

	DIN EN 50600-2-2 (VDE 0801-600-2-2)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 35.020; 35.110; 35.160; 91.140.50 Ersatz für DIN EN 50600-2-2 (VDE 0801-600-2-2):2014-09 und DIN EN 50600-2-2 Berichtigung 1 (VDE 0801-600-2-2 Berichtigung 1):2016-12 Siehe Anwendungsbeginn Informationstechnik – Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren – Teil 2-2: Stromversorgung und Stromverteilung; Deutsche Fassung EN 50600-2-2:2019 Information technology – Data centre facilities and infrastructures – Part 2-2: Power supply and distribution; German version EN 50600-2-2:2019 Technologie de l'information – Installation et infrastructures de centres de traitement de données – Partie 2-2: Alimentation en énergie et distribution de l'énergie; Version allemande EN 50600-2-2:2019 Gesamtumfang 62 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2019-04-29 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2019-08-01.

Für **DIN EN 50600-2-2 (VDE 0801-600-2-2):2014-09** und **DIN EN 50600-2-2 Berichtigung 1 (VDE 0801-600-2-2 Berichtigung 1):2016-12** besteht eine Übergangsfrist bis 2022-04-29.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 50600-2-2 (VDE 0801-600-2-2):2018-10.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium GK 719 „Rechenzentren“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 50600-2-2 (VDE 0801-600-2-2):2014-09** und **DIN EN 50600-2-2 Berichtigung 1 (VDE 0801-600-2-2 Berichtigung 1):2016-12** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Titel wurde angepasst, so dass nun die Unterscheidung zwischen Stromversorgung und Stromverteilung deutlich wird;
- b) **Abschnitt 5** wurde aktualisiert, insbesondere **5.1** über die Stromversorgung des Rechenzentrums und **5.2** über die Stromverteilung innerhalb des Rechenzentrums;
- c) die Verfügbarkeitsanforderungen in **Abschnitt 6** wurden überarbeitet und an **EN 50600-1:2019** und **EN 50600-2-3:2019** angepasst;
- d) die Anforderungen an die physische Sicherung wurden überarbeitet, insbesondere hinsichtlich der Stromverteilung innerhalb des Rechenzentrums (siehe **7.3.2**);
- e) die Anforderungen an die Granularitätsniveaus wurden überarbeitet (siehe **8.2 bis 8.4**);
- f) Anhang A wurde entfernt;
- g) im gesamten Dokument wurden kleinere technische und redaktionelle Änderungen vorgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN EN 50600-2-2 (VDE 0801-600-2-2): 2014-09

DIN EN 50600-2-2 Berichtigung 1 (VDE 0801-600-2-2 Berichtigung 1): 2016-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Erläuterungen

NA.1 Motivation

Die exponentielle Zunahme des Datenverkehrs in der Wirtschaft, bei Behörden und seitens privater Internetnutzer wie auch der gespeicherten oder abgerufenen Daten hat in den letzten Jahren dazu geführt, dass sich sowohl die Anzahl der erforderlichen Rechenzentren als auch die Leistungsfähigkeit eines einzelnen Rechenzentrums signifikant erhöht hat. Der Energiebedarf von Rechenzentren beträgt derzeit rund 5 % der jährlich erzeugten Elektrizität; dabei werden immer noch bis zu 50 % dieser Elektrizität nicht für die IT-Infrastruktur (Server, Datenspeicher usw.), sondern für deren Kühlung und weitere sekundäre Betriebsmittel benötigt. Dies stellt einerseits die Betreiber von Rechenzentren vor erhebliche ökonomische Herausforderungen und hat andererseits auch den nationalen bzw. europäischen Gesetzgeber mit der Forderung nach ressourcenschonenden, energieeffizienten Lösungen auf den Plan gerufen.

Für bestimmte elektrische Betriebsmittel oder Teilsysteme in Rechenzentren, wie z. B. unterbrechungsfreie Stromversorgungen oder Brandmeldeanlagen, gibt es schon lange entsprechende Produktnormen, die zum Teil auch Festlegungen hinsichtlich der Energieeffizienz enthalten. Für ein gesamtes Rechenzentrum fehlen derartige Normen jedoch noch. Daher hat CLC/TC 215 auf deutsche Initiative die Schaffung eines Europäischen Normenwerkes beschlossen, das diese Lücke schließt. Die Normen der Reihe DIN EN 50600 (VDE 0801-600) bieten allen mit der Auslegung, der Planung, der Beschaffung, der Integration, der Installationen, dem Betrieb und der Instandhaltung von Einrichtungen und Infrastrukturen innerhalb von Rechenzentren befassten Parteien einen ganzheitlichen Ansatz zur Planung und zum Betrieb eines dem Stand der Technik entsprechenden, zukunftssicheren Rechenzentrums. Dabei wird darauf geachtet, dass die betreffenden Festlegungen zur Ausgestaltung und zum Betrieb der Einrichtungen und Infrastrukturen energieeffiziente Lösungen erlauben und es dem Betreiber ermöglichen, den messtechnischen Nachweis über die erreichte Energieeffizienz im laufenden Betrieb zu erbringen.

