



SIEMENS



Totally Integrated Power

# Applikationen für die elektrische Energieverteilung

Krankenhäuser

[siemens.de/tip-cs](https://www.siemens.de/tip-cs)

# Inhalt

	<b>Lebenswichtig und kosteneffizient – integrierte Energieversorgung in Krankenhäusern</b>	<b>4</b>			
<b>1</b>	<b>Trends und Kategorisierungen bei der Krankenhausplanung</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>Nutzungsspezifische Ausgestaltung der Stromversorgung</b>	<b>62</b>
1.1	Definition	8	5.1	Zentrale technische Einrichtungen	64
1.2	Statistik und Trends	8	5.2	Nutzungsspezifische Installationen	66
1.3	Bedarfsentwicklung	13	5.3	Raumgruppenspezifischer Leistungsbedarf	76
1.4	Kategorisierung	14	<b>6</b>	<b>Musternetze für SIMARIS design</b>	<b>80</b>
<b>2</b>	<b>Planerische Grundüberlegungen</b>	<b>18</b>	6.1	Beispiele für Einspeisenetzstrukturen	80
2.1	Architektonische und arbeitstechnische Planungsgrundlagen für die elektrische Energieverteilung	19	6.2	Ersatzimpedanz für IT-Trenntransformator	84
2.2	Abschätzungen für den Flächenbedarf	22	6.3	Stationsverteilungsbeispiele	86
<b>3</b>	<b>Erfahrungen beim elektrischen Energie- und Leistungsbedarf</b>	<b>30</b>	<b>7</b>	<b>Projektierung von Hauptkomponenten der elektrischen Energieverteilung</b>	<b>90</b>
3.1	Energieverbrauch	32	7.1	Verteilungstransformatoren GEAFOL	91
3.2	Elektrischer Leistungsbedarf für ein Krankenhaus	34	7.2	Mittelspannungsschaltanlage	92
<b>4</b>	<b>Strukturierung der Krankenhausstromversorgung</b>	<b>40</b>	7.3	Niederspannungsschaltanlage	94
4.1	Struktur der Stromverteilung im Krankenhaus und Abschätzung des Leistungsbedarfs für einzelne Funktionsbereiche	40	7.4	Installationsverteiler	96
4.2	Gruppierung der Krankenhausbereiche bezüglich des Einsatzes von ME-Geräten und damit verbundenen Gefährdungen	42	7.5	Schienenverteiler-Systeme	98
4.3	Klassifizierung nach der zulässigen Umschaltzeit auf eine Stromversorgung für Sicherheitszwecke	45	<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>102</b>
4.4	Schutzanforderungen in der Krankenhausstromversorgung	47	8.1	Liste der aufgeführten Normen	102
4.5	Schematisches Konzept einer Stromversorgungsstruktur im Krankenhaus	50	8.2	Beleuchtungsangaben für Räume in Krankenhäusern nach DIN 5035-3	106
			8.3	Abkürzungsverzeichnis	108
			8.4	Literaturverzeichnis	112
				Siemens in Ihrer Nähe	115
				Impressum	116



# Einleitung

Lebenswichtig und kosteneffizient –  
integrierte Energieversorgung  
in Krankenhäusern

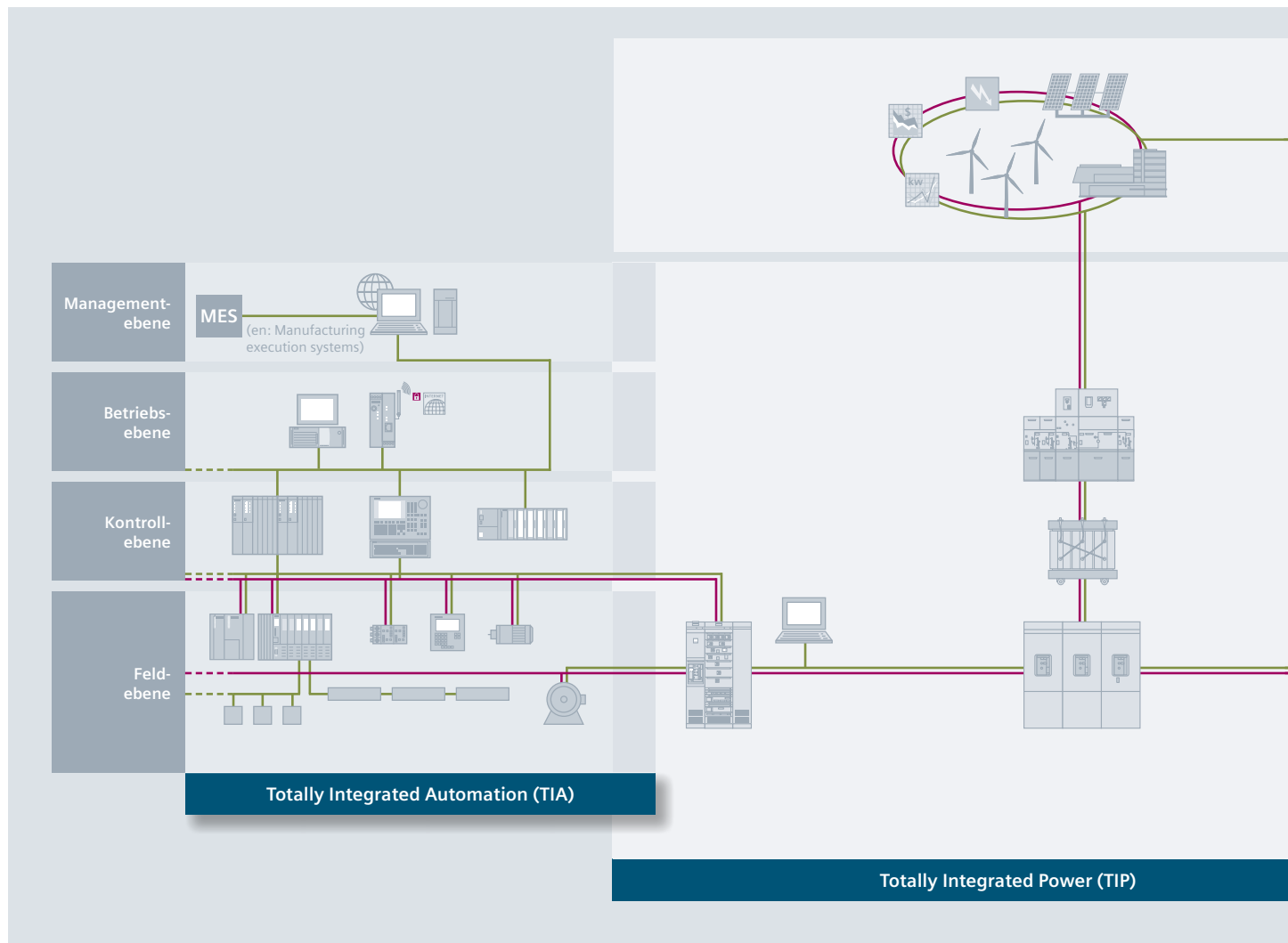
# Lebenswichtig und kosteneffizient – integrierte Energieversorgung in Krankenhäusern

Krankenhäuser sind heute dem steigenden Kostendruck im Gesundheitswesen ausgesetzt; gleichzeitig sind Investitionen in innovative Medizintechnik und Infrastruktur erforderlich. Deshalb steht im Zentrum der Bemühungen auch der wirtschaftliche Betrieb, der selbstverständlich nicht zu Lasten der medizinischen Qualität gehen darf. Der Spagat zwischen optimierten Betriebskosten und absoluter Verfügbarkeit der medizinischen Apparaturen stellt Krankenhausbetreiber vor neue Herausforderungen.

## Vom Krankenhaus zum Gesundheitszentrum

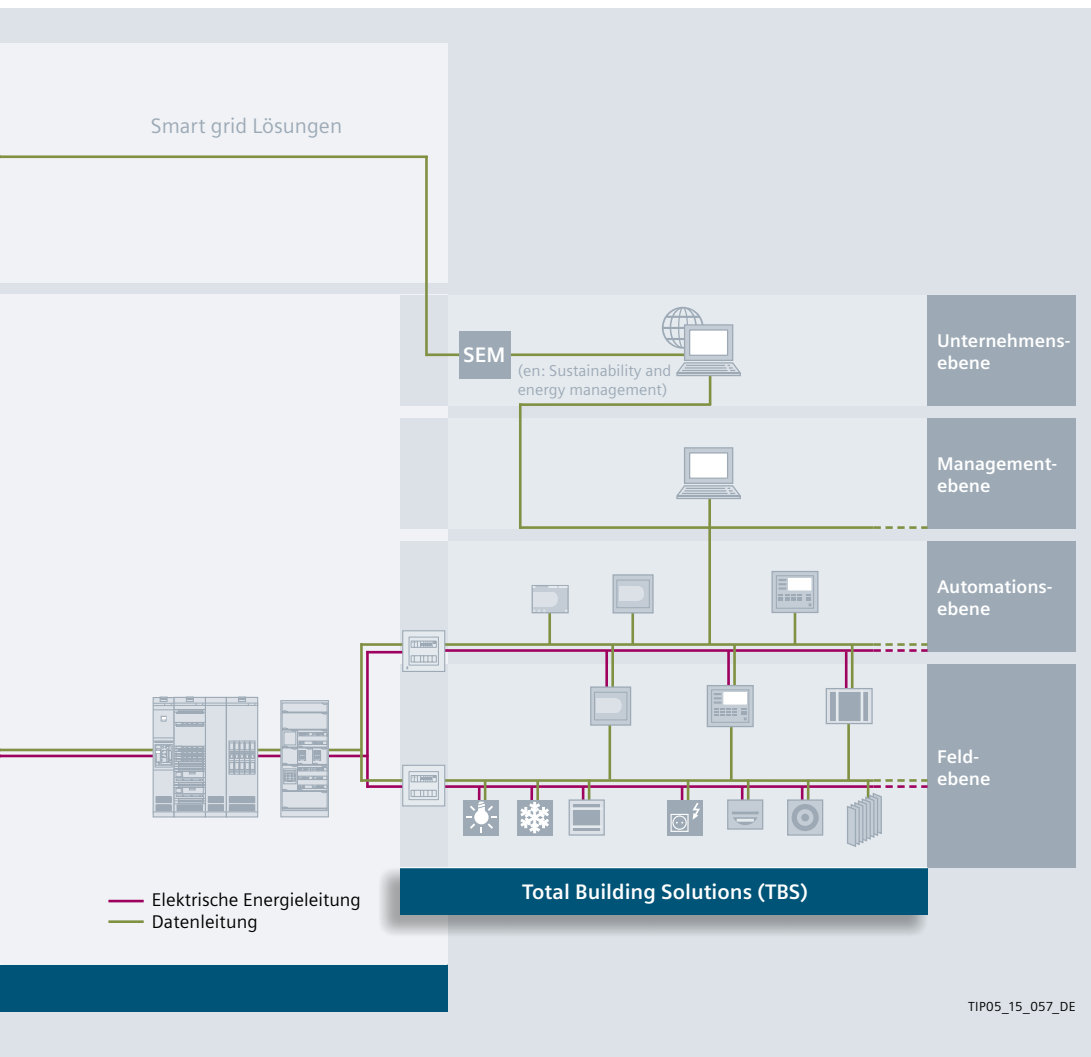
Die Anforderungen an das Krankenhaus werden immer komplexer:

- Übergreifende Konzepte für unterschiedliche medizinische Fachrichtungen sowie ambulante, stationäre und teilstationäre Versorgungsstrukturen müssen integriert werden
- Das Fachpersonal soll durch eine geeignete Infrastruktur bei seiner täglichen Arbeit bestmöglich unterstützt werden
- Der Patient soll sich als Kunde fühlen – mit der entsprechenden Wertschätzung



- Umweltbelastungen sollen durch sorgfältigen Umgang mit Ressourcen so gering wie möglich sein
- Altbauten auf Krankenhausarealen müssen für künftige Nutzungen umstrukturiert werden, wie zum Beispiel zum:
  - Ärztehaus
  - Geschäftshaus mit Sanitätseinrichtungen und Apotheke
  - Wellnessbereich oder Spa
  - Präventionszentrum für den schnellen oder auch ausführlicheren Gesundheitscheck
  - Patientenhotel
  - Hospiz und für die Altenpflege

Totally Integrated Power (TIP), das Angebot für die durchgängige, wirtschaftliche und sichere Energieverteilung in Gebäuden, bietet die geforderte Zukunftsorientierung und Flexibilität durch eine zuverlässige und optimierte Stromversorgung und wirkt sich gleichzeitig positiv auf die Betriebskosten eines Krankenhauses aus – gerade im Hinblick auf die vielen medizinischen Geräte und Apparaturen, die rund um die Uhr sicher, zuverlässig und wirtschaftlich mit Strom versorgt werden müssen. Mit unseren hochwertigen und aufeinander abgestimmten Produkten und Systemen lässt sich die elektrische Energieverteilung in Krankenhäusern durchgängig und damit optimal gestalten. Dies bildet die Grundlage für eine nachhaltige Senkung der Betriebskosten auf der Energieseite.



Durchgängige Lösungen für die Energieverteilung von Siemens mit TIP, TIA und TBS

TIP bietet Tools und Support für die Planung und Projektierung, ein aufeinander abgestimmtes, vollständiges Produkt- und Systemportfolio für die elektrische Energieverteilung und die Möglichkeit der Kommunikationsanbindung an übergeordnete Bedien- und Beobachtungssysteme sowie Leit- und Management-Systeme. Mit der Anknüpfung an Totally Integrated Automation (TIA) und Total Building Solutions (TBS), wie in der Abbildung schematisch dargestellt, verfolgt Siemens einen ganzheitlichen Ansatz für Gebäude und Einrichtungen der Infrastruktur. TIP ist auch das Bindeglied zu den Smart Grid-Lösungen von Siemens und damit zu Netzversorgern und Netzverteilern.

Daraus ergeben sich im gesamten Projektzyklus deutliche Einsparmöglichkeiten. Das in allen Projektphasen – von der Investition über die Planung und Installation bis hin zum Betrieb – vorhandene Optimierungspotential einer durchgängigen Lösung liefert für alle Projektbeteiligten einen spürbaren Mehrwert.



# Kapitel 1

## Trends und Kategorisierungen bei der Krankenhausplanung

1.1 Definition	8
1.2 Statistik und Trends	8
1.3 Bedarfsentwicklung	13
1.4 Kategorisierung	14

# 1 Trends und Kategorisierungen bei der Krankenhausplanung

Das vorliegende Applikationshandbuch bezieht sich auf die Planung der elektrischen Energieverteilung für Krankenhäuser. Zum besseren Verständnis werden zunächst einige grundlegende Informationen gegeben.

## 1.1 Definition

1

Krankenhäuser sind wesentliche medizinische Einrichtungen des Gesundheitswesens. Da die Gesundheit der Bevölkerung die Wirtschaftskraft sowie die sozialen Verhältnisse eines Landes wesentlich beeinflusst, wird in vielen Ländern und Regionen weltweit ein Planungsrahmen für Krankenhäuser vorgegeben. Entsprechend dem österreichischen Bundesgesetz über Krankenanstalten und Kuranstalten (KAKuG) [1] sind Krankenhäuser (beziehungsweise Krankenanstalten, Spitäler, Heil- und Pflegeanstalten) als „Einrichtungen zu verstehen, die

1. zur Feststellung und Überwachung des Gesundheitszustands durch Untersuchung,
2. zur Vornahme operativer Eingriffe,
3. zur Vorbeugung, Besserung und Heilung von Krankheiten durch Behandlung,
4. zur Entbindung,
5. für Maßnahmen medizinischer Fortpflanzungshilfe oder
6. zur Bereitstellung von Organen zum Zweck der Transplantation bestimmt sind.

Ferner sind als Krankenanstalten auch Einrichtungen anzusehen, die zur ärztlichen Betreuung und besonderen Pflege von chronisch Kranken bestimmt sind“.

Ähnlich wird der Begriff Krankenhaus im deutschen Krankenhausfinanzierungsgesetz (§2 Nr. 1 KHG) [2] definiert:

„Bei Krankenhäusern handelt es sich um „Einrichtungen, in denen durch ärztliche und pflegerische Hilfeleistung Krankheiten, Leiden oder Körperschäden festgestellt, geheilt oder gelindert wird oder Geburtshilfe geleistet wird und in denen die zu versorgenden Personen untergebracht und gepflegt werden können.“

## 1.2 Statistik und Trends

Für die Planung werden statistische Relationen zwischen wirtschaftlichen Kenndaten (zum Beispiel das Bruttoinlandsprodukt BIP des Landes) und krankenhausspezifischen Angaben (zum Beispiel Bettenzahl und Verweildauer der Patienten im Krankenhaus) herangezogen. Abb. 1/1 und Abb. 1/2 zeigen typische Kenndaten [3] (OECD-Statistiken) wie die Ausgaben für Gesundheit und Bettenzahl in Krankenhäusern sowie deren Entwicklung für einige Länder. Geschätzt wird, dass Krankenhäuser über 25 % der Gesundheitskosten eines Landes in Europa verursachen [4].



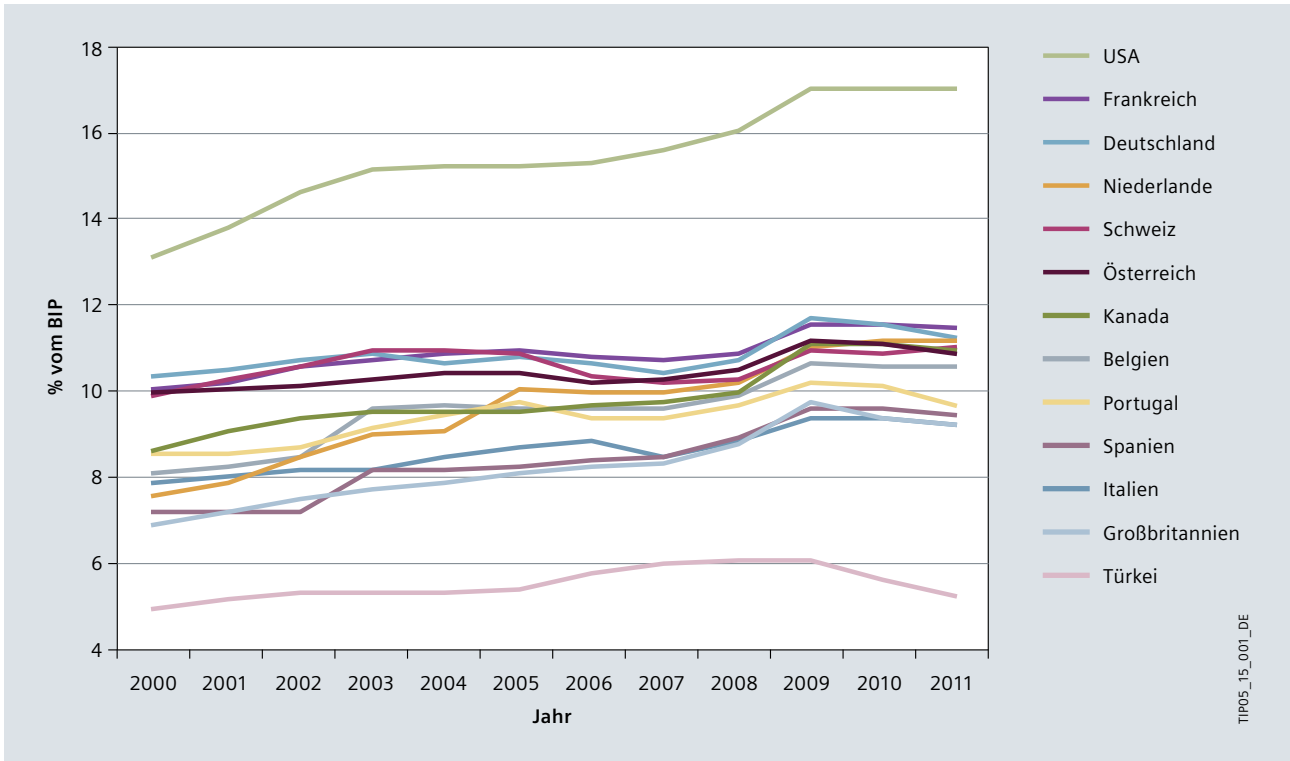


Abb. 1/1: Entwicklung der Gesundheitsausgaben einzelner Länder bezogen auf das jeweilige Bruttoinlandsprodukt (BIP) in Prozent [3]

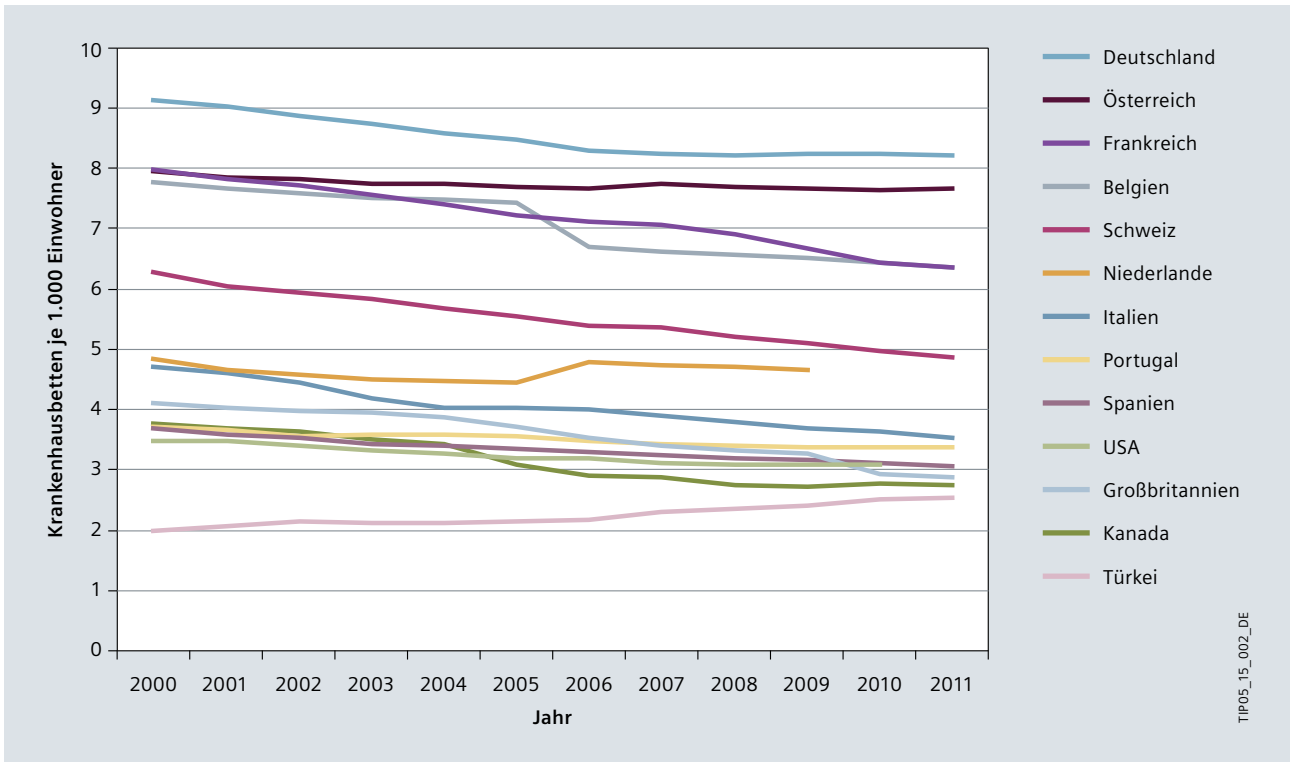


Abb. 1/2: Entwicklung der Gesundheitsausgaben einzelner Länder bezogen auf die Zahl der Krankenhausbetten je Einwohner [3]

Gleichzeitig spielen neue Behandlungsmethoden, verbesserte medizintechnische Gerätschaften und demografische sowie sozio- und raumökonomische Faktoren eine Rolle für die Krankenhausplanung – insbesondere bei Anpassung, Umbau und Erneuerung bestehender Krankenhäuser. Es müssen zum Beispiel Faktoren wie Verstärkung und Wandel der Alterspyramide oder gegebenenfalls Hubschraubertransport und fortschrittliche Nachbehandlungstechniken bei der Planung berücksichtigt werden. Eine typische Auswirkung der Modernisierung und der Verlagerung der Pflege ist die Abnahme der Bettenzahl in vielen Ländern (Abb. 1/2), was zumeist mit einer kürzeren Aufenthaltsdauer der Patienten im Krankenhaus verknüpft ist (Abb. 1/3). Letztlich nimmt die Zahl der Behandlungen tendenziell zu – und damit die Anzahl der Patienten –, obwohl zahlenmäßig weniger Versorgungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen.

Passend dazu ist zu berücksichtigen, dass die Anzahl bildgebender Systeme und Geräte für die Radiotherapie zunimmt (Abb. 1/4 bis Abb. 1/7). Deren Einsatz könnte prinzipiell zu einer höheren Leistungsanforderung auf kleinerem Raum im Krankenhaus führen, was aber im Prinzip nicht der Fall sein wird, da sich die Effizienz der Geräte immer weiter verbessert. Für diesen Trend der Technisierung im Krankenhaus sprechen sowohl die demografische Entwicklung in den meisten Industrieländern als auch die ökonomisch geprägte Entwicklung der Dienstleistungen im Krankenhausbereich. Stationäre Pflege ist personalaufwendig und die häusliche Umgebung meist förderlicher für die Genesung des Patienten.

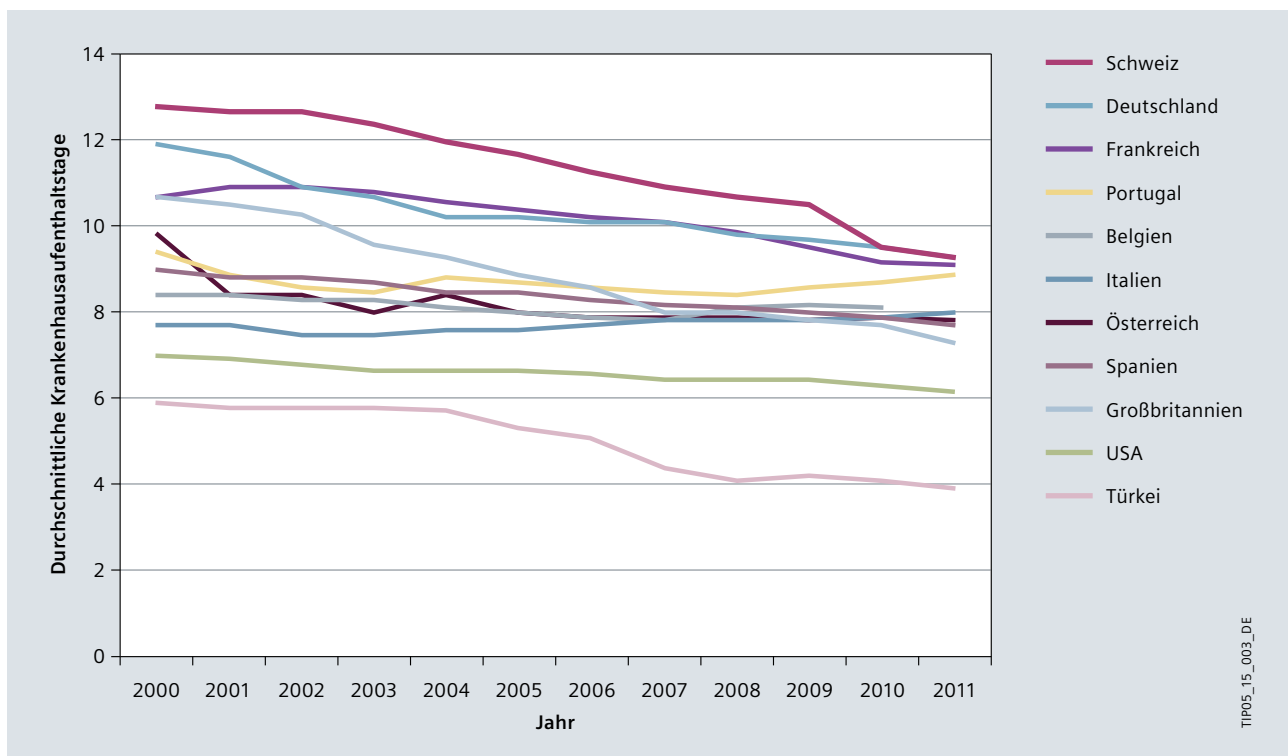


Abb. 1/3: Patientenaufenthaltsdauer im Krankenhaus für verschiedene Länder [3]

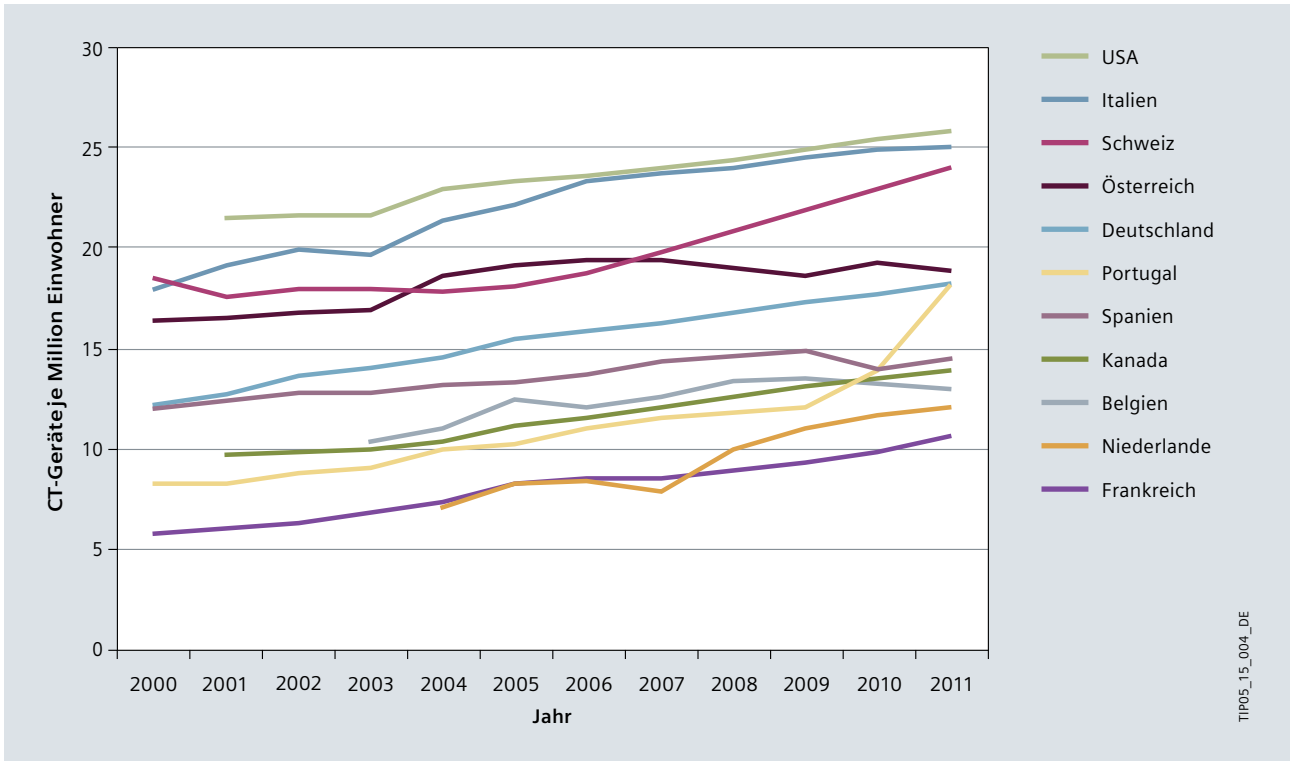


Abb. 1/4: Anzahl bildgebender Systeme in Krankenhäusern [3]: Computertomographen (CT)

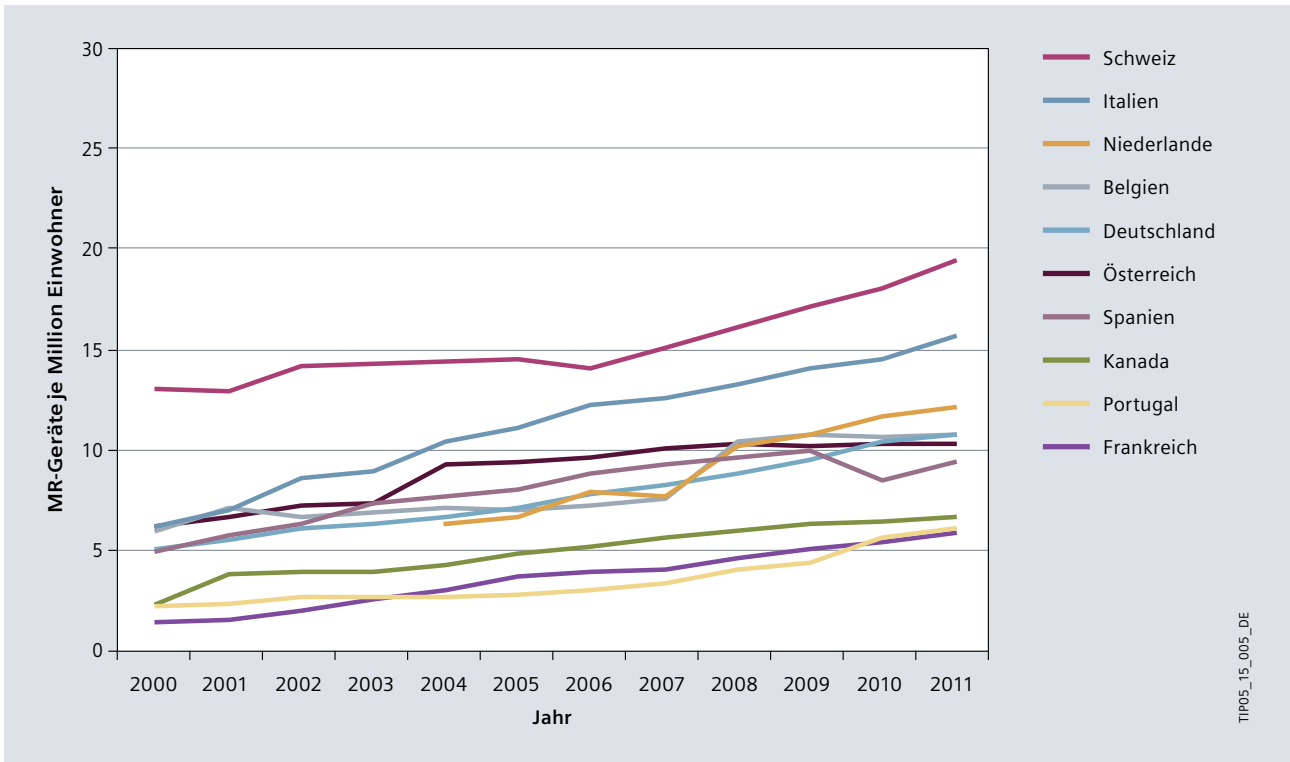


Abb. 1/5: Anzahl bildgebender Systeme in Krankenhäusern [3]: Magnetresonanz (MR)-Geräte

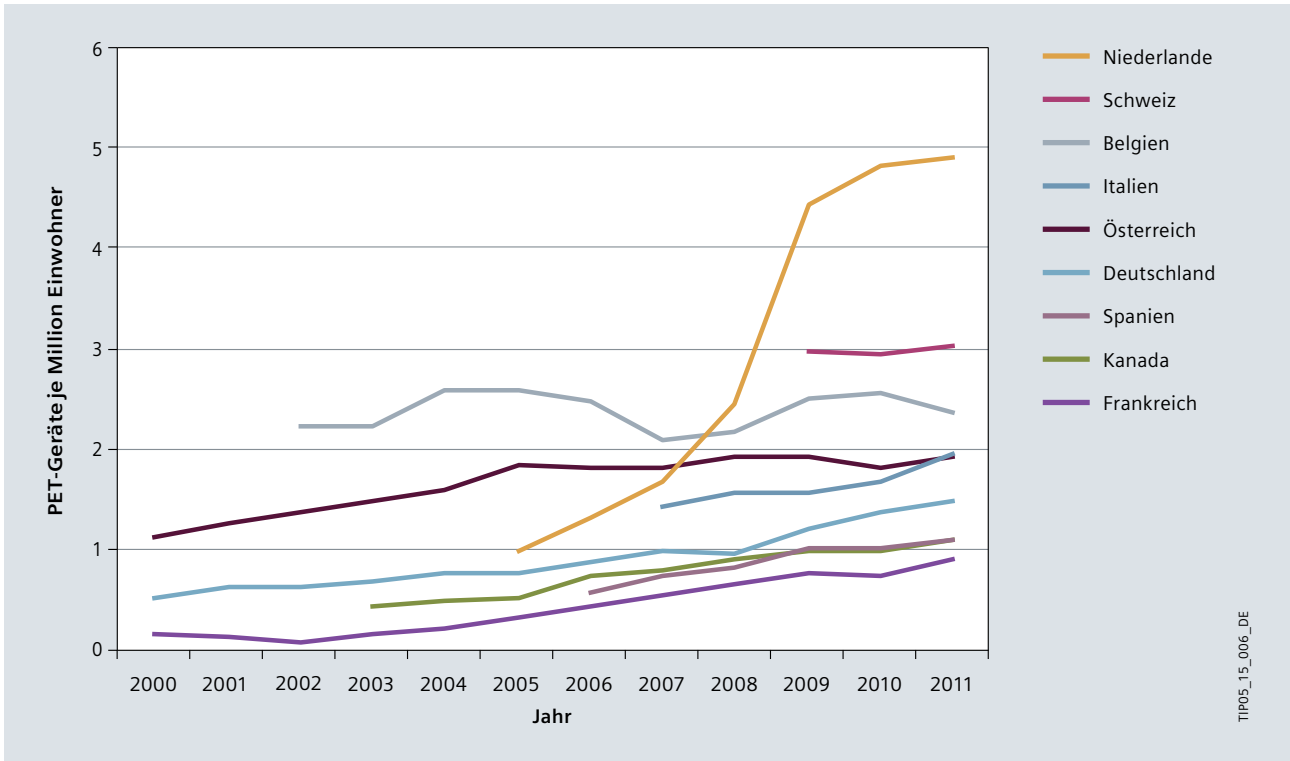


Abb. 1/6: Anzahl bildgebender Systeme in Krankenhäusern [3]: Positronen-Emissions-Tomographen (PET)

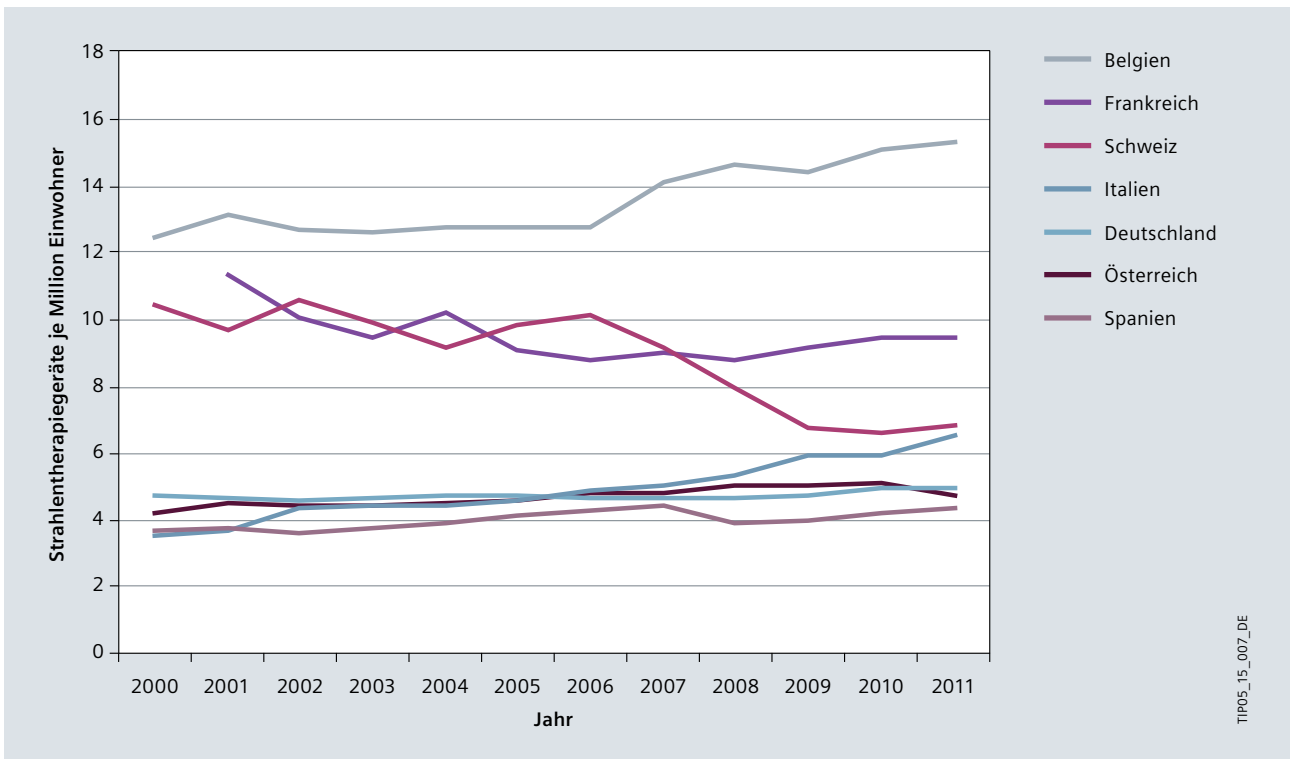


Abb. 1/7: Anzahl von Strahlentherapiegeräten in Krankenhäusern [3]

Zum Beispiel werden im „Österreichischen Strukturplan Gesundheit“ ÖSG [5] die Einwohnerrichtwerte (Sollbereiche für die Anzahl der Einwohner je Großgerät [5]) für den Einsatz von medizinisch-technischen Geräten wie Computertomographen (CT) und Magnetresonanz (MR)-Geräten und entsprechende Erreichbarkeitszeiten (binnen welcher zumindest 90% der Wohnbevölkerung den jeweils nächstgelegenen leistungs anbietenden Standort bezüglich der betreffenden Großgerätegruppe erreichen können sollen [5]) angegeben. Daraus lässt sich die gewünschte Leistungsfähigkeit eines Krankenhauses ableiten.

Gegenwärtig verstärkt sich zudem der Trend, dass nicht mehr der Patient zu den Untersuchungsapparaten gebracht wird, sondern der Arzt mit mobilen Gerätschaften zum Patienten an den Pflegeplatz kommt. Hierfür muss in den Bettenräumen die für den Betrieb nötige elektrische Leistung mit der geforderten Versorgungssicherheit (siehe Kap. 4) verfügbar sein, oder die Gerätschaften müssen für die erforderliche Qualität der Stromversorgung selbst sorgen können. Werden batteriebetriebene oder batteriegestützte Geräte genutzt, werden diese in der Regel zentral geladen. Wie in Kap. 4 deutlich wird, dürfen keine Geräte, die in Bereichen der Anwendungsgruppe 2 (nach IEC 60364-7-710) genutzt werden, dezentral geladen werden.

### 1.3 Bedarfsentwicklung

Angesichts des statistischen Rückgangs bei den Krankenhauszahlen kann der Eindruck entstehen, dass große Planungsanstrengungen zukünftig nicht mehr nötig sein werden. Doch Umbau und Sanierung von Krankenhäusern sind in Anbetracht der Faktoren Altersstruktur, neue Therapien, neue Krankheitsbilder, Technologieentwicklung, Fach- und Pflegekräftemangel ein Muss. Das Krankenhaus muss stets attraktiv für Ärzte, Personal und Patienten sein, wenn es langfristig rentabel sein soll. Dieses Interesse sollte auch bei öffentlichen Bauträgern und Betreibern ins Kalkül einbezogen werden.

In den Industrienationen profitiert man noch vom Aufbau eines gut funktionierenden Gesundheitswesens in den vergangenen Jahren und riskiert heute einen Investitionsstau mit geringer Bautätigkeit (in Deutschland endete der Bauboom etwa Mitte der 80er Jahre). Hinzu kommt, dass die Bevölkerungsverschiebungen zwischen Stadt und Land zu einer stärkeren Konzentration von medizinischen Leistungen auf Fachzentren wie eben Krankenhäusern führen können. Beispielsweise lässt sich im stark privatisierten Gesundheitssystem der Niederlande deutlich erkennen, dass vor dem Hintergrund die

Kosten, den Leistungsbedarf und die Leistungserbringung im Gesundheitssystem zu optimieren, eine immer engere Verknüpfung zwischen Krankenversicherung und Krankenhausbetreiber entsteht.

In einer Studie des Bremer Energie Instituts [6] zum Sanierungs- und Neubaubedarf von Infrastrukturgebäuden zwischen 2012 und 2020 in Deutschland wird von einer breiten Altersstruktur (Tab. 1/1) bei Krankenhausgebäuden ausgegangen. Darin wird ein jährlicher Neubau von etwa 80 Gebäuden im Krankenhausbereich bestimmt, was einem Anteil an der Gesamtzahl von etwa 2,4% p.a. entspricht. Im Vergleich zu anderen Gebäudearten ist dies ein relativ großer Prozentsatz für die Relation zwischen Neubauten und Gebäudebestand (in [6] wird eine durchschnittliche Lebensdauer von 66 Jahren für Krankenhäuser genannt), weil sich ein Teil der Krankenhäuser aufgrund stark geänderter Rahmenbedingungen nach Ablauf einer Sanierungsperiode von 30 Jahren nicht mehr vernünftig sanieren lässt. Dementsprechend stark reduziert sich die Anzahl der zu sanierenden Objekte von 155 geschätzten Sanierungsfällen pro Jahr [6] auf etwa 50 bis 60 Gebäude pro Jahr (etwa 45 zusätzliche Neubauten pro Jahr anstelle von Sanierungen und etwa 50 zusätzliche Schließungen von Krankenhausgebäuden pro Jahr). Nicht berücksichtigt wird allerdings, dass die mittlere Lebensdauer vieler technischer Einrichtungen im Krankenhaus üblicherweise deutlich kürzer als 30 Jahre ist.

Errichtungsjahr	Anzahl Gebäude	Durchschnittliche Gebäudeanzahl pro Jahr im jeweiligen Zeitraum
Vor 1945	500	–
1946 – 1977	1.200	39
1978 – 1999	1.300	62
2000 – 2010	350	35
<b>Gesamt</b>	<b>3.350</b>	

Tab. 1/1: Altersstruktur von Krankenhausgebäuden in Deutschland nach [6]

In der deutschen Richtlinie VDI 2067 Blatt 1 werden Betrachtungszeiträume für die wirtschaftliche Kalkulation (siehe Tab. 1/2) angegeben, die mit einer mittleren Nutzungsdauer korrelieren. Eine Neubauquote von 2,4 % p.a. erscheint daher eine konservative Annahme zu sein.

Ein weiterer sich abzeichnender Trend bei der Bedarfsplanung ist der Übergang von einer reinen Kapazitätsbetrachtung (z.B. Bettenzahl) hin zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Krankenanstalten bezogen auf das Anforderungsprofil. Dabei ist für eine gute Allgemeinversorgung zu beachten: Je stärker die Privatisierung der stationären Krankenversorgung voranschreitet, desto wichtiger erscheint ein Beurteilungsgremium sowohl für die Leistungsfähigkeit der Einrichtungen als auch für das gesellschaftlich gewünschte Anforderungsprofil. Ein Hinweis auf den Einfluss der Privatisierung beim Aus- und Umbau von Krankenhäusern ist der zunehmende Patiententourismus. Dieser führt zu einem verstärkten Ausbau von Spezialversorgungsbereichen für finanzkräftige Patienten in Krankenhäusern.

Teilsystem	Betrachtungszeitraum in Jahren (Empfehlung)
Heizung	20
Lüftungs- und Klimaanlage	15
Aufzüge	15
Förderanlagen	20
Dach, Wand, Fassade	50
Sanitär	20
Schwachstromanlagen	15
Starkstromanlagen	20
MSR-Technik	15

Tab. 1/2: Erwartete Nutzungsdauer für technische Teilsysteme im Gebäude nach VDI 2067 Blatt 1 (Empfehlungen)

## 1.4 Kategorisierung

Hinsichtlich einer Kategorisierung von Krankenhäusern werden zumeist zwei Kriterien betrachtet: die Betreiberverhältnisse (Krankenhausträger) und die Größe der Einrichtung (Bettenzahl, Einzugsbereich). Zusätzlich wird häufig noch die Spezialisierung des Krankenhauses als Unterscheidungsmerkmal herangezogen.

### 1.4.1 Krankenhausträger

Bei den Betreibern unterscheidet man zwischen:

- Öffentlichen Krankenhäusern (z. B. Kreiskrankenhäuser, Städtische Kliniken, Universitätskliniken)
- Nicht kommerziellen karitativen oder gemeinnützigen Einrichtungen (z. B. kirchliche Träger)
- Privaten, gewinnorientierten Krankenhausbetreibern

Um die Kosten im Gesundheitssystem im Zaum zu halten und trotzdem eine Steigerung der Qualität zu erreichen, wird in einigen Ländern versucht, den Wettbewerbsgedanken bei Betreibern und Nutzern der Gesundheitseinrichtungen zu stärken. In den Niederlanden wurde eine Grundversicherungspflicht eingeführt, bei der die Versicherer durch unterschiedliche Leistungsausprägungen im Wettbewerb stehen. Darüber hinaus können die Nutzer Zusatzversicherungen nach eigenem Bedarf abschließen. Es ist jedoch ohne Weiteres möglich, dass sich sowohl die Leistungen der Grundversicherung ändern (Stichwort: Eigenbeteiligung; in den Niederlanden: „eigen risico“), als auch die Preise, die der Versicherte dafür zahlen muss. Dadurch kommt es zu einer immer stärkeren Verknüpfung zwischen Versicherungsgesellschaften und Krankenhausbetreibern. So können zum Beispiel Versicherer und Betreiber eines Krankenhauses ein und demselben Unternehmen angehören.

### 1.4.2 Spezialisierung

Im englischsprachigen Wikipedia (<https://en.wikipedia.org/wiki/Hospital>) wird unterschieden zwischen:

- Allgemeinen Krankenhäusern (en: general hospitals)
- Regionalen Krankenhäusern (en: district hospitals)
- Spezialkrankenhäuser (en: specialized hospitals)
- Ausbildungs- oder Universitätskrankenhäuser (en: teaching hospitals)
- Kliniken (en: clinics), die nach Wikipedia kleiner als Krankenhäuser sind und keine stationären Aufnahmemöglichkeiten für Patienten haben (also nur ambulante Betreuung; en: outpatient)

Dabei gibt es unzählige weitere Kategorisierungsmöglichkeiten. In einzelnen Ländern erfolgt die Aufteilung der Krankenhäuser in Statistiken in Relation zum landesspezifischen Gesundheitssystem. Tab. 1/3 vermit-

Land	Organisation	Unterteilung	Abstufung, Kennzeichen
Japan	Ministry of Health	Krankenhäuser	Mehr als 20 Betten, Unterscheidung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Krankenhäuser</li> <li>• Spezialkrankenhäuser</li> <li>• Regionale Versorgungskrankenhäuser</li> <li>• Psychiatrische Krankenhäuser</li> <li>• Tuberkulosekrankenhäuser</li> </ul>
		Kliniken	Keine oder 1 – 19 Betten
Österreich	Bundesministerium für Gesundheit	Allgemeine Krankenanstalten	
		Sonderkrankenanstalten	Für die Untersuchung und Behandlung von Personen mit bestimmten Krankheiten oder von Personen bestimmter Altersstufen oder für bestimmte Zwecke
		Pflegeanstalten	Für chronisch Kranke, die ärztlicher Betreuung und besonderer Pflege bedürfen
		Sanatorien	Mit besonderer Ausstattung für höhere Ansprüche hinsichtlich Verpflegung und Unterbringung
Deutschland	Krankenhausplan des Bundeslandes Rheinland-Pfalz	Allgemeinkrankenhäuser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundversorgung (bis 250 Planbetten, in der Regel Chirurgie und Innere Medizinabteilung)</li> <li>• Regelversorgung (251 bis 500 Planbetten, Chirurgie, Innere Medizin plus eine weitere Hauptfachabteilung)</li> <li>• Schwerpunktkrankenhäuser (501 bis 800 Planbetten; Chirurgie, Innere Medizin plus mindestens sechs weitere Hauptfachabteilungen)</li> <li>• Krankenhäuser der Maximalversorgung (mehr als 800 Planbetten; Chirurgie, Innere Medizin plus mindestens zehn weitere Hauptfachabteilungen)</li> </ul>
		Fachkrankenhäuser	Besonders für Psychiatrie, Neurologie und Innere Medizin
Schweiz	Bundesamt für Statistik (BFS)	Krankenhäuser für allgemeine Pflege	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundversorgung</li> <li>• Zentrumsversorgung</li> </ul>
		Spezialkliniken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Psychiatrische Kliniken</li> <li>• Reha-Kliniken</li> <li>• Andere Spezialkliniken</li> </ul>
Portugal	National Health Service (NHS)	Zentralkrankenhäuser	(CH; en: central hospital)
		Bezirkskrankenhäuser	(DH; en: district hospital)
		District Level-1-Krankenhäuser	(DH1; weniger Fachabteilungen und kleinerer Einzugsbereich als bei DH)
		Universitätskrankenhäuser	
Kanada	Canadian Institute for Health Information (CIHI)	Krankenhäuser für Akutbehandlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Öffentliche Allgemeinkrankenhäuser ohne Langzeitpflege, Kinderkliniken und Privatkliniken</li> <li>• Öffentliche Allgemeinkrankenhäuser mit Langzeitpflege</li> <li>• Ausbildungskrankenhäuser</li> <li>• Krankenhäuser für kurzzeitige psychiatrische Behandlungen, sonstige Spezial- oder Rehabilitationskliniken</li> </ul>
		Pflegekrankenhäuser und Krankenhäuser für längere psychiatrische Behandlung	
USA	American Hospital Association (AHA)	Staatliche Krankenhäuser	
		Nicht staatliche Krankenhäuser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeinkrankenhäuser (Kurzzeitaufenthalt und andere Spezialkliniken)</li> <li>• Psychiatrische Kliniken</li> <li>• Krankenhäuser für Langzeitpflege</li> </ul>
		Krankeneinrichtungen von speziellen Institutionen	

Tab. 1/3: Unterteilung von Krankenhäusern in verschiedenen Ländern

telt einen groben Eindruck von diesen Strukturen und der immensen Vielfalt an Unterscheidungen und Klassifizierungen.

