

# Praxis-Seminar Healthcare Management Vorstellung von zwei Fallstudien

Ines Arnolds, Stefan Nickel

Institut für Operations Research, Diskrete Optimierung und Logistik



# Inhalt

- Das Praxis-Seminar Healthcare Management
- Fallstudie I: Layoutplanung
- Fallstudie II: Aufzugsteuerung

# Das Praxis-Seminar Healthcare Management

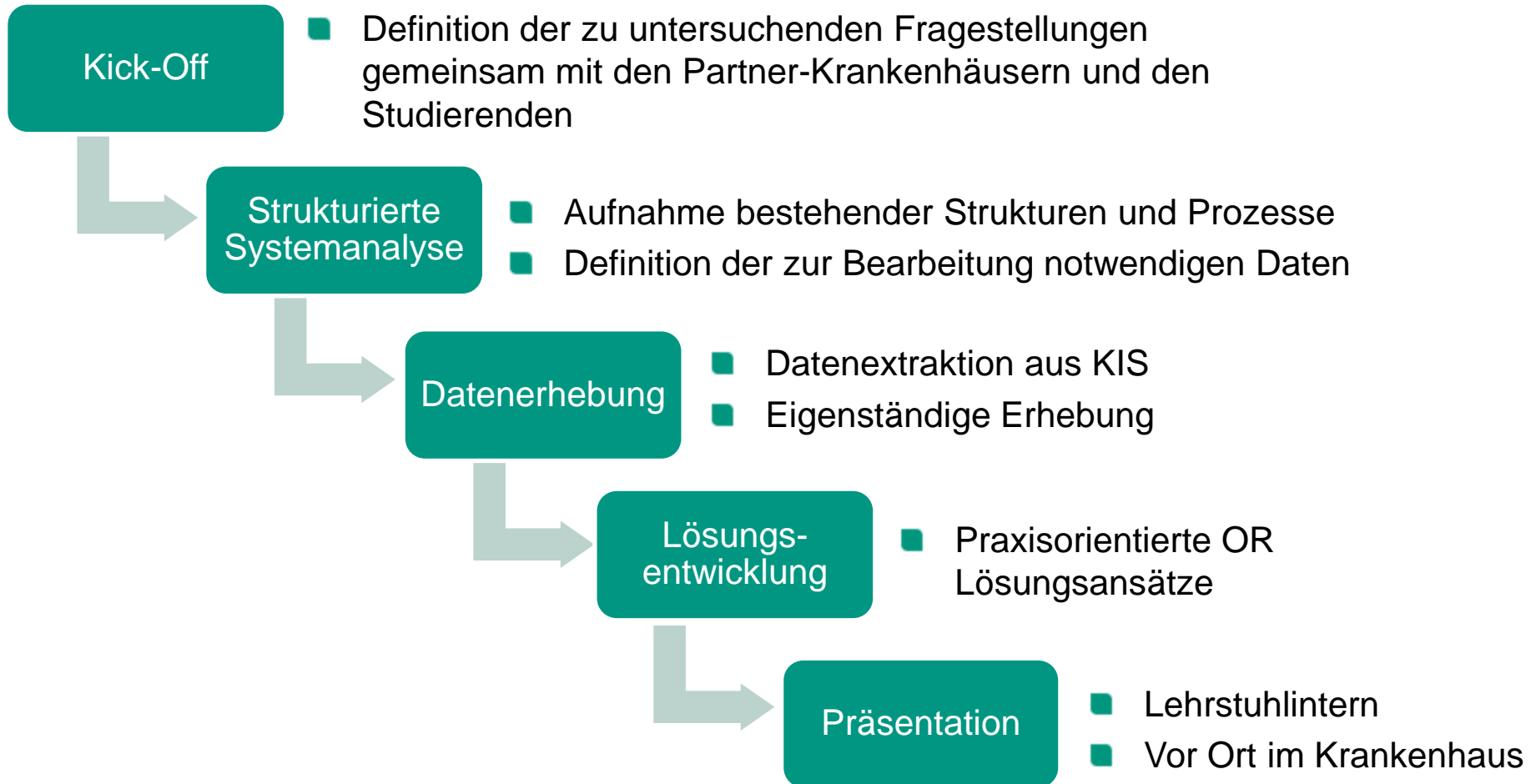
- Konzept
  - Zielgruppe: Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen
  
  - Bearbeitung realer Fallstudien in Krankenhäusern
    - Fragestellungen zur Prozessverbesserung
    - Gruppen von 2-3 Studierenden
  
  - Kombination mit Vorlesung „Krankenhausmanagement“ und/oder „OR im Healthcare Management“

# Das Praxis-Seminar Healthcare Management



# Das Praxis-Seminar Healthcare Management

## ■ Ablauf



# Konzept des Praxis-Seminars HCM

## ■ Praxis-Partner und beispielhafte Fallstudien



### St. Vincentius Kliniken Karlsruhe

- Klinik für Strahlentherapie und Radiologische Onkologie
- ▶ Planung der Slots für Neueinstellungen in der Strahlenklinik



### Universitätsklinikum Heidelberg

- Stabsstelle Medizintechnik Planung
- ▶ Bestimmung der Anzahl an Operationssälen für einen Neubau



### Universitätsklinikum Tübingen

- Stabsstelle Medizinplanung und Strukturfragen
- ▶ Analyse des Layouts auf Basis der Patientenströme in einem ambulanten Operationszentrum/endourologischen OP-Trakt



### Städtisches Klinikum Karlsruhe (SKK)

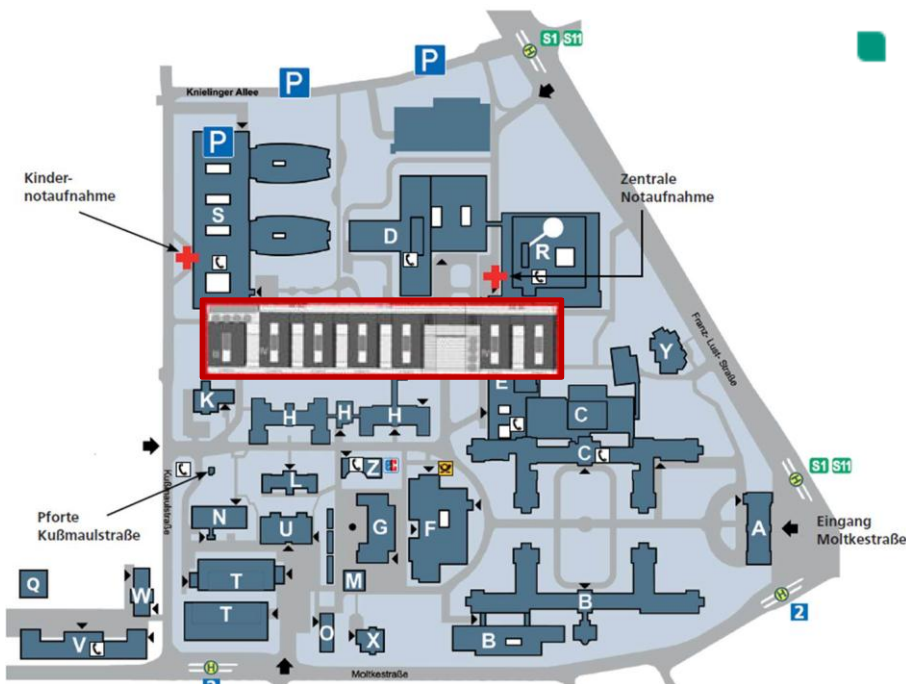
- Geschäftsbereich 6 Technik, Bau, Planung
- Neurologische Klinik
- ▶ Layoutplanung für einen Neubau
- ▶ Analyse der Aufzugsteuerung in einem Haus des SKK
- Patiententransport
- Radiologie

