

Rolf G. Walter, Jana Stibbe

## **Leitfaden**

**Anforderungen beim Bau und Umbau von Rechenzentren  
und Leitlinien für deren Betrieb**

## Autor:innen



**Rolf G. Walter, Dipl.-Ing. (TH)**

Tel: +49 176 787 38 156

E-Mail: Rolf.G.Walter@outlook.de

Dipl.-Ing. Rolf G. Walter ist beratender Ingenieur und hat als Consultant und Leiter Data Center Service der TÜV Rheinland Consulting GmbH Expertise im Rechenzentrumsumfeld erworben. Er befasst sich seit vielen Jahren mit den Themen der Verfügbarkeit und Sicherheit von Rechenzentren und gilt als ausgewiesener Experte der Rechenzentrumsnorm DIN EN 50600 und des Energieeffizienz Gesetzes (EnEg). Zu den Stationen seines beruflichen Werdegangs zählen neben TÜV Rheinland die Lampertz GmbH & CO KG als Hersteller von Hochsicherheits-Rechenzentren und IBM, in der Rolf G. Walter als Data Center Consultant die Konzeptionierung und den Bau von Großrechenzentren begleitet hat.



**Jana Stibbe**

Geschäftsbereich Hochschulinfrastruktur

Tel.: +49 511 169929-17

E-Mail: stibbe@his-he.de

**HIS-Institut für Hochschulentwicklung e. V.**

Goseriede 13a | 30159 Hannover | [www.his-he.de](http://www.his-he.de)

Jana Stibbe ist Architektin und seit 2011 Mitarbeiterin des HIS-Instituts für Hochschulentwicklung e. V. im Bereich Hochschulinfrastruktur. Ihre Schwerpunkte sind die Organisation von Bauprozessen im Hochschulbau, der Sanierungstau sowie die Organisation des Gebäudemanagements der Hochschulen.

## Ansprechpartner TÜV Rheinland Consulting GmbH

### Izzet Yagli

Tel: +49 151 504 118 54

[izzet.yagli@tuv.com](mailto:izzet.yagli@tuv.com)

TÜV Rheinland Consulting GmbH

Am Grauen Stein, 51105 Köln

Teamleiter Data Center Service

B.Sc. Sales Engineering & Product Management

Fachkraft für Rechenzentren (TAW)

Vorstand:

Dr. Stefan Niermann (Vorsitz),

Michael Döring, Sabrina Kriewald

Geschäftsführender Vorstand: Ralf Tegtmeyer

Registergericht: Amtsgericht Hannover | VR 202296

Umsatzsteuer-Identifikationsnummer: DE297391080

31.07.2023

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>III</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>1 Hintergrund und Ziel des Dokuments .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Beteiligte bei der Erstellung dieses Dokumentes .....</b>	<b>3</b>
2.1 HIS-Institut für Hochschulentwicklung e.V. ....	3
2.2 Data Center Service des TÜV Rheinland .....	3
2.3 Beteiligte Hochschulen .....	4
<b>3 Energieeffizienz in Rechenzentren.....</b>	<b>5</b>
3.1 Das „grüne“ Rechenzentrum .....	5
<b>4 Begrifflichkeiten aus dem Rechenzentrumsbau .....</b>	<b>7</b>
<b>5 Empfehlungen zur Zuständigkeitenverteilung.....</b>	<b>19</b>
5.1 Bedarfsfeststellung .....	19
5.2 Entscheidung über Art der Umsetzung.....	20
5.3 Entwurfsplanung und Haushaltsveranschlagung.....	21
5.4 Baudurchführung .....	21
5.5 Inbetriebnahme- und Testphase/ Abnahme .....	22
5.6 Übergabe des Rechenzentrums/ Übernahme durch Nutzer .....	22
5.7 Dokumentation/Mängelverfolgung .....	23
<b>6 Typischer Projektverlauf mit Best Practice.....</b>	<b>24</b>
<b>7 Planen und Bauen .....</b>	<b>28</b>
7.1 Der Bedarf wird festgestellt .....	28
7.2 Suche nach einem geeigneten Standort .....	45
7.3 Bewertung von Standorten hinsichtlich deren Eignung .....	46
7.4 Konzepterstellung und verschriftlichen der Anforderungen .....	46
7.5 Die Vergabephase .....	46
7.6 Von der Vergabe bis zum Start der Baumaßnahmen .....	47
7.7 Qualitätssicherung in der Bauphase .....	47
7.8 Das Erreichen der Abnahmereife und Abnahme .....	47
<b>8 Der Betrieb von Rechenzentren .....</b>	<b>50</b>

---

8.1	Der Start des Rechenzentrums-Betriebes.....	50
8.2	Betreiber-Controlling .....	51
8.3	Prozesse in Rechenzentren .....	51
8.4	Ganzheitliche Qualitätssicherung des Rechenzentrums-Betriebes .....	53
8.5	Managen von betriebskritischen Dokumenten .....	54
<b>9</b>	<b>Kostenfallen beim Neu- und Umbau von Rechenzentren .....</b>	<b>56</b>
<b>10</b>	<b>Die „Rechenzentrumsnorm“ DIN EN 50600.....</b>	<b>63</b>
10.1	Zertifizierung von Rechenzentren nach DIN EN 50600.....	63
10.2	Zielsetzung und Übersicht.....	64
10.3	Quick-Check DIN EN 50600 für ein Konzept zum Neu- oder Umbau eines Rechenzentrums .....	66
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>67</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Verfügbarkeiten im 24/7 Betrieb.....	17
Abb. 2	Sinnvolle Leistungspakete in einem Data Center Projekt.....	24
Abb. 3	Das Erreichen der Abnahmereife.....	48
Abb. 4	Das Erreichen der Abnahmereife: Inbetriebnahme und Testsznarien.....	49

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Checkliste zu Facility Management (FM) und Betreiber Controlling (Facility-Betrieb) .....	8
Tab. 2	Checkliste zur HOAI .....	11
Tab. 3	Best Practice im Rahmen der Planung von Neu- oder Umbauten eines Rechenzentrums .....	24
Tab. 4	Best Practice im Rahmen der Umsetzung von Neu- oder Umbauten eines Rechenzentrums .....	25
Tab. 5	Best Practice im Rahmen des Betriebs eines Rechenzentrums .....	26
Tab. 6	Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich des IT-Konzeptes .....	28
Tab. 7	Checkliste zu Energieeffizienz .....	32
Tab. 8	Checkliste zu Energieversorgung .....	33
Tab. 9	Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich der Provideranbindung und Datenverkabelung...	36
Tab. 10	Checkliste zur Kälteversorgung .....	36
Tab. 11	Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich des Brandschutzes.....	38
Tab. 12	Checkliste zur Gebäude-Leittechnik und Monitoring .....	39
Tab. 13	Checkliste Anforderungen hinsichtlich des Schutzes vor unbefugtem Zutritt und Sabotage .....	40
Tab. 14	Checkliste der baulichen Anforderungen .....	41
Tab. 15	Checkliste zu Umgebung und Außenanlagen .....	43
Tab. 16	Checkliste zu Anforderungen hinsichtlich Abnahmeprozess und Tests .....	43
Tab. 17	Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich der Zertifizierbarkeit .....	45
Tab. 18	Checkliste zur Auswahl eines DIN EN 50600 Zertifizierers .....	63
Tab. 19	Verfügbarkeitsklasse VK / Verfügbarkeitsstufe VS (TÜV Rheinland Consulting GmbH) .....	65

# 1 Hintergrund und Ziel des Dokuments

Im Rahmen eines ständigen Austausches wurde von zahlreichen Hochschulen der Wunsch an HIS-HE herangetragen, einen Austausch zur Planung und dem Bau von nachhaltigen bzw. energieeffizienten Rechenzentren (RZ) zu organisieren. Hintergrund war, dass die Digitalisierung von Forschung und Lehre den zukünftigen Mehrbedarf an Rechenleistung in den Hochschulen aufgezeigt hat und aktuell vermehrt Neubau, Umbau oder Erweiterungen von Rechenzentren als Bedarf bei den Wissenschaftsministerien angemeldet werden. Gleichzeitig besteht das Bewusstsein bei den dafür zuständigen Mitarbeiter:innen darüber, dass zusätzliche Rechenleistungen auch den Energiebedarf der Hochschulen erhöhen werden. Daher sind die Hochschulen bei den Erweiterungen der Rechenzentrums-Kapazitäten daran interessiert, diese so umwelt- und klimaschonend wie möglich vorzunehmen. Das bedeutet, dass sowohl bestehende als auch neue Rechenzentren vermehrt in die Gesamtversorgung von Hochschulcampi einbezogen werden sollen, z. B. durch die Nutzung von Abwärme der Rechenzentren für die Wärmeversorgung andere Hochschulgebäude. Gleichzeitig sind jedoch sehr hohe Sicherheitsanforderungen sowie die Verhinderung von Ausfallzeiten zu erfüllen. Dadurch handelt es sich bei der Planung der Rechenzentren um einen sehr komplexen Vorgang, bei dem sämtliche Nutzer:innen, Hochschulgebäude, Ver- und Entsorgungsnetze und dazugehöriger Trafo-Stationen in den Blick genommen werden müssen. Darüber hinaus verfügen Rechenzentren über einen sehr hohen Technisierungsgrad. Dieser Planungsprozess unterscheidet sich daher bereits von Beginn an in besonderer Weise von denen für herkömmliche Hörsaal- und Seminargebäude, Bürogebäude etc.

Dem Wunsch der Hochschulen nach Austausch ist HIS-HE nachgekommen. Vorbereitend fanden zwischenzeitlich eine Reihe von Austauschtreffen statt. Darüber hinaus wurde Rolf G. Walter vom TÜV Rheinland als Experte für Planung, Bau und Betrieb von Rechenzentren hinzugezogen, der auch bereits für Hochschulrechenzentren den Prozess qualitätssichernd begleitet hat. Im Austausch mit den Hochschulen wurde festgelegt, einen Leitfaden unter Federführung des TÜV Rheinland für die Hochschulen zu erarbeiten und durch HIS-HE zu veröffentlichen. Dafür wurden auch bereits Handlungsfelder in den Austauschtreffen erarbeitet.

Der Leitfaden soll den Hochschulen dabei unterstützen, im Rahmen einer Bedarfsanmeldung sowie im Vorfeld eines Planungsauftrages alle erforderlichen Fragestellungen zu klären und Anforderungen zu erarbeiten. Darüber hinaus kann anhand der zu bearbeitenden Fragestellungen die Projektorganisation bezüglich der Einbindung der erforderlichen hochschulinternen Fachleute, Verantwortlichen, Nutzer- und Entscheider:innen auf Seiten der Hochschulen abgeleitet werden. Hier ist vor allem der Fokus auch auf den anschließenden reibungslosen und auch energieeffizienten Betrieb sowohl der IT-Komponenten als auch des Gebäudes zu richten. Darüber hinaus gibt der Leitfaden Hinweise darauf, an welcher Stelle und zu welchem Zeitpunkt externe Fachkompetenz<sup>1</sup> zur Beratung hinzugezogen werden sollte.

---

<sup>1</sup> Hier geht es um Personen, die ausschließlich im Planungs- und Bauprozess von Rechenzentren und deren Betrieb aktiv sind und dadurch eine Vielzahl an Lösungen kennen und über Erfahrung in der Umsetzung verfügen.

Die Zielgruppen des Leitfadens sind:

- **Ministerien** mit Zuständigkeiten für den Hochschulbau (Bedarfsanerkennung)
- **Landesbauverwaltungen** mit Zuständigkeiten für den Hochschulbau im Rahmen des Landesbaus (Bauherrenvertreter)
- **Hochschulen** als Bauherrnvertreter für den Landeshochschulbau
- **Hochschulleitungen** (Bedarfsermittlung)
- **IT-Verantwortliche** an Hochschulen (Bedarfsermittlung und Betrieb)
- **Bau- und Gebäudemanagement** an Hochschulen (Bedarfsermittlung und Betrieb)
- **IT-Beauftragte der Nutzer** (z. B. Fakultäten, Institute etc.) der Rechenzentren
- **Architekt:innen, Ingenieur:innen und Fachplaner:innen**
- Verantwortliche für den **IT-Betrieb**
- Verantwortliche für den **Facility Betrieb in Rechenzentren**



## 2 Beteiligte bei der Erstellung dieses Dokumentes

### 2.1 HIS-Institut für Hochschulentwicklung e. V.

Das HIS-Institut für Hochschulentwicklung e. V. ist eine Einrichtung der Länder. Zweck des Vereins ist die Förderung von Wissenschaft, Forschung und Lehre. Der Verein betreibt ein forschungsbasiertes unabhängiges Kompetenzzentrum für die Beratung in Fragen der Hochschulentwicklung und der Organisation von Forschung und Lehre und erbringt Serviceleistungen für die Ministerien der Länder, die Hochschulen sowie die außerhochschulischen Forschungs- und Bildungseinrichtungen. Er erfüllt seine Zwecke insbesondere durch

- „a) Entwicklung von Grundlagen für Bau, Nutzung und Organisation von Hochschul-, Forschungs- und Bildungseinrichtungen
- b) Beratung und Unterstützung von Ministerien der Länder, Hochschulen sowie außerhochschulischen Forschungs- und Bildungseinrichtungen insbesondere in Fragen der Strategie, des Managements, der Organisation und Prozessgestaltung sowie der technischen und baulichen Ausstattung.“  
(Zitat: Satzung HIS-HE)

Wesentliche Aufgabenfelder sind

- Bedarfsplanung, Fachplanung und Flächenmanagement
- Bauliche und technische Hochschulinfrastruktur
- Bauliche und arbeitsplatzbezogene Nachhaltigkeit und Energieeffizienz
- Digitale Hochschule
- Hochschulmanagement und -governance

### 2.2 Data Center Service des TÜV Rheinland

Das Team „Data Center Service“ (DCS) der TÜV Rheinland Consulting GmbH hat sich auf zahlreiche Themen rund um Rechenzentren spezialisiert.

Zu den Tätigkeitsfeldern des DCS gehören:

- Beratungsworkshops (Verfügbarkeit, Technik, Anforderungen)
- Beratung bei der Auswahl geeigneter Standorte für Rechenzentren
- Standort-Risikoanalysen
- Anforderungskataloge für den Bau von Rechenzentren (Pflichtenheft)
- Konzepterstellung
- Bewerten vorhandener Konzepte
- Begleitung von Ausschreibung und Vergabe von Planungs- und Bauleitungen
- Begleitung der Planungsphase nach Vergabe

- Qualitätssichernde Baubegleitung bei Neu- und Umbauten von Rechenzentren
- Durchführung von Integrationstests (Elchtests) vor der Abnahme
- Begleitung der Abnahme
- Erstellen von Betreiber-Konzepten für Rechenzentren
- Unterstützung im Betreiber-Controlling
- Bewerten von Prozessbeschreibungen
- Erstellen von Prozessbeschreibungen
- Delta-Analyse DIN EN 50600
- Zertifizierung DIN EN 50600

### 2.3 Beteiligte Hochschulen

Initiatoren des Austausches sowie Mitwirkende bei der Erarbeitung des Leitfadens waren zudem folgende Hochschulen:

- Technische Universität Darmstadt
- Technische Universität Braunschweig
- Hochschule Darmstadt
- Hochschule Biberach
- Universität Mannheim
- Philipps-Universität Marburg
- Justus-Liebig-Universität Gießen

In der Abstimmung waren Mitarbeiter:innen aus den Bereichen Rechenzentren/IT, Medien, Bau- und Gebäudemangement und Campuserwicklung vertreten.

## 3 Energieeffizienz in Rechenzentren

Sowohl unter gesellschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten als auch vor dem Hintergrund steigender Betriebskosten gewinnt die Energieeffizienz von IT-Standorten zunehmend an Bedeutung. Dabei gilt: Die nachhaltigste und kostengünstigste Energie ist diejenige, die nicht verbraucht wird!

Aktuell ist ein Wandel in der Konzeptionierung von Rechenzentren zu beobachten. Rechenzentren älterer Bauart unterscheiden sich häufig von den aktuellen, energieeffizienteren Konzepten der Gegenwart.

Die häufigsten Ursachen für geringe Energieeffizienz in älteren Rechenzentren sind:

- Überdimensionierung der Energie- und Kältetechnik
- Nicht erforderliche, technische Redundanzen
- Betrieb (der Energie- und Kältetechnik) außerhalb deren energieeffizientesten Arbeitspunkte
- Keine Nutzung der auf IT-Flächen entstehenden Abwärme

**Das Ziel aktueller Rechenzentrumskonzepte ist das Erreichen der erforderlichen Verfügbarkeit des Rechenzentrums bei gleichzeitiger, optimaler Energieeffizienz.**

### 3.1 Das „grüne“ Rechenzentrum

#### Stellschrauben der Energieeffizienz in Rechenzentren:

- regenerative Energieversorger nutzen
- regenerative Energiequellen vor-Ort (Photovoltaik, Windenergie) nutzen
- intelligente Klimatisierungskonzepte durch Verknüpfen konventioneller und regenerativer Kälteerzeugung
- entstehende Abwärme nutzen
- Überdimensionierung bei der Auslegung der Energie- und Kältetechnik vermeiden
- kontinuierliches Anpassen von Arbeitspunkten in der Energie- und Kältetechnik im Betrieb
- kontinuierliche Überwachung der Energieeffizienz im Betrieb

#### Energieeffizienz in der Praxis:

- Betrieb von Anlagen möglichst in energieeffizienten Lastbereichen
- Zusammenhang zwischen Steigerung der Zuluft-Temperatur, Lüfter-Drehzahl der IT-Hardware und CPU-Taktung beachten

- Zusammenhang zwischen Redundanzen im IT-Konzept und Redundanzen in der Energie- und Kälteversorgung beachten
- zielführendes Messkonzept (für die Energie und Kältetechnik) nutzen
- modulare und skalierbare Auslegung der Energie- und Kältetechnik
- Prozesse zur Maximierung der Energieeffizienz im Betrieb leben
- Betreiber-Personal sensibilisieren

## 4 Begrifflichkeiten aus dem Rechenzentrumsbau

In der Regel befassen sich Beteiligte aus verschiedenen Bereichen und Institutionen mit Bedarfsermittlung, Bedarfsanerkennung, Konzeptionierung, Planung sowie Bau und Betrieb von Rechenzentren an Hochschulen.

Das folgende Kapitel soll alle Beteiligten dabei unterstützen, Begrifflichkeiten des Rechenzentrumsbaus auch außerhalb des eigenen Fachgebietes zuzuordnen.

### **Abnahme**

Die Abnahme ist die förmliche Bestätigung des Bauherrn, dass die geschuldete Leistung erbracht wurde. Nach der Abnahme erfolgt der Gefahrenübergang auf den Bauherren.

### **Abnahmeprozess (bei einem Neu- und/oder Umbau eines Rechenzentrums)**

Siehe Kapitel 7.8 „Das Erreichen der Abnahmereife und Abnahme“

### **Abnahmereife**

Siehe Kapitel 7.8 „Das Erreichen der Abnahmereife und Abnahme“

### **Besiedlungsplan**

Ein Besiedlungsplan beschreibt je IT-, TK- und Netzwerktechnik-Rack eines Rechenzentrums welche IT-Komponenten in den jeweiligen Racks eingebaut werden. Er liefert darüber hinaus Informationen über die elektrische Leistungsaufnahme der einzelnen Racks.

Ebenfalls von Wichtigkeit ist die Information, ob die gesamte Hardware in einem, oder in mehreren Besiedlungsschritten eingebaut und betrieben wird.

### **Betreiber Controlling (im Rechenzentrumsbetrieb)**

Im Rahmen dieses Dokumentes versteht sich das Betreiber Controlling als Prozess der Überwachung des Facility-Betreibers eines Rechenzentrums durch den Eigentümer/Nutzer des Rechenzentrums. Zu verifizieren ist der Erfüllungsgrad der geschuldeten Leistung des Facility-Betreibers. Hilfreich ist in dieser Sache, die Betreiberpflichten eindeutig und detailliert zu beschreiben. Als Messgrößen für den Erfüllungsgrad bieten sich KPI (Key-Performance-Indicators) an.