In internationalen Statistiken der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD), der Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization, WHO) und des Europäischen Krankenhausverbands (Hospitals for Europe, HOPE) wird aufgrund der unzähligen Unterscheidungsmöglichkeiten meistens keine Unterordnung für Krankenhäuser angegeben. Einzig die OECD [3] definiert:

- Allgemeinkrankenhäuser (en: general hospitals; HP 1.1)
- Psychiatrische Krankenhäuser (en: mental health hospitals; HP 1.2)
- Spezialkliniken (keine Psychiatrischen Kliniken; en: specialised hospitals; HP 1.3)

### 1.4.3 Erreichbarkeit und Bettenzahl

Die Bedarfsermittlung für die Bettenanzahl in Krankenhäusern erfolgt in erster Linie abhängig von regionalen Gegebenheiten wie Alters- und Bevölkerungsstruktur. Im österreichischen Krankenhausstrukturplan [5] wird eine Bettenmessziffer für einzelne medizinische Fachbereiche bestimmt, die sich an der Bevölkerungsstruktur, Besiedlungsdichte, Erreichbarkeit im Straßenverkehr, Auslastung bestehender Einrichtungen, Trends in der Medizin und weiteren Versorgungsspezifika orientiert. Damit erfolgt eine Planung der Versorgungsstruktur und der dazu passenden Krankenhausgrößen.

Im Forschungsbericht „Krankenhausplanung 2.0“ [7] wird die Erreichbarkeit abhängig von der Versorgungsstufen festgelegt:

- Grund- und Regelversorgung: maximal 30 Pkw-Minuten
- Schwerpunkt- und Maximalversorgung: etwa 60 Pkw-Minuten
- Notfallversorgung: maximal 12 Minuten bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes

Für eine rechnerische Abschätzung der benötigten Krankenhausbettenzahl in einem Gebiet kann die Hill-Burton-Formel (HBF) verwendet werden. Dabei werden folgende Einflussfaktoren berücksichtigt:

- Einwohnerzahl (E)
- Verweildauer (VD): durchschnittliche Anzahl von Tagen, die ein Patient stationär im Krankenhaus verbringt (Aufnahme und Entlassung ist ein Tag)
- Krankenhaushäufigkeit (KH): Relation zwischen Fallzahl stationärer Behandlungen und Einwohnerzahl
- Bettennutzungsgrad (BN): für die Planung vorgegebene Relation zwischen Pflegetagen der Patienten pro Jahr und der dafür vorgesehenen Bettenzahl (in Prozent angegeben, muss der Wert durch 100 geteilt werden)

Bettenbedarf nach Hill-Burton-Formel:

$$\text{Bettenbedarf} = \frac{E \cdot KH \cdot VD}{BN \cdot 365}$$

Einfaches Beispiel:

Für ein Gebiet in dem etwa 2 Millionen Menschen leben, ergibt die statistische Auswertung der Krankenhausaufenthalte eine Krankenhaushäufigkeit von 7.000 stationären Behandlungen je 100.000 Einwohner und eine mittlere Verweildauer von 8 Tagen. Die Bettenkapazität soll für eine Auslastung von 85 % berechnet werden.

$$\begin{aligned} \text{Bettenbedarf} \\ &= \frac{2.000.000 \cdot 0,07 \cdot 8}{85 \% \cdot 365} = 3.610 \text{ Betten} \end{aligned}$$

Selbst in einer Großstadt wird es aufgrund der Erreichbarkeit wenig Sinn machen, einen einzelnen Krankenhauskomplex mit 3.610 Betten zu planen. Vielmehr wird eine Abdeckung des Gebiets über Erreichbarkeitsradien für die Allgemeinversorgung geplant und die Schwerpunktversorgung verkehrsgünstig gelegt werden.



# Kapitel 2

## Planerische Grundüberlegungen

- 2.1 Architektonische und arbeits-  
technische Planungsgrundlagen für  
die elektrische Energieverteilung 19
- 2.2 Abschätzungen für den Flächenbedarf 22



# 2 Planerische Grundüberlegungen

Ausgangspunkte für die Planung bilden die unterschiedlichen Anforderungen der „Krankenhausnutzer“ wie Patienten, Besucher, Ärzte, Pflegepersonal, Verwaltungspersonal, Dienstleister, Versorger, Betreiber und Investoren. Sie müssen mit den funktionalen Rahmenbedingungen in Einklang gebracht werden und in eine Art Raum- und Ausstattungsprogramm umgesetzt werden:

Planungsannahmen → Funktionale Rahmenbedingungen  
→ Raumprogramm → Ausstattungsprogramm

Die Ergebnisse können zum Beispiel für die Planungsschritte genutzt werden, die aus der deutschen Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) oder aus dem sogenannten Leistungsmodell SIA 112 des Schweizer Ingenieur- und Architektenverein (SIA) hervorgehen: Vorplanung und Vorstudien sowie weiter zu Entwurfsplanung und Projektierung.

Dazu werden im Beiblatt 4 zur deutschen Norm DIN 13080 vier Planungsstufen als Ausgangspunkt für Vorplanung und Vorstudien eingeführt:

## A Bestandsaufnahme und -bewertung (Ist)

- 1) Medizinische Aufgaben
- 2) Betriebsorganisation (Leistungen, Betriebsabläufe, Personal, Betriebsmittel usw.)
- 3) Funktionsbeziehungen (Zuordnung der Funktionsbereiche und Funktionsstellen)
- 4) Flächen (Nutzflächen, Verkehrsflächen, Funktionsflächen)
- 5) Baulicher Zustand (Gebäude, Außenanlagen, Gebäude-, Medizintechnik)
- 6) Rahmenbedingungen (städtebauliche, organisatorische, rechtliche, finanzielle, gesundheitspolitische usw.)

## B Erarbeitung von Zielvorgaben

- 1) Medizinische Zielsetzung
- 2) Betriebsorganisatorische Grobstruktur
- 3) Erarbeitung eines Rahmenprogramms (gegliedert nach Funktionsstellen)
- 4) Ermittlung der erforderlichen Kapazitäten

## C Soll-Ist-Vergleich

- 1) Gegenüberstellung des Rahmenprogramms und der vorhandenen Nutzflächen
- 2) Beurteilung der Differenzen
- 3) Empfehlungen für die zu planenden Nutzflächen

## D Entwicklung der Zielplanung mit Varianten

- 1) Maßstäbliche Schemaplanung
- 2) Gliederung in Bauabschnitte
- 3) Bewertung von Varianten
- 4) Empfehlung zur Weiterplanung
- 5) Grobkostenschätzung

Für die Erstellung einer optimierten Vorplanung sind zu berücksichtigen:

- Prognosen über die mittel- und langfristige Entwicklung des Krankenhausbetriebs und zu demografischen Effekten (daraus leiten sich zeitliche Änderungsaspekte, wie Erweiterung, An- oder Umbau ab)
- Material- und Personenflüsse im Krankenhausbetrieb (z. B. Besucherwege, Bettentransport, Patiententransport, Ver- und Entsorgung)
- Funktionale Abhängigkeiten (z. B. Lieferung, Aufbereitung und Abfallbeseitigung von Speisen, Medikamenten oder Sterilprodukten)
- Bedarfsabhängige Wandlungsfähigkeit (z. B. Variabilität zwischen Allgemeinpflege, Intensivpflege und Behandlung)
- Spezifische lokale Gegebenheiten wie
  - Kulturvorgaben
  - Technische Rahmenbedingungen
  - Patienten- und Besucherverhalten (stärkere Privatisierung fördert die Sicht des Patienten/ Besuchers als Kunden)
  - Anforderungen einer spezifischen fachlichen Einrichtung und des Klinikpersonals (Wettstreit um gutes Fachpersonal)
  - Räumliche Besonderheiten und Anforderungen (z. B. Nachbarschaften, Versorgungsstrukturen, Verkehrswege)
  - Randbedingungen für Abwicklung und Arbeitsabläufe (z. B. Vorgaben zum Arbeitsschutz)

## 2.1 Architektonische und arbeitstechnische Planungsgrundlagen für die elektrische Energieverteilung

Wegen der Vielfalt der Planungsparameter ist es sinnvoll, die Planungsziele zu strukturieren hinsichtlich:

- Funktionaler Aufteilung
- Gebäudearchitektur
- Betriebsorganisation und Raumaufteilung

### 2.1.1 Funktionale Aufteilung

Die vorgesehenen Funktionalitäten und die räumlichen Gegebenheiten müssen bei der Planung berücksichtigt werden. Dazu kommt, dass unterschiedlichste medizinische Aufgaben erfüllt werden müssen. Darüber hinaus muss bei der Planung eine Reihe von unterstützenden Aufgaben für Personal, Patienten und Besucher und deren elektrischer Energiebedarf berücksichtigt werden. Alle diese Funktionselemente werden in Abb. 2/1 strukturiert und müssen bei einer Grobbetrachtung für die Planung den lokalen Gegebenheiten angepasst werden. Eine Verdichtung auf 8 wichtige Gruppen und farbige Kennzeichnung der Funktionsbereiche entsprechend der in der deutschen Norm DIN 13080 (Tab. 2/1) vereinfachen die Abschätzungen und räumlichen Vorüberlegungen. Spätestens jetzt – also zu einem sehr frühen Zeitpunkt – sind bei der Planung Funktion und Architektur aufeinander abzustimmen.

Schlüsselnummer	Funktionsbereich	Farbkennzeichnung	
1.00	Untersuchung und Behandlung	rot	
2.00	Pflege	gelb	
3.00	Verwaltung	grün	
4.00	Soziale Dienste	orange	
5.00	Ver- und Entsorgung	braun	
6.00	Forschung und Lehre	violett-hell	
7.00	Sonstiges	violett-dunkel	
–	Betriebstechnische Anlagen (Funktionsflächen)	blau	
–	Verkehrerschließung und -sicherung (Verkehrsfläche)	keine Kennzeichnung	

Tab. 2/1: Kennzeichnung der Funktionsbereiche nach DIN 13080

Die Einteilungen in Abb. 2/1 und Tab.2/1 unterscheiden sich im Wesentlichen durch die unterstützenden Funktionen; das heißt, die medizintechnischen und personenbezogenen Funktionen von Abb. 2/1, werden in Tab. 2/1 durch die sozialen Dienste, Ver- und Entsorgung sowie durch die Verkehrsflächen abgedeckt.

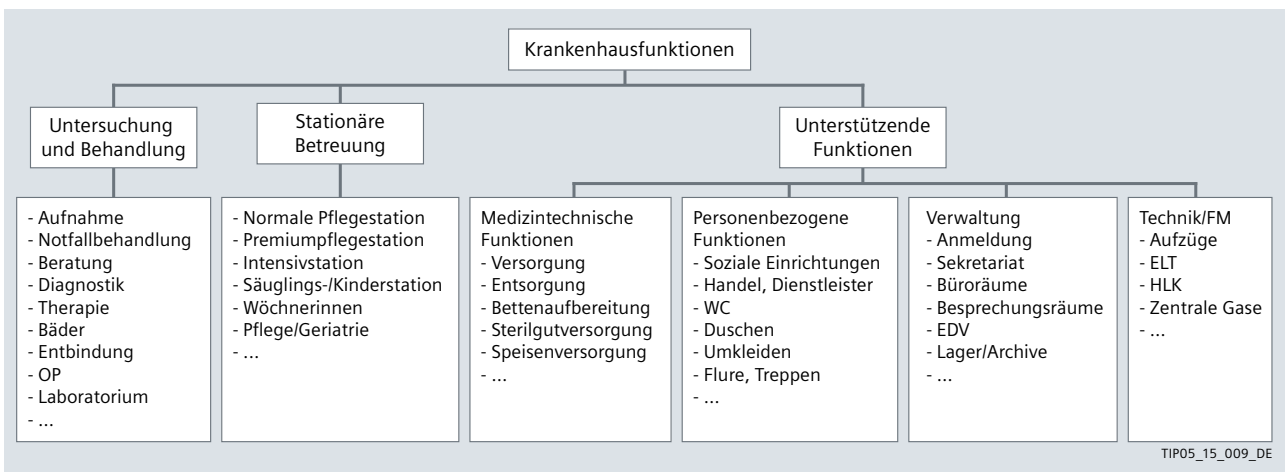


Abb. 2/1: Aufteilung der Funktionsbereiche im Krankenhaus

## 2.1.2 Architektur der Gebäude

Die Architektur eines Krankenhauses übt einen starken Einfluss auf die elektrische Energieversorgung des oder der Gebäude aus. Weitläufige Areale müssen anders versorgt werden als ein einzelner Gebäudekomplex. Hohe Gebäude erfordern schnellere Aufzüge und möglicherweise eine Raumklimatisierung für die Pflegezimmer, sodass der Versorgungsbedarf deutlich zunimmt. Die Abschattung durch Bäume oder Nachbargebäude macht sich beim Energiebedarf für Klimatisierung und Beleuchtung von flacheren Bauten bemerkbar. Lichthöfe und Fenstergröße sind ebenfalls zu berücksichtigen.

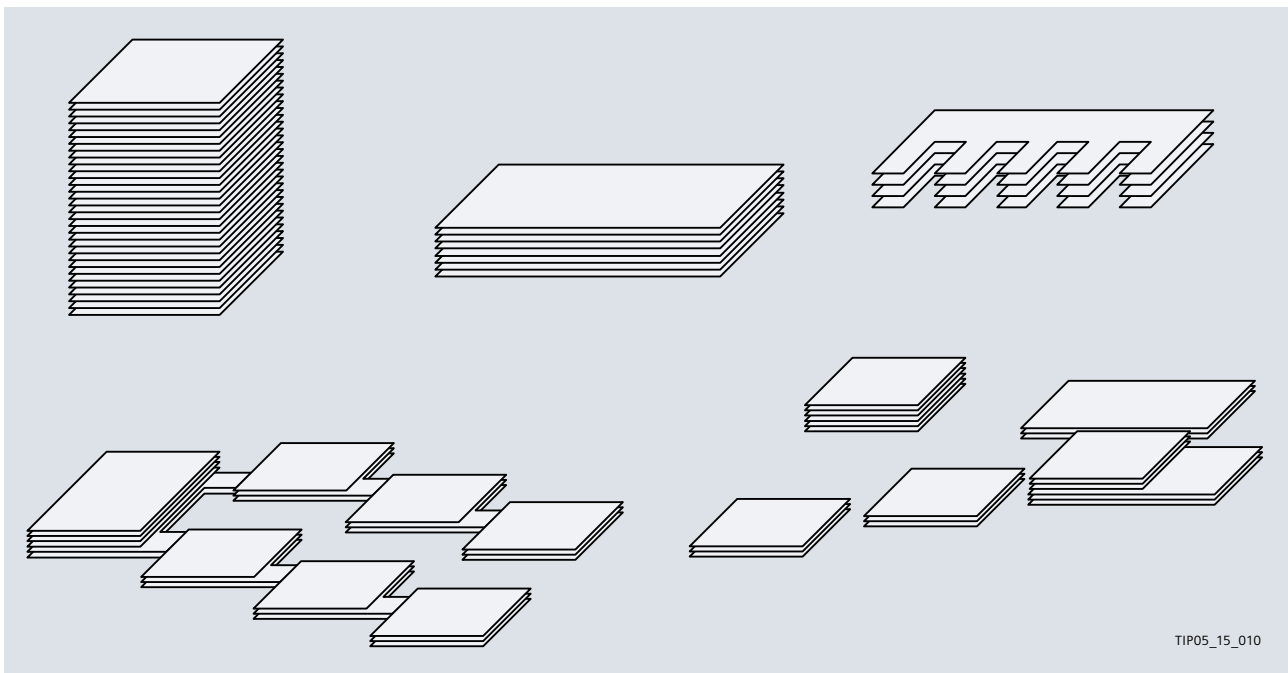
Selbst bei einem Neubau ist das Krankenhaus nicht als isoliertes Gebäude zu sehen. Stets müssen Umgebung, Aufgabenumfang, gewünschte technische Ausprägung, Ausstattungswünsche, Energie- und Umweltaspekte bei allen planerischen Tätigkeiten Beachtung finden. Auftraggeber, medizintechnisch Verantwortliche, Architekten und die verschiedenen Fachplaner müssen sich hinreichend Zeit für Abstimmung und Festlegung von Eckgrößen nehmen. Gerade deshalb will dieses Applikationshandbuch aufzeigen, welche Ansätze der Elektroplaner aus unterschiedlich detaillierten Angaben zur Bedarfsabschätzung nutzen kann. Die Komplexität der Krankenhausplanung bietet eine Vielzahl unterschiedlicher Betrachtungstiefen an, sodass hier nur ein theoreti-

scher Abriss gegeben wird, der vom Planer auf die praktischen Gegebenheiten umgesetzt werden kann.

Die architektonische Gebäudestruktur einer Klinikanlage prägt die elektrische Energieverteilung. Einige typische Formen zeigt Abb. 2/2, wie das Hochhaus, das Schachtelformat, ein Grundriss im Kammformat (einfache oder doppelte Reihe von Zinken; oder H-, K-, O-, T-, U-, V-, Y-, Z-Grundrisse und Kombinationen daraus), ein Campus mit einzelnen Gebäuden oder Pavillons, die miteinander verbunden sein können. Erweiterungsbauten führen häufig zu neuen „Klötzchen“, die angekoppelt, aufgesetzt oder mit Gangsystemen an vorhandene Strukturen angebunden werden können. Dann muss die vorhandene elektrische Energieversorgungsstruktur erweitert oder umstrukturiert werden.

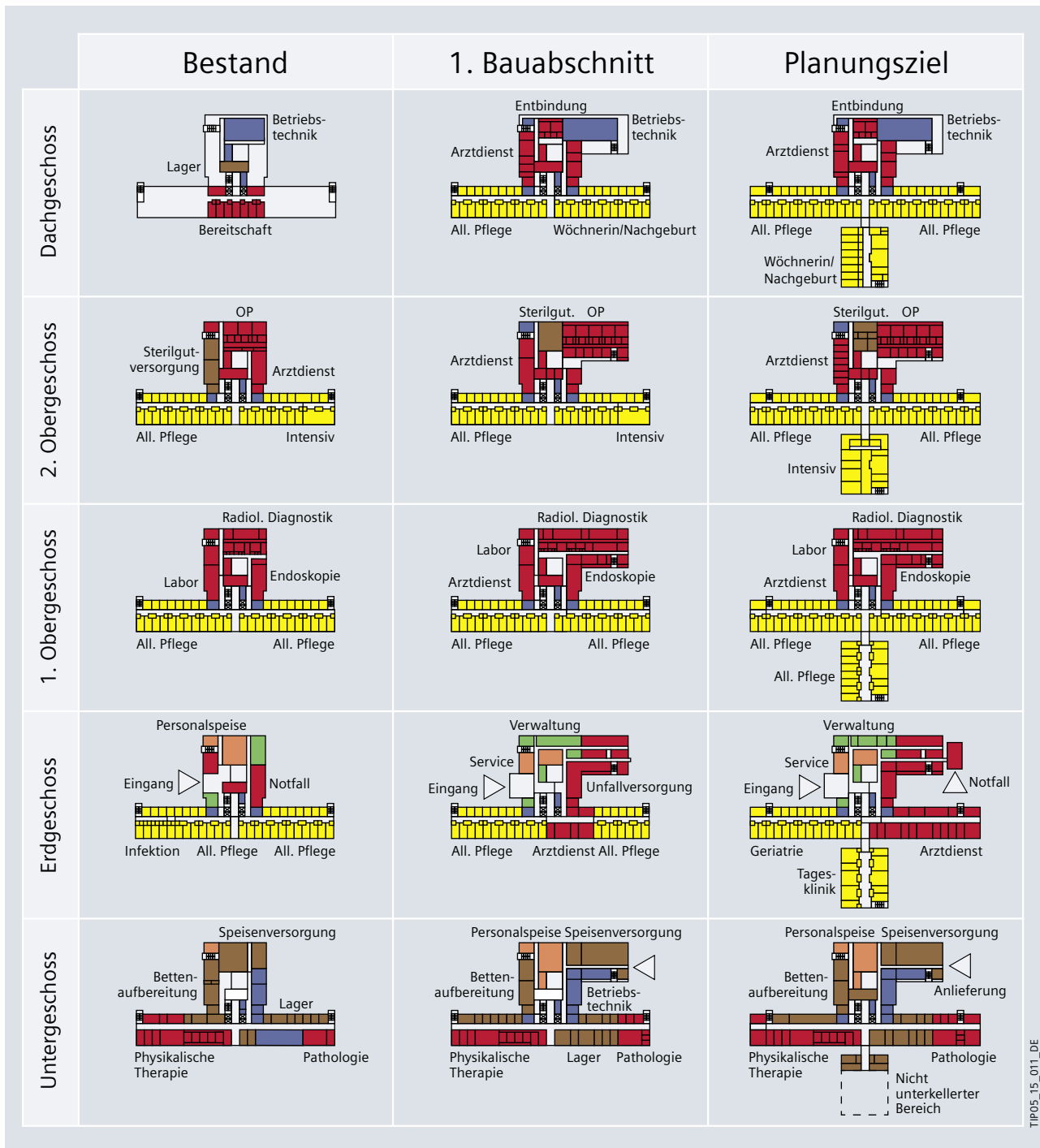
## 2.1.3 Raumaufteilung und Betriebsorganisation

Die architektonischen Vorgaben und funktionalen Anforderungen können durch eine grafische Darstellung der Krankenhausaufteilung die Optimierung der zuvor genannten Kriterien erleichtern und als Basis für die elektrische Energieverteilung dienen. Im Beiblatt 4 von DIN 13080 wird die Entwicklung eines mehrgeschossigen Krankenhausbaus grafisch dargestellt. Die Funktionsbereiche sind farbig gekennzeichnet (Tab. 2/2). Diese



TIP05\_15\_010

Abb. 2/2: Einige typische Grundstrukturen im Krankenhausbau



Tab. 2/2: Einfache Grundrisse beispielhaft für verschiedene Planungsphasen bei Umbau und Erweiterung eines Krankenhauses

Übersicht über die einzelnen Bauabschnitte hilft bei der weiteren Planung.

In dem Beispiel aus dem Beiblatt 4 zur deutschen Norm DIN 13080 wird für die Planung angenommen, dass sich durch die Erweiterungen in jedem Bauabschnitt die

Gesamtbettanzahl im Krankenhaus jeweils um etwa 30 % vergrößert. Dabei wird auch deutlich, dass sich generelle Änderungen der Aufgabenbereiche des Krankenhauses ergeben sowie demografische und medizinische Trends Berücksichtigung finden sollen.

Notaufnahme und Tagesklinik sorgen als zusätzlicher Anlaufpunkt in der jeweiligen Umgebung für eine höhere Versorgungsdichte und schnellere Erreichbarkeit. Die schnelle Erreichbarkeit ist wohl auch ein wichtiger Grund für die Installation einer Entbindungsstation mit Wochenbett und Betreuung nach der Geburt. Eine zentrale Versorgung von Infektionskrankheiten in einer abgeschlossenen Abteilung ist in einem größeren, überregionalen Krankenhaus sinnvoll, sodass sich eine Quarantäneabteilung in einem kleineren oder mittleren Krankenhaus vermeiden lässt. Die Verschiebung der Alterspyramide und die Steigerung der Lebenserwartung legen die Einführung einer geriatrischen Abteilung nahe. Um die Anfahrtswege für Angehörige kurz zu halten, ist eine zu starke Zentralisierung nicht wünschenswert.

Die einzelnen Felder in Tab. 2/2 zeigen für jedes Stockwerk eines Krankenhauses den zweistufigen Ausbau, wobei stets eine Umstrukturierung der Fachbereiche erfolgt. Exemplarisch wird die mit den Ausbaustufen verbundene Anzahl der Patientenbetten in Tab. 2/3 zusammengefasst. Selbstverständlich sind damit auch Änderungen bei der medizinischen Behandlung, den medizintechnischen Funktionen und den personentechnischen Funktionen verknüpft. Anhand dieses Wissens muss sich der Planer Gedanken über die erforderliche Variabilität und Erweiterbarkeit von Produkten und Systemen machen, sodass eine optimale Beplanung – passend zur baulichen und nutzungstechnischen Gebäudeentwicklung – möglich wird.

	Bettenzahl		
	Bestand	1. Bauabschnitt	Planungsziel
Allgemeine Pflege	150	190	224
Intensivstation	6	6	12
Infektionsstation	10	0	0
Wochenbetten	0	26	25
Tagesklinik	0	0	18
Geriatristation	0	0	20
<b>Gesamte Bettenzahl</b>	<b>166</b>	<b>222</b>	<b>299</b>

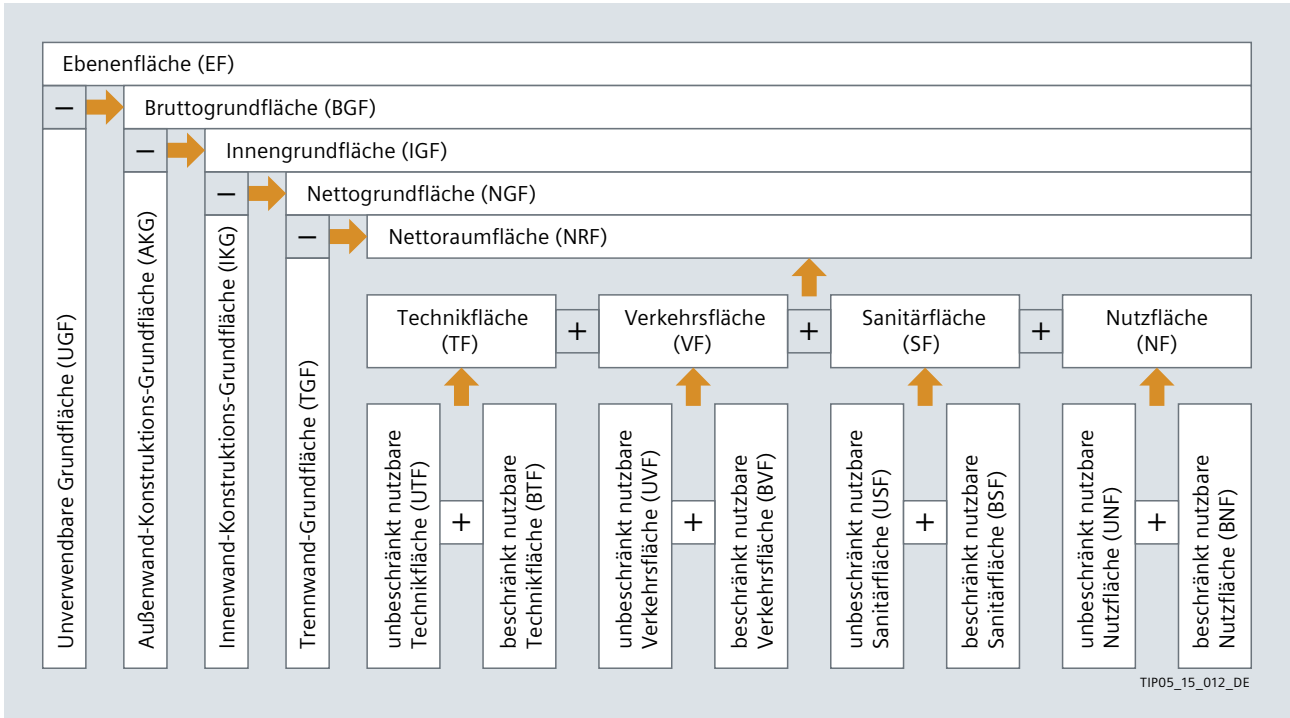
Tab. 2/3: Verknüpfung von Patientenbetten mit Umbaumaßnahmen für das Krankenhausbeispiel von DIN 13080 Blatt 4

## 2.2 Abschätzungen für den Flächenbedarf

Wegen der vielen bereits existierenden Krankenhäuser gibt es eine ganze Reihe von Angaben zur Flächenaufteilung in Krankenhäusern. Häufig wird eine Relation zwischen Fläche und Bettenzahl angegeben. Allerdings wird nur selten deutlich gemacht, auf welche Fläche Bezug genommen wird. In der Norm EN 15221-6 sind die Relationen zwischen Raum- und Grundflächen anschaulich dargestellt und mit Beispielen verdeutlicht. Eine nutzungsspezifische Unterteilung der Nutzfläche NF in einem Gebäude wird ebenfalls in der EN 15221-6 vorgegeben. In Tab. 2/4 werden Darstellung und Abkürzungen der Tabelle 1 aus EN 15221-6 übernommen.

Für die Relation zwischen Bettenzahl im Krankenhaus und der Netto- oder Bruttogrundfläche ist nur näherungsweise ein einheitlicher Ansatz zu finden, da die Anzahl der Parameter praktisch unendlich ist. Aus verschiedenen Veröffentlichungen und Studien wird deutlich, dass der Bezug stark von der Ausrichtung des Krankenhauses und vom vorgesehenen Komfort für Patienten, Personal und Besucher abhängt.

Im Folgenden wird aus der Darstellung der Ausbaustadien für ein Krankenhaus in DIN 13080 ein Bezug zwischen Krankenhausflächen und Pflegebetten bestimmt. Dazu werden die Flächen der Grundrisse in Tab. 2/2 grob ausgewertet und für die Funktionsbereiche nach Tab. 2/1 aufsummiert. In Abb. 2/3 werden die Flächenverhältnisse durch die Größe der Scheiben wiedergegeben.



Tab. 2/4: Bestimmung der verschiedenen Grundflächen nach EN 15221-6

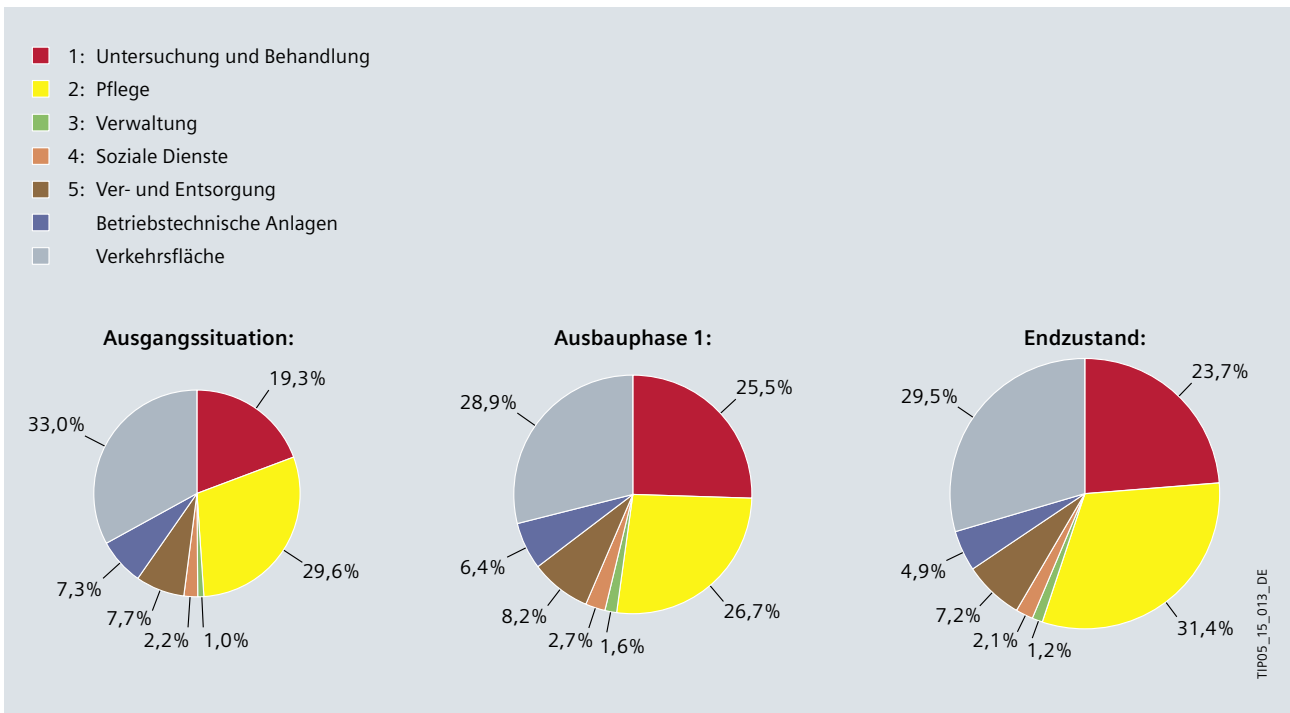


Abb. 2/3: Flächenaufteilungen für Grundrisse aus DIN 13080

Der prozentuale Rückgang bei den Flächen für die betriebstechnischen Anlagen wird deutlich. Erkennbar ist, dass die Flächen für Behandlung und Untersuchung im 1. Bauabschnitt besonders vergrößert werden, während im zweiten Schritt zum Planungsziel dann die Bettenzahl durch das verbesserte Betreuungspotential stärker erhöht werden kann. Insgesamt werden die Anteile medizinisch relevanten Flächen der Nutzungsgruppen 1 und 2 in jedem Bauabschnitt größer. Für die Kenngröße Bruttogrundfläche je Bett ergeben sich die Werte aus Tab. 2/5.

Ähnliche Angaben werden in der indischen Norm IS 12433-2 gemacht. Daraus lassen sich Flächenangaben (Abb. 2/4) für die Planung abschätzen, die zu einer Verteilung wie in Tab. 2/5 führen. Die Daten aus der IS 12433-2 können entsprechend der Einteilung von DIN 13080 (siehe Abb. 2/5) umgesetzt werden. Dabei ist die starke Übereinstimmung der Verteilungsstruktur mit der von Abb. 2/3 zu erkennen.

Als weiterer Vergleich wird in Abb. 2/5 entsprechend DIN 277-2 eine exemplarische Aufteilung der Nutzflächen in einem Krankenhaus nach [8] aufgetragen. Dabei darf „Heilen und Pflegen“ entsprechend DIN 277-2 natürlich nicht mit den Funktionsbereichen 1 (Untersuchung und Behandlung) und 2 (Pflege) nach DIN 13080 gleich gesetzt werden. Mit der Raumaufteilung für die Funktionsbereiche 1 und 2 in Beiblatt 2 zu DIN 13080 wird deutlich, dass diesen Funktionsbereichen auch andere Flächenanteile nach DIN 277-2 (zum Beispiel aus Nutzflächen NF 2 und NF 7 in Abb. 2/5) zugeordnet werden.

*Achtung:* Es gibt keine eindeutige Zuordnung zwischen den Flächen in DIN 13080 und den in EN 15221-6 definierten Grundflächen. Während in DIN 13080 Funktionsstellen zu den in Tab. 2/1 genannten Bereichen zusammengezogen werden, wird in EN 15221-6 nach der Funktionalität der einzelnen Räume getrennt:

- Sanitärflächen: Duschen, Umkleieräume, Toiletten, Räume für Reinigungspersonal, ...
- Nutzflächen: allgemeine Bereiche (Empfangs- und Wartebereiche, Restaurants, Archive, Vorrats- und Pausenbereiche, etc.), spezielle Bürobereiche, spezielle Krankenhausbereiche (medizinische Bereiche, Operationssäle, Diagnoseräume, etc.), ...

Diese Flächen sind in DIN 13080 in unterschiedlichen Funktionsbereichen integriert. Daher ist der Bezug zwischen Funktionsfläche und Nutzfläche nicht eindeutig, sondern nur der Bezug zwischen Funktionsfläche und der Summe aus Nutzfläche und Sanitärfläche. Auch zwischen DIN 277 und DIN 13080 gibt es keine einfache Zuordnung der Flächen. Es ist eine detailliertere Auflösung bei der Flächenbetrachtung nötig.

		Bestand	1. Bauabschnitt	Planungsziel
Bettenzahl		166	222	299
	Funktionsbereich			
Flächen je Bett in m <sup>2</sup>	1	16,3	21,5	19,1
	2	25,1	22,5	25,3
	3	0,8	1,4	1,0
	4	1,8	2,3	1,7
	5	6,5	6,9	5,8
	TF	6,2	5,4	3,9
	VF	28,0	24,4	23,8
	<b>Gesamt</b>		<b>84,8</b>	<b>84,5</b>

Tab. 2/5: Spezifische Flächen je Bett für die verschiedenen Funktionsbereiche nach DIN 13080



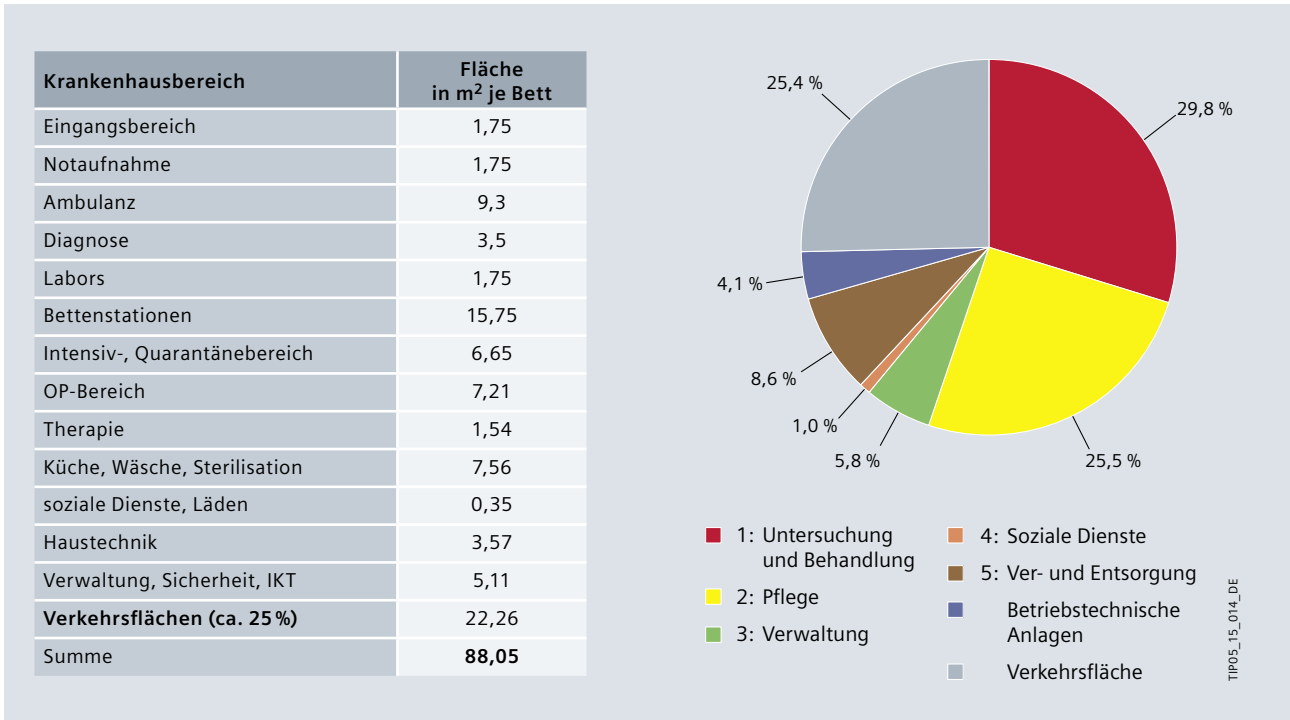


Abb. 2/4: Flächenaufteilung für Krankenhäuser bis 100 Betten nach IS 12433-2 (en: Indian standard) und Umsetzung nach Funktionsbereichen entsprechend DIN 13080

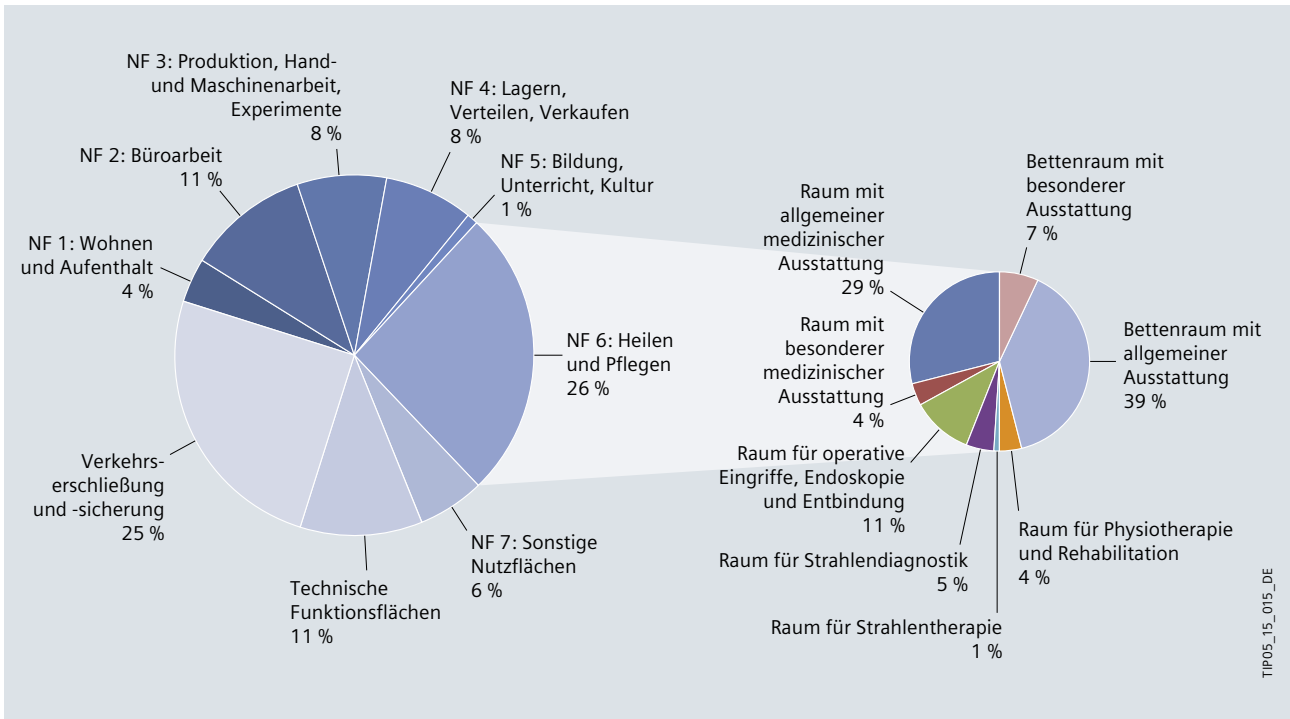


Abb. 2/5: Flächenaufteilung einer Universitätsklinik [8] entsprechend der Einteilung nach DIN 277-2

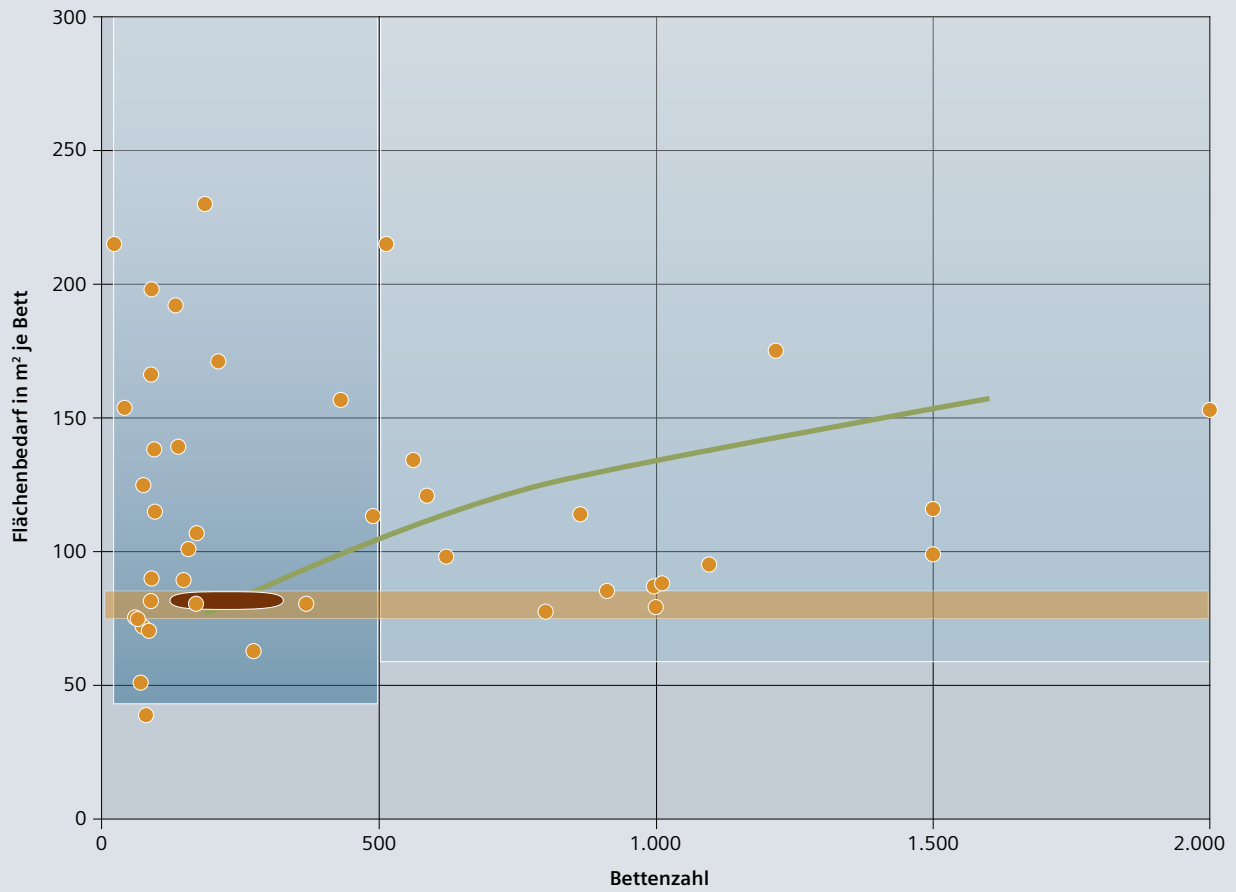
Im Weiteren wird von 80 m<sup>2</sup> für die Bruttogrundfläche je Bett ausgegangen, obwohl zahlreiche Veröffentlichungen stark abweichende Angaben machen, die in Tab. 2/6 und Abb. 2/5 zusammengefasst werden. Die große Schwankungsbreite macht deutlich, dass der Planer sich bereits für die ersten Abschätzungen mit dem

Auftraggeber abstimmen muss. Darum erscheint es ratsam, zumindest eine Abschätzung für die Aufteilung der Grundfläche in Funktionsbereiche zu erarbeiten (Tab. 2/5 kann dazu Anhaltspunkte liefern) und darauf aufbauend eine Abschätzung für den elektrischen Energie- und Leistungsbedarf vorzunehmen.







Land	Betten	Spezifische Fläche in m <sup>2</sup> je Bett (BGF)	Merkmale, Type	Referenz
China (Hongkong)	Nicht genannt	60	Krankenhaus für Rehabilitation und Erholung, Pflegeheim	[9]
		80	Bezirks- und Regionalkrankenhaus	
China	20–499	45 und mehr	Bereich 1 <sup>1)</sup>	[10]
	500 und mehr	60 und mehr	Bereich 2 <sup>1)</sup>	
Taiwan	900	86	Medical center, Taipei City	[11]
Deutschland	300	80	Mit Faktor BGF/NGF = 1,7	[12]
	50–800	80–255		
	1.000–3.200	500	Für Universitätskliniken, mit Faktor BGF/NGF = 1,7	
	Nicht genannt	65–83,92		[13]
	66–1.092	71,5–130,3	Spanne für 13 hessische Krankenhäuser, mit Faktor BGF/NF = 1,706 minimal und BGF/NF = 1,894 maximal aus [13]	[14]
USA	220	169		[15]
Kanada	200	250		[16]
Österreich	bis 250	20–100		[17]
	über 250	30–137,5		
Frankreich	45–631	90–217		[18]
Großbritannien	68–600	39–159		[18]

<sup>1)</sup> Aufteilung der Bereiche siehe Abb. 2/6

Tab. 2/6: Literaturwerte für den bettenspezifischen Flächenbedarf von Krankenhäusern



Legende:

	nach Tab. 2/5 entsprechend der Auswertung von DIN 13080
	nach Tab. 2/6 und zugehörigen Quellen
	Nutzen und Grenzen von betriebswirtschaftlichen Kennzahlen – eine Benchmarking-Methode für den praktischen Einsatz im Krankenhaus, 2008 – T. Förstemann, C. Hartung, in Vorträgen zur TK 2008 Technik im Krankenhaus Medizinische Hochschule Hannover
	Baumanagement und Bauökonomie: Aktuelle Entwicklungen (Leitfaden des Baubetriebs und der Bauwirtschaft), 2007, Herausgeber: J. Liebchen, M. Viering, C. Zanner
	Bereich 1 aus Tab. 2/6
	Bereich 2 aus Tab. 2/6

TIP05\_15\_016\_DE

Abb. 2/6: Flächenbedarf je Bett entsprechend Werten aus Tab. 2/5, Tab. 2/6 und aus Referenzen von Tab. 2/6



# 2



# Kapitel 3

## Erfahrungen beim elektrischen Energie- und Leistungsbedarf

3.1 Energieverbrauch	32
3.2 Elektrischer Leistungsbedarf für ein Krankenhaus	34

CITY HOSPITAL

# 3 Erfahrungen beim elektrischen Energie- und Leistungsbedarf

Bei der Planung der elektrischen Energieversorgung von Krankenhäusern stehen heute die Investitionskosten im Vordergrund. Aber dies ist nicht unbedingt gerechtfertigt, da die Betriebs- und Energiekosten die Gesamtkostenbilanz über die Gesamtnutzungsdauer nachhaltig beeinflussen können (siehe Abb. 3/1).

Auf den Elektrofachplaner kommt die verantwortungsvolle Aufgabe zu, Energieversorgungssysteme unter den Gesichtspunkten Betriebssicherheit und Energieeffizienz zu entwerfen. Die dabei erbrachte Leistung muss den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Das bedeutet, dass die Durchführungsverordnungen, die Verwaltungsvorschriften, die entsprechenden Normen (IEC, EN, DIN, ÖNORM, CEI, BS, SN, NEN, NF, GOST, GB, ...), die allgemeinen baurechtlichen Prüfzeugnisse und die allgemeinen baurechtlichen Zulassungen bei der Planung auch gewerkeübergreifend zu berücksichtigen sind. Unterstützung für die immer komplexeren Aufgaben bei der Planung bieten heute Lösungsansätze wie Totally Integrated Power (TIP), die mit durchgängigen Lösungen für die Energieverteilung und mit effizienten Engineering-Tools die Arbeit erleichtern.

Bei der Planung und Errichtung sind neben den spezifischen Vorgaben des Betreibers und des zuständigen Verteilnetzbetreibers (VNB) zahlreiche fachspezifische Normen, Vorschriften und Richtlinien zu beachten und einzuhalten. Diese Normen und Vorschriften variieren von Land zu Land, sodass der Planer sich bei internationalen Projekten am Gebäudestandort orientieren muss.

Bezogen auf die elektrische Energieversorgung erfolgt als wichtigste Aufgabe während der ersten Planungsphasen eine Abschätzung der benötigten Leistung. Um eine hohe Effizienz beim elektrischen Energieverbrauch des Gebäudes erreichen zu können, sollten die Komponenten mit einer Auslastung von durchschnittlich etwa 70 bis 80 % der Maximalleistung betrieben werden: Unterdimensionierung führt zu Fehlfunktionen, Überdimensionierung zu überhöhten Kosten.

Neben dem Wunsch nach niedrigen Investitionskosten besteht beim Auftraggeber meist der nach einer Reduktion der Betriebskosten. Zwar sind die Energiekosten (siehe Abb. 3/2) nur ein kleiner Teil der Sach- und Verbrauchskosten, die wiederum nur ein Teil der Gesamtkosten sind [19].

Dennoch sind sie ein Teil der Betriebskosten, den der Planer zu beachten hat. Dies wird deutlich, wenn man die Betriebskosten unterschiedlicher Infrastrukturgebäude vergleicht (Abb 3/1). Üblicherweise übertreffen die kumulierten Betriebskosten eines Krankenhauses die Investitionskosten bereits nach wenigen Jahren. Verantwortlich dafür sind der höhere Wartungsaufwand und die höheren Energiekosten im Vergleich zu anderen Gebäudetypen. Dementsprechend gibt es eine ganze Reihe von Studien und Datensammlungen zum Energieverbrauch von Krankenhäusern.

