

Quelle: Claus Strobel

Grundlagen Netzwerktechnik (7)

Normative Grundlagen der Netzwerkverkabelung

Ausgangspunkt für diese Reihe sind unter anderem zwei Normen, die für den Netzwerktechniker eine große Bedeutung haben: EN 50173 Teil 1 bis Teil 6 sowie EN 50174-2. Aus beiden stellt dieser Beitrag wichtige Aspekte dar.

Beginnen wir mit den Anforderungen der DIN EN 50173 »Informationstechnik – Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen«. Sie umfasst insgesamt 6 Teile, die im Folgenden erläutert werden. Zuvor noch eine kurze Wiederholung: die Abkürzung *MICE* steht für die vier Parameter

- *Mechanical* (Schock, Torsions- und Schlagfestigkeit)
- *Ingress* (Schutz vor Eindringen von Gegenständen)
- *Climatic* (klimatische Widerstandsfähigkeit) und
- *Electromagnetic* (Störfestigkeit gegen EMV-Einflüsse).

Teil 1 – Allgemeine Anforderungen (EN 50173-1)

Zu den allgemeinen Anforderungen gehören elektrische und optische Übertragungs- und Installationswege sowie die Klassifizierung der Umgebung, die Anforderungen an die Baugruppen und die unterstützten Anwendungen (strukturierte, dienstneutrale Verkabelung). Weitere spezifische Ergänzungen folgen in den Teilen 2 bis 6.

Teil 2 – Bürobereiche (EN 50173-2)

Dem Bürobereich sind die Arbeitsbereiche wie Forschung, Entwicklung, Banken, Versicherungen, Hochschulen, Krankenhäuser, Hotels, Flughäfen zuzuordnen. Dabei stehen Aufgaben zur Vernetzung von PCs, Telefonen, Druckern, Multimediaanwendungen, die Integration von PoE (Power-over-Ethernet) beispielsweise für IP-Kameras, IP-Telefone oder Access Points im Mittelpunkt.

Zum Einsatz kommen hier LWL- und Kupferleitungen. Gegenüber dem allgemeinen Teil, der EN 50173-1, gibt es Anpassungen an der Gesamtstruktur. So versorgen Sammelpunkte im Tertiärbereich (z. B. in Großraumbüros) max. 12 Arbeitsplätze. Ein Etagenverteiler ist für jeweils 1000 m² Bürofläche auszulegen. Empfohlen werden hierzu redundante Verkabelungen, die jeden Arbeitsplatzrechner mit einer Doppeldatendose mit dem Firmennetzwerk verbinden. Es sind auch 4- (zur Not 2-) paarige Daten- oder 2-adrige LWL-Kabel zu verwenden. Ein informationstechnischer Anschluss sollte für die Mehrplatznutzung mit max. 12 Arbeitsplätzen ausgestattet sein.

Bürobereiche wurden mit niedrigen Umgebungsanforderungen (*MIIICIEI*) bewertet. Die Anforderungen an die Linkklassen A bis FA sind für den Primär-/Sekundärbereich für symmetrische Übertragungsstrecken vorzunehmen und entsprechen der EN 50173-1. Die Klasse D wurde für den Einsatz in Bürobereichen gegenüber der älteren EN 50173-2 gestrichen. Falls es die Netzanwendung erfordert, sollten die Übertragungskomponenten im Tertiärbereich mindestens Klasse EA entsprechen.

GG45- und Tera-Stecker können bei symmetrischen Verkabelungen zum Einsatz kommen. LWL können im Primär-/Sekundär-/Tertiärbereich mit LC-Duplex-, LC-Simplex- oder SC-Duplex-Steckverbindern (bei installierter Basis) verwendet werden (OM3, OM4, OM5, OS1a, OS2).

Autor:
Claus Strobel, Dozent für IT/ET; mit Schwerpunkt Netzwerktechnik am etz Stuttgart

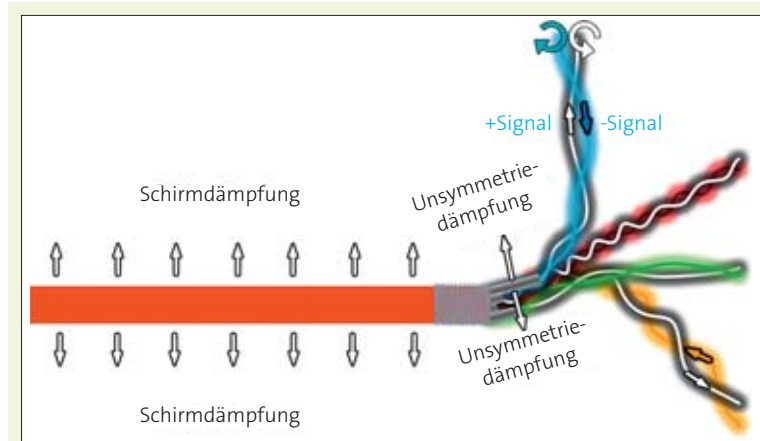


Bild 1: Prinzip der Unsymmetriedämpfung

Quelle: C. Strobel

Teil 3 – Industriell genutzte Bereiche (EN 50173-3)