Tab. 1 Checkliste zu Facility Management (FM) und Betreiber Controlling (Facility-Betrieb)

Checkliste zu Facility Management (FM) und Betreiber Controlling (Facility-Betrieb)		
Frage	Anmerkung	Antwort
Durch wen soll der Facility Betrieb erfolgen?	Z. B. durch Personal der Hochschule, des Landesbetriebs oder Externe	
Muss Personal für den Facility-Betrieb akquiriert werden? (Ja/Nein)		
Wurden zeitliche Aufwendungen für die Rekrutierung von FM-Personal im Projektzeitplan berücksichtigt? (Ja/Nein)		
Ist ein Einarbeitungsplan für FM-Personal vorhanden? (Ja/Nein)		
Wurde die Übergabephase zwischen Rechenzentrums-Errichter und Facility-Betreiber detailliert beschrieben? (Ja/Nein)		
Wurde ein Einarbeitungsplan für Personal im Facility-Management erstellt? (Ja/Nein)		
Verfügt die Betreiber Mannschaft über die erforderlichen <u>Schaltberechtigungen</u> ? (Ja/Nein)		
Verfügt die Betreiber Mannschaft über die erforderlichen <u>Schaltbefähigungen</u> ? (Ja/Nein)		
Wurden die Anforderungen an den Facility-Betreiber detailliert beschrieben? (Ja/Nein)	Z. B.: im Rahmen einer "Betreiber Checkliste"	
Welche KPI werden im Rahmen des Betreiber Controllings für die Qualitätssicherung des Facility-Betreibers gefordert? (Bitte nennen)		
Welche für den sicheren Betrieb eines Rechenzentrums erforderlichen Prozesse wurden beschrieben? (Bitte nennen)	Z. B.: Reportingpflichten des Betreibers, Kundenmanagement, Changemanagement, Konfigurationsmanagement, Alarm- und Störfallmanagement	

**BSI**

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik

## Business Impact Analyse

Beschreibt die Auswirkungen ungeplanter Standzeiten des Rechenzentrums auf die Bereiche.

## DIN EN 50600

Seit über 10 Jahren zählt die „Rechenzentrumsnorm“ DIN EN 50600 zu den „anerkannten Regeln der Technik“ für Europa. Detailliertere Informationen zu dieser Normenfamilie finden sich in einem eigenen Kapitel dieser Ausarbeitung.

## Freikühlung

Kälteversorgungskonzepte, bei der (kühle) Außenluft zur Verbesserung der Energieeffizienz von Rechenzentren genutzt wird.

**Wichtig:** Der Begriff „Freikühlung“ allein ist in der Kältetechnik nicht eindeutig!

### Freikühlung, direkte

Energieeffizientes Kälteversorgungskonzept, in dem (kühle) Außenluft direkt in zu kühlende Bereiche (IT- und Technikräume) eingeblasen wird. Hier sind Risiken aufgrund von Kontamination durch Staub und Fremdgase sowie durch Brandrauch zu berücksichtigen.

### Freikühlung, indirekte

Energieeffizientes Kälteversorgungskonzept, in dem (kühle) Außenluft über Wärmetauscher zur Kälteversorgung genutzt wird.

### Freikühlung, adiabate

Energieeffizientes Kälteversorgungskonzept, bei dem der Effekt der „Verdunstungskälte“ durch Besprühen von Klima-Außengeräten mit Wasser genutzt wird.

## Funktionstest

Funktionstests werden i. d. R. parallel zu den Inbetriebnahmen oder unmittelbar im Anschluss durchgeführt. Sie testen elementare Funktionen und das Zusammenspiel von Anlagen eines Gewerkes (Beispiel: Ausschalten einer von mehreren, parallel geschalteten USV-Anlagen um die Lastübernahme durch die verbleibenden USV-Anlagen zu testen).

### Gefahrenübergang (bei der Abnahme eines Rechenzentrumsneubaus)

Steht das ausführende Unternehmen (z. B. ein Generalunternehmer) vor der Abnahme eines Werkes (durch den Bauherrn) in der Nachweispflicht ein mangelfreies Werk erstellt zu haben, ist der Bauherr nach erfolgter Abnahme in der Nachweispflicht, falls er Mängel geltend machen will.

### Generalunternehmer (GU)

Ein Generalunternehmer (häufig ein klassisches „Bauunternehmen“) errichtet i. d. R. ein schlüsselfertiges Rechenzentrum inkl. Ausführungsplanung und Werk- und Montageplanung (LP 5 HOAI). Die Ausführung erfolgt auf Basis einer externen, vom Bauherrn separat beauftragten und durch Fachplaner erstellten Fachplanung.

### Generalübernehmer (GÜ)

Auch ein Generalübernehmer errichtet i. d. R. ein schlüsselfertiges Rechenzentrum, übernimmt jedoch darüber hinaus alle Planungs- und Ingenieurleistungen sowie alle Ausführungs- und Bauzwischen-Finanzierungsleistungen für einen Bauherrn.

### Gewerk

Gewerke sind handwerkliche und bautechnische Themenfelder im Bauwesen (z. B. Elektrotechnik, Kältetechnik etc.). Zur Kostenberechnung untergliedert man Gewerke auf Basis von Kostengruppen nach DIN 276.

### HOAI (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure)

Die HOAI bildet eine mögliche Grundlage für die Abrechnung von Architekten- und (Fach)-Planungsleistungen.

Die Honorare berechnen sich unter anderem nach den Anforderungen des Bauvorhabens:

- Honorarzone I: geringe Anforderungen
- Honorarzone II: durchschnittliche Anforderungen
- Honorarzone III: hohe Anforderungen

Die HOAI unterteilt die Grundleistungen für Ingenieurbauwerke in insgesamt 9 Leistungsphasen (LP):

- LP 1: Grundlagenermittlung
- LP 2: Vorplanung mit Kostenschätzung
- LP 3: Entwurfsplanung inklusive Kostenberechnung
- LP 4: Genehmigungsplanung



- LP 5: Ausführungsplanung
- LP 6: Vorbereitung der Vergabe
- LP 7: Mitwirkung bei der Vergabe
- LP 8: Bauoberleitung / Objektüberwachung
- LP 9: Objektbetreuung

**Achtung:** Die Leistungsphasen nach HOAI umfassen „Grundleistungen“ und „besondere Leistungen“. Bei Vergaben auf Basis der HOAI sollten alle Leistungsbestandteile, die über die Grundleistungen der HOAI hinausgehen (z. B. Vorbereitung und Begleitung einer Integrationstestphase durch Fachplaner) explizit beauftragt werden.

Tab. 2 Checkliste zur HOAI

Checkliste zur HOAI		
Frage	Anmerkung	Antwort
Ist eine Vergabe auf Basis der HOAI vorgesehen? (Ja/Nein)		
Wer erfüllt die Leistungen der LP 1? (Bitte nennen)	LP 1: Grundlagenermittlung	
Wer erfüllt die Leistungen der LP 2? (Bitte nennen)	LP 2: Vorplanung	
Wer erfüllt die Leistungen der LP 3? (Bitte nennen)	LP 3: Entwurfsplanung	
Wer erfüllt die Leistungen der LP 4? (Bitte nennen)	LP 4: Genehmigungsplanung	
Wer erfüllt die Leistungen der LP 5? (Bitte nennen)	LP 5: Ausführungsplanung	
Wer erfüllt die Leistungen der LP 6? (Bitte nennen)	LP 6: Vorbereitung der Vergabe	
Wer erfüllt die Leistungen der LP 7? (Bitte nennen)	LP 7: Mitwirkung bei der Vergabe	
Wer erfüllt die Leistungen der LP 8? (Bitte nennen)	LP 8: Objektüberwachung	
Wer erfüllt die Leistungen der LP 9? (Bitte nennen)	LP 9: Objektbetreuung	
Welche "besonderen Leistungen" der HOAI sollen neben den "Grundleistungen" beauftragt werden? (Bitte nennen)	Z. B.: Integrationstestphase	

## Housing-Rechenzentrum

Beim (Hardware)-Housing lagert ein IT-Nutzer seine Hardware in ein externes Rechenzentrum (z. B. in ein „Colocation Rechenzentrum“) aus. Das Housing-Rechenzentrum stellt die Versorgung mit Energie und Kälte,

sowie i. d. R. gesicherte Provideranbindungen zur Verfügung. Der IT-Nutzer mietet nur den Stellplatz für seine IT-Hardware (Rackspace). Der Betrieb der Software und IT-Applikationen verbleiben i. d. R. beim Nutzer.

### Hosting-Rechenzentrum

Beim (Hardware)-Hosting wird nicht nur die Hardware, sondern auch die Software und IT-Applikationen eines IT-Nutzers von einem externen Anbieter (Hosting-Rechenzentrum) verwaltet. IT-Nutzer mieten somit in einem Hosting-Rechenzentrum „IT-Nutzungszeiten“ von einem „Host“.

### Inbetriebnahme einer Anlage

In einem Projekt ist es sinnvoll, wichtige Begriffe gemeinsam zu definieren um Ursachen für mögliche Missverständnisse zu minimieren. Unter der „Inbetriebnahme eines Rechenzentrums“ versteht der IT-Spezialist möglicherweise, dass die IT-Hardware eingebaut ist und alle Applikationen laufen.

Eine Inbetriebnahme in der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA), primär der Elektrotechnik, Kältetechnik und Sicherheitstechnik sowie der damit verbundene Gewerke ist allerdings die erste Indienstsetzung einer Anlage (Beispiel: Notstrom-Generator). Bildlich gesprochen schließt ein Servicetechniker sein Laptop an eine neue Anlage an, stellt Anlagenparameter ein und alles „leuchtet grün“. Darüber hinaus wird auch der Start der Nutzung als Gebäude (gesamtes Rechenzentrum) inkl. aller Anlagen der TGA nach deren bau- und vertragsrechtlichen Abnahmen als Inbetriebnahme verstanden.

### Integrationstests

Im Rahmen von Integrationstests wird das „Anlagenverhalten der IT-spezifischen TGA in unüblichen Betriebszuständen unter Last“ getestet. Eine Integrationstestphase setzt sich i. d. R. aus zahlreichen Einzeltests zusammen und findet idealerweise nach der Fertigstellung eines Rechenzentrums statt, bevor die IT-Hardware in die Serverräume „einzieht“ (Besiedelung). Das elektrische und thermische Verhalten von IT-Hardware wird während der Integrationstests durch in die IT-Racks eingebaute Lastbänke nachgestellt. Im Rahmen von Integrationstest finden unter anderem „Failover-Tests“ statt. D. h. Systeme (z. B. der Energieversorgung) werden bewusst in Störung versetzt um die Lastübernahme von Redundanzsystemen zu beobachten. Ziele der Integrationstests sind unter anderem das Verifizieren des erwarteten Anlagenverhaltens der getesteten Anlagen, sowie die Beobachtung möglicher Auswirkungen auf Anlagen anderer Gewerke (typischer Fehler der im Rahmen von Integrationstests festgestellt wird: Ein Stromausfall wird durch Abschalten der Transformator-Versorgung nachgestellt. Erwartungsgemäß fallen wesentliche Anlagen der Kältetechnik aus, bis eine Netzersatzanlage gestartet ist. Nach Start der Netzersatzanlage laufen einige Anlagen der Kältetechnik wieder an, adere nicht. Festgestellter Fehler: „Kein automatischer Anlauf der Kältetechnik bei Netzwiederkehr“).

### KPI

Als KPI (Key-Performance-Indicators) bezeichnet man im Rechenzentrums-Umfeld Leistungskennzahlen, die vorwiegend in der Qualitätssicherung und dem Betreiber-Controlling Verwendung finden.

**KRITIS / BSI-Kritis-Verordnung – BSI-KritisV**

Kritische Infrastrukturen (KRITIS) sind Organisationen und Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden.

- (1) Energie
- (2) Informationstechnik und Telekommunikation
- (3) Transport und Verkehr
- (4) Gesundheit
- (5) Medien und Kultur
- (6) Wasser
- (7) Ernährung
- (8) Finanz- und Versicherungswesen
- (9) Siedlungsabfallentsorgung
- (10) Staat und Verwaltung

Gemäß § 2 Absatz 10 des BSI-Gesetz (BSIG) sind kritische Infrastrukturen im Sinne dieses Gesetzes Einrichtungen, Anlagen oder Teile davon, die den Sektoren Energie, Informationstechnik und Telekommunikation, Transport und Verkehr, Gesundheit, Wasser, Ernährung, Finanz- und Versicherungswesen sowie Siedlungsabfallentsorgung angehören und von hoher Bedeutung für das Funktionieren des Gemeinwesens sind, weil durch ihren Ausfall oder ihre Beeinträchtigung erhebliche Versorgungsengpässe oder Gefährdungen für die öffentliche Sicherheit eintreten würden. Welche Einrichtungen, Anlagen oder Teile davon wegen ihrer Bedeutung für die Versorgung der Bevölkerung und damit für das Funktionieren des Gemeinwesens als kritische Infrastrukturen im Sinne des BSIG gelten, werden laut § 10 Absatz 1 BSIG durch eine Rechtsverordnung, der BSI-Kritisverordnung (BSI-KritisV), näher bestimmt.

Wegen ihrer besonderen Bedeutung für das Funktionieren des Gemeinwesens sind im Sektor Gesundheit kritische Dienstleistungen nach § 6 Absatz 1 der BSI-KritisV:

- (1) die stationäre medizinische Versorgung;
- (2) die Versorgung mit unmittelbar lebenserhaltenden Medizinprodukten, die Verbrauchsgüter sind;
- (3) die Versorgung mit verschreibungspflichtigen Arzneimitteln und Blut- und Plasmakonzentraten zur Anwendung im oder am menschlichen Körper;
- (4) die Laboratoriumsdiagnostik.

Im Hochschulbereich finden hier Universitätskliniken mit einer vollständigen Fallzahl von 30.000 oder größer besondere Beachtung (BSI-Kritisverordnung – BSI-KritisV).<sup>2</sup>

## Leistungsphasen

Siehe HOAI

## Löschanlagen

### Sauerstoff-Reduktion

Sauerstoffreduktionsanlagen geben der Luft in den Löschbereichen ein Inertgas (i. d. R. Stickstoff) zu. So wird der natürliche Sauerstoffanteil der Luft soweit gesenkt, dass im Löschbereich kein Brandherd entstehen kann (bildlich gesprochen gelingt es aufgrund des niedrigen Sauerstoffanteils in der Luft nicht, ein Streichholz oder ein Feuerzeug zu entzünden).

Der für die Funktion dieser Anlagen erforderliche Stickstoff wird i. d. R. durch einen Stickstoffgenerator erzeugt.

**Wichtig:** In der Praxis sind folgende Themen besonders zu beachten:

- permanenter Energieverbrauch durch den Stickstoffgenerator
- das Betriebsgeräusch des Stickstoffgenerators kann in angrenzenden Bereichen als störend empfunden werden
- Sauerstoffreduktionsanlagen stellen besondere Anforderungen an die Gasdichte der Umgebungswände (Blower Door Test)
- Ein Ausfall der Energieversorgung des Stickstoffgenerators führt zum Verlust der Schutzwirkung
- In Löschbereichen mit regem Personenverkehr führt häufiges Öffnen von Türen unter Umständen zum Einbringen von Umgebungsluft in den sauerstoff-reduzierten Bereich. Die daraus resultierende Anhebung des Sauerstoffanteils im Löschbereich kann einen zeitweiligen Verlust der Schutzwirkung mit sich bringen (bis der Sauerstoffanteil durch den Stickstoffgenerator wieder unter der kritischen Grenze liegt.)
- Die Anforderungen an die Personensicherheit für „Arbeiten in sauerstoffreduzierter Umgebung“ sind zu berücksichtigen

### Inertgas-Löschanlagen

Inertgas-Löschanlagen verwenden die Inertgase Argon oder Stickstoff oder Gemische daraus (z. B. Inergen oder Argonite). Die Löschwirkung erfolgt durch Sauerstoff Verdrängung während des Löschvorgangs.

---

<sup>2</sup> Siehe: BSI-KritisV, Anhang 5 „Anlagenkategorien und Schwellwerte im Sektor Gesundheit“ Teil 3 Spalten B und D.

**Wichtig:** In der Praxis sind folgende Themen besonders zu beachten:

- Die Vorgaben der Löschanlagen-Hersteller bezüglich der maximal erlaubten Luftwechselrate ist zu beachten (Blower Door Test)
- Maßnahmen zur Ausbringung des Löschgases nach erfolgreicher Löschung sind vorzusehen
- Maßnahmen zur Überdruck-Ableitung sind vorzusehen
- Bei Inertgas-Löschanlagen müssen Personen den Löschbereich vor dem Einströmen des Löschgases verlassen um nicht durch den reduzierten Sauerstoffgehalt zu Schaden zu kommen.

#### Löschanlagen mit chemischen Löschmittel

Löschanlagen mit chemischen Löschmittel bewirken eine Unterbrechung der Verbrennungsreaktion durch Wärmeentzug aus der Flamme.

**Wichtig:** In der Praxis sind folgende Themen besonders zu beachten:

- Die Vorgaben der Löschanlagen-Hersteller bezüglich der maximal erlaubten Luftwechselrate ist zu beachten (Blower Door Test)
- Maßnahmen zur Ausbringung des Löschgases nach erfolgreicher Löschung sind vorzusehen
- Maßnahmen zur Überdruck-Ableitung sind vorzusehen

#### CO<sub>2</sub>-Löschanlagen

CO<sub>2</sub> Löschanlagen wirken durch Sauerstoff-Verdrängung.

**Wichtig:** In der Praxis sind folgende Themen besonders zu beachten:

- CO<sub>2</sub> ist toxisch und in löschwirksamer Konzentrationsdichte lebensbedrohlich
- Bei CO<sub>2</sub>-Löschanlagen müssen Personen den Löschbereich vor dem Einströmen des Löschgases verlassen um nicht zu Schaden zu kommen.
- Der Zutritt in mit CO<sub>2</sub> gefluteten Bereichen ohne Umluft-unabhängigen Atemschutz ist gefährlich
- Maßnahmen zur Ausbringung des Löschgases nach erfolgreicher Löschung sind vorzusehen
- Maßnahmen zur Überdruck-Ableitung sind vorzusehen
- Aufgrund seiner Dichte sammelt sich CO<sub>2</sub> am Boden sowie in Gruben der Löschbereiche
- Der Löschvorgang mit CO<sub>2</sub> führt zu einer schlagartigen Abkühlung im Löschbereich.

#### Wasserbasierende Löschanlagen

Wasserbasierende Löschanlagen finden in Rechenzentren i. d. R. keine Anwendung.

## Sachverständigenabnahmen

Erfolgen während der Inbetriebnahme- und Funktionstestphase und müssen vor dem Start der Integrations-testphase abgeschlossen sein.

## SLA (Service Level Agreement)

Dieser Begriff bezieht sich in der IT-spezifischen TGA eines Rechenzentrums auf die vertragliche Vereinbarung zwischen dem Betreiber/Nutzer/Besitzer eines Rechenzentrums einerseits und Dienstleistern für Wartung und Störungsbehebung andererseits.

**Wichtig:** SLAs legen häufig eine Obergrenze für die „Reaktionszeit“ eines Dienstleisters fest. Dies kann die Zeit zwischen Feststellen einer Störung und der telefonischen Kontaktaufnahme eines Servicepartners sein. Es ist angezeigt zu prüfen, ob eine solche Vereinbarung für das angestrebte Verfügbarkeitsniveau des jeweiligen Rechenzentrums ausreichend ist. Gegebenenfalls ist es sinnvoll eine maximale „Vor-Ort Zeit“ (Zeit zwischen dem Feststellen einer Störung und dem Eintreffen einer für die Störungsbehebung qualifizierten Person des Dienstleisters) oder eine „Wiederherstellungszeit“ (Zeit zwischen dem Feststellen einer Störung und der Störungsbehebung durch den Dienstleister) zu vereinbaren.

## TGA

Technische Gebäudeausrüstung (auch Gebäudetechnik / Versorgungstechnik)

Primär: Energie-, Kälte- und Sicherheitstechnik

## TGA, IT-spezifische

Die Anlagen und Komponenten der technischen Gebäudeausrüstung, die zur technischen Versorgung der IT-Komponenten und dem unmittelbaren Betrieb des Rechenzentrums dienen (im Gegensatz zur allgemeinen TGA, die u.U. zur Versorgung angrenzender, für den IT-Betrieb nicht betriebswichtiger Bereiche dient.)

## Verfügbarkeit

**Wichtig:** Entscheidend ist die Frage: „Welche Verfügbarkeit ist gemeint?“

- Die Verfügbarkeit der IT-spezifischen TGA eines Rechenzentrums?
- Die Verfügbarkeit einer oder sämtlicher IT-Komponenten im Rechenzentrum?
- Die Verfügbarkeit aller IT-Anwendungen / Applikationen, die in einem Rechenzentrum betrieben werden?
- Die Verfügbarkeiten ausgewählter, als besonders kritisch gekennzeichnete IT-Anwendungen / Applikationen?

Im Allgemeinen wird die Verfügbarkeit als „Dauer der Uptime“ (eines Systems, oder einer Applikation) pro Zeiteinheit gemessen und in Prozent angegeben.

