



# ELEKTRO PRAKTIKER

## WIRTSCHAFTLICHE KABELDIMENSIONIERUNG

Mehr Kabel kostet weniger

Eine Beitragsserie aus der Fachzeitschrift ep ELEKTROPRAKTIKER  
(Ausgabe 09/2016 – 12/2016)



DOSSIER

## INTERVIEW MIT S. FASSBINDER

5

S. Fassbinder:

### MEHR KABEL KOSTET WENIGER

#### Ansatz 1: Mittelwert-Hypothese 7

Wohngebäude.....	7
Büro-Etage .....	9
Industriebetrieb .....	10
Auffälligkeiten .....	10
Umgang mit Auffälligkeiten .....	10

#### Ansatz 2: Einbezug vorhandener Lastprofile 11

„Jahres-Effektivwert“ .....	11
Jahres-Scheitelfaktor .....	12
Jahres-Formfaktor .....	12
Auffälligkeiten, Randbedingungen, Beurteilung .....	12
Ergebnisse .....	12

#### Versuch der Entwicklung einer Methode 13

Beispiel 1: Das Wohngebäude .....	13
Beispiel 2: Das Büro .....	15
Auffälligkeiten, Besonderheiten, weiteres Vorgehen .....	16
Sonderverstragskunden .....	16

#### Entwurf einer Methode – Zusammenfassung 17

Tarifikunden .....	17
Sonderverstragskunden .....	17

#### Alter Helfer: Blindleistungskompensation 18

Randbedingungen, Einschränkungen und Vereinfachungen .....	18
Vorgehensweise .....	19
Ergebnisse .....	19
Weitere Beobachtungen .....	19
Schlüsse .....	20

#### Helfer 2: Der Spannungsfall 21

#### Helfer 3: Die Abschaltbedingungen 22

#### Helfer 4: Die Selektivität 22



Quelle: dima\_pics/Fotolia.com

<b>Helfer 5: Die Lastprofile</b>	22
<b>Helfer 6: Netzurückwirkungen</b>	22
<b>Helfer 7: E-Mobilität und andere Dauerlasten</b>	22
<b>Ausblick</b>	23

## LESERANFRAGEN

Spannungsfall und Installationszonen .....	24
Querschnitt der Schutzpotentialausgleichsleiter .....	27
Halogenfreie Kabel für die Erdverlegung .....	28

F. Schmidt:

## VERLEGEBEDINGUNGEN FÜR KABEL UND LEITUNGEN

<b>Verlegung in Elektroinstallationsrohren</b>	29
<b>Verlegung in Beton</b>	29
<b>Befestigungsabstände bei offener Verlegung</b>	29
<b>Befestigungselemente</b>	29
<b>Flexible Leitungen</b>	30
DIN EN 50565-1, DIN EN 50565-2, DIN VDE 0298-3, DIN VDE 0100-520 .....	30
<b>Trennanforderungen</b>	30
<b>Verbindungen</b>	31
<b>Installationszonen</b>	31
Waagerechte und senkrechte Installationszonen in Innenwänden .....	31
Installationszonen auf Decken (Fußböden) .....	32
Installationszonen an der Außenseite von Außenwänden .....	32
<b>Schlitze und Aussparungen in Mauerwerk</b>	33
Nachträglich hergestellte horizontale Schlitze und Aussparungen .....	33
Nachträglich hergestellte vertikale Schlitze und Aussparungen .....	33
Aussparungen für Gerätedosen .....	33
<b>Der Schallschutz</b>	35
<b>Der Brandschutz</b>	35
<b>Impressum</b>	38

# Enormes Sparpotential bei Kabel- und Leitungsanlagen

## Auswirkung von Querschnitt und Auslastung

Energieeffizienzfragen halten verstärkt in Normung und praktischer Anwendung bei der elektrotechnischen Infrastruktur Einzug. Ob nun Energiemanagement, Energieaudits, Ökodesign oder DIN VDE 0100-801 zur Energieeffizienz von Niederspannungsanlagen – die Bedeutung wächst. Dipl.-Ing. Stefan Fassbinder, langjähriger ep-Autor und Berater für elektrotechnische Anlagen am Deutschen Kupfer-Institut (DKI), hat sich des Themas intensiv angenommen.

**ep** Herr Fassbinder, Sie verfassen Ihre Fachbeiträge nahezu ausschließlich in Ihrer Freizeit, aus Interesse und Engagement. Das Thema der Bemessung des Kabelquerschnitts hat nun eine deutliche Nähe zu Ihrer Tätigkeit am Deutschen Kupferinstitut. Was sagen Sie dazu?