3

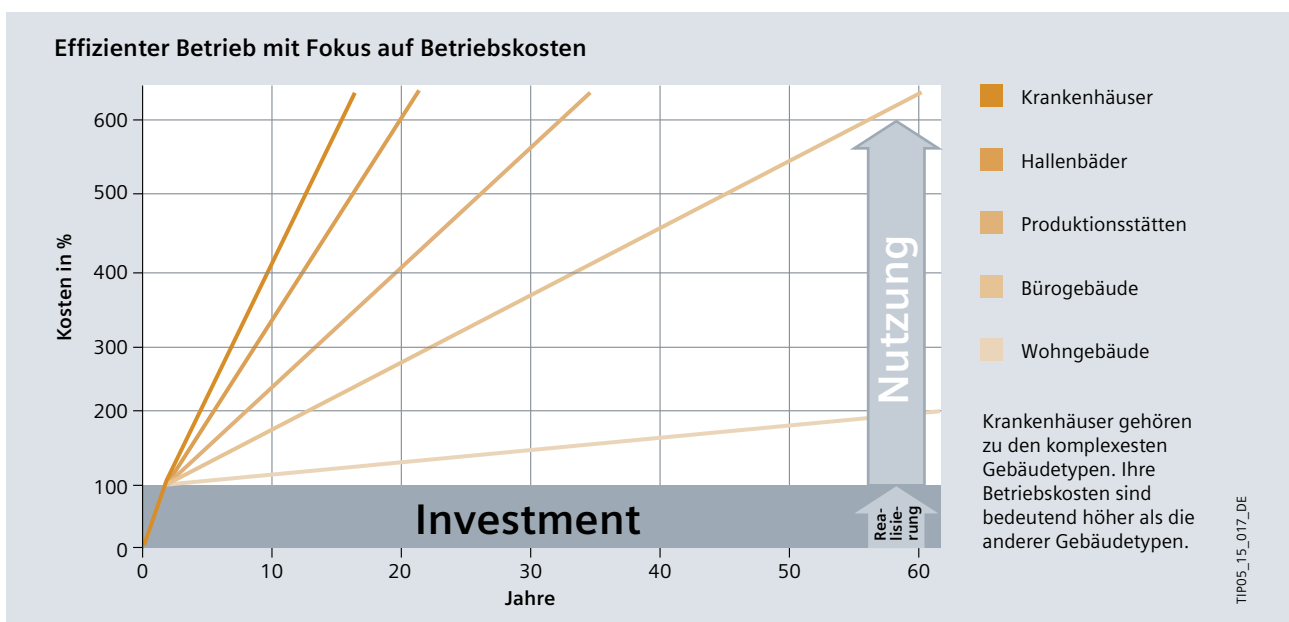


Abb. 3/1: Schematischer Betriebskostenvergleich zwischen Krankenhäusern und anderen Gebäudetypen

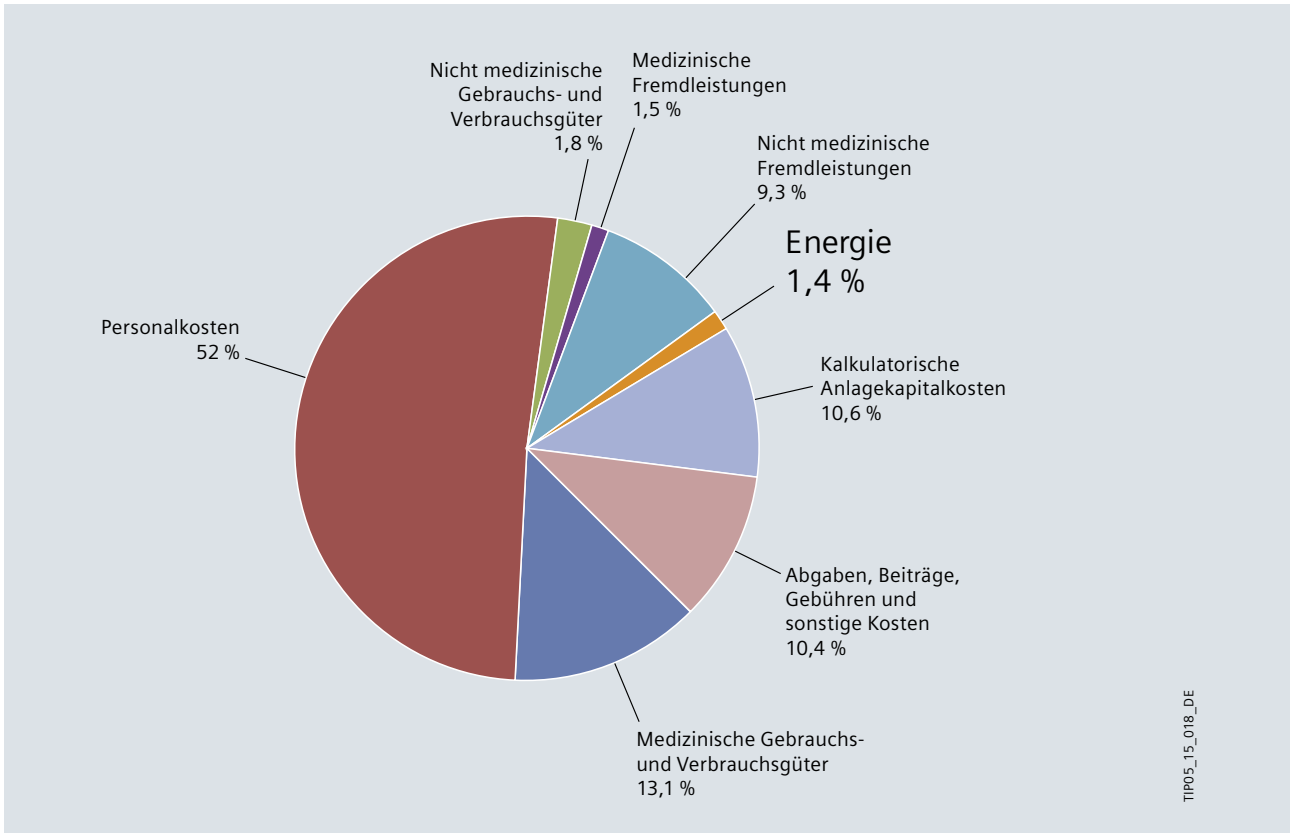


Abb. 3/2: Kosten im Krankenhausbetrieb [19]

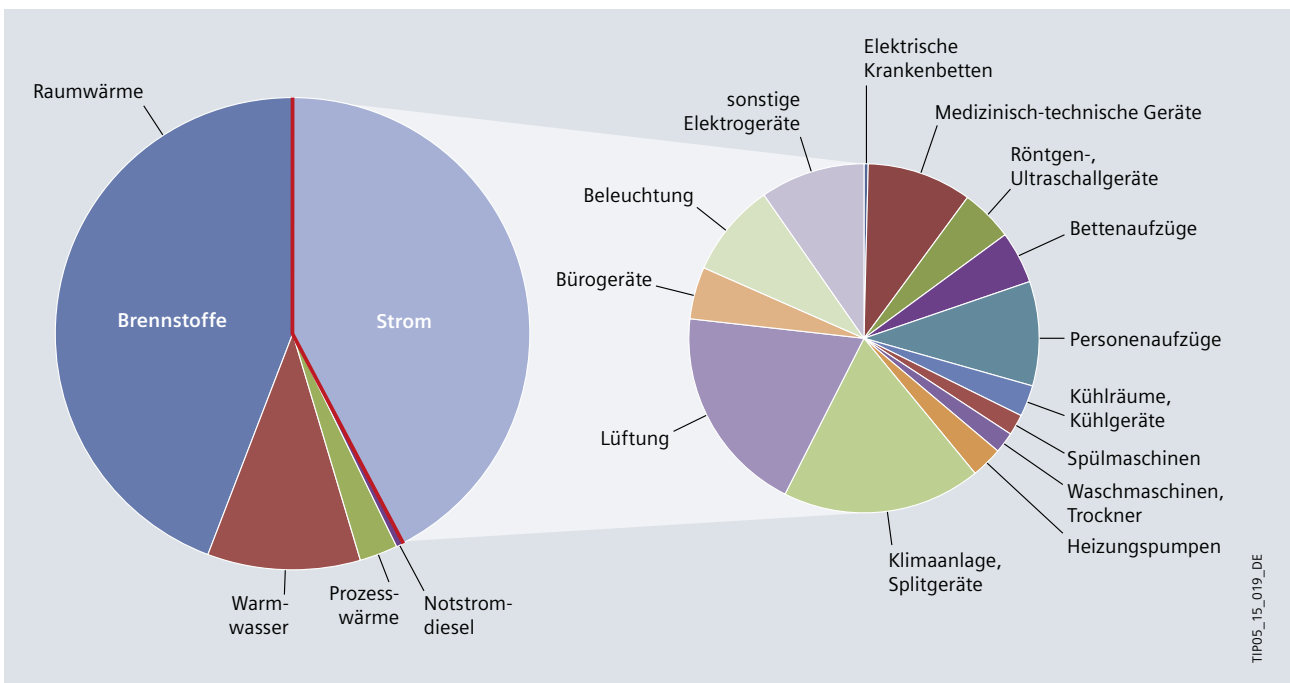


Abb. 3/3: Aufteilung des Energieverbrauchs im Krankenhaus [21]

### 3.1 Energieverbrauch

Die Aufteilung in Stromverbrauch und Energieverbrauch für Heizung und Klimatisierung durch Öl, Gas oder andere Energieträger wird stark von den projektspezifischen Gegebenheiten beeinflusst. In vielen Quellen (unter anderem [20]) wird ein Stromanteil von etwa 40% am Energieverbrauch im Krankenhaus abgeschätzt. Eine detaillierte Aufstellung ist in einer Studie für das deutsche BMWi [21] zu finden (Abb. 3/3). Aus den Daten dieser Studie resultiert ein spezifischer Flächenbedarf von 81,5 m<sup>2</sup> BGF je Bett.

Da jedes Krankenhausprojekt durch eigene Rahmenbedingungen gekennzeichnet ist, kann in Abb. 3/3 nur eine exemplarische Aufteilung wiedergegeben werden. Zum Beispiel führen die unterschiedlichen klimatischen Verhältnisse und die jeweils eingesetzte Raumklimatechnik sowie die Eigenschaften der verwendeten elektrischen Geräte und elektrisch betriebenen Einrichtungen wie Aufzüge, Beleuchtungstechnik, PCs, Server, medizinisch-elektrische (ME) Geräte, Unterhaltungselektronik in Patientenzimmern und vieles mehr zu einer Verschiebung der Anteile. Konkret wird zum Beispiel in einer Auswertung der US EIA (U. S. Energy Information Administration) [22] die Abhängigkeit von den verschiedenen Klimazonen in den USA beschrieben. Die Anteile der Energiekosten für Warmwasser variieren zwischen 22 und 32% und die für Heizung zwischen 16 und 42%, abhängig von der Klimazone, sodass die gesamte Schwankungsbreite faktisch einem Energieverbrauchsunterschied von rund 50% entspricht – und damit auch die Unterschiede bei den zugehörigen Energiekosten. Da für die Bereitstellung von Wärme, Kälte und Warmwasser auch elektrische Energie benötigt wird, variiert auch der Strombedarf entsprechend stark in Abhängigkeit von den klimatischen Verhältnissen.

Zudem wird der elektrische Energieverbrauch durch technische Ausstattung, Komfort, bauliche Gegebenheiten und lokale Umgebungsbedingungen im und um das Krankenhaus herum beeinflusst. Daher ist es verständlich, dass Auswertungen von Fläche, Bettenzahl und Stromverbrauch in Krankenhäusern keinen eindeutigen Zusammenhang zeigen (Abb. 3/4).

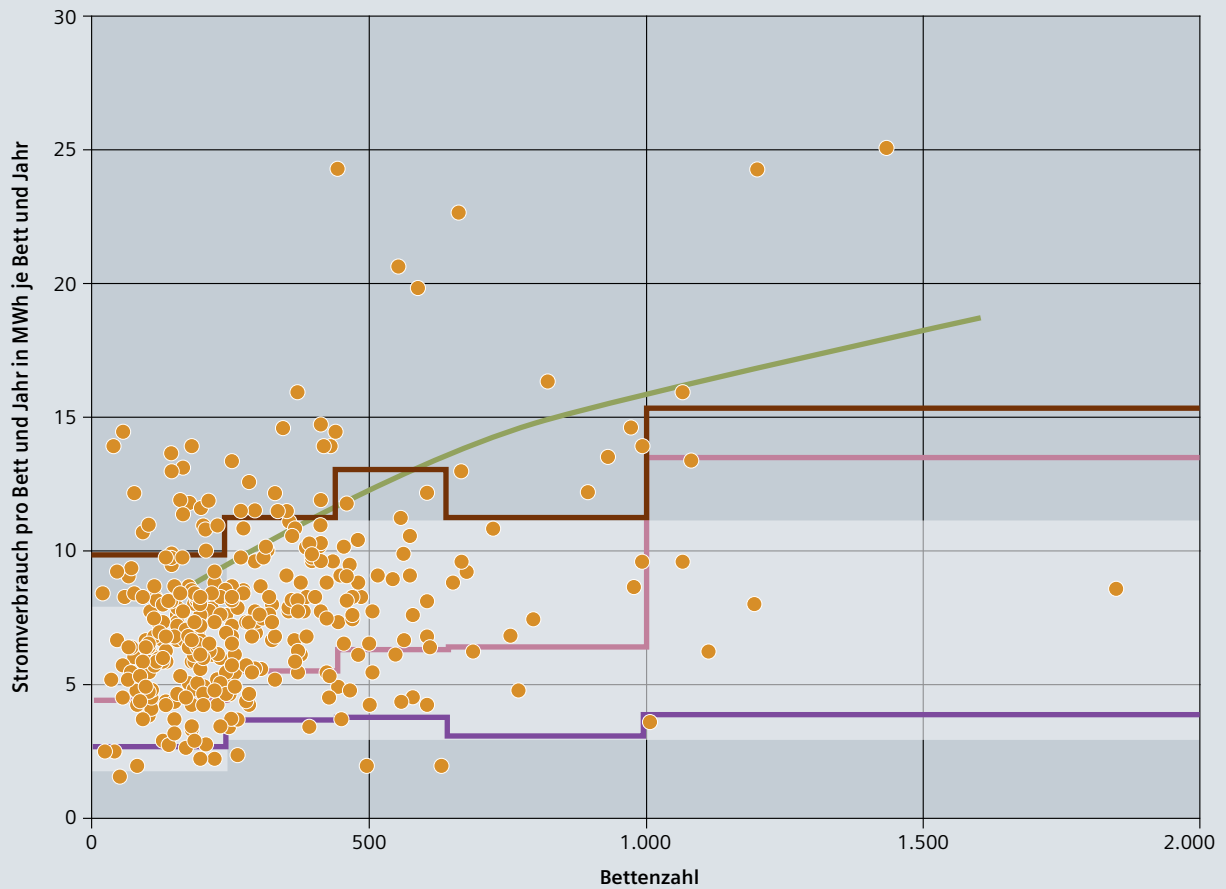
Interessant sind auch die landesspezifisch unterschiedlichen Werte aus [20], wobei speziell der Flächenaufwand pro Krankenbett offenbar von Land zu Land sehr verschieden ist (Tab 3/1).

Verglichen mit den Angaben aus VDI 3807 Blatt 2 (2014) liegen die Angaben, abgesehen von der Schweiz, mindestens doppelt so hoch, zum Teil sogar vier- bis sechsmal so hoch. Obwohl das Veröffentlichungsdatum von 1997 eine gewichtige Rolle spielen dürfte, kann dies allein die großen Unterschiede nicht erklären.

Land	Stromverbrauch in MWh je Bett und Jahr	Stromverbrauch in kWh je m <sup>2</sup> BGF und Jahr
Italien	ca. 5,1	
Schweiz		ca. 65
Niederlande	ca. 9,8	ca. 85
Belgien	ca. 10,2	ca. 85
Schweden	ca. 20	ca.100
Großbritannien		ca. 105
Griechenland		ca. 110
Kanada	ca. 23	ca. 335
USA		ca. 230
Australien	ca. 27,5	ca. 175

Tab. 3/1: Stromverbrauch von Krankenhäusern in verschiedenen Ländern [20]





Legende:

	nach ENERIEAGENTUR NRW [23]
	nach VDI 3807-2 (2014), Angaben für den Mittelwert
	nach VDI 3807-2 (2014), Angaben für den Richtwert
	nach ENERIEAGENTUR NRW [24]
	abgeleitet von Förstemann, Hartung [8]
	Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT) [25]

TIP05\_15\_020\_DE

Abb. 3/4: Jährlicher Stromverbrauch je Krankenhausbett in Abhängigkeit von der Bettenzahl

## 3.2 Elektrischer Leistungsbedarf für ein Krankenhaus

Bei der Abschätzung des Leistungsbedarfs führt eine unterschiedliche Betrachtungstiefe der Krankenhausgebäudestruktur zu drei Vorgehensweisen. Die Wahl einer der folgenden Vorgehensweisen sollte der Planer grundsätzlich mit dem Auftraggeber abstimmen:

1. Eine Abschätzung eines mittleren spezifischen Leistungsbedarfs pro Fläche oder Bett auf Basis der Fläche des Krankenhauses oder der vorgesehenen Bettenanzahl führt zu einer für die Vorplanung ausreichenden Angabe für die Peak-Leistung.
2. Für eine Auslegung/Planung der Energieverteilung nach Gesichtspunkten der Energieeffizienz und den Betriebsbedingungen in einem Smart Building werden ein durchschnittlicher Energieverbrauch und ein Peak-Faktor aus dem Lastprofil ermittelt. Mit der gewünschten Leistungsreserve kann auf eine betriebsnähere Peak-Leistung hin dimensioniert werden.
3. Bei Berücksichtigung der Funktionsbereiche nach DIN 13080 werden die Erfahrungswerte für den Leistungsbedarf unterschiedlicher Verbrauchergruppen in den einzelnen Funktionsbereichen eines Krankenhauses verwendet. Das Vorgehen wird in Abschnitt 3.2.3 am Beispiel aus DIN 13080-4 beschrieben (siehe Tab. 2/2 und Tab. 2/5).

### 3.2.1 Abschätzung eines mittleren spezifischen Leistungsbedarfs

In der Literatur gibt es nur wenige Angaben zum elektrischen Leistungsbedarf spezifisch für Krankenhäuser (Tab. 3/2). Dabei wird meist der Bezug zur Bettenzahl gewählt. Analog zum Energieverbrauch ist deshalb für die Planung einer flächenbezogenen Leistung wieder die Relation zwischen Patientenbett und Fläche wichtig, wobei insbesondere auf die Kennzeichnung der Fläche (BGF, NGF, NF, HNF, ...) zu achten ist. Deshalb sind in Tab. 3/2 beide Werte, die der deutsche Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (kurz AMEV) in seinen Broschüren Nr. 128 von 2015 [26] und Nr. 98 von 2007 [27] angegeben hat, aufgeführt.

Der Übergang von HNF auf NGF in den AMEV-Broschüren ist verständlich, da der Begriff Hauptnutzfläche HNF nicht mehr in den aktuelleren Normen der DIN 277 definiert wird. Bei den AMEV-Angaben von 2007 und 2015 werden entsprechend die Unterschiede zwischen Hauptnutzfläche und Nettogrundfläche deutlich ( $NGF \approx 2,3 \times HNF$  für Krankenhäuser).

Zur besseren Vergleichbarkeit werden die flächenbezogenen Werte – soweit vorhanden – auf die Bruttogrundfläche (BGF) umgerechnet. Es wird ein Faktor von 1,1 für das Verhältnis von BGF zu NGF angenommen.

Referenz				Daten			Spezifischer Leistungsbedarf		
Titel	Autor / Herausgeber	Land	Jahr	Betten	Fläche in m <sup>2</sup>	Leistung in kW	Leistung je Fläche in W je m <sup>2</sup>	Leistung / BGF in W je m <sup>2</sup>	Leistung je Bett in kW
Elt-Anlagen 2015, Broschüre Nr. 128 [26]	AMEV	Deutschland	2015				27 <sup>1)</sup> 17–37 <sup>2)</sup> NGF	25 <sup>1)</sup> 15–34 <sup>2)</sup>	1,8 <sup>1)</sup> 1,4–2,1 <sup>2)</sup>
Elt-Anlagen 2007, Broschüre Nr. 98 [27]	AMEV	Deutschland	2007				55 <sup>1)</sup> 40–70 <sup>2)</sup> HNF	22 <sup>1)</sup> 16–28 <sup>2)</sup>	1,5 <sup>1)</sup> 1,4–1,6 <sup>2)</sup>
Energie im Krankenhaus [28]	EnergieAgentur NRW	Deutschland	2000	500		930			1,9
Leitfaden Energieeffizienz für Krankenhäuser [24]	EnergieAgentur NRW	Deutschland	2010					15 <sup>4)</sup>	0,8–1,3
Blockheizkraftwerke in Krankenhäusern [23]	ASUE	Deutschland	2010	225		530			2,4
Energieeffizientes Krankenhaus – für Klimaschutz und Kostensenkung [29]	S. Leittretter (Herausgeber)	Deutschland	2005	508 <sup>5)</sup>	42.250 NGF	900 730 <sup>3)</sup>	21,2 17,3 <sup>3)</sup> NGF	19,3 15,7 <sup>3)</sup>	1,8 1,4 <sup>3)</sup>
Rationelle Versorgung mit Strom, Wärme und Kälte im Malteser-Krankenhaus Kamenz [30]	EU-Programm THERMIE Projekt-Nr.: BU/0065/97	Deutschland	2000	235		440			1,9
Ergebnisse eines Versorgungskonzeptes für das Krankenhaus der Barmherzigen Schwestern Linz [31]	Krankenhaus BHS Linz	Österreich	2003	730		1.400			1,9
ENERGY COST AND CONSUMPTION IN A LARGE ACUTE HOSPITAL [11]	International Journal on Architectural Science, Vol. 5, Number 1	Taiwan	2004	900	77.695 BGF	3.300 <sup>6)</sup>		42,5	3,7
ENERGY EFFICIENCY OPPORTUNITIES IN ONTARIO HOSPITALS [32]	Sure Solutions Inc.	Kanada	2006					ca. 37 <sup>1)</sup> 27–56 <sup>2)</sup>	
HTM 06-01: Electrical services supply and distribution – Part A: Design considerations [33]	Department of Health	UK	2007				44–88 HNF	17–35 <sup>7)</sup> BGF	

<sup>1)</sup> Mittelwert

<sup>2)</sup> Wertebereich

<sup>3)</sup> Reduzierung der elektrischen Hauslast von 900 auf 730 kW durch Stromeinsparmaßnahmen (2003)

<sup>4)</sup> Angabe in der Referenz nach Quelle: Energetische Untersuchung von Gebäuden im Altenheim- und Klinikbereich, S. Herbst, HLH Bd. 47, 1996

<sup>5)</sup> Beispiel Krankenhaus Agatheried (Referent: W. Köhler)

<sup>6)</sup> Über 50% der elektrischen Leistung

<sup>7)</sup> Bruttogrundfläche = 1,1 × Nettogrundfläche; Nettogrundfläche = 2,3 × Hauptnutzfläche

Tab. 3/2: Elektrischer Leistungsbedarf von Krankenhäusern nach Literaturangaben

### 3.2.2 Abschätzung des Leistungsbedarfs über einen mittleren Energieverbrauch und einem spezifisch gewählten Peak-Faktor

Mit Hilfe von Lastganglinien lässt sich aus den Energieverbrauchsdaten eines Krankenhauses der spezifische Leistungsbedarf abschätzen. Dabei müssen sowohl die Toleranzen bei den Energieverbrauchswerten wie in Kap. 3.1 beschrieben, als auch die Varianz bei den Ganglinien für den zeitabhängigen Energieverbrauch berücksichtigt werden. Hier gehen zum Beispiel stark der Umfang und die technischen Ausprägungen von Zusatzfunktionen wie Küche, Wäscherei, Restaurant/Cafeteria sowie klimatische Verhältnisse und der medizintechnische Aufwand in die Betrachtung mit ein.

Der Leistungsbedarf kann aus dem mittleren Energieverbrauch (pro Bett oder Fläche) abgeschätzt werden, wenn aus der Ganglinie die Relation zwischen dem Spitzenwert und dem integralen Mittelwert bestimmt wird. Das heißt – abgesehen von der vorgesehenen Verbrauchssituation – führen zwei Abschätzungen zu einem Leistungsbedarfswert für die Vorplanung:

- Eine Abschätzung für den mittleren Energieverbrauch (pro Bett oder Fläche)
- Eine Abschätzung zur Relation zwischen mittlerem Leistungsbedarf und Peak-Leistung

Aus der Ganglinie kann anhand der Kurvenform zusammen mit dem mittleren Energieverbrauch (pro Bett oder Fläche) auf die maximal benötigte Leistung (pro Bett oder Fläche) geschlossen werden. Dabei sollte ein zusätzlicher Reservefaktor eingerechnet werden. Abb. 3/5 zeigt einige Beispiele für Lastgänge, wie sie in Krankenhäusern üblich sind. Leider liefert hier die europäische Norm EN 15232 mit einer konstanten Lastganglinie für Krankenhäuser über die gesamten 24 Stunden am Tag keine sehr realistische Einschätzung der Verhältnisse.

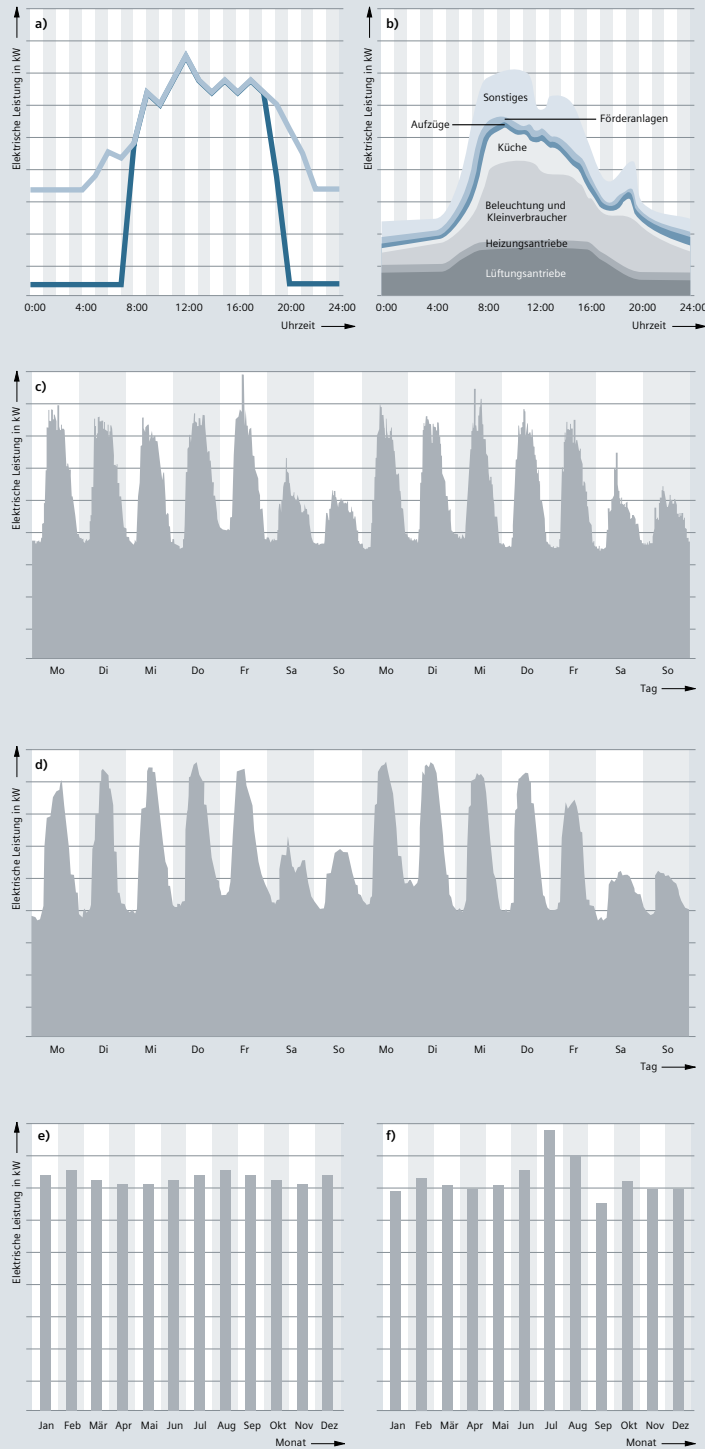
Für den Peak-Faktor ohne Reservefaktor werden die Lastkurven a) bis d) aus Abb. 3/5 ausgewertet:

- Peak-Faktor (a – Bettenklinik) =  $1/0,70 = 1,43$
- Peak-Faktor (a – Tagesklinik) =  $1/0,44 = 2,27$
- Peak-Faktor (b) =  $1/0,59 = 1,69$
- Peak-Faktor (c) =  $1/0,60 = 1,67$
- Peak-Faktor (d) =  $1/0,65 = 1,54$

Die monatlichen Verbrauchsunterschiede lassen klimatische Einflussfaktoren erkennen. Während Abb. 3/5 a) wegen des ausgeglichenen britischen Klimas keine großen Energieverbrauchsunterschiede für Sommer- und Wintermonate zeigt, lässt sich für deutsche Verhältnisse (Literaturhinweis [23] stammt aus Nordrhein-Westfalen) ein Einfluss der Klimatisierung auf den Stromverbrauch in den heißen Monaten Juli und August erkennen. Solche monatlichen Schwankungen können durch einen jahreszeitlich bedingten Toleranzfaktor für den Unterschied zwischen Energieverbrauchsmittelwert und Peak-Leistung berücksichtigt werden.

Mit einem jährlichen Energieverbrauch zwischen 4,425 und 13,605 MWh je Bett nach VDI 3807 Blatt 2 und unter Berücksichtigung eines Jahreszeitfaktors von 1,25 (siehe Abb. 3/5 e) und f) sowie einer Leistungsreserve von 20% ergibt sich bei einem mittleren Peak-Faktor von 1,72 eine Spanne von 1,3 kW je Bett bis 4,0 kW je Bett (Mittelwert ist 1,5 kW je Bett, da der Mittelwert für den Stromverbrauch 5 MWh je Bett nach VDI 3807 Blatt 2 beträgt). Dieser Wertebereich stimmt gut mit den Angaben aus Tab. 3/2 überein. Für die Ausbaustufen des fiktiven Krankenhausmodells nach DIN 13080 (Tab. 2/5) ergeben sich folgende Spannen für den Leistungsbedarf:

- Ausgangssituation (166 Betten):  
von 216 kW bis 664 kW – Mittelwert: 250 kW
- Ausbauphase 1 (222 Betten):  
von 289 kW bis 888 kW – Mittelwert: 333 kW
- Endzustand (299 Betten):  
von 390 kW bis 1.246 kW – Mittelwert: 450 kW



TIPO5\_15\_058\_DE

Abb. 3/5: Lastkurven für Krankenhäuser aus verschiedenen Quellen

### 3.2.3 Abschätzung des Leistungsbedarfs über Erfahrungswerte für Funktionsbereiche nach DIN 13080

Es muss an dieser Stelle nochmals betont werden, dass alle Angaben zum Energie- und Leistungsbedarf nur grobe Anhaltspunkte liefern können. Diese müssen im Verlauf einer konkreten Planung durch projektspezifische Leistungsbedarfsangaben ersetzt werden. Bei den Werten in Tab. 3/3 sind die Erfahrungen aus der Krankenhausplanung eingeflossen, um einen detaillierteren Einblick in die Energieverteilungsstruktur eines Krankenhauses berücksichtigen zu können. Trotzdem müssen für den elektrischen Leistungsbedarf der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) und für die medizintechnische Ausrüstung des Krankenhauses die konkreten Verhältnisse möglichst genau in die Abschätzung einbezogen werden. In Tab. 3/3 werden deshalb Angaben für Minimal- und Maximalwerte aus dem Erfahrungsspektrum gemacht. Es werden mittlere Auslastungsfaktoren in den Leistungsangaben berücksichtigt, wobei der Planer selbst eine realitätsnahe Einordnung vornehmen sollte, die ohne Weiteres auch außerhalb der angegebenen Grenzen liegen kann.

Mit den Flächenangaben für die in Tab. 2/5 nach DIN 13080 beschriebenen Ausbaustufen und den Angaben aus Tab. 3/3 kann der Gesamtleistungsbedarf für die AV- und die SV-Versorgung abgeschätzt werden:

- Geschätzter AV-Leistungsbedarf 0,9 bis 3,8 kW je Bett
- Geschätzter SV-Leistungsbedarf 0,45 bis 1,9 kW je Bett

Damit ergibt sich ein Leistungsbedarf zwischen 1,4 und 5,7 kW je Bett.

Dieser Wertebereich deckt sich gut mit den zuvor gemachten Abschätzungen.

	Licht AV		Licht SV		Steckdosen AV		Steckdosen SV	
	Leistung in W je m <sup>2</sup> BGF	GF	Leistung in W je m <sup>2</sup> BGF	GF	Leistung in W je m <sup>2</sup> BGF	GF	Leistung in W je m <sup>2</sup> BGF	GF
Funktionsbereich								
1	6	0,7	3	0,7	11	0,4	8	0,3
2	6		3		11		8	
3	6–12		3–6		11		8	
4	6–9		3–6		11		8	
5	4–7		2–4		11		8	
Technikflächen	2–3		1,3–2		11		8	
Verkehrsflächen	4	2	11	8				

	Geräte Med.-Technik AV		Geräte Med.-Technik SV		Geräte TGA AV		Geräte TGA SV	
	Leistung in W je m <sup>2</sup> BGF	GF	Leistung in W je m <sup>2</sup> BGF	GF	Leistung in W je m <sup>2</sup> BGF	GF	Leistung in W je m <sup>2</sup> BGF	GF
Funktionsbereich								
1	6–50	0,4–0,6	20–75	0,2–0,6	0–9	0,7		
2	0–10		0–12		0–12			
3					0–6		0–20	0,5
4					20–60			
5	0–120		0–9		0,2–0,6		6–12	
Technikflächen				60–350	15–70	0,5		
Verkehrsflächen					1,3–12	0,5		

Tab. 3/3: Erfahrungswerte für den flächenspezifischen Leistungsbedarf und zugehörige Gleichzeitigkeitsfaktoren (GF) für die Funktionsbereiche im Krankenhaus entsprechend DIN 13080

A long, brightly lit hospital corridor with a person in white walking in the distance. The floor is highly reflective, and the ceiling has recessed lighting. The walls are light-colored, and there are glass doors and panels along the sides.

# Kapitel 4

## Strukturierung der Krankenhausstromversorgung

- 4.1 Struktur der Stromverteilung im Krankenhaus und Abschätzung des Leistungsbedarfs für einzelne Funktionsbereiche 40
- 4.2 Gruppierung der Krankenhausbereiche bezüglich des Einsatzes von ME-Geräten und damit verbundenen Gefährdungen 42
- 4.3 Klassifizierung nach der zulässigen Umschaltzeit auf eine Stromversorgung für Sicherheitszwecke 45
- 4.4 Schutzerfordernungen in der Krankenhausstromversorgung 47
- 4.5 Schematisches Konzept einer Stromversorgungsstruktur im Krankenhaus 50

# 4 Strukturierung der Krankenhausstromversorgung

Die bisher gemachten Abschätzungen für den Leistungsbedarf berücksichtigen nur grob die Struktur, den Aufbau, die unterschiedlichen Funktionen und viele weitere Randbedingungen für die Planung der elektrischen Energieverteilung eines Krankenhauses. Infolgedessen müssen für die Anhaltswerte in Kap. 3 große Spannbreiten angegeben werden. Selbstverständlich ist der Planer an einer verlässlichen Abschätzung interessiert, die er auf Basis einer immer feiner durchgeführten Betrachtung der Erfordernisse für Sicherheit, Funktion und Zusammenspiel der Einrichtungen erhält. Für einen Überblick können die aus der DIN 13080 bekannten Funktionsbereiche aufgabenspezifisch unterteilt werden.

## 4.1 Struktur der Stromverteilung im Krankenhaus und Abschätzung des Leistungsbedarfs für einzelne Funktionsbereiche

Entsprechend den spezifischen Aufgaben und Funktionen erfolgt bei der Krankenhausplanung eine Aufteilung nach typischen Stationen und Abteilungen, die sich auch in der Ausstattung und dem Leistungsbedarf deutlich unterscheiden. Diese Aufteilung der Nutzflächen nach DIN 13080 ist in Tab. 4/1 wiedergegeben.

Vorgaben für eine systematische Unterteilung der unterschiedlichen medizinischen Bereiche hinsichtlich der Anforderungen an die elektrische Energieversorgung werden in der Norm IEC 60364-7-710 beschrieben. Besonders hervorgehoben wird, dass die Einteilung stets in Abstimmung mit dem medizinischen Personal und den Verantwortlichen für Arbeitssicherheit zu erfolgen hat.

Für die Konzeptplanung ist eine frühzeitige, aufgabenspezifische Abschätzung des Leistungsbedarfs sinnvoll. Daraus ergibt sich dann eine Aufteilung in Stromkreise (siehe [36]). Die allgemeinen Anforderungen an eine Stromversorgung von Einrichtungen für Sicherheitszwecke in Gebäuden werden in IEC 60364-5-56 beschrieben. Die Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art werden in der 700er Normenreihe behandelt – die Anforderungen bezüglich medizinisch genutzter Bereiche in der IEC 60364-7-710.

Entsprechend dieser Norm sind für Krankenhäuser spezielle Stromversorgungs- und Stromverteilungseinrichtungen für medizinisch genutzte Bereiche nötig, die zusammen mit einer Sicherheitsstromversorgung (zum Beispiel für Sicherheitsbeleuchtung, Löschanlagen, Feuerwehraufzüge) und einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV; zum Beispiel für kritische IKT-Einrichtungen) in ein Stromverteilungskonzept integriert werden müssen. IEC 60364-7-710 unterteilt die medizinisch genutzten Bereiche in Gruppen und Klassen und spezifiziert entsprechende Anforderungen.



<b>1</b>	<b>Untersuchung und Behandlung</b>	<b>4</b>	<b>Soziale Dienste</b>
1.1	Aufnahme und Notfallversorgung	4.1	Serviceeinrichtungen
1.2	Arztdienst	4.2	Seelsorge und Sozialdienst
1.3	Funktionsdiagnostik	4.3	Personalumkleiden
1.4	Endoskopie	4.4	Personalspeisenversorgung
1.5	Laboratoriumsmedizin		
1.6	Prosektur/Pathologie	<b>5</b>	<b>Ver- und Entsorgung</b>
1.7	Radiologische Diagnostik	5.1	Arzneimittelversorgung
1.8	Nuklearmedizinische Diagnostik	5.2	Sterilgutversorgung
1.9	Operation	5.3	Geräteversorgung
1.10	Entbindung	5.4	Bettenaufbereitung
1.11	Strahlentherapie	5.5	Speisenversorgung
1.12	Nuklearmed. Therapie	5.6	Wäscheversorgung
1.13	Physikalische Therapie	5.7	Lagerhaltung und Güterumschlag
1.14	Ergotherapie	5.8	Wartung und Reparatur
1.15	Bereitschaftsdienst	5.9	Abfallbeseitigung
		5.10	Haus- und Transportdienst
<b>2</b>	<b>Pflege</b>	<b>6</b>	<b>Forschung und Lehre</b>
2.1	Allgemeinpflege	6.1	Forschung
2.2	Wöchnerinnen- und Neugeborenenpflege	6.2	Lehre
2.3	Intensivmedizin	6.3	Ausbildung und Schulung
2.4	Dialyse		
2.5	Säuglings- und Kinderkrankenpflege		
2.6	Infektionskrankenpflege	<b>7</b>	<b>Sonstiges</b>
2.7	Pflege psychisch Kranker	7.1	Rettungsdienst
2.8	Pflege – Nuklearmedizin	7.2	Limited-Care-Dialyse
2.9	Aufnahmepflege	7.3	Kinderbetreuung
2.10	Pflege – Geriatrie	7.4	Dienstleistungen nach außen
2.11	Tagesklinik	7.5	Dienstleistungen von außen
		7.6	Wohnen
<b>3</b>	<b>Verwaltung</b>		
3.1	Leitung und Verwaltung		
3.2	Archivierung		
3.3	Information und Dokumentation		
3.4	Bibliothek		

Tab. 4/1: Krankenhausunterteilung nach DIN 13080

## 4.2 Gruppierung der Krankenhausbereiche bezüglich des Einsatzes von ME-Geräten und damit verbundenen Gefährdungen

Für die Aufteilung in Gruppen ist die Nutzung medizinischer elektrischer (ME) Geräte nach IEC 60601-1 in den entsprechenden Bereichen zu beachten und in die Grup-

pen 0, 1 oder 2 (oder 0, 1, 2 oder 3 in den Niederlanden NEN 1010-7-710) entsprechend IEC 60364-7-710 aufzuteilen. Für diese Gruppen sind dann die in der Norm beschriebenen Anforderungen zu erfüllen. Unterschiede bei den Einstufungsmerkmalen für die drei international genutzten Gruppen zwischen der deutschen Vorgängernorm VDE 0107 und der aktuellen IEC 60364-7-710 werden in Tab. 4/2 einander gegenübergestellt.

		Einsatz von ME-Geräten	Gefahr für Patienten	Fehlerverhalten	Zulässige Nutzungseinschränkungen
<b>Gruppe 0</b>	IEC 60364-7-710	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kein Einsatz von Anwendungsteilen von ME-Geräten, die bei normalem Gebrauch in Berührung mit dem Patienten kommen</li> </ul>	Keine Lebensgefahr bei Unterbrechung der Stromversorgung		
	DIN VDE 0100-710 Bbl1 (informativ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kein Einsatz oder ME-Geräte, die keine Verbindung zum Patienten haben</li> </ul>	Keine Lebensgefahr bei Unterbrechung der Stromversorgung	Abschalten der elektrischen Anlage bei Auftreten eines beliebigen ersten Fehlers (Körper- oder Erdschluss) oder Ausfall der allgemeinen Versorgung ist zulässig	Untersuchungen und Behandlungen können jederzeit beliebig lang unterbrochen werden
	DIN VDE 0107 (nicht aktuell)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kein Einsatz oder ME-Geräte, die keine Verbindung zum Patienten haben oder</li> <li>ME-Geräte, die gemäß Angaben in Begleitpapieren auch außerhalb medizinischer Bereiche zugelassen sind oder ME-Geräte, die ausschließlich aus integrierten Stromquellen versorgt werden</li> </ul>			
	ÖVE/ÖNORM E 8007	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kein Einsatz oder ME-Geräte, die gemäß Angaben in Begleitpapieren auch außerhalb medizinischer Bereiche zugelassen sind oder</li> <li>ME-Geräte, die ausschließlich aus integrierten Stromquellen versorgt werden</li> </ul>			
	NEN 1010-7-710	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kein Einsatz von Anwendungsteilen von ME-Geräten, die bei normalem Gebrauch in Berührung mit dem Patienten kommen</li> </ul>	Keine Lebensgefahr bei Unterbrechung der Stromversorgung		

Tab. 4/2: Einordnung medizinisch genutzter Bereiche in Gruppen entsprechend unterschiedlichen Normen (DIN: Deutschland; NEN: Niederlande; ÖVE/ÖNORM: Österreich)

		Einsatz von ME-Geräten	Gefahr für Patienten	Fehlerverhalten	Zulässige Nutzungseinschränkungen
<b>Gruppe 1</b>	IEC 60364-7-710	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nur äußerlicher Einsatz</li> <li>Invasiver Einsatz, ausgenommen der Einsatzfälle von Gruppe 2</li> </ul>	Keine Bedrohung der Patientensicherheit durch Unterbrechung der Stromversorgung		Untersuchungen und Behandlungen können jederzeit beliebig lang unterbrochen werden
	DIN VDE 0107 (nicht aktuell)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Netzabhängige ME-Geräte mit bestimmungsgemäßer Patientenberührung bei Untersuchungen und Behandlungen</li> </ul>		Abschalten der Räume bei Auftreten eines beliebigen ersten Fehlers (Körper- oder Erdschluss) oder Ausfall der allgemeinen Versorgung ist zulässig	Untersuchungen und Behandlungen können jederzeit beliebig lang unterbrochen werden
	ÖVE/ÖNORM E 8007	<ul style="list-style-type: none"> <li>Netzabhängige ME-Geräte mit bestimmungsgemäßer Patientenberührung bei Untersuchungen und Behandlungen</li> </ul>		Abschalten der Räume bei Auftreten eines beliebigen ersten Fehlers (Körper- oder Erdschluss) oder Ausfall der allgemeinen Versorgung ist zulässig	Untersuchungen und Behandlungen können jederzeit beliebig lang unterbrochen werden
	NEN 1010-7-710	<ul style="list-style-type: none"> <li>Äußerlicher Einsatz (galvanischer Einsatz)</li> <li>Invasiver Einsatz, ausgenommen der Einsatzfälle von Gruppe 2 und 3</li> </ul>			
<b>Gruppe 2</b>	IEC 60364-7-710	<ul style="list-style-type: none"> <li>ME-Geräte, die interkardial eingesetzt werden oder die bei lebenswichtigen Behandlungen und chirurgischen Operationen eingesetzt werden</li> </ul>	Eine Unterbrechung (Fehler) in der Stromversorgung von ME-Geräten bei lebenswichtigen Behandlungen und chirurgischen Operationen kann Lebensgefahr verursachen		
	DIN VDE 0107 (nicht aktuell)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Netzabhängige ME-Geräte, die bei operativen Eingriffen und lebenswichtigen Maßnahmen genutzt werden</li> </ul>		Bei Auftreten eines ersten Körper- oder Erdschluss oder Ausfall der allgemeinen Versorgung müssen die ME-Geräte weiter betrieben werden können	Untersuchungen und Behandlungen können nicht ohne Gefahr für den Patienten unterbrochen und wiederholt werden
	ÖVE/ÖNORM E 8007	<ul style="list-style-type: none"> <li>Netzabhängige ME-Geräte, die bei operativen Eingriffen und lebenswichtigen Maßnahmen genutzt werden</li> </ul>		Bei Auftreten eines ersten Körperschluss oder Ausfall der allgemeinen Versorgung müssen die ME-Geräte weiter betrieben werden können	Untersuchungen und Behandlungen können nicht ohne Gefahr für den Patienten unterbrochen und wiederholt werden
	NEN 1010-7-710	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei lebenswichtigen Behandlungen eingesetzte ME-Geräte</li> <li>Ein elektrischer Leiter kommt in Berührung mit Körperflüssigkeit (galvanischer Kontakt), aber nicht entsprechend Gruppe 3</li> </ul>	Eine Unregelmäßigkeit (Ausfall) in der Stromversorgung von ME-Geräten kann bei lebenswichtigen Behandlungen Lebensgefahr verursachen		
<b>Gruppe 3</b>	NEN 1010-7-710	<ul style="list-style-type: none"> <li>Behandlungen am oder im Herzen, mit außerhalb des Patienten zugänglichen, elektrischen Leiter (galvanischer Kontakt)</li> </ul>			

Um die Anforderungen der Gruppe 0 deutlicher abzugrenzen, wurde im Jahr 2014 ein deutsches Beiblatt (DIN VDE 0100-710 Bbl 1) veröffentlicht. Dieses wird ebenso wie die aktuell gültigen Normen in Österreich (ÖVE/ÖNORM E 8007) und den Niederlanden (NEN 1010-7-710) in Tab. 4/2 berücksichtigt.

Der Vergleich in Tab. 4/2 hinsichtlich der Nutzung von ME-Geräten zwischen IEC 60364-7-710, DIN VDE 0107 und ÖVE/ÖNORM E8007 verdeutlicht die unterschiedlichen Beschränkungen. Für die Einordnung zur Gruppe 2 wird in IEC 60734-7-710 die Lebensgefahr des Patienten betont, während in DIN VDE 0107 und ÖVE/ÖNORM E 8007 bereits eine Unterbrechung der Untersuchung oder Behandlung genügt, die zu einer „Gefahr für den Patienten“ führen kann. Es ist zu beachten, dass vergleichbare Raumtypen unterschiedlichen Gruppen zugeordnet werden können, abhängig von der Nutzung eines Raums.

In den Niederlanden (NEN 1010-7-710) wird die Gruppe 2 aufgeteilt in Gruppe 2 und Gruppe 3. Dabei werden in Gruppe 3 die Behandlungen aus Gruppe 2 der IEC 60364-7-710 separiert, bei denen ein elektrischer Leiter mit dem Herzen in Kontakt kommen kann und dieser Leiter außerhalb des Patientenkörpers zugänglich

ist. Zusätzlich zu den Anforderungen für Gruppe 2 werden für Bereiche der Gruppe 3 weitere Maßnahmen gefordert, wie zum Beispiel der Schutz durch eine nicht leitende Umgebung, was einen besonderen Aufwand für die Isolierung solcher Bereiche bedeutet (siehe Kap. 4.4). Auch für die weiteren Erläuterungen zu medizinischen Bereichen der Gruppe 2 – zum Beispiel für Schutzmaßnahmen, Einrichtungen und Betriebsmittel – sind für die Niederlande die Einbeziehung der Gruppe 3 zu beachten.

Die britische Norm BS 7671 orientiert sich bei der Einordnung von Gruppen und Klassen im informativen Anhang A710 an der IEC 60364-7-710, verweist aber zudem auf HTM 06-01 (Part A) [33]. Darin werden Risikokategorien sowohl für das sogenannte klinische Risiko als auch für das nicht klinische Risiko und allgemeine Betriebsrisiko (en: non-clinical and business continuity risk) definiert (siehe Übersicht in Tab. 4/3). Die klinischen Risikokategorien 3, 4 und 5 entsprechen den Gruppen 0, 1 und 2 der IEC 60364-7-710. Nach HTM 06-01 (Part A) erfolgt in den medizinisch genutzten Bereichen der Kategorien 1 (en: support service circulation) und 2 (en: ambulant care and diagnostics) keine medizinische Behandlung. Es können höchstens Beratung oder nicht ambulante Dienste geleistet werden. Allerdings ist keine eindeutige Zuweisung von

a)

Risikokategorie	1	2	3	4	5
<b>Klinisches Risiko</b>	Support service circulation	Ambulant care and diagnostics	Emergency care and diagnostics	Patients in special medical locations	Life support or complex surgery
<b>Beispiele</b>	Wartebereiche, Dienstleistungsbereiche, Labors, Büros, Verwaltungsbereiche	Beratungsräume, Bereiche, die nicht unmittelbar zur Behandlung genutzt werden	Medizinische Betreuung mit gelegentlichem Einsatz von ME-Geräten (nur Patienten-hautkontakt)	Entbindung, Endoskopie, Unfall, Radiologie, Urologie, Vorbereitung OP und Bildgebung	OP-Säle, Intensivbereiche, Isolationsbereiche, Behandlung am Herzen, Aufnahmeräume für MRI, CT, PET <sup>1)</sup> und Ähnlichem
<b>„Gruppenzuordnung für medizinisch genutzte Bereiche nach IEC 60364-7-710“</b>	Nicht spezifiziert	Nicht spezifiziert	0	1	2

b)

Risikokategorie	1	2	3	4
<b>„Nicht klinisches Risiko und allgemeines Betriebsrisiko“</b>	Business support services	Building services safety and security	Building services environmental control	Medical support services
<b>Beispiele</b>	Küche, Wäscherei, Läden und Werkstätten	Bereiche mit IKT-Einsatz wie Verwaltung, Empfang, Poststelle und Telefonzentrale	Gebäudesysteme für HLK, Warmwasser, Strom und Energiemanagement	Bereiche zur Sachsterilisierung, Labore, Physiotherapie, Bildbetrachtung und -bearbeitung

<sup>1)</sup> MRI = Magnetresonanztomograph, CT = Computertomograph, PET = Positronen-Emissions-Tomograph

Tab. 4/3: Risikokategorien (Teil a) für klinisches und Teil b) für nicht klinisches Risiko) entsprechend dem britischen Memorandum HTM 06-01 (Part A) [33] und für Teil a) Einordnung bezüglich IEC 60364-7-710

Bereichen zu den Kategorien 1 und 2 gegeben, sodass im Folgenden darauf verzichtet und wie gewohnt eine Zuordnung zur allgemeinen Stromversorgung (AV) und zur Sicherheitsstromversorgung (SV) genutzt wird.

Eine Tabelle als informativer Leitfaden zur Einordnung der medizinisch genutzten Bereiche ist in IEC 60364-7-710 aufgeführt (Tab. 4/4).

### 4.3 Klassifizierung nach der zulässigen Umschaltzeit auf eine Stromversorgung für Sicherheitszwecke

Bei einem Fehler in der allgemeinen Stromversorgung (AV) müssen die für Sicherheitszwecke vorgesehenen Verbraucher entsprechend IEC 60364-5-56

(DIN VDE 0100-560) automatisch auf die Sicherheitsstromversorgung (SV) umgeschaltet werden. Dabei muss die Klassifizierung der medizinisch genutzten Bereiche bezüglich der Umschaltzeit mit dem medizinischen Personal und den Verantwortlichen für Arbeitssicherheit abgestimmt werden (vergleichbar zu Tab. 4/4).