# Inhalt

- Konzept des Praxis-Seminars Healthcare Management
- **Fallstudie I: Layoutplanung**
- Fallstudie II: Aufzugsteuerung

# Fallstudie I: Layoutplanung

## Layoutplanung für Neubau des Städtischen Klinikums Karlsruhe (SKK)



### Ausgangssituation

- Historisch gewachsene Gebäudestruktur
- 23 Gebäude auf einer Gesamtfläche von  $155.758 \text{ m}^2$
- Lange Wege für Patienten und Personal

### Neubau geplant

- ▶ Wie sollen vorgegebene Stationen und Funktionsstellen angeordnet werden?

# Fallstudie I: Layoutplanung

## ■ Vorgehensweise

Literaturrecherche zur  
Auswahl eines geeigneten  
Modells

Implementierung eines  
Lösungsalgorithmus

Layoutvorschläge für den  
Neubau des SKK

# Fallstudie I: Layoutplanung

## ■ Klassifikation und Modellauswahl

### Service System Layout Problem

#### Quadratisches Zuordnungsproblem (QAP)

- Zuordnung von  $n$  Abteilungen zu  $m$  festgelegten Orten
- Ziel: Minimiere Gesamtdistanz
- NP-schwer

$$\begin{aligned} \text{Minimiere } \Phi &= \sum_{i,j} \sum_{k,q} f_{i,k} d_{j,q} y_{i,j} y_{k,q} \\ \text{so dass} \quad &\sum_{j \in J} y_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \\ &\sum_{i \in I} y_{ij} = 1 \quad \forall j \in J \end{aligned}$$

$$y_{i,j} \begin{cases} 1, & \text{wenn Abteilung } i \text{ Standort } j \text{ zugeordnet wird} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

- ▶ Neubelegung bestehender Strukturen

#### Graphentheoretischer Ansatz

- Präferenz-/Interaktionsmatrix
- Ziel: Maximiere Summe der Kantengewichte
- NP-schwer

$$\text{Maximiere} \quad Z(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n u_{ij} x_{ij}$$

$$\begin{aligned} \text{so dass} \quad G' = [V, E'] &\text{ ist ein maximaler planarer Graph} \\ x_{ij} \in 0, 1 &\quad \forall i, j \text{ mit } i < j \end{aligned}$$

$$x_{i,j} := \begin{cases} 1, & \text{falls Kante } [i, j] \in E' \text{ zugeordnet wird} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases} \quad \forall i, j \text{ mit } i < j$$

- ▶ Generierung eines neuen Layouts

# Fallstudie I: Layoutplanung

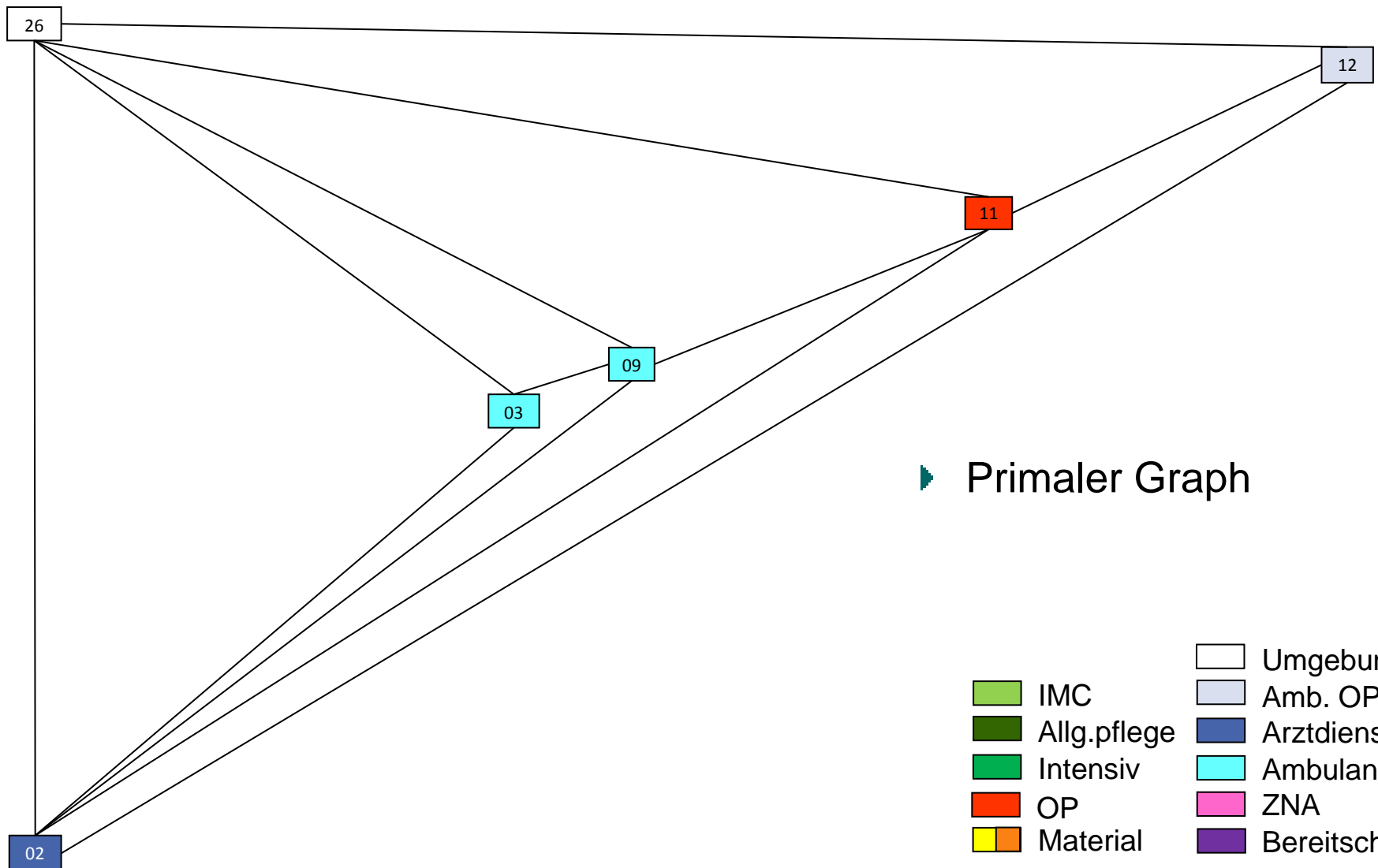
- Benötigte Daten
  - Art und Anzahl der Abteilungen
  - Flächen der Abteilungen
  - Interaktionen zwischen den Abteilungen
  