**S. Fassbinder:** Zunächst muss ich klarstellen, dass ich öffentlich – so auch im „ep“ – vereinbarungsgemäß stets als „Kupferinstitut“ auftrete. Irgendwie sind wir Kupferleute immer im Dienst. Dass sich meine persönlichen Interessengebiete mit den Tätigkeitsfeldern unseres Instituts im Bereich Elektrotechnik großenteils decken, trifft sich dabei natürlich gut. Außerdem bedeutet „Mehr Kabel“ nicht zwangsläufig nur „Mehr Kupfer“. Wenn sich

durch intelligente Kabelauslegung mitunter beträchtliche Energiemengen einsparen lassen, dient das nicht nur Einzelnen, sondern allen.

**ep** Das ist gut nachzuvollziehen. Beschäftigen Sie sich schon länger mit dem Thema? Wie kamen Sie dazu, sich der Problematik anzunehmen?

**S. Fassbinder:** Bereits im Jahr 2004 veröffentlichte ich einen Beitrag hierzu, mit Bezug auf den – allerdings auch damals schon zurückgezogenen – Teil 100 der Norm VDE 0298, der auch schon ein Verfahren zur Bemessung von Leiterquerschnitten nach Lebensdauerkosten angeboten hatte. Den Misserfolg der Norm führte ich damals auf die zu

komplexe Herangehensweise zurück. Spätere Versuche, wie in der IEC 60287-3-2, sind ähnlich unbefriedigend, weil sie nicht mehr bieten als ein Kochrezept, wie man vom jährlichen Lastprofil auf die jährlichen Verluste kommt.

Das aber kann jeder Elektriker mit dem Taschenrechner ausrechnen; dazu bedarf es keiner Norm.

**ep** Also benötigt man eine Herangehensweise für den Einzelfall?

**S. Fassbinder:** Genau. Die Schwierigkeit ist eben, das Lastprofil für eine bestimmte Leitung zu ermitteln. Die vorgefundenen offiziellen Lastprofile beziehen sich nicht auf einen einzelnen Endkunden, sondern nur auf die Gesamtheit aller Kunden seiner Art. Sie sind so bemessen, dass sie für eine praktisch unendliche Anzahl gleichartiger Verbraucher – Anlagen ähnlicher Natur, z. B. Haushalte – ein bestimmtes statistisches Verhalten abbilden. Zu den Bedingungen innerhalb der Anlage sagen sie zudem wenig aus.

Vor diesem Problem standen wir auch im Komitee 544 „Elektrische Einrichtungen für energieeffiziente Gebäudeinstallationen“ sowie im Arbeitskreis 221.5.1 „Energieeffizienz und smarte Installationen“ der DKE. Mich interessierte das Thema, ich versprach, mich nach Lastprofilen zu erkundigen – und blieb erst mal ganz tief in jenem Thema hängen. „ep“-Leser wissen, wovon ich spreche: Ich bin gleichsam in die „Energiewende“ abgerutscht, und das Thema der Kabel und Leitungen musste um fast ein Jahr zurückgestellt werden.

**ep** Und jetzt haben Sie ein Modell zur Herangehensweise entwickelt?

**S. Fassbinder:** Ja, da mir die offiziellen Lastprofile nun vorlagen, habe ich versucht, diese in einer möglichst sinnvollen und realitätsnahen Weise – dabei aber möglichst einfach – auf individuelle Kabel und Leitungen anzuwenden. Was dabei herauskam, ist immer noch kompliziert genug. Dazu habe ich das günstigste und das ungünstigste mögliche Szenario ermittelt und unterstellt, die Wahrheit liege in der Mitte. Diese Annahme habe ich sodann mit den offiziellen Lastprofilen kombiniert. Ich bin gespannt, wie plausibel Ihre Leser das finden. Aber damit gibt es wenigstens erst einmal einen vernünftigen Ansatz, eine Diskussionsgrundlage, so hoffe ich.

**ep** Das klingt vielversprechend. Vielen Dank für das Gespräch.



Mit Freude bei der Arbeit: Stefan Fassbinder (re.) bekam Besuch von ep-Redakteur Stefan Winterfeldt

Quelle: ep



# Mehr Kabel kostet weniger

## Energieeffizienz von Kabel- und Leitungsanlagen

Bislang lasen sich Anweisungen, Normen, TAB sowie andere Bestimmungen und Anleitungen so, als stünde dort als Auswahl-Kriterium: „Wie heiß muss meine Leitung mindestens werden?“ Fortan jedoch sollte eine Leitung nicht mehr als „am besten ausgenutzt“ gelten, wenn sie ihre höchstzulässige Temperatur auch wirklich erreicht. Durch die Erhöhung des Querschnitts lässt sich über die geringeren Verluste Energie und damit richtiges Geld sparen. Das soll nachfolgend detailliert und nachvollziehbar als Anregung für die Praxis dargelegt werden.