Anwendungen, die für den Krankenhausbetrieb relevant sind und für die eine Umschaltzeit länger als 15 Sekunden (Klasse > 15; lange Unterbrechung) dauern darf, müssen entweder automatisch oder durch das Bedienpersonal auf eine Sicherheitsstromversorgung (mit einer Betriebsdauer von mindestens 24 Stunden) umgeschaltet werden können. Dazu gehören

- Einrichtungen zum Sterilisieren
- Gebäudetechnische Ausrüstung (für Lüftung, Heizung, Klimatisierung, Ver- und Entsorgungssysteme)
- Kühleinrichtungen
- Küchenausrüstung
- Ladegeräte für Batteriespeicher

	Gruppe			Klasse	
	0	1	2	≤ 0,5 s	> 0,5 s und ≤ 15 s
Massageraum	x	x			x
Bettenraum		x			x
Entbindungsraum		x		x a)	x
ECG-, EEG- und EHG-Raum		x			x
Endoskopieraum		x b)		x	x b)
Untersuchungs- und Behandlungsraum		x		x	x
Urologieraum		x b)		x	x b)
Radiologischer Diagnostik- und Behandlungsraum		x		x	x
Hydrotherapieraum		x			x
Physiotherapieraum		x			x
Anästhesieraum			x	x a)	x
Operationssaal			x	x a)	x
Operationsvorbereitungsraum			x	x a)	x
Operationsgipsraum			x	x a)	x
Aufwachraum			x	x a)	x
Herzkatheterraum			x	x a)	x
Intensivpflegeraum			x	x a)	x
Angiographieuntersuchungsraum			x	x a)	x
Hämo-Dialyseraum		x			x
Magnetresonanzbildgebungsraum		x	x	x	x
Nuklearmedizinischer Raum		x			x
Frühgeborenenraum			x	x a)	x
Zwischenpflegestation			x	x	x

a) Beleuchtungs- und lebenswichtige medizinische elektrische Einrichtungen, die eine Stromversorgung innerhalb von 0,5 s oder schneller benötigen.  
b) Wenn es kein Operationssaal ist.

Tab. 4/4: Einteilung medizinisch genutzter Bereiche nach Gruppen und Klassen entsprechend IEC 60364-7-710

Nach IEC 60364-5-56 und IEC 60364-7-710 wird für die Umschaltung auf die Stromquelle der Sicherheitsstromversorgung eine Umschaltzeit bis maximal 15 Sekunden (Klasse 15; mittlere Unterbrechung) gefordert für medizinisch genutzte Bereiche und für Sicherheitseinrichtungen zur Gewährleistung der Mindestbeleuchtungsstärke für die Sicherheitsbeleuchtung von

- Rettungswegen
- Rettungszeichen
- Standorten von Schalt- und Steuergeräten für Stromquellen für Sicherheitszwecke
- Hauptverteiltern der allgemeinen Stromversorgung und der Sicherheitsstromversorgung
- Räumen, in denen lebenswichtige Dienste aufrechterhalten werden müssen (mindestens eine Leuchte im Raum muss an die Stromquelle für die Sicherheitsstromversorgung angeschlossen sein)
- Räumen der Gruppe 1 (mindestens eine Leuchte im Raum muss an die Stromquelle der Sicherheitsstromversorgung angeschlossen sein)
- Räumen der Gruppe 2 (mindestens 50% der Leuchten im Raum müssen an die Stromquelle für die Sicherheitsstromversorgung angeschlossen sein)
- Aufstellorten von Brandmelde- und Überwachungsanlagen

Für die Sicherheitsstromversorgung zur Klasse 15 ist eine Betriebsdauer von mindestens 24 Stunden gefordert, wobei diese auf 3 Stunden verkürzt werden kann, wenn innerhalb von 3 Stunden alle medizinischen Tätigkeiten und die Nutzung medizinisch genutzter Bereiche beendet sind sowie das Gebäude evakuiert ist. Weitere typische Beispiele für die Umschaltung auf die Sicherheitsstromversorgung in maximal 15 Sekunden sind die Rufsysteme im Krankenhaus und die Stromversorgung für die Bereitstellung medizinischer Gase.

Eine Sicherheitsstromversorgung über mindestens 3 Stunden mit einer Umschaltzeit von maximal 0,5 Sekunden (Klasse 0,5; kurze Unterbrechung) ist nötig für

- Operationsleuchten oder andere wichtige Lichtquellen wie zum Beispiel die endoskopisch-chirurgische Feldbeleuchtung
- ME-Geräte mit Lichtquellen, die für deren Anwendung unbedingt erforderlich sind
- lebenserhaltende ME-Geräte

In der deutschen Fassung VDE 0100-710 der internationalen Norm IEC 60364-7-710 wird spezifisch für besonders kritische lebenserhaltende Systeme die Installation eines „batteriegestützten zentralen Stromversorgungssystems für Sicherheitszwecke“, kurz BSV, beschrieben. Die Anforderungen an die BSV sind in der VDE 0558-507 festgehalten.

In der französischen Fassung der IEC 60364-7-710 wird die Klasse 0,5 als „Unterbrechungsfreie Stromquelle für Sicherheitszwecke“ eingeführt. Dafür gilt, dass diese „die automatische Umschaltung vom Hauptverteilernetz auf eine andere Stromversorgung erleichtert, die nicht notwendigerweise zuständig für die Sicherheitsstromversorgung ist“. Damit wird im Prinzip die Klasse 0,5 durch die Klasse 0 ersetzt. Entsprechend ist in der französischen Fassung Tab. 4/4 bezüglich der Klassifizierung anders aufgebaut.

Unabhängig von der Klassifizierung nach der zulässigen Umschaltzeit wird in der österreichischen Norm ÖVE/ÖNORM E 8007 zwischen Sicherheitsstromversorgung und zusätzlicher Sicherheitsstromversorgung (ZSV) unterschieden. Die ZSV soll vergleichbar zur BSV zur zusätzlichen Versorgung lebenswichtiger Einrichtungen eingesetzt werden. Für die ZSV kann die Mindestbetriebsdauer von 3 Stunden auf eine verkürzt werden, wenn eine weitere unabhängige Sicherheitsstromquelle die Mindestbetriebsdauer von 3 Stunden sicherstellt (Gleiches gilt auch nach VDE 0100-710 für die Sicherheitsstromquelle der Klasse 0,5, wenn eine unabhängige Stromquelle für die Klasse 15 die Mindestbetriebsdauer von 3 Stunden gewährleistet).

Die Zuordnung medizinisch genutzter Bereiche zu Gruppen und Klassen erfolgt nach der Art des physischen Kontakts zwischen ME-Gerät und Patienten bei der üblichen Anwendung sowie nach dem Zweck, zu dem der Bereich genutzt wird. Entsprechend der Zuordnung können die Schutzmaßnahmen bestimmt werden, die den Schutz der Patienten vor gefährlichen Körperströmen sicherstellen sollen. Dabei kann der Zweck, unabhängig vom medizinisch genutzten Bereich, zu einer anderen Zuordnung führen als in Tab. 4/4 angegeben.

## 4.4 Schutzanforderungen in der Krankenhausstromversorgung

Grundsätzlich gilt die „Bestimmung allgemeiner Merkmale“ entsprechend IEC 60364-1 und eine Planung der automatischen Umschaltung von AV auf SV in Übereinstimmung mit IEC 60364-5-56 (VDE 0100-560). Dabei muss der Schutz beim normalen Betrieb und unter Einzelfehlerbedingungen gegeben sein. Eine Übersicht der Schutzmaßnahmen nach IEC 61140 gibt Abb. 4/1.

### 4.4.1 Basisschutz

Der Basisschutz gegen elektrischen Schlag darf in medizinisch genutzten Bereichen nicht allein durch Hindernisse oder durch Anordnung außerhalb der Handreichweite erfolgen. In elektrischen Betriebsräumen ist dies nach IEC 60364-4-41 Anhang B (VDE 0100-410 Anhang B) erlaubt. Zulässig ist in medizinisch genutzten Bereichen der Basisschutz durch

- Basisisolierung aktiver Teile
- Abdeckung
- Umhüllung

*Achtung:* Für medizinisch genutzte Bereiche der Gruppe 0 lässt die Österreichische Norm ÖVE/ÖNORM E 8007 den Basisschutz nach IEC 60364-4-41 zu (auch nach Anhang B), was nach IEC 60364-7-710 nicht der Fall sein darf.

Werden Stromkreise mit Sicherheitskleinspannung (SELV; en: safety extra low voltage) oder mit schützender Kleinspannung (PELV; en: protective extra low voltage) in medizinisch genutzten Bereichen der Gruppen 1 und 2 eingesetzt, darf die Nennspannung für elektrische Verbrauchsmittel nicht über 25 V effektiver Wechselspannung oder 60 V überschwingungsfreier Gleichspannung liegen. Der Schutz aktiver Teile ist erforderlich durch Isolierung nach IEC 60364-4-41 Teil 412.1 oder durch Abdeckungen oder Umhüllungen nach Teil 412.2. Dadurch werden Basis- und Fehlerschutz erfüllt. Bei der Verwendung von PELV in medizinisch genutzten Bereichen der Gruppe 2 müssen die Hüllen oder Körper eines elektrischen Betriebsmittels (z. B. OP-Leuchten) mit der Schutzpotentialausgleichsschiene verbunden werden. Eine Funktionskleinspannung (FELV; en: functional extra low voltage) darf in medizinisch genutzten Bereichen nicht eingesetzt werden. In Italien ist der Einsatz von FELV lediglich in medizinischen Bereichen der Gruppe 2 nicht erlaubt.

Basisschutz (Schutz ohne Vorhandensein von Fehlern)	Fehlerschutz (Schutz unter Einzelfehlerbedingungen)	Schutzart
	Verstärkte Isolierung	➔ Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung
Basisisolierung durch <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ feste Basisisolierung</li> <li>▪ Gehäuse, Abdeckungen</li> <li>▪ Umhüllungen</li> <li>▪ Hindernisse <sup>1)</sup></li> <li>▪ Anordnung außerhalb des Handbereichs <sup>1)</sup></li> </ul>	+ Zusätzliche Isolierung	➔
	+ Schutzpotentialausgleich (Einzelmaßnahme oder Kombination)	➔ Schutz durch Potentialausgleich
	+ Automatische Abschaltung der Stromversorgung	➔ Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung
	+ Einfache Trennung (zwischen Stromkreisen)	➔ Schutz durch Schutztrennung
	+ Nicht leitende Umgebung	➔ Schutz durch nicht leitende Umgebung
Andere Schutzvorkehrungen	+ Andere Schutzvorkehrungen	➔ Schutz durch andere Schutzvorkehrungen
Andere verstärkte Schutzvorkehrungen		

<sup>1)</sup> Keine zulässige Basisisolierung für medizinisch genutzte Bereiche nach IEC 60364-7-710

TIPO5\_15\_044\_DE

Abb. 4/1: Koordination des Basis- und Fehlerschutzes nach IEC 61140

## 4.4.2 Fehlerschutz

Der Fehlerschutz in nicht medizinisch genutzten Bereichen und Bereichen der Gruppe 0 muss den Anforderungen der IEC 60364-4-41 genügen (siehe Abb. 4/1). Für medizinische Bereiche der Gruppen 1 und 2 darf die dauernd zulässige Berührungswchselspannung  $U_L$  bei IT-, TN- und TT-Netzen nicht über 25 V liegen. Für TN- und TT-Netze gelten zudem die Abschaltzeiten nach IEC 60364-4-41. Die in Anhang C der IEC 60364-4-41 beschriebenen Schutzvorkehrungen (nicht leitende Umgebung, erdfreier örtlicher Schutzpotentialausgleich, Schutztrennung mit mehr als einem Verbrauchsmittel) sind in medizinisch genutzten Bereichen nicht erlaubt.

In den Niederlanden ist für medizinisch genutzte Bereiche der Gruppe 3 darauf zu achten, dass fremde leitfähige Teile und befestigte zugängliche Metallteile der Installation von der Gebäudekonstruktion isoliert sind (der Widerstand dieser Teile zueinander muss mindestens 3 k $\Omega$  betragen). Rohre für Flüssigkeiten in Gruppe 3 müssen aus Plastik sein. Metallrohre für Gase müssen mit isolierten Verbindungen an den Punkten ausgerüstet werden, an denen diese Rohre in den Bereich hineingehen oder ihn verlassen.

### TN-System

In Endstromkreisen eines TN-Systems mit Überstromschutzeinrichtungen bis 32 A sind in den medizinisch genutzten Bereichen der Gruppe 1 Fehlerstromschutz-einrichtungen (RCD; en: residual current protective device) mit einem Auslösestrom  $\leq 30$  mA vorzusehen. Üblicherweise sollten RCDs mit einem Auslösestrom  $\leq 30$  mA auch in medizinisch genutzten Bereichen der Gruppe 0 eingesetzt werden.

In TN-S-Systemen wird eine Überwachung des Isolationswiderstands gegen Erde empfohlen. Für medizinisch genutzte Bereiche der Gruppe 2 (in Österreich nur in deren Patientenbereich) dürfen RCDs nur für folgende Stromkreise eingesetzt werden:

- Stromkreise zur Versorgung von OP-Tischen (in Spanien müssen Stromkreise, die OP-Tische versorgen, an ein medizinisches IT-System (Kap. 4.4.3) angeschlossen werden – was wohl auch für alle anderen Länder sinnvoll wäre)
- Stromkreise für Röntgengeräte (hauptsächlich für mobile Einrichtungen)
- Stromkreise für größere Verbraucher mit einem Nennleistungsbedarf über 5 kVA
- Stromkreise für nicht kritische Geräte (nicht lebenserhaltend) – dieser Punkt gilt nicht in Deutschland

Alle anderen Stromkreise in medizinischen Bereichen der Gruppe 2 müssen aus einem medizinischen IT-System (siehe Kap. 4.4.3) versorgt werden.

In den medizinisch genutzten Bereichen der Gruppen 1 und 2 dürfen – abhängig vom möglicherweise auftretenden Fehlerstrom – nur RCDs vom Typ A oder Typ B (siehe [36]) eingesetzt werden. Im Beiblatt VDE 0100-710 Bbl1 aus dem Jahr 2014 wird für medizinische Bereiche der Gruppe 2 empfohlen, RCDs vom Typ B einzusetzen, insbesondere wenn die Lastcharakteristik hinsichtlich Gleichspannungsfehlerströme größer 6 mA nicht bekannt ist. Beim Einsatz von RCDs ist darauf zu achten, dass keine unerwünschte Auslösung erfolgen kann, wenn gleichzeitig mehrere Verbrauchsmittel an denselben Stromkreis angeschlossen sind.

### TT-System

International gilt für medizinisch genutzte Bereiche der Gruppen 1 und 2 nach IEC 60364-7-710, dass TT-Systeme wie TN-Systeme zu behandeln sind. In Deutschland dürfen keine TT-Systeme für medizinisch genutzte Bereiche der Gruppe 2 aufgebaut werden.

## 4.4.3 Medizinisches IT-System

Das medizinische IT-System versorgt Endstromkreise von ME-Geräten und ME-Systemen in medizinisch genutzten Bereichen der Gruppe 2, die für lebenserhaltende Funktionen, chirurgische Anwendungen sowie für andere elektrisch betriebene Geräte in der „Patientenumgebung“ (siehe IEC 60601-1) – mit Ausnahme der im Abschnitt „TN-Systeme“ genannten Stromkreise für den RCD-Einsatz in der Gruppe 2. Im Fachbuch [37] werden typische Eigenschaften beschrieben, die das medizinische IT-System vom IT-System nach Art der Erdverbindungen entsprechend IEC 60364-1 und IEC 60364-4-41 unterscheiden.

### Isolationsüberwachungseinrichtung und Alarmsystem

Für jede Raumgruppe mit derselben Funktion ist mindestens ein separates medizinisches IT-System erforderlich. Es muss mit einer Isolationsüberwachungseinrichtung (IMD; en: insulation monitoring device) gemäß IEC 61557-8 zuzüglich der Anforderungen in der IEC 60364-7-710 ausgerüstet sein. Die Einrichtung soll möglichst nahe beim Transformator des medizinischen IT-Systems installiert sein (Abb. 4/2). Im Gegensatz dazu sind in der deutschen Norm VDE 0100-710 folgende Angaben nicht zu finden, da sie explizit im Anhang A der deutschen Norm VDE 0413-8 (korrespondiert zur IEC 61557-8) aufgeführt werden:



- Der Wechselstrom-Innenwiderstand muss mindestens 100 k $\Omega$  betragen
- Der Spitzenwert der Messspannung darf nicht höher als 25 V Gleichspannung sein
- Der Messstrom darf selbst unter Fehlerbedingungen nicht größer als 1 mA Spitzenwert werden
- Die Anzeige soll spätestens dann erfolgen, wenn der Isolationswiderstand unter 50 k $\Omega$  fällt
- Des Weiteren wird ein optisches und akustisches Alarmsystem (Abb. 4/2) gefordert, das dem technischen Personal folgende Situationen signalisiert:
  - Das Leuchten der grünen Signallampe zeigt den Normalbetrieb an
  - Die gelbe Signallampe leuchtet auf, wenn der minimale Wert des Isolationswiderstands (mindestens 50 k $\Omega$ ) erreicht wird; dieses Signal soll nicht gelöscht oder abgeschaltet werden können
  - Der akustische Alarm ertönt, wenn der minimale Wert des Isolationswiderstands erreicht wird; dieses Signal soll stumm geschaltet werden können
  - Nach Fehlerbeseitigung muss die gelbe Signallampe verlöschen und die Normalbedingungen mittels der grünen Lampe angezeigt werden

Üblich ist, dass das Leuchten der gelben Signallampe durch Überschreiten der zulässigen Transformatorlast und das Ertönen des Alarms durch Überschreiten der zulässigen Transformatorlast oder der zulässigen Transformatortemperatur ausgelöst wird. Die Meldung einer Unterbrechung der Erdverbindung oder der Verbindung zum überwachenden Netz wird in der deutschen VDE 0413-8 empfohlen – und in der IEC 60364-7-710 darauf hingewiesen.

### Transformatoren für medizinische IT-Systeme

Transformatoren für medizinische IT-Systeme müssen der IEC 61558-2-15 (VDE 0570-2-15) entsprechen und sich in einem Gehäuse oder einer Umhüllung in unmittelbarer Nähe oder im versorgten medizinisch genutzten Bereich befinden (in der VDE 0100-710 für Deutschland sind ein Gehäuse oder eine Umhüllung nicht gefordert). Die Nennleistung liegt zwischen 0,5 kVA und 10 kVA. Die Überwachung von Überlast und Übertemperatur ist gefordert (Abb. 4/2). Kondensatoren dürfen in Transformatoren für medizinische IT-Systeme nicht verwendet werden.

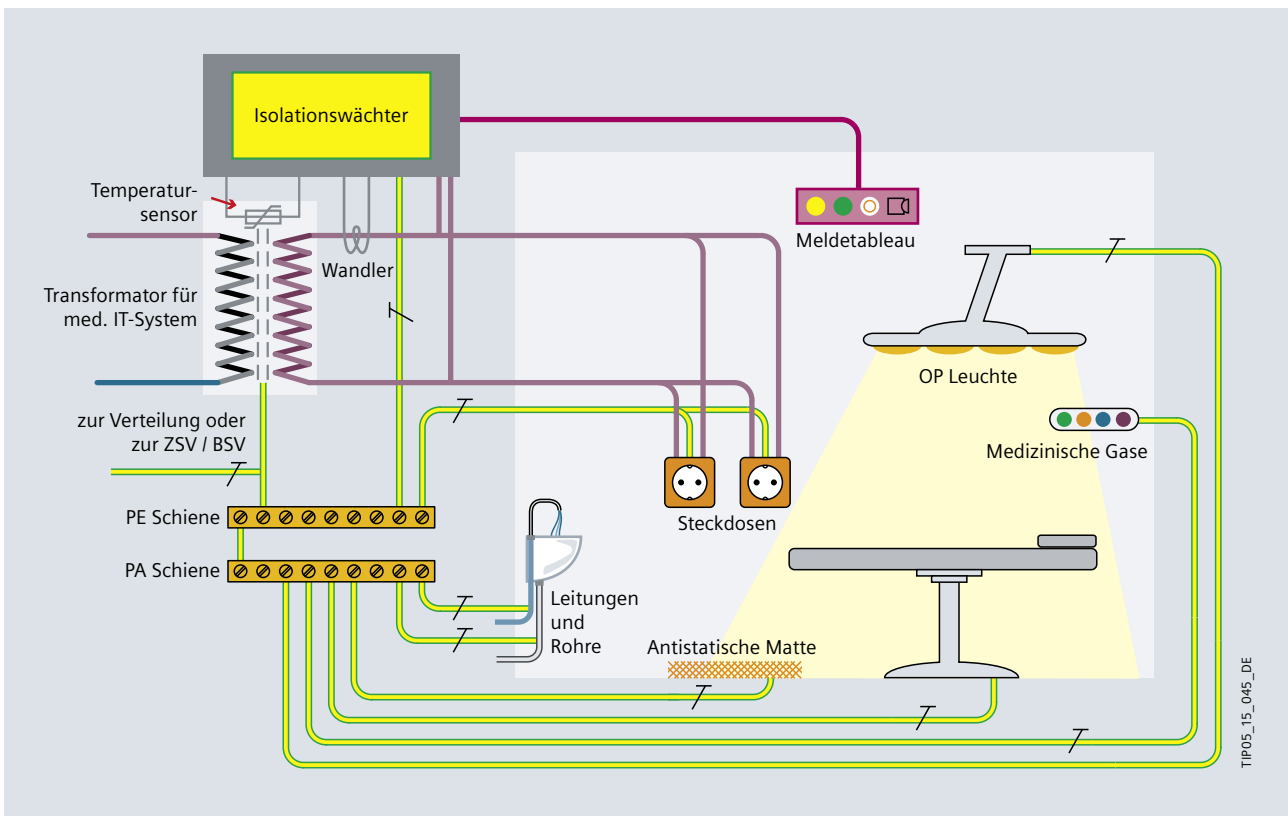


Abb. 4/2: Schematischer Aufbau eines medizinischen IT-Systems mit zusätzlichem Potentialausgleich

Für ein medizinisches IT-System zur Versorgung dreiphasiger Lasten ist ein separater dreiphasiger IT-Transformator vorzusehen. Die Bemessungsausgangsspannung (sekundärseitige Spannung zwischen den Außenleitern) darf 250 V Wechselspannung für Einphasen- oder Dreiphasentransformatoren nicht übersteigen. In Deutschland gibt es keine Leistungsgrenze für den Einsatz dreiphasiger IT-Transformatoren. Dafür wird in der VDE 0100-710 die Leistung der Einphasentransformatoren auf einen Bereich zwischen 3,15 kVA und 8 kVA beschränkt. In Italien sind die Stromkreise, die vom Transformator versorgt werden, durch Schutztrennung von den anderen Stromkreisen zu separieren. In der älteren, nicht mehr gültigen Fassung der deutschen Norm VDE 0100-710:2002 wird die Verwendung von Einphasentransformatoren empfohlen.

Nach der österreichischen Norm ÖVE/ÖNORM E8007 sind für medizinische IT-Systeme grundsätzlich Einphasentransformatoren einzusetzen. Die Transformatoren sind außerhalb der medizinisch genutzten Räume unterzubringen. Bei einem medizinischen IT-System für die Versorgung von Drehstromverbrauchern sind eigene Drehstromtransformatoren vorzusehen.

#### 4.4.4 Zusätzlicher Schutzpotentialausgleich

In jedem medizinisch genutzten Bereich der Gruppe 1 und Gruppe 2 ist ein zusätzlicher Schutzpotentialausgleich vorzusehen. Die Schutzpotentialausgleichsschiene (Abb. 4/2) muss im medizinisch genutzten Bereich oder in dessen Nähe angebracht sein. Für den Anschluss von ME-Geräten muss eine ausreichende Anzahl von zusätzlichen Schutzpotentialausgleichspunkten gegeben sein.

Nach IEC 60364-7-710 darf der elektrische Widerstand der Schutzleiter, samt der Verbindungen zwischen Schutzleiterverteilern und Schutzpotentialausgleichsschiene für medizinisch genutzte Bereiche

- der Gruppe 1 nicht über 0,7  $\Omega$  liegen
- der Gruppe 2 nicht über 0,2  $\Omega$  liegen.

Die Anwendung nationaler Vorschriften, die einer gleichwertigen Sicherheit entsprechen, ist zulässig. In Deutschland gelten diese Grenzwerte zwar nicht, sollten aber doch beachtet werden. In Italien ist nur der Wert von 0,7  $\Omega$  für die Gruppe 1 nicht anzuwenden. Es wird ein stern- oder baumförmiger Aufbau empfohlen.

#### 4.4.5 Auftreten eines ersten Fehlers

In medizinisch genutzten Bereichen der Gruppe 2 darf beim ersten Fehler kein Totalausfall der Stromversorgung erfolgen. In den Niederlanden gilt dies entsprechend für die Gruppen 2 und 3. Geeignete Maßnahmen zur Ge-

währleistung der Stromversorgung sind von der Spannungsquelle bis einschließlich des ME-Geräts durchzuführen. Dazu gehören nach IEC 60364-7-710

- Zwei unabhängige Versorgungseinspeisungen
- Die Versorgung über einen Ring mit einer Einspeisung, der imstande ist die Versorgung zu übernehmen (in Deutschland entfällt dieser Punkt, da nach VDE 0100-710 gilt: „mit einer Ring-Struktur ist eine ausreichende Selektivität nicht zu erreichen“)
- Örtlich zusätzliche Stromversorgungseinrichtungen
- Andere ebenso wirksame Maßnahmen

Entsprechend IEC 60364-4-41 wird empfohlen, den ersten Fehler schnellstmöglich zu beseitigen.

#### 4.4.6 Blitzschutz

Die für Gebäude üblichen Maßnahmen zum Blitzschutz richten sich nach den Vorgaben der Normenreihe IEC 62305. Wie in [36] beschrieben, ist auf den äußeren und den inneren Blitzschutz zu achten. Die äußere Blitzschutzanlage ist mit der Haupterdungsschiene des Gebäudes zu verbinden. Beim inneren Blitzschutz bilden Blitzstromableiter und Überspannungsableiter ein Schutzsystem, das entsprechend dem in [36] beschriebenen Zonenkonzept aufgebaut wird.

### 4.5 Schematisches Konzept einer Stromversorgungsstruktur im Krankenhaus

Der konzeptionelle Aufbau kann ähnlich den Netzplanungsmodulen in [36] vorgenommen werden. Für ein Verteilungskonzept mit zentral angeordneten Stromquellen und einer räumlichen Auftrennung in mehrere Krankenhausgebäude, sollte ein sternförmiger Netzaufbau gewählt werden wie in [39] beschrieben.

Für einen größeren, weitläufigen Krankenhaus-Campus können häufig Konzepte mit Mittelspannungsversorgungen geplant werden. Gerade bei Kabellängen von mehr als 150 m können Schwierigkeiten mit der Spannungsqualität und den Abschaltbedingungen eine Niederspannungsversorgung erschweren.

Typischerweise wird die AV von der Mittelspannungseinspeisung über eine Mittelspannungsleitung zu den Gebäuden gebracht, während die SV dezentral mit Niederspannungsgeneratoren als Quelle aufgebaut wird (Abb. 4/3). Alternativ kann bei einem weitläufigen Gelände und hohem SV-Bedarf auch eine Mittelspannungsverteilung mit einer zentralen Aufstellung der Generatoren

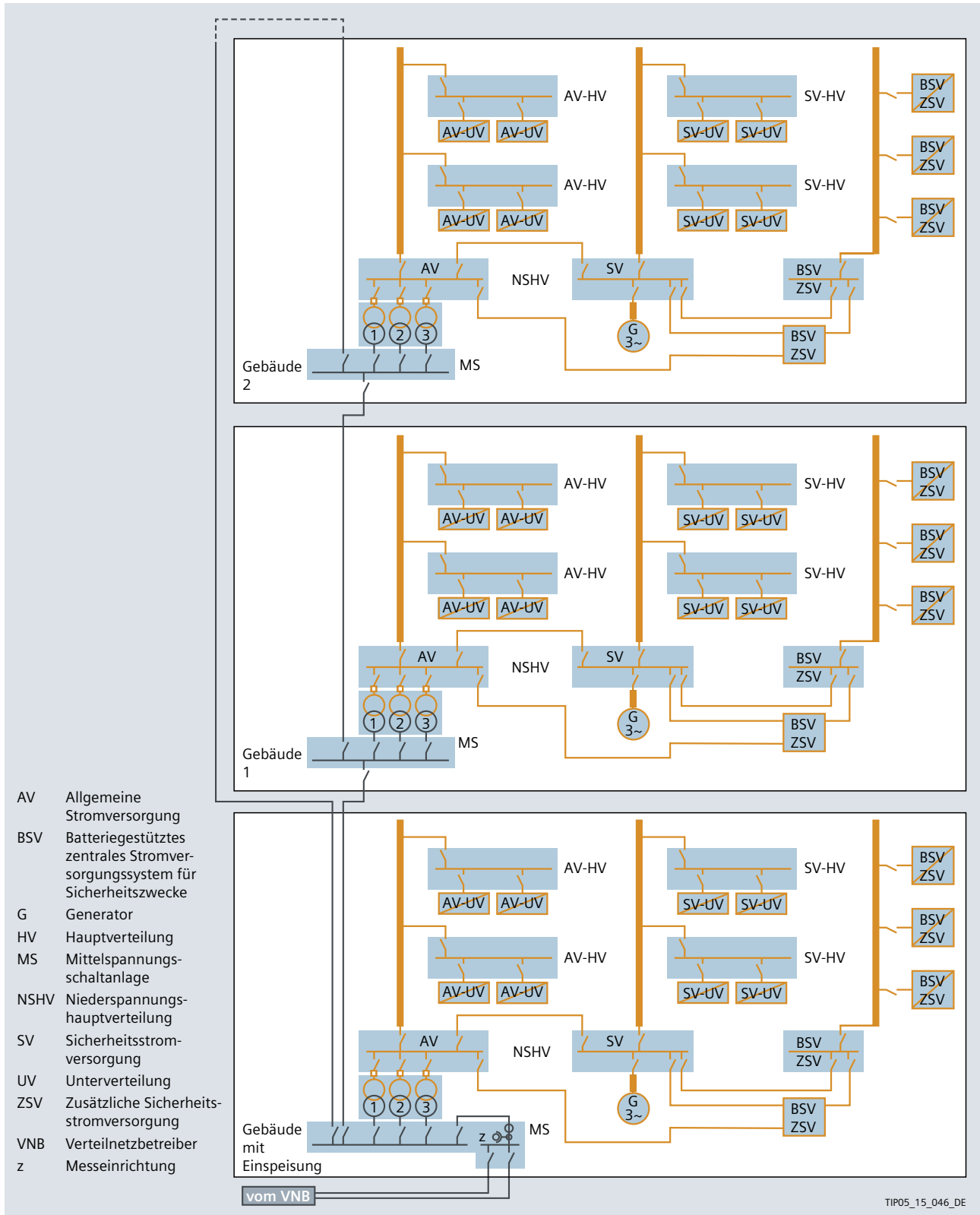


Abb. 4/3: Schematisches Netzplanungskonzept für einen Krankenhaus-Campus

für die SV erfolgen. Für ein zusätzliches Sicherheitsstromversorgungssystem oder ein batteriegestütztes zentrales Stromversorgungssystem für Sicherheitszwecke werden in den einzelnen Gebäuden die Quellen

für die Stromversorgung und eine eigene Hauptverteilung untergebracht. Es ist jedoch eine Vielzahl anderer Konzepte denk- und realisierbar.

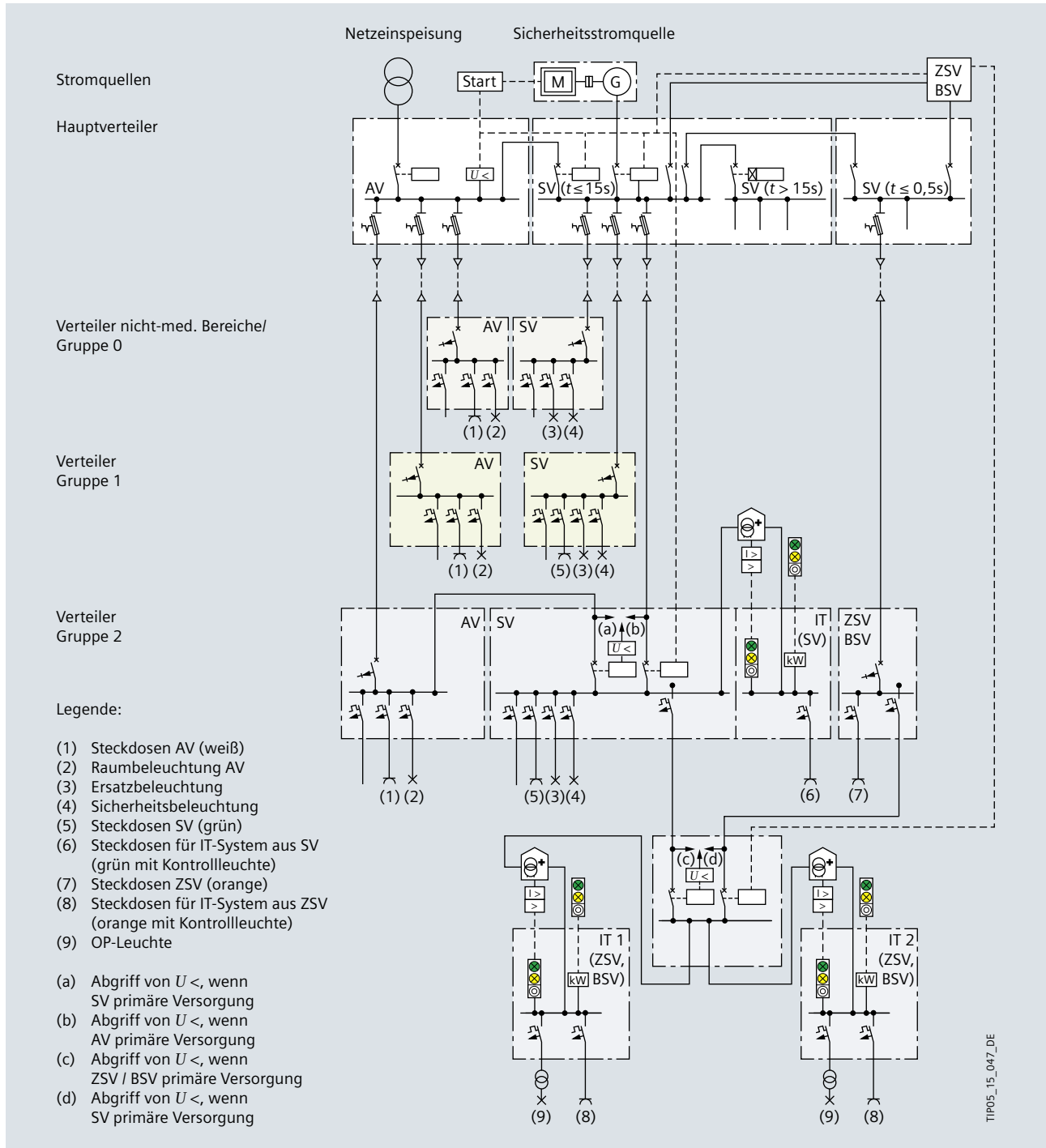


Abb. 4/4: Stromverteilung für ein Krankenhausgebäude

Entsprechend den vorher in Kap. 4.2 und Kap. 4.3 beschriebenen Anforderungen muss die Energieverteilung zudem hinsichtlich Klassifizierung und Gruppierung für die medizinisch genutzten Bereiche konzipiert werden. Insbesondere muss die Einbindung der medizinischen IT-Systeme beachtet werden. Abb. 4/4 zeigt eine vereinfachte Verteilnetzstruktur für die einzelnen Gruppen der medizinisch genutzten Bereiche. Zugrunde liegen Bilder aus der alten deutschen Norm VDE 0107 und der österreichischen Norm ÖVE/ÖNORM E 8007.

Eine Sicherheitsbeleuchtung ist nötig für:

- Standorte für Schalt- und Steuergeräten für Notstromgeneratoren und für AV- und SV-Hauptverteiler
- Bereiche, in denen lebenswichtige Dienste vorgesehen sind (mindestens eine Leuchte von der SV-Stromquelle versorgt)
- Brandmeldezentralen und Überwachungsanlagen
- Räume in medizinisch genutzten Bereichen der Gruppe 1 (mindestens eine Leuchte muss von der SV-Stromquelle versorgt werden)
- Räume in medizinisch genutzten Bereichen der Gruppe 2 (mindestens 50 % der Beleuchtungseinrichtungen müssen von der SV-Stromquelle versorgt werden)

Für die Sicherheitsbeleuchtung müssen selbst nicht medizinisch genutzte Bereiche neben den medizinisch genutzten Bereichen der Gruppe 0 eine SV-Verbindung der Klasse 15 haben, wie in Abb. 4/4 dargestellt. Außerdem muss für die BSV im Sinne der VDE 0100-710 auf Erstfehlersicherheit geachtet werden. Dazu können zwei BSV-Systeme als Standby-Redundanz oder als Parallel-Redundanz betrieben werden [40].

Gerade für die medizinischen IT-Systeme ist die Erstfehlersicherheit zu beachten. Normativ wird dies in der ÖVE/ÖNORM E 8007 näher betrachtet. Darin wird klar spezifiziert, dass die Einspeisung eines medizinischen IT-Systems über einen IT-Transformator nur erfolgen darf, wenn:

- Kurzschluss- und erdschlussichere Leitungen/Kabel für die Transformatorzu- und -ableitung ohne Schutz-einrichtungen verwendet werden. Die Selektivität für die Zuleitung muss sichergestellt sein
- Für den IT-Transformator der Basisschutz durch eine der folgenden Maßnahmen gegeben ist:
  - Schutzisolierung
  - Schutz durch nicht leitende Räume
  - Schutz durch geeignete Aufstellung (Transformatorschutzklasse I, isoliert aufgestellt; räumliche Trennung oder Schottung des IT-Transformators von der Verteilung; Zugang nur für Fachkräfte und ein geeigneter Warnhinweis auf der Abdeckung und auf dem Transformator)

Werden diese Anforderungen nicht erfüllt, muss im Fehlerfall eine Umschaltung der bevorzugten Versorgung auf ein zweites IT-System erfolgen können (Abb. 4/4). Für die OP-Leuchten wird die Ausfallsicherheit nach IEC 60601-2-41 (VDE 0750-2-41) gefordert. In der Norm werden dazu drei Beispiele gegeben, wobei in Abb. 4/4, Beispiel b, von Bild 201.101 aus dieser Norm umgesetzt ist.

In der Anmerkung 1 zum Punkt „Verteiler“ in IEC 60364-7-710 werden für AV und SV in medizinisch genutzten Bereichen der Gruppe 2 getrennte Verteiler gefordert. In Italien dürfen Hauptstromversorgung und Sicherheitsstromversorgung im gleichen Verteiler sein.

Für Verbraucher der Klasse > 15, wie zum Beispiel Geräte und Ausstattungen für Sterilisation, Kühlung oder technische Gebäudeinstallationen, muss die Sicherheitsstromquelle nicht schneller als nach 15 Sekunden zugeschaltet werden – in Abb. 4/4 die SV ( $t > 15$  s). Die Zuschaltung kann automatisch oder manuell erfolgen. Die Stromquelle muss die angeschlossenen Verbraucher für mindestens 24 Stunden versorgen können.

*Achtung:* In Deutschland muss nach VDE 0100-560 die Zuschaltung automatisch erfolgen. Damit ist, wie im deutschen Beiblatt VDE 0100-7-710 Bbl1 beschrieben, die manuelle Umschaltung nicht erlaubt.

*Achtung:* Eine Beschränkung der Versorgungsdauer von 24 Stunden auf mindestens 3 Stunden, wie für die Klasse 15 möglich wäre bei Beendigung jeglicher medizinischer Behandlung und Evakuierung des Gebäudes in weniger als 3 Stunden, ist für die Stromquellen der Klasse > 15 nicht zulässig.

Die Aufteilung in SV ( $t \leq 15$  s) und SV ( $t > 15$  s) ermöglicht den Lastabwurf der nicht sicherheitsrelevanten Verbraucher und einen sicheren Hochlauf der Generatoren für die Sicherheitsstromversorgung. Letztlich sind die elektrischen Verbraucher im Krankenhaus auf fünf verschiedene Stromverteilungsnetze zur Versorgung von Endstromkreisen aufzuteilen.

Die österreichischen Norm ÖVE/ÖNORM E 8007 fordert für alle Verteiler nach der Gebäudehauptverteilung eine weitgehende Unterteilung in voneinander getrennte Verteiler oder Verteilerbereiche für AV, SV und ZSV. Zudem müssen Funktionserhalt und Bedeutung der versorgten Sicherheitseinrichtungen beachtet werden. In Abb. 4/4 wird auf die Einbindung einer SV-Versorgung nicht lebenswichtiger Verbraucher im Unterverteiler der Gruppen 1 und 2 über eine rotierende ZSV, wie in ÖVE/ÖNORM E 8007 beschrieben, verzichtet.

Vielfach wird für die elektronische Datenverarbeitung (EDV) oder Informationstechnik (IT) im Krankenhaus eine eigenständige Versorgung über zentrale USV-Systeme aufgebaut. Steckdosen, an die EDV-Geräte angeschlossen werden können, werden häufig rot ausgeführt. Kritisch zu betrachten ist der Anschluss von Rechnern und IT-Equipment an übliche USV-Systeme, wenn sie von Bedeutung für lebenswichtige ME-Geräte sind. Hierfür ist die Versorgung über eine ZSV oder BSV die richtige Wahl.

Unter der Voraussetzung, dass die Versorgungssicherheit nicht gefährdet wird, können die übliche EDV-Versorgung, Teile der allgemeinen Beleuchtung und die Versorgung anderer nicht unbedingt lebensnotwendiger Geräte auch über eine ZSV erfolgen. Zum Beispiel sollte eine ausreichende Bemessungsgröße der ZSV-Anlage beachtet und der Nachweis, dass durch die Mitversorgung anderer Verbraucher keine kritischen Netzurückwirkungen entstehen, erbracht werden [41]. Im Gegensatz zur ZSV

ist eine BSV nach VDE 0558-507 nur dafür vorgesehen, bei Ausfall oder Störung der allgemeinen Stromversorgung für medizinisch genutzte Bereiche, OP-Leuchten und vergleichbare Leuchten sowie medizinische elektrische Geräte und medizinische elektrische Systeme für eine begrenzte Zeit mit elektrischer Energie zu versorgen.

#### 4.5.1 Netzumschaltungen

In der IEC 60364-7-710 ist einzig die Umschaltung von AV auf SV für das gesamte Stromversorgungssystem normativ gefordert. Da keine Vorgaben gemacht werden, wie die verschiedenen Umschaltzeiten passend zu der Klassifizierung der automatischen Versorgung nach Anhang A in der Norm realisiert werden sollen (in der internationalen Norm werden ZSV oder BSV nicht explizit erwähnt), ist dies verständlich. In der aktuellen IEC 60364-7-710 wird nicht mehr gefordert, dass eine Versorgung der medizinisch genutzten Bereiche der Gruppe 2 über eine

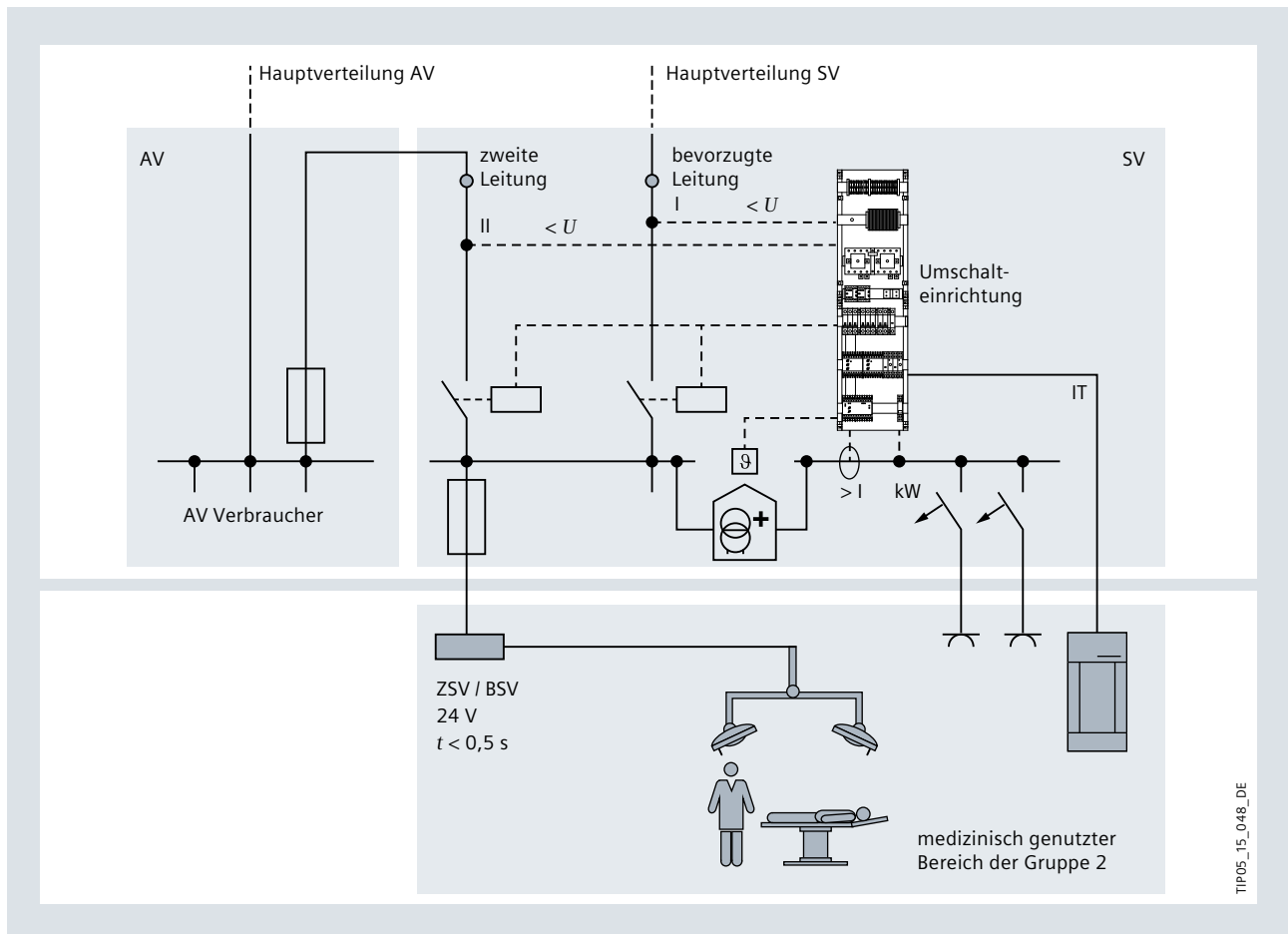


Abb. 4/5: Automatische Umschaltung der Stromversorgung für medizinische Bereiche der Gruppe 2

bevorzugte und eine zweite Leitung direkt vom Hauptverteiler erfolgt und eine automatische Netzumschaltung dazwischen benötigt wird. Dies sollte jedoch vorgesehen werden und wird in der österreichischen Norm ÖVE/ÖNORM E 8007 sowie in der älteren, nicht mehr gültigen deutschen Norm VDE 0100-710 von 2002 beschrieben. Die aktuelle deutsche Norm VDE 0100-710 von 2012 fordert eine Umschaltvorrichtung direkt an jedem Verteilerpunkt (Hauptverteiler und Verteiler für medizinisch genutzte Bereiche der Gruppe 2). Dazu gehört explizit eine zuverlässige Trennung zwischen den Systemen.

Selbsttätige Umschaltvorrichtungen sollen der IEC 60947-6-1 entsprechen. Abb. 4/5 zeigt die Integration einer Umschaltvorrichtung in der Stromverteilung. Im Gegensatz zu Abb. 4/4, wo die Umschaltung zwischen SV und ZSV/BSV erfolgt, wird in Abb. 4/5 zwischen AV und SV geschaltet. Dabei sollte die SV durch die Schalterstellung als bevorzugte Leitung bestimmt sein, auch wenn dies in der IEC 60364-7-710 nicht ausdrücklich verlangt wird.

Für die selbsttätige Umschaltvorrichtung wird nach IEC 60364-7-710 gefordert:

- Sichere Trennung zwischen den Einspeisungen. Dazu kann zum Beispiel die maximale Gesamtausschaltzeit (vom Eintritt des ersten Fehlers bis zur Löschung des Schaltlichtbogens) kleiner als die minimale Umschaltverzögerungszeit der selbsttätigen Umschaltvorrichtung sein, was nach VDE 0100-710 ein Muss ist
- Die elektrischen Leitungen / Kabel zwischen der selbsttätigen Umschaltvorrichtung und der nachgeordneten Überstromschutzeinrichtung müssen kurzschluss- und erdschlussicher verlegt sein
- Kurzzeitunterbrechungen sollen zu einer Umschaltung führen

Vorteilhafterweise sollte der Kuppelschalter im SV-Verteiler untergebracht werden. Dies wird aber nicht in der Norm gefordert.

Nach IEC 60364-7-710 sind die Berechnung der Netze sowie Listen elektrischer Verbrauchsmittel und der Nachweis der selektiven Abschaltung von Schutzeinrichtungen zwingend erforderlich. Die entsprechenden Unterlagen müssen als Dokumentation zur Verfügung gestellt werden. Bei der Planung mit SIMARIS design kann die Umschaltverbindung zwischen der allgemeinen Stromversorgung und der Sicherheitsstromversorgung entsprechend abgebildet und dimensioniert werden.

## 4.5.2 Schalten des Neutralleiters

Um eine Aufteilung der Ströme über die Neutralleiter zweier Netze im TN-S-System zu vermeiden, muss auch eine Umschaltung des Neutralleiters betrachtet werden. Da für die Gebäudehauptverteilung beim Krankenhaus davon ausgegangen werden kann, dass AV-Verteiler und SV-Verteiler nicht zu weit voneinander getrennt aufgestellt sind, kann für die Umschaltung AV-SV in der Hauptverteilung von einem gemeinsamen zentralen Erdungspunkt (ZEP) ausgegangen werden, sodass der N-Leiter nicht geschaltet wird.

Allerdings gibt es eine weitere Umschaltung im Unterverteiler (zwischen AV und SV siehe Abb. 4/5). Die Abb. 4/6 auf der nächsten Seite zeigt den 5-adrigen Leiterverlauf und die einzelnen Schalter für die AV-Versorgung und SV-Versorgung in den beiden Verteilerebenen. Bei der Umschaltung zwischen AV und SV im Unterverteiler muss der N-Leiter mit den Phasen geschaltet werden, damit bei Ausfall der „bevorzugten Leitung I“ und Umschaltung auf die „zweite Leitung II“ keine Aufteilung zurückfließender Ströme über beide N-Leiter erfolgt, sei es durch unsymmetrisch verteilte einphasige oder durch Oberschwingungsbehaftete Verbraucher.

Anzumerken ist, dass es keine Unterscheidung mehr in „aktives“ oder „passives“ SV-System gibt. Obwohl in IEC 60364-7-710 nicht explizit erwähnt, hat sich das „aktive“ System durchgesetzt (Kuppelschalter zwischen AV- und SV-Versorgung im Gebäudehauptverteiler ist geschlossen; im Gebäude werden AV- und SV-Netz getrennt betrieben; siehe Kap. 6), wie im deutschen Beiblatt VDE 0100-7-710 Bbl1 festgestellt wird.

Bereits an dieser Stelle wird deutlich, welchen Umfang die Netzberechnungen annehmen können, um die Forderung nach Selektivität rechnerisch nachweisen zu können. Zum Einen müssen die Rechnungen üblicherweise für verzweigte Netze mit vielen Stromversorgungspfaden und Verteilungsebenen durchgeführt werden, zum Anderen sind sämtliche Betriebskonfigurationen für Normalbetrieb und die vielfältigen Fehlermöglichkeiten rechnerisch durchzuspielen.

### 4.5.3 BSV, USV und ZSV

Wie bereits beschrieben, werden in IEC 60364-7-710 keine spezifischen Stromversorgungssysteme wie die BSV-Systeme (VDE 0100-710) und die ZSV-Systeme (ÖVE/ÖNORM E 8007) angeführt, da die Klasse 0 für Stromversorgungsquellen nicht gefordert wird. In der Fassung für Frankreich wird an Stelle der Stromversorgung mit einer Umschaltzeit von höchstens 0,5 s eine unterbrechungsfreie Stromquelle gestellt, die allerdings nur eine Installation sein kann, „die die automatische Umschaltung vom Hauptverteilernetz auf eine andere Stromversorgung, nicht notwendigerweise für die Sicherheitsstromversorgung, erleichtert“. Für die unterbrechungsfreie Stromquelle werden keine weiteren Angaben gemacht.