- ▶ Zielplanung SKK

# Fallstudie I: Layoutplanung

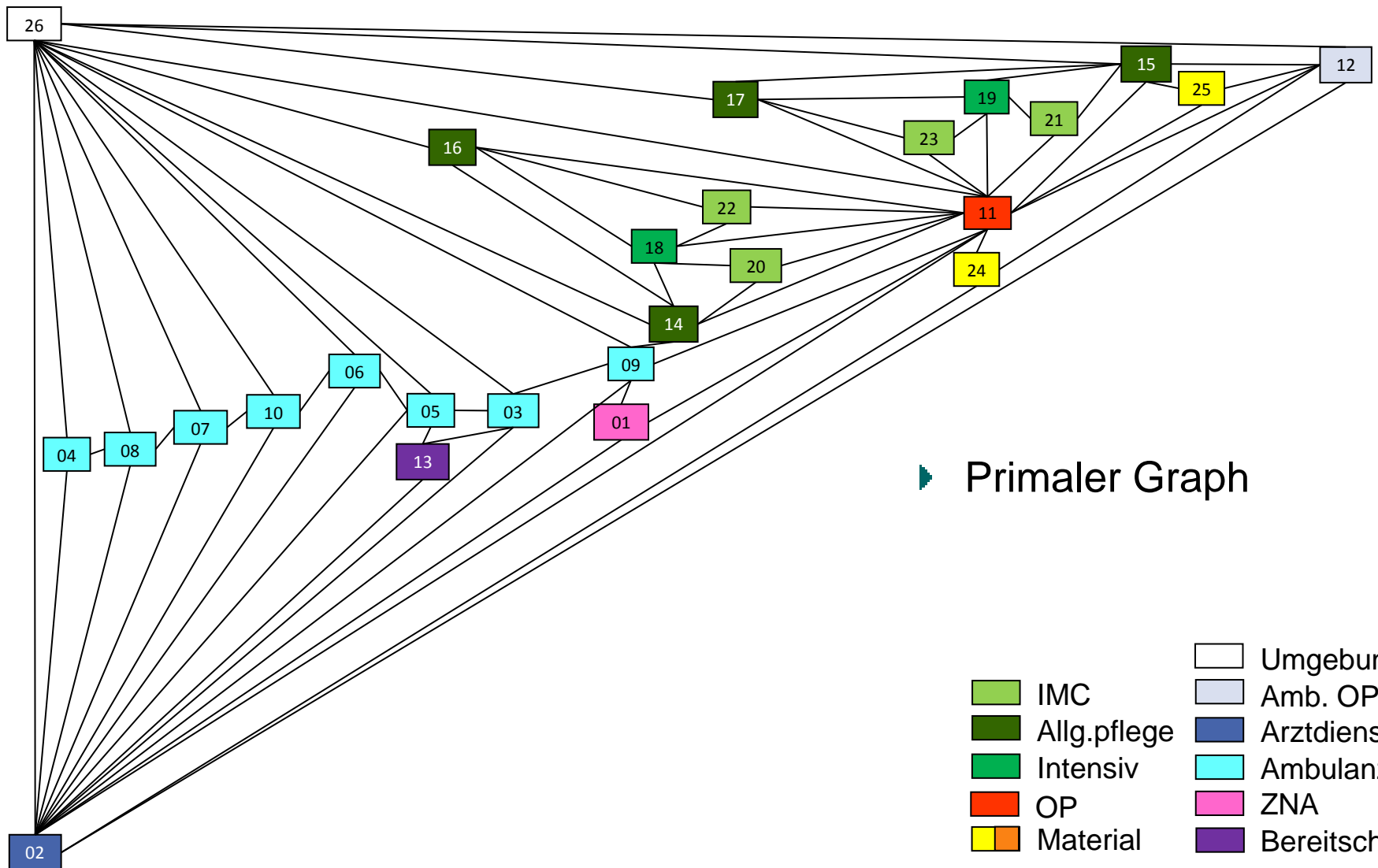
## ■ Interaktionen zwischen den Abteilungsclustern

	ZNA	Arztdienst gemeinsam	Anästhesie	Augen	Allg. u. Viszeral- chirurgie	Gefäßchirurgie	HNO	MKG	Urologie	Tumorzentrum	OP	Ambulanter OP	Bereitschaft	AP1	AP2	AP3	AP4	IMC1	IMC2	ITS1	ITS2	ITS3	ITS4	Sterilgut- versorgung	Geräte- versorgung	Umgebung	Σ	
1	ZNA	0	0	0	0	0	0	691	0	0	1979	0	514	0	0	0	0	0	0	20	20	20	20	0	0	0	3264	
2	Arztdienst gemeinsam	0	0	15037	6590	11409	11409	6714	6714	15515	10836	0	15037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99260
3	Anästhesie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15037	16065
4	Augen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6590	7618
5	Allg. u. Viszeralchirurgie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11409	12437
6	Gefäßchirurgie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11409	12437
7	HNO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6714	7742
8	MKG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6714	7742
9	Urologie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15515	16543
10	Tumorzentrum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10836	10836
11	OP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1028	2761	2761	2761	2761	2761	2761	1266	1266	1266	1266	5408	628	15037	43730	
12	Ambulanter OP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3760	440	15037	19249	
13	Bereitschaft	514	0	1028	1028	1028	1028	1028	1028	0	1028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8738
14	AP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2563	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4913	7476
15	AP2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2563	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4913	7476
16	AP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2563	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4912	7475
17	AP4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2563	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4912	7475
18	IMC1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2563	0	0	267	267	267	267	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3631
19	IMC2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2563	0	0	267	267	267	267	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3631
20	ITS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1068	0	0	133	133	133	133	267	267	0	0	0	0	0	0	60	0	2194
21	ITS2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1068	0	0	133	133	133	133	267	267	0	0	0	0	0	0	60	0	2194
22	ITS3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1068	0	0	133	133	133	133	267	267	0	0	0	0	0	0	60	0	2194
23	ITS4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1068	0	0	133	133	133	133	267	267	0	0	0	0	0	0	60	0	2194
24	Sterilgutversorgung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5408	3760	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9168
25	Geräteversorgung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	628	440	0	0	0	0	0	0	0	60	60	60	60	0	0	0	0	1308
26	Umgebung	2750	99260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2563	2563	2563	2563	0	0	554	553	553	553	0	0	0	0	114475