**Jo Chef: Je dicker desto spar; werden se sehen! – Und in fünf Jahren hol ich mir meinen Bonus ab**

Wie inzwischen schon mehrfach berichtet, beschäftigen sich elektrotechnische Normen neuerdings nicht mehr nur mit Fragen der Sicherheit und Funktionalität (EMV), sondern betrachten auch die Energieeffizienz – und damit die Lebensdauerkosten – elektrischer Anlagen und Betriebsmittel.

So kosten 50 m Kabel NYY 5 x 4 mm<sup>2</sup> etwa 95 € [1]. In Verlegeart B2 nach VDE 0298-4 [2] kann dieses Kabel, wenn dreiadrig belastet, einen Betriebsstrom von 27 A tragen. Die Stromwärme-Verlustleistung beträgt hierbei **678 W**. Bei einem Strompreis von 23 ct/kWh haben die Verlustkosten nach **611 h** die Höhe des Kabelpreises erreicht.

**Das Kabel ist also schon nach einem Monat ein zweites Mal bezahlt worden und nach**

**einem Jahr dreizehn Mal – ein Mal an den Kabelhersteller und zwölf Mal an den Stromversorger.**

Durch eine Installation in Verlegeart C lässt sich der Faktor noch auf **siebzehn** steigern. Nun werden Kabel und Leitungen selten mit konstanter Last betrieben, und wenn, dann ist diese Last kaum jemals gleich der höchstzulässigen. Wie die Rechnung nahe legt, ist es aber selbst dann noch einer Erwägung wert, einen stärkeren Querschnitt (Bild 1) zu wählen als nach bisheriger Normenlage erforderlich, wenn der wahre Betriebspunkt/Betriebsbereich sehr weit vom durchgehenden Volllast-Betrieb entfernt ist. Doch wo liegt dieser Punkt, und wie findet man die hierfür optimale Bemessung des Querschnitts zur Minimierung der Lebensdauerkosten? Während der TBINK-EEE der DKE [3], der Technische Beirat internationale und nationale Kooperation für elektrische Energieeffizienz, noch an einem Normungsplan (zu Deutsch „Roadmap“) arbeitet, sind die Gremien schon bei der Sache. Dies gilt etwa für das Komitee 544 „Elektrische Einrichtungen für energieeffiziente Gebäudeinstallationen“, für dessen

Arbeitskreis 544.0.1 „Grundlagen zu energieeffizienten Geräten, Installationen und Systemen“ und für den Arbeitskreis 221.5.1 „Energieeffizienz und smarte Installationen“. Was gibt es dort zu tun?

Im Elektropraktiker war in letzter Zeit verschiedentlich von Lastprofilen die Rede (siehe ep Tipp) – und genau die sind es: Von den Lastprofilen hängt es in ganz entscheidender Weise ab, ob und wie weit sich eine „Überdimensionierung“ der Leiterquerschnitte lohnt. Hierauf verweist auch die neue DIN VDE 0100-801 [4], die sich speziell dem Thema „Energieeffizienz“ widmet. Dort heißt es u. a. unter Punkt 6.2 „Bestimmung des Lastprofils: Die Anforderungen der größten Lasten in der Anlage müssen bestimmt werden. Die Lasten [...] sollen zusammen mit ihrer Betriebsdauer und/oder dem geschätzten jährlichen Verbrauch ermittelt und aufgelistet werden“, sowie speziell zu Kabel- und Leitungsquerschnitten:

„Die Vergrößerung der Querschnitte von Kabeln und Leitungen führt zur Reduzierung der Leistungsverluste. Diese Entscheidung muss unter Berücksichtigung der Ersparnisse innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens, im Zusammenhang mit zusätzlichen Kosten durch die Überdimensionierung, erfolgen. [...] ANMERKUNG Bei manchen Anwendungen (insbesondere im industriellen Bereich) können die wirtschaftlichsten Querschnitte um einiges größer sein als die aus thermischen Gründen erforderlichen.“ Sodann wird auf die IEC 60287-3-2 „Wirtschaftliche Optimierung der Leiterquerschnitte“ verwiesen [5].

Diese jedoch, ebenso wie alle anderen zur Zeit existierenden Ansätze zur Normung der Auslegung von Kabel- und Leitungsanlagen auf minimale Lebensdauerkosten, setzen leider die Lastprofile einfach als bekannt voraus. Dies ist aber selten der Fall. Was ist nun mit den anders gelagerten Fällen? Dazu eine Überlegung vorab.



