

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	11
1.1	Haftungsausschluss	12
1.2	Grußworte	13
1.3	Der Autor	19
1.4	Danksagung	20
2	Sicherheit und Verfügbarkeit	27
2.1	Am Anfang war die Physik	27
2.2	Verfügbarkeit – Das Spiel mit den Neunen	27
2.3	Verfügbarkeitsklassen – Sie bestimmen den Standard	29
2.4	Zuverlässigkeit: Der wichtige, aber wenig beachtete Faktor	29
2.5	Versorgungskonzepte und Redundanzen	34
2.5.1	Alternative USV-Redundanzkonzepte	36
2.5.1.1	Modulare USV-Anlagen	36
2.5.1.2	Isoliert-Parallele USV-Konfiguration	38
2.6	Welche Gefahren bedrohen mein Rechenzentrum?	41
2.6.1	Infrastruktur und Technik	42
2.6.2	Mitarbeiter	42
2.6.3	Externe Menschen	42
2.6.4	Witterungseinflüsse	43
2.6.5	Umweltkatastrophen	44
2.7	Haftung und rechtliche Aspekte	46
2.8	Risikomanagement	47
2.8.1	Risikoidentifikation	48
2.8.2	Analyse und Bewertung	49
2.8.3	Vorsorgestrategien	50
2.8.3.1	Risikovermeidung	50
2.8.3.2	Risikoverminderung	50
2.8.3.3	Risikoabgrenzung	50
2.8.3.4	Risikoverlagerung	50
2.8.3.5	Risikoakzeptanz	50
2.8.4	Wirksames Risikomanagement	51
2.9	Green IT	52
2.9.1	PUE – Segen oder Fluch?	53
2.9.2	Die Zeit nach dem idealisierten PUE	54
2.10	Ziel definieren	55
2.10.1	Zielarten	55
2.10.2	Messbarer Projekterfolg oder -misserfolg	56
2.10.3	Ziele priorisieren	57

3	Standortauswahl	59
3.1	Die grüne Wiese	59
3.2	Das Inhouse-Rechenzentrum	60
3.3	Das Container-Rechenzentrum	60
4	Bauliche Maßnahmen	65
4.1	Raumbeschaffenheit	65
4.2	Doppelboden	66
4.2.1	Aufbau der Doppelbodenanlage	69
4.2.2	Zulässige Lasten	75
4.2.3	Doppelbodenbeläge	77
4.2.4	Lüftungsplatten und Durchführungen	82
4.2.5	Schaltwartenböden	87
5	Stromversorgung	91
5.1	Grundlagen	91
5.1.1	Ohmsche, Induktive und Kapazitive Netze und der $\cos \phi$	91
5.1.2	Schutzart gegen Fremdkörper, Berührung und Wasser (IP-Code)	98
5.1.3	Bauartnachweis nach IEC 61439 (alt: TSK / PTSK)	99
5.1.4	Schalt- und Schutzeinrichtungen	101
5.1.4.1	Schmelzsicherungen	102
5.1.4.2	Leistungsschalter	109
5.1.4.3	Lasttrennschalter	113
5.1.4.4	Lastschalter	115
5.1.4.5	Leitungsschutzschalter	116
5.1.4.6	Fehlerstrom-Schutzschalter	118
5.1.4.7	Not-Aus und weitere Spielereien	120
5.1.5	Netzformen / IT- und EMV-freundliche Netze	121
5.1.5.1	TN-Netze	122
5.1.5.2	TT-System	124
5.1.5.3	IT-System	125
5.1.6	Blitzschutz, Erdung und Potentialausgleich	125
5.1.6.1	Äußerer Blitzschutz	127
5.1.6.2	Innerer Blitzschutz	131
5.1.6.3	Erdung und Potentialausgleich	139
5.1.7	Kabelverbindungen oder Stromschienen	146
5.2	Versorgungskonzept Normalnetz (AV)	153
5.2.1	Mittelspannung	154
5.2.1.1	Erdschluss	158
5.2.1.2	Phasenbruch oder Komplettausfall	159
5.2.1.3	Betriebszustände	159
5.2.2	Transformatoren	160