NA.2 Struktur der Normen der Reihe DIN EN 50600

DIN EN 50600-1 (VDE 0801-600-1) legt allgemeine Konzepte für Rechenzentren fest, die eine gemeinsame Basis für alle Teile 2-X bilden. Nach einer Analyse des Geschäftsrisikos und einem Überblick über die Auslegung von Rechenzentren mit allgemein gefassten Regeln führt **DIN EN 50600-1 (VDE 0801-600-1)** eine Klassifikation von Rechenzentren hinsichtlich der Verfügbarkeit, physischen Sicherheit und Befähigung zur Energieeffizienz ein. **DIN EN 50600-3-1 (VDE 0801-600-3-1)** spezifiziert Prozesse für das Management und den Betrieb von Rechenzentren. Es ist vorgesehen, die Betrachtung dieser Aspekte künftig zu vertiefen. Leistungskennzahlen für Rechenzentren werden in den Teilen 4-X festgelegt. Verschiedene Technische Berichte DIN CLC/TR 50600-99-X (VDE 0801-600-99-X) ergänzen diese Normen mit weiteren Empfehlungen und Hinweisen zur Anwendung der Normenreihe DIN EN 50600 (VDE 0801-600).

Diese Norm, DIN EN 50600-2-2, enthält detaillierte Anforderungen und Empfehlungen für die Stromversorgung und die Stromverteilung in Rechenzentren. Dabei werden die Dimensionierung der entsprechenden Anlagen, geeignete Verfügbarkeitsklassen und deren physische Sicherheit behandelt. Im Hinblick auf die Befähigung zur Energieeffizienz werden drei Granularitätsniveaus definiert, welche die Messpunkte beinhalten, an denen der Stromverbrauch der elektrischen Einrichtungen und Infrastrukturen eines Rechenzentrums zu erfassen ist.

NA.3 Begriffsfestlegungen

Je nach Zweck und Aufgabe stehen in modernen Rechenzentren nicht mehr die sprichwörtlichen Rechenarbeiten der Server im Vordergrund, sondern allgemeine Operationen wie das Auffinden von Daten in Datenbanken, das Bereitstellen von Video- und Bildmaterial, das Abwickeln elektronischer Bestell- und Buchungsvorgänge oder das Weiterleiten von Internetverkehr an die Zieladresse. Dementsprechend findet man auch in deutschen Publikationen und Herstellerunterlagen häufig den Begriff „Datenzentrum“ oder den nicht übersetzten englischen Begriff „Data Centre“. Im Hinblick auf eine einheitliche Terminologie in dieser Norm wird jedoch der deutsche Begriff „Rechenzentrum“ gewählt.

Nationaler Anhang NB (informativ)

Abkürzungen und Symbole

Die Tabellen NB.1 und NB.2 fassen die in den Normen der Reihe DIN EN 50600 (VDE 0801-600) verwendeten Abkürzungen und Symbole alphabetisch zusammen.

Tabelle NB.1 – Abkürzungen Deutsch–Englisch (1 von 5)

Deutsch		Englisch	
AC	Wechselstrom	AC	Alternating Current
AHU	Lüftungsanlage mit Luftbehandlung	AHU	Air Handling Unit
ASG	Übertragungseinrichtungen	EQP	Transmission Equipment
ASHRAE	vormals „American Society of Heating, Refrigeration and Air conditioning Engineers“	ASHRAE	formerly „American Society of Heating, Refrigeration and Air conditioning Engineers“
BIOS	Firmware eines Computers	BIOS	Basic input/output system
BP	Bypass	BP	Bypass
BREEAM	Bewertungssystem für die Nachhaltigkeit von Gebäuden	BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology
BRO	Bereichsrangierort	ZPL	Zone Patching Location
BV	Bereichsverteiler	ZD	Zone Distributor
CoC	Verhaltenskodex für die Energieeffizienz von Rechenzentren der DG JRC der Europäischen Kommission	CoC	EC DG JRC Code of Conduct for Data Centre Energy Efficiency
CRAC	Klimaanlage zur Klimatisierung eines Rechnerraums	CRAC	Computer Room Air Conditioning (Unit)
CRAH	Rechnerraum-Luftversorgungseinheiten	CRAH	Computer Room Air Handler units
CUE	Effektivität der Vermeidung von CO ₂ -Emissionen	CUE	Carbon Usage Effectiveness
DA	Diensteanschluss	SO	Service Outlet
DC	Gleichstrom	DC, dc	Direct Current
DCiE	Effizienz der Rechenzentrumsinfrastruktur	DCiE	Data centre infrastructure efficiency
DCIM	Management der Rechenzentrumsinfrastruktur	DCIM	Data centre infrastructure management
DG JRC	Generaldirektion Gemeinsame Forschungsstelle der Europäischen Kommission	DG JRC	Directorate-General Joint Research Council of the European Commission
DKP	Dienstekonzentrationspunkt	SCP	Service Concentration Point

Tabelle NB.1 – Abkürzungen Deutsch–Englisch (2 von 5)