Quelle: S. Fassbinder

**1 Hochspannungskabel – ganz so dick muss es ja nicht gleich werden, aber mitunter kann sogar eine Erhöhung des Querschnitts von z. B. normativ ausreichenden 4 mm<sup>2</sup> auf 16 mm<sup>2</sup> effizienter sein und Kosten sparen**

### Autor

Dipl.-Ing. Stefan Fassbinder ist Berater für elektrotechnische Anlagen beim Deutschen Kupferinstitut (DKI) in Düsseldorf und seit vielen Jahren als Fachautor national und international tätig.

## Ansatz 1: Mittelwert-Hypothese

Welches ist denn der Mittelwert aus z. B. 1 mm und 1 km? Gewöhnlich meinen wir mit dem Mittelwert zweier Werte, wenn wir nichts dazu sagen, das **arithmetische Mittel**, also umgangssprachlich den Durchschnitt. Dies entspräche im gewählten Beispiel dem Wert, der zu den beiden Werten gleiche Differenzen aufweist, also auf einer linearen Skala von beiden gleich weit entfernt liegt. Im vorliegenden Fall wären das näherungsweise 500 m,



Quelle: S. Fasbinder

### 2 Anschluss für ein Reihenhaus (1983)

ganz genau gesagt 500,0005 m. Dieser Wert läge jedoch schon rein „gefühlsmäßig“ viel zu dicht an der oberen und viel zu weit weg von der unteren Grenze des Bereichs. Dem Techniker drängt sich in diesem Beispiel doch wohl eher der Wert 1 m als Mittelwert zwischen 1 mm (= 1 m/1 000) und 1 km (= 1 m x 1 000) auf.

Dies entspräche dem **geometrischen Mittel**. Hiermit ist der Wert gemeint, der zur oberen und zur unteren Grenze des genannten Bereichs im gleichen Verhältnis steht, sich also um denselben Faktor von der oberen und der unteren Grenze des Bereichs unterscheidet und somit auf einer logarithmischen Skala in der Mitte dazwischen läge.

Dieser Mittelwert ist in jenen Fällen wesentlich praxisgerechter als der arithmetische, in denen der kleinste Wert dem Betrag nach

**Tabelle 1 Errechnung der jährlichen Leitungsverluste mit Standard-Leitung 1,5 mm<sup>2</sup>...**

Leitungslänge:	13,0 m
Leiterquerschnitt:	1,5 mm <sup>2</sup>
Waschgänge pro Jahr:	125
Strompreis:	29,7 c/kWh
Leitungsverlust anteilig:	1,65 %
Stromkosten je Waschgang:	34,33 ct
Stromkosten im Jahr:	43,62 €/a
Verlustkosten je Waschgang:	0,56 ct
Verlustkosten im Jahr:	0,70 €/a

sehr klein ist, also nahe bei 0 liegt, und der große sehr weit von 0 entfernt liegt. Man ermittelt ihn, indem man die beiden Werte nicht addiert, sondern multipliziert und dann die Wurzel aus dem Produkt zieht statt die Summe durch die Anzahl der Werte zu teilen. Bei drei, vier, fünf... Werten muss aus deren Produkt die dritte, vierte bzw. fünfte... Wurzel gezogen werden, doch dies ist hier nicht von Belang.

### Wohngebäude

Nun gibt es zwar das genormte Lastprofil H0 für Wohnräume [6], aber dieses ermöglicht lediglich die Beurteilung des Anschlusses der gesamten Wohnung (Bild 2), etwa vom Verteilnetzbetreiber bis zum Zählerplatz. Von dort jedoch verteilt sich die aufgenommene Leistung sowohl zeitlich als auch räumlich sehr ungleichmäßig auf alle Endstromkreise.

### Ein einzelner Verbraucher

Betrachtet man z. B. in der Waschküche die ausschließlich der Waschmaschine zugeordnete Steckdose für sich allein, so lässt sich für diesen einen Stromkreis eine recht genaue Abschätzung vornehmen.

Es ergibt sich, dass selbst diese – so schimpft die Hausfrau – „langsamste Waschmaschine der Welt“ während eines zwei Stunden dauernden Waschganges nur eine halbe Stunde lang einen Strom aufnimmt, der für die Installationsleitung eine nennenswerte Belastung darstellt. Die Länge der Leitung ab Verteilerkasten wird auf 13 m geschätzt. Die Erwärmung der Leitung wird vernachlässigt, dafür aber die Raumtemperatur im Keller „aufgerundet“ mit 20 °C angenommen.