**Beispiel:**

Eine Applikation soll an 365 Tagen im Jahr „rund um die Uhr“ verfügbar sein, fällt in einem Jahr jedoch für insgesamt 60 Minuten aus. So berechnet sich die Verfügbarkeit wie folgt:

$$\text{Verfügbarkeit} = \frac{\text{Tatsächliche Betriebszeit}}{\text{Maximal erwartete Betriebszeit}} = \frac{(365 \times 24 \text{ Stunden}) - 1 \text{ Stunde}}{(365 \times 24 \text{ Stunden})} \times 100 \text{ Prozent}$$

$$\text{Verfügbarkeit} = \frac{8759 \text{ Stunden}}{8760 \text{ Stunden}} \times 100 \text{ Prozent} = 99,98 \text{ Prozent}$$

**Abb. 1** Verfügbarkeiten im 24/7 Betrieb

Verfügbarkeit 24 / 7 Betrieb				
Mindest- betriebszeit Uptime / Stunden	Mindest- betriebszeit Uptime / Minuten	Maximale, (ungeplante) Standzeit Downtime / Stunden	Maximale, (ungeplante) Standzeit Downtime / Minuten	Verfügbarkeit Prozent
8.760	525.600	0	0	100
8.672	520.320	88	5.280	99
8.751	525.060	9	540	99,9
8.759	525.540	1	60	99,99
8.759,9	525.594	0,1	6	99,999

**Wichtig:** Wichtig für die Bewertung der Folgen ungeplanter Standzeiten ist nicht nur die Summe der ungeplanten Standzeiten, sondern auch die Anzahl der Unterbrechungen, die zu dieser Summe geführt hat. So können jährlich 60 Betriebsunterbrechungen der Dauer von einer Minute möglicherweise gravierendere Folgen haben als eine 60-minütige Standzeit pro Jahr. Folglich empfiehlt es sich, im Falle vertraglicher Vereinbarungen neben der maximal erlaubten, ungeplanten Standzeit (pro Jahr) auch die Maximale Anzahl ungeplanter Standzeiten (pro Jahr) zu vereinbaren.

**Wichtig:** Die Verfügbarkeit eines Rechenzentrums mit 99,XXX Prozent anzugeben, gestaltet sich aufgrund der extrem hohen Anzahl an Freiheitsgraden wissenschaftlich sehr komplex und ist in der Praxis nicht seriös möglich. Bei der Konzepterstellung eine geforderte Minimal-Verfügbarkeit anzugeben, ist somit nicht zielführend.

Anders gestaltet es sich jedoch beim Festlegen von „SLAs“ und „KPIs im Betreiber Controlling“. Hier macht es gegebenenfalls Sinn, die maximale Anzahl ungeplanter Standzeiten und deren Dauer festzulegen.

## **VOB**

Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen.

## **Vor-Ort Zeit**

Siehe „SLA“

## **Wiederherstellungszeit**

Siehe „SLA“



## 5 Empfehlungen zur Zuständigkeitenverteilung

Bei der Erstellung bzw. der Sanierung von Rechenzentren an Hochschulen handelt es sich um öffentliche Baumaßnahmen der Länder, die den jeweiligen Richtlinien bzw. Vorgaben des Landes unterliegen. Diese Maßnahmen durchlaufen mehrere Verfahrensschritte mit unterschiedlichen Planungstiefen und Entscheidungen. Darüber hinaus sind in jedem Verfahrensschritt mehrere, ggf. unterschiedliche Beteiligte für die verschiedenen Aufgaben im operativen (Anforderungen/Planung erstellen) und strategischen (Ziele/Entscheidung) Bereich zuständig. Die Hochschulen sind i. d. R. die Nutzer der landeseigenen Liegenschaften. Die Bauherrenvertretung für Baumaßnahmen übernehmen dagegen die jeweiligen Landesbauverwaltungen (Stibbe et al., 2012, S. 20ff.) Darüber hinaus entscheiden Wissenschafts- und Finanzressorts (ggf. auch Bauressorts) sowie die Parlamente (Landtage) darüber, ob Baumaßnahmen durchgeführt werden und wie bzw. in welchem Umfang. Das bedeutet, die Bauherrenaufgaben verteilen sich auf mehrere Beteiligte im Land (Binnewies et al., 2016, S. 10ff.). Von besonderer Bedeutung ist eine Einbindung aller hochschulinternen Projektbeteiligten über die gesamte Projektlaufzeit vom Beginn der Bedarfsplanung bis zur Übergabe des Rechenzentrums an die Hochschule. Im Folgenden wird auch auf die Notwendigkeit der Hinzuziehung einer externen Beratung/Dienstleistung eingegangen.

Im Folgenden werden die einzelnen Verfahrensschritten mit ihren Inhalten und Zuständigkeiten beschrieben. Dabei wird die Besonderheit von Rechenzentren gegenüber klassischen Hochschulbauten wie Büro-, Lehr- und Laborgebäude in den Blick genommen.

### 5.1 Bedarfsfeststellung

Die Hochschulen ermitteln einen Bedarf und melden diesen mit dem Ziel einer Deckung dieses Bedarfs durch Neubau, Sanierung oder Umzug dem Wissenschaftsressort. Der Bedarf kann hochschulintern dabei sowohl von den hochschulinternen Nutzern als auch von den Zuständigen für das Rechenzentrum (RZ) oder deren Betrieb ausgehen. Für die Bedarfsermittlung scheinen in erster Linie die Rechenzentren zuständig. Die Rechenzentren sind bezüglich des Betriebs jedoch i. d. R. ausschließlich für den Betrieb der IT-Infrastruktur (Hardware/Software) verantwortlich. Für den Betrieb der Gebäudetechnik jedoch, ist i. d. R. das hochschulinterne Gebäudemanagement zuständig. Zudem kann nur das Gebäudemanagement Aussagen zur campusweiten bestehenden Gebäudeinfrastruktur inkl. der technischen Infrastruktur im Außenbereich (Kabel, Trafostationen, Wasser, Heizung etc.) treffen. Und da es ggf. um eine Baumaßnahme zur Deckung des Bedarfs geht, ist auch das hochschulinterne Baumanagement an der Bedarfsermittlung zu beteiligen. Federführend (Projektleitung) sollte die Organisationseinheit sein, die auch andere Baumaßnahmen federführend betreut. Häufig ist das das Baumanagement der Hochschulen. Die IT-Verantwortlichen der Hochschule und das Gebäudemanagement arbeiten mit Hilfe der hochschulinternen Nutzer:innen dem Baumanagement alle Bedarfe/Anforderungen zu. Die Hochschulleitung entscheidet abschließend über den Inhalt der Bedarfsanmeldung beim Wissenschaftsressort. Da an den meisten Hochschulen der Bau von Rechenzentren eine einmalige Aufgabe darstellt und zudem Rechenzentren im Vergleich zu anderen Gebäudearten an Hochschulen sehr komplex sind und die gesamte Infrastruktur des Campus zu berücksichtigen ist, ist davon auszugehen, dass die erforderliche Fachexpertise in den Hochschulen nur teilweise oder gar nicht vorhanden ist. Daher ist

hier das Hinzuziehen einer externen Dienstleistung/Beratung mit entsprechender Expertise bei der Bedarfsermittlung aus Sicht von HIS-HE unerlässlich.

Nach Anmeldung des Bedarfs und der Einreichung der entsprechenden Unterlagen beim Wissenschaftsressort prüft dieses den angemeldeten Bedarf nochmals, um ihn dann zu genehmigen und das Verfahren in den nächsten Schritt zu überführen. Auch hier ist davon auszugehen, dass aus bereits genannten Gründen die Expertise nicht in der erforderlichen Tiefe vorhanden ist.

Da auch die Hochschule bereits auf eine externe Expertise für die Bedarfsermittlung angewiesen ist und anzunehmen ist, dass dies auch für das später genehmigende Finanzressort und deren nachgeordnete Bauverwaltung als Bauherrenvertretung gilt, bietet sich aus Sicht der Aufsichtsebene (Wissenschafts- und Finanzressort) die Beauftragung des externen Dienstleisters durch eine der beiden Ressorts an. Dieser kann dann über alle Phasen des Verfahrens, beginnend mit der Bedarfsermittlung der Hochschule, beratend und prüfend tätig sein und die bauherrenseitig Beteiligten des Landes sowohl personell als auch inhaltlich entlasten.

## 5.2 Entscheidung über Art der Umsetzung

Nachdem ein grundsätzlicher Bedarf für die Hochschule vom Wissenschaftsressort anerkannt ist, müssen mehrere Varianten zur Deckung des Bedarfs untersucht werden. Hier stehen mehrere Möglichkeiten zur Auswahl wie:

- Neubau
- Sanierung/Erweiterung bestehendes Rechenzentrum
- Anmietung (bestehende Flächen oder extra zu errichtende vom Vermieter) etc.

Ein grundlegendes Kriterium ist dabei die Wirtschaftlichkeit. Zukünftig wird jedoch vor allem die Klima- und Umweltbilanz von Rechenzentren in den Vordergrund rücken, z. B. durch Nutzung von Abwärme. Daher sind umfassende Untersuchungen der Hochschulliegenschaft mit Hilfe des hochschulinternen Bau- und Gebäudemanagements erforderlich. Derzeit erfolgt die Variantenuntersuchung für den Hochschulbereich i. d. R. durch die Landesbauverwaltung (Bauherrenvertretung) der Länder. Aber auch die Hochschulen prüfen bereits Varianten im Rahmen der Bauanmeldung. Für beide Fälle gilt auch hier, dass für die Beurteilung unterschiedlicher Varianten im Bereich Rechenzentren aufgrund der Komplexität anzunehmen ist, dass eine externe Expertise, wie bereits im Schritt Bedarfsfeststellung beschrieben, benötigt wird.

Darüber hinaus ist es ggf. erforderlich, bereits Fachplaner:innen zu beauftragen. Hier muss geklärt werden, ob bereits Leistungen aus der Leistungsphase 2 der HOAI erforderlich sind und diese bei einer Weiterbeauftragung berücksichtigt werden können. Hierfür sind jedoch vertiefende Anforderungen von der Hochschule einzuholen, wobei diese von der externen Beratungs-/Dienstleistungsfirma unterstützt werden kann.

Anschließend entscheidet das Finanzressort in Abstimmung mit Wissenschaftsressort, Hochschule und Landesbauverwaltung, in welcher Art die Deckung des Bedarfs erfolgt. Fällt die Entscheidung für eine Baumaßnahme (Neubau oder Sanierung/Erweiterung), gilt das als Auftrag für die Landesbauverwaltung, die Planungen nach HOAI an Fachplaner zu vergeben. Im Falle einer Anmietung oder eines noch zu errichtenden

Gebäudes durch einen Vermieter erfolgt eine entsprechende Vertragsverhandlung, der aber ebenfalls weitere Planungsschritte zugrunde liegen und von den bisherigen Beteiligten begleitet wird. Wir beschränken uns im Folgenden auf den Landes- bzw. Eigenbau als große Baumaßnahme mit Einzelveranschlagung.

### 5.3 Entwurfsplanung und Haushaltsveranschlagung

Bei der Beauftragung von Fachplanungsleistungen nach HOAI dient als erste Arbeitshilfe die Bedarfsermittlung, die als Entscheidungsgrundlage für die Bedarfsanerkennung und die Variantenentscheidung diente. Eventuell wurden bereits vertiefende Anforderungen im Rahmen der Variantenuntersuchung erarbeitet. Für eine passgenaue Planung ist es in dieser Phase weiterhin zwingend seitens der Landesbauverwaltung als Bauherrenvertretung erforderlich, die hochschulinternen Zuständigen (IT-Verantwortliche, Bau- und Gebäudemanagement, hochschulinterne Nutzer:innen und ggf. Hochschulleitung) mit Unterstützung der externen Beratungs-/Dienstleistungsfirma in die Planung einzubeziehen, da detaillierte Anforderungen der Hochschule nur sukzessive mit der detaillierten Planung erfasst werden können.

Nach Fertigstellung der Planungen nach Leistungsphase 3/4 HOAI (je nach Zuständigkeit für Baugenehmigung) werden diese vom Finanzressort oder einer anderen Abteilung in der Landesbauverwaltung fachlich geprüft. In diesem Fall sollte auf die externen Beratungs-/Dienstleistungsfirma zur Hilfestellung zurückgegriffen werden.

Die in der Planung ermittelten Kosten werden in den Landeshaushaltsplan übernommen und per Beschluss durch das Parlament im Landeshaushalt veranschlagt. Damit wird gleichzeitig die Zustimmung zur Baudurchführung inkl. Ausführungsplanung und Ausschreibung/Vergabe durch das Parlament erteilt.

### 5.4 Baudurchführung

Nach der Haushaltsveranschlagung erfolgt i. d. R. die Weiterbeauftragung der Fachplaner ab Leistungsphase 5 HOAI. In dieser Phase gilt wie bereits in der vorherigen Phase, dass die Landesbauverwaltung als Bauherrenvertretung zwingend die hochschulinternen Zuständigen (IT-Verantwortliche, Bau- und Gebäudemanagement, hochschulinterne Nutzer:innen und ggf. Hochschulleitung) in die Planung einbeziehen sollte und die Hochschule dabei wieder von der externen Beratungs-/Dienstleistungsfirma unterstützt werden sollte.

Generell kann und sollte die externe Dienstleistungs-/Beratungsfirma alle Planungs- und Vergabeunterlagen auf Plausibilität und Umsetzung der erarbeiteten Anforderungen prüfen, bevor die Baufirmen oder ggf. ein GU beauftragt werden.

Im Rahmen der Bauphase ist zu prüfen, inwieweit Leistungen der Leistungsphasen 8 (Bauüberwachung) und 9 (Dokumentation, Mängelmanagement) auf die Fachplaner übertragen werden und inwieweit eine Unterstützung durch eine externen Beratung-/Dienstleistungsfirma erfolgt. In der Praxis werden derzeit diese beiden Leistungsphasen von den Landesbauverwaltungen selbst erbracht. Hier ist wieder auf die ggf. eingeschränkte Erfahrung der Landesbauverwaltungen in Rechenzentrum-Bauprojekten zu verweisen, die für die Einbindung Externer spricht.

## 5.5 Inbetriebnahme- und Testphase/ Abnahme

Bei der Inbetriebnahme- und Testphase handelt es sich um einen längeren Prozess, bei dem das Erreichen der Abnahmereife der Bauleistungen einen Meilenstein im Prozess darstellt. Auch nach einer erfolgten Abnahme sind längere Phasen der Einregulierung aller technischen Anlagen bis zum regulären Betrieb erforderlich. Die Planung der Inbetriebnahme- und Testphasen sollte frühzeitig im Planungs- und Bauprozess starten.

Die Einregulierung sollte durch das Gebäudemanagement der Hochschule erfolgen. Hierbei ist die Einbindung der mit der Errichtung des Rechenzentrums betrauten Firmen bereits in der Ausschreibung zu berücksichtigen.

Vor einer Abnahme der Bauleistungen eines Rechenzentrums sollten grundsätzlich Vollprobe-Tests bzw. Integrations-Tests im Zusammenspiel aller technischen Anlagen erfolgen (siehe Kapitel 7.8 „Das Erreichen der Abnahmereife und Abnahme“). An der Planung der Inbetriebnahme sowie aller einzelnen Arbeitsschritte wie Integrationstests, Abnahme, Einregulierung etc. sollten folgende Bereiche und Verantwortliche beteiligt werden:

- Bauherrenvertreter (i. d. R. Landesbauverwaltung)
- Bau- und Gebäudemanagement der Hochschule (Zuständige für den Betrieb der technischen Anlagen, gleichzeitig als Schulung und Einweisung geeignet)
- Hochschulleitung
- Fachplaner:innen
- Baufirmen und Anlagenerrichter
- Rechenzentrum-/IT-Abteilung der Hochschule
- hochschulinternen Nutzer:innen

Insbesondere die hochschulinternen Beteiligten sind bedeutend, da nur sie in der Lage sind festzustellen, ob ihre der Planung zu Grunde liegenden Anforderungen tatsächlich erfüllt werden. Auch hierbei sollte externe Beratung/Dienstleistung zur Unterstützung herangezogen werden. Zum einen zur Erstellung und Bearbeitung von Checklisten und zum anderen zur fachlichen Beurteilung der Funktionsfähigkeit.

Erst nach Behebung von im Rahmen des Testprozesses festgestellter Mängel und einem erfolgreichen finalen Test kann eine baufachliche und vertragsrechtliche Abnahme der betreffenden Gewerke durch die Bauherrenvertretung, ebenfalls in Begleitung der o. g. Beteiligten, erfolgen. Die IT- Hardware ist in der Testphase noch nicht in die IT-Racks eingebaut. IT-Hardware sollte erst nach Übergabe des Rechenzentrums an die Hochschule eingebaut werden.

## 5.6 Übergabe des Rechenzentrums/ Übernahme durch Nutzer

Der Nutzer des Rechenzentrums ist in diesem Fall die Hochschule. Verantwortlich für die Übernahme ist die Hochschulleitung. Diese lässt sich fachlich beraten/vertreten durch die RZ-/IT-Abteilung und das Bau- und Gebäudemanagement der Hochschule. Die Übergabe erfolgt durch die Bauherrenvertretung (i. d. R. Landesbauverwaltung).

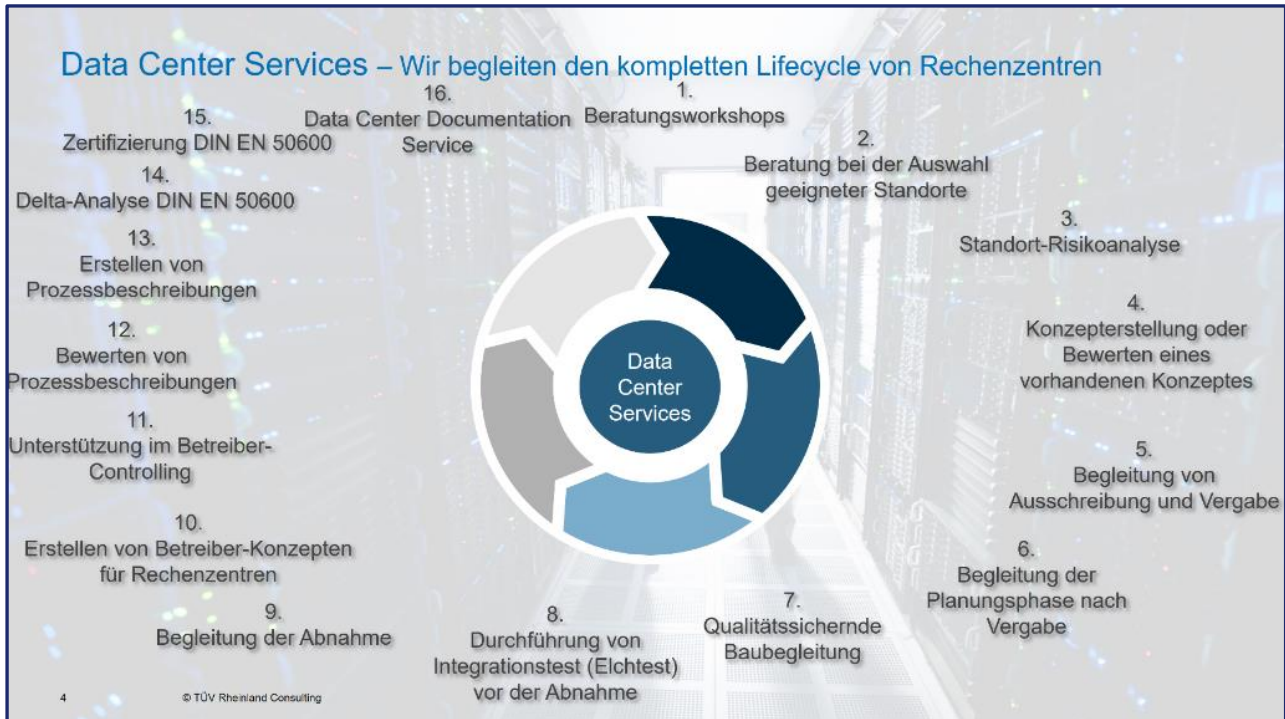
## 5.7 Dokumentation/Mängelverfolgung

Auch wenn es sich hierbei um Planungsleistungen nach HOAI (LPH 9) handelt, sollen die Zuständigkeiten für diese Phase, die nach Erstellung und Abnahme für den Übergang in den regulären Betrieb unerlässlich ist, nochmals angesprochen werden. I. d. R. ist nach bauvertraglicher Abnahme und Übergabe an die Hochschule als Nutzer diese zwingend auf die Beseitigung von Mängeln und die Dokumentation für den Betrieb angewiesen. Die Feststellung von Mängeln liegt somit bei der Hochschule, die diese an die Bauherrenvertretung (Bauverwaltung) als Vertragspartner der Fachplaner und Baufirmen zu melden haben. Die Bauherrenvertretung (Bauverwaltung) ist dann für die Durchsetzung der Mängelbeseitigung zuständig, wenn die Leistungsphase 9 nicht an einen Planer vergeben wurde, wie es im Landesbau die Regel darstellt.

In der Praxis erfolgt die Übergabe der Dokumentation durch Planer und Baufirmen oft erst nach Abnahme der Leistungen. Im Abnahmeprotokoll wird die fehlende Dokumentation dann als Mangel erfasst, der noch abzustellen ist. Sowohl für die Behebung dieses Mangels, als auch für die Beschaffung im regulären Prozess vor Abnahme ist somit die Bauherrenvertretung (Bauverwaltung) als direkter Vertragspartner der Planer und Baufirmen zuständig. Insbesondere im Rahmen der Dokumentation (Revisionsunterlagen, Konfigurationen etc.) ist bei der Prüfung der Vollständigkeit sowohl in der Anzahl als auch inhaltlich Hilfestellung durch externe Beratungs-/Dienstleistungsfirmen zu empfehlen.