5.2.2.1	Gießharztransformatoren	162
5.2.2.2	Öltransformatoren	169
5.2.3	Das Netz steht und dann?	170
5.3	Sicherheitsstromversorgung (SV)	170
5.3.1	Statische USV-Anlagen	174
5.3.1.1	VFD (Voltage and Frequency Dependent) – Offline USV	175
5.3.1.2	VI (Voltage Independent) – Netzinteraktive USV	177
5.3.1.3	VFI (Voltage and Frequency Independent) – Online USV	180
5.3.1.4	Auswahlkriterien	182
5.3.1.5	6-Puls-, 12-Puls-, IGBT-Technologie und Oberwellen	182
5.3.1.6	Ausgangs-Wechselrichter und Ausgangstransformatoren	188
5.3.1.7	Interner und Externer Bypass	190
5.3.1.8	Die USV und ihre Kommunikation im Netzwerk	191
5.3.1.9	Batterien als Speichermedium	193
5.3.1.10	Schwungrad als Speichermedium	204
5.3.2	Rotierende (dynamische) USV-Anlagen	206
5.3.2.1	Spannungsstabilisatoren	208
5.3.2.2	Umformer mit Batterie	209
5.3.2.3	Umformer mit Gleichstrom-Motor	210
5.3.2.4	Umformer mit Stromrichtermotor	211
5.3.2.5	Dieselgestützte Systeme	217
5.3.3	Statische Umschalter – die andere Art der Redundanz	220
5.3.4	Netzersatzanlage	224
5.3.4.1	Elektrische Betriebsarten	226
5.3.4.2	Dimensionierung von Netzersatzanlagen	227
5.3.4.3	Standortfestlegung und Raumplanung	229
5.3.4.4	Motorkühlung und Verbrennungsluft	230
5.3.4.5	Kraftstoffversorgung	233
5.3.4.6	Abgasanlage	238
5.3.4.7	Motorstartvorrichtung	238
5.3.4.8	Generator	241
6	Klimatisierung	243
6.1	Klimatisierungskonzepte der Luftkühlung	244
6.1.1	Klimatisierung über den Doppelboden	244
6.1.1.1	Heterogene Anordnung der DATENSCHRÄNKE	244
6.1.1.2	Homogene Anordnung der DATENSCHRÄNKE (Kalt-/Warmgänge)	244
6.1.1.3	Kaltgangeinhausung	247
6.1.1.4	Notwendige Doppelbodenhöhen	249
6.1.1.5	Bernoulli-Effekt	250
6.1.2	Klimatisierung über Kältewände	251
6.1.3	Klimatisierung an den DATENSCHRÄNKEN	252
6.1.3.1	Rückwandwärmeaustauscher	252
6.1.3.2	Kalt-/Warmgangeinhausung	254

6.1.3.3	Geschlossene Datenschränke	259
6.1.4	Direkte Freie Kühlung	261
6.1.5	Weitere Lösungsansätze	264
6.1.5.1	Aufsatzwärmeaustauscher über den Datenschränken	264
6.1.5.2	Wärmeaustauscher über den Kaltgängen	265
6.1.5.3	Einfache Wand- / Deckengeräte	265
6.2	Flüssigkeitskühlung	266
6.2.1	Kühlmittel	266
6.2.1.1	Kaltwasser	266
6.2.1.2	Wasser-/Glykol-Gemisch	267
6.2.1.3	Kältemittel	268
6.2.2	Direkte Kühlung in der Hardware	269
6.3	Kälteerzeugung	270
6.3.1	Verdampfersysteme	270
6.3.1.1	Direktverdampfersysteme mit Kältemittel	270
6.3.1.2	Verdampfersysteme mit Wasser als Kältemittel	274
6.3.2	Indirekte freie Kühlung	275
6.3.3	Kaltwassersysteme	280
6.3.4	Hybrid-Kühler / Hybrid-Verflüssiger	282
6.4	Luftfeuchte im Rechenzentrum	286
6.5	Frischluft im Rechenzentrum	289
6.6	Energieeffizienz	289
6.6.1	Reduzierung der Lüfterantriebsleistung	289
6.6.2	Maximierung der Temperaturdifferenz	291
7	Sicherheitstechnik	293
7.1	Brandschutz	293
7.1.1	Organisatorischer Brandschutz	295
7.1.2	Baulicher Brandschutz	296
7.1.2.1	Klassifizierung nach DIN 4102-1 und DIN EN 13501-1237 ..	296
7.1.2.2	Wände, Decken und Boden	301
7.1.2.3	Brandschutztüren	301
7.1.2.4	Durchführungen durch Wände und Decken	323
7.1.2.5	Brandschutzverkleidungen und Kanäle	330
7.1.3	Brandfrüherkennung	334
7.1.4	Brandmeldeanlage	343
7.1.4.1	Schutzziele und Schutzbereiche	345
7.1.4.2	Brandmelderzentrale	346
7.1.4.3	Melder	348
7.1.4.4	Sonstige Komponenten	357
7.1.5	Brandlöschung	372
7.1.5.1	Inertgase	374
7.1.5.2	Chemisches Löschgas	380