Das Messprotokoll (Bild 3) besteht aus Wirk-, Blind- und Scheinleistung in 1-s-Werten. Aus der Scheinleistung und der Nennspannung von 230 V wird der jeweilige Strom, damit die Verlustleistung und hieraus die

**Tabelle 2 ...und mit aufgewertetem Querschnitt 2,5 mm<sup>2</sup>: 20 Cent im Jahr gespart!**

Leitungslänge:	13,0 m
Leiterquerschnitt:	2,5 mm <sup>2</sup>
Waschgänge pro Jahr:	125
Strompreis:	29,7 c/kWh
Leitungsverlust anteilig:	1,19 %
Stromkosten je Waschgang:	34,18 ct
Stromkosten im Jahr:	43,22 €/a
Verlustkosten je Waschgang:	0,40 ct
Verlustkosten im Jahr:	0,50 €/a

Verlustenergie für die jeweilige Sekunde errechnet.

Die Summe der Sekundenwerte ergibt dann die Verlustenergie für einen Waschgang. Bei 125 Waschgängen im Jahr ergibt sich so ein Leitungsverlust im Wert von 70 Cent (Tabelle 1). Verstärkt man die Leitung von 3x1,5 auf 3x2,5 mm<sup>2</sup>, so lassen sich die Verlustkosten hierdurch auf 50 Cent reduzieren (Tabelle 2) – eine Einsparung von 20 Cent im Jahr. Die hier angenommene Länge von 13 m Leitung NYM-J 3x1,5 mm<sup>2</sup> kostet etwa 12,50 €. Mit 3x2,5 mm<sup>2</sup> hätte sie 16,80 € gekostet. Die Amortisationszeit hätte damit **über 20 Jahre** betragen.

Das Potential ist hier also offensichtlich sehr begrenzt, da effektiv für nur etwa 60 h jährlich eine nennenswerte Belastung vorliegt. An diesem Ergebnis ändert auch der Fehler nichts, der hier dadurch entstand, dass der Einfachheit halber in beiden Fällen mit kalter Leitung gerechnet wurde.

Natürlich ist die Verlustleistung in der betriebswarmen Leitung etwas größer, und dieser Effekt wirkt sich auf die beiden Leitungen unterschiedlich aus. Allerdings ist schon die Standard-Leitung im Beispiel mit einem Spitzenwert von 8,9 A nur halb ausgelastet. Aufgrund der quadratischen Abhängigkeit der Erwärmung vom Strom erreicht also selbst die dünnere Leitung nur ein Viertel ihrer zulässigen Erwärmung. Daher ist der durch die Vereinfachung entstehende Fehler gering – und liegt „auf der sicheren Seite“.

### ep TIPP

Die ebenfalls Last- und Einspeiseprofile thematisierende Beitragsserie „Technik der Energiewende“ ist als epDossier im ep-Shop erhältlich unter <http://shop.elektropraktiker.de>.

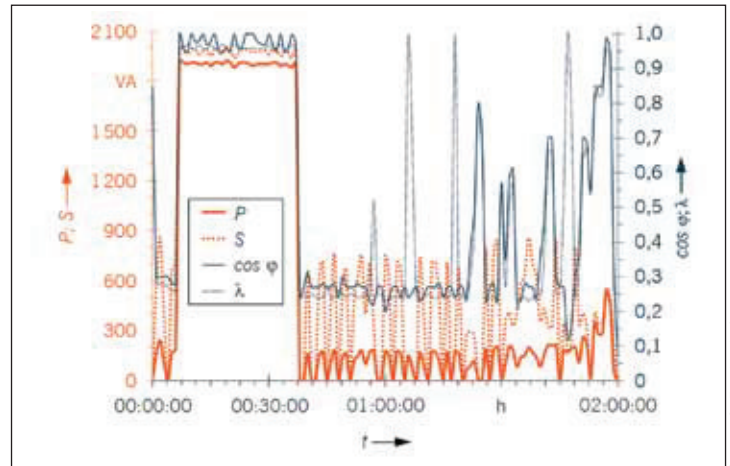
### Die gesamte Anlage

Nun ist es vergleichsweise einfach, den Lastgang einer Waschmaschine über einen Waschvorgang aufzuzeichnen und entsprechende Leitungsverluste derjenigen Leitung zuzuordnen, die nur diese eine Last versorgt. Die Auflösung ließe sich noch verfeinern, indem man mehrere Aufzeichnungen in verschiedenen Waschprogrammen durchführt und ein Jahr lang Buch führt, wie viele welcher Waschvorgänge denn laufen. Die jährlichen Leitungsverlustkosten könnten dann durchaus noch auf 72 Cent steigen oder auf 68 Cent fallen. Man kann dies also ebenso gut lassen.

