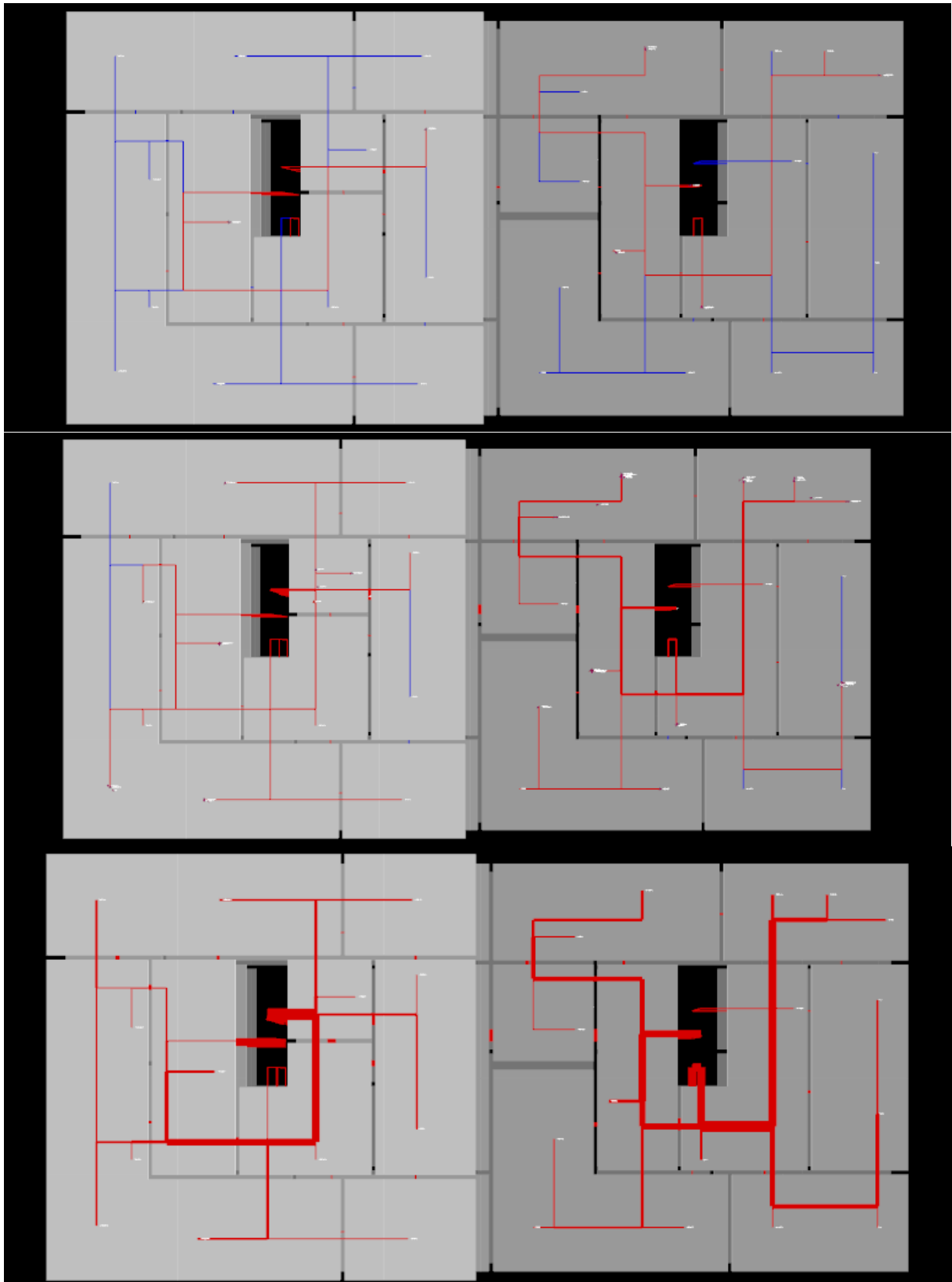


Anhang 13: Variantenbildung Übersetzung Simulation





Anhang 14: Durchlauf Simulation



Anhang 15: Verwendete Aktivitäten mit Dauer und Funktion

Patient

- ☐ herein/herausgehen [Eingang / 1]
- ☐ orientieren [Eingang / 5]
- ☐ informieren [Anmeldung / 5]
- ☐ anmelden [Anmeldung / 5]
- ☐ warten [Wartzone / Cafeteria / 30]
- ☐ entwerten [Ticketautomat / 5]
- ☐ wohingehen [Toilette / 10]
- ☐ reden [Warteraum / Cafeteria / Eingang / 5]
- ☐ beraten [Gesprächsraum / Arztzimmer / 15]
- ☐ erklären [Arztzimmer / Untersuchungsraum / 15]
- ☐ medikationinfo [Pharma-Raum / Apotheke / 10]
- ☐ medikationkaufen [Pharma-Raum / Apotheke / 5]
- ☐ probenabgeben [Toilette / 15]
- ☐ essen [Zimmer / Kantine / 45]
- ☐ anamnese [Gesprächsraum / Untersuchungsraum / 45]
- ☐ ruhen [Ruheraum / Zimmer / 30]
- ☐ lesen [Wartzone / 40]
- ☐ transportwarten [Eingang / 15]

Pflege

- ☐ zytostatikaauflbereiten [Labor / 60]
- ☐ pflegen [Zimmer / 20]
- ☐ pflegeanamnese [Zimmer / 10]
- ☐ pflegesaugständergerät [Zimmer / Untersuchungsraum / 5]
- ☐ pflegeinhalator [Zimmer / Untersuchungsraum klein / 5]
- ☐ überwachungsernährung [Zimmer / 5]
- ☐ überwachungsvital [Zimmer / 10]
- ☐ überwachungsbillett [Zimmer / 5]
- ☐ bewertungszustand [Zimmer / 10]