7.1.5.3	Löschdüsen	383
7.1.5.4	Wasserlöschanlagen	385
7.1.5.5	Alarmierungseinrichtungen	386
7.1.5.6	Raumdichtheitsprüfung (Door-Fan-Test)	388
7.1.5.7	Druckentlastung.	390
7.1.5.8	Entrauchung bzw. Löschmittelabsaugung.	393
7.1.5.9	Auswahlkriterien.	395
7.1.6	Technische Brandvermeidung	397
7.2	Zonenkonzept	401
7.3	Zugangskontrolle	403
7.3.1	Ablauf einer elektronischen Zugangskontrolle.	404
7.3.2	Zutrittskontrollzentralen	405
7.3.3	Identifikationssysteme	406
7.3.3.1	Physikalische Erkennung	406
7.3.3.2	Logische Erkennung	410
7.3.3.3	Biometrische Erkennung	411
7.3.4	Mechanische Komponenten	413
7.3.4.1	Türöffner.	413
7.3.4.2	Schranke	414
7.3.4.3	Dreh Sperre	415
7.3.4.4	Drehkreuz.	415
7.3.4.5	Schleuse	417
7.3.5	Anwendersoftware / Benutzeroberfläche.	418
7.3.6	Schnittstellen	418
7.3.7	Einsatzmöglichkeiten über den Zutritt hinaus	419
7.4	Einbruchmeldeanlage.	419
7.4.1	Einbruchmelderzentrale	421
7.4.2	Alarmierungsarten	422
7.4.3	Überwachungsarten.	423
7.4.3.1	Geländeüberwachung	423
7.4.3.2	Außenhautüberwachung	423
7.4.3.3	Raumüberwachung	425
7.4.3.4	Objektüberwachung.	425
7.4.4	Melderarten	426
7.4.4.1	Magnetkontakte	426
7.4.4.2	Schließblechkontakte.	426
7.4.4.3	Glasbruchmelder	427
7.4.4.4	Körperschallmelder	428
7.4.4.5	Infrarot-Bewegungsmelder	430
7.4.4.6	Ultraschall-Bewegungsmelder.	431
7.4.4.7	Mikrowellen-Bewegungsmelder.	432
7.4.4.8	Kombinierter Mikrowellen-/Infrarot-Bewegungsmelder.	433
7.4.4.9	Kombinierter Ultraschall-/Infrarot-Bewegungsmelder.	433
7.4.4.10	Lichtschrankenmelder	434

7.4.4.11	Weitere Melder	434
7.4.5	Scharfschalteeinrichtungen	434
7.4.5.1	Sperrelement	436
7.5	Videoüberwachung	436
7.5.1	Klassische Videokamera	437
7.5.2	Kameras mit Video-Sensoren	440
7.5.3	Aufzeichnungsgeräte	441
7.5.4	Bildwiedergabe	442
7.5.5	Signalübertragung	443
7.5.5.1	Asymmetrische Übertragung	443
7.5.5.2	Symmetrische Übertragung	443
7.5.5.3	Lichtwellenübertragung (LWL)	444
7.5.5.4	Digitale Übertragung (Video over IP)	444
7.5.6	Datenschutz in der Videoüberwachung	445
7.6	Gebäudeleittechnik	448
8	Literaturverzeichnis	451
8.1	Gesetze und Verordnungen	451
8.2	Normen	451
8.3	VdS-Publikationen	454
8.4	Fachbücher, Broschüren und Handbücher	455
9	Bilder- und Tabellenverzeichnis	457