Für andere Stromkreise, die mehrere Verbraucher mit unterschiedlichen Lastprofilen – also teils gleichzeitig, teils wechselweise – versorgen, was die Regel ist, wird die Sache schwierig. Was in solchen Fällen wenigstens ein Stück weiter hilft, ist die vergleichende Betrachtung des günstigsten und des ungünstigsten Falles. Die Wahrheit dürfte mit größter Wahrscheinlichkeit nahe der Mitte – des zuvor beschriebenen geometrischen Mittelwerts – liegen. So wird ein beispielhaft ausgewählter Hausanschluss für ein Reihenhauses (Baujahr 1983, Tabelle 3) durch seinen Jahresverbrauch von 3110 kWh im Jahresmittel mit kaum 1,5 % seiner Bemessungs-Lastbarkeit von  $3 \times 35 \text{ A}$  ausgelastet.

Der **ungünstigste Fall (mit den höchstmöglichen Leitungsverlusten)** wäre es nun, den Jahres-Stromverbrauch des gegebenen Haushalts in der kürzest möglichen Zeit über so wenige Stromkreise wie möglich zu beziehen.

### 3 Verlauf der Leistungsaufnahme einer Waschmaschine über einen Waschgang



Quelle: S. Fassbinder/ep

Dies entspräche im vorliegenden Fall einer Belastung von drei Stromkreisen – einem je Außenleiter – mit je 17,6 A über je einen Leitungsschutzschalter B 16 A, denn bis  $1,1 \times I_n$  „passiert garantiert noch nichts“. Für die zweiten drei Stromkreise – je einer pro Außenleiter – sind dann noch je 17,4 A übrig, um die drei Versicherungen 35 A zu 100 % auszulasten, und die restlichen 6 vorhandenen Endstromkreise bleiben unbelastet.

Bei dieser Lastverteilung ergäbe sich die größtmögliche Verlustleistung innerhalb der Wohnungsverteilung und der Jahres-Stromverbrauch des ausgewählten Haushalts wäre dann schon innerhalb von 129 h über den Zähler gelaufen.

Der jährliche Energieverlust läge bei 29,6 kWh je Außenleiter, 88,8 kWh insgesamt (Tabelle 3), gerechnet mit einer Leitertempe-

ratur von 70 °C, da die Leiter nun mehr oder weniger voll ausgelastet sind.

Dem **günstigsten Fall (mit den niedrigsten Leitungsverlusten)** entspräche es, den Jahres-Stromverbrauch so gleichmäßig wie möglich zu verteilen, also konstante Last über das ganze Jahr und gleicher Strom auf allen 12 Endstromkreisen. Dann wäre jeder der vorhandenen Stromkreise konstant mit nur 129 mA belastet.

In diesem Szenario beträgt der Energieverlust um 0,5 kWh/a, gerechnet mit einer Leitertemperatur von 20 °C, da die Leiter kaum belastet werden. Das ist mal gleich ein Faktor von mehr als 100 unter dem ersten Szenario.

Die Wahrheit wird dann wohl am ehesten um den Faktor 10 über dem Minimum und um den Faktor 10 unter dem Maximum lie-

**Tabelle 3 Extrem-Szenarien „günstigster Fall“ und „ungünstigster Fall“ sowie geometrischer Mittelwert hieraus für einen Privat-Haushalt; jährliche Leitungsverluste für alle drei Fälle**

Leitungsverluste einer deutschen Wohnraum-Anlage – <b>gesamter Jahres-Energieverbrauch gleichmäßig über das Jahr verteilt (abund)</b> gegenüber <b>gesamtem Jahres-Energieverbrauch in kürzest möglicher Zeit bezogen (ebenfalls abund)</b> – die Wahrheit muss <b>irgendwo dazwischen liegen (nahe dem geometrischen Mittel)</b>																		
Jahresver- brauch	Phase	Strangspg.	Vor- sich.	Endstromkreise				Strom je Kreis		Leistung je Phase		Volllastäquivalent		Leitungsverlust		Jährliche Verlustenergie in Abhängigkeit vom Lastprofil		
				Anz.	Nenn- wert	mittl. Länge	Quer- schnitt	min.	max.	min.	max.			min.	max.			
3110 kWh	L1	230 V	35 A	4	16 A	12,5 m	1,5 mm²	0,129 A	17,6 A	0,12 kVA	8,1 kVA	129 h/a	21 min/d	0,019 W	230 W	min.	0,17 kWh/a	0,005 %
																max.	29,6 kWh/a	0,951 %
																mittel	2,24 kWh/a	0,072 %
	L2		35 A	4	16 A	12,5 m	1,5 mm²	0,129 A	17,6 A	0,12 kVA	8,1 kVA	129 h/a	21 min/d	0,019 W	230 W	min.	0,17 kWh/a	0,005 %
																max.	29,6 kWh/a	0,951 %
																mittel	2,24 kWh/a	0,072 %
	L3		35 A	4	16 A	12,5 m	1,5 mm²	0,129 A	17,6 A	0,12 kVA	8,1 kVA	129 h/a	21 min/d	0,019 W	230 W	min.	0,17 kWh/a	0,005 %
																max.	29,6 kWh/a	0,951 %
																mittel	2,24 kWh/a	0,072 %
Gesamt- werte:			105 A	12	48 A	37,5 m			0,36 kVA	24,2 kVA	1,47 %		0,058 W	690 W	min.	0,51 kWh/a	0,015 %	
															max.	88,8 kWh/a	2,853 %	
															mittel	6,71 kWh/a	0,216 %	