## 6 Typischer Projektverlauf mit Best Practice

Abb. 2 Sinnvolle Leistungspakete in einem Data Center Projekt



Bildquelle: TÜV Rheinland Data Center Service (DCS)

Obwohl jedes Bau- und Umbauprojekt seine eigenen, projektspezifischen Herausforderungen mit sich bringt, bieten sich bewährte Werkzeuge im Rahmen der externen Beratung an, um den auftretenden Fragestellungen zu begegnen.

Tab. 3 Best Practice im Rahmen der Planung von Neu- oder Umbauten eines Rechenzentrums

SITUATION	PROBLEM	BEST PRACTICE SERVICE	KUNDENNUTZEN
Es besteht Unsicherheit hinsichtlich der Erfordernisse.	Welche Rahmenparameter sollen Sie vorgeben?	<b>Kick-Off Workshop</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verfügbarkeitsanspruch</li> <li>Leistungsbedarf Kälte/Elektro</li> <li>Vorstellung „Best Practice“</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geringeres pers. Risiko der Projektverantwortlichen</li> <li>Exakte Vorgaben an Bau und FM</li> <li>Verkürzte Projekt-Laufzeiten</li> <li>Sinkendes Projekt-Risiko</li> <li>Kostensenkung bei verbesserter Qualität</li> <li>Zertifizierbarkeit des Projektes</li> </ul>
Der Bauherr sucht einen Bauplatz für ein Data-Center, oder ist unsicher, ob der ausgewählte Bauplatz geeignet ist.	Die Standortfrage für ein neues Data Center ist nicht geklärt.	<b>Standortanalyse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sinkendes Projekt-Risiko</li> <li>Senken der Projektkosten</li> <li>Zertifizierbarkeit des Projektes</li> <li>Unterstützung bei Management-Vorlagen</li> </ul>
Der Bauherr steht im Dialog mit verschiedenen Bietern.	Jeder Bieter preist eine andere Technologie als „das Beste vom Besten“ an.	<b>Technik Workshop</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorstellen verschiedener Technologien</li> <li>Klären von Fragen der Kunden</li> <li>Bewerten von Konzepten</li> <li>Erarbeiten von Lösungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sinkendes Projekt-Risiko</li> <li>Der Bauherr beherrscht das Vergabeverfahren</li> <li>Zertifizierbarkeit des Projektes</li> </ul>

SITUATION	PROBLEM	BEST PRACTICE SERVICE	KUNDENNUTZEN
Der Bauherr ist unzufrieden mit den beteiligten Fachplanern oder hat Zweifel an deren Konzepten.	Der Kunde ist unsicher, ob sein Planer gut geplant hat.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Klären offener Fragen</li> <li>▪ Bewertung von Konzepten und Leistungsbeschreibungen</li> <li>▪ Definieren von Optimierungspotenzial</li> <li>▪ Begleiten weiterer Planungsschritte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Massiv sinkendes Projekt-Risiko</li> <li>▪ Geringeres pers. Risiko der Projektverantwortlichen</li> <li>▪ Massiv sinkendes Risiko unerwarteten Anlagenverhaltens</li> <li>▪ Massive Qualitätssteigerung</li> <li>▪ Geringeres Risiko von Nachträgen im Projekt</li> </ul>
Der Bauherr befindet sich kurz vor- oder in der Ausschreibungsphase für ein neues Data-Center.	Die Angebote verschiedener Bieter sind nicht vergleichbar und schwer verständlich.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Klären offener Fragen</li> <li>▪ Bietervergleich</li> <li>▪ Erstellen Vergabematrix</li> <li>▪ Begleiten von Referenzbesuchen</li> <li>▪ Begleiten von Bietergesprächen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geringe Anfechtbarkeit des Ausschreibungsverfahrens</li> <li>▪ Höhere Sicherheit, dass der Bauherr die Leistung erhält, die erwünscht und benötigt</li> <li>▪ Zugriff auf die Expertise des Beraters bei Bietergesprächen</li> </ul>
Es besteht Unsicherheit, wie bei einer Abnahme (des neu errichteten Data Centers) dessen Vollständigkeit und die ordnungsgemäße Funktion verifiziert werden kann.	Sie haben versäumt, sich über den Prozess „Test & Abnahme“ Gedanken zu machen.	<b>Workshop „Erreichen der Abnahmereife“</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Voraussetzungen</li> <li>▪ Integrationstests (Elchtests)</li> <li>▪ Vorstellung „Best Practice“</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sinkendes Projekt-Risiko</li> <li>▪ Geringeres pers. Risiko der Projektverantwortlichen</li> <li>▪ Geringeres Risiko unerwarteten Anlagenverhaltens</li> <li>▪ Frühzeitiges Budgetieren von Testkosten</li> <li>▪ Geringeres Risiko von Nachträgen im Projekt</li> </ul>
Der Bauherr verfügt über wenig Expertise in der Abnahme von Data-Center Bauprojekten.	Der Bauherr verfügt über wenig Expertise in der Abnahme von Data-Center Bauprojekten.	<b>Unterstützung beim Erreichen der Abnahmereife</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Massiv sinkendes Projekt-Risiko</li> <li>▪ Geringeres pers. Risiko der Projektverantwortlichen</li> <li>▪ Massiv sinkendes Risiko unerwarteten Anlagenverhaltens</li> <li>▪ Massive Qualitätssteigerung</li> </ul>

Tab. 4 Best Practice im Rahmen der Umsetzung von Neu- oder Umbauten eines Rechenzentrums

SITUATION	PROBLEM	BEST PRACTICE SERVICE	KUNDENNUTZEN
Der Auftrag ist vergeben. Der Bauherr wird mit einer Flut an Rückfragen der Planer konfrontiert. Die Qualität der Planung und Umsetzung ist unsicher.	Wie soll die Ausführungsqualität während der Bauphase sichergestellt werden?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Qualitätssicherung durch Berater</li> <li>▪ Qualitätssichernde Baubegehungen</li> <li>▪ Teilnahme an Baubesprechungen</li> <li>▪ Erstellen von Fotoprotokollen</li> <li>▪ Führen von Mängellisten</li> <li>▪ Abnahmebegleitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geringeres pers. Risiko der Projektverantwortlichen</li> <li>▪ Verkürzte Projekt-Laufzeiten</li> <li>▪ Sinkendes Projekt-Risiko</li> <li>▪ Kostensenkung bei verbesserter Qualität</li> <li>▪ Geringeres Risiko von unerwarteten Anlagenverhalten</li> </ul>
Es besteht Unsicherheit, ob Kälte-Energieversorgung und Sicherheitstechnik in allen Betriebszuständen gut funktionieren.	Der Bauherr/Betreiber ist unsicher, ob die (hochkomplexe) IT-spezifische TGA zuverlässig funktioniert.	<b>„Elchtests“ mit Rechenzentren:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Integrationstests</li> <li>▪ Autarkie-Tests</li> </ul> <b>Leistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erstellen von Testkonzepten</li> <li>▪ Unterstützung bei der Testorganisation</li> <li>▪ Begleiten der Tests</li> <li>▪ Protokollierung und Zusammenfassung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aufdecken von Fehlern, die im späteren Betrieb massive Auswirkungen haben können</li> <li>▪ Mängel, die bei herkömmlichen Inbetriebnahmen nicht festgestellt werden können, werden identifiziert und können vor der Abnahme angemeldet werden</li> <li>▪ Massive Verbesserung der Verfügbarkeit</li> <li>▪ Vertiefen der Anlagenkenntnisse</li> <li>▪ „Training on the Job“ für die Betreibermannschaft</li> <li>▪ Testergebnisse bilden die Basis für Schalt- und Handlungsanweisungen</li> </ul>

Tab. 5 Best Practice im Rahmen des Betriebs eines Rechenzentrums

SITUATION	PROBLEM	BEST PRACTICE SERVICE	KUNDENNUTZEN
<p>Der Betreiber eines Data Centers ist KRITIS-relevant, wird durch die EZB, Bundesbank, BaFin oder die Bundesnetzagentur reguliert UND / ODER ist aus anderen Gründen sehr an der Verfügbarkeit seines Rechenzentrums interessiert.</p>	<p>Er ist unsicher, ob Technik und Prozesse des Rechenzentrums optimale Verfügbarkeit der unternehmenskritischen IT-Anwendungen bieten.</p>	<p><b>DELTA-Analyse</b> (Soll-Ist-Vergleich) mit anschließender Zertifizierung DIN EN 50600</p>	<p><b>DELTA-Analyse</b> Die Technik der IT-spezifischen technischen Gebäudeausrüstung (Energie-, Kälte und Sicherheitstechnik) sowie die dieser Technik angegliederten kritischen Unternehmensprozesse werden auf</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vollständigkeit</li> <li>▪ Plausibilität</li> <li>▪ Wirksamkeit</li> </ul> <p>hin vom Berater untersucht.</p> <p>Als Ergebnis erhält der Kunde eine Bewertung des vorhandenen Sicherheitsniveaus und eine praxisorientierte Zusammenstellung von Maßnahmenempfehlungen die – zum Teil mit geringem Aufwand – zu einer massiven Verbesserung der Verfügbarkeit einer IT-Umgebung führt.</p> <p>Schließt dieser Prozess mit einer Zertifizierung ab, so ergeben sich in Abhängigkeit des zertifizierten Unternehmens Vorteile im Vertrieb, in der Zusammenarbeit mit Regulierungsbehörden etc.</p>
<p>Der Verantwortliche für den Betrieb des Rechenzentrums hat gewechselt, oder es wurde schon lange nichts mehr an der Sicherheit des Rechenzentrums getan.</p>	<p>Das Rechenzentrum ist alt und es müsste mal etwas an der Sicherheit getan werden.</p>	<p><b>Standort-Risikoanalyse, DELTA-Analyse</b> (Soll-Ist-Vergleich) mit anschließender Zertifizierung DIN EN 50600</p>	<p><b>DELTA-Analyse</b> Die Technik der IT-spezifischen technischen Gebäudeausrüstung (Energie-, Kälte und Sicherheitstechnik) sowie die dieser Technik angegliederten kritischen Unternehmensprozesse werden auf</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vollständigkeit</li> <li>▪ Plausibilität</li> <li>▪ Wirksamkeit</li> </ul> <p>hin vom Berater untersucht.</p> <p>Als Ergebnis erhält der Kunde eine Bewertung des vorhandenen Sicherheitsniveaus und eine praxisorientierte Zusammenstellung von Maßnahmenempfehlungen die – zum Teil mit geringem Aufwand – zu einer massiven Verbesserung der Verfügbarkeit einer IT-Umgebung führt.</p> <p>Schließt dieser Prozess mit einer Zertifizierung ab, so ergeben sich in Abhängigkeit des zertifizierten Unternehmens Vorteile im Vertrieb, in der Zusammenarbeit mit Regulierungsbehörden etc.</p>



SITUATION	PROBLEM	BEST PRACTICE SERVICE	KUNDENNUTZEN
Die Dokumentation im Rechenzentrum weist Optimierungspotenzial auf	<p>Unsicherheit, weil für das Rechenzentrum folgende Unterlagen nicht vorliegen oder Prozesse nicht klar definiert sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notfallhandbuch</li> <li>▪ Alarm- und Störfallpläne</li> <li>▪ Handlungsanweisungen für Betreiber (z.B.: Schaltanweisungen bei Störfällen)</li> <li>▪ Wartungspläne</li> <li>▪ Testkonzepte für Netzersatzanlagen etc.</li> </ul>	Unterstützung beim Erstellen von betriebswichtigen Dokumentationen.	<p>Kritische Prozesse werden auf Vollständigkeit und Wirksamkeit hin überprüft. Dies führt zu einer höheren Verfügbarkeit des gesamten Rechenzentrums.</p> <p>Ist die Dokumentation eines <u>Rechenzentrums</u> vollständig, aktuell, wirksam und kann zeitnah vorgelegt werden, senkt das unter anderem Kosten und Zeitaufwand von Zertifizierungen.</p> <p>Bei Banken kann eine Verringerung der erforderlichen Risiko-Rücklagen möglich sein.</p>
Die FM-Betreibermansschaft ist unsicher bei <u>Schaltvorgängen</u> , <u>Störfällen</u> , <u>Wartungen</u> und <u>Instandsetzungen</u> .	Der Bauherr/ Eigentümer verfügt über eine unerfahrene Betreibermansschaft.	Begleiten von Anlagen- und Betriebertests.	<p>Regelmäßige und zielführende Anlagen- und Betriebertests minimieren eine der Hauptursachen für ungeplante Standzeiten der Energie-, Kälte- und Sicherheitstechnik sowie das Fehlbedienen von Anlagen bei <u>Changes</u> und in Störungs-Situationen.</p> <p>Darüber hinaus führen sie zu einer größeren Sicherheit des Betreiberpersonals und sind elementarer Bestandteil des Betreiber-Controllings.</p>

## 7 Planen und Bauen

Das folgende Kapitel beschreibt den kompletten Projektablauf eines Rechenzentrum-Neu- oder Umbaus von der Feststellung des Bedarfs bis zur Test- und Abnahmephase.

### 7.1 Der Bedarf wird festgestellt

Der Impuls, einen IT-Bereich umzubauen oder ein Rechenzentrum neu zu errichten kann aus unterschiedlichen Gründen entstehen. Allen Bauvorhaben gemeinsam ist, dass Ausführungsqualität, Termintreue, Baukosten und das Erreichen des angestrebten Verfügbarkeitsniveaus maßgeblich von einer klaren Formulierung der Anforderungen abhängen.

Sind die Vorgaben der Anforderungssteller:innen an die ausschreibenden, planenden und ausführenden Instanzen unvollständig, unpräzise oder missverständlich, erhält der Bauherr im besten Fall die Leistungen, von denen die ausführenden Fachplaner:innen und Nachunternehmer denken, sie seien gewünscht. Im schlechtesten Fall wählen ausführende Unternehmen diejenigen Konzepte und Produkte, die sie günstig einkaufen und mit maximalen Gewinnmargen verkaufen können.

Noch bevor die Anforderungen bezüglich der technischen und baulichen Rahmenparameter beschrieben werden können, gilt es Themen des IT-Konzeptes, der IT-Hardware und der Verfügbarkeitsanforderungen festzulegen.

Tab. 6 Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich des IT-Konzeptes

Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich des IT-Konzeptes		
Frage	Anmerkung	Antwort
Welche kritischen IT-Applikationen sollen im betrachteten IT-Bereich betrieben werden? (Bitte nennen)		
Werden (alle) kritischen IT-Applikationen ausschließlich im betrachteten IT-Bereich oder (geo)redundant in verschiedenen IT-Standorten betrieben? (Ja/Nein)	Antwortmöglichkeiten: Ein-Standort-Strategie oder Mehr-Standort-Strategie	
Wie hoch wird das Risiko für den gleichzeitigen Ausfall mehrerer (geo)redundanter IT-Standorte eingeschätzt? (gering/mittel/hoch)	Klassisches Beispiel: Gleichzeitiger Ausfall zweier, redundanter IT-Räume im selben Brandabschnitt oder angrenzend im selben Gebäude / am selben Standort	
Welche IT-Hardware soll im betrachteten IT-Bereich mittel- und langfristig betrieben werden? (Bitte nennen)		

Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich des IT-Konzeptes		
Frage	Anmerkung	Antwort
Erfolgt die Festlegung, welche IT-Systeme eingesetzt werden autark durch die Anforderungssteller:innen? (Ja/Nein)	Housing / Hosting Werden die eingesetzten IT-Systeme durch (zahlreiche) Nutzer ausgewählt, oder ändern sich deren Anforderungen perspektivisch, erfordert dies i. d. R. eine größere Flexibilität in den Konzepten der Energie- und Kälteversorgung	
Welche physikalischen Grenzwerte für die vorgesehene IT-Hardware werden von den Hardware-Herstellern gefordert? (Bitte nennen)	U. a. Maximale / minimale Zuluft-Temperatur (Kaltgang), minimale Luftvolumenströme, Maximale / minimale relative Luftfeuchte, Kaltwassertemperaturen bei direkt-wassergekühlten IT-Systemen	
Ist eine heterogene Auswahl von IT-Komponenten vorgesehen? (Ja/Nein)		
Wurde für die zu betreibende IT-Hardware hinsichtlich der geforderten Umgebungsparameter eine Arbeitsplatz-Betrachtung durchgeführt? (Ja/Nein)	I. d. R. mit Unterstützung der IT-Hersteller durchgeführte Betrachtung zur Optimierung der Energieeffizienz	
Welche Anforderungen bestehen hinsichtlich der seitens der IT geforderten Räume? (Bitte nennen) (bspw. Anzahl, Flächenbedarf und Ausstattung im ERSTAUSBAU und ENDAUSBAU)	U. a. Meet-Me-Räume, Provider-Räume, IT-Räume (Serverräume), IT-Räume mit besonderen Anforderungen (z. B. HPC), Datensicherungsräume, Räume für IT-Testumgebungen, Datenverteilungs-Räume, Entpackungsräume, Lagerflächen für die IT, Räume für IT-Administratoren, Meetingräume, Räume für Krisenstäbe, Bereitschaftsräume, Von Technikfluren getrennte IT-Flure, Sanitäre Anlagen	
		IT-Flächen:

Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich des IT-Konzeptes		
Frage	Anmerkung	Antwort
Bitte geben Sie für jede IT-Fläche (IT-Raum) die Anzahl der Racks inklusive folgenden Informationen an: - minimale elektrische Leistungsaufnahme/kW - maximale elektrische Leistungsaufnahme/kW - Versorgung 1phasig/3phasig - Kabelzufuhr Energie Front / Back - Kabelzufuhr Energie Top / Bottom - Kabelzufuhr Daten Front / Back - Kabelzufuhr Daten Top / Bottom - Maße HE/Breite/Tiefe - Rack Türen-Schließsystem (Schlüssel / Chipkarte / Druckknopf) - PDU J/N/optional - Anzahl und Typ der Stecker in der PDU - PDU-Überspannungsschutz J/N/optional - PDU-messbar - PDU remote schaltbar - gelochte Türen / ohne Türen - Standard Racks - High Density Rack - wassergekühlte Racks - Sonder-Racks (herstellerspezifisch)		
Wurde ein Raumbuch mit den Anforderungen der IT erstellt? (Ja/Nein)		
Liegt ein Besiedelungsplan für die bei <u>Erstbesiedelung</u> vorgesehene IT-Hardware vor? (Ja/Nein)	Aufstellplan aller IT-Racks im <u>ersten</u> Besiedelungsschritt mit Zuordnung der Komponenten je Rack und den damit verbundenen Anforderungen an Rack-space sowie der erforderlichen Energie- und Kälteversorgung	
Liegt ein Besiedelungsplan für die im <u>Regelbetrieb</u> vorgesehene IT-Hardware vor? (Ja/Nein)	Aufstellplan aller IT-Racks im <u>Regelbetrieb</u> mit Zuordnung der Komponenten je Rack und den damit verbundenen Anforderungen an Rackspace sowie der erforderlichen Energie- und Kälteversorgung	

Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich des IT-Konzeptes		
Frage	Anmerkung	Antwort
Liegt ein Besiedelungsplan für die bei <u>Endausbau</u> vorgesehene IT-Hardware vor? (Ja/Nein)	Aufstellplan aller IT-Racks bei <u>Endausbau</u> mit Zuordnung der Komponenten je Rack und den damit verbundenen Anforderungen an Rackspace sowie der erforderlichen Energie- und Kälteversorgung	
Ist es möglich einen Standard IT-Rack zu beschreiben? (Ja/Nein, falls "Ja" bitte beschreiben)	U. a. Racktiefe, Anzahl der HE, Erfordernis für den Einbau von IT-Komponenten in die 19-Zoll Ebene der Rack-Rückseite (z. B. Switche), Anforderungen an die Rack-PDUs (Steckdosenleisten), Anforderungen an Kabeleinführungen und Kabelführung in den Racks	
Ist eine Bemusterung eines projektspezifischen Standard-IT-Racks gewünscht? (Ja/Nein)		
Welche elektrische Leistungsaufnahme der IT-Hardware ist im <u>Erstausbau</u> vorgesehen? (Bitte nennen) (Pro IT-Raum, <u>ohne</u> Energiebedarf der TGA)	Vorsicht vor Überdimensionierung!	
Welche elektrische Leistungsaufnahme der IT-Hardware ist im <u>Regelbetrieb</u> vorgesehen? (Bitte nennen) (Pro IT-Raum, <u>ohne</u> Energiebedarf der TGA)	Vorsicht vor Überdimensionierung!	
Welche elektrische Leistungsaufnahme der IT-Hardware ist im <u>Endausbau</u> vorgesehen? (Bitte nennen) (Pro IT-Raum, <u>ohne</u> Energiebedarf der TGA)	Vorsicht vor Überdimensionierung!	
Liegt eine Business-Impact Analyse (BIA) vor? (Ja/Nein)		
Welche Benchmark soll für die Betrachtung der Verfügbarkeit dienen? (Bitte nennen)	Z. B. Die "Rechenzentrumsnorm" DIN EN 50600	
Welches Verfügbarkeitsniveau ist gefordert? (Bitte nennen)	Z. B. VK3 / VS3 DIN EN 50600	

Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich des IT-Konzeptes		
Frage	Anmerkung	Antwort
Welche Ausbaustrategie besteht? (Bitte nennen)	Z. B. Erstausbau = Endausbau, oder Ausbaustufen 1, 2, 3, etc.	