Für die Versorgung der Klasse 0,5 (in Frankreich wird anstelle der Klasse 0,5 eine unterbrechungsfreie Stromquelle für Sicherheitszwecke gefordert und eine Liste für Klassifizierungsbeispiele mit den Klassen 0, 15 und > 15 angegeben) wird in der IEC 60364-7-710 der Versorgungszeitraum von mindestens 3 Stunden (kann auf eine Stunde reduziert werden, wenn eine der Norm entsprechende unabhängige Stromquelle für die Klasse 15 bereit ist, die nicht die SV-Stromquelle ist) gefordert. Normativ bindend ist der Anschluss an die Stromquelle für Sicherheitszwecke der Klasse 0,5 von

- Operationsleuchten
- ME-Geräten mit Lichtquellen und weiteren erforderlichen Geräten, wie zum Beispiel Monitoren, die für die Gerätenutzung zwingend erforderlich sind
- lebenserhaltenden ME-Geräten

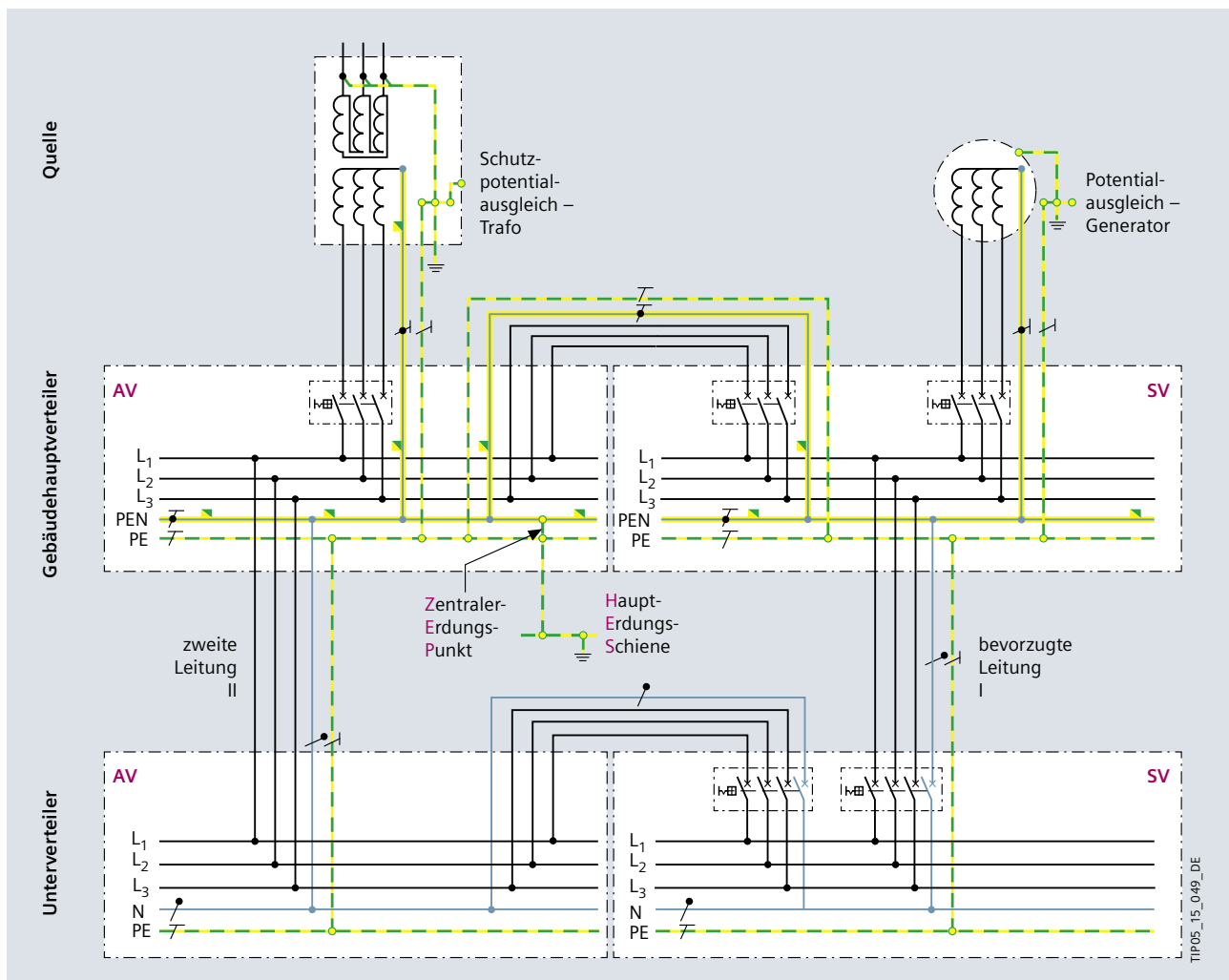


Abb. 4/6: 3-poliges Umschalten im Gebäudehauptverteiler und 4-poliges Umschalten im Unterverteiler



Die Klassifizierung in Tab. 4/4 entsprechend IEC 60464-7-710 ist ein informatives Beispiel für die Klassifizierung medizinisch genutzter Bereiche. In der IEC 60364-7-710 werden keine weiteren Vorgaben zu den Anforderungen an die Stromquelle gemacht.

In der deutschen Fassung VDE 0100-710 wird für besonders kritische lebenserhaltende ME-Geräte ein BSV-System mit einer maximalen Unterbrechungszeit von 0,5 Sekunden nach VDE 0558-507 gefordert. Es können sowohl statische als auch rotierende Wechselrichter eingesetzt werden. Alternativ kann für die Versorgung von OP-Leuchten und vergleichbaren Lichtquellen auch eine BSV mit Gleichspannungsausgang eingesetzt werden. Durch den ausgangsseitigen DC-Steller können sich Batterie-/Zwischenkreisspannung und BSV-Ausgangsgleichspannung unterscheiden. Bei einer Gleichspannungs-BSV mit Umgehung muss ein geeigneter Gleichrichter in die Umgehung eingebaut sein. Ein USV-System nach IEC 62040-1 und IEC 62040-2, das die Anforderung der VDE 0558-507 erfüllt, kann gleichfalls als BSV eingesetzt werden. Nach einer Ladedauer von 6 Stunden muss die BSV wieder 80 % ihrer Bemessungsbetriebsdauer erreicht haben. In VDE 0558-507 sind zahlreiche weitere Anforderungen an Konstruktion, Schalteinrichtungen, Wechselrichter, Tiefentladeschutz, Verdrahtung, Anzeigegeräte, Absicherungen und an die Batterien selbst aufgeführt.

Umgekehrt sollten ebenso BSV-Systeme nicht mit handelsüblichen unterbrechungsfreien Stromversorgungssystemen (USV-Systeme) gleichgesetzt werden. An USV-Systeme werden üblicherweise kritische Stromverbraucher angeschlossen, die nach einer zu definierenden Unterbrechungszeit der AV-Stromversorgung sicher heruntergefahren werden sollen, um einen Datenverlust zu vermeiden und nach Rückkehr der AV-Stromversorgung wieder schnell und am besten automatisch in einen normalen Betriebszustand hochfahren. Zum Beispiel sollten Auswerte-PCs für nicht kritische medizinische Anwendungen und Computer für Büro- und Verwaltungsaufgaben über eine USV versorgt werden. Eine Kennzeichnung von Steckdosen, die über eine USV versorgt werden, und damit eine Unterscheidung von ungesicherten AV-Steckdosen ist sinnvoll, um eine versehentliche Überlastung der USV zu vermeiden.

Während die BSV durch ein Batteriesystem als Energiepuffer gekennzeichnet ist, werden für die zusätzliche Sicherheitsstromversorgung (ZSV) in der österreichischen Norm ÖVE/ÖNORM E 8007 sowohl Batteriesysteme als auch motorische Antriebe mit entsprechenden Tankeinrichtungen zugelassen. Für Hubkolbenverbrennungsmotoren sind die Anforderungen nach

DIN 6280-13, der Reihe ISO 8528 und IEC 88528-11 zu erfüllen.

#### 4.5.4 Brandschutzeinrichtungen, Kabel/Leitungen und Anschlüsse

Wie in Abb. 4/3 und Abb. 4/4 dargestellt, müssen in einem Krankenhaus die Stränge von mehreren Stromquellen durch ein Gebäude geführt werden. Aufgrund der langen Gebrauchsdauer der elektrischen Stromversorgungseinrichtungen und der meist viel kürzeren Zeiträume zwischen Anwendungs-, Geräte- und Ausstattungswechseln in den verschiedenen Bereichen eines Krankenhauses ist ein Aufbau der Stromversorgung mit fixen Haupttrassen und variablen Endstromkreisen für die Verteilung entsprechend der Raumnutzung sinnvoll. Dabei ist der Brandschutz ein wichtiger Aspekt, da sich in Krankenhäusern üblicherweise zahlreiche Menschen befinden, die in ihrer Mobilität stark eingeschränkt sind und die speziellen Einrichtungen eines Krankenhauses einen hohen Schadenswert besitzen.

Der Vermeidung und Eindämmung von Bränden ist Vorrang zu geben gegenüber der Bekämpfung von Bränden. Einen wichtigen Beitrag kann die geeignete Auswahl und Errichtung der elektrischen Betriebsmittel für Sicherheitszwecke entsprechend IEC 60364-5-56 liefern. In der IEC 60364-4-42 wird der Einsatz von Fehlerlichtbogen-Schutzschaltern, entsprechend der Norm IEC 62606 AMD 1, empfohlen. Gerade für Räume mit Schlafeinrichtungen und Endstromkreise mit hoher Anschlussleistung, wie zum Beispiel in Küche und



Abb. 4/7: Fehlerlichtbogen-Schutzschalter 5SM6

Wäscherei ist der Einsatz solcher AFDD (en: arc fault detection device), wie zum Beispiel dem 5SM6 von Siemens (Abb. 4/7), sinnvoll.

Kabel und Leitungsanlagen für Sicherheitseinrichtungen müssen im Brandfall den Funktionserhalt gewährleisten und so errichtet werden, dass die Funktion der Stromkreise nicht beeinträchtigt wird. Dazu müssen Stromkreise für Sicherheitszwecke unabhängig von anderen Stromkreisen sein. Wichtige Maßnahmen können dabei sein:

- Bauliche Umhüllungen zum Schutz gegen Feuer und mechanische Beschädigung
- Kabel- und Leitungsabschnitte in getrennten Brandabschnitten

Folgende Eigenschaften werden in IEC 60364-5-56 gefordert:

- Mineralisierte Kabel und Leitungen nach IEC 60702-1 und IEC 60702-2
- Feuerbeständige Kabel und Leitungen nach den entsprechenden Teilen aus IEC 60331 und IEC 60332-1-2
- Schutz der Kabel- und Leitungsanlage gegen Feuer und mechanische Beschädigung

Dies gilt auch für Kabel und Leitungen von Steuerungs- und Bussystemen von Einrichtungen für Sicherheitszwecke. Kabel und Leitungen von Stromkreisen für Sicherheitszwecke dürfen nicht durch explosionsgefährdete Bereiche führen. Sie dürfen auch nicht in Aufzugsschächten oder anderen kaminähnlichen Schächten verlegt werden. Ausnahmen sind Versorgungskabel/-leitungen von Feuerwehraufzügen und von Aufzügen mit besonderen Anforderungen.

Brandmelde- und Brandbekämpfungseinrichtungen müssen über Kabel/Leitungen eines separaten Stromkreises direkt aus der Gebäudehauptverteilung versorgt werden. Tab. 4/5 zeigt entsprechend IEC 60364-5-56 Mindestanforderungen an die Auslegung von Brandschutzeinrichtungen.

Nationale Gesetze, Richtlinien und Verordnungen bestimmen die Vorgaben für den Brandschutz landesspezifisch. In Deutschland sind unter anderem die Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR [42]), die Richtlinien des Verbands der Sachversicherer (VdS; zum Beispiel VdS 2226 [43]) und die Musterverordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen (EltBauVO [44]) zu beachten.

Sicherheitseinrichtungen	Bemessungsbetriebsdauer der Stromquelle/h	Umschaltzeit der Stromquelle (Sekunden, max.)	Einzelbatteriesystem	Zentrales Stromversorgungssystem	Zentrales Stromversorgungssystem (mit Leistungsbegrenzung)	Stromerzeugungsaggregat unterbrechungsfrei (0 s)	Stromerzeugungsaggregat mit kurzer Unterbrechung (< 0,5 s)	Stromerzeugungsaggregat mit mittlerer Unterbrechung (< 15 s)	Duales System / separate Einspeisung	Überwachung und Umschaltung bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung
Anlagen zur Löschwasserversorgung	12	15				✓	✓	✓	✓	✓
Feuerwehraufzüge	8	15				✓	✓	✓	✓	✓
Aufzüge mit Brandfallsteuerung	3	15				✓	✓	✓	✓	✓
Einrichtungen zur Alarmierung und Erteilung von Anweisungen	3	15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ <sup>a)</sup>
Rauch- und Wärmeabzugsanlagen	3	15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ <sup>a)</sup>
CO-Warnanlagen	1	15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ <sup>a)</sup>

a) Nur sofern separate Stromquellen für Sicherheitseinrichtungen nicht vorhanden sind.

Tab. 4/5: Auslegungsbeispiele für Brandschutzeinrichtungen nach IEC 60364-5-56

In Italien hat das Innenministerium Brandschutzvorschriften erlassen, die die Feuerwiderstandsdauer sicherheitstechnischer Betriebsmittel vorgeben (Verweis in der italienischen Fassung der IEC 60364-5-56). In Italien wird besonders zu einer inneren Unterteilung der Gebäude in Brandabschnitte geraten. Wesentlich ist dabei, dass eine Verlegung von Patienten in andere Brandabschnitte medizinische und organisatorische Vorteile gegenüber einer Evakuierung von Kranken hat [45].

Um Brandlasten zu verringern, bietet sich der Einsatz von bauartgeprüften Schienenverteiler-Systemen an. Diese haben gegenüber Kabeln und Leitungen zudem folgende Vorteile:

- Höhere Flexibilität hinsichtlich Netzänderungen [36]
- Größere Zukunftsfähigkeit durch umsetzbare Abgangskästen mit kommunikationsfähigen Messgeräten und die Anbindung an Gebäudeautomationssysteme
- Günstigere EMV-Eigenschaften (Abb. 4/8)

Bezüglich der Dauer des Funktionserhalts von elektrischen Leitungsanlagen verweist die deutsche Fassung VDE 0100-560 der internationalen Norm IEC 60364-5-56

explizit auf die MLAR. In der österreichischen ÖVE/ÖNORM E 8007 werden ähnliche Angaben gemacht.

Gefordert wird die Dauer des Funktionserhalts von 90 Minuten für:

- Löschwasserversorgungsanlagen (ausgenommen Sprinkleranlagen)
- Lüftungsanlagen von Sicherheitstreppe räumen, innen liegenden Treppenträumen, Fahrschächten, Sicherheitsschleusen und Triebwerksräumen von Feuerwehraufzügen
- Mechanische Rauch- und Wärmeabzugsanlagen und Druckbelüftungsanlagen
- Feuerwehraufzüge und Personenaufzüge in Hochhäusern (landesspezifische Definition; zum Beispiel 25 m Höhe in Niederösterreich und über 35 m Höhe in Wien)
- ZSV (nur in ÖVE/ÖNORM E 8007 für Österreich; mit Ausnahme der Endstromkreise, deren Ausfall keine Beeinträchtigung anderer Bereiche bedeutet; Hinweis: Funktionserhalt ist erfüllt, wenn Leitungen für SV und ZSV vor der Umschalteneinrichtung in unterschiedlichen Brandabschnitten geführt werden)

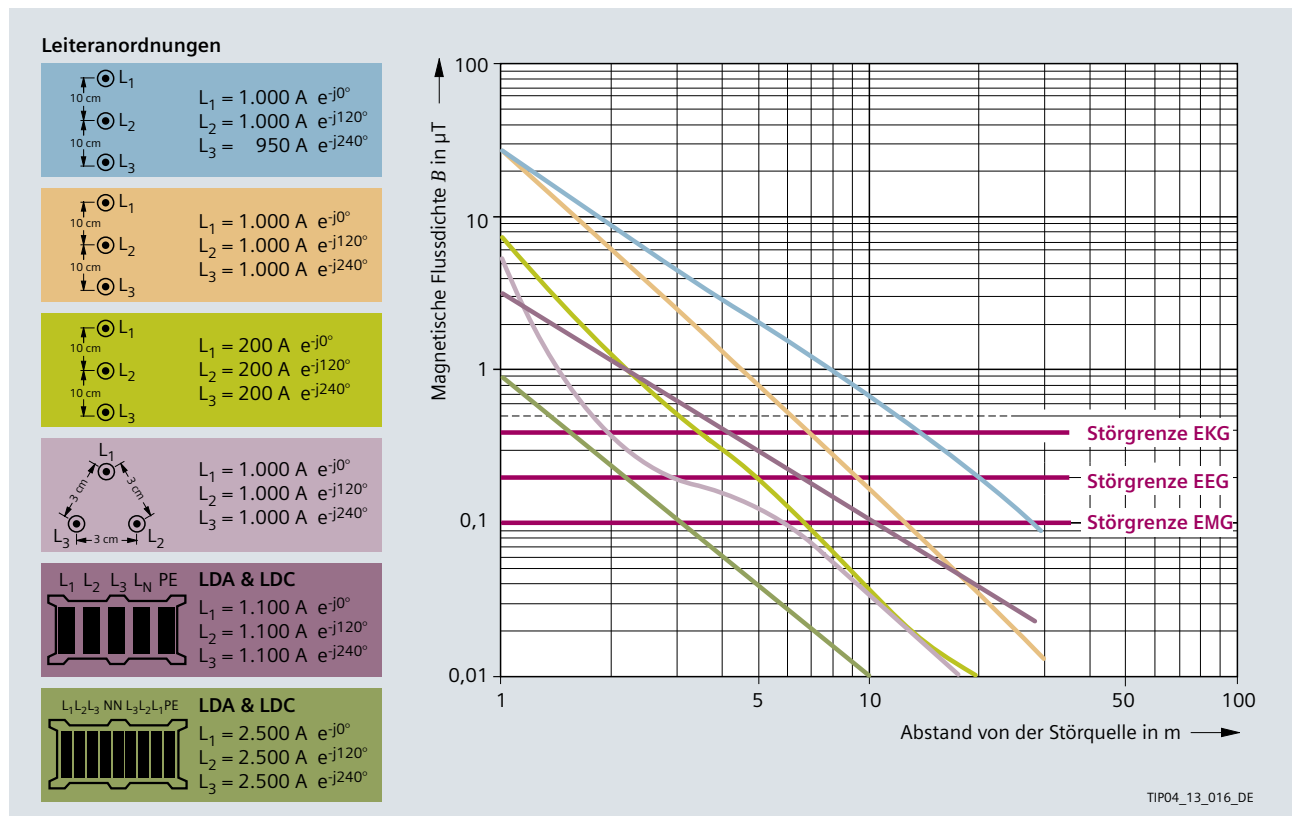


Abb. 4/8: EMV-Eignung von Leitungen und Schienenverteiler-System (Störgrenzen für Elektrokardiogramm (EKG), Elektroenzephalogramm (EEG) und Elektromyogramm (EMG) sind in IEC 60364-7-710 angegeben)

Gefordert wird die Dauer des Funktionserhalts von 30 Minuten für:

- Anlagen zur Alarmierung und Anweisung von Besuchern und Beschäftigten
- Sicherheitsbeleuchtung (siehe auch [36])
- Leitungen zur externen Alarmweiterleitung, wenn sie durch nicht überwachte Bereiche führen
- Natürliche Rauchabzugsanlagen
- Personenaufzüge und Bettenaufzüge (die nicht zur Gruppe mit 90 min Funktionserhalt gehören)

Für den Funktionserhalt müssen die Anforderungen der DIN 4102-12 erfüllt sein. Die Leitungen müssen nach MLAR entweder im Erdreich oder auf einer mindestens 30 mm dicken Rohdecke (unterhalb des Estrichs) verlegt werden.

Beim Funktionserhalt für Verteiler gilt ähnliches wie für Leitungsanlagen. Leider fehlen solche Hinweise in der internationalen Norm IEC 60364-7-710. Stattdessen wird pauschal auf Vorschriften hingewiesen, die selbst national nicht einheitlich sein müssen. Hinterfragt werden muss, ob die Anforderungen an den Brandschutz für die Elektroinstallation nicht deutlicher formuliert und höher angesetzt werden sollten. Insbesondere wenn OP-Leuchten und lebenserhaltende ME-Geräte bei einem Spannungsfehler mindestens eine Stunde über eine Stromversorgung für Sicherheitszwecke weiterbetrieben werden sollen und für eine Räumung des Krankenhauses ein Zeitraum von mindestens 3 Stunden eingeräumt wird.

Eine Kennzeichnung von Steckanschlüssen für die verschiedenen Stromversorgungen ist ratsam. Allerdings gibt es keine Standardisierung oder Regelung dafür. Eine gebräuchliche farbliche Kennzeichnung von Steckdosen ist ähnlich [41]:

- AV weiß
- EDV über eine USV weiß mit Aufdruck USV (oder rot mit Aufdruck USV)
- SV grün (Abb. 4/9)
- IT-Versorgung über SV grün mit Kontrollleuchte
- BSV/ZSV orange
- IT-Versorgung über BSV/ZSV orange mit Kontrollleuchte



Abb. 4/9: Grüne Steckdose für Anschluss an die SV

Nach der britischen Norm BS7671 haben die Steckdosen des medizinischen IT-Systems blau zu sein, mit einer Aufschrift „Medical Equipment Only“. Für Steckdosenstromkreise im medizinischen IT-System für medizinisch genutzte Bereiche der Gruppe 2 gilt nach IEC 60364-7-710:

- Steckdosen für ME-Geräte müssen eine Spannungsanzeige (grüne Kontrollleuchte) besitzen
- An jedem Patientenbehandlungsplatz muss entweder jede Steckdose einzeln von einem separat geschützten Stromkreis versorgt werden oder mehrere Steckdosen auf mindestens zwei separate Stromkreise aufgeteilt werden
- Steckdosen des medizinischen IT-Systems dürfen nicht schaltbar sein, wenn TN-S- oder TT-Stromkreise im gleichen Bereich genutzt werden; außerdem muss entweder eine Kennzeichnung erfolgen oder die Verwechslung mit den anderen Systemen durch die Konstruktion ausgeschlossen sein

# Kapitel 5

## Nutzungsspezifische Ausgestaltung der Stromversorgung

5.1 Zentrale technische Einrichtungen	64
5.2 Nutzungsspezifische Installationen	66
5.3 Raumgruppenspezifischer Leistungsbedarf	76



# 5 Nutzungsspezifische Ausgestaltung der Stromversorgung

Basierend auf den nutzungsspezifischen Ansprüchen und den räumlichen Gegebenheiten muss ein spezielles Versorgungskonzept gewählt und ausgestaltet werden. Zur besseren Übersichtlichkeit kann mit einem groben Strangschema begonnen werden, bei dem wesentliche Funktionseinheiten mit den verschiedenen, für diese Einheiten relevanten Stromversorgungslinien im Krankenhaus verbunden werden (Abb. 5/1).

Die Netzstruktur wird in Abhängigkeit der unterschiedlichen Versorgungsaufgaben, die ein Krankenhaus erfordert, festgelegt. Wichtig ist, die Energiequellen so nahe wie möglich an die Verbraucher zu bringen, um Energieverluste beim Energietransport zu vermeiden.

Entsprechend den Vorgaben des Errichters und der durch die Nutzung des Gebäudes verpflichtend einzuhaltenden Vorschriften muss die Leistung auf die verschiedenen Versorgungsquellen, wie allgemeine Stromversorgung, Sicherheitsstromversorgung und zusätzliche Sicherheitsstromversorgung beziehungsweise die batteriegestützte Stromversorgung für Sicherheitszwecke aufgeteilt werden. Bei der Auslegung der Quellen kann im Krankenhaus nicht ausschließlich eine hohe Energieeffizienz in den Vordergrund gestellt werden. Die Verfügbarkeit spielt hier eine übergeordnete Rolle und macht häufig Redundanzen notwendig, die wiederum zu Lasten der Energieeffizienz gehen. Eine exakte Dimensionierung unter Beachtung aller Verbraucherdaten mit deren Eigen-

5

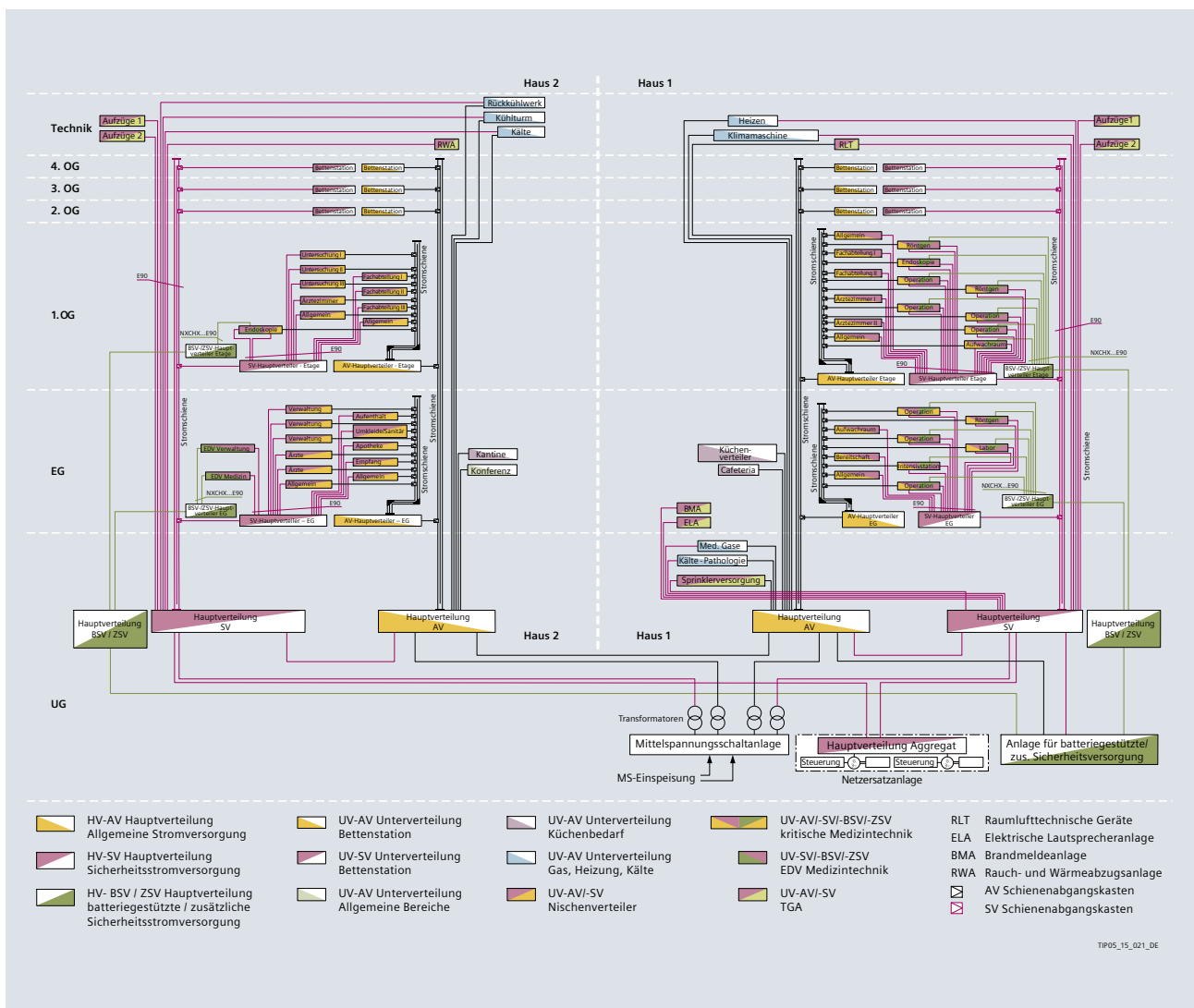


Abb. 5/1: Strangschema für ein Krankenhaus mit zwei benachbarten Gebäuden

schaften im Gesamtbetriebsverhalten ist hier ein absolutes Muss, da eine Unterdimensionierung zu Fehlfunktionen mit weitreichenden Folgen führen kann.

Die Regelversorgung aller Anlagenteile erfolgt über Transformatoren, welche in die allgemeine Stromversorgung AV (Schwarz) und die Sicherheitsstromversorgung SV (Rot) einspeisen. Von dort wird die zusätzliche Sicherheitsstromversorgung ZSV (Grün) gestützt.

Beim Aufbau der Versorgungsstruktur ist stets auf die internen Abläufe zu achten, die mit der errichteten Netztopologie abgedeckt werden können. Aufgrund der Kurzlebigkeit der medizinischen Technik (oft < 6 Jahre) gegenüber der Elektroinstallation (> 25 Jahre) sollte ein gewisses Maß an Voraussetzungen für flexible Umbaumaßnahmen bei der Netzplanung mit einfließen. Die Verteilerstützpunkte sollten deshalb bezüglich des Lastvolumens sowie des Einzugsbereichs nicht zu groß gewählt werden. Dies dient auch zur Einhaltung der Vorschrift, dass die Elektroverteilungen der „letzten Ebene“ durch das medizinische Personal bedient werden können müssen. Voraussetzung ist eine Zugänglichkeit, wie sie zum Beispiel bei Nischenverteilern auf den Fluren in den Fachbereichen gegeben ist.

Die Sicherheitsstromversorgung wird über Netzersatzaggregate gespeist, die den besonderen Anforderungen des Krankenhausbetriebs in Bezug auf Verfügbarkeit, Bereitschafts- und Überbrückungszeit, Überlastbarkeit und Zuverlässigkeit genügen müssen. Versorgt werden Verbraucher, die zur Alarmierung, Personenrettung und Gefahrenbekämpfung notwendig sind. Der Energietransport erfolgt dabei über spezielle Kabel oder ertüchtigte Kabeltrassen, die einen Funktionserhalt des Systems bis zu 90 Minuten garantieren (in Abb. 5/1 als rote Linien dargestellt). Typische, angeschlossene Verbraucher sind Sicherheits- und Fluchtwegeleuchten sowie Teile der technischen Gebäudeausrüstung (TGA), die Sicherheitsfunktionen erfüllen. Zur Brandfrüherkennung und Alarmierung dienen Brandmeldeanlagen (BMA) und elektroakustische Anlagen (ELA). Die Evakuierung wird unterstützt durch Rauch-/Wärme-Abzugsanlagen (RWA), ELA und Entrauchungsanlagen. Bei der gezielten Brandbekämpfung unterstützen Sprinkler, Feuerwehraufzüge, RWA und Entrauchungsanlagen.

Außerdem werden Verbraucher an die SV angeschlossen, die für eine zuverlässige Aufrechterhaltung eines Versorgungsnotbetriebs des Krankenhauses erforderlich sind. Hier geht es dann nicht nur um eine Überbrückungszeit bis zu einer Evakuierung von Personen, sondern um die Aufrechterhaltung des medizinischen Betriebs in einem vorher bestimmten Umfang, zum Beispiel über mehrere Tage oder Wochen. Teile der technischen Gebäudeausrüstung wie Kälte, Gase, Sanitär, Klima und Heizung erhalten dann eine andere Bedeutung. Bei der Dimensionierung der SV-Verbrauchergruppen ist die Notwendigkeit als SV-Verbraucher in Abhängigkeit von Zeit und Leistung genauestens zu überprüfen und auf den Betrieb abzustimmen.

Ausgewählte Verbraucher der AV werden wegen betrieblicher Erfordernisse häufig ebenfalls einer Ersatzstromversorgung zugeordnet. Durch geeignete Maßnahmen muss sichergestellt sein, dass bei der Versorgung des Sicherheits- und Ersatzstromnetzes durch einen Erzeuger die SV absoluten Vorrang hat, zum Beispiel durch Lastabwurf von weniger wichtigen Verbrauchern. Die sicherere und flexiblere Variante ist die Entkopplung dieser Verbraucher von der SV durch Bereitstellung der Energie aus der Ersatzstromversorgung über ein zusätzliches Netzersatzaggregat. Für diese Versorgung müssen nicht die gleichen Sicherheitsstandards wie für die SV erfüllt werden.

Eine detaillierte Auslegung der technischen Einrichtungen für alle Räume im Krankenhaus würde den Rahmen dieser Applikationsschrift sprengen. Im Folgenden sollen stichpunktartig die technischen Einrichtungen zusammengestellt werden – passend zu den Krankenhausfunktionseinheiten, die im Planungsziel von Tab. 2/2 dargestellt sind.

## 5.1 Zentrale technische Einrichtungen

Abhängig von der Größe und den Betriebsbedingungen des Krankenhauses sind auch die zentralen technischen Einrichtungen zu wählen und der zugehörige Leistungsbedarf. Wie aus Abb. 5/1 zu entnehmen, gehören dazu:

- Warm- und Kaltwasserversorgung
- Heizung, Lüftung, Klimatisierung
- Rauch- und Brandmelder sowie Brandbekämpfung
- Druckluft und medizinische Gase
- Stromverteilungsanlagen, wie Mittelspannungsschaltanlage, Verteilungstransformatoren, Generatoren, und Niederspannungshauptverteilungen
- Stromquellen für die SV und BSV beziehungsweise ZSV und zugehörige Einrichtungen für Versorgung, Überwachung, Abgasentsorgung und Umschaltungen
- Türöffner/-schließer
- Aufzugsanlagen (Feuerwehr, Bettentransport, Personal, Besucher, Güter)

- Einrichtungen der Informations- und Telekommunikationstechnik (IKT) wie Telefonzentrale, Rechenzentrum, Telefon- und Datennetze, Mobilfunkeinrichtungen, Fernseh- und Rundfunkempfangseinrichtungen, Ruf- und Gegensprechanlagen, Alarmanlagen
- Gebäudeleittechnik
- Beleuchtungseinrichtungen

Nach IEC 60364-7-710 müssen jeweils eigene, abgeschlossene Betriebsstätten vorgesehen werden für:

- Schaltanlagen mit Nennspannungen über 1 kV (Mittelspannungsschaltanlagen)
- Netztransformatoren (Verteilungstransformatoren)
- AV-Hauptverteiler
- SV-Hauptverteiler
- Ortsfeste SV-Stromerzeugungsaggregate
- Zentralbatterien für die Sicherheitsstromversorgung, wenn die Bauart der Batterien dies erfordert, sowie Umrichter- und Steuerschränke für die zusätzliche Sicherheitsstromversorgung

5

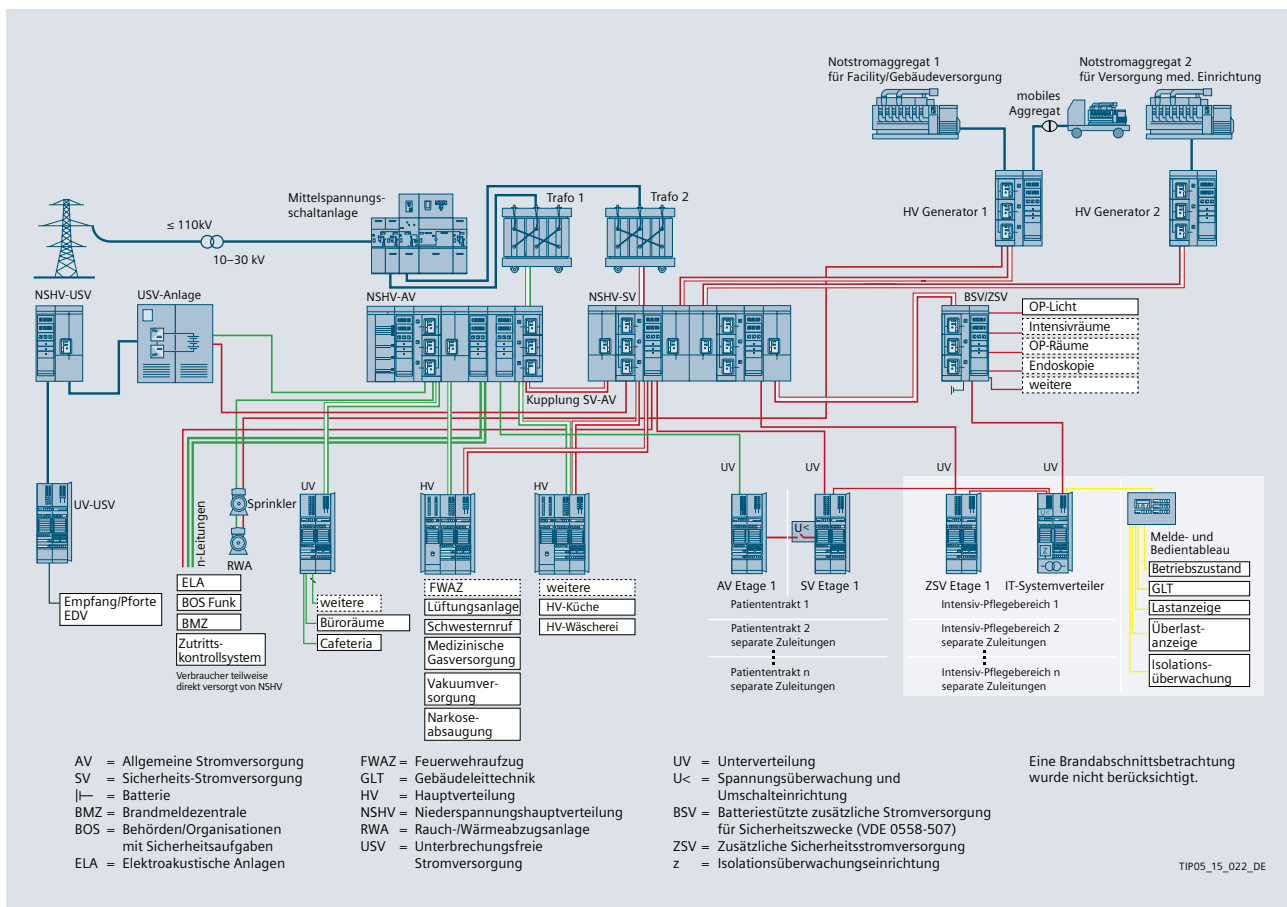


Abb. 5/2: Zentrale Komponenten der elektrischen Energieverteilung im Krankenhaus



Darüber hinaus werden in Planungsprogrammen und Leitfäden häufig geeignete grundlegende Vorgaben für zentrale technische Einrichtungen zusammengefasst. Beispielsweise werden in [47] stichwortartig Empfehlungen für ein Krankenhaus mit etwa 250 Betten gegeben. Daran orientiert sich der in Abb. 5/2 gezeigte Aufbau. Wesentliche Komponenten sind:

- Fabrikfertige, typgeprüfte, störlichtbogengeprüfte und SF<sub>6</sub>-isolierte Mittelspannungsschaltanlagen nach IEC 62271-200 für Innenraumaufstellung (zum Beispiel Siemens 8DJH) mit Messfeld
- Gießharztrockentransformatoren (zum Beispiel Siemens GEAFOL)
- Bauartgeprüfte Niederspannungsschaltanlagen entsprechend IEC 61439-1 mit dem Störlichtbogenprüfnachweis nach IEC/TR 61641 (zum Beispiel Siemens SIVACON S8) für AV- und SV-Hauptverteiler
- Automatische Umschalteinrichtung für die Kupplung zwischen AV und SV entsprechend IEC 60364-7-710
- Zentrale Blindleistungskompensation für die Hauptverteiler mit Blindleistungsregleinheiten (*Achtung:* Im Generatorbetrieb müssen Kompensationseinrichtungen abgeschaltet werden, um Schwingkreisresonanzen zu vermeiden)
- Sicherheitsstromversorgung mit einer Umschaltzeit ≤ 15 s zum Beispiel über ein automatisch anlaufendes Netzersatzaggregat nach DIN 6280-13 und der ISO 8528-Normenreihe mit entsprechender Ausstattung: Starterbatterie mit Ladeeinrichtung und Überwachung, Lüftung, Kühlung, Schalldämpfung, Tages- und Vorratstank sowie Abgasanlage
- Zusätzliches Netzersatzaggregat für die Gebäudeversorgung
- Sicherheitsstromversorgung mit einer Umschaltzeit ≤ 0,5 s zum Beispiel über ein batteriegestütztes zentrales Stromversorgungssystem für Sicherheitszwecke (BSV) nach VDE 0558-507 oder eine zusätzliche Sicherheitsstromversorgung (ZSV) entsprechend ÖVE/ÖNORM E 8007
- Unterverteiler (zum Beispiel ALPHA-Verteiler), die als Stand- oder Wandverteiler ausgeführt sind und der Normenreihe IEC 61439 entsprechen
- Schienenverteiler-Systeme, die entsprechend der Normenreihe IEC 61439 bauartgeprüft gebaut und für den Energietransport geeignet sind sowie durch entsprechende Abgangskästen für die Energieverteilung genutzt werden können

In Abb. 5/2 sind weitere wichtige Einzelkomponenten angedeutet, die die Funktionalität der zentralen Bausteine ergänzen:

- Automatische Umschalteinrichtung für die Kupplung zwischen AV und SV entsprechend IEC 60364-7-710
- Zentrale Blindleistungskompensation für die Hauptverteiler mit Blindleistungsregleinheiten [36] (*Achtung:* Im Generatorbetrieb müssen Kompensationseinrichtungen abgeschaltet werden, um Schwingkreisresonanzen zu vermeiden)
- Netzschutz im Mittelspannungsnetz durch Überstromzeitschutzgeräte (zum Beispiel SIPROTEC 5)
- Medizinischer IT-Transformator wie in Kap. 4.4.3. beschrieben
- Meldetableau nach IEC 60364-7-710, wie in Kap. 4.4.3. beschrieben

Für den Blitz- und Überspannungsschutz sei auf [36] verwiesen, mit der folgenden groben Aufteilung für die Blitzschutzzonen (LPZ, en: lightning protection zone):

- Zone 0 (LPZ 0)  
Äußerer Blitzschutz
- Zone 1 (LPZ 1)  
Blitzstromableiter für die Hauptverteilung
- Zone 2 (LPZ 2)  
Überspannungsableiter für die Unterverteilung
- Zone 3 (LPZ 3)  
Geräteschutz vor dem Endgerät

Ebenso werden in [36] die Grundlagen zum Energiemanagement beschrieben. Mit der Gebäudesystemtechnik GAMMA instabus werden elektrische Funktionen intelligent vernetzt (Abb. 5/3). Dadurch ist es möglich, die Betriebskosten zu senken, einen sicheren und reibungslosen Betrieb zu gewährleisten und modernen Nutzungskomfort zu bieten.

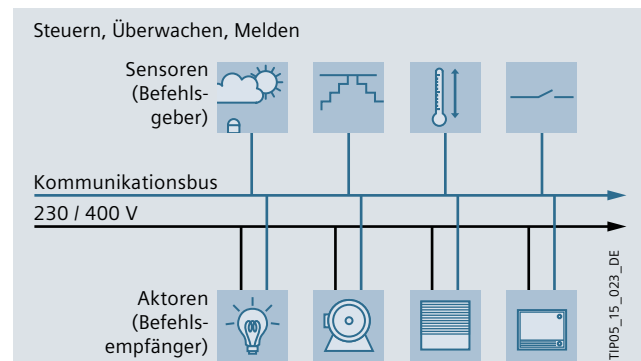


Abb. 5/3: Kommunikations- und Stromanbindung der Gebäudesystemtechnik

## 5.2 Nutzungsspezifische Installationen

Mit seiner zentralen Visualisierung bietet GAMMA instabus ein aktuelles Gesamttafeln und nutzungsspezifische Bedienmöglichkeiten für alle Gebäudefunktionen. Durch gewohnte Schalter, Fernbedienungen, Bediendisplays, Touchpanels oder über einen zentralen Visualisierungs-PC wird das System einfach und komfortabel bedienbar: Tab. 5/1 gibt einen Überblick über Funktionalitäten nutzungsspezifischer Installationen, die für die Betriebssicherheit und das Energiemanagement im Krankenhaus wichtig sind.

Eine detaillierte Auflistung der Ausstattung aller Raumtypen entsprechend Tab. 4/1 ist in einer allgemeinen Beschreibung nicht möglich, da Gegebenheiten und Nutzungsansprüche projektspezifisch sind. Nachfolgend können deshalb nur Beispiele und Anhaltspunkte für typische Konfigurationen wichtiger Raumgruppen im Krankenhaus kurz beschrieben werden.

### 5.2.1 Medizinische Aufnahme, Notfallversorgung

Beim unvorhergesehenen Eintreffen eines Patienten im Krankenhaus liegt in der Regel noch keine ärztliche Diagnose vor. Bei offensichtlichen gesundheitlichen Problemen können Sofortmaßnahmen wie Reanimation oder Beruhigung nötig sein. Für einen Defibrillator ist ein Sonderstromkreis vorzusehen. Da zahlreiche Steckdosen für mobile ME-Geräte gebraucht werden, ist auch an eine ausreichende Zahl von Potentialausgleichsanschlüssen zu denken. Informations- und Kommunikationstechnik sowie Lichtrufeinrichtungen (Schwesternruf) sind zu versorgen. Dies gilt insbesondere für den Erstuntersuchungsbereich, um den weiteren Behandlungsverlauf festlegen zu können. Zur Infektionsprophylaxe sollte eine raumlufttechnische Anlage für einen ausreichenden Luftaustausch sorgen. Neben einer Beleuchtung für Untersuchungen und Behandlungen mit 1000 lx sind Steckdosen für ortsveränderliche Leuchten einzurichten (DIN 5035-3, siehe Anhang 8.2). Im Gegensatz zu gewöhnlichen Untersuchungszimmern, die als medizinisch genutzte Bereiche der Gruppe 1 klassifiziert werden sollten (Tab. 4/1), werden die medizinische Aufnahme

Wirtschaftlichkeit	Speziell
Tageslicht blendfrei nutzen	... im Krankenzimmer
Konstantlichtregelung	Raumfunktionen per Handsender bedienen
Beleuchtung nach Präsenz	Beleuchtete, gut beschriftbare Taster
Heizen, Kühlen, Lüften bei Bedarf	Zeitgeführte Zu- und Abluftsteuerung
Heizungsreduzierung bei geöffnetem Fenster	Alarm über Taster mit Zugbetätigung
Nachts Heizung „Zentral-Aus“	... im Sanitärbereich
Effizientes Gebäudemanagement mit Visualisierung	Beleuchtung und Abluftanlage nach Präsenz
Gebäudemanagement von verteilten Gebäuden	Wassersensoren melden frühzeitig
Zentrales Überwachen mehrerer Gebäude	... im Stationsstützpunkt
Überwachung ohne spezielle Überwachungseinrichtungen	Stationsstützpunkt mit Bedien-Panel als Schaltzentrale
Bedarfsgesteuerte Wartung	... im Konferenzraum
Abschalten nicht benötigter Verbraucher bei Lastspitzen	Szenensteuerung mit nur einem Tastendruck
	Fernbedienen im Konferenzraum
<b>Sicherheit</b>	... im Untersuchungsraum
Präsenzabhängige Flurbeleuchtung	Beleuchtung an Erfordernisse anpassbar
Außen- und Wegebeleuchtung	... in OP / Intensivstation
Anzeige offen gelassener Fenster, Dachluken oder Türen	Farbige Steckdosen bieten sichere Unterscheidung
„Zentral-Aus“ bei Abwesenheit	Schalter und Steckdosen gut beschriftbar
Not- und Fluchtwegbeleuchtung	Sichere Stromversorgung
Visualisierung zeigt Gefahrenort	Eventuelle Störmeldungen sichern Verfügbarkeit der Stromversorgung
Gebäudeüberwachung von extern	... und für jede Aufgabe die richtige Bedienung
Automatische Reaktion bei Brandalarm	Passende Bedienoberflächen für jeden Bedarf
	Taster besonders hygienisch

Tab. 5/1: Funktionen für einen sicheren und effizienten Krankenhausbetrieb

und Notfallversorgung üblicherweise als medizinisch genutzter Bereich der Gruppe 2 eingerichtet.

### 5.2.2 OP-Bereich

Die räumliche Anordnung, Dimensionierung und Ausstattung der Operationsbereiche kann, abhängig von den klinischen Anforderungen, deutliche Unterschiede aufweisen. Eine Planung ist ohne medizinische Funktionsanalyse und Festlegung der benötigten Räume nicht möglich. Ein Beispiel aus der Planungshilfe [48] der deutschen Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (kurz ARGEBAU) ist in Abb. 5/4 dargestellt.

Kernstück des OP-Bereichs in einem Krankenhaus sind stets die Operationsäle. In modernen Hybrid-OP Räumen können bildgebende Systeme wie hochfrequente Röntgengeneratoren, Computertomographen (CT), Magnetresonanztomographen (MRI) und Angiographiegeräte unmittelbar vor oder sogar während eines chirurgischen Eingriffs genutzt werden. In einer Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung [49] wird eine Leistung von 100 kW für den Generator eines Röntgensystems im Hybrid-OP angegeben. Dazu kommt der Leistungsbedarf für die Bewegungseinrichtungen und die Bedienungs-, Überwachungs- und Auswerteeinrichtungen im OP-Saal sowie im Kontrollraum.

Bei der Ausstattung der OP-Bereiche sind Potentialausgleichsbuchsen entsprechend der Anzahl der Steckdosen und der Anschluss von OP-Tisch, Deckenversorgungseinrichtungen, Medienbalken, Fußboden und Lüftungsdecke an den zusätzlichen Potentialausgleich zu berücksichtigen. Im OP-Raum werden chirurgische Geräte mit diagnostischen Einrichtungen kombiniert genutzt und sollten daher beweglich sein. Wichtige Bestandteile für die Bildgebung bei der Operation sind ein durchstrahlbarer und verstellbarer OP-Tisch, ein beweglicher C-Bogen für den Bildgebungsapparat wie zum Beispiel Artis zeego von Siemens [50] und Bildschirme für die Darstellung von 2D- und 3D-Aufnahmen zur schnellen Diagnose am OP-Tisch (Abb. 5/5).

In [50] wird eine Mindestanschlussleistung von 225 kVA genannt. Darin sind enthalten:

- Leistungsbedarf für Aufnahmetechnik 162 kVA  
(Leistungsbedarf für Durchleuchtung 14 kVA)
- Leistungsbedarf für den Systemkontrollschrank: 17,2 kVA
- Notstromversorgung für das Bildwiedergabesystem:  
Nennleistung 2 kVA
- Notstromversorgung für System- und Tischbewegung sowie das Bildwiedergabesystem:  
Nennleistung 15 kVA

Die unterbrechungsfreie Notstromversorgung für alle Systeme und „emergency fluoro“ (10 Minuten Durchleuchtung bei Notfallradioskopie) mit einer Nennleistung von 40 kVA muss unbedingt berücksichtigt werden.

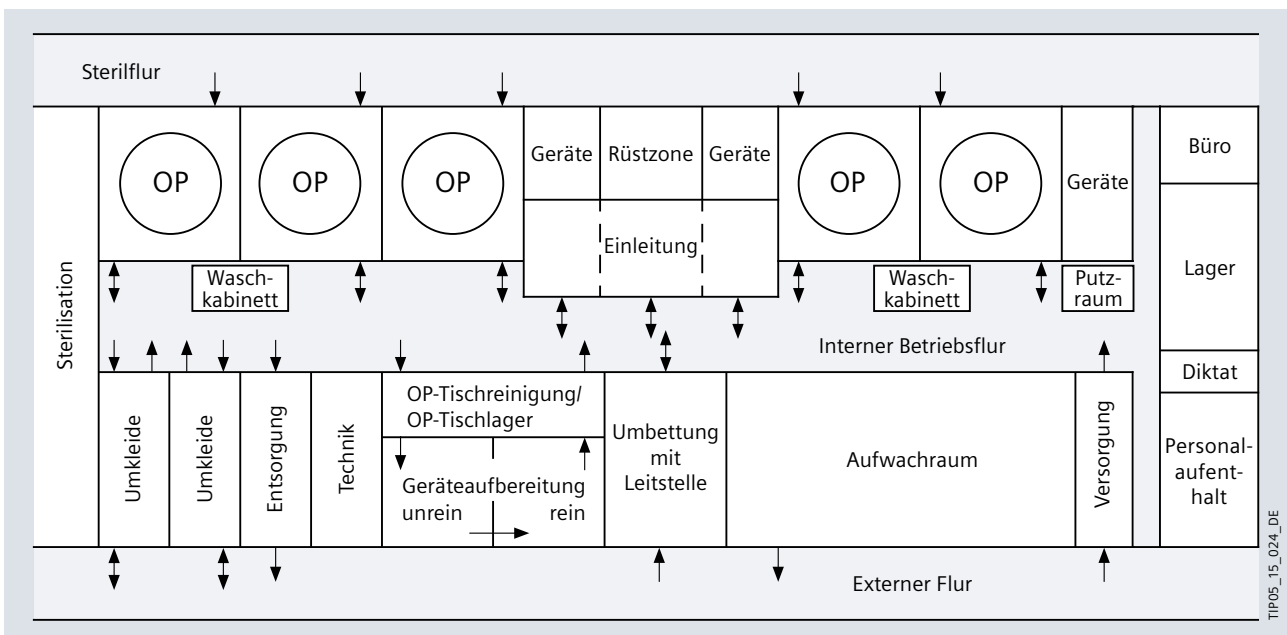


Abb. 5/4: Grundriss einer OP-Abteilung nach [48]

Bei den bildgebenden Systemen gibt es eine große Zahl an Gerätetypen und -anbietern. Beispielsweise reicht die Spanne der Anschlussleistungen von 15 kVA für kleinere MRI-Geräte bis 140 kVA und mehr für sogenannte 3-Tesla-Geräte (Gerätekennzeichnung durch Magnetfeldstärke) oder größer. Ähnliches gilt für Röntgen- und CT-Geräte. Ein typischer Leistungsbereich für bildgebende Hybridsysteme (wie zum Beispiel die BIOGRAPH-Reihe von Siemens), bei denen CT mit PET oder MRI mit PET kombiniert werden, liegt zwischen 110 und 160 kVA.