Das industrielle Umfeld wird gegenüber anderen Bereichen durch Steuerungen, Bedienelemente zur Unterstützung von Fertigungsprozessen in Fertigungshallen, Produktions-, Montage-, Laborräumen, Lager- und Logistikflächen, Chemieanlagen, Bohrseln u.a. geprägt. Besonders die Feldebene, die bisher aus herstellerspezifischen Lösungen besteht, soll auf Ethernet umgestellt und standardisiert werden. Die Datentechnik ist besonderen Anforderungen wie Echtzeitverhalten (z.B. Not-Aus) und extremen Umwelteinflüssen wie Vibration, Temperatur, Gase ausgesetzt.

Der hohe Leistungsbedarf von Motoren, Heizungen und Lüftungsanlagen verursacht extreme elektromagnetische Einflüsse auf die Datenleitungen. Vollgeschirmte Verkabelungen sind zwingend erforderlich. Nach dem Etagenverteiler existiert ein Zwischenverteiler, der die Kommunikation zwischen verschiedenen Betriebsmitteln bzw. Arbeitsinseln übernimmt. Hohe Anforderungen von M3I3C3E3 bestehen für den Zwischenbereich.

Zum Schutz vor mechanischen Einflüssen werden Stecker und Gehäuse mit Schutzart IP 65/67 empfohlen. Der Steckverbinder RJ45 oder noch besser M12-Rundsteckverbinder mit Schraubverriegelung nach M2I2C2E2 / M3I3C3E3 sind zu verwenden. Bei LWL sind LC-Duplex-/Simplex oder SC-Duplex-/Simplex-Stecker mit Schutzgehäuse nach OM3, OM4, OM5, OS1a, OS2 zu empfehlen.

Teil 4 – Wohnungen (EN 50173-4)

Ein- und Mehrfamilienhäuser sind Bestandteil des vierten Teils. Unterschiedliche Dienste für Familien wie Tele-

fonie, Fax, Fernsehen, Radio, Internet, Türöffner, Sicherheit und Überwachung, Notrufe, Bildübertragungen, Gebäudesteuersysteme (Heizung, Lüftung, Klima, Smart Home) müssen geeignet vernetzt werden. Alte koax-basierte Verbindungen sollen in Zukunft auch IP-standardisiert (IP-TV, SAT-IP) werden. Dies betrifft den Bereich Informations- und Kommunikationstechnik (IuK), der über symmetrische Kupferverkabelungen mit vier oder zwei Aderpaaren verlegt wird. Hier sind auch LWL möglich.

Ein anderer Bereich ist die Rundfunk- und Kommunikationstechnik (RuK), die mit symmetrischen Kupferverkabelungen mit vier Aderpaaren, mindestens ein Aderpaar, koaxialen Verkabelungen oder auch LWL möglich sind. Die Umweltbedingungen in Wohnungen erfordern MIIIC1E1.

Teil 5 – Rechenzentren (EN 50173-5)

Das Rechenzentrum ist der Kern einer IT-Infrastruktur. Von hier aus werden Produktions-, Verwaltungs- und Dienstleistungsvorgänge gesteuert. Ausfälle verursachen großen wirtschaftlichen Schaden. Ein wichtiges Kriterium ist hier die 24/7-Verfügbarkeit. Hohes Volumen an Datenverbindungen und Dienste für eine hohe Anzahl von Nutzern, intern und außerhalb, muss bereitgestellt werden. Dafür sind redundante Netzsysteme erforderlich, die teilweise maschenartig strukturiert sind.

Die Richtlinie sieht vor, dass Patchkabel und deren Länge minimiert werden sollen. Mindestens ein Hauptverteiler ist in einem Rechenzentrum erforderlich. Die maximale Übertragungsstrecke ist mit Einhaltung der Kategorie EA, F, FA auf 100m vorgesehen. Bei Übertragungsstrecken für Netze mit mindestens 10Gbit/s genügt die Klasse EA. Bei 25-/40-Gbit/s-Verbindungen sind die Streckenangaben bei max. 30m angegeben. Die Verkabelung erfolgt mit symmetrischen Datenleitungen oder LWL (OM3, OM4, OM5, OS1a, OS2).