- ☐ administrieren [Büro / 15]
- ☐ simulation [Bestrahlungsraum / 30]
- ☐ behandlungsfestlegen [Untersuchungsraum groß / 60]
- ☐ administrierenCT [Büro / 30]
- ☐ administrierenPHARM [Büro / 15]
- ☐ administrierenNUK [Büro / 10]
- ☐ pflegebehandlung [Zimmer / Behandlungsraum / 15]
- ☐ pflegediagnostik [Zimmer / 15]
- ☐ lagern [Lager / 15]

Diagnostik

- ☐ untersuchenMRT [Untersuchungsraum groß / 60]
- ☐ untersuchenCT [Untersuchungsraum groß / 20 / 5]
- ☐ untersuchenszint [Untersuchungsraum groß / 25]
- ☐ untersuchenvital [Zimmer / Untersuchungsraum klein / 5]
- ☐ untersuchenblut [Zimmer / Untersuchungsraum klein / 5]
- ☐ untersuchenbiopsie [Untersuchungsraum klein / 20]
- ☐ untersuchenEKG [Zimmer / Untersuchungsraum klein / 20]
- ☐ untersuchenPET [NUK Untersuchungsraum / 100]
- ☐ diagnostikzytogenetik [Labor / 200]
- ☐ diagnostikmarkerdiagnostik [NUK Labor / 200]
- ☐ diagnostikdosileitmessgerät [Labor klein / 30]
- ☐ diagnostikaktivimeter [Labor klein / 30]
- ☐ diagnostikuptake [Untersuchungsraum klein / groß / 30]
- ☐ untersuchenchemo [Untersuchungsraum / 30]
- ☐ tumorboardklären [Gesprächsraum / 30]
- ☐ untersuchenbasilabor [Labor groß / 120]
- ☐ isolabehandeln [ISO-Bereich klein / groß / 120]
- ☐ isolagern [ISO-Bereich klein / 10]