Weitere elektrische Verbraucher, die gegebenenfalls im OP-Bereich berücksichtigt werden sollten, sind:

- Hängeampeln, unter anderem mit elektrischen Anschlüssen, unter Umständen auch für das medizinische IT-System
- Türsteuerung
- Kommunikationsanlagen
- Antriebe für Raumverdunkelungseinrichtungen
- Brandmeldeeinrichtungen
- Steckdosen für die verschiedenen Versorgungssysteme

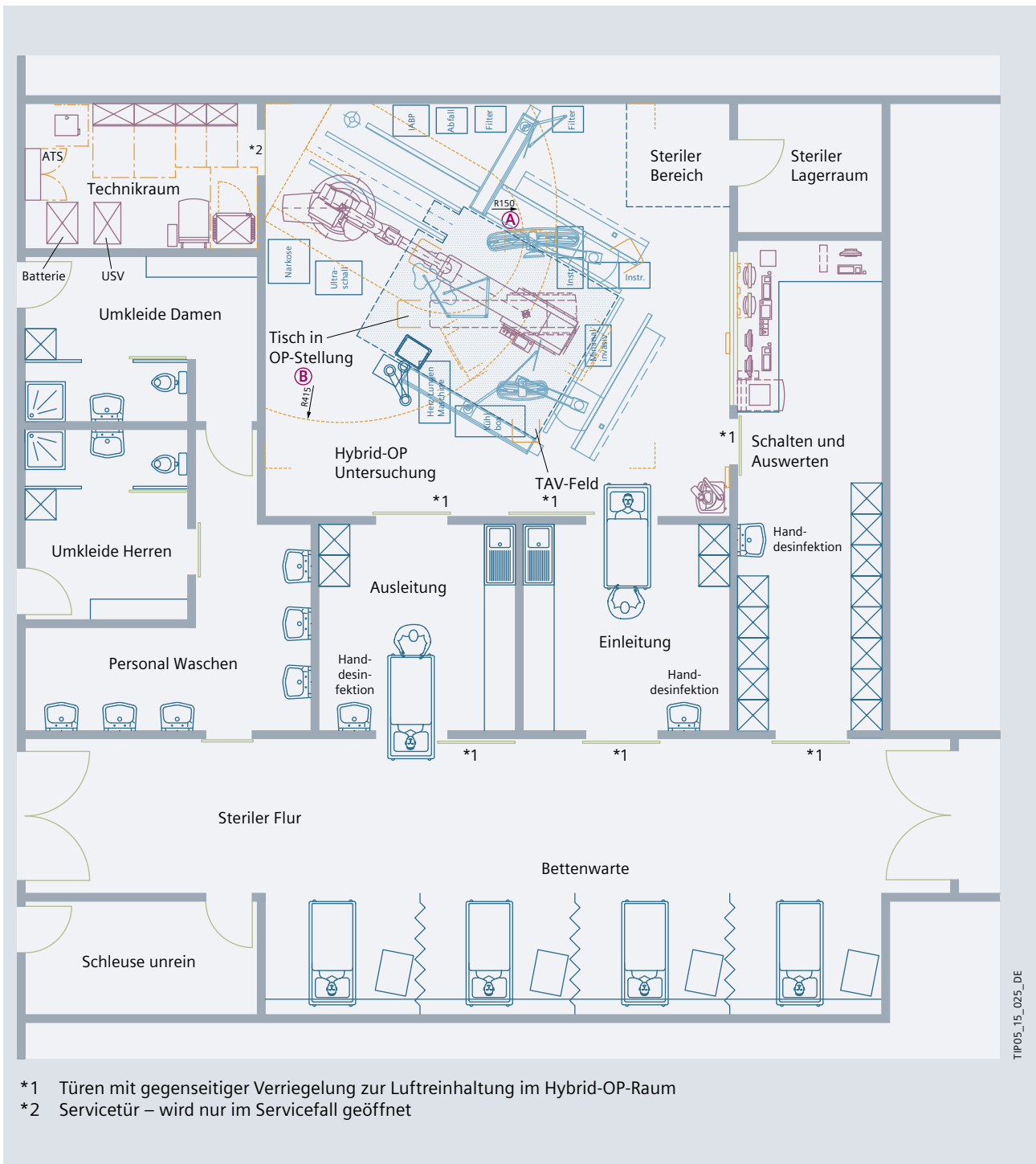
- Spezielle Beleuchtungseinrichtungen nach IEC 60601-2-41 für die Ausleuchtung des Operationsfelds (10.000 bis 160.000 lx), Leuchten für die Beleuchtung des näheren Umfelds von 3 m × 3 m um den OP-Tisch (2.000 lx) und des restlichen Raums (1.000 lx) entsprechend DIN 5035-3

Die Umgebungsbeleuchtung bei der Diagnose oder Befundung an den Monitoren muss blendfrei und regelbar sein. Zudem muss die Einstellung der Beleuchtungsstärke reproduzierbar sein (z. B. Dimmer mit Skala). Es dürfen keine Spiegelungen oder Reflexionen von Fenstern, Leuchten und Schaukästen in der betriebsüblichen Position der Monitore auftreten.

Zusätzlich zum eigentlichen OP-Saal sind Technikräume und Auswerteräume für die bildgebenden Systeme vorzusehen und die üblichen Einführungs- und Vorbereitungsräume sowie Schleusen und sterile Bereiche einzuplanen (Abb. 5/4 und Abb. 5/6). Die Beleuchtung dieser Räume ist entsprechend Anhang 2 auszulegen.



Abb. 5/5: Hybrid-OP Saal mit beweglichem Roboter Artis zeego für die medizinische Bildgebung



\*1 Türen mit gegenseitiger Verriegelung zur Luftreinhaltung im Hybrid-OP-Raum  
 \*2 Servicetür – wird nur im Servicefall geöffnet

Abb. 5/6: Systemgrundriss für OP-Raumaufteilung mit Hybrid-OP

Die in den OP-Räumen auftretenden Wärmeverluste der elektrischen Einrichtungen, die Wärmeeinträge durch die Personen und die raum-/umgebungsbedingten klimatischen Verhältnisse sowie der für die Hygiene notwendige Luftaustausch müssen bei der Auslegung von Lüftung und Klimatisierung beachtet werden. Dabei beeinflussen die Installationsverhältnisse die benötigten Luftmengen und damit den elektrischen Leistungsbedarf für die Ventilatoren [51]. Bei deren Auslegung ist zu beachten, dass die Anforderungen an den Lüftungsstrom hinsichtlich Turbulenzen und Luftgeschwindigkeit der geforderten Raumklasse entsprechen (in Deutschland nach DIN 1946-4 definiert), wobei der elektrische Leistungsbedarf quadratisch mit der Luftströmungsgeschwindigkeit steigt.

In [51] wird beschrieben, dass ein kostengünstigerer, knapper bemessener Lüftungskanal etwa 20 % Kostenersparnis bei der Anschaffung bringt, aber eine über 50 % höhere Strömungsgeschwindigkeit erforderlich macht. Dadurch wird der Leistungsbedarf der Ventilatoren um fast 250 % erhöht und damit der gesamte elektrische Leistungsbedarf im OP-Bereich nahezu verdoppelt. Der flächenspezifische Leistungsbedarf einer OP-Abteilung stiege von etwa 135 W/m<sup>2</sup> unter „normalen“ Lüftungsbedingungen auf 255 W/m<sup>2</sup> bei knapper Auslegung der Lüftungskanäle. Deshalb sollten bei einem Umbau des OP-Bereichs – wie zum Beispiel in Tab. 2/2 aufgezeigt – stets die Anforderungen von Heizung, Lüftung und Klimatisierung an die Stromversorgung neu bewertet und berücksichtigt werden.

### 5.2.3 Intensivpflegebereich

Üblicherweise wird der Intensivpflegebereich in der Nähe der radiologischen Diagnostik und/oder des OP-Bereichs platziert. Ebenso sollte er schnell von der Notfallaufnahme aus zu erreichen sein. Durchgangsverkehr ist zu vermeiden. Abb. 5/7 auf Seite 72 zeigt den schematischen Grundriss für eine Intensivpflegestation. Neben dem personellen Bedarf hat die Deutsche interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) Empfehlungen bezüglich der baulichen Anforderungen und der apparativen Ausstattung von Intensivstationen zusammengestellt [52]. Tab. 5/2 zeigt wichtige Komponenten für die elektrische Energieversorgung von Intensivpflegebereichen.

In den Patientenräumen müssen Überwachungs-, Diagnose- und Behandlungsgeräte, wie zum Beispiel ein Defibrillator, angeschlossen werden können. Das Beleuchtungsniveau muss sich der jeweiligen Pflegesituation anpassen lassen [53]. Moderne Beleuchtungssysteme nutzen eine dynamische Lichtsteuerung:

- Allgemeinbeleuchtung 100 lx
- Beleuchtung für einfache Untersuchung 300 lx
- Beleuchtung für Untersuchung und Behandlung 1.000 lx
- Nachtüberwachung 20 lx

Für die Auslegung von raumlufttechnischen (RLT) Einrichtungen spielt die Gefährdung durch Infektionen eine wichtige Rolle [54]. In Deutschland muss die Ausführung solcher RLT-Anlagen der DIN 1946-4 entsprechen.

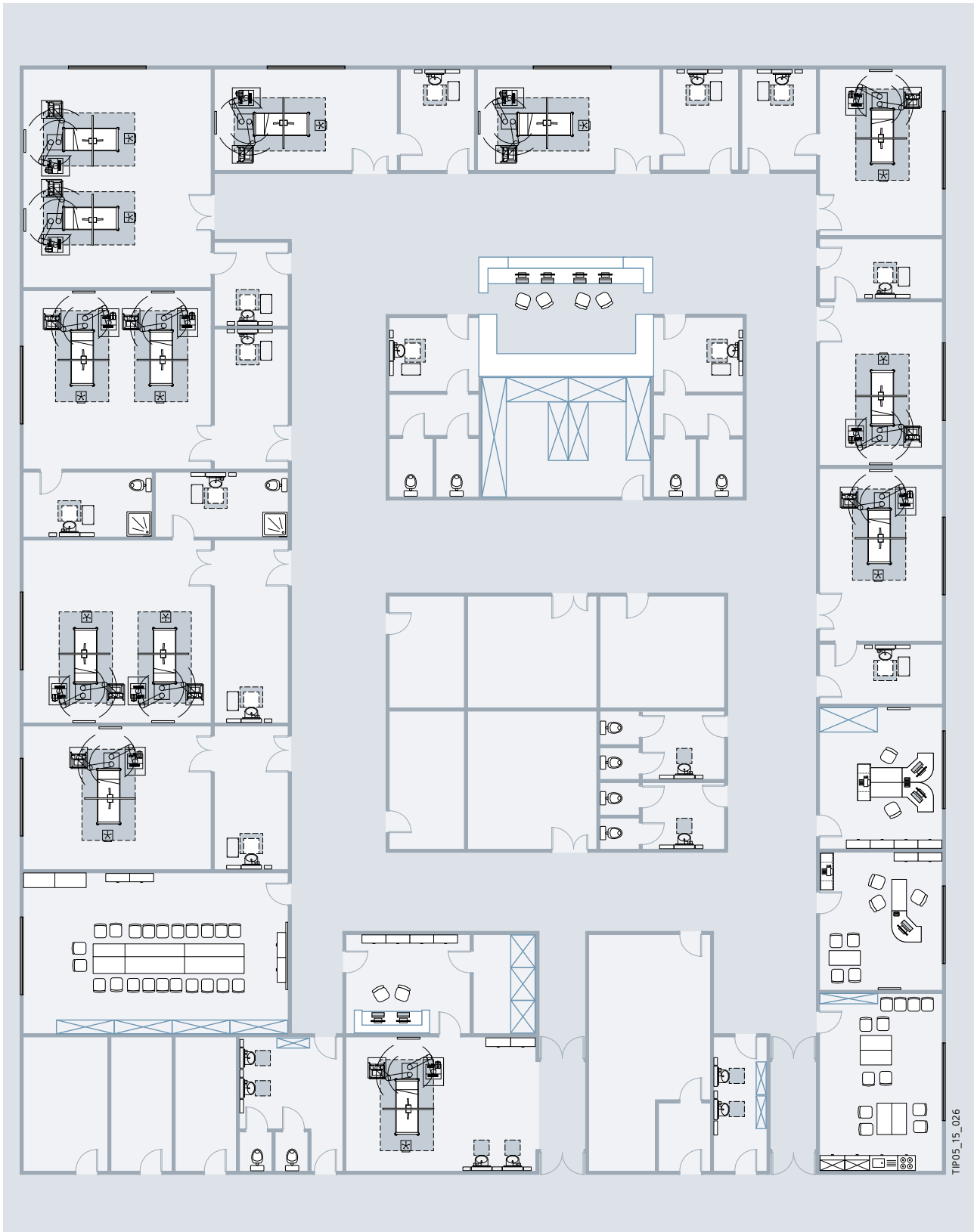
Neben den Patientenräumen sind zumindest der Eingriffs- bzw. Notfall- und Reanimationsraum sowie gegebenenfalls ein Behandlungs- oder Aufwachraum in der Gruppe 2 der medizinisch genutzten Bereiche einzuordnen. Für die kritischen lebenserhaltenden Systeme in diesen Räumen muss – ebenso wie im Pflegestützpunkt und im eventuell vorhandenen Kontrollraum für die Überwachung des Eingriffsraums – der Einsatz eines BSV/ZSV-Systems bei der Planung berücksichtigt werden.

### 5.2.4 Pflegestation

Die Bettenräume einer Pflegestation werden entsprechend Tab. 4/4 meist der Gruppe 1 der medizinisch genutzten Bereiche zugeordnet. Üblicherweise erhalten die Patientenräume Tageslicht und werden natürlich belüftet. In Bettenhochhäusern und Krankenhäusern in verkehrsreichen Innenstädten kann eine Raumbelüftung nötig sein, die den Anforderungen der DIN 1946-4 genügen soll. Bei der Sicherheitsbeleuchtung muss nach IEC 60364-7-710 mindestens eine Leuchte an die SV angeschlossen sein. Die Zimmer werden durch indirekte Beleuchtung mit mindestens 100 lx ausgeleuchtet. Eine Blendung der Patienten ist zu vermeiden [53]. Eine Lesebeleuchtung mit 300 lx ist vorzusehen. Für die Nachtbeleuchtung reichen 5 lx aus.

Patientenraum	Eingriffsraum
<p>Pro Behandlungsplatz sind vorzuhalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3–4 × Sauerstoff med. 5 bar</li> <li>• 3–4 × Druckluft med. 5 bar</li> <li>• 3–4 × Vakuum</li> <li>• (1 × Narkosegasableitung bei Bedarf!)</li> <li>• 12 × 230 V Wechselstrom „SV“</li> <li>• (4 × 230 V Wechselstrom „USV“)</li> <li>• 16 × Potentialausgleichsanschluss</li> <li>• 4 × Datenanschlüsse</li> <li>• 1 × Schwesternruf</li> <li>• 1 × Telefon</li> <li>• 1 × Antenne</li> </ul>	<p>Jede Intensivtherapiestation/-einheit soll über einen Eingriffsraum verfügen, welcher in den wesentlichen Standards einem Patientenzimmer (Medien, Klima, Hygiene) entspricht. Die minimale Grundfläche ist mit ca. 25m<sup>2</sup> zu beziffern. Eine Tageslicht-Belichtung ist nicht notwendig – hier müsste eine Verdunklung der Fenster integriert werden</p> <p>Eine ausreichende Beleuchtung des OP-Feldes muss möglich sein</p>
Zuführung von Sauerstoff und Druckluft mit je zwei Einspeisungen aus getrennten Kreisen	<b>Arbeitsräume „rein“</b>
Ein Stromanschluss für ein mobiles Röntgengerät in jedem Patientenzimmer	Kühlschränke mit Anschluss an die Gebäudeleittechnik sind in ausreichender Zahl erforderlich (u. a. für Medikamente und Blutprodukte)
Bettseitige mobile Arbeitsplatzleuchten für jeden Behandlungsplatz	Die Aufstellung von Automaten zur Bedside-Labordiagnostik (Blutgasanalyse BGA etc.) muss in diesen Räumen möglich sein. Dafür sind entsprechende Elektro- und Datenanschlüsse vorzusehen
Zusätzlich eine dimmbare indirekte Beleuchtung an der Wand oder in der Medienschiene integriert	<b>Geräteraum</b>
Ein Bedientableau für die Raumbelichtung (und für die Klimatisierung des Raumes – bei Einzelbereich) unmittelbar an der Tür	Dafür sind folgende Medien vorzuhalten:
Klimatisierung der Patientenzimmer (separat für verschiedene Zimmer einstellbar) mit Über- und Unterdruckmöglichkeit, sowie Temperaturregelung gemäß den gesetzlichen Grundlagen, den landesspezifischen Richtlinien, den Empfehlungen der Fachgesellschaften etc. (Hierzu sind unbedingt Fachplaner zu konsultieren, welche auch über aktuelle Änderungen der Vorschriften informiert sind! [52])	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 – 2 × Sauerstoff med. 5 bar</li> <li>• 1 – 2 × Druckluft med. 5 bar</li> <li>• (1 × Vakuum)</li> <li>• 6 × 230 V Wechselstrom</li> <li>• 3 × Datenanschluss</li> <li>• 1 × Telefon</li> </ul>
Das Intensivbett muss von allen vier Seiten schnell zugänglich sein. Die Liegefläche sollte elektrisch oder hydraulisch in vier Segmenten verstellbar sein	Normschienen (10 mm × 25 mm) in angemessener Zahl mit Elektroanschlüssen in unmittelbarer Nähe sind im System zu integrieren
Ergonomisch sinnvolle Anbringung der Patientenmonitore, des Patientendatenmanagementsystem (PDMS), der Spritzen- und Infusionspumpen sowie der Entnahmematrimonien mit deren Zubehör	<b>Weitere Räume</b>
Uhr, Radio, Fernseher, Telefon im Patientenzimmer (z. B. ein Bildschirm an der gegenüberliegenden Wand oder individuell mit einem am Bett aufrüstbaren Infotainment-System)	Arbeitsräume „unrein“
<b>Stationsstützpunkt</b>	Behindertengerechte, kombinierte Toiletten-, Wasch- und Duscheinheit
Neben der Patientenüberwachungszentrale, mit Dokumentationsdruckern und Zugang zum Patientendatenmanagementsystem (PDMS) von allen Computerarbeitsplätzen aus, müssen an dieser Zentraleinheit die Befundungsbildschirme des Bildablage- und -kommunikationssystems (PACS, en: picture archiving and communication system) und des Radiologie-Informationssystems (RIS) sowie deren Bedieneinrichtungen platziert werden. Eine gut sichtbare Wanduhr und ausreichend Arbeitsplatz (z. B. Bürotische) sowie ausreichende und für die Arbeitsabläufe angemessene Beleuchtung sind einzuplanen	Die Stationsküche ist im Versorgungsweg sinnvoll anzuordnen. Entsprechend dem Küchenkonzept der Klinik sind Regenerier- und Kühlsysteme sowie die Geschirraufbereitung vorzusehen
An dieser zentralen Stelle laufen die wesentlichen Alarm-, Kommunikations- und Transportsysteme zusammen (Telefon, Rohrpost, Gegensprechanlagen, Schwesternruf, Fax, Kopierer etc.)	Verfügt das Klinikum über kein Zentrallabor mit 24-stündiger Besetzung, ist ein Cito-Labor (zur schnellen Analyse, cito = lat.: schnell, rasch) im Stationsbereich vorzuhalten (ca. 10 m <sup>2</sup> )
	Stationsarztzimmer mit mindestens zwei Computer-Arbeitsplätzen. Zugriff auf alle Patientendaten und Befunde erforderlich (Tageslicht)
	Oberarztzimmer (Tageslicht)
	Büro, Zimmer für Stationsleitung (Tageslicht)
	Personalaufenthaltsraum mit Hygienewaschbecken, Geschirrspüler, Mikrowelle, Kühlschrank, Schrankanlage mit Wertfächern entsprechend der Anzahl der Mitarbeiter pro Schicht (Tageslicht)
	Besprechungsraum (mit Anschluss an das Überwachungssystem)
	Putzraum (Mischautomat für Desinfektionsmittel, Regale für Verbrauchsmaterial, Stellfläche für Arbeitswagen)
	Toiletten für Personal
	Besprechungsraum auch für Gespräche mit Angehörigen
	Arbeitsraum für Physiotherapie
	Abschiedsraum für Verstorbene (individuelle Ausstattung)

Tab. 5/2: Einzelne Raumtypen für Intensivpflegebereiche und Empfehlungen für deren Ausstattung in Bezug auf die elektrische Energieverteilung nach [52]



TIPO5\_15\_026

Abb. 5/7: Schematisches Beispiel für eine Intensivpflegestation



Für einfache Untersuchungen und Behandlungen ist eine Beleuchtung mit mindestens 300 lx im Bettenraum ausreichend. Ebenso sollte eine ganze Anzahl von 230-Volt-Wechselspannungsanschlüssen für elektrische Kommunikations- und Unterhaltungseinrichtungen in den Räumen vorhanden sein. Hausinterne Ruf- und Meldesysteme sollten in allen Bettenräumen verfügbar sein.

Die Nasszellen zu den Bettenräumen sind zumeist künstlich beleuchtet und belüftet. Mindestens eine Steckdose und der Anschluss an das Rufsystem sollten vorgesehen werden.

Da vielfach Untersuchungen in den Bettenräumen durchgeführt werden, zum Beispiel um einen Patiententransport zu vermeiden, sind Anschlüsse für mobile Röntengeräte und andere mobile ME-Geräte vorzusehen. Der Potentialausgleichsanschluss ist zu berücksichtigen. Ein Anschluss an klinische Datenverarbeitungssysteme

(Krankenhaus-Informationssystem KIS), um aktuelle Patientendaten elektronisch (elektronische Patientenakte EPA) am Krankenbett abrufen zu können (siehe auch Kap. 5.2.3 Intensivstation), gehört zu modernen Betreuungskonzepten, bei denen der Patient nicht ständig durch das Krankenhaus transportiert werden muss.

Für die weiteren Räumlichkeiten einer Bettenstation (Abb. 5/8) gilt Ähnliches wie für die Räume einer Intensivstation. Typischerweise gehören unter anderem dazu:

- Arztdienstraum
- Schwesternstation
- Personalaufenthaltsraum
- Stationsküche
- Arbeitsräume, rein/unrein
- Personal-, Besucher-WC
- Lagerräume
- Besucher- und Patientenaufenthaltsbereich

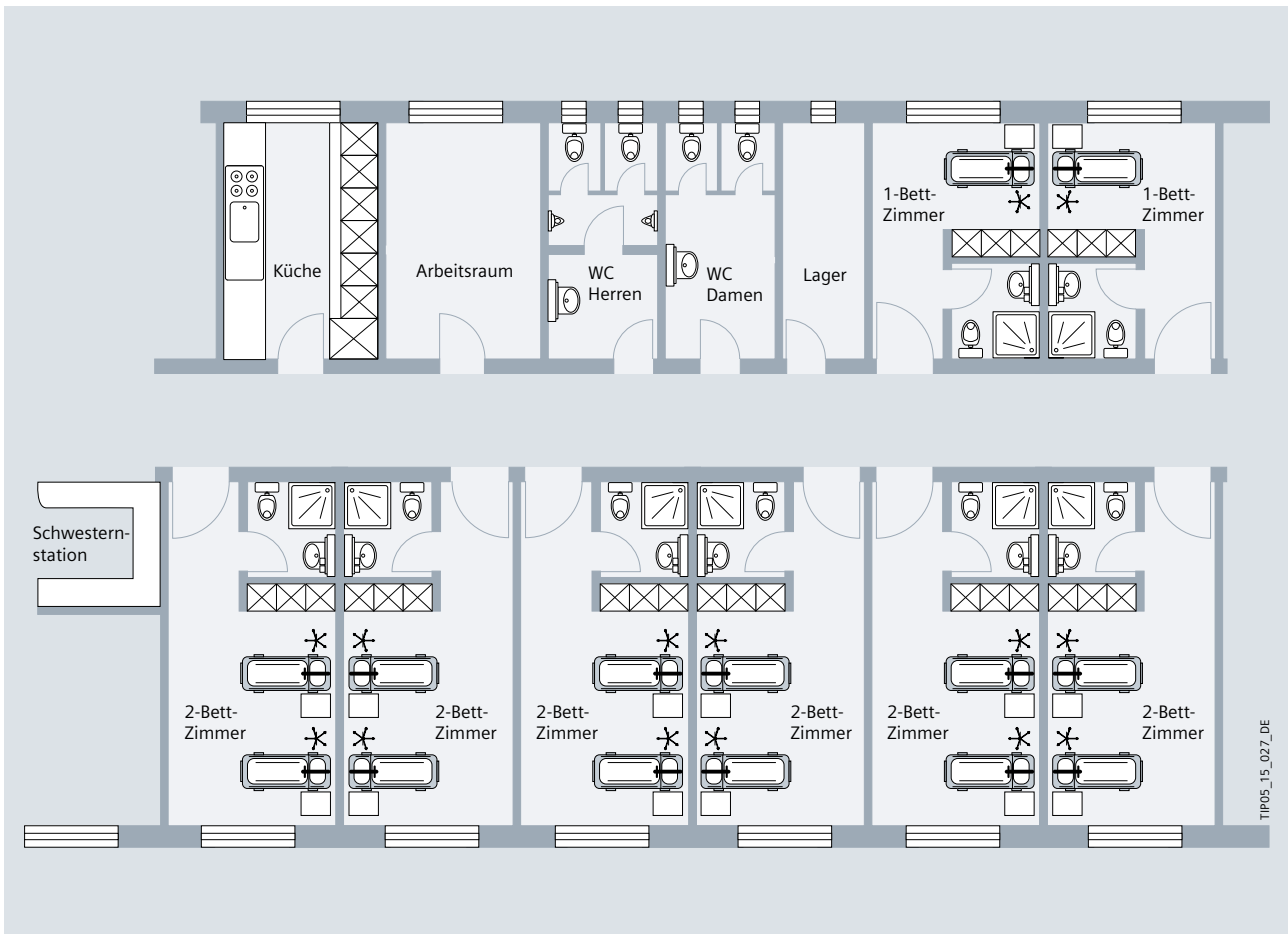


Abb. 5/8: Struktur einer Pflegestation

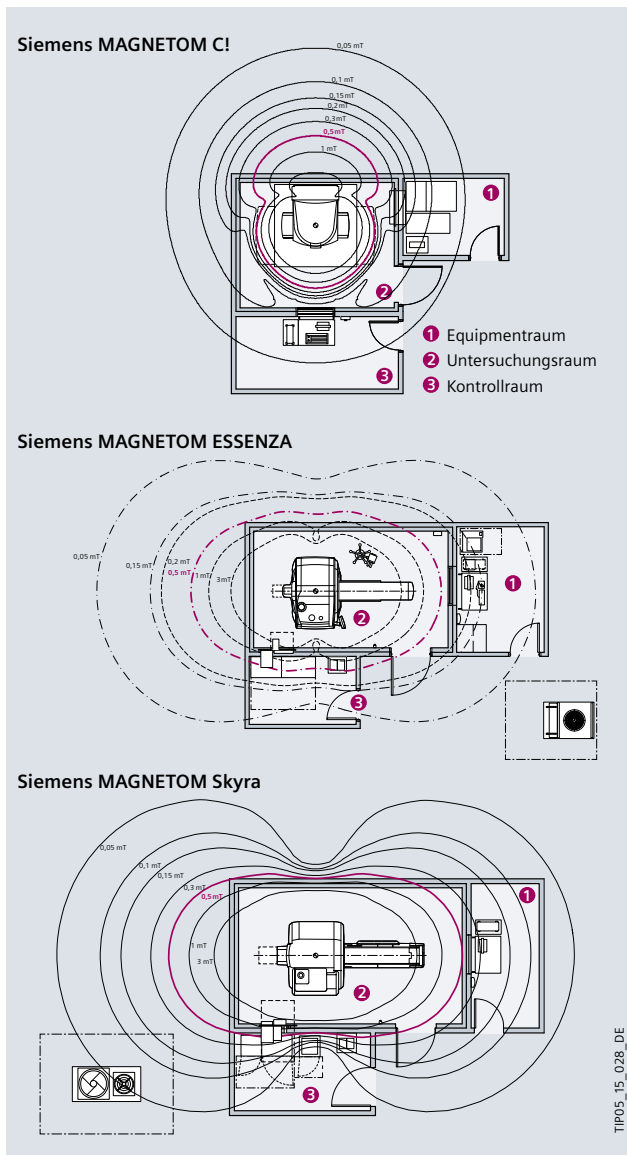


Abb. 5/9: Raumbedarf und Magnetfeldverteilung für unterschiedliche MRI-Aufnahmegерäte

Gerätename	Anzahl Röntgenquellen	Anschlussleistung
SOMATOM Scope, SOMATOM Spirit	1	40 kVA
SOMATOM Perspective, SOMATOM Emotion	1	70 kVA
SOMATOM Definition Edge, SOMATOM Definition AS	1	160 kVA
SOMATOM Definition Flash	2	340 kVA
SOMATOM Force	2	395 kVA

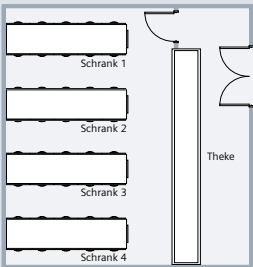
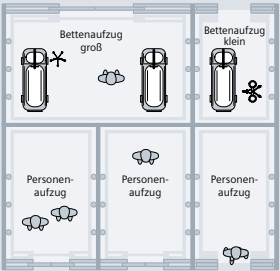
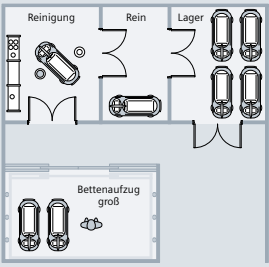
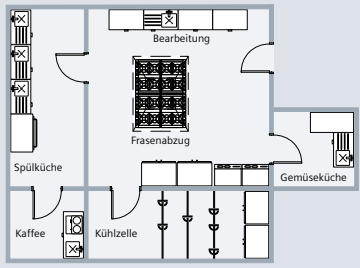
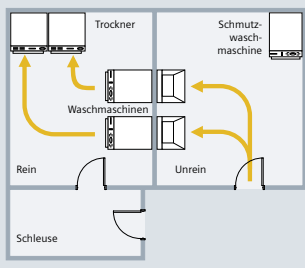
Tab. 5/3: Raumbedarf und Magnetfeldverteilung für unterschiedliche MRI-Aufnahmegерäte

## 5.2.5 Weitere Krankenhausbereiche

Die weiteren medizinisch genutzten Bereiche aus Tab. 4/1 lassen sich entweder weitestgehend den vorher beschriebenen Räumlichkeiten zuordnen. Oder die Anforderungen der elektrischen Energieverteilung lassen sich wie für eine vergleichbare Raumnutzung abschätzen, zum Beispiel für einen Büro- oder Lagerraum. Für spezielle Raumtypen wie Küchen, Wäschereien oder Radiologie spielt die Ausstattung eine wesentliche Rolle. Zum Beispiel wird eine Universitätsklinik eine aufwendigere technische Ausrüstung der radiologischen Abteilung aufweisen als ein Bezirkskrankenhaus. Auch die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Gerätetypen und Gerätegrößen sowie der unterschiedliche Aufwand bei den zugehörigen Auswerteeinrichtungen bestimmen die elektrische Anschlussleistung, die vorgesehen werden muss. In Abb. 5/9 werden die Aufstellflächen verschiedener MR-Geräte einander gegenüber gestellt. Das Siemens MAGNETOM C! mit einer magnetischen Feldstärke von 0,35 Tesla benötigt eine Anschlussleistung von etwa 15 kVA, während für das MRI-Gerät MAGNETOM ESSENZA mit 1,5 Tesla eine Anschlussleistung von 45 kVA erforderlich ist. Beim Anschluss des 3-Tesla-Geräts MAGNETOM Skyra sollten 110 kVA eingeplant werden.

Bei den Computertomographen wird zwischen Geräten mit einer oder mit zwei Röntgenquellen unterschieden. Entsprechend kann der Leistungsbedarf für Geräte mit zwei Röntgen-Generatoren etwa doppelt so groß sein (Tab. 5/3). Radiologische Abteilungen mit leistungsstarken, bildgebenden Systeme bilden üblicherweise einen Lastschwerpunkt und sollten an eine eigene Mittelspannungsversorgung mit separatem Transformator und Niederspannungsverteilung angeschlossen werden.

Abhängig von räumlichen oder infrastrukturellen Gegebenheiten kann oder muss unter Umständen ein Teil der Aufgaben zur Ver- und Entsorgung (siehe Kap. 2 und Tab. 4/1) ausgelagert werden. Auch der Umfang der Aufgaben und deren Ausprägung variieren stark, sodass die Angaben in Tab. 5/4 nur grobe Anhaltspunkte sein können. Teilweise erfolgt eine Speisenzubereitung mit reduziertem Aufwand auf den Stationen und nicht in einer zentralen Küche. Hierbei wird ein Teil der Speisen zugeliefert und nur spezielle Kost in dezentralen Küchen zubereitet.

		Bettenzahl	Leistung	Ausstattungshinweise	
Apotheke		TIPO5_15_029_DE	bis 250	20 kW	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zutrittskontrolle</li> <li>• EDV-Anschlüsse</li> <li>• Klimatisierung</li> </ul>
			251 – 500	25 kW	
			501 – 800	30 kW	
			über 800	40 kW	
Aufzüge		TIPO5_15_030_DE	bis 250	40 kW	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorrangschaltung für Ärzte</li> <li>• Anforderung für Feuerwehraufzüge beachten</li> <li>• Personenaufzug etwa 15 kW</li> <li>• kleiner Bettenaufzug etwa 10 kW</li> <li>• großer Bettenaufzug etwa 20 kW</li> </ul>
			bis 250	40 kW	
			501 – 800	70 kW	
			über 800	100 kW	
Bettenreinigung		TIPO5_15_031_DE	bis 250	20 kW	
			251 – 500	25 kW	
			501 – 800	30 kW	
			über 800	40 kW	
Küche		TIPO5_15_032_DE	bis 250	100 kW	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinraumlüftung</li> <li>• Leistungsbedarf für Spülung und Kühlung über Energiemanagement regelbar</li> <li>• Fehlerstromüberwachung</li> <li>• Dampfabsaugung ca. 7 kW je Herdplatte</li> <li>• Spülstraße, Kühlzeile je 15 kW</li> <li>• Abzug für spezielle Koch-/ Kippfanne ca. 15 kW</li> </ul>
			251 – 500	120 kW	
			501 – 800	150 kW	
			über 800	180 kW	
Wäscherei		TIPO5_15_033_DE	bis 250	120 kW	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistungsbedarf über Energiemanagement regelbar</li> <li>• Raumlüftung</li> <li>• Fehlerstromüberwachung</li> <li>• Waschmaschine etwa 16 kW</li> <li>• Trockner etwa 32 kW</li> <li>• Mangel etwa 6 kW</li> <li>• Bügelautomat etwa 5 kW</li> </ul>
			251 – 500	150 kW	
			501 – 800	200 kW	
			über 800	250 kW	

Tab. 5/4: Abschätzung des Leistungsbedarfs für Einrichtungen der Ver- und Entsorgung

## 5.3 Raumgruppenspezifischer Leistungsbedarf

Mit Erfahrungswerten aus Planungsprojekten und den zuvor gemachten Abschätzungen kann für die in Tab. 4/1 aufgeführten Raumgruppen (entsprechend DIN 13080) eine Tabelle (Tab. 5/5) mit flächenspezifischen Leistungsangaben aufgestellt werden. Die Angaben beziehen sich auf die Nettogrundflächen der angegebenen medizinisch genutzten Bereiche. Mit räumlichen Anordnungen wie in Tab. 2/2 dargestellt, lassen sich die Anforderungen der Stromverteilungsstruktur (für AV, SV, USV, BSV oder ZSV sowie das medizinische IT-Netz) zusammenstellen und eine Systemlösung kann mit Hilfe von Berechnungstools (siehe Kap. 6) bestimmt werden.

Da die klimatischen und umgebungsbezogenen Randbedingungen sowie die medizintechnische Ausstattung nicht bekannt sind, werden für die Raumluftechnik und für die Stromversorgung medizinischer Geräte Leistungsangaben angegeben. Für medizinische Geräte muss der produktspezifische Leistungsbedarf berücksichtigt werden (siehe Kap. 5.2.2). Bei der Planung muss eine projektspezifische Festlegung der Werte erfolgen. Für den USV-Einsatz zur Versorgung der Informationstechnik ist zu bedenken, inwieweit eine Ausstattung mit Notebooks oder Tablets vorgesehen ist.

Funktionsbereich/Funktionsstelle	Allgemeine Beleuchtung	Einzelleuchten	Elektrischer Leistungsbedarf für RL	Informations- und Kommunikationstechnik	Medizinische Geräte AV	Medizinische Geräte SV	Sonstige Geräte/ Steckdosen AV	Sonstige Geräte/ Steckdosen SV
	in W je m <sup>2</sup>	in W je m <sup>2</sup>	in W je m <sup>2</sup>	in W je m <sup>2</sup>	in W je m <sup>2</sup>	in W je m <sup>2</sup>	in W je m <sup>2</sup>	in W je m <sup>2</sup>
<b>1.00 Untersuchung und Behandlung</b>								
1.01 Aufnahme und Notfallversorgung	20	3	12–26	8	2,4	5,2	11	6
1.02 Arztdienst	10			8			11	
1.03 Funktionsdiagnostik	10	1			5		11	
1.04 Endoskopie	6	1	6	8	6,3	6,3 <sup>1)</sup>		
1.05 Laboratoriumsmedizin	10	1	14–42	8			11	11
1.06 Prosektur/Pathologie	10	1	0,1–25				11	6
1.07 Radiologische Diagnostik	6		3,5	8			11	6
1.08 Nuklearmedizinische Diagnostik	6		3,5	8	25		11	6
1.09 Operation • Operationsraum • Operations-Nebenräume	20 10	4 1	80–200 19–40	8 24	10–40 4–60	5–40 0–20	11 11	6 6
1.10 Entbindung (operative Entbindung ist ggf. bei OP-Räumen zu berücksichtigen)	6	1	0,1–25	8			11	
1.11 Strahlentherapie	6		3,5	8	15–20	5	11	6
1.12 Nuklearmedizinische Therapie	6		3,5	8	15–20	5	11	6
1.13 Physikalische Therapie	6		3,5				11	6
1.14 Ergotherapie	6–10						11	
1.15 Bereitschaftsdienst	6			8	2,4		11	
<b>2.00 Pflege</b>								
2.01 Allgemeinpflge	5		0,1–25	8	2,4		24	6
2.02 Wöchnerinnen- und Neugeborenenpflege	5		3,5–28	8	2,4		24	11
2.03 Intensivmedizin	6		17,5–35,5	16	2,4	5	11	6
2.04 Dialyse	10		17,5–35,5	16	2,4	5	11	6
2.05 Säuglings- und Kinderkrankenpflege	6		17,5–35,5	16	2,4	5	11	6
2.06 Infektionskrankenpflege	6		17,5–35,5	16	2,4	5	11	6
2.07 Pflege psychisch Kranker	5		0,1–25	8	2,4		11	6
2.08 Pflege – Nuklearmedizin	6		17,5–35,5	8	2,4	5	11	6
2.09 Aufnahmepflege	5		0,1–25	8	2,4		24	6
2.10 Pflege – Geriatrie	5		0,1–25	8	2,4		24	6
2.11 Tagesklinik	5		0,1–25	8	2,4		24	6
<sup>1)</sup> nur für Räume der Endoskopie (nicht für Ärzteräume, Befundung, Demonstration, Vorbereitung, Anmeldung)								
<sup>2)</sup> wird durch andere Aufgaben abgedeckt (z. B. Apotheke, Labor, Therapien)								

Tab. 5/5: Leistungsbedarf für die einzelnen Funktionsstellen nach DIN 13080 bezogen auf die Nettogrundfläche des jeweiligen Bereichs



Funktionsbereich/Funktionsstelle	Allgemeine Beleuchtung	Einzelleuchten	Elektrischer Leistungsbedarf für RL	Informations- und Kommunikationstechnik	Medizinische Geräte AV	Medizinische Geräte SV	Sonstige Geräte/ Steckdosen AV	Sonstige Geräte/ Steckdosen SV
	in W je m <sup>2</sup>	in W je m <sup>2</sup>	in W je m <sup>2</sup>	in W je m <sup>2</sup>	in W je m <sup>2</sup>	in W je m <sup>2</sup>	in W je m <sup>2</sup>	in W je m <sup>2</sup>
<b>3.00 Verwaltung</b>								
3.01 Leitung und Verwaltung	10			8			24	6
3.02 Archivierung	5			8			11	
3.03 Information und Dokumentation	6			8			11	6
3.04 Bibliothek	6			8			11	
<b>4.00 Soziale Dienste</b>								
4.01 Serviceeinrichtungen	10		0–28	4			11	
4.02 Seelsorge und soziale Einrichtungen	10			4			11	
4.03 Personalumkleiden	6		0,1				11	
4.04 Personalspeisenversorgung	10		3,5–28				150–300	
<b>5.00 Ver- und Entsorgung</b>								
5.01 Arzneimittelversorgung	10		14–42	8			24	6
5.02 Sterilgutversorgung	6						24	
5.03 Geräteversorgung	6–18						24	
5.04 Bettenaufbereitung	10		0–28				20–500	6
5.05 Speisenversorgung	10		3,5–28				150–300	
5.06 Wäscheversorgung	6		3,5				50–700	
5.07 Lagerhaltung und Güterumschlag	4			4			11	
5.08 Wartung und Reparatur	6						24	
5.09 Abfallbeseitigung	4						11	
5.10 Haus- und Transportdienst	4						11	
<b>6.00 Forschung und Lehre</b>								
6.01 Forschung	10		0–28	8			24–300	
6.02 Lehre	10			8			24	
6.03 Ausbildung und Schulung	10			8			24	
<b>7.00 Sonstiges</b>								
7.01 Rettungsdienst	6			8			11	
7.02 Limited-care-Dialyse	10		17,5–35,5	8		5,2	11	
7.03 Kinderbetreuung	6		0,1–25	8	2,4		24	6
7.04 Dienstleistungen nach außen <sup>2)</sup>								
7.05 Dienstleistungen von außen (Annahme)	10			8			11	
7.06 Wohnen	6		0–25				24	6

<sup>1)</sup> nur für Räume der Endoskopie (nicht für Arzträume, Befundung, Demonstration, Vorbereitung, Anmeldung)  
<sup>2)</sup> wird durch andere Aufgaben abgedeckt (z. B. Apotheke, Labor, Therapien)

A person wearing a white dress shirt and a blue and white striped tie is holding a rolled-up architectural blueprint. The blueprint is partially unrolled, showing various technical drawings and labels. The person's hands are visible, gripping the roll of paper. The background is a soft, out-of-focus light blue.

# Kapitel 6

## Musternetze für SIMARIS design

6.1 Beispiele für Einspeisenetzstrukturen	80
6.2 Ersatzimpedanz für IT-Trenntransformator	84
6.3 Stationsverteilungsbeispiele	86

# 6 Musternetze für SIMARIS design

Die SIMARIS Planungstools bieten effiziente Unterstützung bei der Dimensionierung der elektrischen Energieverteilung und der Ermittlung der dafür notwendigen Geräte und Verteilungen. Mit SIMARIS design können Netze berechnet und dimensioniert werden. Die Durchgängigkeit von System- und Geräteparametern bei den Berechnungen von der Mittelspannung bis zum Verbraucher garantiert eine hohe Planungssicherheit. Anders als in der internationalen Fassung der IEC 60364-7-710 wird in den Änderungen der spezifisch deutschen Fassung VDE 0100-710 explizit die Sicherstellung der Selektivität gefordert: „Bei einem Kurzschluss im Endstromkreis dürfen die Stromkreise des vorgeschalteten Verteilers nicht unterbrochen werden“. Dies kann rechentechnisch mit SIMARIS design nachgewiesen werden. Ähnlich wird dies auch in der österreichischen ÖVE/ÖNORM E 8007 gefordert, die ja neben der IEC 60364-7-710 weiterhin in Österreich gilt.

Grundlage der Berechnungen ist die Beachtung des erforderlichen Personen-, Kurzschluss- und Überlastschutzes. Die Dimensionierung der erforderlichen Betriebsmittel erfolgt nach anerkannten Regeln der Technik und gültigen Normen (VDE, IEC). Als Ergebnis der Berechnungen werden Kurzschlussströme, Lastflüsse, Spannungsfall und Daten zur Energiebilanz ausgegeben. Musternetze können exportiert und für die Weiterverarbeitung zum Beispiel in SIMARIS project zur Verfügung gestellt werden. Über Details zu den im Folgenden beschriebenen Musternetzen sowie anderen Berechnungskonfigurationen können Sie den TIP-Planerbetreuer in Ihrer Region kontaktieren (Ansprechpartner siehe Anhang).

## 6.1 Beispiele für Einspeisenetzstrukturen

In Tab. 6/2 werden einige Beispiele für unterschiedliche Netzanbindungen aufgelistet. Dabei wird ein Teil der im Internet verfügbaren SIMARIS Musternetze in der Tabelle miteinander verglichen. Die Schalterstellungen für den Normalbetrieb sind mit eingetragen. Die vollständigen Datensätze für die SIMARIS Beispiele finden Sie über den Link:

[w3.siemens.com/powerdistribution/global/DE/consultant-support/elektroplanung-software/netzberechnung/musternetze/Seiten/default.aspx](http://w3.siemens.com/powerdistribution/global/DE/consultant-support/elektroplanung-software/netzberechnung/musternetze/Seiten/default.aspx)

Spezifische Unterscheidungsmerkmale zwischen den einzelnen Beispielen sind in den Netzdiagrammen für einen Teil der Musternetze (Abb. 6/1 bis Abb. 6/4) farblich gekennzeichnet. Diese werden in den Hinweisen zu den Grafiken in Tab. 6/1 kurz beschrieben.

Unter anderem wird daraus ersichtlich, dass die Musternetze nur Anregungen, aber keine allgemein gültigen Musterlösungen bieten können. Denn bei jedem Projekt führen die Verwendung unterschiedlicher Ansätze und der Einsatz verschiedener Geräte zu einer eigenständigen Dimensionierung und Auslegung von Netzkomponenten.