Tab. 7 Checkliste zu Energieeffizienz

Checkliste zu Energieeffizienz		
Frage	Anmerkung	Antwort
Wird ein Energy Usage Effectiveness (EuE) vorgegeben? Nachweis der projektierten Gesamteffizienz bezogen auf die jährliche Betriebszeit bei Auslastungen (elektrische IT-Last) von 25 %, 50 %, 75%, 100 %	Green Grid Kategorie festlegen	
Sollen regenerative Energiequellen priorisiert betrachtet werden? (Ja/Nein)		
Sollen folgende Themen der Energieeffizienz zwingend betrachtet werden? (Ja/Nein)		
Wärmerückgewinnung		
Fernwärmenetz		
BHKW		
Geothermie		
Sind permanente Abnehmer von Wärmeenergie vorhanden? (Ja/Nein)		
Soll eine Eigenstromversorgung durch Photovoltaikanlagen geprüft werden? (Ja/Nein)		
Ist eine energieeffiziente Beleuchtung mittels LED-Technik gewünscht? (Ja/Nein)		
Welche sonstigen Vorgaben hinsichtlich der Energieeffizienz bestehen? (Bitte nennen)		

Tab. 8 Checkliste zu Energieversorgung

Checkliste zu Energieversorgung		
Frage	Anmerkung	Antwort
Soll die Energieversorgung konform zur DIN EN 50600 konzipiert werden? (Ja/Nein)		
Falls "Ja", mit welchem Verfügbarkeitsniveau?	VK / VS 1-4	
Soll die Energieversorgung konform zu einem anderen Benchmark konzipiert werden? (Ja/Nein)		
Falls "Ja", mit welchem Verfügbarkeitsniveau?		
In welcher Redundanz soll die Energieversorgung zu den IT-Bereichen ausgeführt werden? (Bitte nennen)	Z. B.: Zwei redundante, elektrische Pfade von den Transformatoren bis in die IT-Racks (2n)	
Welche Reserven sind für Niederspannungsschaltanlagen gefordert? (Bitte nennen)	Z. B. 20%	
In welcher Redundanz sollen die Mittelspannungs-Schaltanlagen (Primärseite Transformatoren) ausgeführt werden? (Bitte nennen)	Z. B. 2n	
In welcher Redundanz sollen die Transformatoren ausgeführt werden? (Bitte nennen)	Z. B. 2n	
In welcher Redundanz sollen die Niederspannungs-Hauptverteilungen Gebäude (Sekundärseite Transformatoren) ausgeführt werden? (Bitte nennen)	Z. B. 2n	
In welcher Redundanz sollen die NSUV USV-Eingang ausgeführt werden? (Bitte nennen)	Z. B. 2n	

<b>Checkliste zu Energieversorgung</b>		
<b>Frage</b>	<b>Anmerkung</b>	<b>Antwort</b>
Welche besonderen Anforderungen werden an die USV-Anlagen gestellt? (Bitte nennen)	Z. B.: VFI SS 111 modular - mit Batterieüberwachung - mit internem Bypass - mit externer Handumgehung	
Kommunikationsverbindungen zwischen den USV-Anlagen redundant? (Ja/Nein)		
In welcher Redundanz sollen die USV-Anlagen ausgeführt werden? (Bitte nennen)		
Welche Autonomiezeit (bei elektrischer IT-Last im Endausbau) ist für die USV-Anlagen gefordert? (Bitte nennen)		
In welcher Redundanz sollen die NSUV <u>USV-Ausgang</u> ausgeführt werden? (Bitte nennen)		
Welche Bestandteile der Energieverteilung sollen wartungstolerant ausgeführt werden? (Bitte nennen)	Z. B.: Alle Transformatoren sowie alle Niederspannungsschaltanlagen	
Ist eine stationäre Netzersatzanlage gefordert? (Ja/Nein)		
Sind redundante Netzersatzanlagen gefordert? (Ja/Nein)		
Durch stationäre Netzersatzanlage(n) zu versorgende Bereiche: (Bitte nennen)	Ausschließlich RZ / Weitere Bereiche	
Ist im Außenbereich eine Anschlussmöglichkeit für eine mobile Netzersatzanlage gefordert? (Ja/Nein)		
Durch mobile Netzersatzanlage zu versorgende Bereiche: (Bitte nennen)	Ausschließlich RZ / Weitere Bereiche	



Checkliste zu Energieversorgung		
Frage	Anmerkung	Antwort
Funktionsbeschreibung: "Sichere Netzersatzanlagen-Versorgung"	Z. B.: a. Im Fall eines kompletten EVU-Netzausfalles übernimmt eine mobile NEA die primäre Stromversorgung unterbrechungsfrei b. Fällt in diesem Betriebszustand die mobile NEA aus, übernimmt die stationäre NEA unterbrechungsfrei c. Bei EVU-Netzwiederkehr erfolgt die Rückschaltung in den Normalbetrieb ebenfalls synchron und unterbrechungsfrei	
Soll die Energieversorgung der IT-Racks über Stromschienensysteme mit Abgangskästen erfolgen? (Ja/Nein) Installation im Doppelboden / oberhalb der Racks		
Soll ein durchgängiges Überspannungsschutzkonzept mittels Überspannungsschutzeinrichtungen (Typ 1, 2 und 3) Überspannungs-Schutz nach DIN EN 62305 (VDE 0185-305) und IEC 60364-4-443 (DIN VDE 0100-443) realisiert werden? (Ja/Nein, wenn „Ja“ bitte ausführen)		
Ist ein standortbezogener EMV-Schutz erforderlich? (Ja/Nein)		
Alle Komponenten, die zum Einleiten der sicheren NEA-Versorgung erforderlich sind, sind unabhängig von der EVU-Versorgung? (Ja/Nein)	Z. B. NEA-Steuerung, Kraftstoffpumpen, Lüfter	
Welche Anforderungen werden an den Generatorraum gestellt? (Bitte nennen)		

<b>Checkliste zu Energieversorgung</b>		
<b>Frage</b>	<b>Anmerkung</b>	<b>Antwort</b>
Welche Anforderungen werden an die Brennstofflagerung gestellt? (Bitte nennen)		

Tab. 9 Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich der Provideranbindung und Datenverkabelung

<b>Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich der Provideranbindung und Datenverkabelung</b>		
<b>Frage</b>	<b>Anmerkung</b>	<b>Antwort</b>
Soll die Datenverkabelung konform zur DIN EN 50600 konzipiert werden? (Ja/Nein)		
Falls "Ja", mit welchem Verfügbarkeitsniveau?	VK / VS 1-4	
Soll die Datenverkabelung konform zu einer anderen Benchmark konzipiert werden? (Ja/Nein)		
Falls "Ja", mit welchem Verfügbarkeitsniveau?		
Anzahl der Provider: (Bitte nennen)		
Übergabepunkt Provider im Gebäude: (Bitte nennen)	Z. B. Meet-Me-Raum	

Tab. 10 Checkliste zur Kälteversorgung

<b>Checkliste zur Kälteversorgung</b>		
<b>Frage</b>	<b>Anmerkung</b>	<b>Antwort</b>
Soll die Kälteversorgung konform zur DIN EN 50600 konzipiert werden? (Ja/Nein)		
Falls "Ja", mit welchem Verfügbarkeitsniveau?	VK / VS 1-4	
Soll die Kälteversorgung konform zu einer anderen Benchmark konzipiert werden? (Ja/Nein)		
Falls "Ja", mit welchem Verfügbarkeitsniveau?		
Bevorzugte Technologie: Direkte Flüssigkeitskühlung (Ja/Nein)	Z. B. Immersionskühlung / Direkte Prozessorenkühlung	
Bevorzugte Technologie: Umluftkühlsystem (Ja/Nein)	Z. B. Kaltgang/Warmgang-abschottung, UKS über Doppelboden, Sidecooler in Rackreihen	

Checkliste zur Kälteversorgung		
Frage	Anmerkung	Antwort
Bevorzugtes Kühlkonzept: (Ja/Nein)	Direkte freie Kühlung	
	indirekte freie Kühlung	
	Adiabatik	
	Geothermie	
	Brunnen	
	Wärmepumpe	
Anschlusspunkt mobile Kälteversorgung gewünscht? (Ja/Nein)		
Einspeisung über Wärmetauscher? (Ja/Nein)		
Grenzwert maximale Kaltgangtemperatur in °C – max. in °C: (Bitte nennen)		
Grenzwert maximale Kaltwassertemperatur min in °C – max. in °C: (Bitte nennen)		
Außentemperaturbereich für die Auslegung der Kältetechnik: (Bitte nennen)	Z. B.: In allen Betriebszuständen (auch bei Umschaltungen Primär-Redundanz-Kälte) und unter Einhaltung der maximalen Kaltgangtemperatur / Kaltwassertemperatur muss die gesamte Kältetechnik bei Nennleistung (Designpunkt) innerhalb eines Außentemperaturbereichs von -25 °C bis +53 °C sicher betrieben werden. Ein rechnerischer Nachweis ist durch den Bietenden bei Angebotsabgabe zu erbringen.	
Feuchtebereich der Kühllufttemperatur, relativ: (Bitte nennen)	Z. B. 30 % bis 50 % relative Feuchte, oder 20 % bis 80 % relative Feuchte	
In welcher Redundanz soll die Kältetechnik ausgeführt werden? (Bitte nennen)		

Tab. 11 Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich des Brandschutzes

Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich des Brandschutzes		
Frage	Anmerkung	Antwort
<b>Brandmeldeanlage(n) (BMA):</b> (Bitte ggf. im Folgenden mit Ja/Nein antworten)		
Lage / Raum		
Brandmelder / RAS-System		
Zwei-Melder-Abhängigkeit		
Ansteuerung der Kältetechnik bei Voralarmen der BMA		
USV-Versorgung		
Aufschaltung auf die GLT		
Brand-Frühstest-Erkennungsanlage(n) Überwachung aller IT- und Technikbereiche (Ja/Nein)		
<b>Brandmelde-Löschanlage:</b> (Bitte ggf. im Folgenden mit Ja/Nein antworten)		
VDS-zertifizierbare Auslegung		
VDS-Zertifizierung der Anlage		
Einbereichslöschanlage/Mehrbereichslöschanlage		
Löschgas		
Sauerstoffreduktionsanlage		
Bitte Art der Löschgasanlage nennen: Bsp. Auslass-Düsen / Signal-Hupen	Z. B. Auslass-Düsen: Low-Noise- und Slow-Release (maximal 85 dB / innerhalb von 120 Sekunden) Signal-Hupe: Low-Noise	
Rauchgasdetektion in der Frischluft-ansaugung? (Ja/Nein)		

Tab. 12 Checkliste zur Gebäude-Leittechnik und Monitoring

Checkliste zur Gebäude-Leittechnik und Monitoring		
Frage	Anmerkung	Antwort
Soll die Gebäude-Leittechnik und Monitoring konform zur DIN EN 50600 konzipiert werden? (Ja/Nein)		
Falls "Ja", mit welchem Verfügbarkeitsniveau?	VK / VS 1-4	
Soll die Gebäude-Leittechnik und Monitoring konform zu einer anderen Benchmark konzipiert werden? (Ja/Nein)		
Falls "Ja", mit welchem Verfügbarkeitsniveau?		
Welches Granularitätsniveau nach DIN EN 50600 ist für die elektrotechnischen Messungen gefordert? (Bitte nennen)		
Welches Granularitätsniveau nach DIN EN 50600 ist für die Messungen der Kältetechnik gefordert? (Bitte nennen)		
Messung der Spannungsqualität? (Bitte nennen)	Z. B.: Primär-, Sekundär-, zusätzliche Versorgungen: L1 / L2 / L3 / N / PE	
Messgrößen: (Bitte nennen)	Z. B.: kVA, kWh, Spannung, Strom, Leistungsfaktor, Energieverbrauch	
Differenzstrom-Messung? (Ja/Nein)		
Messung der Raumluft- und Kältetechnik singular / redundant? (Bitte nennen)		

<b>Checkliste zur Gebäude-Leittechnik und Monitoring</b>		
<b>Frage</b>	<b>Anmerkung</b>	<b>Antwort</b>
Raumlufttemperatur und relative Luftfeuchte (im Kaltgang) (Ja/Nein)		
Außenlufttemperatur (Ja/Nein)		
Ist eine GLT im Bestand vorhanden? (Ja/Nein)		
Ist ein Fabrikat zwingend erforderlich? (Ja/Nein)		
GLT-Server redundant? (Ja/Nein)		
Weiterleitung aller GLT-Meldungen an eine Sicherheitszentrale/Leitstelle (Ja/Nein)		

Tab. 13 Checkliste Anforderungen hinsichtlich des Schutzes vor unbefugtem Zutritt und Sabotage

<b>Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich des Schutzes vor unbefugtem Zutritt und Sabotage</b>		
<b>Frage</b>	<b>Anmerkung</b>	<b>Antwort</b>
<b>Einbruchmeldeanlage(n) EMA:</b>		
Lage / Raum: (Bitte nennen)		
Überwachte Bereiche: (Bitte nennen)		
Alle IT- und Technikflächen (Ja/Nein)		
Alle IT- und Technikflure (Ja/Nein)		
USV-Versorgung (Ja/Nein)		
Aufschaltung auf die GLT (Ja/Nein)		
Weiterleitung der Meldungen an eine Sicherheitszentrale (Ja/Nein)		
Öffnungsüberwachung mit akustischem Signal (Ja/Nein)		
Verschlussüberwachung (Ja/Nein)		
Bewegungsmelder (Ja/Nein)		
<b>Zutrittskontrollanlage (ZuKo):</b>		
Lage / Raum: (Bitte nennen)		

Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich des Schutzes vor unbefugtem Zutritt und Sabotage		
Frage	Anmerkung	Antwort
USV-Versorgung (Ja/Nein)		
Weiterleitung der Meldungen an eine Sicherheitszentrale (Ja/Nein)		
Video-Überwachung im Rechenzentrums-Bereich (Ja/Nein)		
Überwachung aller Versorgungsflure (Ja/Nein)		
Überwachung aller IT-Bereiche (Ja/Nein)		
Überwachung aller Technikbereiche (Ja/Nein)		
Überwachung aller Türen in Außenwänden (Ja/Nein)		
Weiterleitung der Meldungen an eine Sicherheitszentrale (Ja/Nein)		
<b>Video-Überwachung im Umfeld:</b>		
Überwachung aller Dachflächen (Ja/Nein)		
Überwachung aller Außenanlagen (Ja/Nein)		
Weiterleitung der Meldungen an eine Sicherheitszentrale (Ja/Nein)		
Zaun-Detektion (Ja/Nein)		
<b>Leckagedetektion:</b>		
Alle IT- und Technikflächen (Ja/Nein)		
Alle IT- und Technikflure (Ja/Nein)		
Punktmelder (Ja/Nein)		
Bandmelder (Ja/Nein)		
Aufschaltung auf die GLT (Ja/Nein)		

Tab. 14 Checkliste der baulichen Anforderungen

Checkliste der baulichen Anforderungen		
Frage	Anmerkung	Antwort
Soll Bau & Architektur konform zur DIN EN 50600 konzipiert werden? (Ja/Nein)		
Falls "Ja", mit welchem Verfügbarkeitsniveau?	VK / VS 1-4	
Soll Bau & Architektur konform zu einer anderen Benchmark konzipiert werden? (Ja/Nein)		
Falls "Ja", mit welchem Verfügbarkeitsniveau?		

<b>Checkliste der baulichen Anforderungen</b>		
<b>Frage</b>	<b>Anmerkung</b>	<b>Antwort</b>
Soll ein Zonenkonzept gemäß DIN EN 50600 umgesetzt werden? (Ja/Nein)		
Lastenaufzug gefordert? (Ja/Nein)		
Personenvereinzelung gefordert? (Ja/Nein)		
Materialschleuse gefordert? (Ja/Nein)		
In welcher Wertigkeit hinsichtlich des Brandschutzes sollen Türen ausgebildet werden? (Bitte nennen)	Z. B.: Mindestens T90RS oder gemäß DIN EN 50600	
In welcher Wertigkeit hinsichtlich des Einbruchschutzes sollen Türen ausgebildet werden? (Bitte nennen)	Z. B.: Mindesten RC2 oder gemäß DIN EN 50600	
Welche IT-Räume werden gefordert? (Bitte nennen)	Siehe Raumbuch	
Welche Betriebsräume werden gefordert? (Bitte nennen)	Siehe Raumbuch	
Welche Sozial- und Sanitärräume werden gefordert? (Bitte nennen)	Siehe Raumbuch	



Tab. 15 Checkliste zu Umgebung und Außenanlagen

<b>Checkliste zu Umgebung und Außenanlagen</b>		
<b>Frage</b>	<b>Anmerkung</b>	<b>Antwort</b>
<b>Provideranbindungen im Außenbereich:</b>		
Anzahl der Provider: (Bitte nennen)		
Separate Trassenführung (Ja/Nein)		
Mindestabstand der Trassen (m): (Bitte nennen)		
Verlegung Wegedisjunkt (Ja/Nein)		
Verlegung Knotendisjunkt (Ja/Nein)		
Zugschächte sabotageüberwacht (Ja/Nein)		
<b>Energiezuleitungen im Außenbereich:</b>		
Anzahl: (Bitte nennen)		
Separate Trassenführung (Ja/Nein)		
Mindestabstand der Trassen (m): (Bitte nennen)		
Verlegung Wegedisjunkt (Ja/Nein)		
Verlegung knotendisjunkt (Ja/Nein)		
Zugschächte sabotageüberwacht (Ja/Nein)		
<b>Umzäunung gefordert (Ja/Nein)</b>		
mit Übersteig-Schutz (Ja/Nein)		
mit Zaun-Detektion (Ja/Nein)		
Personenvereinzlung (Ja/Nein)		
Materialschleuse (Ja/Nein)		
PKW-Schleuse (Ja/Nein)		
LKW-Schleuse (Ja/Nein)		
Rammschutz (Ja/Nein)		
Poller (Ja/Nein)		
Liegt ein Trassenführungskonzept für die Energie- und Datenleitungen auf dem RZ-Gelände vor? (Ja/Nein)		

Tab. 16 Checkliste zu Anforderungen hinsichtlich Abnahmeprozess und Tests

<b>Checkliste zu Anforderungen hinsichtlich Abnahmeprozess und Tests</b>		
<b>Frage</b>	<b>Anmerkung</b>	<b>Antwort</b>
Wie viel Risiko ist der Bauherr bereit zu tragen? (Bitte nennen)	Liegen Business Impact Analy- sen der Nutzer vor?	
Was ist der Bauherr bereit, gegen Risi- ken zu unternehmen? (Bitte nennen)	U. a. Budget für die Durchfüh- rung einer Integrationstest- Phase vorhanden? (Ja/Nein)	

<b>Checkliste zu Anforderungen hinsichtlich Abnahmeprozess und Tests</b>		
<b>Frage</b>	<b>Anmerkung</b>	<b>Antwort</b>
Verfügt der Bauherr im ausreichenden Maß über Interne Ressourcen mit Erfahrung im Rechenzentrumsbau? (Ja/Nein)		
Welches Benchmark soll für die angestrebte Verfügbarkeit der IT-spezifischen TGA als Maßstab dienen? (Bitte nennen)	Z. B. Die "Rechenzentrumsnorm" DIN EN 50600	
Welches Verfügbarkeitsniveau soll erreicht werden? (Bitte nennen)	Welche Verfügbarkeitsklasse / Verfügbarkeitsstufe DIN EN 50600 oder ähnliches	
Werden Werksabnahmen gewünscht? (Ja/Nein)	Wenn "Ja" für welche Anlagen und Komponenten?	
Welche Anforderungen stellt der Bauherr an die Inbetriebnahmen in der IT-spezifischen TGA? (Bitte nennen)	Vorgaben für einen Inbetriebnahmeplan	
Welche Detailtiefe ist für eine Integrationstestphase gewünscht? (Bitte nennen)	Testumfang Dokumentation Reproduzierbarkeit Qualitätssicherung Erkenntnisgewinn Erkenntnisverarbeitung	
Wie viele Testtage werden durch den Bauherrn für die Integrationstestphase vorgegeben? (Bitte nennen)	Z. B.: "Es ist eine 20tägige Integrationstestphase inklusive Bereitstellung folgender Funktionen vorzusehen: - Positionsbeschreibung einfügen"	
Sind Wiederholungstests für nicht erfolgreiche Integrationstests zusätzlich zu den Testtagen zu kalkulieren? (Ja/Nein)		
Sind Tage für die Vorbereitung und Protokollierung von Integrationstests zusätzlich zu den Testtagen zu kalkulieren? (Protokolltage) (Ja/Nein)		
Wurde ein Eskalationsprozess für Dissensen zwischen Bauherren und Auftragnehmer bezüglich des Testerfolges festgelegt? (Ja/Nein)		
Welche Testteilnehmer sind durch den Auftragnehmer für die Integrationstestphase zu stellen und einzukalkulieren? (Bitte nennen)	Z. B. Servicetechniker	
Wie soll sich der Prozess der Vollständigkeitsprüfung gestalten? (Bitte nennen)		

Checkliste zu Anforderungen hinsichtlich Abnahmeprozess und Tests		
Frage	Anmerkung	Antwort
Was fordert der Bauherr für eine positive Abnahmeentscheidung? (Bitte nennen)		

Tab. 17 Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich der Zertifizierbarkeit

Checkliste zu den Anforderungen hinsichtlich der Zertifizierbarkeit		
Frage	Anmerkung	Antwort
Welche Zertifizierungen sind angestrebt? (Bitte nennen)	Z. B. DIN EN 50600	

## 7.2 Suche nach einem geeigneten Standort

Häufig stellt sich die Frage, ob es von Vorteil ist, einen Bereich im Bestand zu einer IT-Fläche umzubauen, ob ein Neubau „auf der grünen Wiese“ den Vorzug erhält, oder ob die IT gar in ein externes Rechenzentrum ausgelagert wird. Grundsätzlich hängt die Beantwortung dieser Frage naturgemäß vom Einzelfall ab. Finden Sie im Folgenden einige grundsätzliche Anmerkungen.