Deutsch		Englisch	
dPUE	Entwurfskennzahl zur eingesetzten Energie	dPUE	designed Power Usage Effectiveness
DRUPS	dynamisches unterbrechungsfreies Stromversorgungssystem	DRUPS	Dynamic Rotary Uninterruptible Power System
DV	Dienstverteiler	SD	Service Distributor
DX	Direktverdampfung	DX	Direct Expansion
EK	Europäische Kommission	EC	European Commission
EE	Endgerät	TE	Terminal Equipment
$E_{\text{elektrisch}}$	Energieverbrauch (jährlich) der elektrischen Systeme in kWh	$E_{\text{electrical}}$	energy consumption (annual) of the electrical systems in kWh
EER	Energiewirkungsgrad	EER	Energy Efficiency Ratio
$E_{\text{erneuerbar}}$	erneuerbare Energie, die das Rechenzentrum besitzt und kontrolliert, in kWh	E_{ren}	renewable energy owned and controlled by the data centre in kWh
E_{IT}	Energieverbrauch der IT-Ausstattung (jährlich) in kWh	E_{IT}	IT equipment energy consumption (annual) in kWh
$E_{\text{Kühlung}}$	Energieverbrauch (jährlich) des Kühlsystems in kWh	E_{cooling}	energy consumption (annual) of the cooling systems in kWh
EMA/ÜMA	Einbruch- und Überfallmeldeanlage(n)	I&HAS	intruder and holdup alarm systems
EMV	elektromagnetische Verträglichkeit	EMC	Electromagnetic compatibility
ENS	Schnittstelle zum externen Netz	ENI	External Network Interface
EoR	aktives Gerät am Ende der Schrankreihe platziert	EoR	End of Row
ERE	Wirkungsgrad der Wiederverwendung von Energie	ERE	Energy re-use efficiency
E_{RZ}	Gesamtenergieverbrauch des Rechenzentrums (jährlich) in kWh	E_{DC}	total data centre energy consumption (annual) in kWh
E_{Teil}	Energieverbrauch (jährlich) des Teilsystems in kWh	E_{sub}	energy consumption (annual) of the subsystem in kWh
EV	Etagenverteiler	FD	Floor Distributor
ffs	in Beratung	ffs	for further study
GA	Geräteanschluss	EO	Equipment Outlet
GV	Gebäudeverteiler	BD	Building Distributor
HLK	Heizung, Lüftung, Klima	HVAC	Heating, Ventilation, Air Conditioning
HS	Hochspannung	HV	High Voltage
HÜP	Hausübergabepunkt	BEF	Building Entrance Facility
HV	Hauptverteiler	MD	Main Distributor

Tabelle NB.1 – Abkürzungen Deutsch–Englisch (3 von 5)

Deutsch		Englisch	
idPUE	unterjährige Entwurfskennzahl zur eingesetzten Energie	idPUE	interim designed Power Usage Effectiveness
IP	Internetprotokoll	IP	Internet protocol
iPUE	unterjährige Kennzahl zur eingesetzten Energie	iPUE	interim Power Usage Effectiveness
IST	integrierte Anlagenprüfung	IST	Integrated Systems Test
IT	Informationstechnik	IT	Information Technology
ITE	informationstechnische Einrichtung/Einrichtungen	ITE	Information Technology Equipment
ITIL	„Best Practices“ für das Steuern von IT-Prozessen	ITIL	Information Technology Infrastructure Library
IuK	Informations- und Kommunikationstechnik	ICT	Information and communication technology
KPI	Leistungskennzahl	KPI	Key Performance Indicator
LCA	Ökobilanz	LCA	Life cycle assessment
LEED	Bewertungssystem für energie- und umweltgerechte Planung von Gebäuden	LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LVP	lokaler Verteilpunkt	LDP	Local Distribution Point
MoR	aktives Gerät in der Mitte der Schrankreihe platziert	MoR	Middle of Row
M&E	mechanisch und elektrisch	M&E	mechanical and electrical
MS	Mittelspannung	MV	Medium Voltage
MTBF	mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen	MTBF	Mean Time Between Failures
MTTR	mittlere Dauer bis zur Wiederherstellung	MTTR	Mean Time To Recovery
N/A	nicht anwendbar	N/A	not applicable
NOC	Netzbetriebszentrum	NOC	Network Operating Centre
Not-Aus	Notausschaltung	EPO	Emergency Power Off
NS	Niederspannung	LV	Low Voltage
NT	Netzwerktelekommunikation	NT	Network telecommunications
PDU	Energieverteilereinheit	PDU	Power Distribution Unit
PMD	Energiemessgerät	PMD	Power Metering and monitoring Device
PSU	Netzteil	PSU	Power supply unit
PUE	Kennzahl zur eingesetzten Energie	PUE	Power Usage Effectiveness
pPUE	partielle Kennzahl zur eingesetzten Energie	pPUE	partial Power Usage Effectiveness

Tabelle NB.1 – Abkürzungen Deutsch–Englisch (4 von 5)

Deutsch		Englisch	
pPUE_{elektrisch}	partielle Kennzahl zur eingesetzten Energie in der Elektroanlage	pPUE_{power}	partial Power Usage Effectiveness of electrical system
pPUE_{Kühlung}	partielle Kennzahl zur eingesetzten Energie in der Kühlanlage	pPUE_{cooling}	partial Power Usage Effectiveness for cooling system
pPUE_{HLK}	partielle Kennzahl zur eingesetzten Energie in Heiz-, Belüftungs- und Klimaanlage	pPUE_{HVAC}	partial Power Usage Effectiveness for heating, ventilation and air conditioning systems
pPUE_{Teil}	partielle Kennzahl zur eingesetzten Energie im Teilsystem	pPUE_{sub}	partial Power Usage Effectiveness in the subsystem
Q_{abgeführt}	gesamte aus dem Rechenzentrum abgeführte Wärmemenge in kWh	Q_{removed}	total heat removed from data centre in kWh
RE	erneuerbare Energie	RE	Renewable Energy
REF	Anteil erneuerbarer Energien	REF	Renewable Energy Factor
r.m.s.	Effektivwert, quadratischer Mittelwert	r.m.s.	root mean square
ROI	Kapitalrendite	ROI	Return on Invest
SERT™	Programm zur Bestimmung der Servereffizienz	SERT™	Server Efficiency Rating Tool
SLA	Dienstleistungsvereinbarung	SLA	Service Level Agreement
SMASH	Spezifikation für die Systemmanagementarchitektur von Server-Hardware	SMASH	Systems Management Architecture for Server Hardware
SNMP	Protokoll für die Verwaltung von IP-Netzwerkgeräten	SNMP	Simple network management protocol
SP	Sammelpunkt	CP	Consolidation Point
SPEC	Industriekonsortium zur Spezifikation von Benchmarks für Rechnersysteme	SPEC	Standard Performance Evaluation Corporation
SV	Standortverteiler	CD	Campus Distributor
TA	informationstechnischer Anschluss	TO	Telecommunications Outlet
TCO	Gesamtbetriebskosten	TCO	Total Cost of Ownership
THD_i	Gesamt-Oberschwingungsverzerrung des Stromes	THD_i	Total Harmonic Distortion of current
THD_u	Gesamt-Oberschwingungsverzerrung der Spannung	THD_u	Total Harmonic Distortion of voltage
ToR	aktives Gerät oben im Schrank platziert	ToR	Top of Rack
TVSS	transiente Überspannungsunterdrückung	TVSS	Transient Voltage Surge Suppression
ÜSG	Überspannungsschutzgerät	SPD	Surge Protective Device
USV	unterbrechungsfreies Stromversorgungssystem	UPS	Uninterruptible Power System