## Spannungsfall und Installationszonen

DIN VDE 0100 (VDE 0100)  
DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520)  
DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1)  
VDE-AR-N 4101, VDE-AR-N 4105  
DIN 18015-1, DIN 18015-3

**?** Bei Abnahmen werden wir immer öfter auf die Einhaltung der Normen zu Leitungsführung und Installationszonen (DIN 18015-3) sowie zur Festlegung des Spannungsfalls (TAB) hingewiesen.

Im Zuge der Recherche zu dieser Leserfrage sind wir auf einen nicht zu erfassenden Wirrwarr von Vorschriften und Verweisen innerhalb der Normen gestoßen.

1) Wir installieren unter anderem in Wohnsiedlungen mit Reihenhäusern nach dem Wohnungseigentumsgesetz (WoEigG). Aufgrund der Bauweise kann es zu langen Wegen bei der Hauptstromversorgungsleitung zwischen Zähler und Haus kommen. Nach Berechnung sind unsere Zuleitungen für mindestens 63 A dimensioniert, werden aber meistens mit 35 A abgesichert. Wird hier der Spannungsfall dieser Leitung nach der verbauten Sicherung (35 A) oder nach der durch TAB geforderten Strombelastbarkeit (63 A) berechnet?

2) Bei einem Eigenheimprojekt befindet sich der HAK am Grundstücksrand, etwa 70 m vom Eigenheim entfernt. Zur korrekten Einhaltung des Spannungsfalls von 0,5 % mussten wir ein Kupfer-Kabel mit 95 mm<sup>2</sup> verlegen. Der Energieversorger jedoch stellte am HAK ein Aluminium-Kabel mit 35 mm<sup>2</sup> bereit. Wo ist hier die Verhältnismäßigkeit?

3) Bei einem Projekt wurde neben der Technikzentrale ein BHKW aufgestellt. Dazu hat jedes Haus einen zusätzlichen Zwischenzähler (Areal Netz) erhalten. Welche Leitung ist die Hauptleitung und muss mit einem Spannungsfall von 0,5 % berechnet werden?

4) Aus dem Thema Spannungsfall folgt indirekt auch die nächste Frage. Unter 4.5 Rohrnetze in DIN 18015-1 heißt es: Es sei zu beachten, „dass: Rohre nicht länger als 12 m sind und in ihrem Verlauf nicht mehr als zwei Bögen aufweisen“ Wie soll sich unter diesen Vorgaben ein Kommunikationsverteilsystem innerhalb einer Wohnung aufbauen lassen?

5) Im Zusammenhang mit dem zulässigen Spannungsfall im Niederspannungsnetz fragen wir uns, mit welchem Querschnitt in Zukunft Steckdosen angeschlossen werden sollen. Beim Einhalten aller Installationszonen kämen enorme Strecken zusammen.

6) Wie sollten wir in Zukunft gegenüber Sachverständigen oder Energieversorgern auftreten, wenn es von deren Seite Beanstandungen gibt?

**Vorab.** Ich stimme mit dem Anfragenden voll überein, wenn es um den „Wirrwarr“ bezüglich der Vorgaben in den Normen geht. Wir haben heutzutage die unterschiedlichsten Festlegungen in den verschiedensten Unterlagen, was verständlicherweise die Frage aufwirft, was gilt nun und was muss immer beachtet werden.

Eines ist klar, dass für die Errichtung elektrischer Anlagen grundsätzlich die Normen der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) zu beachten sind, was auch gilt, wenn sie in den jeweiligen Ausschreibungen nicht im Einzelnen explizit aufgeführt sind. Die möglichen Abweichungen in Eigenverantwortung möchte ich an dieser Stelle nicht betrachten, da ich solche Abweichungen in Eigenverantwortung als äußerst problematisch betrachte.