# Fallstudie I: Layoutplanung

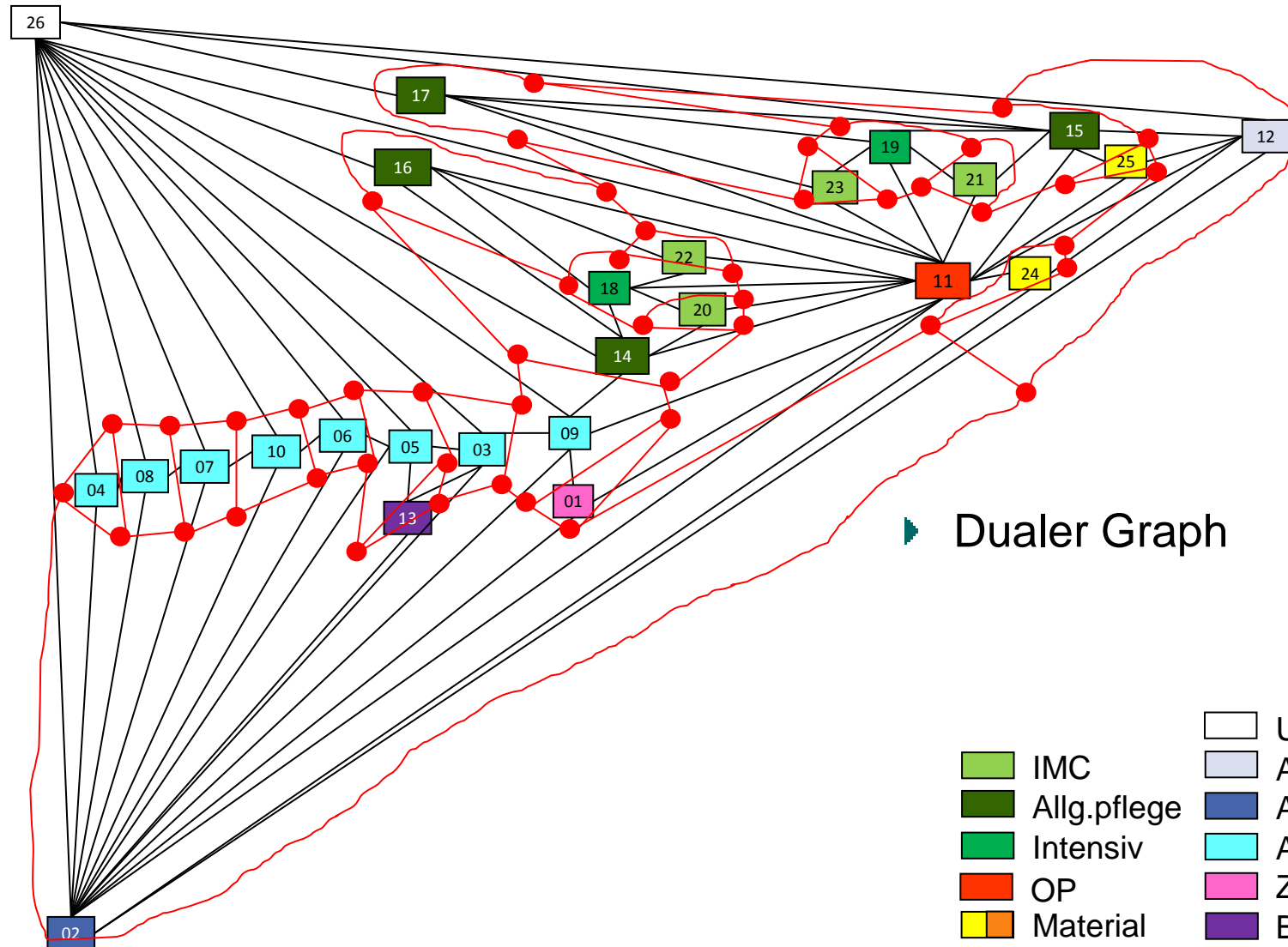


# Fallstudie I: Layoutplanung






► Primaler Graph

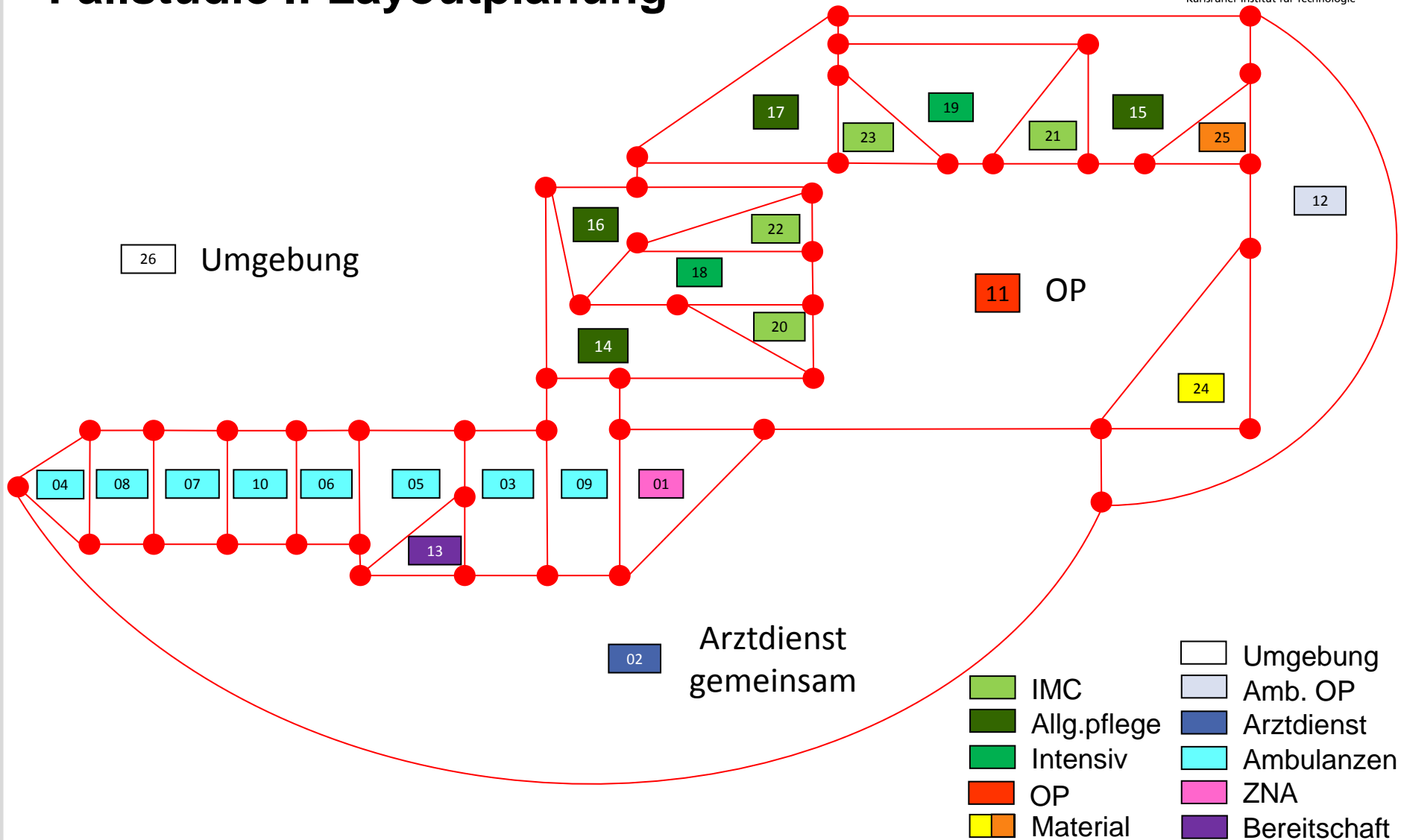
# Fallstudie I: Layoutplanung



► Dualer Graph

- |   |             |   |              |
|---|-------------|---|--------------|
|  | Umgebung    |  | Amb. OP      |
|  | Arztdienst  |  | IMC          |
|  | Allg.pflege |  | Ambulanzen   |
|  | Intensiv    |  | ZNA          |
|  | OP          |  | Bereitschaft |
|  | Material    |   |              |