Bei LWL-OS-Verbindungen sieht die Richtlinie LC APC Simplex- oder Duplex-Stecker vor. Von 2 bis 12 LWL in Reihe montiert, wird die Bauart MP0 vorgegeben; bei bis zwei LWL-Leitungen sind Stecker der Bauart 20-5 LC-Duplex vorgesehen.

Teil 6 – Verteilte Gebäudedienste (EN 50173-6)

Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen sind für eine große Anzahl von unspezifischen Diensten innerhalb von Gebäuden oder Gebäudekomplexen an einem Standort festgelegt. Hier werden ferngespeiste Geräte für Telekommunikation, Antennensysteme, Energiemanagement (Zählerablesung durch Energieversorger, Straßenbeleuchtung, Stromverteilung des Energieversorgers), Überwachungskameras, Zeiterfassung der Mitarbeiter, elektronische Leitsysteme, Alarm- und Brandmeldesysteme, Patientenüberwachung, Steuerung von Klima, intelligente Gebäudeleitsysteme eingesetzt. Die Richtlinie ist für Flächen bis 10km² vorgesehen. Auch hier gibt es Anpassungen bezüglich der strukturierten Verkabelung.

Bisher erschienene Beiträge der Reihe »Grundlagen der Netzwerktechnik«

Teil 1 in »de« 13.–14.2020: »Historische Entwicklung – die Entstehung der Netzwerktechnik«
 Teil 2 in »de« 17.2020: »Möglichkeiten der Gebäudevernetzung«
 Teil 3 in »de« 19.2020: »Kabeltypen für die Gebäudevernetzung – Kupfer oder Glasfaser?«

Teil 4 in »de« 21.2020: »Verlegung von Datenleitungen nach EN 50173 – Anforderungen«
 Teil 5 in »de« 1-2.2021: »Einfügedämpfung und Linkklassen«
 Teil 6 in »de« 4.2021: »Umgang mit Steckern, Leitungen und E-Dat-Modulen«

Quelle: DIN EN 50174-2, Tabellen 7 und 8

Trennklasse	Kopplungsdämpfung bei geschirmten Datenleitungen 30 MHz bis 100 MHz	Ohne Trennwände	Offener, metallener Kanal	Lochblechkanal	Massiver metallener Kanal
d	>= 80 dB	10 mm	8 mm	5 mm	0 mm
c	>= 55 dB	50 mm	38 mm	25 mm	0 mm
b	>= 40 dB	100 mm	75 mm	50 mm	0 mm
a	<40 dB	300 mm	225 mm	150 mm	0 mm

Quelle: DIN EN 50174-2 (Tabelle 9)

Anzahl der Stromkreise	Faktor P
1 bis 3	0,2
4 bis 6	0,4
7 bis 9	0,6
10 bis 12	0,8
13 bis 15	1,0
16 bis 30	2
31 bis 45	3
46 bis 60	4
61 bis 75	5
> 75	6

Teilaspekte der EN 50174-2

Allgemein formuliert beinhaltet die EN 50174-2 »Installationsplanung und Installationspraktiken in Gebäuden« Festlegungen zur Planungs- und Installationsphase einer Kommunikationskabelanlage in Gebäuden. Hierzu zählen auch alle eventuell zu berücksichtigenden EMV-relevanten Gesichtspunkte. Auch Datenleitungen müssen vor äußeren elektromagnetischen Störeinflüssen geschützt werden. Energieleitungen, die in den gleichen Leitungsführungssystemen liegen, könnten einen dementsprechenden Einfluss haben. Deswegen beschreibt die Norm u.a. Mindesttrennabstände zwischen Daten- und Energieleitungen.

Drei Begriffe tauchen in diesem Zusammenhang immer wieder in der Fachliteratur auf: Kopplungs-, Unsymmetrie- und Schirmdämpfung. Während die Schirmdämpfung die elektromagnetische Beeinflussung der gesamten Leitung charakterisiert, beschreibt die Unsymmetriedämpfung die Wirkung der elektromagnetischen Verhältnisse auf den Aderpaarschirm. Die Kopplungsdämpfung wiederum umfasst beides (**Bild 1**).

Unsymmetriedämpfung (IEC 62153-4-4)

Beim *symmetrischen* Betrieb von geschirmten, symmetrischen Aderpaaren fließt ein positiver Strom durch eine Ader und in gleicher Stärke ein negativer Strom durch die andere Ader (Gegentaktbetrieb; Differential-Mode). Über den Schirm fließt kein Strom. Äußere Störeinflüsse wirken auf beide Adern und gleichen sich weitestgehend aus. Beim *unsymmetrischen* Betrieb fließen durch beide Paare die Hälfte des Stromes, allerdings der Gesamtstrom zurück über den Schirm (Gleichtaktbetrieb wie bei einer Koaxleitung; Common-Mode). Das Verhältnis der Leistungen beider Betriebsarten (Gegentakt / Gleichtakt) zueinander charakterisiert den Wert der Unsymmetriedämpfung.