### Hinweise Musternetz 1.2:

<sup>1)</sup> Vergleich von Kabel NS-K/L 1.1A.11.3 in Kupplung GHV3 AV – GHV3 SV mit Kupplungen AV – SV in GHV1 und GHV2: Aufgrund der Verlegeart C anstelle der Verlegeart E (Kupplungen AV-SV in GHV1 und GHV2; Verlegearten nach IEC 60364-5-52) resultiert anderer Reduktionsfaktor und damit andere Kabeldimensionierung

### Hinweise Musternetz 1.3:

<sup>2)</sup> Einsatz von Leistungsschaltern (LS GHV1/2/3 AV) zwischen HV AV und GHV AV statt Sicherungen (wie in Musternetz 1.2 verwendet):

Änderung der Kabeldimensionierung (vergleiche Kabel NS-K/L 1.1A.8/10/11 für Musternetz 1.2 mit Kabel NS-K/L 1.1A.8/10/11 für Musternetz 1.3)

### Hinweise Musternetz 1.5:

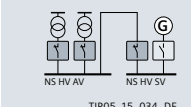
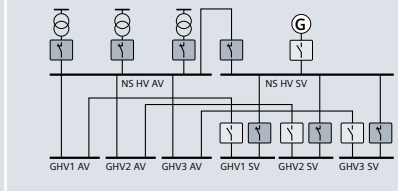
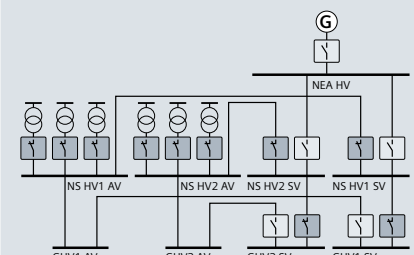
<sup>3)</sup> Verteilung der Mittelspannung zu den beiden Gebäuden mit dezentralen Transformatoren (Trafo 1/2/3 bzw. Trafo 4/5/6); aber zentraler NS-Generator

<sup>4)</sup> Frei dimensionierte Geräte unterscheiden sich von fest vorgegebenen Geräten in den beiden vergleichbaren Gebäudenetzen (Q7 fest vorgegeben; Q17 frei dimensioniert)

<sup>5)</sup> Gerätearten/Gerätenennwerte beeinflussen Kabeldimensionierung (offener Leistungsschalter Q4, LTS/LS NS HV1 SV liefert andere Kabelquerschnitte für Kabel NS-K/L 1.1B.13.3 als Kompaktleistungsschalter Q14, LTS/LS NS HV2 SV für Kabel NS-K/L 1.1D.13.3)

Tab. 6/1: Erläuterungen zu den in Abb. 6/1 bis Abb. 6/4 betrachteten Musternetzen für SIMARIS design



Musternetz	1.1	1.2	1.3	1.5
Einspeisung	AV: zentral 2T SV: 1G	AV: zentral, 3T SV: 1G	AV: zentral, 3T SV: 1G	AV: dezentral, 2 x 3T SV: 1G
Verteilung AV	HV AV	HV AV 3 x GHV AV	HV AV 3 x GHV AV	2 x HV AV 2 x GHV AV
Verteilung SV	HV SV	HV SV 3 GHV SV	HV SV 3 GHV SV	HV NEA 2 x HV SV 2 x 1 GHV SV
Kupplung HV	HV AV – HV SV: Schiene 1 Leistungsschalter + 1 Lasttrennschalter	HV AV – HV SV: Schiene 1 Leistungsschalter + 1 Lasttrennschalter	HV AV – HV SV: Schiene 1 Leistungsschalter + 1 Lasttrennschalter	HV AV – HV SV: Schiene 1 Leistungsschalter + 1 Lasttrennschalter
Kupplung GHV		GHV AV – GHV SV: Kabel/Leitung 1 Sicherung + 1 Lasttrennschalter	GHV AV – GHV SV: Kabel/Leitung 1 Sicherung + 1 Lasttrennschalter	2 x (GHV AV – GHV SV): Kabel/Leitung 1 Sicherung + 1 Lasttrennschalter
Abgänge HV – GHV		Sicherungen	Leistungsschalter	Leistungsschalter
Normalbetrieb				

Grundsätzlich: TN-S-Netz mit zentralem Erdungspunkt und isoliertem PEN-Leiter

- AV: Allgemeine Stromversorgung
- SV: Sicherheitstromversorgung
- HV: Hauptverteilung
- GHV: Gebäudehauptverteilung
- T: Transformator
- G: Generator
- NEA: Netzersatzanlage

Tab. 6/2: Beschreibung der SIMARIS Musternetze wie in Abb. 6/1 bis Abb. 6/4 gezeigt

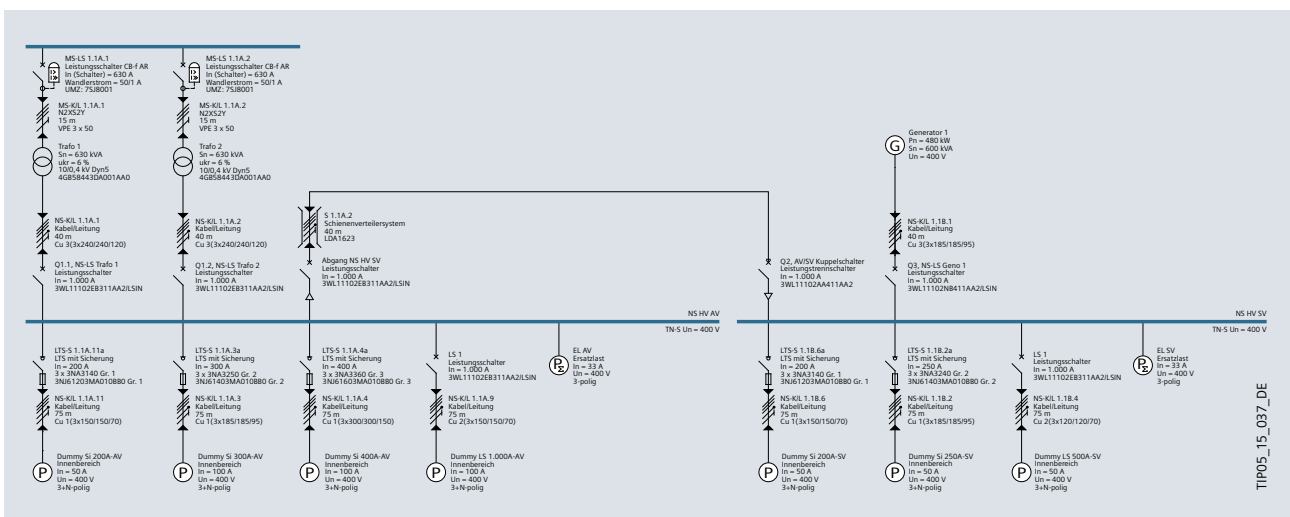


Abb. 6/1: Einspeisetzstruktur aus SIMARIS design für Musternetz 1.1

6

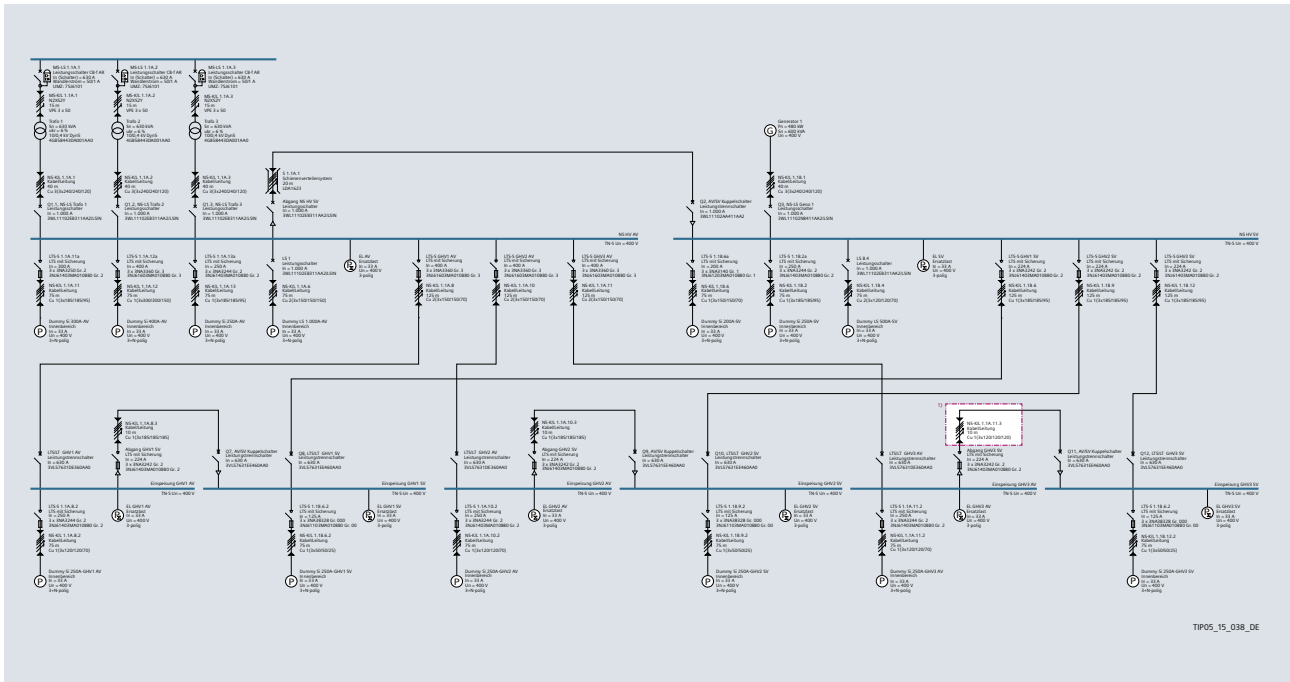


Abb. 6/2: Einspeisetzstruktur aus SIMARIS design für Musternetz 1.2 (zu 1) siehe Tab. 6/1)

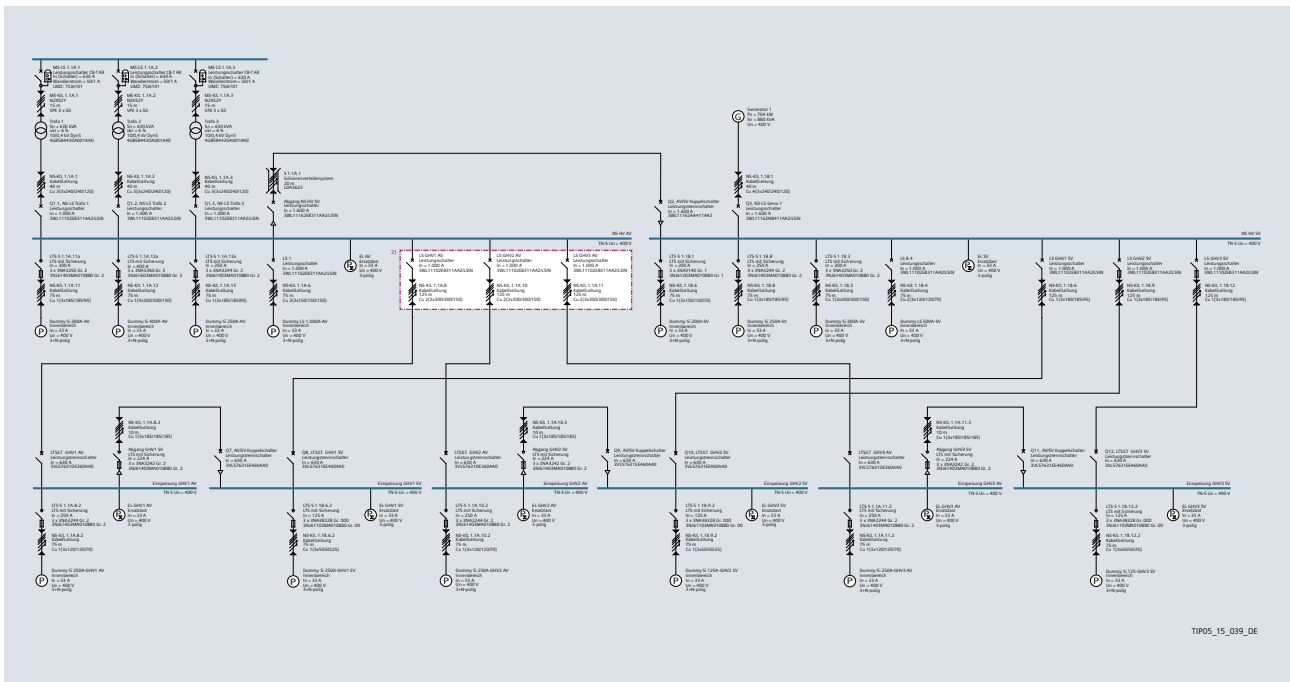


Abb. 6/3: Einspeisetzstruktur aus SIMARIS design für Musternetz 1.3 (zu 2) siehe Tab. 6/1)

6

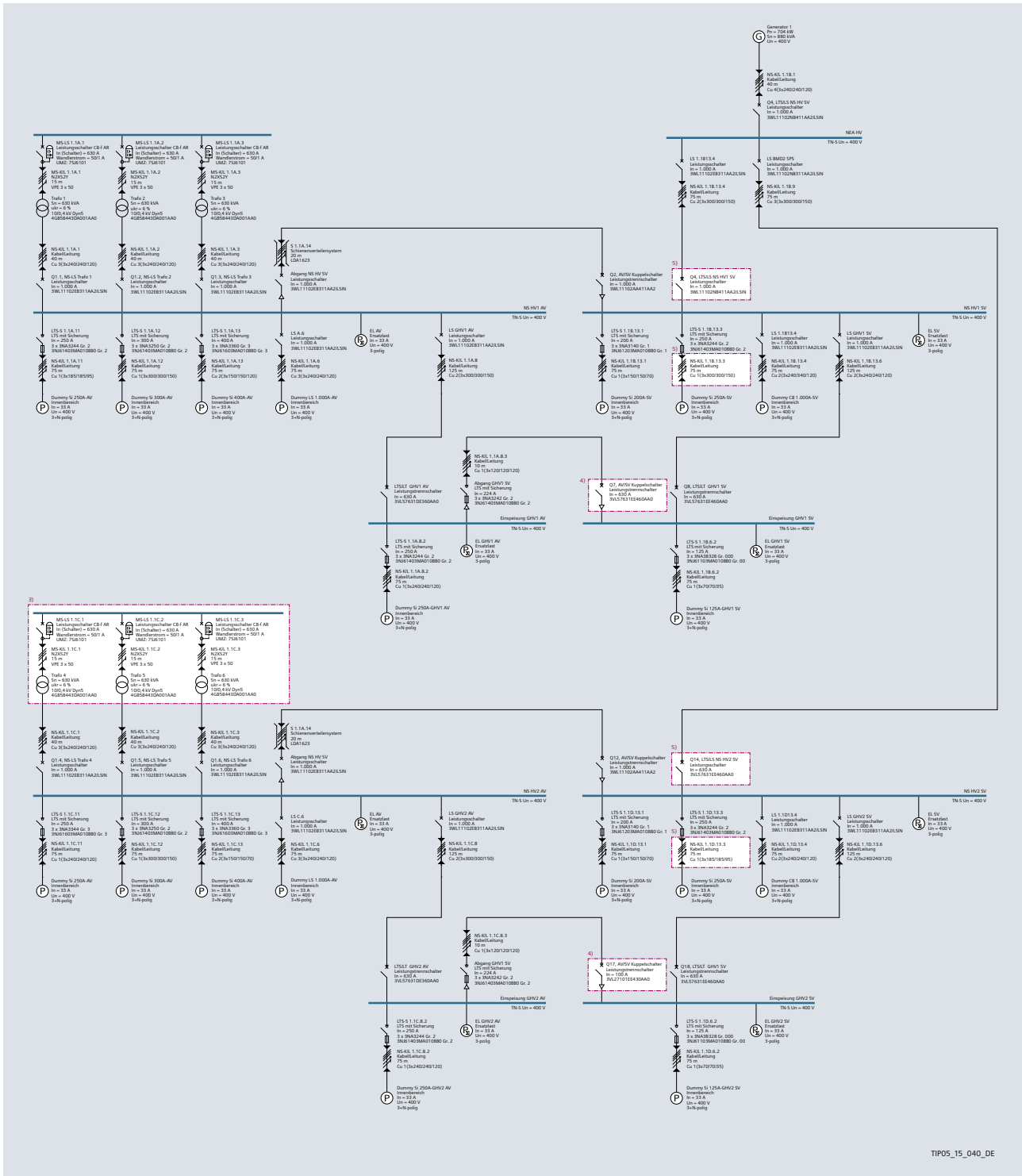
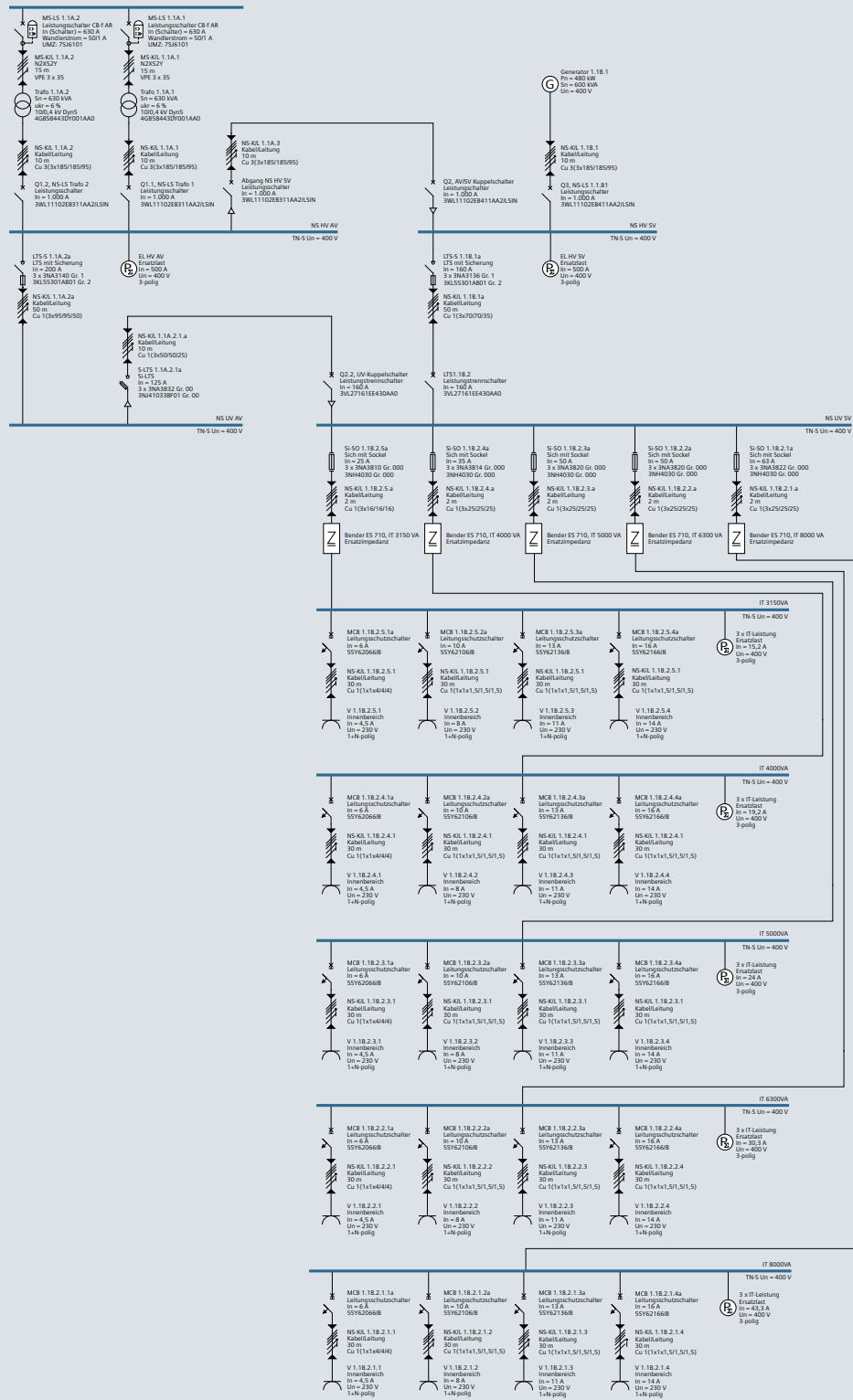


Abb. 6/4: Einspeisenetzstruktur aus SIMARIS design für Musternetz 1.5 (zu 3), 4), 5) siehe Tab. 6/1)

## 6.2 Ersatzimpedanz für IT-Trenntransformator

Wie in Abschnitt 4.4.3 beschrieben, ist der Einsatz spezieller IT-Trenntransformatoren für den Aufbau medizinischer IT-Netzsysteme im Krankenhaus unerlässlich. SIMARIS design bietet die Möglichkeit der Eingabe einer Ersatzimpedanz zur rechnerischen Nachbildung von IT-Trenntransformatoren. Dazu muss aus den Verteilerstromkreisen in SIMARIS design eine Ersatzimpedanz ausgewählt und mit den zum Transformator passenden Werten in die Netzstruktur eingefügt werden (Abb. 6/5). Das Vorgehen wird detailliert in der Technischen Schriftenreihe Ausgabe 1 [55] beschrieben.



TIPOS\_15\_041\_DE

Abb. 6/5: Nachbildung von IT-Trenntransformatoren in SIMARIS design

## 6.3 Stationsverteilungsbeispiele

Je mehr Informationen über Aufbau und Ausrüstung einzelner Krankenhausstationen verfügbar sind, desto genauer können die elektrischen Energieverteilungsnetze geplant und Aussagen zu Aufwand und Kosten gemacht werden. Zwei Beispiele für Netzdiagramme von einfach aufgebauten Krankenhausstationen werden in den nächsten beiden Abschnitten gezeigt.

### 6.3.1 Netzdiagramm für OP-Bereich

In Abb. 6/6 versorgt eine große USV den Roboter und das bildgebende System für den Hybrid-OP, der ähnlich aufgebaut ist wie in Abb. 5/5 gezeigt – mit einem Roboter Artis zeego. Darüber hinaus werden zwei medizinische IT-Netze simuliert, ebenso wie eine BSV oder ZSV. Wie in Abb. 6/4 dargestellt, kann der Anschluss der IT-Transformatoren an die AV- und SV-Schiene oder an die SV- und die BSV/ZSV-Schiene erfolgen, zusammen mit der entsprechenden Umschalteneinrichtung.

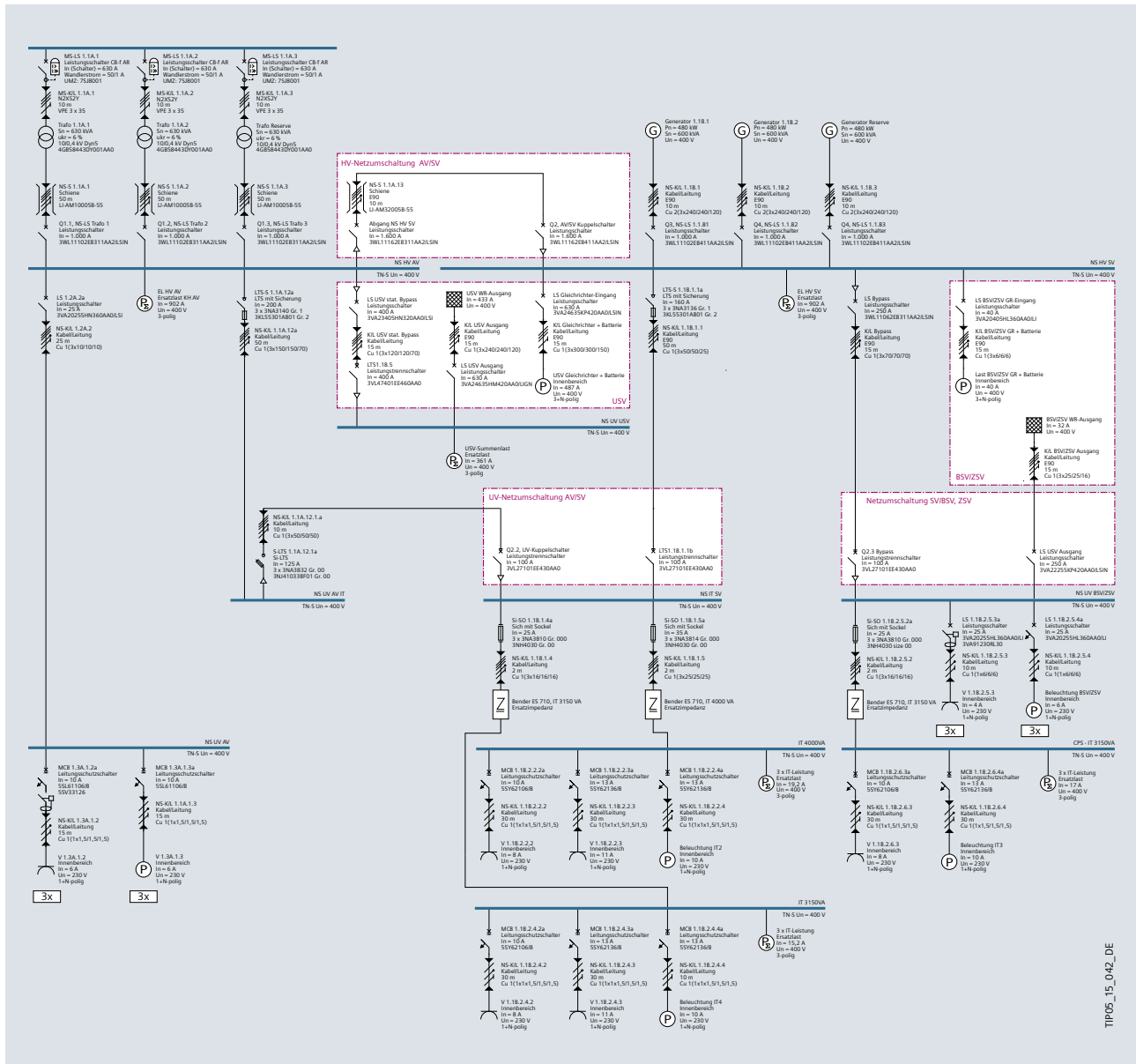


Abb. 6/6: Nachbildung eines OP-Bereichs in SIMARIS design

**Achtung:** abweichend von der Darstellung in Abb. 6/6 können für die BSV die Einspeisungen von Gleichrichter und Umgehung nach VDE 0558-507 über separate Zuleitungen aus unterschiedlichen Netzen erfolgen.

### 6.3.2 Netzdiagramm für Bettenstation

In Abb. 6/7 werden die Einspeisungsstruktur und die BSV-/ZSV-Simulation für die bildgebende Einrichtung im OP-Bereich von Abb. 6/6 übernommen. Die zweite, deutlich kleinere USV versorgt die Stationszentrale unterbrechungsfrei mit Strom. Um in der USV-Verteilung

(Abb. 6/7: „NS UV USV“) vollselektiv zu sein, muss bereits für die Versorgung von drei Steckdosenanschlüssen eine USV mit 40 kVA Ausgangsscheinleistung gewählt werden. In der Regel ist es wohl günstiger, einphasige Stecker-USV-Geräte einzusetzen und die zu schützenden Verbraucher direkt über Steckeranschlüsse der USV zu versorgen.

Für die AV- und die SV-Verteilung werden nur ein Patientenraum mit Bad sowie zentral die Stationsküche und die Zentrale nachgebildet. Weitere Anschlüsse der Bettenstation werden ebenso wie andere Krankenhausbereiche als Ersatzlast simuliert.

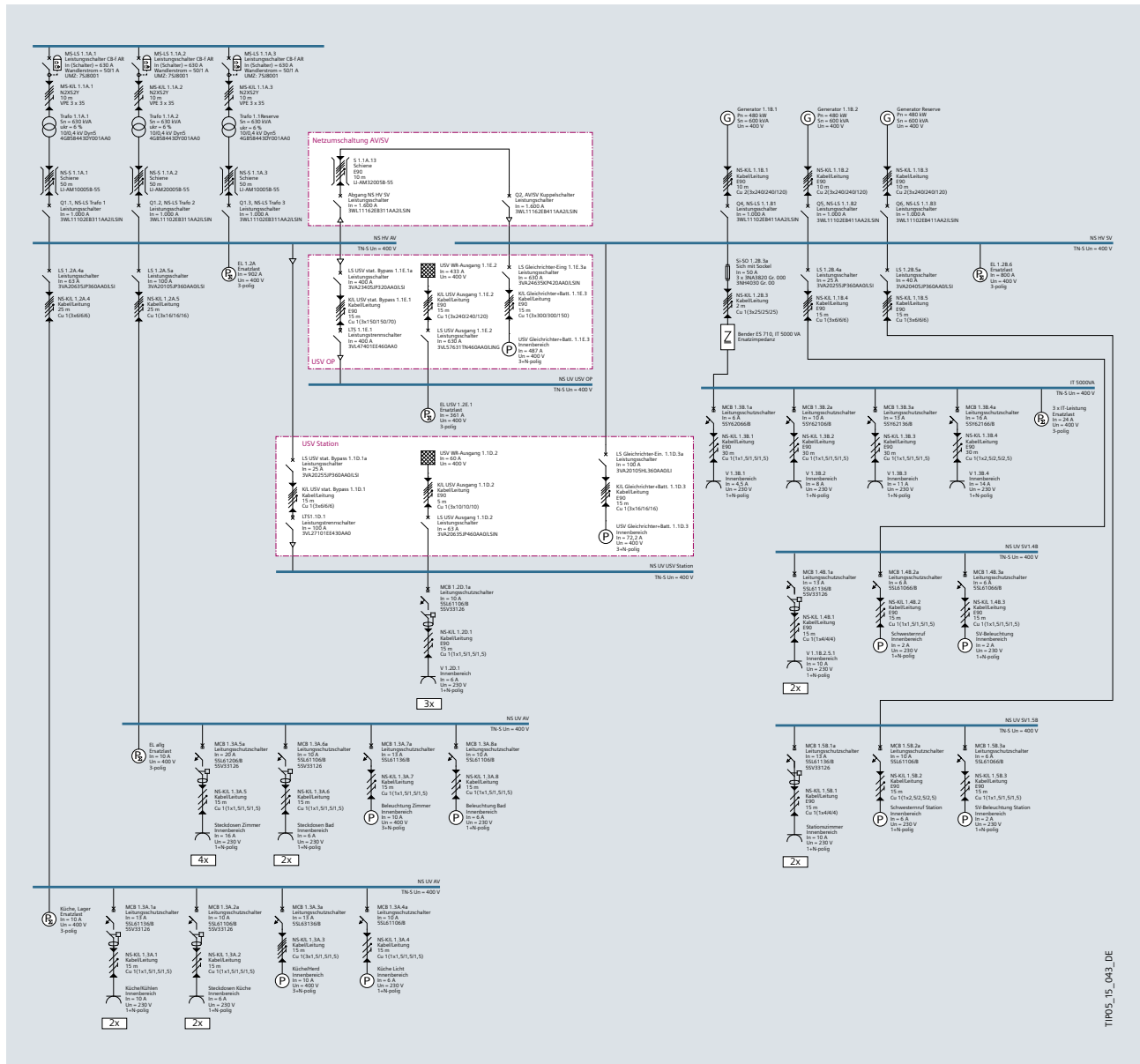


Abb. 6/7: Nachbildung einer Bettenstation in SIMARIS design



# 6



# Kapitel 7

## Projektierung von Hauptkomponenten der elektrischen Energieverteilung

7.1 Verteilungstransformatoren GEAFOL	91
7.2 Mittelspannungsschaltanlage	92
7.3 Niederspannungsschaltanlage	94
7.4 Installationsverteiler	96
7.5 Schienenverteiler-Systeme	98



# 7 Projektierung von Hauptkomponenten der elektrischen Energieverteilung

In SIMARIS design erfolgt die Dimensionierung von Produkten und Systemen für die erforderlichen Netzstrukturen der einzelnen Krankenhausbereiche unter Berücksichtigung der normativen Anforderungen. Zur Dokumentation der Selektivität kann die Ausgabe der Selektivitätskennlinien genutzt werden. Dabei wird die Strom-Zeit-Kennlinie des betrachteten Schutzgeräts mit den entsprechenden Angaben für die vor- und nachgeschalteten Geräten verglichen. Abb. 7/1 zeigt einen Kennlinienvergleich für einen Kompaktleistungsschalter 3VA, wie er in SIMARIS design entsprechend der Abb. 6/6 dimensioniert worden ist.

Für weitere Planungsschritte werden die Abmessungen und Gewichte der verwendeten Einrichtungen benötigt. Und letztlich müssen die produktspezifischen Ausschreibungstexte erstellt werden. Ein dafür geeignetes Software-Tool ist SIMARIS project.

Als Ausgabe von SIMARIS design kann eine Exportdatei mit den erforderlichen Angaben erstellt werden. Diese kann in SIMARIS project aufgerufen und weiter genutzt werden. Näheres zu den SIMARIS Softwaretools für den Planer finden Sie im Internet:

[siemens.de/simaris](http://siemens.de/simaris)

In SIMARIS project werden Schaltanlagen und Verteilerschränke entsprechend den Angaben aus SIMARIS design zusammengestellt. Zusätzlich kann der Geräteeinbau optimiert werden. Einzelkomponenten, die bei der Dimensionierung in SIMARIS design nicht berücksichtigt werden, wie zum Beispiel die Brandschutzschalter 5SM6, können in SIMARIS project für die Ausgabe bereitgestellt werden. Dafür ist es wichtig, entsprechende Platzreserven gerade bei Installationsverteilern einzukalkulieren. Exemplarisch für die Auswertungen der Berechnungen eines fiktiven OP-Bereichs nach Abb. 6/6 mit SIMARIS project werden im Folgenden die Ausgaben für wesentliche Komponenten aufgeführt.

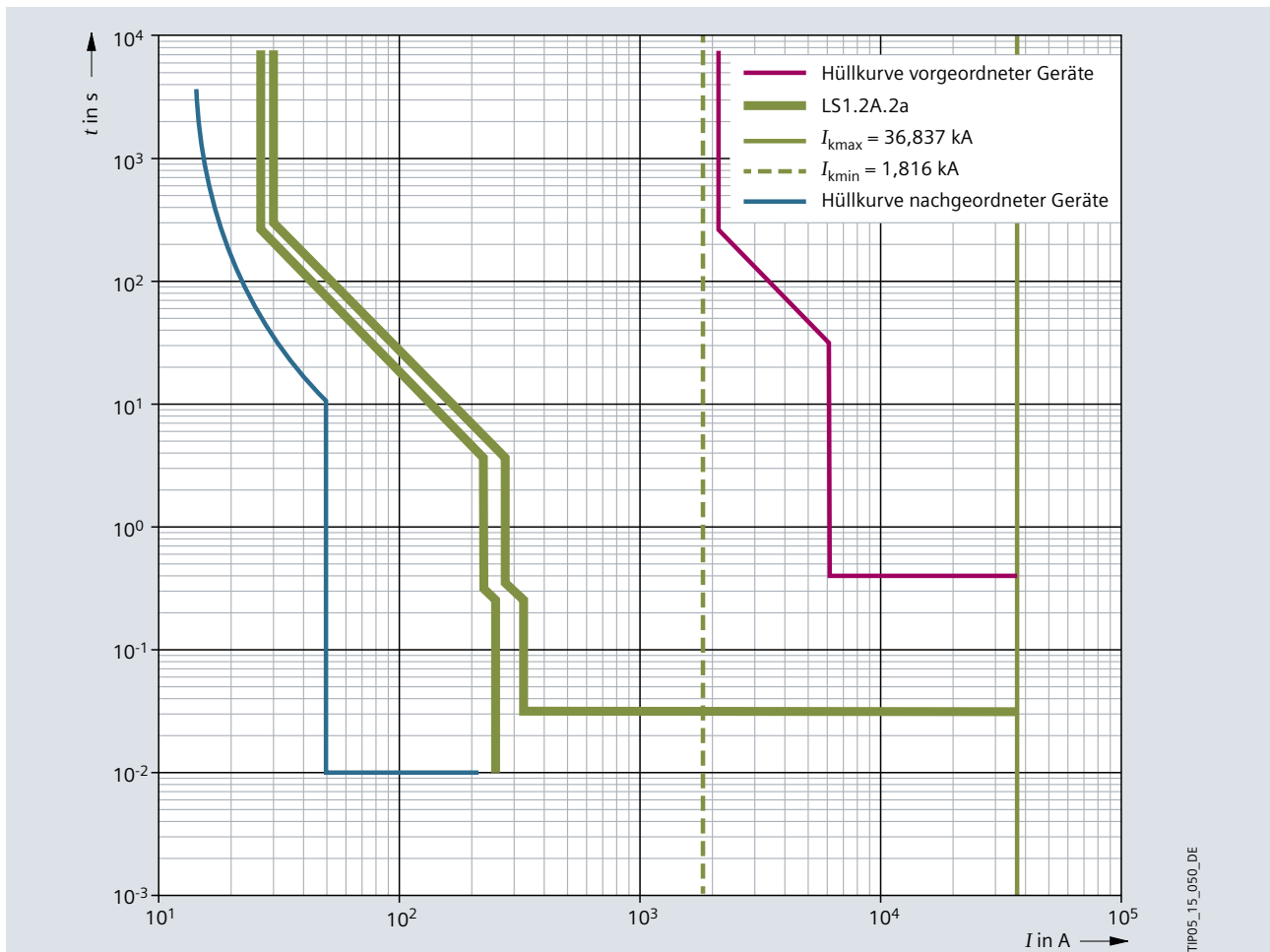


Abb. 7/1: Kennlinienvergleich aus SIMARIS design entsprechend Abb. 6/6 für Kompaktleistungsschalter LS1.2A.2a

## 7.1 Verteilungstransformatoren GEAFOL

Wie in [36] beschrieben, wird bei einem Hausanschluss von über 250 A eine Gebäudeversorgung mit Mittelspannung und die Transformation auf das Niederspannungsverteilungsnetz im Gebäude durch Verteilungstransformatoren bevorzugt eingesetzt. Für die Aufstellung in unmittelbarer Nähe von Menschen werden GEAFOL Transformatoren (Abb. 7/2) ausgewählt. SIMARIS project liefert den Ausschreibungstext:

Gießharzisierte Trockentransformatoren (GEAFOL) weisen folgende Charakteristiken auf:  
Nach IEC 60076-11 (VDE 0532-76-11, DIN EN 60076-11) schwerentflammbar und selbstverlöschend. Im Brandfall dürfen keine toxischen oder explosiven Gase austreten. Ein Brandgutachten mit Rauchgasanalyse ist vorzulegen. Hohe Wechsel- und Stoßspannungsfestigkeit. Es ist durch Messung nachzuweisen, dass die Wicklungen bis  $2 \times U_n$  frei von innerer Teilentladung sind. Der Grundstörpegel darf dabei 5 pC nicht überschreiten.

### Wicklungsaufbau

OS: Unter Vakuum vergossene Aluminiumfolienwicklung in der Isolierstoffklasse F mit einer zulässigen mittleren Übertemperatur von 100 K.

US: Prepreg-isolierte Aluminiumbandwicklung (zur Verringerung der axialen Kurzschlusskräfte) in der

Isolierstoffklasse F mit einer zulässigen mittleren Übertemperatur von 100 K.

### Technische Daten

- Brandklasse F1
- Umgebungsklasse E2
- Klimaklasse C2
- Innenraumaufstellung
- Aufstellungshöhe bis 1000 m
- Isolierstoffklasse OS/US F/F
- Isolationspegel für OS 10 kV: AC 28 kV, LI 75 kV
- Isolationspegel für OS 20 kV: AC 50 kV, LI 95 kV
- Maximale Umgebungstemperatur 40 °C
- Bemessungsfrequenz 50 Hz
- Betriebsart DB (Dauerbetrieb)
- Kühlungsart AN (natürliche Luftkonvektion; en: air natural)
- Schutzart IP00
- Optionale Leistungserhöhung bis zu 40 % durch Anbau von Lüftern (ab 630 kVA)
- Optional für jede Leistungsgröße ein geprüftes Schutzgehäuse ohne Leistungsreduzierung bis IP23
- Einschließlich:
  - Zwei Temperaturüberwachungssysteme für Warnung und Auslösung, bestehend aus zwei PTC Fühlern (Kaltleiterfühler; en: positive temperature coefficient) je Schenkel und als Beipack ein Auslösegerät AC/DC (24–240 V, 50–60 Hz)
  - Zwei Erdungsanschlüsse M12 am unteren Presseisen, umsetzbare Rollen für Längs- und Querverfahrt

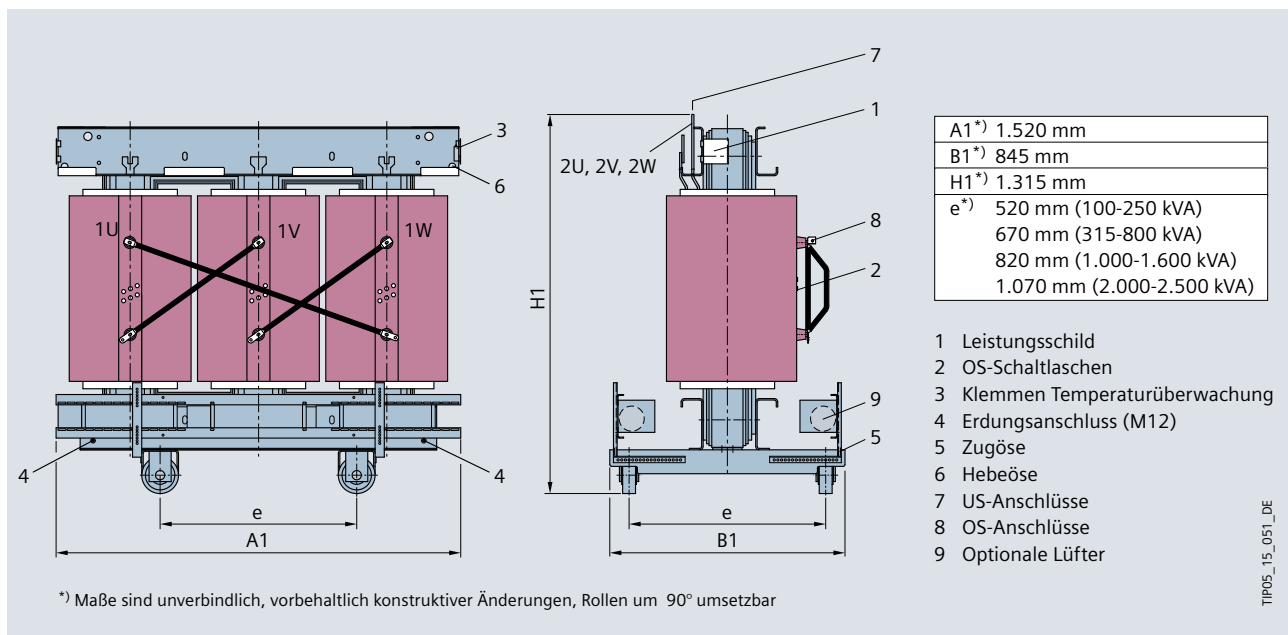


Abb. 7/2: CAD-Ansichten für GEAFOL-Transformator aus SIMARIS project

## 7.2 Mittelspannungsschaltanlage

Über die Leistungsschalterfelder mit digitalen Schutzgeräten in der Mittelspannungsschaltanlage 8DJH werden die einzelnen Verteilungstransformatoren mittelspannungsseitig versorgt. Für die Schutzgeräte ist ein Niederspannungsschrank vorzusehen. Die Einspeisung über zwei Ringkabelfelder mit Längskupplungsfeld wird um ein Verrechnungsmessfeld ergänzt, sodass die Schaltfeldblöcke mit einem gemeinsamen Gasbehälter zusammengefasst werden (Abb. 7/3). Für den Schaltanlagenraum ist eine Druckberechnung nach Pigler für den Fall eines Störlichtbogens innerhalb der Schaltanlage durchzuführen und zu dokumentieren. Die Vorgabewerte sind:

- Raumabmessungen
- Lage und Größe der Druckentlastungsöffnungen
- Standort und Abmessungen der Schaltanlage

Hauptmerkmale der Mittelspannungsschaltanlage 8DJH sind:

- Der Mittelspannungsteil muss wartungsfrei auf Lebenszeit sein
- Kleine Bauform und möglichst geringe Schaltfeldabmessungen durch gasisolierte Bauweise
- Störlichtbogengeprüfte Ausführung (IAC A FL bzw. FLR)
- Unabhängigkeit von Umwelteinflüssen
- Keine Gasarbeiten vor Ort notwendig
- Gasdicht auf Lebenszeit
- Dreipolige feldweise hermetische Kapselung aus Edelstahl
- Hermetisch geschlossene Primärkapselung
- Die Bedienung aller Schalter erfolgt von der Schaltfeldfront
- Verwendung von Vakuum-Leistungsschaltern mit der Möglichkeit der Fernsteuerbarkeit

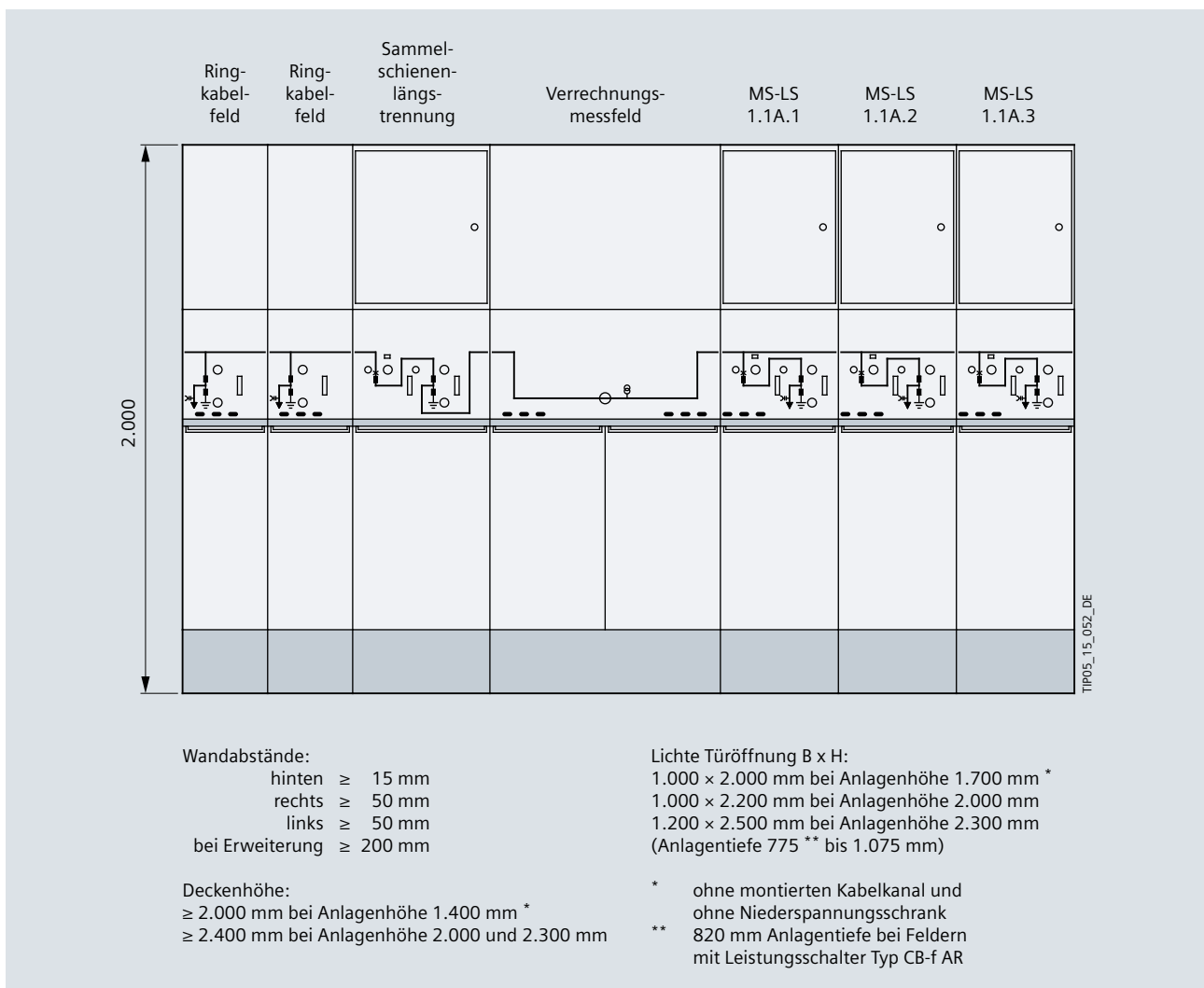


Abb. 7/3: Frontansicht für Mittelspannungsschaltanlage 8DJH

- Betriebsdauerunabhängige konstante Isoliereigenschaft des Gases
- Verwendung von Ringkern-Stromwandlern außerhalb der Kapselung (frei von dielektrischer Beanspruchung)
- Spannungswandler in metallbeschichteter und steckbarer Ausführung
- Antriebsmechanismen außerhalb der Kapselung sollen einen gefahrlosen Zugang während des Betriebs sicherstellen
- Höchste Zuverlässigkeit und Personensicherheit mit Druckentlastungseinrichtung
- Kapazitive Spannungsabgriffe (kapazitive Spannungsteiler) in der Durchführung zum Kabelabzweig sollen eine gefahrlose Prüfung auf Spannungsfreiheit an der Schaltfeldfront ermöglichen. Der Schutzgrad der Schaltanlage darf hierbei nicht herabgesetzt werden
- Die Anlage muss vor Ort ohne längere Abschaltung erweiterbar sein

Das digitale Schutzgerät 7SJ80 der SIPROTEC 5-Reihe (Abb. 7/4) kann einen multifunktionalen Überstromzeit-schutz übernehmen. Es ist für den Leitungsschutz von Hoch- und Mittelspannungsnetzen mit geerdeter, niederohmig geerdeter, isolierter oder kompensierter Sternpunkt-ausführung ausgelegt. Daneben ist das Gerät als Reserveschutz oder als Ergänzung zum Transformator-differentialschutz einsetzbar.



Abb. 7/4: Digitales Schutzgerät 7SJ80 der SIPROTEC 5-Produktfamilie

Das Gerät ermöglicht die Steuerung eines Leistungsschalters und weiterer Schaltgeräte sowie Automatisierungsfunktionen wie beispielsweise Verriegelungen. Es bietet als Basisfunktionen (Kennziffern nach American National Standards Institute ANSI in Klammern aus [56]):

- Schutzfunktionen für 3-polige Auslösung
- Unterstrom (37)
- Schiefastschutz (46)
- Gegensystem-Überstromzeitschutz (46)
- Thermischer Überlastschutz (49)
- Unabhängiger Überstromzeitschutz (50, 50N)
- Leistungsschalter-Versagerschutz (50BF)
- Abhängiger Überstromzeitschutz (51, 51N)
- Auslösekreisüberwachung (74TC)
- Einschaltsperrung (86)
- Parametersatzumschaltung
- Messwerte
- Schaltstatistik
- Logikeditor
- Einschaltstromerkennung
- Externe Einkopplung
- Steuerung
- Störschreibung analoger und binärer Signale mit einstellbarer Vor- und Nachlaufzeit
- Überwachung

Optionale Funktionen sind:

- Fehlerort (FL)
- Synchrocheck (25)
- Unterspannungsschutz (27)
- Gerichtete Leistungsüberwachung (32)
- Drehfeldüberwachung (47)
- Empfindlicher Erdstromschutz (50Ns)
- Leistungsfaktor (55)
- Überspannungsschutz (59)
- Gerichteter Überstromzeitschutz, Phasen (67)
- Gerichteter Erdkurzschlusschutz (67N)
- Empfindliche Erdschlusserfassung für gelöschte und isolierte Netze (67NS)
- Automatische Wiedereinschaltung (79)
- Frequenzschutz (81)
- Hochimpedanz-Erdstrom-Differentialschutz (87N)

### 7.3 Niederspannungsschaltanlage

Abb. 7/5 zeigt die SIVACON S8 Niederspannungsschaltanlage für die AV-Versorgung des in Abb. 6/6 gezeigten OP-Bereichs als Beispiel für eine Hauptverteilung. Dabei handelt es sich um eine nach IEC 61439-2 bauartgeprüfte Energie-Schaltgerätekombination.

Für die Einspeisung der drei Transformatoren werden Einspeisefelder mit offenen Leistungsschaltern 3WL in Einschubtechnik verwendet. Ein Schaltfeld besteht aus den folgenden Funktionsräumen:

- Geräteraum
- Hilfs- bzw. Messgeräteraum
- Kabel- bzw. Schienenanschlussraum
- Sammelschienenraum
- Querverdrahtungsraum

Das Kuppelfeld AV/SV wird ebenfalls mit einem offenen Leistungsschalter 3WL ausgestattet. Für Messungen und deren Anzeige werden die Einspeise- und Kuppelfelder mit jeweils drei Wandlern und einem Multifunktionsmessgerät 7KM PAC3200 für den Schalttafeleinbau bestückt (Abb. 7/6).

Das Abgangsfeld in Universaleinbautechnik nimmt die drei Abgänge der Schaltanlage in Festeinbautechnik auf, jeweils mit Fronttür. Die Einbausatzhöhe für den Lasttrennschalter mit Sicherungen 3KL55 beträgt 300 mm, für den Kompaktleistungsschalter 3VA20 sind 150 mm vorgesehen und 200 mm für den 3VA23 (Abb. 7/7). Die Kompaktleistungsschalter werden liegend (Anschlüsse links und rechts) eingebaut.

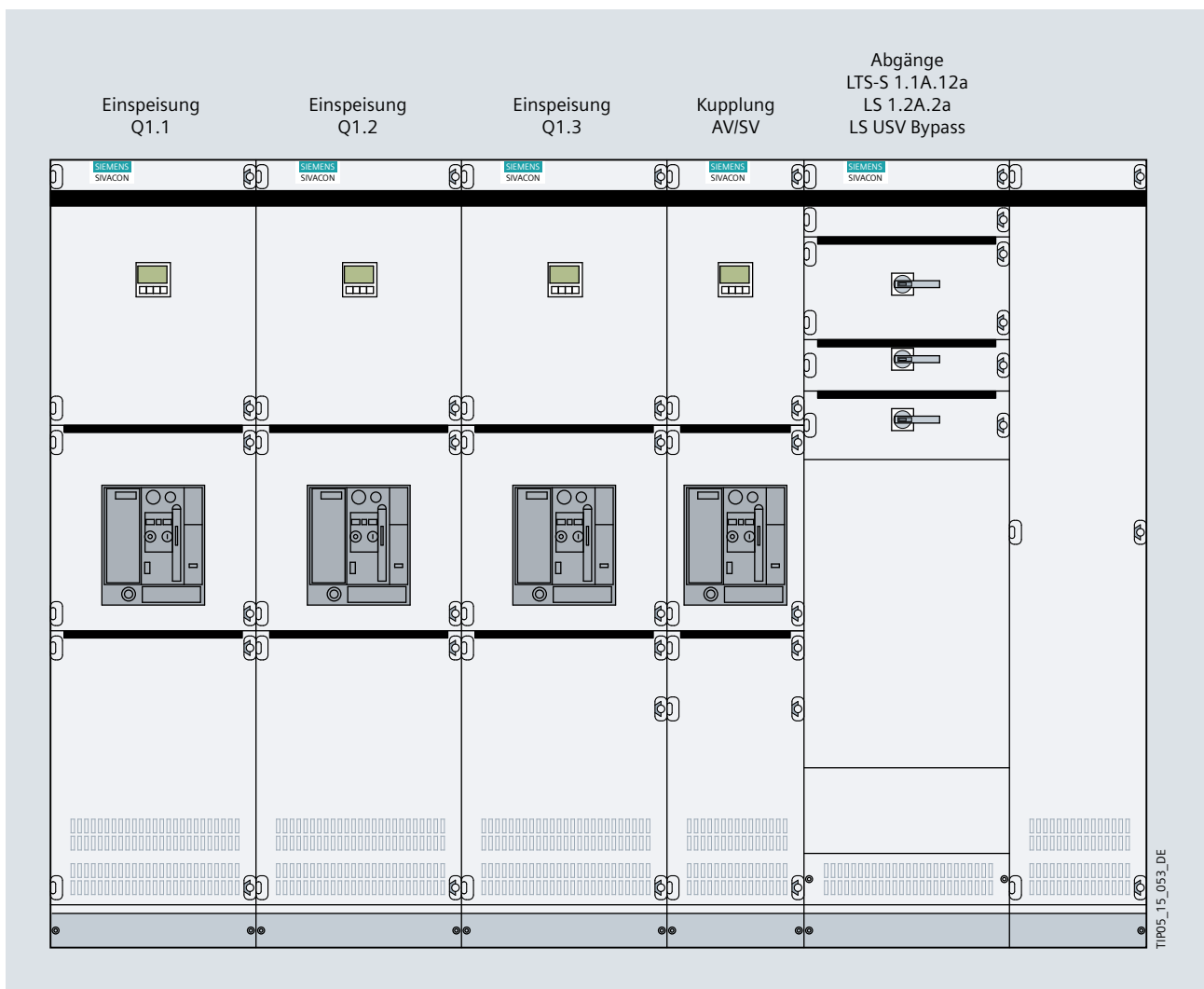


Abb. 7/5: Frontansicht für AV-Niederspannungsschaltanlage SIVACON S8



Abb. 7/6: Offener Leistungsschalter 3WL und Messgerät PAC 3200 für Einspeise- und Kuppelfelder der AV-Hauptverteilung



Abb. 7/7: Kompaktleistungsschalter 3VA und Lasttrennschalter 3KL für Abgänge der AV-Hauptverteilung

## 7.4 Installationsverteiler

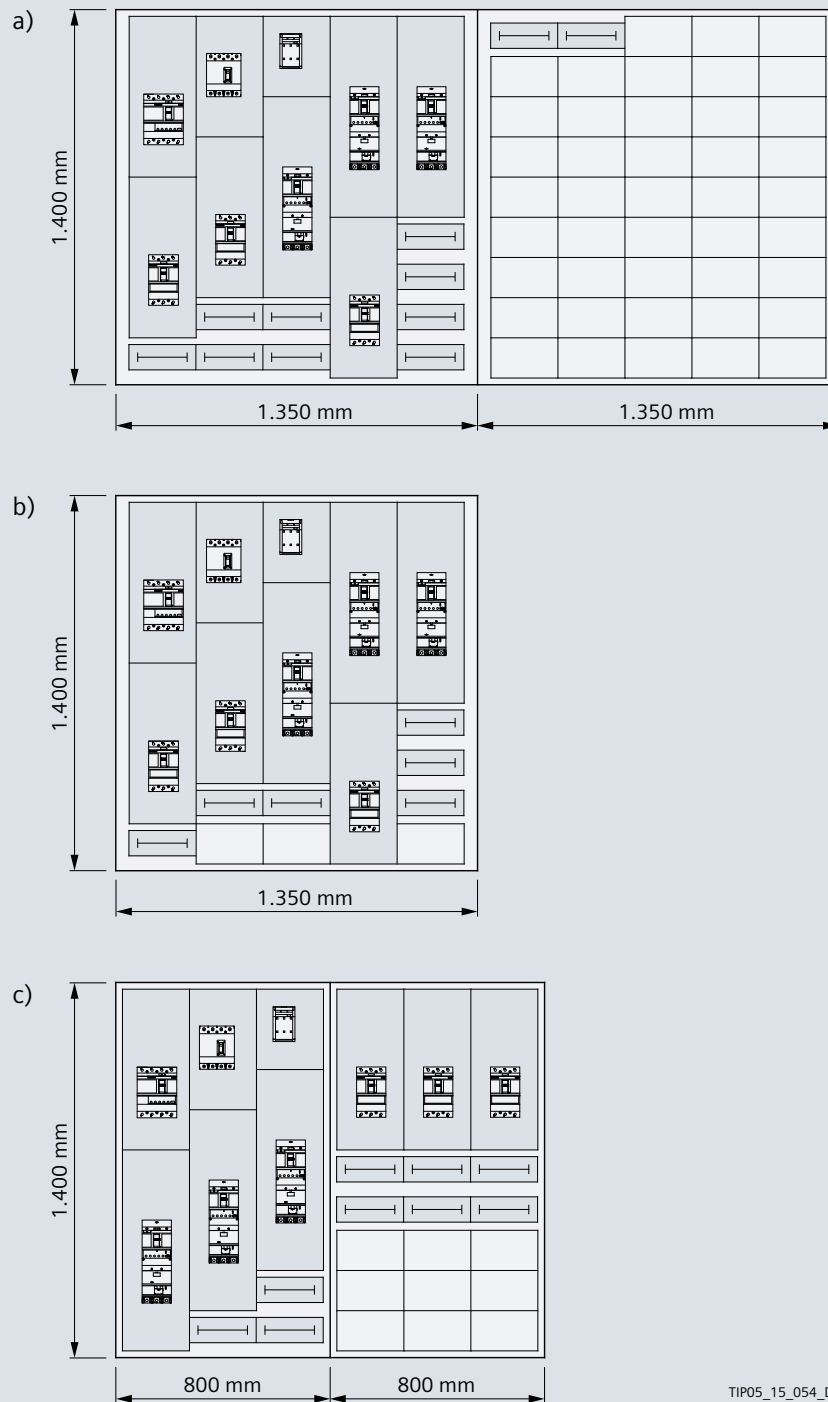
Exemplarisch für die vielen Installationsverteiler, die bei der Projektierung mit den SIMARIS Planungstools im OP-Bereich ermittelt werden, wird im Folgenden der Verteilerschrank ALPHA DIN400 für die Ausgangsverteilung des BSV/ZSV-Systems betrachtet. In SIMARIS project wird ein 2,70 m breiter Wandverteiler (entsprechend den Normen IEC 61439-1/-2/-3, DIN VDE 0603-1) ausgegeben (Abb. 7/8a). Das Programm füllt die Geräte in das größtmögliche Feld und fügt ein zweites Feld an, um die Platzreserve von 20 % und die Klemmbereichsreserve von 30 % zu erhalten. Reduziert der Anwender im Programm beide Werte auf 10 % reicht ein Feld aus (Abb. 7/8b). Allerdings sind dann diese Reserven äußerst knapp bemessen.