# Fallstudie I: Layoutplanung



# Fallstudie I: Layoutplanung

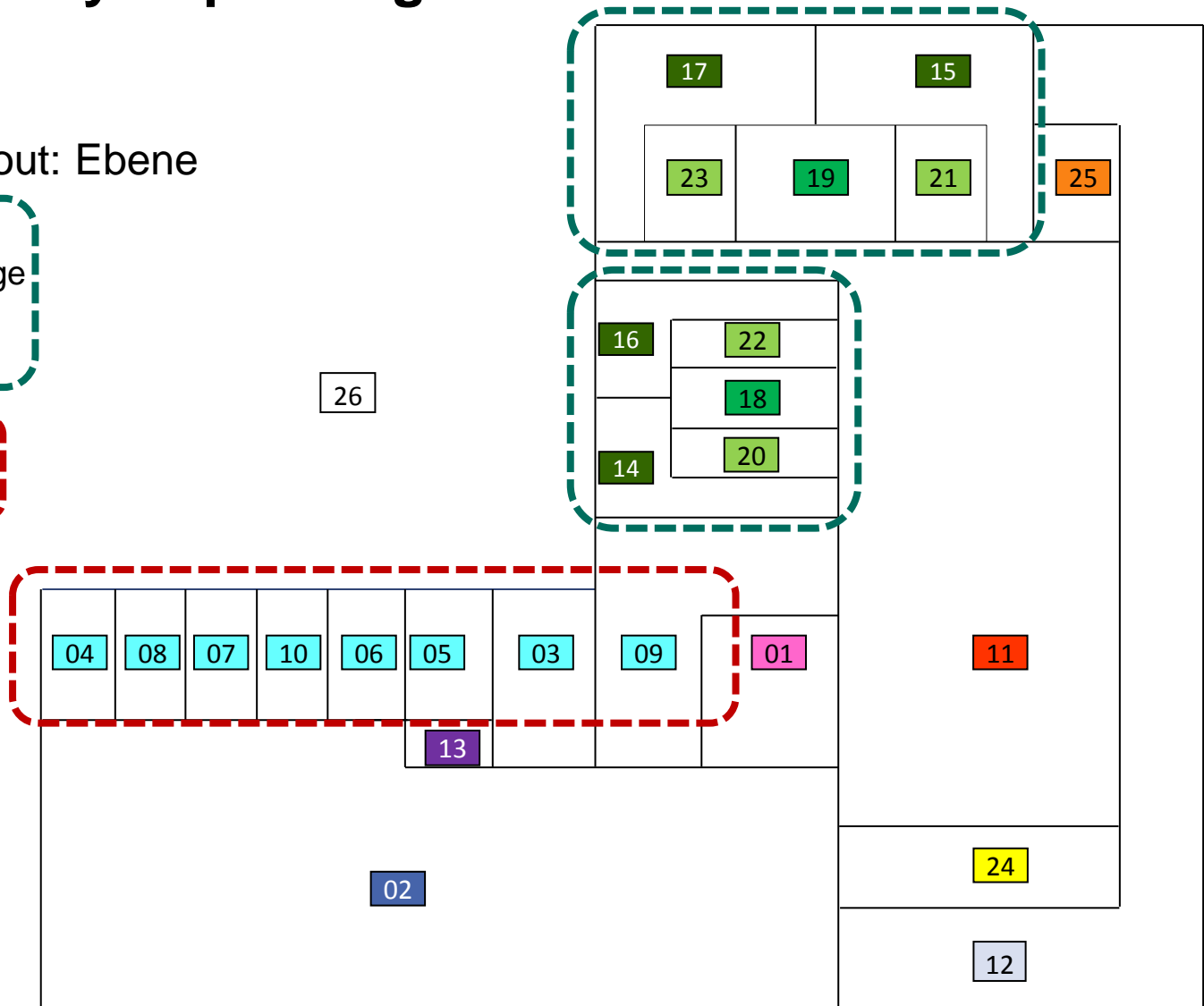
## Ergebnisse

### Blocklayout: Ebene

- Pflegecluster
- ▶ 2 Allg.pflege
  - ▶ 1 Intensiv
  - ▶ 2IMC

Ambulanzen  
Zentrum

-  IMC
-  Allg.pflege
-  Intensiv
-  OP
-  Material
-  Umgebung
-  Amb. OP
-  Arztdienst
-  Ambulanzen
-  ZNA
-  Bereitschaft



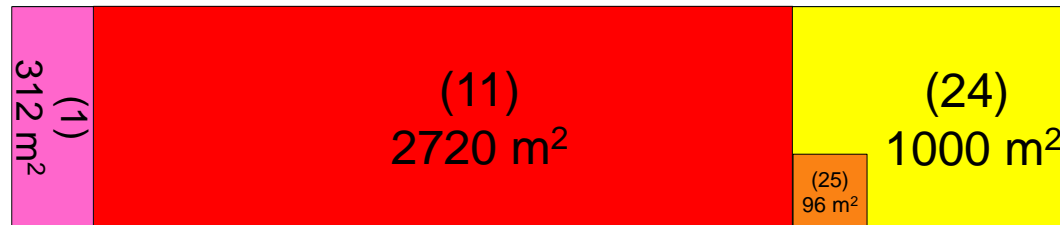
# Fallstudie I: Layoutplanung

## Ergebnisse

### Blocklayout: Etagen

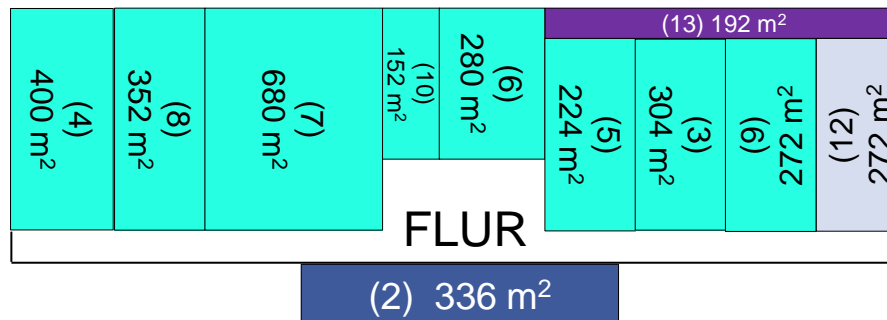
Ebene: -01

- ZNA
- OP
- Material



Ebene: 00

- Flur
- Ambulanzen
- Arztdienst
- Amb. OP
- Bereitschaft



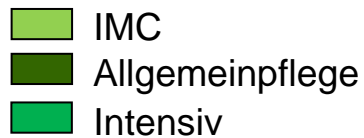
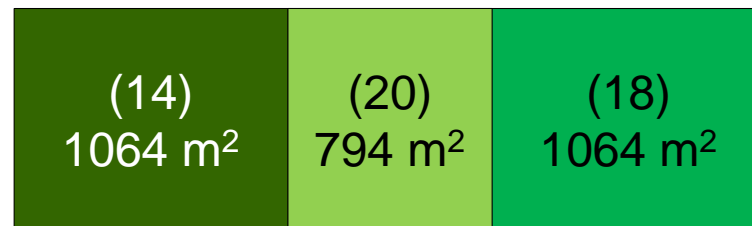
- ▶ Separater Eingang für Notfallpatienten
- ▶ Ambulanter OP auf Ebene 00 zu den Ambulanzen
- ▶ „Sterile Treppe“