Tabelle NB.1 – Abkürzungen Deutsch–Englisch (5 von 5)

Deutsch		Englisch	
V	Verbindung	C	Connection
VSS	Videoüberwachungsanlage	VSS	video surveillance system
WEEE	Elektro- und Elektronik-Altgeräte	WEEE	Waste electrical and electronic equipment
WRE	Effektivität der Wiederverwendung von Wasser	WRE	Water Re-use Effectiveness
W_{RZ}	im Rechenzentrum verwendete Wassermenge in m ³ oder l	W_{DC}	amount of water used in the data centre in m ³ or l
WUE	Effektivität der Wasserverwendung	WUE	Water Usage Effectiveness
$W_{\text{wiederverwendet}}$	Menge des im Rechenzentrum wiederverwendeten Wassers in m ³ oder l	W_{reuse}	amount of water re-used in the data centre in m ³ or l
ZRO	zentraler Rangierort	CPL	Central Patching Point
ZV	Zwischenverteiler	ID	Intermediate Distributor

Tabelle NB.2 – Abkürzungen Englisch–Deutsch (1 von 5)

Englisch		Deutsch	
AC	Alternating Current	AC	Wechselstrom
AHU	Air Handling Unit	AHU	Lüftungsanlage mit Luftbehandlung
ASHRAE	formerly "American Society of Heating, Refrigeration and Air conditioning Engineers"	ASHRAE	normals „American Society of Heating, Refrigeration and Air conditioning Engineers“
BD	Building Distributor	GV	Gebäudeverteiler
BEF	Building Entrance Facility	HÜP	Hausübergabepunkt
BIOS	Basic input/output system	BIOS	Firmware eines Computers
BP	Bypass	BP	Bypass
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology	BREEAM	Bewertungssystem für die Nachhaltigkeit von Gebäuden
C	Connection	V	Verbindung
CD	Campus Distributor	SV	Standortverteiler
CoC	EC DG JRC Code of Conduct for Data Centre Energy Efficiency	CoC	Verhaltenskodex für die Energieeffizienz von Rechenzentren der DG JRC der Europäischen Kommission
CP	Consolidation Point	SP	Sammelpunkt
CPL	Central Patching Point	ZRO	Zentraler Rangierort
CRAC	Computer Room Air Conditioning (Unit)	CRAC	Klimaanlage zur Klimatisierung eines Rechnerraums

Tabelle NB.2 – Abkürzungen Englisch–Deutsch (2 von 5)

Englisch		Deutsch	
CRAH	Computer Room Air Handler units	CRAH	Rechnerraum-Luftversorgungseinheiten
CUE	Carbon Usage Effectiveness	CUE	Effektivität der Vermeidung von CO ₂ -Emissionen
DC, dc	Direct Current	DC	Gleichstrom
DCiE	Data centre infrastructure efficiency	DCiE	Effizienz der Rechenzentrumsinfrastruktur
DCIM	Data centre infrastructure management	DCIM	Management der Rechenzentrumsinfrastruktur
DG JRC	Directorate-General Joint Research Council of the European Commission	DG JRC	Generaldirektion Gemeinsame Forschungsstelle der Europäischen Kommission
dPUE	designed Power Usage Effectiveness	dPUE	Entwurfskennzahl zur eingesetzten Energie
DRUPS	Dynamic Rotary Uninterruptible Power System	DRUPS	dynamisches unterbrechungsfreies Stromversorgungssystem
DX	Direct Expansion	DX	Direktverdampfung
EC	European Commission	EK	Europäische Kommission
E_{cooling}	energy consumption (annual) of the cooling systems in kWh	$E_{\text{Kühlung}}$	Energieverbrauch (jährlich) des Kühlsystems in kWh
E_{DC}	total data centre energy consumption (annual) in kWh	E_{RZ}	Gesamtenergieverbrauch des Rechenzentrums (jährlich) in kWh
$E_{\text{electrical}}$	energy consumption (annual) of the electrical systems in kWh	$E_{\text{elektrisch}}$	Energieverbrauch (jährlich) der elektrischen Systeme in kWh
EER	Energy Efficiency Ratio	EER	Energiewirkungsgrad
E_{HVAC}	energy consumption (annual) of the heating, ventilation and air conditioning systems in kWh	E_{HLK}	Energieverbrauch (jährlich) der Heiz-, Belüftungs- und Klimaanlage in kWh
E_{IT}	IT equipment energy consumption (annual) in kWh	E_{IT}	Energieverbrauch der IT-Ausstattung (jährlich) in kWh
EMC	Electromagnetic compatibility	EMV	elektromagnetische Verträglichkeit
ENI	External Network Interface	ENS	Schnittstelle zum externen Netz
EO	Equipment Outlet	GA	Geräteanschluss
EoR	End of Row	EoR	aktives Gerät am Ende der Schrankreihe platziert
EPO	Emergency Power Off	Not-Aus	Notausschaltung
EQP	Transmission Equipment	ASG	Übertragungseinrichtungen
ERE	Energy Re-use Efficiency	ERE	Wirkungsgrad der Wiederverwendung von Energie
E_{sub}	energy consumption (annual) of the subsystem in kWh	E_{Teil}	Energieverbrauch (jährlich) des Teilsystems in kWh