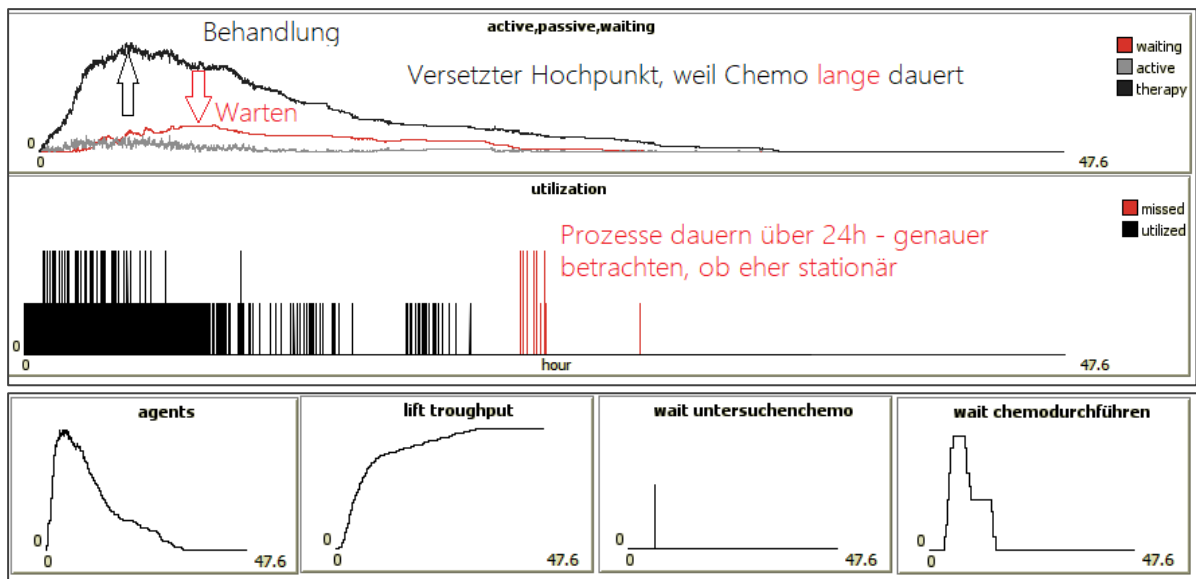
Behandlung

- ☐ holennotfallkoffer [Untersuchungsraum klein / groß / 10]
- ☐ untersuchensonographie [Untersuchungsraum klein / 15]
- ☐ behandelinperforator [Zimmer / Untersuchungsraum klein / 30]
- ☐ behandelinbrachytherapie [NUK Untersuchungsraum / 100]
- ☐ behandelinbeschleuniger [Bestrahlungsraum / 10]
- ☐ behandelionentherapie [Krankenbus / 240]
- ☐ behandelndialyse [Krankenbus / 100]
- ☐ behandelinECT [Untersuchungsraum groß / 180]
- ☐ unterstützenbeschleuniger [Bestrahlungsraum / 10]
- ☐ chemozytoinfusomat [Untersuchungsraum klein / groß / 240]
- ☐ chemozytoport [Untersuchungsraum klein / groß / 240]
- ☐ chemoiimmunhisto [Untersuchungsraum klein / groß / 240]
- ☐ tumorboardbesprechen [Untersuchungsraum groß / 30]
- ☐ therapiediat [Therapieraum / 120]
- ☐ therapiepsych [Therapieraum / 120]
- ☐ therapiesozial [Therapieraum / 120]
- ☐ therapiephysio [Therapieraum / 120]
- ☐ bestrahlungstechnik [Technik / 20]