Bei einer idealen Leitung entstehen keine Störungen durch Längsströme. Die Unsymmetriedämpfung kennzeichnet die Fähigkeit der Leitung, Längsströme zu unterdrücken und bewertet die Verseilung der Aderpaare.

Schirmdämpfung (IEC 62153-4-4)

Die Schirmdämpfung ist ein Maß für die Qualität eines Schirms. Dabei übernimmt der Schirm die Funktion eines Faraday'schen Käfigs. Er schützt den umgebenden Raum vor dem umgebenden elektromagnetischen Feld. Für die Wertermittlung der Schirmdämpfung wird die Leistungsdichte einer Leitung ohne Schirm im Verhältnis zur Leistungsdichte einer Leitung mit Schirm gesetzt. Somit gibt die Schirmdämpfung an, wie stark ein Signal durch den Schirm nach außen strahlt.

Kopplungsdämpfung (IEC 62153-4-9)

Die Kopplungsdämpfung bezieht sich auf den gesamten Schutz vor elektromagnetischer Beeinflussung und impliziert die Schirmdämpfung und die Unsymmetriedämpfung. Die EN 50174-2 legt fest, wie groß die Abstände sein müssen, damit die gemeinsame Verlegung zwischen Daten- und Energieleitungen störungsfrei erfolgt.

Die **Tabelle 2** zeigt eine Übersicht der Mindesttrennabstände *S* in Abhängigkeit von der Trennklasse, sowie die Beschaffenheit des Kabelführungssystems. Datenleitungen der Kategorie 7 oder 7A entsprechen nach EN 50288-4-1 und EN 50288-9-1 der Trennklasse d. Die Spalte Lochblechkanal kann auch durch geschirmte Stromleitungen erreicht werden. Die installierten Kabel müssen mindestens 1cm unterhalb der Oberkante liegen, um den Anforderungen in Spalte »Lochblechkanal« zu genügen. Die Anforderungen des »massiven metallenen Kanals« kann auch durch ein 1,5 mm dickes Installationsrohr aus Stahl erreicht werden. Nichtmagnetische Werkstoffe wie Edelstahl, Aluminium lassen sich nicht als Rohr nutzen.

Je nach Anzahl der Energieleitungen bzw. Stromkreise wird der Mindestabstand über den sogenannten Korrekturfaktor *P* angepasst (**Tabelle 3**). In der Tabelle wurde der Stromkreis als einphasig, für 230 V und 20 A vorgesehen. Bei einer geringeren Wechsel- oder Gleichspannung wie 230 V gilt die Strommessung als Bewertungsgrundlage. Sollte ein Stromkreis mehr als 20 A führen, wird das Vielfache von 20 A als Wert zur »Anzahl der Stromkreise« hinzugezählt. Dreiphasige Leitungen werden wie drei einzelne Leitungen behandelt.

(Fortsetzung folgt)

Lichttechnik für Meister

Künstliche Beleuchtungen (6)

In diesem abschließenden Teil der Reihe geht es um die Einhaltung der unterschiedlichen Beleuchtungskriterien bei der Beleuchtung von Räumen, Plätzen oder Verkehrswegen. Dies lässt sich durch unterschiedliche Beleuchtungskonzepte realisieren.

Autor:
Rainer Litzki, freier
Fachautor

Basis für die Kombination aus Beleuchtungskriterien und Beleuchtungskonzepten sind die Nutzung der Räume, Plätze und Verkehrswege, die Tätigkeiten in den Räumen, auf den Plätzen und Verkehrswegen und die Positionen der Seh-, Umgebungs- und Hintergrundbereiche bzw. Arbeitsplatz- und Umgebungsbereiche in den Räumen, auf den Plätzen und auf den Verkehrswegen.

Drei Beleuchtungskonzepte realisierbar

Ausgehend von diesen ersten Informationen sind prinzipiell drei Beleuchtungskonzepte oder eine Kombination dieser realisierbar:

- Beleuchtungskonzept I: Eine auf den Raum oder Fläche bzw. Arbeitsraum oder Arbeitsfläche bezogene Beleuchtung
- Beleuchtungskonzept II: Eine auf den Sehbereich bzw. Arbeitsplatzbereich bezogene Beleuchtung
- Beleuchtungskonzept III: Eine auf Teile des Sehbereiches bzw. Arbeitsplatzbereiches bezogene Beleuchtung.