Tabelle NB.2 – Abkürzungen Englisch–Deutsch (3 von 5)

Englisch		Deutsch	
FD	Floor Distributor	EV	Etagenverteiler
ffs	for further study	ffs	in Beratung
HVAC	Heating, Ventilation, Air Conditioning	HLK	Heizung, Lüftung, Klima
HV	High Voltage	HS	Hochspannung
ICT	Information and communications technology	IuK	Informations- und Kommunikationstechnik
ID	Intermediate Distributor	ZV	Zwischenverteiler
idPUE	interim designed Power Usage Effectiveness	idPUE	unterjährige Entwurfskennzahl zur eingesetzten Energie
IP	Internet protocol	IP	Internetprotokoll
iPUE	interim Power Usage Effectiveness	iPUE	unterjährige Kennzahl zur eingesetzten Energie
IST	Integrated Systems Test	IST	integrierte Anlagenprüfung
IT	Information Technology	IT	Informationstechnik
ITE	Information Technology Equipment	ITE	informationstechnische Einrichtung/Einrichtungen
ITIL	Information Technology Infrastructure Library	ITIL	„Best Practices“ für das Steuern von IT-Prozessen
I&HAS	intruder and holdup alarm systems	EMA/ÜMA	Einbruch- und Überfallmeldeanlage(n)
KPI	Key Performance Indicator	KPI	Leistungskennzahl
LCA	Life cycle assessment	LCA	Ökobilanz
LDP	Local Distribution Point	LVP	lokaler Verteilpunkt
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design	LEED	Bewertungssystem für energie- und umweltgerechte Planung von Gebäuden
LV	Low Voltage	NS	Niederspannung
MD	Main Distributor	HV	Hauptverteiler
MoR	Middle of Row	MoR	aktives Gerät in der Mitte der Schrankreihe platziert
M&E	mechanical and electrical	M&E	mechanisch und elektrisch
MTBF	Mean Time Between Failures	MTBF	mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen
MTTR	Mean Time To Recovery	MTTR	mittlere Dauer bis zur Wiederherstellung
MV	Medium Voltage	MS	Mittelspannung
N/A	not applicable	N/A	nicht anwendbar
NOC	Network Operating Centre	NOC	Netzbetriebszentrum
NT	Network telecommunications	NT	Netzwerkkommunikation
PDU	Power Distribution Unit	PDU	Energieverteilereinheit

Tabelle NB.2 – Abkürzungen Englisch–Deutsch (4 von 5)

Englisch		Deutsch	
PMD	Power Metering and monitoring Device	PMD	Energiemessgerät
PSU	Power supply unit	PSU	Netzteil
PUE	Power Usage Effectiveness	PUE	Kennzahl zur eingesetzten Energie
pPUE	partial Power Usage Effectiveness	pPUE	partielle Kennzahl zur eingesetzten Energie
pPUE_{cooling}	partial Power Usage Effectiveness for cooling system	pPUE_{Kühlung}	partielle Kennzahl zur eingesetzten Energie in der Kühlanlage
pPUE_{HVAC}	partial Power Usage Effectiveness for heating, ventilation and air conditioning systems	pPUE_{HLK}	partielle Kennzahl zur eingesetzten Energie in Heiz-, Belüftungs- und Klimaanlage
pPUE_{power}	partial Power Usage Effectiveness of electrical system	pPUE_{elektrisch}	partielle Kennzahl zur eingesetzten Energie in der Elektroanlage
pPUE_{sub}	partial Power Usage Effectiveness in the subsystem	pPUE_{Teil}	partielle Kennzahl zur eingesetzten Energie im Teilsystem
Q_{removed}	total heat removed from data centre in kWh	Q_{abgeführt}	gesamte aus dem Rechenzentrum abgeführte Wärmemenge in kWh
RE	Renewable Energy	RE	erneuerbare Energie
REF	Renewable Energy Factor	REF	Anteil erneuerbarer Energien
r.m.s.	root mean square	r.m.s.	Effektivwert, quadratischer Mittelwert
ROI	Return on Invest	ROI	Kapitalrendite
SCP	Service Concentration Point	DKP	Dienstkonzentrationspunkt
SD	Service Distributor	DV	Dienstverteiler
SERT™	Server Efficiency Rating Tool	SERT™	Programm zur Bestimmung der Servereffizienz
SLA	Service Level Agreement	SLA	Dienstleistungsvereinbarung
SMASH	Systems Management Architecture for Server Hardware	SMASH	Spezifikationen für die Systemmanagementarchitektur von Server-Hardware
SNMP	Simple network management protocol	SNMP	Protokoll für die Verwaltung von IP-Netzwerkgeräten
SO	Service Outlet	DA	Dienstanschluss
SPD	Surge Protective Device	ÜSG	Überspannungsschutzgerät
SPEC	Standard Performance Evaluation Corporation	SPEC	Industriekonsortium zur Spezifikation von Benchmarks für Rechnerysteme
TCO	Total Cost of Ownership	TCO	Gesamtbetriebskosten
TE	Terminal Equipment	EE	Endgerät

Tabelle NB.2 – Abkürzungen Englisch–Deutsch (5 von 5)