### Umbau im Bestand

Ein Umbau im Bestand bringt im Vergleich zum Neubau häufig höhere Kosten für die Baumaßnahme selbst sowie – und das wird häufig vergessen – auch für die vorbereitenden Fachplanungen mit sich. In älteren Gebäuden mit unklarer Dokumentation der Bestandssituation besteht überdies das Risiko von nicht vorhergesehenen Zusatzaufwendungen, Mehrkosten und Projektverzug. Überdies ist es oft nicht möglich, ein angestrebtes Verfügbarkeitsniveau in einem Bestandsgebäude zu erreichen.

### Neubau „auf der grünen Wiese“

In einem Neubau fällt es in der Regel leichter, ein angestrebtes Verfügbarkeitsniveau und die Einhaltung aktueller Normen zu realisieren. Hier gilt es abzuwägen, ob ein „konventioneller“ Neubau, oder ein „modulares“ Rechenzentrum die optimale Lösung darstellt.

### Auslagern eines IT-Bereiches in ein extern betriebenes Rechenzentrum

Das Auslagern von IT in ein externes Rechenzentrum spart in der Regel Personalkosten für ein internes Betreiber-Team. Hier gilt es allerdings Vor- und Nachteile besonders sorgfältig abzuwägen.

Sinnvolle Fragen sind:

- Wurden bei der Kostenbetrachtung wirklich alle Kosten für ein Outsourcing beachtet (z. B.: Zusatzkosten für Patches und andere, durch den externen Betreiber auszuführende Arbeiten, Reisekosten für eigenes Personal etc.)?
- Besteht im externen Rechenzentrum ein ausreichender Schutz vor unautorisierten Zugriff, Datendiebstahl und Sabotage?
- Welcher Personenkreis erhält Zutritt zur IT-Hardware?
- Sind Themen wie „Reporting“, „Changemanagement“ und „Kundenmanagement“ zielführend geregelt?
- Erreicht ein externes Rechenzentrum das erforderliche Verfügbarkeitsniveau tatsächlich, oder nur „auf dem Papier“ (Hier empfiehlt sich eine Begehung in Frage kommender Rechenzentren)?

### 7.3 Bewertung von Standorten hinsichtlich deren Eignung

Eine Bewertung von in Frage kommender Standorte sollte in jedem Fall durch eine Standort-Risikoanalyse erfolgen.

### 7.4 Konzepterstellung und Verschriftlichen der Anforderungen

Eine detaillierte Konzepterstellung auf Grundlage einer korrekten Bedarfsermittlung bildet eine solide Basis für einen optimalen Projektverlauf. Häufig erfolgt ein Verschriftlichen der Anforderungen zu unpräzise. In diesem Fall erhält der Bauherr im besten Fall eine Leistung, von dem der Bietende denkt das sie gewünscht ist. Oft liefert ein Bietender jedoch die Leistung, die ihm den größten Gewinn verspricht, oder schlicht das was er kennt und „aus der Schublade“ holen kann.

Abhilfe schafft hier ein professioneller „Anforderungskatalog“, der alle wichtigen Forderungen präzise beschreibt.

### 7.5 Die Vergabephase

Selbst bei Ausschreibungen, die auf Basis einer detaillierten Bedarfsermittlung erstellt wurden, zeigt die Praxis, dass sich Angebote verschiedener Bieter hinsichtlich technischer Konzepte und der angebotenen Anlagen zum Teil deutlich voneinander unterscheiden. Darüber hinaus sind Angebot i. d. R. inhaltlich nicht eindeutig. Dies führt in der Ausführung häufig zu Dissens-Punkten zwischen ausführenden Unternehmen und Bauherr. Die Folgen sind Nachträge, ungeplante Mehrkosten und Projektverzug.

#### **Herausforderungen in der Vergabephase:**

- Vorbereitung eindeutiger, technischer Vergabeunterlagen
- Beantworten von Bieterfragen
- Bewertung von konzeptionell abweichenden und inhaltlich nicht eindeutigen Angeboten

- Verschriftlichen der im Rahmen von technischen Bietergesprächen vereinbarten Leistungen

### **Möglichkeiten:**

- Erstellen eines präzisen Anforderungskataloges
- Bieterworkshops
- Erstellen von Fragenkatalogen mit Rückfragen zu Angeboten, die in technischen Vergabegesprächen geklärt und durch Fachexperten protokolliert werden. Die technischen Vergabeprotokolle können im Auftragsfall als Anlage zum Auftrag aufgenommen werden.

## **7.6 Von der Vergabe bis zum Start der Baumaßnahmen**

Während sich vor der Vergabe die Frage stellt, ob Angebote tatsächlich den Anforderungen (Anforderungskatalog) entsprechen, birgt die Phase zwischen Vergabe und Start der Baumaßnahme ein anderes Risiko. Oft erfolgt beim Auftragnehmer nach der Vergabe ein Wechsel der handelnden Personen. Nämlich eine interne Übergabe vom Pre-Sales-Team des Auftragnehmers an ein Team, das mit der Umsetzung des Projektes beauftragt wird. Dieses Team startet mit den, für die Ausführung erforderlichen Detail-Planungen. Die Praxis zeigt, dass im Tagesgeschäft wichtige, in der Pre-Sales Phase verhandelte und im Auftrag verschriftliche Details durch die Ausführenden nicht berücksichtigt werden. Der Bauherr erhält dann schlichtweg nicht die durch ihn beauftragten und seitens des Auftragnehmenden geschuldeten Leistungen.

Abhilfe schafft an dieser Stelle die Unterstützung von Fachexpert:innen für einen kontinuierlichen Abgleich des Planungsstandes mit den beauftragten Leistungen.

## **7.7 Qualitätssicherung in der Bauphase**

In der Bauphase zeigt sich häufig, dass selbst fachlich hervorragende und überaus engagierte Bauleitungen über unzureichende Erfahrungen bezüglich der speziellen Anforderungen im Rechenzentrumsbau verfügen. Als Folge werden oft Ausführungen nicht als qualitätsmindernd erkannt, die für ein konventionelles Gebäude unter Umständen ausreichend sind, den besonderen Anforderungen im Rechenzentrumsbereich jedoch nicht genügen.

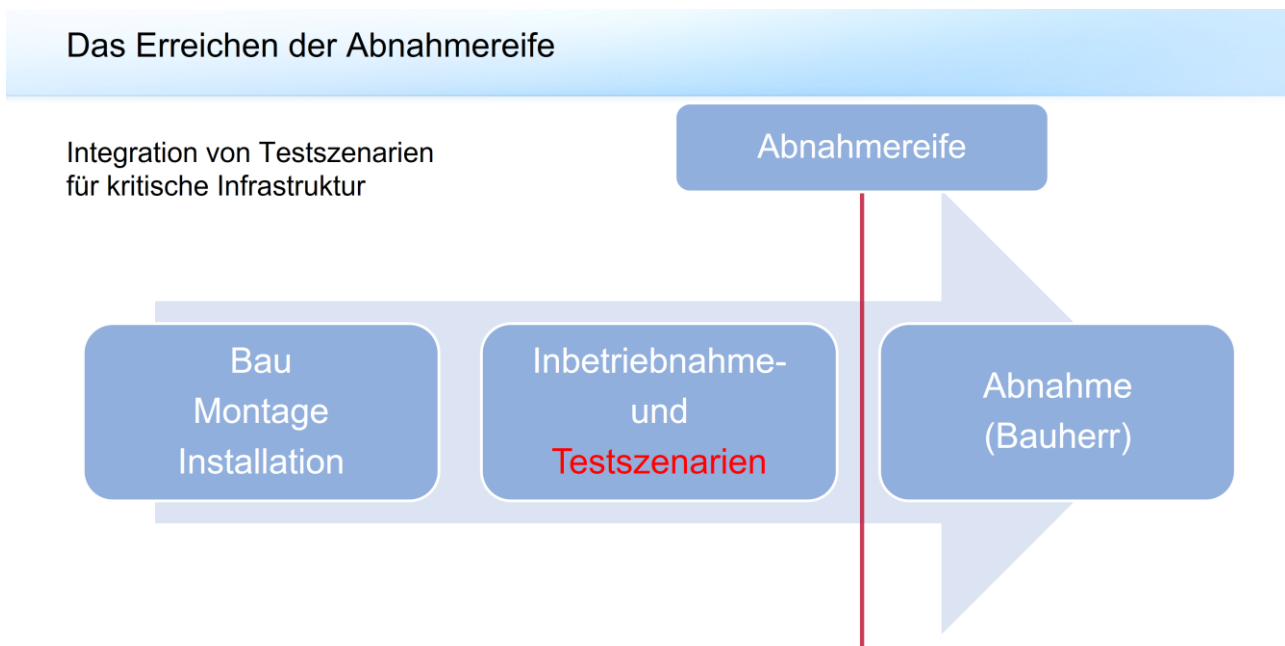
Abhilfe schafft hier eine qualitätssichernde Unterstützung der Bauleitungen durch im Rechenzentrumsbau erfahrene Bauherrenvertreter:innen oder externe Fachexperten:innen.

## **7.8 Das Erreichen der Abnahmereife und Abnahme**

### ***Abnahmeprozess (bei einem Neu- und/oder Umbau eines Rechenzentrums)***

Der Abnahmeprozess beschreibt die Vorgehensweise zum Erreichen der Abnahmereife sowie die eigentliche Abnahme eines Bauprojektes.

Abb. 3 Das Erreichen der Abnahmereife



In der Regel startet der Prozess zum Erreichen der Abnahmereife frühzeitig und beinhaltet mehrere Prozessschritte.

#### (1) **Inbetriebnahmen**

In einem Projekt ist es sinnvoll, wichtige Begriffe gemeinsam zu definieren um Ursachen für mögliche Missverständnisse zu minimieren. Unter der „Inbetriebnahme eines Rechenzentrums“ versteht der IT-Spezialist möglicherweise, dass die IT-Hardware eingebaut ist und alle Applikationen laufen.

Eine Inbetriebnahme in der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA), primär der Elektrotechnik, Kälte-technik und Sicherheitstechnik, sowie der damit verbundene Gewerke, ist allerdings die erste Indienstsetzung einer Anlage (z. B. Notstrom-Generator). Bildlich gesprochen schließt ein Servicetechniker sein Laptop an eine neue Anlage an, stellt Anlagenparameter ein und alles „leuchtet grün“.

#### (2) **Sachverständigenabnahmen**

Erfolgen während der Inbetriebnahme- und Funktionstestphase und müssen vor dem Start der Integrationstestphase abgeschlossen sein.

#### (3) **Funktionstests**

Funktionstests werden i. d. R. parallel zu den Inbetriebnahmen oder unmittelbar im Anschluss durchgeführt. Sie testen elementare Funktionen und das Zusammenspiel von Anlagen eines Gewerkes (z. B.: Ausschalten einer von mehreren, parallel geschalteten USV-Anlagen um die Lastübernahme durch die verbleibenden USV-Anlagen zu testen.).

#### (4) **Integrationstests**

Im Rahmen von Integrationstests wird das „Anlagenverhalten der IT-spezifischen TGA in unüblichen Betriebszuständen unter Last“ getestet. Eine Integrationstestphase setzt sich i. d. R. aus zahlreichen Einzeltests zusammen und findet idealerweise nach der Fertigstellung eines Rechenzentrums statt, bevor die

IT-Hardware in die Serverräume „einzieht“ (Besiedelung). Das elektrische und thermische Verhalten von IT-Hardware wird während der Integrationstests durch in die IT-Racks eingebaute Lastbänke nachgestellt. Im Rahmen von Integrationstest finden unter anderem „Failover-Tests“ statt. D.h. Systeme (z. B. der Energieversorgung) werden bewusst in Störung versetzt um die Lastübernahme von Redundanzsystemen zu beobachten. Ziele der Integrationstests sind unter anderem das Verifizieren des erwarteten Anlagenverhaltens der getesteten Anlagen, sowie die Beobachtung möglicher Auswirkungen auf Anlagen anderer Gewerke. (Typischer Fehler der im Rahmen von Integrationstests festgestellt wird: Ein Stromausfall wird durch Abschalten der Transformator-Versorgung nachgestellt. Erwartungsgemäß fallen wesentliche Anlagen der Kältetechnik aus, bis eine Netzersatzanlage gestartet ist. Nach Start der Netzersatzanlage laufen einige Anlagen der Kältetechnik wieder an, andere nicht. Festgestellter Fehler: „Kein automatischer Anlauf der Kältetechnik bei Netzwiederkehr.“)

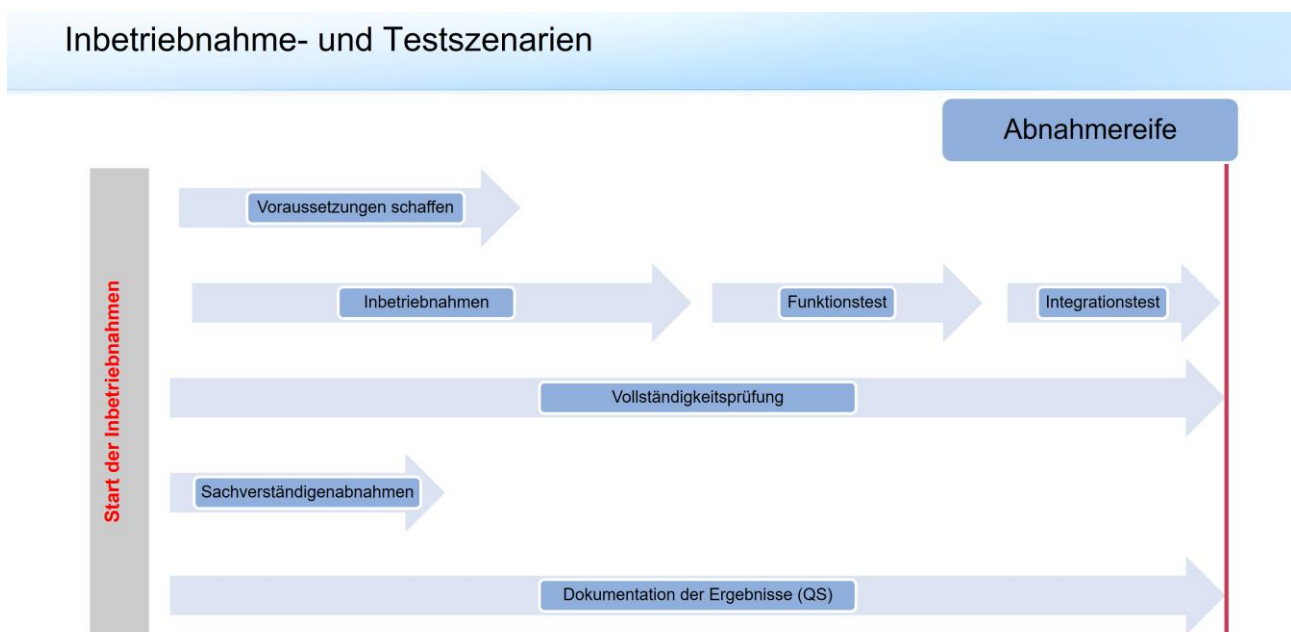
#### (5) **Feststellen der Abnahmereife**

#### (6) **Abnahme**

Die förmliche Bestätigung des Bauherrn, dass die geschuldete Leistung erbracht wurde. Nach der Abnahme erfolgt der Gefahrenübergang auf den Bauherren.

Parallel zu den oben beschriebenen Prozessschritten empfiehlt sich eine Vollständigkeitsprüfung.

Abb. 4 Das Erreichen der Abnahmereife: Inbetriebnahme und Testszenarien



## 8 Der Betrieb von Rechenzentren

Nach der technischen Abnahme eines Rechenzentrum-Neu- oder Umbaus geht das Rechenzentrum von der Errichtungsphase in den Betrieb über. Der Betrieb eines Rechenzentrums – genau genommen der IT-spezifischen, technischen Gebäudeausrüstung – als Teil des Gebäudemanagements, bildet einen wichtigen Bestandteil des Verfügbarkeitsmanagements nach DIN EN 50600 zu Aufrechterhaltung des Rechenzentrums-Betriebes.

Von entscheidender Bedeutung ist es, das Betreiberteam in die Lage zu versetzen den sicheren und verfügbaren Betrieb des Rechenzentrums gewährleisten zu können.

An dieser Stelle empfiehlt sich folgendes:

- Beschreiben aller Anforderungen an das Betreiberteam sowie der Parameter (KPI = Key-Performance-Indicators), mit denen die Qualität des Rechenzentrums-Betriebs bewertet werden soll, bereits während der Bauphase.
- Verschriftlichen der für einen sicheren Betrieb erforderlichen Prozessbeschreibungen vor Aufnahme des Rechenzentrums-Betriebs.
- Frühzeitiges Einbinden des Betreiberteams in die Qualitätssicherung während der Bauphase. So lernt das Betreiberteam frühestmöglich die Struktur des Rechenzentrums kennen.
- Einbeziehen des Betreiberteams bereits in die Vorbereitung der (abnahmevorbereitenden) Funktions- und Integrationstest-Phasen. Hier liegt der Vorteil darin, dass besonders die Vorbereitung der Integrationstestphase ein „Hineindenken“ in Schalt-, Regel- und Steuerungsvorgänge der Energie- und Kältetechnik erfordert. So lernt das Betreiberteam die Anlagen der IT-spezifischen TGA und deren erwartetes Anlagenverhalten (z. B. bei Störungen) bereits in einer frühen Phase kennen.
- Strukturierte Übergabe aller für den Betrieb erforderlichen Unterlagen und Informationen von der Planungs- und Projektleitung an das Betreiberteam.
- Einrichten einer begleiteten Startphase für das Betreiberteam. Diese Startphase beginnt nach der technischen Abnahme des (Bau)-Projektes und endet sinnvollerweise mit dem Nachweis der für einen sicheren und verfügbaren Betrieb erforderlichen Kenntnisse durch das Betreiberteam (Betreibertraining, Nachweis der projektspezifischen Schaltbefähigungen, Nachweis der Qualität im Betreiber-Controlling etc.). Diese Startphase kann durch externen Sachverstand begleitet werden.
- Kontinuierliches Training des Betreiberteams mit Nachweis der Kenntnisse.

### 8.1 Der Start des Rechenzentrums-Betriebes

In der Startup-Phase ist wichtig, ein Betreiberteam durch Spezialist:innen der Anlagen-Hersteller, Fachbauleiter:innen aus der Errichtungsphase und gegebenenfalls durch weitere, externe Spezialist:innen zu unterstützen.

So wird die Basis für die technische und organisatorische Umsetzung des zukünftigen Gebäudemanagements geschaffen. Administrative und operative Abläufe werden strukturiert und die erforderlichen Tools bereitgestellt.



Das Betreiberteam führt, gemeinsam mit den obengenannten Unterstützungskräften, eine genaue Begutachtung der Anlagen durch und macht sich mit ihnen vertraut. Ob ein selbstständiges Bedienen der Anlagen durch das Betreiberteam zu diesem Zeitpunkt bereits vorgesehen ist, oder durch externe Unterstützung durchgeführt wird, sollte objektspezifisch entschieden werden. Es empfiehlt sich, in regelmäßigen Statusmeetings aktuelle Informationen zu Leistungsständen zu erfassen und in einem Berichtswesen zusammenzuführen.

Erst zum Abschluss einer erfolgreichen Startup-Phase ist ein Betreiberteam in der Regel in der Lage die Betreiberpflichten für die Gebäude- und Anlagentechnik zu übernehmen.

## 8.2 Betreiber-Controlling

Mit dem Betreiber-Controlling verifiziert der Eigentümer eines Rechenzentrums die Qualität der Leistungen des Rechenzentrum-Betreibers.

Zu diesem Zweck können messbare Parameter, sogenannte Key-Performance-Indicators (KPI) vereinbart werden, die eine Bewertung der Qualität der Seitens des Betreibers ausgeführten Leistungen ermöglichen.