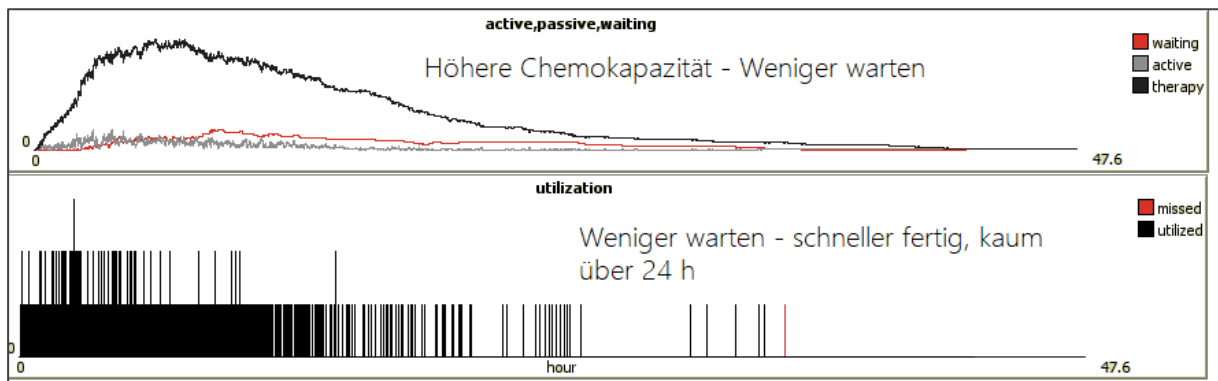
Anhang 16: Testprozesse aus Aktivitäten

hereingehen, anmelden, bestrahlungstechnik, erklären, administrieren, bestrahlungstechnik, anmelden, herausgehen
 hereingehen, orientieren, untersuchenbiopsie, tumorboarderklären, überwachungsernährung, hereingehen
 hereingehen, anmelden, therapiediat, untersuchenchemo, isolabehandeln, isolagern, bewertungszustand, beraten, bewertungszustand, ruhen, schlafen, hereingehen
 hereingehen, wohingehen, informieren, entwerten, hereingehen
 hereingehen, informieren, anmelden, warten, anmelden, medikationkaufen, beraten, hereingehen
 hereingehen, orientieren, warten, pausieren, wohingehen, anmelden
 hereingehen, informieren, warten, anmelden, untersuchenblut, untersuchenmrt, chemozytoinfusomat, ruhen, anmelden, hereingehen
 hereingehen, informieren, anmelden, warten, behandelinbeschleuniger, chemozytoport, ruhen, anmelden, hereingehen
 hereingehen, entwerten, hereingehen
 hereingehen, informieren, reden, warten, essen, untersuchenchemo, behandelionentherapie, behandelndialyse, hereingehen
 hereingehen, orientieren, anmelden, untersuchenct, behandelinbeschleuniger, chemozytoport, chemoiimmunhisto, anmelden, transportwarten
 hereingehen, informieren, warten, medikationinfo, medikationkaufen, wohingehen, anmelden, hereingehen
 hereingehen, informieren, administrierenpharm, medikationinfo, pausieren, zytostatikaauflbereiten, anmelden
 hereingehen, informieren, warten, anmelden, untersuchenchemo, chemozytoport, untersuchenblut, anmelden, hereingehen
 hereingehen, orientieren, anmelden, untersuchenblut, chemozytoinfusomat, schlafen, anmelden
 hereingehen, informieren, administrierennuk, warten, anamnese, lesen, therapiediat, transportwarten
 hereingehen, informieren, anmelden, untersuchenpet, isolabehandeln, diagnostikdosileitmessgerät, anmelden
 hereingehen, anmelden, pflegeanamnese, pflegen, überwachungsbillett, überwachungsvital, administrieren
 hereingehen, wohingehen, anmelden, pflegesaugständergerät, pflegen, überwachungsvital, hereingehen
 hereingehen, informieren, anmelden, therapiepsych, pflegediagnostik, pflegebehandlung, therapiediat, holennotfallkoffer, Tagern, administrieren, beraten, hereingehen
 hereingehen, informieren, administrierenpharm, medikationinfo, therapiephysio, pausieren, zytostatikaauflbereiten, anmelden
 hereingehen, wohingehen, anmelden, pflegen, überwachungsvital, diagnostikaktivimeter, administrierennuk, administrierenct, hereingehen
 hereingehen, anmelden, behandlungsfestlegen, erklären, untersuchensonographie, behandelinperforator, chemozytoport, anmelden, herausgehen
 hereingehen, anmelden, warten, behandelinbrachytherapie, therapiephysio, behandelinect, unterstützenbeschleuniger, anmelden, essen, pausieren, behandelndialyse
 hereingehen, informieren, unterstützenbeschleuniger, tumorboardbesprechen, chemoiimmunhisto, anmelden, herausgehen
 hereingehen, informieren, warten, anmelden, therapiepsych, untersuchenvital, anmelden, therapiepsych, herausgehen
 hereingehen, wohingehen, informieren, therapiephysio, überwachungsernährung, untersuchenekg, therapiephysio, hereingehen
 hereingehen, anmelden, orientieren, therapiesozial, medikationkaufen, therapiepsych, beraten, therapiesozial, hereingehen
 hereingehen, informieren, warten, pausieren, bewertungszustand, wohingehen, anmelden
 hereingehen, anmelden, diagnostikaktivimeter, diagnostikmarkerdiagnostik, administrierennuk, anmelden
 hereingehen, anmelden, diagnostikuptake, diagnostikmarkerdiagnostik, administrierennuk, anmelden
 hereingehen, anmelden, warten, diagnostikuptake, untersuchenbasilabor, diagnostikaktivimeter, untersuchenszint, herausgehen
 hereingehen, anmelden, warten, diagnostikzytogenetik, untersuchenbasilabor, untersuchenbiopsie, herausgehen
 hereingehen, informieren, anmelden, behandelinbeschleuniger, chemozytoport, chemoiimmunhisto, anmelden