# Fallstudie I: Layoutplanung

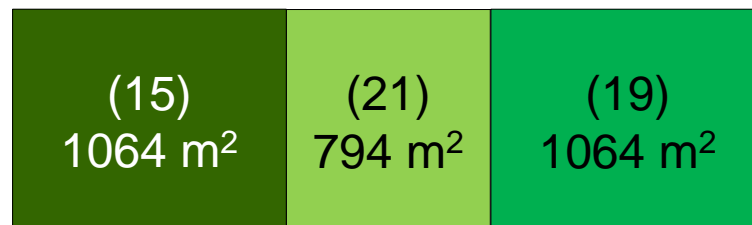
## ■ Ergebnisse

### ▶ Blocklayout: Etagen

Ebene: 01



Ebene: 02

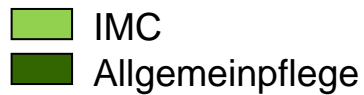
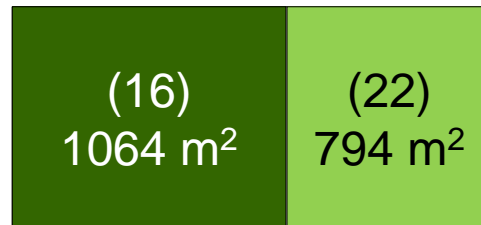


# Fallstudie I: Layoutplanung

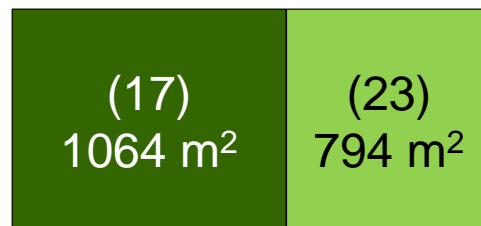
## ■ Ergebnisse

### ▶ Blocklayout: Etagen

Ebene: 03



Ebene: 04



- ▶ Anordnen identischer Pflegestationen in Säulen
- ▶ Einfache Verlegung zwischen verschiedenen Pflegeintensitäten

Dank an: Doris Keller, Vladimir Josanovic

# Inhalt

- Konzept des Praxis-Seminars Healthcare Management
- Fallstudie I: Layoutplanung
- **Fallstudie II: Aufzugsteuerung**

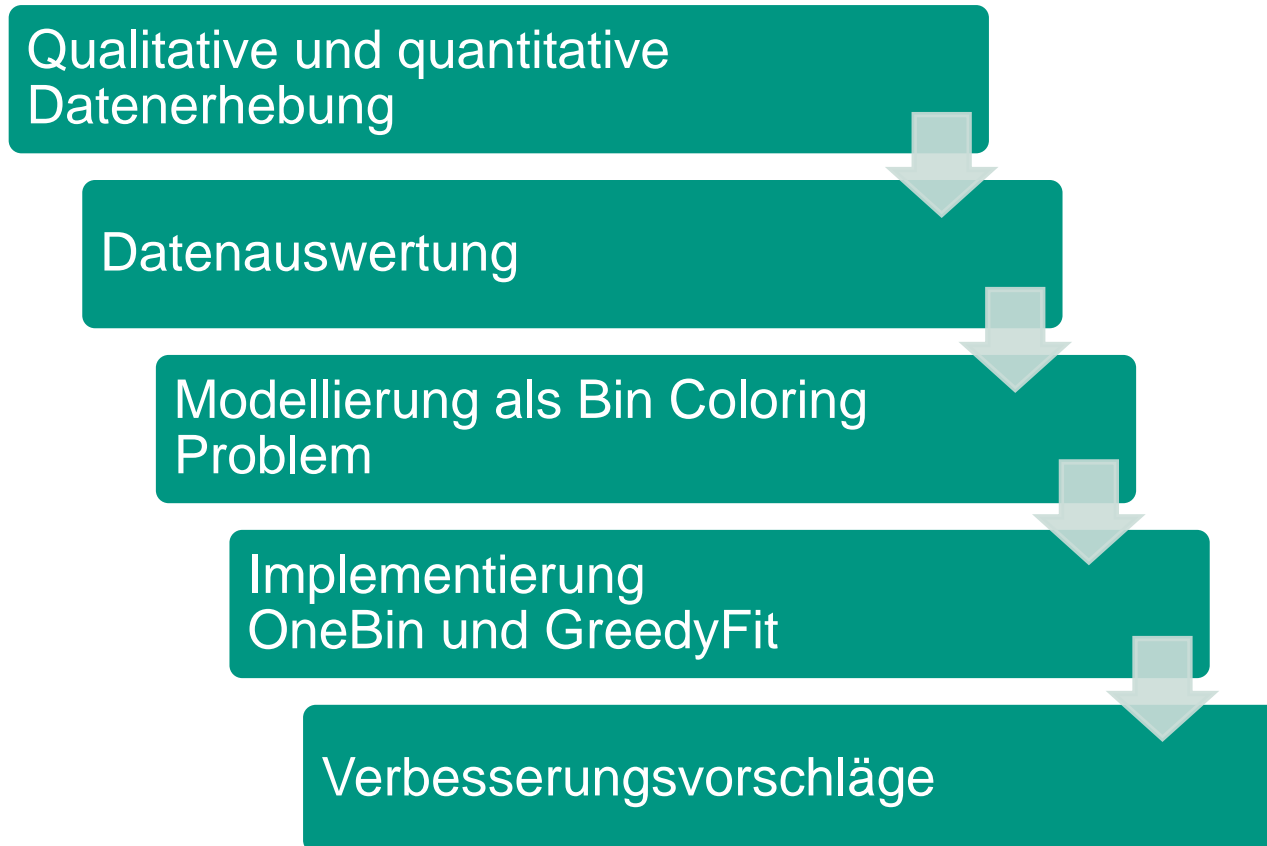
# Fallstudie II: Aufzugsteuerung

- Gebäude D des Städtischen Klinikums Karlsruhe
- Ausgangssituation
  - 4 Aufzüge
    - 2 Besucheraufzüge und 2 Personalaufzüge
    - Getrennte Anforderung und Steuerung der Aufzugsgruppen
    - Relaissteuerung: Fahrgast wird erstem vorbeifahrenden/freien Aufzug zugeordnet
  - Fahrstuhlnutzer
    - Medizinisches Personal
    - Technisches Personal
    - Essenstransportdienst
    - Wäschedienst
    - Patienten (teilweise im Bett oder Rollstuhl)
    - Patientenbegleitservice
    - Besucher



# Fallstudie II: Aufzugsteuerung

## ■ Vorgehensweise



# Fallstudie II: Aufzugsteuerung

## ■ Qualitative Datenerhebung

### ▶ Beobachtung und Feedback der Fahrstuhlfahrer

„Die Techniker blockieren ab und zu mal die Türen, die Essensleute immer.“

Hohe Ausfallrate  
Störungen unerkant  
Keine Information an Aufzugnutzer

Nichtgebrauch und Missbrauch der Vorrangfahrt

Kapazitätsprobleme durch unkoordinierte Dienste

Mehrfachanforderung

„Bei den Personalaufzügen wartet man immer länger, deswegen fahre ich mit den Besucheraufzügen.“

„Die Türen schließen und öffnen sich so langsam. Da ist jede alte Oma dreimal drin.“