Beispiele für KPI:

- Unterschreiten einer festgelegten, maximalen Anzahl ungeplanter Standzeiten
- Unterschreiten einer festgelegten, maximalen Dauer ungeplanter Standzeiten
- Einhalten von Reaktionszeiten, Vor-Ort-Zeiten und / oder Wiederherstellungszeiten
- Einhalten Changemanagement-Prozess
- Einhaltung Prüf- und Instandhaltungsplan
- Einhalten Reporting

Ziel ist es sicherzustellen, dass der Eigentümer eines Rechenzentrums seiner Betreiber-Verantwortung gerecht wird und der Betreiber des Rechenzentrums den Betreiber Pflichten nachkommt.

## 8.3 Prozesse in Rechenzentren

Es gilt, aus der Vielzahl an für den Rechenzentrums-Betrieb denkbaren Prozessen, diejenigen herauszufiltern, die für einen sicheren und verfügbaren Rechenzentrums-Betriebs zwingend erforderlich sind. Welche dies sind, hängt naturgemäß stark vom Einzelfall ab.

Grundsätzlich muss jeder Prozess:

- Zielführend und wirksam sein
- Allen handelnden Personen bekannt sein
- Im Tagesgeschäft gelebt werden
- Revisionssicher und reproduzierbar dokumentiert werden

**In der Praxis von besonderer Bedeutung sind folgende Prozesse:**

### **Change-Management**

Das Change-Management ist der Prozess zur Aufnahme, Koordination, Genehmigung und Überwachung aller Abweichung vom Normalbetrieb.

Man unterscheidet geplante und ungeplante Changes, deren Prozessbeschreibungen voneinander abweichen können. Ziel des Änderungsmanagements ist die Aufnahme, Koordination, Genehmigung und Überwachung aller Änderungen.

Geplante Changes in Data Centers sind beispielsweise:

- Wartungen
- Erweiterungen
- Umbauten
- Instandsetzungen
- Modernisierungen
- Wiederkehrende Anlagentests

Bei ungeplanten Changes handelt es sich in der Regel um Störungen. An dieser Stelle ist das Change-Management unter Umständen auf eine schnelle Abfolge der einzelnen Prozessschritte ausgelegt.

### **Alarm- und Störfallmanagement**

Das Alarm- und Störfallmanagement ist ein Prozess der Reaktionen auf ungeplante Ereignisse und Wiederherstellung des normalen Betriebszustands. Ziel des Störfallmanagements ist die Beseitigung von Ausfällen und die Wiederherstellung des normalen Betriebszustands. Unfälle sollten als eine Störfallkategorie behandelt werden.

### **Konfigurationsmanagement**

Das Konfigurationsmanagement ist der Prozess zur Protokollierung und Überwachung von Konfigurationseinheiten. Ziel des Konfigurationsmanagements ist die Aufnahme und Überwachung aller Konfigurationselemente (z. B.: Dokumentation, Programme und Anwendungen für das Management eines Rechenzentrums).

Die IT-spezifische technische Gebäudeausrüstung in Rechenzentren bildet hochkomplexe Abläufe ab. Beispielfhaft zu nennen sind die Regelvorgänge der Kältetechnik und die Schaltvorgänge der Energieverteilung beim Einleiten der sicheren Netzersatzanlagen-Versorgung.

Diese Schalt- und Regelvorgänge werden durch technische Systeme (SPS-Steuerungen, MSR-IPs, Anlageninterne Steuerungen der Kältetechnik, NEA-Steuerungen, Raspberry pi etc.) gesteuert.

Wird eine solche Steuereinheit (z. B. durch ein Schadensereignis) zerstört, muss dieses ausgetauscht werden. Ersatzgeräte werden jedoch in der Regel nicht mit den – in jedem Rechenzentrum projektspezifisch erstellten – Steuerdateien ausgeliefert. In der Praxis befinden sich diese Steuerdateien oft nur auf den Laptops von Servicetechniker:innen der Anlagen-Errichtern oder Hersteller und werden nicht zentral durch die Rechenzentrums-Betreiber archiviert und fortlaufend aktualisiert. Bei Anlagen, die sich bereits längere Zeit in Betrieb befinden, sind die ursprünglich verbauten Steuereinheiten oft nicht mehr lieferbar sodass kontinuierlich zu verifizieren ist, ob aktuell lieferbare Ersatzgeräte, die archivierten Steuerdateien verarbeiten können (Rückwärts-Kompatibilität).

Eines der Kernthemen des Konfigurationsmanagements ist auch das sicherstellen, dass jede Änderung in Systemdateien in die Archivierung einbezogen wird und dass die Daten dafür an geeigneten Orten archiviert werden.

Anforderungen an die Lagerung von kritischen Systemdateien:

- Lagerungen getrennt von den Steuereinheiten  
(Mindestens: Getrennter Brandabschnitt, besser getrenntes Gebäude)
- Lagerung in einem für Datenträger geeigneten Behältnis  
(Empfehlung: ECBS-zertifizierter Datentresor nach den Normen EN 1047-1 S 120)
- Nachweis der regelmäßigen Wartung des Datentresors

Die Prozessbeschreibung des Konfigurationsmanagements unterteilt sich sinnvollerweise in die Vorgehensweise bei der Erst-Inbetriebnahme eines Rechenzentrums und in die Vorgehensweise zur kontinuierlichen Aktualisierung und Überprüfung durch Tests von kritischen Systemdateien im Betrieb eines Rechenzentrums.

#### 8.4 Ganzheitliche Qualitätssicherung des Rechenzentrums-Betriebes

Neben unzureichenden, technischen Redundanzen und unerwartetem Anlagenverhalten der IT-spezifischen, technischen Gebäudeausrüstung bildet der „menschliche Faktor“ eine der Hauptursachen für ungeplante Standzeiten in Rechenzentren. Entscheidend für eine ganzheitliche Qualitätssicherung der durch einen Rechenzentrums-Betreiber abgebildeten Leistungen ist das oben beschriebene Betreiber-Controlling. Hier steht weniger eine stumpfe Prüfung von Qualitäten im Vordergrund. Vielmehr empfiehlt es sich, teamorientiert mit allen Beteiligten die Wirksamkeit einer gemeinsamen Vorgehensweise im Rechenzentrums-Betrieb sicherzustellen.

##### Fragen zur Qualitätssicherung des Rechenzentrums-Betriebes:

- Liegt ein Einarbeitungsplan für neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Betrieberteams vor?
- Übt das Betrieberteam regelmäßig und zielführend wichtige Schalthandlungen in der Energie- Kälte und Sicherheitstechnik (Betreiber-Training)?
- Weist das Betrieberteam regelmäßig seine fundierte Anlagenkenntnisse der Energie- Kälte und Sicherheits- und Gebäudeleittechnik des eigenen Rechenzentrums nach (Nachweis der objektspezifischen Schaltbefähigung)?

- Sind alle für einen sicheren und verfügbaren Rechenzentrums-Betrieb erforderlichen Prozesse beschrieben, wirksam, allen Beteiligten bekannt und werden im Tagesgeschäft gelebt?
- Werden in ausreichenden zeitlichen Abständen Begehungen des Rechenzentrums durchgeführt?
- Werden bei diesen Begehungen Anlagenzustände detailliert erfasst und protokolliert?
- Sind diese Begehungen mittels detaillierter Vorlagen für Begehungsprotokolle präzise vorgegeben?
- Hängt die Qualität der im Rahmen von Anlagenbegehungen gewonnenen Erkenntnisse von der Motivation der handelnden Personen ab, oder sind die Begehungen standardisiert?
- Kennt das Betreiberteam die im Rahmen von Anlagenwartungen externer Servicetechniker durchzuführenden Tätigkeiten im Detail?
- Werden regelmäßige Anlagentests der Energie- und Kältetechnik durchgeführt?
- Sind diese Tests vollumfänglich und technisch zielführend?
- Wurden KPI für die Bemessung der Qualität der Betreiberleistungen vereinbart?
- Wird die Einhaltung der KPI regelmäßig bewertet?
- Erfolgt eine regelmäßige und zielführende Abstimmung zwischen allen am Rechenzentrumsbetrieb beteiligten Bereichen?

## 8.5 Managen von betriebskritischen Dokumenten

Die Praxis zeigt häufig, dass für den Betrieb von IT-Umgebungen erforderliche Dokumente nicht vorhanden, nicht aktuell, oder nicht auffindbar sind.

### **Aufgaben des Dokumenten Managements:**

- Digitalisieren und archivieren vorhandener Dokumente
- Kontinuierliches Aktualisieren des Datenbestands
- Bewerten der Vollständigkeit durch Abgleich mit Benchmark (DIN EN 50600)
- Bewerten der Aktualität durch Vor-Ort Begehungen und Workshops
- Bewerten von kritischen Prozessen hinsichtlich Wirksamkeit und Risiken
- Erkennen von Risiken und Optimierungspotenzial
- Falls erforderlich: Aktualisieren und Erstellen von Dokumenten
- Vorbereitung Building Information Modeling

### **Nutzen:**

- Senkung der durch ungeplante Standzeiten des Rechenzentrums (Störfälle) hervorgerufenen Kosten

- Höhere Wirksamkeit unternehmenskritischer Prozesse  
(Alarm-Management, Störfall-Management, Change-Management, Kunden-Management etc.)
- Kostensenkung durch optimierte Mean Time To Repair (MTTR)
- Senkung der Projektkosten bei Umbauten aufgrund kürzerer Projektlaufzeiten
- Erleichterung von Zertifizierungen
- Geringerer Aufwand für Auditierungen

## 9 Kostenfallen beim Neu- und Umbau von Rechenzentren

In diesem Kapitel finden Projektverantwortliche für Neu- und Umbauten von Rechenzentren sieben mögliche Gründe für ungeplante Kostensteigerungen, Verzögerungen im Baufortschritt und Ursachen dafür, dass für ein Rechenzentrum angestrebtes Verfügbarkeitsniveau verfehlt wird. Zudem lernen Sie die Best Practices kennen, um diesen Ursachen zu begegnen oder sie von Anfang an auszuschließen. Gute Planung und eine präzise Beschreibung der gewünschten Leistungen gehören zu den wirksamsten Maßnahmen für eine erfolgreiche Data Center-Modernisierung.

Im Allgemeinen stehen Projektverantwortliche vor einer ganzen Reihe von Herausforderungen. Sie sollen einerseits die Kostenziele einhalten, andererseits den Neubau möglichst zukunftsicher gestalten und das Projekt mindestens termingerecht oder noch vorfristig beenden. Dazu sollen sie eine hohe Ausführungsqualität der Baumaßnahme sicherstellen und in jedem Fall die für das Rechenzentrum angestrebte Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit erreichen.

Aus der Projekterfahrung des TÜV Rheinland heraus bilden folgende Faktoren die häufigsten Ursachen für Kostensteigerungen, Terminverzug und unzureichende Qualität von Rechenzentrumsprojekten:

- unpräzise Definition der Vorgaben,
- unzureichende Datenbasis (z. B. veraltete Planungsunterlagen),
- mangelnde Expertise der Projektbeteiligten,
- Nicht- oder teilweise Einhaltung der Vorgaben,
- unrealistische Vorstellung zu Ressourcen und Timing,
- fehlendes Personal,
- unzureichende Testphasen.

Unter solchen heiklen Rahmenbedingungen kommt es häufig zu Fehlentscheidungen und schlechten Kompromissen, im schlimmsten Fall verhindern sie die fristgerechte Fertigstellung eines Rechenzentrums. Ein unzureichend vorbereitetes Um- oder Neubauprojekt zwingt die Verantwortlichen immer wieder auf neue, unbekannte Herausforderungen zu reagieren. Jeder Vorfall erfordert eine schnelle Einzelfallentscheidung, die hätte vermieden werden können – durch gute Planung und geregelte Prozesse.

**Im Folgenden werden die wichtigsten Ursachen für Kostensteigerung im Überblick aufgeführt:**

### **Kostenfall 1: unzureichende Vorgaben an die mit dem Bau betrauten Unternehmen**

Geliefert wie bestellt ist nicht immer geliefert wie benötigt! Bauherren versäumen es häufig, beim Einholen von Angeboten und bei der Planung wichtige Vorgaben vollständig und exakt zu kommunizieren. Hier mangelt es mitunter an der Detailtiefe.

**Negativbeispiel:** „3x Serverschrank mit ausreichender Kapazität...“

**Besseres Beispiel:** „3x Serverschrank mit folgenden Spezifikationen: BHT: 600x2000x1000 mm, 42 HE Aluminium-/Stahlblechtür belüftet vorne, 180°-Scharniere, Stahlblechtür belüftet hinten, vertikal geteilt, Komfortgriffe für Profilhalbzylinder, Sicherheitsschließung 3524E, Dachblech mehrteilig mit seitlicher Kabeleinführung, Boden offen, 19"-Profilschienen vorne und hinten. Oberfläche: Gehäuserahmen, Flachteile RAL 7035, Innenausbau, Belüftungsgitter vorne RAL 9005...“

Im erstgenannten Beispiel erhält der Bauherr im besten Fall die Serverschränke, von denen der Errichtende eines Rechenzentrums denkt, dass sie den Anforderungen genügen. Im schlimmsten Fall erhält er ungeeignete Serverschränke, die der Errichtende jedoch zu geringen Kosten einkaufen konnte. Stellt sich im Projektverlauf heraus, dass die gelieferten IT-Racks nicht die Erwartungen des Bauherrn erfüllen, ist ein Konflikt zwischen Auftraggeber und Errichter vorprogrammiert.

Hat der Errichte eine so klare Vorgabe wie im zweiten Beispiel, haftet der Auftragnehmer allein für jede Abweichung von der Leistungsbeschreibung.

**Best Practice:** Präzise Vorgaben für ausführende Unternehmen erstellen.

In der Praxis haben sich Evaluierungs-Workshops bewährt. Sie dienen dazu, wichtige Eckdaten festzulegen, mögliche Technologiekonzepte zu bewerten und gegebenenfalls vorzugeben sowie Kernthemen, wie die zur Abnahmevorbereitung erforderlichen (Integrations-) Testphase zu besprechen.

## Kostenfalle 2: unzureichende Berücksichtigung von Vorgaben

Rechenzentren müssen abhängig von ihrer Größe und Art der Verwendung teilweise sehr konkreten Vorgaben entsprechen. So zählen zum Beispiel im IT-Sektor die Datenspeicherung und Datenverarbeitung zu den kritischen Dienstleistungen. Rechenzentren ab einer Leistung von 5 MW sind generell den „kritischen Infrastrukturen“ gemäß Verordnung zur Bestimmung Kritischer Infrastrukturen nach dem BSI-Gesetz (BSI-Kritisverordnung – BSI-KritisV) zuzuordnen.<sup>3</sup> Je nach Art der Verwendung kann diese Klassifizierung auch schon bei kleineren Anlagen greifen.

Organisationen oder Unternehmen, die derartige Rechenzentren betreiben, müssen ab Mai 2020 IT-Sicherheitsmaßnahmen nach dem „Stand der Technik“ einsetzen und deren Einhaltung alle zwei Jahre nachweisen.<sup>4</sup> In Zusammenarbeit mit Branchenverbänden wurde der „Stand der Technik“ dabei genauer definiert.<sup>4 und 5</sup>

Besonders fatal kann die mangelnde Berücksichtigung von Vorgaben in der Planungsphase werden, wenn entscheidende Anforderungen an die Standortwahl unberücksichtigt bleiben. Diese finden sich zum Beispiel

<sup>3</sup> BSI-KritisV §5 sowie Anhang 4 Teil 3 Punkt 2.1.

<sup>4</sup> Siehe: <https://www.bsi.bund.de>.

<sup>5</sup> Siehe: [https://www.kritis.bund.de/SubSites/Kritis/DE/Publikationen/publikationen\\_node.html](https://www.kritis.bund.de/SubSites/Kritis/DE/Publikationen/publikationen_node.html).

in den „Kriterien für die Standortwahl höchstverfügbarer und georedundanter Rechenzentren“ des BSI.<sup>6</sup> Darin sind unter anderem Vorschriften enthalten, die die Abstände zu „Orten besonderer Gefährdung“ betreffen.

Im Hinblick auf die Nähe zu Wasserläufen etwa verlangt das BSI: „Das RZ muss mit allen für den Betrieb erforderlichen Einrichtungen inkl. der Zuwegungen mindestens 2 Meter oberhalb des höchsten Hochwassers seit 1960 (HHW1960) liegen.“ (Zitat: BSI 2019, S. 11) Zu chemischen Produktionseinrichtungen ist ein Mindestabstand von zehn Kilometern festgelegt, und je nach Typus liegt der Sicherheitsabstand zu kerntechnischen Anlagen bei bis zu 40 Kilometern.

Diese Regeln sind mehr als bloß unverbindliche Ratschläge. Sie sind als dringende Empfehlung zu betrachten, die ohne zwingenden unabweisbaren Grund nicht unterschritten werden sollten. „Unabweisbar“ bedeutet hier, dass zwingende technische oder betriebliche Gründe vorliegen. Allein die Tatsache, dass etwa ein geringerer Abstand zwischen RZ-Standorten einen kostengünstigeren Betrieb ermöglicht, ist nicht als unabweisbar anzusehen.

Darüber hinaus sollten Rechenzentren auch der DIN EN 50600 gerecht werden. Die Norm bietet zwar diverse Freiheitsgrade und versteht sich bis zu einem gewissen Punkt als Baukastensystem. Wird jedoch eine Zertifizierung angestrebt oder – je nach Verwendungszweck – erforderlich, müssen die Verantwortlichen eine ganz konkrete Umsetzung dieser Norm definieren. Oft passiert das erst spät, weil die konkreten Anforderungen in der Phase von Konzeptionierung und Planung noch nicht bekannt waren. Eine mögliche Folge: Die Zertifizierung scheitert, die erhofften Verfügbarkeiten lassen sich nicht – oder nur mit erheblichem nachträglichem Investitionsaufwand – erreichen.

**Best Practice:** DIN EN 50600 als Planungsgrundlage einsetzen.

Die Normenfamilie DIN EN 50600 stellt eine umfassende Übersicht relevanter Vorgaben für den Bau und den Betrieb von Rechenzentren dar. Ein frühzeitiger Abgleich von Konzepten und Entwurfsplanungen bei Neu- und Umbauten von Rechenzentren steigert in der Regel die Qualität und verbessert die Verfügbarkeit eines IT-Standortes.

Ergeben sich während des Bauablaufes Änderungen oder Präzisierungen der technischen Konzepte, empfiehlt sich ein kontinuierlicher Abgleich des Projektstandes mit den normativen Vorgaben.

Darüber hinaus ist die Beachtung aller aktuellen und künftigen gesetzlichen Anforderungen eine zwingende Voraussetzung für die Planung und den Betrieb von Rechenzentren.

### Kostenfalle 3: unzureichende Datenbasis

Eine unzureichende Datenbasis kann besonders bei Umbauten, jedoch auch beim Neubau von Rechenzentren beobachtet werden. Während Neubauten nur bei einer höheren Anzahl an notwendigen Umplanungen

---

<sup>6</sup> Siehe: [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Informationen-und-Empfehlungen/Empfehlungen-nach-Angriffszielen/Hochverfuegbarkeit/Standort-Kriterien\\_HV-RZ/Standort-Kriterien\\_HV-RZ\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Informationen-und-Empfehlungen/Empfehlungen-nach-Angriffszielen/Hochverfuegbarkeit/Standort-Kriterien_HV-RZ/Standort-Kriterien_HV-RZ_node.html).



in den Risikobereich einer unübersichtlichen Datenlage geraten, ist dieses Gefahrenmoment bei Umbauten deutlich ausgeprägter. Die Ursachen sind dabei zumeist die im laufenden Betrieb durchgeführten Technologiewechsel oder kleinere Anpassungen an den Anlagen. Unvollständige oder nicht aktuelle Planunterlagen von Bestandsgebäuden sind eine häufige Ursache für Planungsfehler, die dann in vielen Fällen Mehrkosten und Verzögerung im Bauablauf zur Folge haben.

Für Betreiber von Rechenzentren können unvollständige oder veraltete Planunterlagen massive Folgen mit sich bringen:

- Kostenrisiken aufgrund von ungeplanten Standzeiten des Rechenzentrums durch unvorhergesehene Störfälle oder Beeinträchtigungen
- Risiken aufgrund unwirksamer Prozesse (Alarm-Management, Störfall-Management, Kunden-Management etc.)
- Längere Mean Time To Repair (MTTR)
- Höherer Aufwand für Auditierungen

**Best Practice:** Data Center Documentation.

Vollständigkeit und Aktualität betriebswichtiger Dokumentationen und Prozessbeschreibungen bilden eine elementare Basis für den Bau und Betrieb jedes Rechenzentrums.

Hierbei besteht die Anforderung, Unterlagen im aktuellen Stand vorzuhalten und so abzulegen, dass diese trotz großer Datenmengen „mit einem Klick“ sehr schnell gefunden werden können. Das ist vor allem wichtig, da Wiederanlaufzeiten nach Störfällen möglichst kurz, Aufwände für den Betrieb möglichst klein und Audits möglichst zeiteffektiv sein sollen.