Für die Seh- bzw. Arbeitsplatzbereiche und deren Umgebungs- und Hintergrund- bzw. Umgebungsbereiche fordern die Normen bzw. Arbeitsstättenregeln, abhängig von der Nutzung und den Tätigkeiten, abgestufte Mindestwerte bei den Beleuchtungsstärken und Leuchtdichten (s. Teile 4 und 5 der Reihe in »de« 1-2.2021 und 4.2021). Zum Teil, besonders bei Tätigkeiten mit großen Sehanforderungen, sind die Unterschiede zwischen den Mindestwer-

ten der Beleuchtungsstärke und Leuchtdichte extrem. Dieses ist auch aus den folgenden Beispielen und Erläuterung zu den drei Beleuchtungskonzepten zu erkennen.

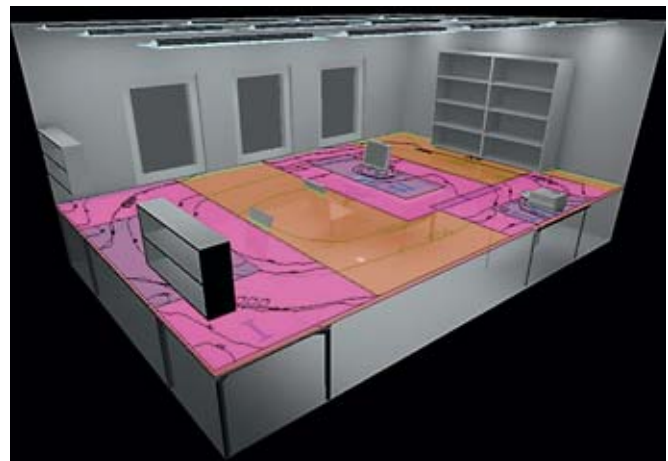
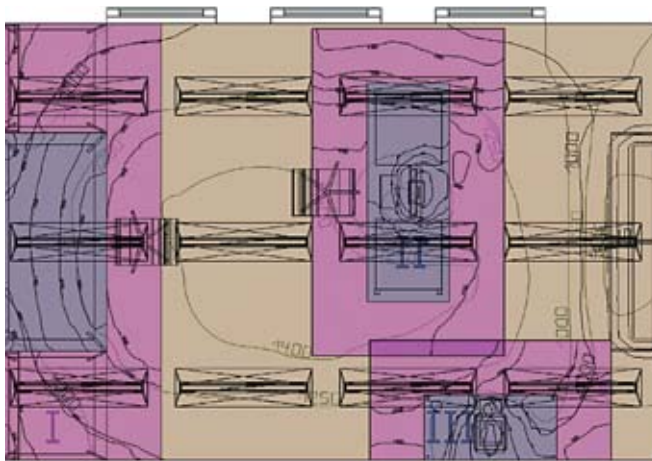
Das Beispiel ist ein Raum bzw. Arbeitsraum mit mehreren Seh- bzw. Arbeitsplatzbereichen (**Aufmacherbild** unten) und den in **Tabelle 14** zu findenden Mindestwerten für diese Bereiche:

- Seh- bzw. Arbeitsplatzbereich I: normale und sehr feine Montagearbeiten
- Seh- bzw. Arbeitsplatzbereich II: Lesen und Schreiben
- Seh- bzw. Arbeitsplatzbereich III: Kopieren und Archivieren.

Erforderliche Leistungen und entstehende Kosten

Beim **Beleuchtungskonzept I** wird ein Raum oder eine Fläche bzw. ein Arbeitsraum oder eine Arbeitsfläche einheitlich beleuchtet. Es gelten bei unterschiedlichen Seh- bzw. Arbeitsplatzbereichen die Mindestwerte nach Norm bzw. Arbeitsstättenregel für den Seh- bzw. Arbeitsplatzbereich gemäß den größten Sehanforderungen. In dem Beispiel ist es der Seh- bzw. Arbeitsplatzbereich I (**Bilder 21a, 21b und Tabelle 15**). Zusammen sind 12 Leuchten mit einer Gesamt-Leistung von 372 W und einem Gesamt-Lichtstrom von 50030 lm erforderlich. Ohne Berücksichtigung einer möglichen natürlichen Beleuchtung führt das zu einem Energieverbrauch von 840 kWh und Energiekosten von 251 € pro Jahr.