Englisch		Deutsch	
THD_i	Total Harmonic Distortion of current	THD_i	Gesamt-Oberschwingungsverzerrung des Stromes
THD_u	Total Harmonic Distortion of voltage	THD_u	Gesamt-Oberschwingungsverzerrung der Spannung
TO	Telecommunications Outlet	TA	informationstechnischer Anschluss
ToR	Top of Rack	ToR	aktives Gerät oben im Schrank platziert
TVSS	Transient Voltage Surge Suppression	TVSS	transiente Überspannungsunterdrückung
UPS	Uninterruptible Power System	USV	unterbrechungsfreies Stromversorgungssystem
VSS	video surveillance system	VSS	Videoüberwachungsanlage
W_{DC}	amount of water used in the data centre in m ³ or l	W_{RZ}	im Rechenzentrum verwendete Wassermenge in m ³ oder l
WEEE	Waste electrical and electronic equipment	WEEE	Elektro- und Elektronik-Altgeräte
WRE	Water Re-use Effectiveness	WRE	Effektivität der Wiederverwendung von Wasser
W_{reuse}	amount of water re-used in the data centre in m ³ or l	$W_{wiederverwendet}$	Menge des im Rechenzentrum wiederverwendeten Wassers in m ³ oder l
WUE	Water Usage Effectiveness	WUE	Effektivität der Wasserverwendung
ZD	Zone Distributor	BV	Bereichsverteiler
ZPL	Zone Patching Location	BRO	Bereichsrangierort

Nationaler Anhang NC (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NC.1 (1 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 13160 (alle Teile)	–	DIN EN 13160 (alle Teile)	–
EN 50160:2010 + Cor.:2010	–	DIN EN 50160:2011-02	–
EN 50174-1:2018	–	DIN EN 50174-1 (VDE 0800-174-1):2018-10	VDE 0800-174-1
EN 50174-2:2018	–	DIN EN 50174-2 (VDE 0800-174-2):2018-10	VDE 0800-174-2
CLC/TR 50174-99-1: 2015	–	DIN EN 50174-2 Bbl 1 (VDE 0800-174-2 Bbl 1): 2015-09	VDE 0800-174-2 Bbl 1
EN 50174-3	–	DIN EN 50174-3 (VDE 0800-174-3)	VDE 0800-174-3
EN 50310	–	DIN EN 50310 (VDE 0800-2-310)	VDE 0800-2-310
EN 50600 (alle Teile)	–	DIN EN 50600 (VDE 0801-600) (alle Teile)	VDE 0801-600
EN 50600-1	–	DIN EN 50600-1 (VDE 0801-600-1)	VDE 0801-600-1
EN 50600-2 (alle Teile)	–	DIN EN 50600-2 (VDE 0801-600-2) (alle Teile)	VDE 0801-600-2
EN 50600-2-1	–	DIN EN 50600-2-1 (VDE 0801-600-2-1)	VDE 0801-600-2-1
EN 50600-2-3	–	DIN EN 50600-2-3 (VDE 0801-600-2-3)	VDE 0801-600-2-3
EN 50600-2-4	–	DIN EN 50600-2-4 (VDE 0801-600-2-4)	VDE 0801-600-2-4
EN 50600-2-5	–	DIN EN 50600-2-5 (VDE 0801-600-2-5)	VDE 0801-600-2-5
EN 50600-3 (alle Teile)	–	DIN EN 50600-3 (VDE 0801-600-3) (alle Teile)	VDE 0801-600-3

Tabelle NC.1 (2 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 50600-3-1	–	DIN EN 50600-3-1 (VDE 0801-600-3-1)	VDE 0801-600-3-1
EN 50600-4 (alle Teile)	–	DIN EN 50600-4 (VDE 0801-600-4) (alle Teile)	VDE 0801-600-4
EN 61869-2:2012	IEC 61869-2:2012	DIN EN 61869-2 (VDE 0414-9-2):2013-07	VDE 0414-9-2
EN 60076-11	IEC 60076-11	DIN EN 60076-11 (VDE 0532-76-11)	VDE 0532-76-11
EN 60947 (alle Teile)	IEC 60947 (alle Teile)	DIN EN 60947 (VDE 0660) (alle Teile)	VDE 0660
EN 61000-2-4:2002	IEC 61000-2-4:2002	DIN EN 61000-2-4 (VDE 0839-2-4):2003-05	VDE 0839-2-4
EN 61439 (alle Teile)	IEC 61439 (alle Teile)	DIN EN 61439 (VDE 0660-600) (alle Teile)	VDE 0660-600
EN 61557-12:2008	IEC 61557-12:2007	DIN EN 61557-12 (VDE 0413-12):2008-12	VDE 0413-12
EN 62040 (alle Teile)	IEC 62040 (alle Teile)	DIN EN 62040 (VDE 0558) (alle Teile)	VDE 0558
EN 62053-21:2003 + A1:2017	IEC 62053-21:2003 + A1:2016	DIN EN 62053-21 (VDE 0418-3-21):2017-09	VDE 0418-3-21
EN 62053-22:2003 + A1:2017	IEC 62053-22:2003 + A1:2016	DIN EN 62053-22 (VDE 0418-3-22):2017-09	VDE 0418-3-22
EN 62271-200:2012	IEC 62271-200:2011	DIN EN 62271-200 (VDE 0671-200):2012-08	VDE 0671-200
EN 62305 (alle Teile)	IEC 62305 (alle Teile)	DIN EN 62305 (VDE 0185-305) (alle Teile)	VDE 0185-305
EN 62305-4	IEC 62305-4	DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4)	VDE 0185-305-4
EN 62586-1:2017	IEC 62586-1:2017	DIN EN 62586-1 (VDE 0415-1):2018-07	VDE 0415-1
EN 62586-2:2017	IEC 62586-2:2017	DIN EN 62586-2 (VDE 0415-2):2018-07	VDE 0415-2
EN 62974-1	IEC 62974-1	DIN EN 62974-1 (VDE 0415-974-1)	VDE 0415-974-1
EN 88528-11	IEC 88528-11	DIN EN 88528-11 (VDE 0530-24)	VDE 0530-24
HD 60364 (alle Teile)	IEC 60364 (alle Teile)	DIN VDE 0100 (VDE 0100) (alle Teile)	VDE 0100
–	IEC 60050-131:2002	a	–
–	IEC 60050-691:1973	a	–
–	IEC/TS 60076-20:2017	–	–
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang ND (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 13160 (alle Teile), *Leckanzeigesysteme*