# Fallstudie II: Aufzugsteuerung

## ■ Quantitative Datenerhebung




KIT  
Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Operations Research (IOR)  
Diskrete Optimierung und Logistik (DOL)  
Prof. Dr. Stefan Nickel  
Praxis-Seminar Health Care Management  
Kaiserstr. 12  
76131 Karlsruhe

**Optimierung der Wartezeit**  
Analyse der Aufzugnutzung im Gebäude D des Städtischen Klinikums Karlsruhe  
Erhebung innerhalb der Aufzüge

Bewegung	Zeitblock					
	12.00 - 12.05h					
-2→-1						
-2→0						



KIT  
Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Operations Research (IOR)  
Diskrete Optimierung und Logistik (DOL)  
Prof. Dr. Stefan Nickel  
Praxis Seminar Health Care Management  
Kaiserstr. 12  
76131 Karlsruhe

**Erfassung der Wartezeiten**      Zeitraum: \_\_\_\_\_      Etage: \_\_\_\_\_

Analyse der Aufzugnutzung im Gebäude D des Städtischen Klinikums Karlsruhe

Nr.	Berechnung der Zeit		Wartezeit <sup>1</sup>	Fahrstuhl		Nutzungsart	
	Anforderung	Ankunft		Angefordert <sup>2</sup>	Genutzt <sup>3</sup>	Besucher <sup>4</sup>	Personal <sup>5</sup>
1							
2							

- ▶ Erhebung der Aufzugsbewegungen **im** Fahrstuhl

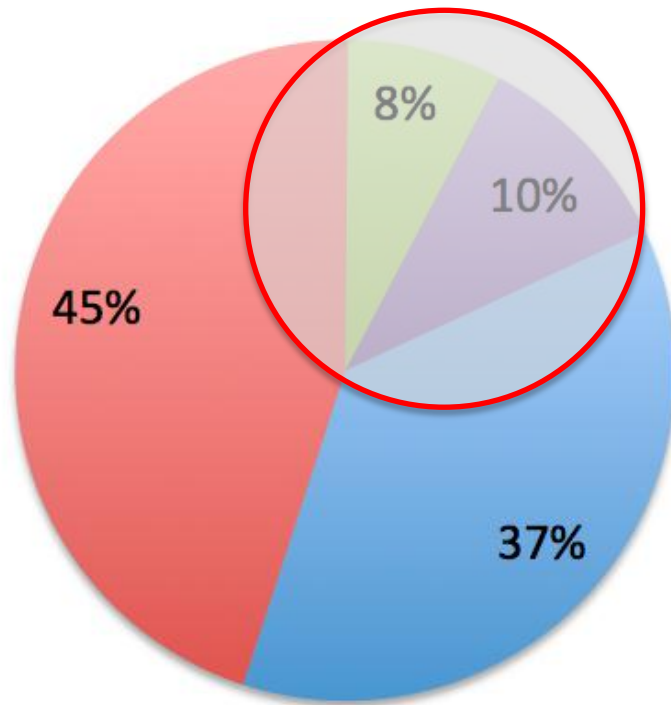
- ▶ Erhebung der Wartezeiten **auf** Etage

# Fallstudie II: Aufzugsteuerung

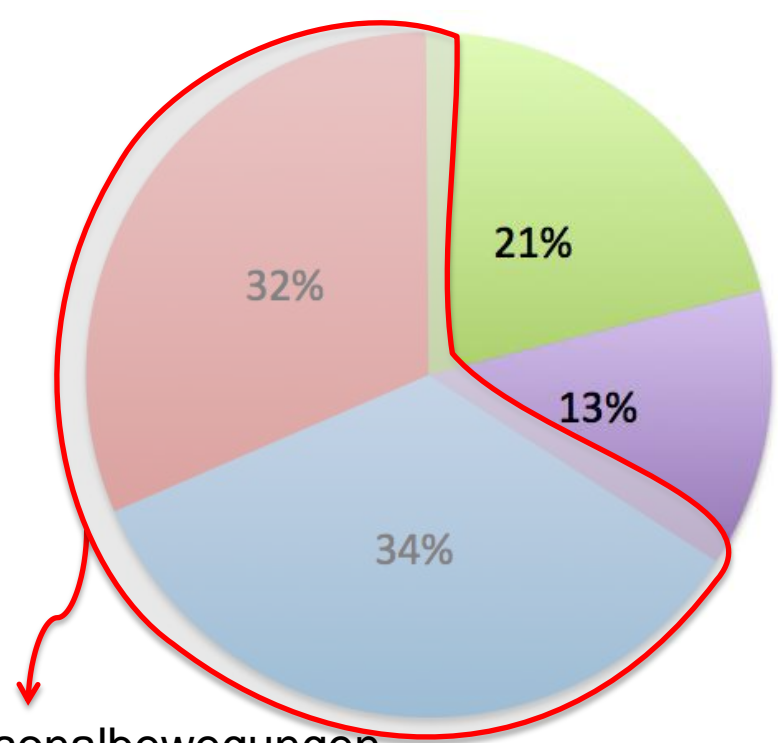
## Quantitative Datenauswertung: Aufzugnutzung

- 282 beobachtete Fahrgäste

- Besucher/Patienten



- Personal



1 2 Besucheraufzüge

3 4 Personalaufzüge

▶ 66 % der Personalbewegungen in Besucherbahnen

# Fallstudie II: Aufzugsteuerung

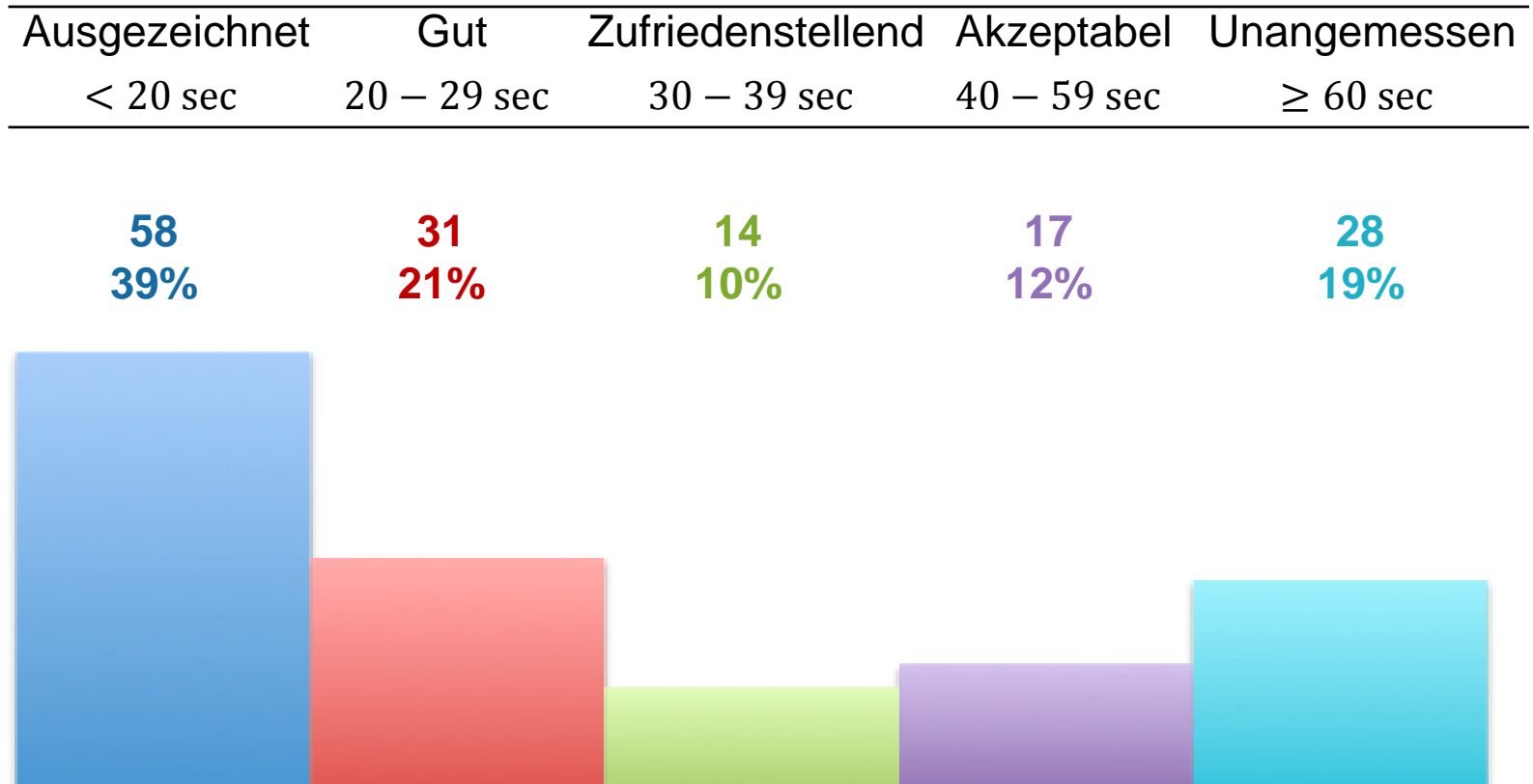
- Datenauswertung: Durchschnittliche Wartezeiten
  - 147 beobachtete Fahrgäste
  - 34 sec Wartezeit vor den Aufzügen
    - ▶ Über alle Etagen und alle Personengruppen
  