Quelle: alle Bilder R. Litzki

Tabelle 14: Mindestwerte Raum / Arbeitsraum

Tätigkeit	Seh- bzw. Arbeitsplatzbereich		Umgebungsbereich	
	Beleuchtungsstärke E_m	Gleichmäßigkeit U_o	Beleuchtungsstärke E_m	Gleichmäßigkeit U_o
normale Montagearbeiten	500 lx	> 0,6	300 lx	> 0,4
sehr feine Montagearbeiten	1000 lx	> 0,7	500 lx	> 0,4
lesen und schreiben	500 lx	> 0,6	300 lx	> 0,4
kopieren und archivieren	300 lx	> 0,4	200 lx	> 0,4

Bilder 21a und 21b:
Beleuchtung bezogen auf den Raum- bzw. Arbeitsraum

Tabelle 15: Beleuchtungswerte bezogen auf den Raum / Arbeitsraum

Tätigkeit	Seh- bzw. Arbeitsplatzbereich		Umgebungsbereich	
	Beleuchtungsstärke E_m	Gleichmäßigkeit U_o	Beleuchtungsstärke E_m	Gleichmäßigkeit U_o
normale Montagearbeiten und sehr feine Montagearbeiten	1131 lx	0,75	1090 lx	0,50
lesen und schreiben	1336 lx	0,77	1324 lx	0,77
kopieren und archivieren	893 lx	0,51	1187 lx	0,70

Beim **Beleuchtungskonzept II** wird jeder Sehbereich bzw. Arbeitsplatzbereich uneinheitlich beleuchtet. Es gelten bei unterschiedlichen Seh- bzw. Arbeitsplatzbereichen die Mindestwerte nach Norm bzw. Arbeitsstättenregel für die einzelnen Seh- bzw. Arbeitsplatzbereiche gemäß den einzelnen Sehanforderungen. In dem Beispiel sind es die Seh- bzw. Arbeitsplatzbereiche I, II und III (Bilder 22a, 22b und Tabelle 16). Zusammen sind 6 Leuchten mit einer Gesamt-Leistung von 186 W und einem Gesamt-Lichtstrom von 25020 lm erforderlich. Ohne Berücksichtigung einer möglichen natürlichen Beleuchtung führt das zu einem Energieverbrauch von 420 kWh und Energiekosten von 126 € pro Jahr.

Das **Beleuchtungskonzept III** basiert auf einer der beiden anderen Varianten. Nur werden zusätzlich innerhalb eines Seh- bzw. Arbeitsplatzbereiches Teilflächen für Tätigkeiten mit unterschiedlichen Sehanforderung **separat** beleuchtet. Es gelten für diese auch unterschiedliche Mindestwerte nach Norm bzw. Arbeitsstättenregel. In dem Beispiel ist es der Seh- bzw. Arbeitsplatzbereich III mit Teilflächen für normale und sehr feine Montagearbeiten (Bilder 23a, 23b und Tabelle 17). Zusammen sind 5 Leuchten mit einer Gesamt-Leistung von 155 W und ei-

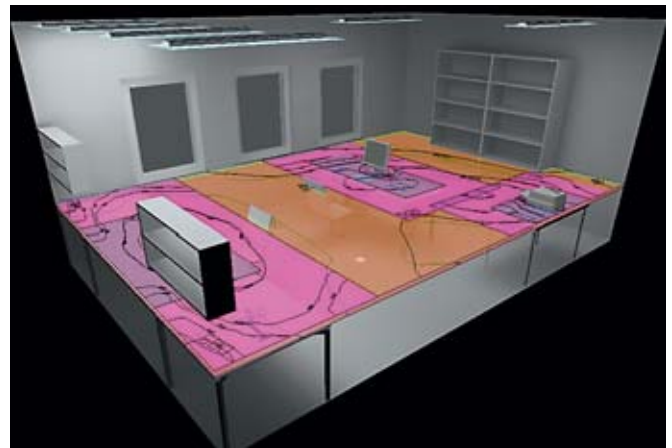
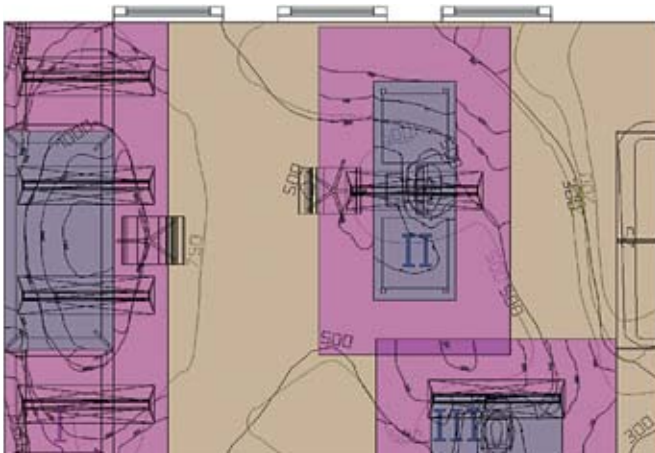
nem Gesamt-Lichtstrom von 20850 lm erforderlich. Ohne Berücksichtigung einer möglichen natürlichen Beleuchtung führt das zu einem Energieverbrauch von 350 kWh und Energiekosten von 105 € pro Jahr.

Des Weiteren ist auch eine Kombination der drei Beleuchtungskonzepte möglich.