Als Alternative kann der Anwender in SIMARIS project eine andere Feldbreite wählen. Mit einer Feldbreite von 800 mm lassen sich die Platzanforderungen erfüllen, wenn die Klemmbereichsreserve nur unwesentlich auf 25 % reduziert wird (Abb. 7/8c). Die Platzreserve von 20 % bleibt unverändert. Bei der Suche nach der optimalen Lösung mit den SIMARIS Software-Tools unterstützt Sie Ihr TIP-Planerbetreuer (siehe Anhang).

Für den Fehlerstromschutz können die Kompaktleistungsschalter 3VA2 für Steckdosenstromkreise mit Differenzstromschutzgeräten RCD820 (Advanced Typ A) ergänzt werden. Eine Auslösung durch RCD820 kann an der LCD-Anzeige der ETU abgelesen werden.

Weitere Geräte im Verteiler sind neben den Kompaktleistungsschaltern 3VA2, der Leistungstrennschalter 3VL für den Anschluss der BSV/ZSV-Handumgehung und der Sicherungslasttrennschalter 3NP1 zum Transformator für das medizinische IT-Netz.





TIP05\_15\_054\_DE

Abb. 7/8: Frontansicht für ALPHA DIN400 Verteiler aus SIMARIS project

a) Unveränderte Ausgabe der aus SIMARIS design importierten Datei

b) Ausgabe bei Reduktion der Reservewerte auf jeweils 10 %

c) Ausgabe für eine unveränderte Platzreserve von 20 % und eine Klemmbereichsreserve von 25 % mit einer Feldbreite von 800 mm

## 7.5 Schienenverteiler-Systeme

Das bauartgeprüfte Schienenverteiler-System LI (Abb.7/9) bietet ein breites Spektrum an Schienen- und Abgangskästen, gemäß den Normen IEC 61439-1/-6. Dadurch erreicht es einen hohen Grad an Personen- und Anlagensicherheit sowie verbesserte Verfügbarkeit im Betrieb. Die Schutzarten IP55 und IP66 tragen ebenso dazu bei.

Der Brandschutz des Systems LI wurde für die Feuerwiderstandsklassen EI90 und EI120 (Kategorien nach EN 13501) gemäß EN 1366-3 geprüft. Er erfüllt damit

Bauvorschriften gemäß europäischer Normen und trägt zu einem hohen Sicherheitsstandard des Krankenhauses bei. Der bauartgeprüfte Anschluss an SIVACON S8-Schaltanlagen und die Transformator-Einspeisekästen tragen ebenso dazu bei.

Die steckbaren Abgangskästen bis zu 1.250 A und eine Vielzahl von Einspeise-Elementen sowie Schienenkästen zur Richtungsänderung ermöglichen eine kostengünstige und aufwandsarme Umstrukturierung der elektrischen Energieversorgung für medizinische Bereiche, wie sie die in Kap. 2 gezeigten Umbaubeispiele erfordern.

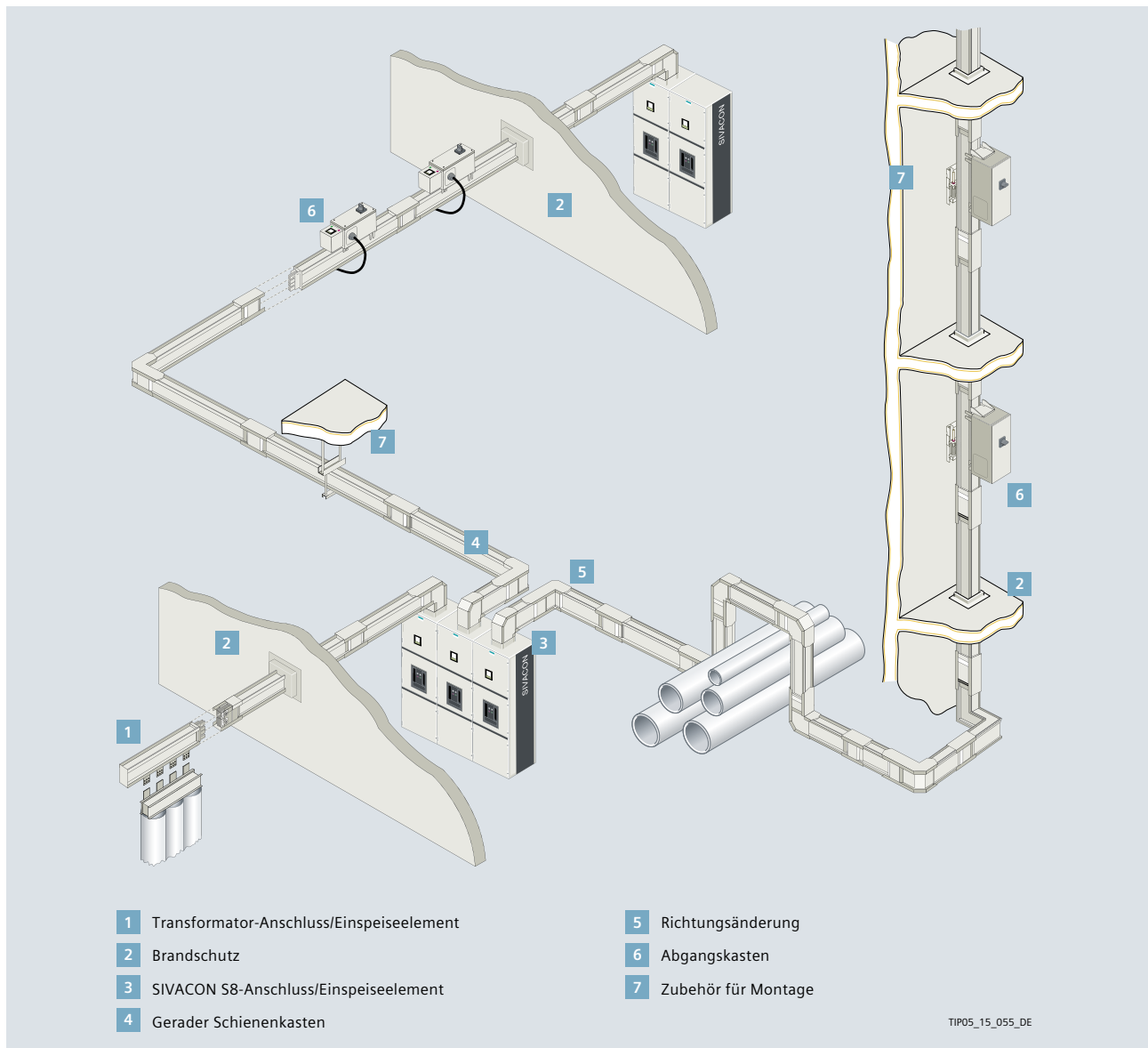


Abb. 7/9: Schienenverteiler-System LI

Aus den unterschiedlichen Leiterkonfigurationen mit PE-, Neutralleiter und Clean-Earth-Ausführung (isoliert geführter PE; Abb. 7/10) kann auf Netzanforderungen bezüglich der Neutralleiterbelastung reagiert werden. Sind größere Bemessungsstromstärken nötig, kann das Schienenverteiler-System LI als Doppelsystem (Abb. 7/10 unten) eingesetzt werden.

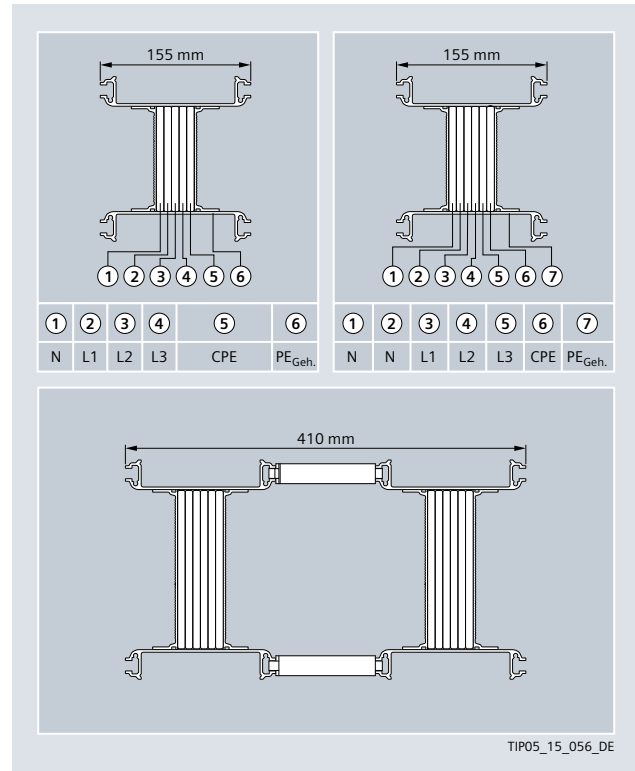
Die Beschreibung weiterer Systeme, Produkte und Komponenten kann anderen Planungshandbüchern von Siemens, wie zum Beispiel [36], entnommen werden. Sie finden über das Download-Center, das auf der Internetseite

[siemens.de/tip-cs](http://siemens.de/tip-cs)

verlinkt ist, eine Reihe downloadbarer Pdf-Dateien dazu. Die zugehörigen Leistungsverzeichnisse sind über die Ausgaben von SIMARIS project verfügbar oder über:

[siemens.de/ausschreibungstexte](http://siemens.de/ausschreibungstexte)

Bei Effizienzabschätzungen und Budgetkalkulationen zu Ihrer Planung unterstützt Sie der TIP-Planerbetreuer. Kontaktdaten finden Sie im Anhang.



**Abb. 7/10: Clean Earth-Leiterkonfigurationen für Schienenverteiler-System LI:**  
**Oben: LI-Einfachsystem (links: einfacher N-Leiter; rechts: doppelter N-Leiter; CPE = Clean Earth PE-Leiter)**  
**Unten: LI-Doppelsystem**





# Kapitel 8

## Anhang

8.1 Liste der aufgeführten Normen	102
8.2 Beleuchtungsangaben für Räume in Krankenhäusern nach DIN 5035-3	106
8.3 Abkürzungsverzeichnis	108
8.4 Literaturverzeichnis	112

# 8 Anhang

## 8.1 Liste der aufgeführten Normen

International	National	Titel deutsch	Titel englisch
IEC 60364-7-710	VDE 0100-710	Elektrische Anlagen von Gebäuden – Teil 7-710: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art; Medizinisch genutzte Bereiche	Electrical installations of buildings – Part 7-710: Requirements for special installations or locations; Medical locations
	VDI 2067 Blatt 1	Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen – Grundlagen und Kostenberechnung	Economic efficiency of building installations – Fundamentals and economic calculation
	DIN 13080	Gliederung des Krankenhauses in Funktionsbereiche und Funktionsstellen	
	DIN 13080 Bbl 4	Gliederung des Krankenhauses in Funktionsbereiche und Funktionsstellen – Begriffe und Gliederung der Zielplanung für Allgemeine Krankenhäuser	
EN 15221-6	DIN EN 15221-6	Facility Management – Teil 6: Flächenbemessung im Facility Management	Facility Management – Part 6: Area and Space Measurement in Facility Management
	IS 12433-2	Grundlegende Anforderung an die Planung von Krankenhäusern -Teil 2: Krankenhäuser mit bis zu 100 Betten	Basic requirements for hospital planning – part 2; up to 100 bedded hospital
	DIN 277-2	Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau – Teil 2: Gliederung der Nettogrundfläche (Nutzflächen, Technische Funktionsflächen und Verkehrsflächen)	Areas and volumes of buildings – Part 2: Classification of net ground areas (utilization areas, technical operating areas and circulation areas)
	VDI 3807-2	Verbrauchskennwerte für Gebäude – Verbrauchskennwerte für Heizenergie, Strom und Wasser	Characteristic consumption values for buildings – Characteristic heating-energy, electrical-energy and water consumption values
IEC 60364-5-52	VDE 0100-520	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-52: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kabel- und Leitungsanlagen	Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems
IEC 60364-5-56	VDE 0100-560	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-56: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Einrichtungen für Sicherheitszwecke	Low-voltage electrical installations – Part 5-56: Selection and erection of electrical equipment – Safety services
IEC 60601-1	VDE 0750-1	Medizinische elektrische Geräte – Teil 1: Allgemeine Festlegungen für die Sicherheit einschließlich der wesentlichen Leistungsmerkmale	Medical electrical equipment – Part 1: General requirements for basic safety and essential performance
	VDE 0107	Starkstromanlagen in Krankenhäusern und medizinisch genutzten Räumen außerhalb von Krankenhäusern	Electrical installations in hospitals and locations for medical use outside hospitals
	VDE 0100-710 Bbl1	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-710: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Medizinisch genutzte Bereiche; Beiblatt 1: Erläuterungen zur Anwendung der normativen Anforderungen aus DIN VDE 0100-710	Low-voltage electrical installations – Part 7-710: Requirements for special installations or locations – Medical locations; Supplement 1: Explanation for application of the normative requirements of DIN VDE 0100-710
	ÖVE/ÖNORM E 8007	Starkstromanlagen in Krankenhäusern und medizinisch genutzten Räumen außerhalb von Krankenhäusern	Electrical installations in hospitals and locations for medical use outside hospitals
	NEN 1010-7-710	Elektrische Anlagen von Gebäuden – Teil 7-710: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art; Medizinisch genutzte Bereiche	Electrical installations of buildings – Part 7-710: Requirements for special installations or locations; Medical locations
	BS 7671	Forderungen fuer elektrische Installationen. IET-Verdrahtungsregelungen	Requirements for Electrical Installations. IET Wiring Regulations

International	National	Titel deutsch	Titel englisch
	HTM 06-01 Part A	Medizintechnisches Memorandum 06-01: Elektrische Energieversorgung und -verteilung – Teil A: Auslegungsgrundlagen	Health Technical Memorandum 06-01: Electrical services supply and distribution – Part A: Design considerations
	VDE 0558-507	Batteriegestützte zentrale Stromversorgungssysteme (BSV) für Sicherheitszwecke zur Versorgung medizinisch genutzter Bereiche	Battery based central safety power supply systems for medical electrical equipment
IEC 60364-1	VDE 0100-100	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 1: Allgemeine Grundsätze, Bestimmungen allgemeiner Merkmale, Begriffe	Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions
IEC 61140	VDE 0140-1	Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel	Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment
IEC 60364-4-41	VDE 0100-410	Elektrische Anlagen von Gebäuden – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag	Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock
IEC 61557-8	VDE 0413-8	Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 8: Isolationsüberwachungsgeräte für IT-Systeme	Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 8: Insulation monitoring devices for IT systems
IEC 61558-2-15	VDE 0570-2-15	Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und entsprechenden Kombinationen – Teil 2-15: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Trenntransformatoren zur Versorgung medizinischer Räume	Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – Part 2-15: Particular requirements and tests for isolating transformers for the supply of medical locations
IEC 62305	VDE 0185-305	Normenreihe: Blitzschutz	Series of standards: protection against lightning
IEC 60601-2-41	VDE 0750-2-41	Medizinische elektrische Geräte – Teil 2-41: Besondere Festlegungen für die Sicherheit einschließlich der wesentlichen Leistungsmerkmale von Operationsleuchten und Untersuchungsleuchten	
IEC 60947-6-1	VDE 0660-100	Niederspannungsschaltgeräte – Teil 1: Allgemeine Festlegungen	Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules
IEC 62040-1	VDE 0558-510	Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Sicherheitsanforderungen an USV	Uninterruptible power systems (UPS) – Part 1: General and safety requirements for UPS
IEC 62040-2	VDE 0558-520	Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) – Teil 2: Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	Uninterruptible power systems (UPS) – Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements
	DIN 6280-13	Stromerzeugungsaggregate – Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben- Verbrennungsmotoren – Teil 13: Für Sicherheitsstromversorgung in Krankenhäusern und in baulichen Anlagen für Menschenansammlungen	Generating sets – Reciprocating internal combustion engines driven generating sets – Part 13: For emergency power supply in hospitals and public buildings
ISO 8525		Normenreihe: Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren	Series of standards: Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets
IEC 88528-11	VDE 0530-24	Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben- Verbrennungsmotoren – Teil 11: Dynamische, unterbrechungsfreie Stromversorgung – Leistungsanforderungen und Prüfverfahren	Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets – Part 11: Rotary uninterruptible power systems – Performance requirements and test methods

International	National	Titel deutsch	Titel englisch
IEC 60364-4-42	VDE 0100-420	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-42: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen thermische Auswirkungen	Low-voltage electrical installations – Part 4-42: Protection for safety – Protection against thermal effects
IEC 62606 AMD 1	VDE 0665-10/A1	Allgemeine Anforderungen an Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen	General requirements for arc fault detection devices
IEC 60702-1	VDE 0284-1	Mineralisolierte Leitungen mit einer Nennspannung bis 750 V – Teil 1: Leitungen	Mineral insulated cables and their terminations with a rated voltage not exceeding 750 V – Part 1: Cables
IEC 60702-2	VDE 0284-2	Mineralisolierte Leitungen mit einer Nennspannung bis 750 V – Teil 2: Endverschlüsse	Mineral insulated cables and their terminations with a rated voltage not exceeding 750 V – Part 2: Terminations
IEC 60331		Normenreihe: Prüfungen an Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall – Isolationserhalt	Series of standards: Tests for electric cables under fire conditions – Circuit integrity
IEC 60332-1-2	VDE 0482-332-1-2	Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall – Teil 1-2: Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader, einer isolierten Leitung oder einem Kabel – Prüfverfahren mit 1-kW-Flamme mit Gas/Luft-Gemisch	Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Procedure for 1 kW pre-mixed flame
	MLAR	Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie	Sample directive on fireproofing requirements for conduits and line systems
	VdS 2226	Krankenhäuser, Pflegeheime und ähnliche Einrichtungen zur Unterbringung oder Behandlung von Personen – Richtlinien für den Brandschutz	
	EltBauVO	Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen	Ordinance governing the construction of operating rooms for electrical installations
	DIN 4102-12	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 12: Funktionserhalt von elektrischen Kabelanlagen; Anforderungen und Prüfungen	Fire behaviour of building materials and building components; pipe encasements, pipe bushings, service shafts and ducts, and barriers across inspection openings; terminology, requirements and testing
IEC 62271-200	VDE 0671-200	Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 200: Metallgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV	High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
IEC/TR 61641		Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen in geschlossener Bauform – Leitfaden für die Prüfung unter Störlichtbogenbedingungen durch einen inneren Fehler	Enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Guide for testing under conditions of arcing due to internal faults
	DIN 5035	Normenreihe: Beleuchtung mit künstlichem Licht	Series of standards: artificial lighting
	DIN 5035-3	Beleuchtung mit künstlichem Licht – Teil 3: Beleuchtung im Gesundheitswesen	Artificial lighting – Part 3: Lighting of health care premises
IEC 61439	VDE 0660-600	Normenreihe: Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen	Series of standards: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies
IEC 61439-1	VDE 0660-600-1	Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 1: Allgemeine Festlegungen	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules
IEC 61439-2	VDE 0660-600-2	Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 2: Energie-Schaltgerätekombinationen	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies



International	National	Titel deutsch	Titel englisch
IEC 61439-3	VDE 0660-600-3	Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 3: Installationsverteiler für die Bedienung durch Laien (DBO)	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 3: Distribution boards intended to be operated by ordinary persons (DBO)
IEC 61439-6	VDE 0660-600-6	Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 6: Schienenvertersysteme (busways)	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 6: Busbar trunking systems (busways)
	DIN 1946-4	Raumluftechnik – Teil 4: Raumluftechnische Anlagen in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens	Ventilation and air conditioning – Part 4: Ventilation in buildings and rooms of health care
IEC 60076-11	VDE 0532-76-11	Leistungstransformatoren – Teil 11: Trockentransformatoren	Power transformers – Part 10: Determination of sound levels
	VDE 0603-1	Installationsverteiler und Zählerplätze AC 400 V; Installationskleinverteiler und Zählerplätze	Consumer units and meter panels AC 400 V; consumer units and meter panels
EN 13501		Normenreihe: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten	Series of standards: Fire classification of construction products and building elements
EN 1366-3		Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen – Teil 3: Abschottungen	Fire resistance tests for service installations – Part 3: Penetration seals
EN 12464-1		Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen	Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places

## 8.2 Beleuchtungsangaben für Räume in Krankenhäusern nach DIN 5035-3

Nr.	Referenznr. EN 12464-1	Art des Raums, Aufgabe oder Tätigkeit	$\bar{E}_m$ in lx	$U_{GRL}$	$R_a$	Hinweise (Nummern bei „siehe auch“ beziehen sich auf die entsprechenden Abschnitte in der Norm DIN 5035-3)
<b>A.1 Mehrzweckräume</b>						
A.1.1	7.1.1	Warteräume	200	22	80	siehe auch 5.1.2
A.1.2	7.1.2	Flure: während des Tages	200	22	80	siehe auch 5.1.1
A.1.3		Flure im Operationsbereich	300	19	80	siehe auch 5.1.1
A.1.4	7.1.3	Flure: während der Nacht	50	22	80	siehe auch 5.1.1
A.1.5	7.1.4	Tagesaufenthaltsräume	200	22	80	siehe auch 5.1.2
A.1.6		Empfang	300	22	80	siehe auch 5.1.3
A.1.7		Empfang mit Bildschirmarbeit	500	19	80	siehe auch 5.1.3
<b>A.2 Personalräume</b>						
A.2.1	7.2.1	Dienstzimmer	500	19	80	
A.2.2	7.2.2	Personal-Aufenthaltsräume	300	19	80	
<b>A.3 Bettzimmer, Wöchnerinnenzimmer</b>						
A.3.1	7.3.1	Allgemeinbeleuchtung	100	19	80	Beleuchtungsstärke auf dem Boden (Beleuchtungsstärke in 0,85 m über dem Boden siehe 5.3; Leuchtdichte der Leuchten und der Decke siehe 5.3.2)
A.3.2		Allgemeinbeleuchtung in Bettenräumen für Säuglinge	200	19	80	Beleuchtungsstärke in 0,85 m über dem Boden
A.3.3	7.3.2	Lesebeleuchtung	300	19	80	Definition der Leseebene und maximale Leuchtdichte der Leseleuchte, siehe 5.3.3
A.3.4	7.3.3	Einfache Untersuchungen	300	19	80	Definition der Untersuchungsebene, siehe 5.3.3
A.3.5	7.3.4	Untersuchungen und Behandlung	1.000	19	90	ggf. mit ortsveränderlichen Leuchten
A.3.6	7.3.5	Nachtbeleuchtung, Übersichtsbeleuchtung	5	–	80	Beleuchtungsstärke in 0,85 m über dem Boden, siehe 5.3
A.3.7		Nachtbeleuchtung, Übersichtsbeleuchtung in Bettenräumen für Säuglinge	20	–	80	Beleuchtungsstärke in 0,85 m über dem Boden, siehe 5.3
A.3.8		Orientierungsbeleuchtung	–	–	80	siehe 5.3.6
A.3.9	7.3.6	Baderäume und Toiletten für Patienten	200	22	80	
<b>A.4 Untersuchungsräume</b>						
A.4.1	7.4.1	Allgemeinbeleuchtung	500	19	90	
A.4.2	7.4.2	Untersuchung und Behandlung	1.000	19	90	
<b>A.7 Bildgebende Diagnostik- und Behandlungsräume</b>						
A.7.1	7.7.1	Allgemeinbeleuchtung	300	19	80	
A.7.2	7.7.2	Bildgebende Diagnostik mit Bildverstärkern und Fernsehsystemen	50	19	80	siehe auch DIN EN 12464-1 und DIN 5035-7
A.7.3		Direkte Betrachtung an Sichtgeräten	30	–	80	Beleuchtung muss ggf. bis auf 1 lx regelbar sein
<b>A.8 Entbindungsräume</b>						
A.8.1	7.8.1	Allgemeinbeleuchtung	300	19	80	ggf. regelbare Beleuchtung
A.8.2	7.8.2	Untersuchung und Behandlung	1.000	19	80	ggf. mit ortsveränderlichen Leuchten

Nr.	Referenznr. EN 12464-1	Art des Raums, Aufgabe oder Tätigkeit	$\bar{E}_m$ in lx	$U_{GRL}$	$R_a$	Hinweise (Nummern bei „siehe auch“ beziehen sich auf die entsprechenden Abschnitte in der Norm DIN 5035-3)
<b>A.9 Behandlungsräume (allgemein)</b>						
A.9.1	7.9.1	Dialyse – Ein- und Ausleitung	500	19	80	Beleuchtung sollte regelbar sein, siehe auch 5.4.3.6.
A.9.2		– Allgemeinbeleuchtung	100	19	80	siehe auch 5.3.2 und 5.4.3.6
A.9.3		– Lesebeleuchtung	300	19	80	siehe auch 5.3.3 und 5.4.3.6
A.9.4	7.9.2	Dermatologie	500	19	90	siehe auch 5.4.3.7
A.9.5	7.9.3	Endoskopieräume	300	19	80	siehe auch 5.4.3.8
A.9.6		Endoskopische Untersuchungen	50	19	80	Beleuchtung ggf. zu noch geringeren Beleuchtungsstärken regelbar
A.9.7	7.9.4	Verbandsräume	500	19	80	
A.9.8	7.9.5	Medizinische Bäder	300	19	80	siehe auch 5.4.3.9
A.9.9	7.9.6	Massage und Strahlentherapie	300	19	80	
<b>A.10 Operationsbereich</b>						
A.10.1	7.10.1	Vorbereitungs- und Aufwchräume	500	19	90	
A.10.2		Aufwachphase	100			Blendfrei für den liegenden Patienten
A.10.3		Zusatzbeleuchtung	1.000	19	85	siehe auch 5.5.4
A.10.4	7.10.2	Operationsräume	1.000	19	90	
A.10.5		Operationsumfeld	2.000	19	90	Anzustrebender Wartungswert der Beleuchtungsstärke 2.000 lx
A.10.6	7.10.3	Operationsfeld	–	–	–	$E_C = 40.000$ lx bis $160.000$ lx; siehe auch EN 60601-2-41
<b>A.11 Intensivstation</b>						
A.11.1	7.11.1	Allgemeinbeleuchtung	100	19	90	Beleuchtungsstärke auf dem Boden Beleuchtungsstärke in 0,85 m über dem Boden, siehe 5.3 Leuchtdichte der Leuchten und der Decke, siehe 5.3.2
A.11.2	7.11.2	Einfache Untersuchungen	300	19	90	Beleuchtungsstärke auf dem Bett
A.11.3	7.11.3	Untersuchungen und Behandlung	1.000	19	90	Beleuchtungsstärke auf dem Bett
A.11.4	7.11.4	Nachtüberwachung	20	19	90	Beleuchtungsstärke in 0,85 m über dem Boden, siehe 5.3
<b>A.14 Laboratorien und Apotheken</b>						
A.14.1	7.13.1	Allgemeinbeleuchtung	500	19	80	
A.14.2	7.13.2	Farbprüfung	1.000	19	90	Farbtemperatur $\geq 6.000$ K
A.14.3		Regal-/Schrankbeleuchtung	200	19	80	gegebenenfalls mit Zusatzbeleuchtung
<b>A.15 Sterilräume</b>						
A.15.1	7.14.1	Sterilisationsräume	300	22	80	
A.15.2	7.14.2	Desinfektionsräume	300	22	80	
<b>A.16 Obduktionsräume und Leichenhallen</b>						
A.16.1	7.15.1	Allgemeinbeleuchtung	500	19	90	
A.16.2	7.15.2	Obduktions- und Seziertisch	5.000	–	90	Werte höher als 5.000 lx können erforderlich sein
$\bar{E}_m$	Wartungswert der Beleuchtungsstärke in lx					
$U_{GRL}$	Blendung (en: unified glare rating)					
$R_a$	Farbwiedergabeindex (en: colour rendering index)					

## 8.3 Abkürzungsverzeichnis

### A

AC	Wechselspannung (en: alternating current)
ACB	Offener Leistungsschalter (en: air circuit breaker)
AFDD	Fehlerlichtbogen-Schutzschalter (en: arc fault detection device)
AHA	Amerikanische Krankenhausgesellschaft (en: American Hospital Association)
AKG	Außenwand-Konstruktions-Grundfläche
Al	Aluminium
ANSI	Amerikanisches Institut für Normen (en: American National Standards Institute)
ATS	Automatischer Transferschalter
AV	Allgemeine Stromversorgung

### B

BFS	Bundesamt für Statistik (Schweiz)
BGA	Blutgasanalyse
BGF	Bruttogrundfläche
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMA	Brandmeldeanlage
BMZ	Brandmeldezentrale
BNF	Beschränkt nutzbare Nutzfläche
BOS	Behörden/Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
BS	Englische Norm (en: british standard)
BSF	Beschränkt nutzbare Sanitärfläche
BSV	Batteriegestützte, zentrale Sicherheitsstromversorgung
BTF	Beschränkt nutzbare Technikfläche
BVF	Beschränkt nutzbare Verkehrsfläche

### C

CB-f AR	Fest eingebauter Vakuum-Leistungsschalter, automatisch wiederschließend (en: circuit-breaker fixed-mounted, automatic reclosing)
CEI	Italienisches elektrotechnisches Komitee (it: Comitato Elettrotecnico Italiano)
CH	Zentralkrankenhaus (en: central hospital)
CIHI	Kanadisches Institut für Gesundheitsinformationen (en: Canadian Institute for Health Information)
Cito	Lat.: Schnell, rasch, bald
CO	Kohlenmonoxid
CT	Computertomograph
Cu	Kupfer

### D

DC	Gleichspannung (en: direct current)
DH	Bezirkskrankenhaus (en: district hospital)
DH1	Kleineres Bezirkskrankenhaus
DIN	Deutsches Institut für Normung

### E

EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EEG	Elektroenzephalographie
EF	Ebenenfläche
EG	Erdgeschoss
EHG	Elektrohysterographie
EKG	Elektrokardiographie
EL	Ersatzlast
ELA	Elektroakustische Anlage; elektrische Lautsprecheranlage
ELT	Elektrotechnische Einrichtungen
EMG	Elektromyographie
EN	Europäische Norm
EPA	Elektronische Patientenakte
ETU	Elektronische Auslöseeinheit (en: electronic trip unit)

**F**

---

FELV	Funktionskleinspannung (en: functional extra low voltage)
FM	Facility Management
FWAZ	Feuerwehraufzug

**G**

---

GB	Nationaler Standard in China (cn: Guobiao)
GF	Gleichzeitigkeitsfaktor
GHV	Gebäudehauptverteilung
GLT	Gebäudeleittechnik
GOST	Russische Norm (ru: Gossudarstwenny Standart)

**H**

---

HBF	Hill-Burton-Formel
HES	Haupterdungsschiene
HLK	Heizung, Lüftung, Klimatisierung
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (Deutschland)
HOPE	Europäischer Krankenhausverband (en: Hospitals for Europe)
HTM	Medizinisch-technisches Memorandum (en: Health Technical Memorandum)
HV	Hauptverteilung

**I**

---

IABP	Intraaortale Ballonpumpe
IAC	Interne Störlichtbogenqualifikation (en: Internal Arc Classification)
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission (en: International Electrotechnical Commission)
IEC/TR	Technischer Bericht der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (en: technical report)
IGF	Innengrundfläche
IKG	Innenwand-Konstruktions-Grundfläche
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IMD	Isolationsüberwachungseinrichtung (en: insulation monitoring device)
IS	Indische Norm (en: indian standard)
ISO	Internationale Organisation für Normung (en: International Organization for Standardization)

**K**

---

KAKuG	Bundesgesetz über Krankenanstalten und Kuranstalten (Österreich)
KHG	Krankenhausfinanzierungsgesetz
Khs	Krankenhaus
KIS	Krankenhaus-Informationssystem

**L**

---

LS	Leistungsschalter
LTS	Lasttrennschalter mit Sicherung

**M**

MCB	Leitungsschutzschalter (en: miniature circuit breaker)
MCCB	Kompaktleistungsschalter (en: moulded case circuit breaker)
ME	Medizinisch-elektrisch
MES	Fertigungsmanagementsystem (en: manufacturing execution system)
MLAR	Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie
MR	Magnetresonanz
MRI	Magnetresonanztomographie (en: magnetic resonance imaging)
MS	Mittelspannung
MSR	Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik

**N**

NEA	Netzersatzanlage
NEN	Niederländische Norm (nl: Nederlandse Norm)
NF	Nutzfläche
NF	Französische Norm (fr: Norme française)
NGF	Nettogrundfläche
NRF	Nettoraumfläche
NS	Niederspannung
NSHV	Niederspannungshauptverteilung

**O**

OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (en: Organisation for Economic Co-operation and Development)
OG	Obergeschoss
OS	Oberspannung
ÖSG	Österreichischer „Strukturplan Gesundheit“
ÖVE/ÖNORM	Österreichische Norm des Österreichischen Verbands für Elektrotechnik

**P**

PA	Schutzpotentialausgleich
PACS	Bildablage- und -kommunikationssystem (en: picture archiving and communication system)
PDMS	Patientendatenmanagementsystem
PE	Schutzleiter (en: protective earth)
PELV	Schützende Kleinspannung (en: protective extra low voltage)
PET	Positronen-Emissions-Tomograph

**R**

RCD	Fehlerstromschutzeinrichtung (en: residual current device)
RLT	Raumlufttechnik
RWA	Rauch- und Wärmeabzugsanlage

**S**

SELV	Sicherheitskleinspannung (en: safety extra low voltage)
SEM	Nachhaltigkeit und Energiemanagement (en: Sustainability and energy management)
SF	Sanitärfläche
SF <sub>6</sub>	Schwefelhexafluorid
Si-LTS	Sicherungs-Lasttrennschalter
SIA	Schweizer Ingenieur- und Architektenverein
SN	Schweizer Norm
SNS	Nationale Gesundheitsbehörde Portugal (portugiesisch: Serviço Nacional de Saúde)
SV	Sicherheitsstromversorgung

**T**

TAV	Turbulenzarme Verdrängungsströmung
TBS	Total Building Solutions
TF	Technikfläche
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
TGF	Trennwand-Grundfläche
TIA	Totally Integrated Automation
TIP	Totally Integrated Power

**U**

---

UG	Untergeschoss
UGF	Unverwendbare Grundfläche
UNF	Unbeschränkt nutzbare Nutzfläche
US	Unterspannung
USF	Unbeschränkt nutzbare Sanitärfläche
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
UTF	Unbeschränkt nutzbare Technikfläche
UV	Unterverteilung
UVF	Unbeschränkt nutzbare Verkehrsfläche

**V**

---

VDE	Verband der Elektrotechnik und Elektronik
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VF	Verkehrsfläche
VNB	Verteilnetzbetreiber

**W**

---

WHO	Weltgesundheitsorganisation
WR	Wechselrichter

**Z**

---

ZEP	Zentraler Erdungspunkt
ZSV	Zusätzliche Sicherheitsstromversorgung

## 8.4 Literaturverzeichnis

[1]	Bundesgesetz über Krankenanstalten und Kuranstalten (KAKuG) BGBl. Nr. 1/1957 zu finden über <a href="http://www.ris.bka.gv.at">http://www.ris.bka.gv.at</a>
[2]	Gesetz zur wirtschaftlichen Sicherung der Krankenhäuser und zur Regelung der Krankenhauspflegesätze (Krankenhausfinanzierungsgesetz – KHG) über <a href="http://www.juris.de">http://www.juris.de</a>
[3]	OECD Health Statistics 2015 (OECD-Statistiken; <a href="http://www.oecd.org/els/health-systems/health-data.htm">http://www.oecd.org/els/health-systems/health-data.htm</a> )
[4]	Hospitals in the 27 Member States of the European Union; HOPE, 2009
[5]	Österreichischer Strukturplan Gesundheit 2012; GESUNDHEIT ÖSTERREICH GMBH (GÖG), 2012
[6]	Der energetische Sanierungsbedarf und der Neubaubedarf von Gebäuden der kommunalen und sozialen Infrastruktur; Bremer Energie Institut, 2011
[7]	RWI Materialien Heft 84: „Krankenhausplanung 2.0“; Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, 2014
[8]	Vortrag von K. Lennerts „Nachhaltige Krankenhäuser“; beim 33. deutschen Krankenhaustag 2010 veröffentlicht unter <a href="http://www.deutscher-krankenhaustag.de/de/vortraege/meldungen/2010_10_25_76272757_meldung.php?navid=4">http://www.deutscher-krankenhaustag.de/de/vortraege/meldungen/2010_10_25_76272757_meldung.php?navid=4</a>
[9]	Hong Kong Planning Standards and Guidelines – Summary; Planning Department Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2014
[10]	Global hospital Management Survey – China; China Center for Health Economics Research, Peking University, 2014
[11]	ENERGY COST AND CONSUMPTION IN A LARGE ACUTE HOSPITAL; S.C. Hu, J.D. Chen and Y.K. Chuah – Int. Journal on Architectural Science, Vol. 5, No. 1, 2004
[12]	Benchmarking im Krankenhaus – Schwerpunkte Energie und Instandhaltung; Diez K., Lennerts K. (Tagungsband Facility Management Messe und Kongress Frankfurt am Main), 2010
[13]	Baumanagement und Bauökonomie; Teubner-Verlag (Herausgeber: Liebchen, Jens; Viering, Markus G.; Zanner, Christian), 2007
[14]	Vierundzwanzigster Zusammenfassender Bericht „Gesundheitswesen – Kliniken“; Hessischer Rechnungshof (Herausgeber: M. Eibelshäuser, Präsident hessischer Rechnungshof), 2013
[15]	ENERGY STAR® Score for Hospitals in the United States; U.S. Environmental Protection Agency, 2014
[16]	ENERGY STAR® Score for Hospitals in Canada; U.S. Environmental Protection Agency, 2014
[17]	Kennzahlen zum Energieverbrauch in Dienstleistungsgebäuden; ÖGUT, 2011
[18]	Learning from French hospital design (2004) – BDP
[19]	Krankenanstalten in Zahlen 2013; Bundesministerium für Gesundheit (Österreich), 2014
[20]	Energy Efficiency in Hospitals, Maxi Brochure 05; Caddet, 1997
[21]	Projektnummer 53/09: Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2007 bis 2010, Endbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi); 2013, IREES, GfK, IfE, Fraunhofer ISI, BASE-ING.
[22]	Managing energy costs in hospitals; US Nationalgrid, 2002
[23]	Blockheizkraftwerke in Krankenhäusern; ASUE, 2010
[24]	Leitfaden Energieeffizienz für Krankenhäuser; EnergieAgentur.NRW, 2010
[25]	Kennzahlen zum Energieverbrauch in Dienstleistungsgebäuden; ÖGUT, 2011
[26]	Broschüre Nr. 128: EltAnlagen 2015; Arbeitskreis Maschinen und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV), 2015
[27]	Broschüre Nr. 98: Elt. Anlagen 2007; Arbeitskreis Maschinen und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV), 2007
[28]	Energie im Krankenhaus; ENERGIEAGENTUR NRW, 2000
[29]	Präsentation von Best-Practise-Beispielen zu Energieeinsparung und Kostensenkung in Krankenhäusern; W. Köhler in "Energieeffizientes Krankenhaus – für Klimaschutz und Kostensenkung", ehbs 154 (Herausgeber S. Leittretter), 2005
[30]	Rationelle Versorgung mit Strom, Wärme und Kälte im Malteser-Krankenhaus Kamenz; Technischer Endbericht EU-Programm THERMIE Projekt-Nr.: BU/0065/97, 2000
[31]	Ergebnisse eines Versorgungskonzeptes für das Krankenhaus der Barmherzigen Schwestern Linz; M. Krammer, G. Becker, S. Kolmetz, 2003



[32]	ENERGY EFFICIENCY OPPORTUNITIES IN ONTARIO HOSPITALS; Jim Jefferson (Sure Solutions Inc.), 2006
[33]	Electrical services – Health Technical Memorandum 06-01: Electrical services supply and distribution – Part A: Design considerations; UK Department of Health, 2007
[34]	Rationelle Energienutzung im Krankenhaus; Landesinitiative Zukunftsenergien NRW, 2004
[35]	Wärme- und Stromversorgung eines Krankenhauses – Energieverbrauchsanalyse des Universitätsklinikums Innsbruck; <a href="https://www.ffe.de/die-themen/gebäude-und-geräte/141-wärme-und-stromversorgung-eines-krankenhauses">https://www.ffe.de/die-themen/gebäude-und-geräte/141-wärme-und-stromversorgung-eines-krankenhauses</a> abgerufen am 24.07.2015
[36]	Planung der elektrischen Energieverteilung – Technische Grundlagen; Siemens AG, 2015
[37]	Elektrische Anlagen in medizinischen Einrichtungen; Hans-Peter Uhlig, 2013
[38]	Elektrische Sicherheit in medizinisch genutzten Bereichen; Wolfgang Hofheinz, 2014
[39]	Stromversorgung in medizinisch genutzten Einrichtungen; Thomas Flügel, 2006
[40]	Applikationshandbuch elektrische Energieverteilung – Rechenzentren; Siemens AG, 2013
[41]	Starkstromanlagen in Krankenhäusern; Magistratsabteilung 36 der Stadt Wien, 2014
[42]	Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie MLAR); Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU), 2005
[43]	Krankenhäuser, Pflegeheime und ähnliche Einrichtungen zur Unterbringung oder Behandlung von Personen – Richtlinien für den Brandschutz; VdS 2226, 2008
[44]	Muster einer Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen (EltBauVO); Fachkommission Bauaufsicht der ARGEBAU, 2009
[45]	Grundlagen der Brandverhütung; Amt für Brandverhütung autonome Region Bozen – Südtirol, 2011
[46]	Hinweise für Planung und Ausführung von Bau- und Sanierungsmaßnahmen – Universitätsklinikum Magdeburg Geschäftsbereich Technik und Bau, 2015
[47]	Standardprogramm für Krankenhäuser in Schleswig-Holstein; Ministerium für Soziales, Gesundheit, Familie und Gleichstellung – Schleswig-Holstein, 2012
[48]	Planungshilfe Funktionsstelle Operation – Baulich-funktionelle Anforderungen; Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU), 2013
[49]	Leitlinie zum Einrichten und Betreiben von Herzkatheterlaboren und Hybridoperationssälen/Hybridlaboren; Kardiologie 2015-9: S. 89–123, 2015
[50]	Data Sheet VD11 – Artis zeego With Q Technology; Siemens AG, 2015
[51]	Energieoptimierung in Krankenhäusern; Dissertation Stefan Holek, 2007
[52]	Empfehlungen zur Struktur und Ausstattung von Intensivstationen; Deutsche interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin, 2011
[53]	Licht.wissen 07; licht.de, 2012
[54]	Bundesgesundheitsbl 2010 · 53:754–756; Springer-Verlag, 2010
[55]	Technische Schriftenreihe Ausgabe 1 – Totally Integrated Power – Modellierung von IT-Trenntransformatoren in SIMARIS® design für die Anwendung in Krankenhäusern; Siemens aG, 2015
[56]	Siemens Schutzgeräte – Funktionsübersicht SIPROTEC und Reyrolle Edition 4; Siemens AG, 2015

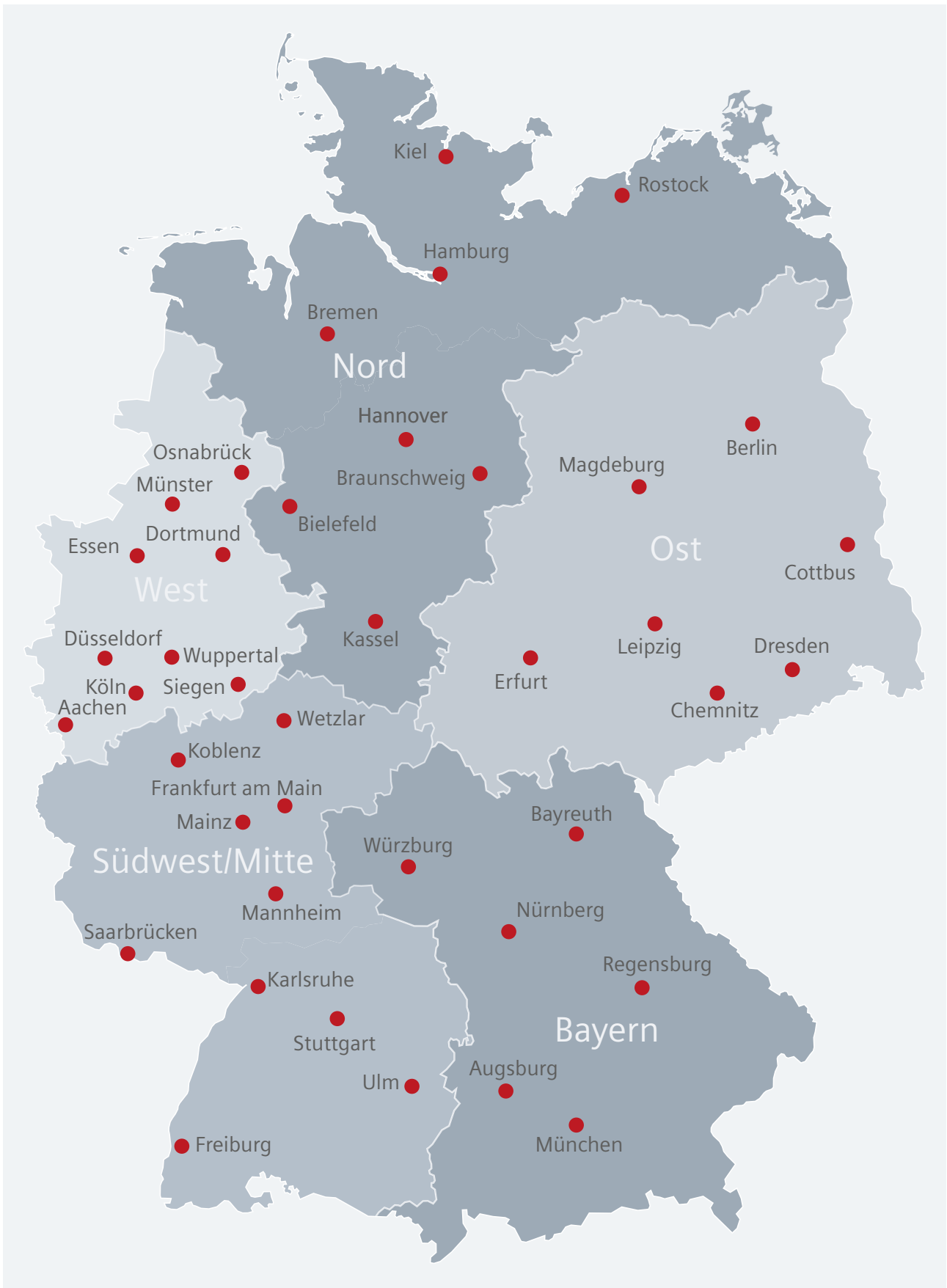


Abb. 8/1: Regionen Deutschland

# Siemens in Ihrer Nähe

## TIP Ansprechpartner

### Region Nord

Dieter Drescher  
Telefon: 0 40 / 28 89 20 84  
E-Mail: drescher.dieter@siemens.com

Helmut Onken  
Telefon: 0 40 / 28 89 21 29  
E-Mail: helmut.onken@siemens.com

Peter Weidemeier  
Telefon: 05 11 / 8 77 24 32  
E-Mail: peter.weidemeier@siemens.com

### Region West

Franz Ertzkus  
Telefon: 02 34 / 5 88 48 63  
E-Mail: franz.ertzkus@siemens.com

Jürgen Hupperich  
Telefon: 02 21 / 5 76 31 37  
E-Mail: juergen.hupperich@siemens.com

Rainer Müller  
Telefon: 02 31 / 5 76 14 16  
E-Mail: rainerrm.mueller@siemens.com

Frank Röhling  
Telefon: 0 27 39 / 30 15 30  
E-Mail: frank.roehling@siemens.com

### Region Ost

Ronald Franz  
Telefon: 0 30 / 38 63 30 21  
E-Mail: ronald.franz@siemens.com

Roberto Gleixner  
Telefon: 03 51 / 8 44 43 51  
E-Mail: roberto.gleixner@siemens.com

Marcel Litzrodt  
Telefon: 03 61 / 7 53 33 55  
E-Mail: marcel.litzrodt@siemens.com

### Region Südwest-Mitte

Maximilian Preuss  
Telefon: 07 11 / 1 37 22 19  
E-Mail: maximilian.preuss@siemens.com

Oskar Scherzinger  
Telefon: 07 61 / 2 71 21 51  
E-Mail: oskar.scherzinger@siemens.com

Valerian Zimny  
Telefon: 07 11 / 1 37 24 48  
E-Mail: valerian.zimny@siemens.com

Ralph Samulowitz  
Telefon: 0 69 / 7 97 33 70  
E-Mail: ralph.samulowitz@siemens.com

Martin Windirsch  
Telefon: 0 69 / 7 97 50 16  
E-Mail: martin.windirsch@siemens.com

### Region Bayern

Wolfgang Bährle  
Telefon: 0 89 / 92 21 34 53  
E-Mail: wolfgang.baehrle@siemens.com

Wilhelm Ebentheuer  
Telefon: 09 11 / 6 54 39 69  
E-Mail: wilhelm.ebentheuer@siemens.com

### Schweiz

Lutz Daul  
Telefon: +41 585 583 934  
E-Mail: lutz.daul@siemens.com

### Österreich

Erich Thauer  
Telefon: +43 5 17 07 2 29 86  
E-Mail: erich.thauer@siemens.com

## Impressum

Totally Integrated Power – Consultant Support  
Applikationen für die elektrische Energieverteilung  
Krankenhäuser

### Herausgeber

Siemens AG  
Energy Management  
Medium Voltage & Systems

### Schriftleitung und Redaktion

Siemens AG:  
Dr. Siegbert Hopf  
E-Mail: siegbert.hopf@siemens.com

### Fachliche Unterstützung

Siemens AG:  
Ulrike Fleischmann, Wolfgang Fruth, Ralf Gluth  
GNUSE Ingenieurbüro für  
Krankenhaustechnik GmbH & Co. KG:  
Dipl.-Ing. Andreas Spies

### Verlag

PublicisPixelpark  
Nägelsbachstr. 33  
D-91052 Erlangen

### Bildrechte

Alle Bilder und Grafiken © Siemens AG.

### Druck

Kösel GmbH & Co. KG  
Am Buchweg 1  
D-87452 Altusried-Krugzell



**Herausgeber**

© Siemens AG 2016  
Energy Management  
Medium Voltage & Systems  
Mozartstr. 31c  
91052 Erlangen, Deutschland

Weitere Informationen finden Sie unter  
E-Mail: [consultant-support.tip@siemens.com](mailto:consultant-support.tip@siemens.com)

Artikel-Nr.: EMMS-T10034-00-00DE  
Gedruckt in Deutschland  
Dispo 27616  
03161.5

Alle Rechte vorbehalten. Schutzgebühr 3,00 Euro.  
Alle Angaben und Schaltungsbeispiele ohne Gewähr.

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsabschluss ausdrücklich vereinbart werden.

Artis zeego, MAGNETOM, MAGNETOM Essenza, MAGNETOM Skyra, SIMARIS, SIPROTEC, SIVACON, TIA, TIP Totally Integrated Power sind eingetragene Marken der Siemens AG. Jede nicht autorisierte Verwendung ist unzulässig. Alle anderen Bezeichnungen in diesem Dokument können Marken sein, deren Verwendung durch Dritte für ihre eigenen Zwecke die Rechte des Eigentümers verletzen kann.