 hereingehen, anmelden, bestrahlungstechnik, erklären, administrieren, bestrahlungstechnik, anmelden, herausgehen
 hereingehen, orientieren, tumorboarderklären, untersuchenchemo, überwachungsernährung, hereingehen
 hereingehen, anmelden, administrierennuk, diagnostikdosileitmessgerät, isolabehandeln, diagnostikaktivimeter, isolagern, bewertungszustand, beraten, bewertungszustand, schlafen, hereingehen
 hereingehen, wohingehen, informieren, therapiediat, entwerten, hereingehen
 hereingehen, informieren, anmelden, warten, medikationkaufen, beraten, hereingehen
 hereingehen, orientieren, warten, pausieren, wohingehen, anmelden
 hereingehen, informieren, warten, anmelden, untersuchenmrt, diagnostikaktivimeter, chemozytoinfusomat, ruhen, anmelden, hereingehen
 hereingehen, informieren, anmelden, warten, behandelinbeschleuniger, administrierennuk, chemozytoport, ruhen, untersuchenbiopsie, anmelden, hereingehen
 hereingehen, informieren, reden, warten, therapiediat, essen, behandelionentherapie, behandelndialyse, therapiepsych, hereingehen
 hereingehen, orientieren, anmelden, untersuchenct, untersuchenmrt, behandelinbeschleuniger, diagnostikdosileitmessgerät, chemozytoport, chemoiimmunhisto, anmelden, transportwarten
 hereingehen, informieren, warten, medikationinfo, untersuchenszint, medikationkaufen, wohingehen, anmelden, hereingehen
 hereingehen, informieren, administrierenpharm, medikationinfo, pausieren, zytostatikaauflbereiten, anmelden
 hereingehen, informieren, warten, anmelden, erklären, untersuchenchemo, chemozytoport, untersuchenblut, anmelden, hereingehen
 hereingehen, orientieren, anmelden, untersuchenblut, untersuchenchemo, chemozytoinfusomat, ruhen, schlafen, anmelden
 hereingehen, informieren, anmelden, warten, anamnese, bewertungszustand, therapiediat, lesen, transportwarten
 hereingehen, informieren, anmelden, administrierennuk, untersuchenpet, isolabehandeln, anmelden
 hereingehen, anmelden, pflegeanamnese, pflegen, überwachungsbillett, überwachungsvital, administrieren
 hereingehen, wohingehen, anmelden, pflegesaugständergerät, pflegen, überwachungsvital, hereingehen
 hereingehen, informieren, anmelden, pflegediagnostik, pflegebehandlung, holennotfallkoffer, behandelinect, Tagern, administrieren, beraten, hereingehen
 hereingehen, informieren, administrierenpharm, erklären, medikationinfo, pausieren, zytostatikaauflbereiten, anmelden
 hereingehen, wohingehen, anmelden, pflegen, überwachungsvital, therapiepsych, administrierennuk, administrierennuk, administrierenct, hereingehen
 hereingehen, informieren, administrierenpharm, erklären, bewertungszustand, behandelinperforator, chemozytoport, anmelden, herausgehen
 hereingehen, anmelden, warten, behandelinbrachytherapie, behandelinect, unterstützenbeschleuniger, anmelden, essen, pausieren, behandelndialyse
 hereingehen, informieren, unterstützenbeschleuniger, tumorboardbesprechen, untersuchenchemo, chemoiimmunhisto, anmelden, herausgehen
 hereingehen, informieren, warten, anmelden, therapiepsych, untersuchenvital, anmelden, therapiepsych, herausgehen
 hereingehen, wohingehen, informieren, therapiephysio, untersuchenekg, therapiephysio, hereingehen
 hereingehen, anmelden, orientieren, therapiesozial, behandelinect, medikationkaufen, therapiephysio, beraten, therapiesozial, hereingehen
 hereingehen, informieren, warten, pausieren, wohingehen, anmelden
 hereingehen, anmelden, diagnostikaktivimeter, diagnostikmarkerdiagnostik, administrierennuk, anmelden
 hereingehen, anmelden, warten, diagnostikuptake, untersuchenbasilabor, herausgehen
 hereingehen, anmelden, warten, diagnostikzytogenetik, untersuchenbasilabor, herausgehen
 hereingehen, informieren, anmelden, untersuchenszint, behandelinbeschleuniger, chemozytoport, chemoiimmunhisto, anmelden
 hereingehen, anmelden, bestrahlungstechnik, administrieren, bestrahlungstechnik, therapiepsych, anmelden, herausgehen