Wahl des idealen Beleuchtungskonzepts

Entscheidend für die Wahl des idealen Beleuchtungskonzeptes können funktionelle und ökonomische Aspekte sein. Zu diesen zählen:

- Sind die Nutzungen und Tätigkeiten von und in Räumen, auf Plätzen oder Verkehrswegen bekannt und können sich diese während des Betriebes ändern?
- Sind die Positionen der Seh- bzw. Arbeitsplatzbereiche in den Räumen, auf den Plätzen und auf den Verkehrswegen bekannt und können sich diese während des Betriebes ändern?
- Wie unterscheiden sich die Mindestwerte nach der Norm bzw. der Arbeitsstättenregel für die Seh- bzw. Arbeitsplatzbereiche?
- Wie unterscheiden sich die Errichtungskosten, wie Material- und Personalkosten?



Bilder 22a und 22b:
Beleuchtung bezogen
auf den Seh- bzw. Ar-
beitsplatzbereich

Tabelle 16: Beleuchtungswerte bezogen auf den Seh- / Arbeitsplatzbereich

Tätigkeit	Seh- bzw. Arbeitsplatzbereich		Umgebungsbereich	
	Beleuchtungsstärke E_m	Gleichmäßigkeit U_o	Beleuchtungsstärke E_m	Gleichmäßigkeit U_o
normale Montagearbeiten und sehr feine Montagearbeiten	1026 lx	0,78	843 lx	0,52
lesen und schreiben	533 lx	0,72	487 lx	0,53
kopieren und archivieren	438 lx	0,53	510 lx	0,71

Tabelle 17: Beleuchtungswerte bezogen auf Teile des Seh- / Arbeitsplatzbereichs

Tätigkeit	Seh- bzw. Arbeitsplatzbereich		Umgebungsbereich	
	Beleuchtungsstärke E_m	Gleichmäßigkeit U_o	Beleuchtungsstärke E_m	Gleichmäßigkeit U_o
normale Montagearbeiten	592 lx	0,52	582 lx	0,77
sehr feine Montagearbeiten	1050 lx	0,83	834 lx	0,87
lesen und schreiben	501 lx	0,71	451 lx	0,52
kopieren und archivieren	422 lx	0,52	485 lx	0,72

- Wie unterscheiden sich die Betriebskosten, wie Energie- und Wartungskosten?

Empfehlungen als Resultat

- **Beleuchtungskonzept I** bei Räumen, Plätzen oder Verkehrswegen mit gleichen und raum- oder platzfüllenden Seh- bzw. Arbeitsplatzbereichen mit gleichen Mindestwerten nach Norm bzw. Arbeitsstättenregel.
- **Beleuchtungskonzept II** bei Räumen, Plätzen oder Verkehrswegen mit nicht gleichen oder nicht raum- oder platzfüllenden Seh- bzw. Arbeitsplatzbereichen mit nicht gleichen Mindestwerten nach Norm bzw. Arbeitsstättenregel.

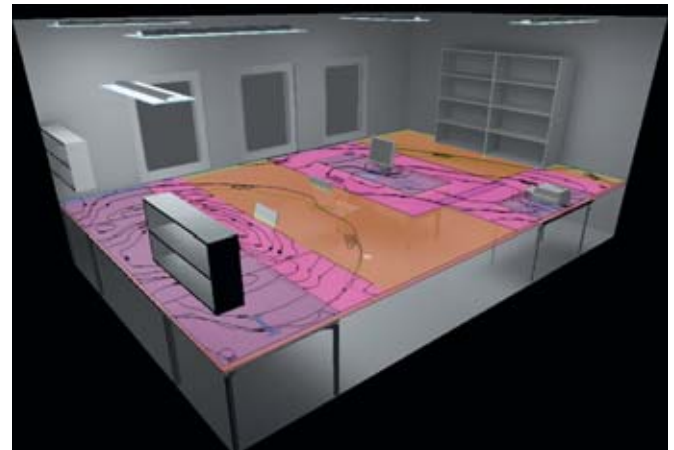
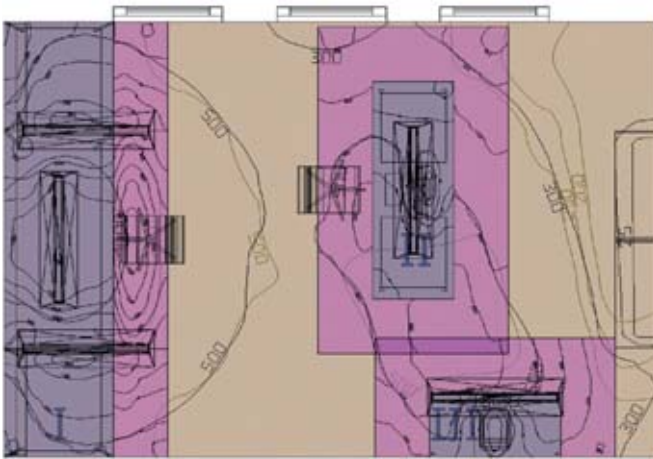
- **Beleuchtungskonzept III** bei Seh- bzw. Arbeitsplatzbereichen für Tätigkeiten mit unterschiedlichen Sehanforderungen und großen Unterschieden zwischen den Sehanforderungen innerhalb des Seh- bzw. Arbeitsplatzbereiches.
- Eine **Kombination von Beleuchtungskonzept I und II oder III** bei unbekannter Nutzung, unbekanntenen Tätigkeiten oder Positionen von Seh- bzw. Arbeitsplatzbereichen in Räumen, Plätzen und Verkehrswegen – **oder** – wechselnder Nutzung, wechselnden Tätigkeiten oder Positionen in Räumen, Plätzen und Verkehrswegen während des Betriebes.