Bei der Auswahl eines Data Center Documentation-Systems (DCDS) sind folgende Eckpunkte wichtig:

- Digitalisieren und Archivieren vorhandener Dokumente
- Bewerten der Vollständigkeit durch Abgleich mit Benchmark (z. B. Delta-Analyse DIN EN 50600)
- Bewertung der Aktualität durch Vor-Ort-Begehungen und Workshops
- Bewerten von kritischen Prozessen hinsichtlich Zielführung und Risiken
- Erkennen von Risiken und Optimierungspotenzial
- Vorbereitung von Building Information Modeling
- Kontinuierliches Aktualisieren des Datenbestands

Die Basis für ein DCDS sollte dabei eine wandelbare digitale Portalumgebung sein, die allen technischen Schnittstellen- und Sicherheitsanforderungen gerecht wird.

#### Kostenfalle 4: unzureichende Expertise von Projektbeteiligten im Rechenzentrumsbau

Den Umbau oder Neubau eines Rechenzentrums zu planen und zu begleiten, setzen eine besondere Expertise und Erfahrung bei den handelnden Personen voraus. Genau diese Kompetenz fehlt vielen nicht spezialisierten Planungsfirmen. Ein weiterer, zu berücksichtigender Aspekt: Auch wenn Planungsbüros oder Projektmitarbeitende bereits ihre hervorragende Qualifikation in puncto Planung, Bauleitung und Qualitätssicherung von Verwaltungs- und Produktionsgebäuden unter Beweis gestellt haben mögen – solche Expertise beinhaltet nicht zwangsläufig die erforderliche Eignung für Projekte im Bereich Neubau und Umbau von Rechenzentren.

Insbesondere die Bereiche:

- Energie- und Kälteversorgungssysteme
- beigeordneten Gebäudeleittechnik- und Gefahrenmanagement-Pläne
- erforderliche Sicherheitstechnik für Rechenzentren

unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Konzepte, Ausführung und Qualitätsanforderungen deutlich von denen herkömmlicher Campus-, Verwaltungs- und Produktionsgebäude. Das muss bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden.

Ohne die entsprechende Expertise werden in der Konzeption und Planung die erforderlichen Maßnahmen nicht oder nicht in ausreichendem Maße einfließen. In der anschließenden Baubegleitung werden oft durch den mangelnden Fokus auf die besonderen Anforderungen an die Energie- und Kälteversorgung von Rechenzentren Fehler und Mängel übersehen, die später das Projekt gefährden und geringstenfalls zeit- und kostenaufwändig behoben werden müssen.

**Best Practice:** Bewerten der Erfahrung im Bereich Rechenzentrumsbau.

Ein plausibler erster Schritt ist es, als Bauherr Unternehmen zu wählen, die bereits über Referenzen beim Planen und Umsetzen des Baus oder Umbaus von Rechenzentren verfügt. Diese Maßnahme garantiert dem Bauherrn allerdings noch nicht, dass sich wirklich die richtigen Fachleute mit seinem Projekt beschäftigen. Er ist gut beraten, darüber hinaus Zusagen einzuholen, welche Mitarbeiter:innen der planenden und ausführenden Unternehmen für das Bauvorhaben verbindlich zur Verfügung stehen werden. Deren Erfahrungen und Referenzen im Rechenzentrumsbau sollte er sich genau ansehen.

Aktuell ziehen immer mehr Bauherren in bereits laufenden Projekten herstellerunabhängige, externe Expert:innen zu Rate, weil sich Bauvorhaben nicht so zielführend wie gewünscht entwickeln.

#### Kostenfalle 5: unrealistischer Bauzeitenplan

In vielen Projekten fällt die Entscheidung für eine (Um-) Baumaßnahme erst sehr spät. Ist die Entscheidung für den Um- bzw. Neubau getroffen, sehen sich die mit dem Projekt Betrauten dann mit ehrgeizigen Fertigstellungsterminen seitens des (internen) Auftraggebers konfrontiert. Bei der Planung von Projekten wird dabei dann allzu häufig fälschlicherweise von optimalen Rahmenbedingungen ausgegangen.

Kann etwa die Verfügbarkeit von Personal oder Material nicht über das gesamte Projekt hinweg gesichert werden, führt das schnell zu einer Überschreitung des zeitlichen Plans. Vor allem in den finalen Projektphasen haben solche Umstände häufig eine Verdichtung von zeitkritischen Maßnahmen und erheblichen Zeitdruck zur Folge. Um den Planrückstand zu kompensieren, muss das Projektteam Mehrarbeit leisten, wobei es häufig zu verminderter Qualität und unerwarteten Kostensteigerungen kommt.

In der Praxis mündet eine derartige Qualitätsreduzierung etwa in einer Abweichung von Planvorgaben, einer unvollständigen Abnahme oder einer nachlässigen Dokumentation. Mehrkosten ergeben sich zumeist durch die erhöhte Inanspruchnahme des Projektteams oder weil nicht vorgesehene Lösungen zur Beschleunigung von Prozessen notwendig sind.

**Best Practice:** Planen mit Erfahrung.

Eine weit vorausschauende detaillierte Planung, kombiniert mit ausreichender Erfahrung, ist die beste Voraussetzung dafür, zeitliche Zwänge am Projektende zu vermeiden. Im Projektverlauf muss der Projektleitende beachten, dass eventuell eingebaute Puffer nicht zu leichtfertig in Anspruch genommen werden. Eines ist klar: Die spezifischen Umstände und Einflussfaktoren jedes Projektes sind hochgradig individuell und können nicht zu 100 Prozent vorhergesehen werden.

#### **Kostenfalle 6: unzureichende personelle Ressourcen**

Sowohl in den Projektabteilungen des Bauherrn, als auch in denen der ausführenden Firmen fällt – mit zunehmendem Projektverlauf exponentiell steigend – eine Vielzahl von Arbeitspaketen an. Die im Vorhinein festgelegten personellen Ressourcen reichen dann eventuell nicht mehr aus. Die unliebsamen Folgen: Verzögerungen im Projektablauf und/oder eine geringere Qualität der Ausführung trotz des überplanmäßigen Einsatzes des Personals und der damit verbundenen Mehrkosten. Um eine Überlastung der Mitarbeitenden zu vermeiden, werden in einer solchen Situation häufig neue Personen in das Projekt eingebracht, die wiederum neue Kosten generieren und oftmals nicht die notwendige Expertise mitbringen.

**Best Practice:** Wer keine Zeit hat, darf nicht am Personal sparen.

Weil sich Zeitdruck in Bauprojekten in der Regel nicht gänzlich ausschließen lässt, ist es umso wichtiger, das Projektteam des Bauherrn hinreichend zu besetzen. Die Praxis zeigt, dass die fachlichen Stärken der Verantwortlichen auf Bauherrenseite oft nicht in der Qualitätssicherung von Rechenzentrums-Neubauten liegen.

Hier gilt ebenfalls: Wenn externe Verstärkung von Projektteams hinzugezogen werden soll, ist auf die Erfahrung der eingesetzten Personen in Rechenzentrumsprojekten zu achten. Auch unter Zeitdruck gilt es, auf die Referenzen der hinzugezogenen Mitarbeitenden oder externen Unternehmen zu achten. Zudem sollten Kräfte an Bord geholt werden, die über die notwendigen Spezialkenntnisse bei der Errichtung oder dem Umbau von Rechenzentren verfügen.

### Kostenfalle 7: unzureichende Testphase vor der Abnahme

Vor Inbetriebnahme eines Rechenzentrums ist eine Testphase obligatorisch. Der Aufwand dafür ist mit dem für ein Büro- oder Wohngebäude kaum zu vergleichen. Bei einer herkömmlichen Immobilie genügt es zu- meist, Licht, Strom und Klimatechnik, vielleicht noch Brandmelde- und Löscheinrichtungen, über maximal einige Tage hinweg auf einwandfreies Funktionieren zu prüfen. Vorabnahme-Tests von Rechenzentren hin- gegen erfordern weit mehr Zeit und Aufwand.

Gründe dafür sind die Komplexität der IT-spezifischen technischen Gebäudeausstattung (TGA) von Data Cen- tern und die hohen Ansprüche an deren Ausfallsicherheit. Diese machen eine intensive Testphase der Ener- gie-, Kälte- und Sicherheitstechnik sowie der Gebäudeleittechnik eines jeden Rechenzentrums noch vor der Abnahme der Gewerke erforderlich.

Ausführende Firmen neigen dazu, diese Testphasen aus Kostengründen stark zu verkürzen. Mögliche Folgen sind unerwartetes Anlagenverhalten (etwa bei Schaltvorgängen und Störungen) und daraus resultierende ungeplante Standzeiten des Rechenzentrums in der Betriebsphase.

**Best Practice:** Integrations-Tests als Voraussetzung für das Erreichen der Abnahmereife eines Rechenzent- rum-Neu- oder Umbaus.

Durch Inbetriebnahmen und Funktionstests allein können wesentliche Mängel nicht vollumfänglich erkannt werden. Daher sollten Integrations-Tests vor der Abnahme des Gesamtwerkes mit der erforderlichen Sorgfalt durchgeführt werden, um die notwendige Sicherheit für den Betrieb des Rechenzentrums her- und sicherzu- stellen.

Ziele der Integrations-Tests:

- Aufdecken von Fehlern, die im späteren Betrieb teilweise zu massiven Auswirkungen führen
- Mängel, die bei herkömmlicher Inbetriebnahme nicht festgestellt werden können, lassen sich identifi- zieren und können vor der Abnahme angezeigt werden
- Erhebliche Verbesserung der Verfügbarkeit
- Vertiefen der Anlagenkenntnisse
- „Training on the Job“ für die Betreiber Mannschaft
- Testergebnisse bilden die Basis für Schalt- und Handlungsanweisungen

Den Neu- oder Umbau eines Rechenzentrums zu planen und vor allem erfolgreich umzusetzen, birgt viele Stolpersteine. Bereits im Vorfeld sollten Sie wichtige Faktoren kennen und berücksichtigen, damit Sie Kos- tenfallen vermeiden. Ein Blick von außen, Projektextpertise von Dritten unterstützt Sie dabei, den Projektab- lauf reibungslos zu gestalten und Termine, Kosten und Qualitätsvorgaben entsprechend angemessen einzuhalten.

## 10 Die „Rechenzentrumsnorm“ DIN EN 50600

### 10.1 Zertifizierung von Rechenzentren nach DIN EN 50600

Es sei den Autor:innen gestattet, noch vor der Beschreibung der Norm einige Anmerkungen zur Auswahl des für eine DIN EN 50600 Zertifizierung Ihres Rechenzentrums geeigneten Anbieters zu machen.

Unternehmen, die ihr Rechenzentrum gemäß den Anforderungen der DIN EN 50600 zertifizieren lassen wollen, stehen vor der Herausforderung, einen geeigneten Anbieter von DIN EN 50600 Zertifizierungen auszuwählen. Im Gegensatz zu der berechtigten Erwartungshaltung, dass eine Zertifizierung unabhängig vom Anbieter inhaltlich identisch sein sollte, bietet der Markt hinsichtlich von DIN EN 50600 Zertifizierungen eine Vielzahl von inhaltlich abweichenden Anforderungskatalogen unterschiedlichster Anbieter. Die Ursache dafür liegt in dem Umstand, dass sich die Normenfamilie DIN EN 50600 in weiten Teilen als Leitfaden versteht und nicht als eindeutige Prüfvorgabe ausgestaltet ist. Dies führt zu dem Umstand, dass der Markt eine Vielzahl von Anbietern für DIN EN 50600 Zertifizierungen bereitstellt, die größtenteils eigene Hausstandards als Grundlage für DIN EN 50600 Zertifikate verwenden.

Tab. 18 Checkliste zur Auswahl eines DIN EN 50600 Zertifizierers

Checkliste zur Auswahl eines DIN EN 50600 Zertifizierers		
Frage	Anmerkung	Antwort
Welches Ziel wird mit einer Zertifizierung nach DIN EN 50600 verfolgt? (Bitte nennen)	Mögliche Ziele sind: Das Zertifikat soll primär für Vertrieb und/oder Marketing genutzt werden. Qualität und Verfügbarkeit sollen optimiert werden	
Ist eine Delta-Analyse DIN EN 50600 sinnvoller als eine Zertifizierung DIN EN 50600? (Ja/Nein und bitte begründen)	Während eine Zertifizierung i. d. R. den Erfüllungsgrad von Vorgaben abfragt, liefert eine Delta-Analyse Maßnahmenvorschlägen zur Optimierung der Verfügbarkeit	
Welches Verfügbarkeitsniveau wird angestrebt? (Bitte nennen)	Verfügbarkeitsklasse (VK) oder Verfügbarkeitsstufe (VS, TÜV Rheinland Consulting GmbH)	
Ist der Kriterienkatalog des zertifizierenden Unternehmens bekannt und trifft dieser den Anforderungen des Auftraggebers? (Ja/Nein)	Alle Anbieter von Zertifizierungen und Delta-Analysen DIN EN 50600 benutzen eigene, voneinander abweichende Anforderungskataloge	
Ist der Erfahrungshintergrund der Auditor:innen bekannt? (Ja/Nein)		

Checkliste zur Auswahl eines DIN EN 50600 Zertifizierers		
Frage	Anmerkung	Antwort
Ist vorgesehen, bereits während der Konzept- und Planungsphase eines Rechenzentrums eine Betrachtung hinsichtlich DIN EN 50600 Konformität durchzuführen? (Ja/Nein)	Je früher Abweichungen festgestellt werden, desto geringer sind i. d. R. Aufwand und Kosten für Korrekturen	

## 10.2 Zielsetzung und Übersicht

Die Normenfamilie DIN EN 50600 legt Anforderungen und Empfehlungen für Rechenzentren fest.

Betrachtet werden:

- Auslegung von Rechenzentren
- Planung von Rechenzentren
- Beschaffung
- Installation
- Betrieb von Rechenzentren
- Instandhaltung von Rechenzentren

Wer profitiert von der Norm?

- Die Normenfamilie DIN EN 50600 richtet sich an folgende Zielgruppen:
- Eigentümer und Betreiber von Rechenzentren
- Projektmanager:innen und Betriebsleiter:innen
- Fachplaner:innen und Gebäude-Errichter
- System- und Installationskonstrukteur:innen
- Einrichtungs- und Infrastrukturintegrator:innen
- Gerätelieferanten
- Installateur:innen und Instandhaltungspersonal

Welche Themen sind wichtig?

- Allgemeine Konzepte
- Prozesse
- Gebäudekonstruktion

- Stromversorgung
- Überwachung von Umgebungsbedingungen
- Telekommunikationsverkabelung
- Sicherungssysteme
- Management und Betrieb
- Abnahmeprüfungen und Tests

Tab. 19 Verfügbarkeitsklasse VK / Verfügbarkeitsstufe VS (TÜV Rheinland Consulting GmbH)

Anforderungen der DIN EN 50600	VS 1	VS 2	VS 3	VS 4
Verfügbarkeit in der Gesamtheit	gering	mittel	hoch	sehr hoch
Beispiel Stromversorgung	Ein Pfad Keine Redundanzen von Komponenten	Ein Pfad Redundanzen von Komponenten	Mehrere Pfade Redundanzen von Komponenten	Mehrere Pfade Fehlertoleranz während Wartung
Beispiel Kältetechnik	keine besonderen Anforderungen	Ein Pfad Keine Redundanzen von Komponenten	Ein Pfad Redundanzen von Komponenten	Mehrere Pfade Redundanzen der Ausfallsicherheit
Beispiel Telekommunikationsverkabelung	Ein Pfad mit direkten Verbindungen	Ein Pfad mit fest installierter Infrastruktur	Mehrere Pfade mit fest installierter Infrastruktur	Mehrere Pfade mit fest installierter Infrastruktur (getrennte Trassenführung)

## Die Schutzklassen der DIN EN 50600

### Schutzklasse 1

**Öffentlicher** oder **halb-öffentlicher** Bereich

### Schutzklasse 2

Bereich, der **allen autorisierten Personen** (Mitarbeitern und Besuchern) zugänglich ist

### Schutzklasse 3

Bereich, der **ausgewählten Mitarbeiter und Besucher** vorbehalten ist (andere Personen mit Zugang zu Schutzklasse 2 müssen von Personen begleitet werden, die Zugang zu Bereichen der Schutzklasse 3 haben)

#### Schutzklasse 4

Bereich, der ausgewählten Mitarbeitern, die einen nachgewiesenen Bedarf für den Zugang haben, vorbehalten ist (andere Personen mit Zugang zu Schutzklasse 2 oder 3 müssen von Personen begleitet werden, die Zugang zu Bereichen der Schutzklasse 4 haben).

### 10.3 Quick-Check DIN EN 50600 für ein Konzept zum Neu- oder Umbau eines Rechenzentrums

**Best Practice:** Ist eine erste Abschätzung erforderlich, ob das Konzept für einen Neu- oder Umbau konform zu den wesentlichen Anforderungen der DIN EN 50600 ist, bietet sich folgende Vorgehensweise an:

#### **Festlegen wichtiger Parameter durch den Bauherrn**

(Anzahl der IT-Racks, elektrische Leistungsaufnahme der IT, Erforderliche Verfügbarkeitsstufe)

#### **Betrachtung: Umgebung**

(Umgebungsrisiken, Zufahrt, Schleusen & Vereinzlung, Rammschutz, Sabotageschutz, Befüllung NEA-Tanks etc.)

#### **Betrachtung: Zonenkonzept**

#### **Betrachtung: Bau & Sicherheit**

Brandabschnitte, Einbruchschutz, Video-Überwachung, Zutrittskontrolle, Löschbereiche

#### **Betrachtung: Energie**

EVU-Versorgung, Redundanzen, Stromschema, Trassenführung

#### **Betrachtung: Kälte**

Redundanzen, Kälteschema, Trassenführung

#### **Betrachtung: Daten- und TK-Verkabelung**

#### **Betrachtung: GLT, Monitoring, GMS**

Konzept und Redundanzen



## Literaturverzeichnis

- BBK. Kritische Infrastrukturen. Was sind Kritische Infrastrukturen und warum sind sie so wichtig? Verfügbar unter: [https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Kritische-Infrastrukturen/kritische-infrastrukturen\\_node.html](https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Kritische-Infrastrukturen/kritische-infrastrukturen_node.html). [15.06.2023].
- Bundesamt für Justiz (2016). *Verordnung zur Bestimmung Kritischer Infrastruktur nach dem BSI-Gesetz (BSI-Kritisverordnung – BSI-Kritis V)*. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/bsi-kritisv/BJNR095800016.html>. [15.06.2023].
- Bundesamt für Justiz. *Gesetz über das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI-Gesetz – BSI-G)* Verfügbar unter: [https://www.gesetze-im-internet.de/bsig\\_2009/index.html#BJNR282110009BJNE000103126](https://www.gesetze-im-internet.de/bsig_2009/index.html#BJNR282110009BJNE000103126). [19.06.2023].
- Bundesamt für Sicherheit und Informationstechnik (2019). *Kriterien für die Standortwahl von Rechenzentren*. Verfügbar unter: [https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/RZ-Sicherheit/Standort-Kriterien\\_Rechenzentren.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/RZ-Sicherheit/Standort-Kriterien_Rechenzentren.pdf?__blob=publicationFile&v=1) [26.07.2023].
- Binnewies, K. Stibbe, J. Stratmann, F. & Tegtmeyer, R. (2016). *Orientierungshilfe Bauherrenfunktion durch Hochschulen – Teil 2*. Forum Hochschulentwicklung, 3 | 2016. S. 10 ff.
- Bundesamt für Sicherheit und Informationstechnik (BSI). Verfügbar unter: [https://www.bsi.bund.de/DE/Home/home\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Home/home_node.html) [15.06.2023].
- HIS-Institut für Hochschulentwicklung e. V. (HIS-HE). *Satzung und Leitlinien*. Verfügbar unter: <https://his-he.de/uber-uns/satzung/> [15.06.2023].
- Stibbe, J.; Stratmann, F. & Söder-Mahlmann, J. (2012). *Verteilung der Zuständigkeiten des Liegenschaftsmanagements für die Universitäten in den Ländern – Sachstandsbericht*. Forum Hochschulentwicklung, 9 | 2012, S.20 ff.
- TÜV Rheinland Data Center Service. *Date Center Services – Wir begleiten den kompletten Lifecycle von Rechenzentren*.

Herausgeber:

HIS-Institut für Hochschulentwicklung e. V. Gosseriede 13a | 30159 Hannover | [www.his-he.de](http://www.his-he.de) | Tel.: +49 511 16 99 29-0

Geschäftsführender Vorstand:

Ralf Tegtmeyer

Vorstandsvorsitzender:

Dr. Stefan Niermann

Registergericht:

Amtsgericht Hannover | VR 202296

Umsatzsteuer-Identifikationsnummer:

DE297391080

Verantwortlich:

Ralf Tegtmeyer

ISBN 978-3-948388-29-4

2. leicht veränderte Auflage