DIN EN 50160:2011-02, *Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen; Deutsche Fassung EN 50160:2010 + Cor.:2010*

DIN EN 50174-1 (VDE 0800-174-1):2018-10, *Informationstechnik – Installation von Kommunikationsverkabelung – Teil 1: Installationsspezifikation und Qualitätssicherung; Deutsche Fassung EN 50174-1:2018*

DIN EN 50174-2 (VDE 0800-174-2):2018-10, *Informationstechnik – Installation von Kommunikationsverkabelung – Teil 2: Installationsplanung und Installationspraktiken in Gebäuden; Deutsche Fassung EN 50174-2:2018*

DIN EN 50174-2 Beiblatt 1 (VDE 0800-174-2 Beiblatt 1):2015-09, *Informationstechnik – Installation von Kommunikationsverkabelung – Teil 2: Installationsplanung und Installationspraktiken in Gebäuden – Beiblatt 1: Fernspeisung; Deutsche Fassung CLC/TR 50174-99-1:2015*

DIN EN 50174-3 (VDE 0800-174-3), *Informationstechnik – Installation von Kommunikationsverkabelung – Teil 3: Installationsplanung und Installationspraktiken im Freien*

DIN EN 50310 (VDE 0800-2-310), *Telekommunikationstechnische Potentialausgleichsanlagen für Gebäude und andere Strukturen*

DIN EN 50600 (VDE 0801-600) (alle Teile), *Informationstechnik – Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren*

DIN EN 50600-1 (VDE 0801-600-1), *Informationstechnik – Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren – Teil 1: Allgemeine Konzepte*

DIN EN 50600-2 (VDE 0801-600-2) (alle Teile), *Informationstechnik – Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren*

DIN EN 50600-2-1 (VDE 0801-600-2-1), *Informationstechnik – Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren – Teil 2-1: Gebäudekonstruktion*

DIN EN 50600-2-3 (VDE 0801-600-2-3), *Informationstechnik – Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren – Teil 2-3: Regelung der Umgebungsbedingungen*

DIN EN 50600-2-4 (VDE 0801-600-2-4), *Informationstechnik – Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren – Teil 2-4: Infrastruktur der Telekommunikationsverkabelung*

DIN EN 50600-2-5 (VDE 0801-600-2-5), *Informationstechnik – Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren – Teil 2-5: Sicherungssysteme*

DIN EN 50600-3 (VDE 0801-600-3) (alle Teile), *Informationstechnik – Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren*

DIN EN 50600-3-1 (VDE 0801-600-3-1), *Informationstechnik – Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren – Teil 3-1: Informationen für das Management und den Betrieb*

DIN EN 50600-4 (VDE 0801-600-4) (alle Teile), *Informationstechnik – Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren*

DIN EN 50600-2-2 (VDE 0801-600-2-2):2019-08

DIN EN 60076-11 (VDE 0532-76-11), *Leistungstransformatoren – Teil 11: Trockentransformatoren*

DIN EN 60947 (VDE 0660) (alle Teile), *Niederspannungsschaltgeräte*

DIN EN 61000-2-4 (VDE 0839-2-4):2003-05, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2-4: Umgebungsbedingungen – Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen in Industrieanlagen (IEC 61000-2-4:2002); Deutsche Fassung EN 61000-2-4:2002*

DIN EN 61439 (VDE 0660-600) (alle Teile), *Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen*

DIN EN 61557-12 (VDE 0413-12):2008-12, *Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 12: Kombinierte Geräte zur Messung und Überwachung des Betriebsverhaltens (IEC 61557-12:2007); Deutsche Fassung EN 61557-12:2008*

DIN EN 61869-2 (VDE 0414-9-2):2013-07, *Messwandler – Teil 2: Zusätzliche Anforderungen für Stromwandler (IEC 61869-2:2012); Deutsche Fassung EN 61869-2:2012*

DIN EN 62040 (VDE 0558) (alle Teile), *Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV)*

DIN EN 62053-21 (VDE 0418-3-21):2017-09, *Wechselstrom-Elektrizitätszähler – Besondere Anforderungen – Teil 21: Elektronische Wirkverbrauchszähler der Genauigkeitsklassen 1 und 2 (IEC 62053-21:2003 + A1:2016); Deutsche Fassung EN 62053-21:2003 + A1:2017*

DIN EN 62053-22 (VDE 0418-3-22):2017-09, *Wechselstrom-Elektrizitätszähler – Besondere Anforderungen – Teil 22: Elektronische Wirkverbrauchszähler der Genauigkeitsklassen 0,2 S und 0,5 S (IEC 62053-22:2003 + A1:2016); Deutsche Fassung EN 62053-22:2003 + A1:2017*

DIN EN 62271-200 (VDE 0671-200):2012-08, *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 200: Metallgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV (IEC 62271-200:2011); Deutsche Fassung EN 62271-200:2012*

DIN EN 62305 (VDE 0185-305) (alle Teile), *Blitzschutz*

DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4), *Blitzschutz – Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen*