- Wartezeitenskala nach Hakonen 2009

Ausgezeichnet	Gut	Zufriedenstellend	Akzeptabel	Unangemessen
< 20 sec	20 – 29 sec	30 – 39 sec	40 – 59 sec	≥ 60 sec

- ▶ Die durchschnittliche Wartezeit allein lässt auf kein Problem schließen.

# Fallstudie II: Aufzugsteuerung

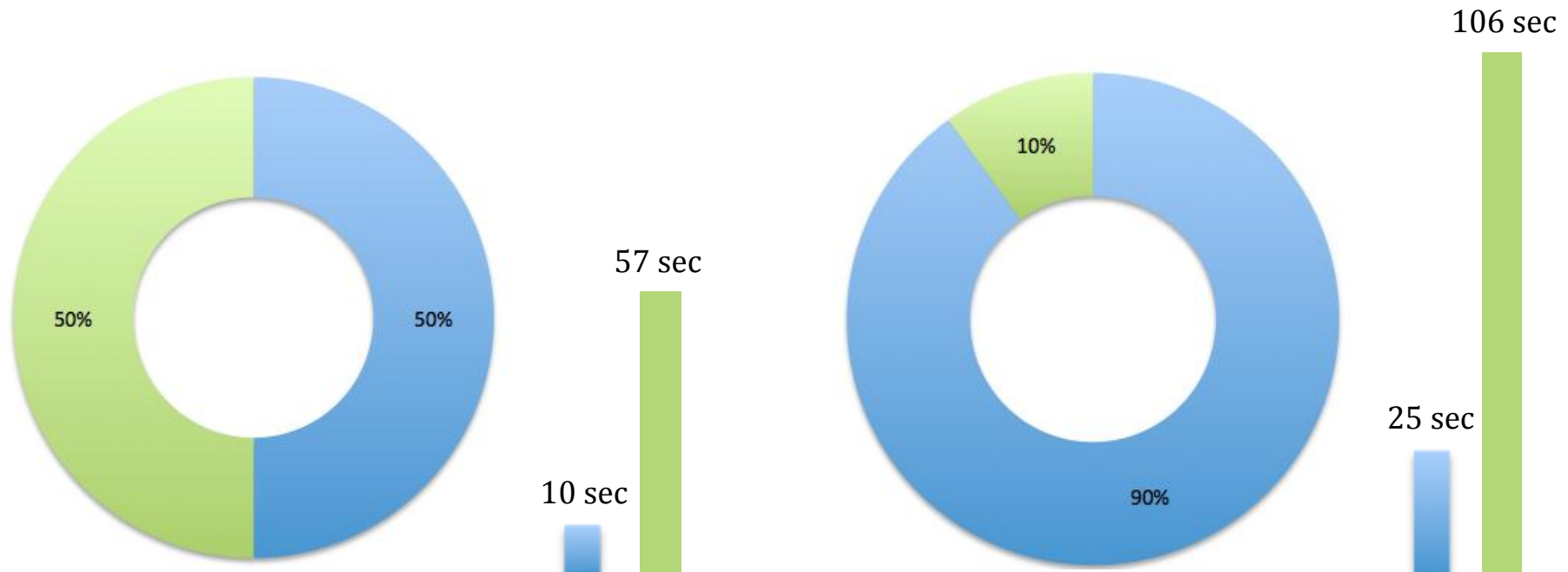
## ■ Datenauswertung: Wartezeitenskala nach Hakonen 2009



# Fallstudie II: Aufzugsteuerung

## ■ Datenauswertung: Wartezeitenskala nach Hiller 2010

erste 50% warteten durchschnittlich	restl. <b>50%</b> warteten durchschnittlich	erste 90% warteten durchschnittlich	restl. <b>10%</b> warteten durchschnittlich
74 Personen max.: 25 sec	74 Personen max. 192 sec	132 Personen max.: 84 sec	16 Personen max. 192 sec
<b>10 sec</b>	<b>57 sec</b>	<b>25 sec</b>	<b>106 sec</b>



# Fallstudie II: Aufzugsteuerung

## ■ Qualitative Empfehlungen: Technisch

### Transparenz bei defektem Fahrstuhl

- Darstellung in LED-Display



### Autorisierte Vorrangfahrten

- Einsatz von ID-Karten oder Schlüssel anstatt OP Taste



### Verkürzte Türöffnungs- und Schließzeiten

- Türschließ- und Öffnungszeiten (3 sec) bzw. Haltezeit (4 sec) verringern



# Fallstudie II: Aufzugsteuerung

## ■ Qualitative Empfehlungen: Organisatorisch

### Koordination der internen Dienste

- Einsatzzeiten (Stoßzeiten) der Wäsche- und Essenstransportdienste abstimmen



### Blockierung der Aufzugtüren vermeiden

- Kritische Zeiten präsent machen (Hinweistafel, Display)
- Akustisches Signal bei zu langer Türöffnung verstärken



### Sinnvolle Nutzung der Vorrangfahrt

- OP Taste nutzen, wenn ein Bett mitgeführt wird



Dank an: Peter Brinkhoff, Fabian Scheler, Nora Steinhoff

# Praxis-Seminar Healthcare Management Vorstellung von zwei Fallstudien

Ines Arnolds, Stefan Nickel

Institut für Operations Research, Diskrete Optimierung und Logistik