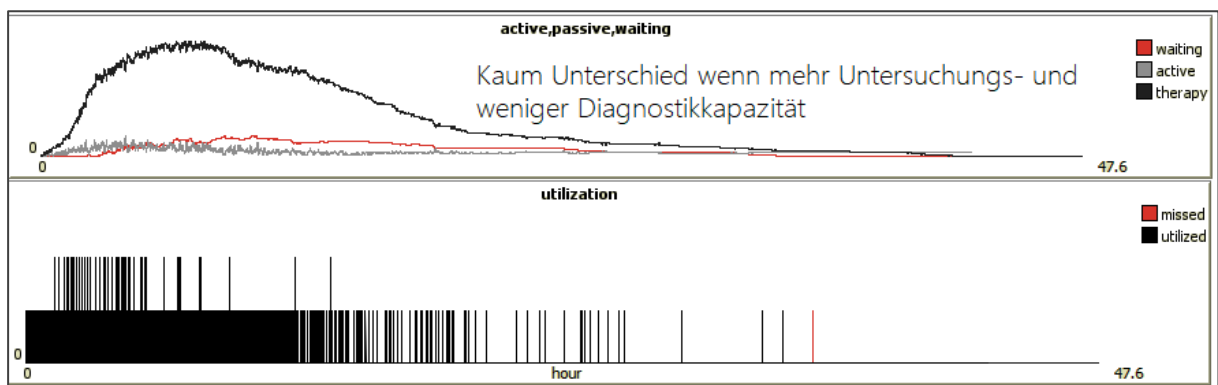
Anhang 17: Auswertung Überprüfung Durchläufe



Durchlauf 1: Anordnung mit Vergleich Personen, Lift und Wartezeiten – Zeit in Stunden



Durchlauf 2: Erhöhung Kapazität Chemotherapie, Reduzierung Kapazität Therapie



Durchlauf 3: Reduktion Kapazität Diagnostik, Erhöhung Kapazität Untersuchungen