DIN EN 62586-1 (VDE 0415-1):2018-07, *Messung der Spannungsqualität in Energieversorgungssystemen – Teil 1: Messgeräte für die Spannungsqualität (IEC 62586-1:2017); Deutsche Fassung EN 62586-1:2017*

DIN EN 62586-2 (VDE 0415-2):2018-07, *Messung der Spannungsqualität in Energieversorgungssystemen – Teil 2: Funktionsprüfungen und Anforderungen an die Messunsicherheit (IEC 62586-2:2017); Deutsche Fassung EN 62586-2:2017*

DIN EN 62974-1 (VDE 0415-974-1), *Erfassungs- und Messsysteme zur Datenerfassung, -Übertragung und -Analyse – Teil 1: Anforderungen an die Geräte*

DIN EN 88528-11 (VDE 0530-24), *Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren – Teil 11: Dynamische, unterbrechungsfreie Stromversorgung – Leistungsanforderungen und Prüfverfahren*

DIN VDE 0100 (VDE 0100) (alle Teile), *Errichten von Niederspannungsanlagen*

Informationstechnik –
Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren –
Teil 2-2: Stromversorgung und Stromverteilung

Information technology –
Data centre facilities and infrastructures –
Part 2-2: Power supply and distribution

Technologie de l'information –
Installation et infrastructures de centres de
traitement de données –
Partie 2-2: Alimentation en énergie et
distribution de l'énergie

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2019-04-29 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

© 2019 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 50600-2-2:2019 D

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort.....	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe und Abkürzungen	10
3.1 Begriffe	10
3.2 Abkürzungen	14
3.3 Symbole	14
4 Konformität	15
5 Stromversorgung und -verteilung in Rechenzentren.....	15
5.1 Funktionelle Elemente	15
5.1.1 Allgemeines	15
5.1.2 Stromversorgung des Rechenzentrums.....	16
5.1.3 Stromverteilung innerhalb des Rechenzentrums	18
5.2 Bemessen von Stromverteilungssystemen	19
6 Verfügbarkeit	19
6.1 Allgemeine Anforderungen	19
6.2 Stromversorgung	20
6.2.1 Kapazitätsplanung	20
6.2.2 Verfügbarkeit der Bereitstellung durch das Versorgungsunternehmen	22
6.2.3 Spannungsqualität.....	22
6.2.4 Last am Netzanschlusspunkt	23
6.2.5 Ausrüstung	24
6.2.6 Planungsoptionen für Verfügbarkeitsklassen.....	26
6.3 Stromverteilung	33
6.3.1 Planung der Leistung	33
6.3.2 Spannungsqualität.....	34
6.3.3 Geräte.....	34
6.3.4 Planungsoptionen für Verfügbarkeitsklassen.....	35
6.4 Einbeziehung der Niederspannungs-Gleichstromverteilung	39
6.5 Zusätzliche Betrachtungen	39
6.5.1 Fehlerstrommessung.....	39
6.5.2 Blitzschutz- und Überspannungsschutz	39
6.5.3 Trennung der Stromverteilungskabel von der informationstechnischen Verkabelung.....	40
6.6 Notausschaltung.....	40
6.6.1 Anforderungen.....	40
6.6.2 Empfehlungen	40

7	Physische Sicherung.....	40
7.1	Allgemeines.....	40
7.2	Zugang	40
7.2.1	Stromversorgung.....	40
7.2.2	Stromverteilung	40
7.2.3	Anschluss von ungenehmigten Endgeräten	41
7.3	Interne Umgebungsereignisse	41
7.3.1	Stromversorgung.....	41
7.3.2	Stromverteilung	41
7.4	Externe Umgebungsereignisse	41
8	Befähigung zur Energieeffizienz und Leistungsverteilung	41
8.1	Allgemeines.....	41
8.2	Granularitätsniveau 1	42
8.2.1	Anforderungen	42
8.2.2	Empfehlungen	43
8.3	Granularitätsniveau 2	43
8.3.1	Anforderungen	43
8.3.2	Empfehlungen	44
8.4	Granularitätsniveau 3	44
8.4.1	Anforderungen	44
8.4.2	Empfehlungen	44
8.5	Verkabelungsinfrastruktur zur Unterstützung der Befähigung zur Energieeffizienz	45
	Literaturhinweise	46

Bilder

Bild 1 – Schematischer Zusammenhang zwischen den Normen der Reihe EN 50600	7
Bild 2 – Funktionelle Elemente der Stromversorgung.....	17
Bild 3 – Typen von Steckdosen, die von dem Stromverteilungssystem versorgt werden	18
Bild 4 – Beispiel eines Einzelpfades zu den Primärverteilungseinrichtungen mit einer Einzelquelle (Klasse 1)	28
Bild 5 – Beispiel eines Einzelpfades zu den Primärverteilungseinrichtungen mit redundant ausgelegter Quelle (Klasse 2).....	28
Bild 6 – Beispiel mit mehreren Pfaden zu den Primärverteilungseinrichtungen mit redundant ausgelegten Quellen (Klasse 3).....	30
Bild 7 – Beispiel mit mehreren Pfaden zu den Primärverteilungseinrichtungen mit mehreren Quellen (Klasse 4)	32
Bild 8 – Beispiel eines Einzelpfad-Stromverteilungssystems (Klasse 1)	36
Bild 9 – Beispiel eines Einzelpfad-Stromverteilungssystems mit Redundanz (Klasse 2)	37
Bild 10 – Beispiel einer Lösung mit mehreren Pfaden mit Möglichkeit der Instandsetzung im laufenden Betrieb (Klasse 3).....	38