Zur Realisierung der Beleuchtung wird letztere auf zwei Phasen verteilt:

- Eine **Basis-Beleuchtung** während der **Errichtung** der baulichen Anlage: Es werden nur Leuchten nach dem Beleuchtungskonzept I zur Sicherstellung entweder der Mindestwerte der Seh- bzw. Arbeitsplatzbereiche bei üblicher Nutzung oder üblichen Tätigkeiten **oder** der Mindestwerte für die Umgebungsbereiche der Seh- bzw. Arbeitsplatzbereiche bei üblicher Nutzung oder üblichen Tätigkeiten montiert und installiert.

Sämtliche Beiträge der Reihe »Künstliche Beleuchtungen«

- Teil 1, »de« 15-16.2020: Normen und Vorschriften für die Errichtung
- Teil 2, »de« 18.2020: Fachbegriffe der Beleuchtungstechnik
- Teil 3, »de« 20.2020: Leuchten und deren Eigenschaften
- Teil 4, »de« 22.2020: Beleuchtungskriterien und -Parameter
- Teil 5, »de« 4.2021: Relevante Kriterien für den Sehkomfort
- Teil 6, »de« 6.2021: Beleuchtungskonzepte für Räume, Plätze und Verkehrswege



- Eine **Zusatz-Beleuchtung** während der **Einrichtung** der baulichen Anlage: Es werden zusätzliche Leuchten nach dem Beleuchtungskonzept II oder III zur Sicherstellung der Mindestwerte für die wirkliche Nutzung, wirklichen Tätigkeiten und Positionen der Seh- bzw. Arbeitsplatzbereiche dazu gegeben. Diese zusätzlichen Leuchten können fest montierte und installierte Leuchten, wie z.B. in ein Leuchtenband integrierte Leuchten oder mobile Leuchten, wie z.B. Stehleuchten (Boden / Tisch), sein. Auch mit der Einrichtung, mit Maschinen oder Geräten verbundene Leuchten sind möglich. Bei wechselnder Einrichtung von Räumen, Plätzen und Verkehrswegen während des Betriebes sind mobile Leuchten eine optimale Lösung.

Zusätzlich sind die Aspekte der Errichtungs- und Betriebskosten weitere Argumente für die Wahl eines Beleuchtungskonzeptes. Das trifft besonders bei großen

Differenzen zwischen den Mindestwerten für die einzelnen Seh- und Arbeitsplatzbereiche zu. In dem o. a. Beispiel lassen sich z.B. die Leuchtenkosten um 50,0 % bzw. 58,3 % und die Energiekosten um 49,8 % bzw. 58,2 % bei dem Beleuchtungskonzept II bzw. dem Beleuchtungskonzept III gegenüber dem Beleuchtungskonzept I senken. Anmerkung: Der Energieverbrauch und die Energiekosten wurden nach DIN EN 15193-1: »Energetische Bewertung von Gebäuden – Energetische Anforderungen an die Beleuchtung« berechnet.

Mit diesem Teil sind die theoretischen Voraussetzungen geschaffen, eine, am individuellen Bedarf ausgerichtete, Planung einer künstlichen Beleuchtung realisieren zu können. In zukünftigen Beiträgen wird die praktische Herangehensweise in den Fokus gestellt.

Bilder 23a und 23b: Beleuchtung bezogen auf Teile des Seh- bzw. Arbeitsplatzbereiches

(Ende der Beitragsreihe)

Technisches Englisch (33)

First things first



Bild: »It's always great to have an expert providing explanations when you're a newbie and can't make head or tail of things« – Lucy bekommt Unterstützung; lesen Sie den neuen Beitrag wie immer auf unserer Webseite www.elektro.net → Ausbildung → Technisches Englisch

Quelle: Steffen Boiselle / www.agiro.de