Daneben gelten im ungezählten Bereich immer – bisher einschließlich Zählerplatz – die Technischen Anschlussbestimmungen (TABs) der jeweiligen Netzbetreiber, die in manchen Fällen vom Musterwortlaut der TAB abweichen können. Diese z. T. auch unterschiedlichen Festlegungen in den einzelnen TABs haben dazu geführt, dass man über kurz oder lang diese unterschiedlichen Festlegungen in VDE-Anwendungsregeln umwandeln will. Mit der VDE-AR-N 4101 [1] und der VDE-AR-N 4105 [2] wurde diesbezüglich der Anfang gemacht. Das heißt, die darin enthaltenen Vorgaben ersetzen die Anforderungen aus den TABs und müssen daher analog zu den VDE-Bestimmungen verpflichtend eingehalten werden.

DIN-Normen sind nur dann verpflichtend, wenn:

- sie in den VDE-Bestimmungen verpflichtend zitiert werden, z. B. die DIN 18014. (Ein allgemeiner Hinweis führt nicht zur Verpflichtung);
- sie zwischen Errichter und Betreiber/Kunde vereinbart wurden.

Daraus ergibt sich, dass z. B. die vom Anfragenden zitierte DIN 18015-3 [3] nur dann relevant ist, wenn sie vereinbart wurde. Ansonsten gelten diesbezüglich z. B. die Vorgaben von DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520) [4].

**Zum Spannungsfall.** Hier gilt, dass dieses Thema vielen Elektrofachkräften und auch mir sehr viel „Kummer“ bereitet, weil die Festlegungen in den einzelnen Unterlagen sehr unterschiedlich sind und sei es nur, dass unterschiedliche Bezüge vorgegeben sind bzw. eine andere Begrifflichkeit in den einzelnen Unterlagen gewählt wurde.

Ich werde hier den Versuch wagen, die For-

**ep DIALOG**



**Liebe Abonnenten!**

**Wenn Sie mit technischen Problemen kämpfen, Meinungsverschiedenheiten klären wollen oder Informationen benötigen, dann suchen Sie unter [www.elektropraktiker.de](http://www.elektropraktiker.de) (Fachinformation/Leseranfragen).**

Finden Sie dort keine Antwort, richten Sie Ihre Fragen an:  
ep-Leserservice 10400 Berlin oder  
Fax: 030 42151-251 oder  
E-Mail: [redaktion@elektropraktiker.de](mailto:redaktion@elektropraktiker.de)

Wir beraten Sie umgehend. Ist die Lösung von allgemeinem Interesse, veröffentlichen wir Frage und Antwort in dieser Rubrik.

**Beachten Sie bitte:** Die Antwort gibt die persönliche Interpretation einer erfahrenen Elektrofachkraft wieder. Für die korrekte Umsetzung sind Sie verantwortlich.

Ihre ep-Redaktion

derungen/Empfehlungen zum Thema Spannungsfall in den einzelnen Normen aufzuzeigen, da dies auch für andere Elektrofachkräfte von Interesse sein könnte. Zum Thema Spannungsfall werde aber auch ich keine hundertprozentig zufriedenstellende Lösung anbieten können. Allenfalls kann ich auch nur eine Empfehlung aussprechen.

**Musterwortlaut TAB.** Musterwortlaut der Technischen Anschlussbedingungen (TAB), Abschnitt 6.2.5: Im Abschnitt 6.2.5 wird gefordert, dass im Hauptstromversorgungssystem der Spannungsfall bis 100 kVA Anschlussleistung nur 0,5 % betragen darf. Bei größeren Anschlussleistungen sind größere Spannungsfälle entsprechend Tabelle 1 zulässig, aber die Werte in Tabelle 1 dürfen nicht überschritten werden.

**Tabelle 1 Zulässiger Spannungsfall für das Hauptstromversorgungssystem**

Leistungsbedarf	zulässiger Spannungsfall
bis 100 kVA	0,5 %
über 100 kVA bis 250 kVA	1 %
über 250 kVA bis 400 kVA	1,25 %
über 400 kVA	1,5 %





## **IMPRESSUM**

HUSS-MEDIEN GmbH  
Ein Unternehmen der  
Huss-Verlagsgruppe Berlin · München

Postanschrift:  
HUSS-MEDIEN GmbH  
D-10400 Berlin

Hausanschrift:  
Am Friedrichshain 22  
D-10407 Berlin  
Telefon: 030 42151-0  
Telefax: 030 42151-251

Herausgeber:  
Dipl.-Ing. (FH) Christoph Huss

Redaktion:  
Telefon: 030 42151-378, Fax: -251  
E-Mail: [redaktion@elektropraktiker.de](mailto:redaktion@elektropraktiker.de)  
Dipl.-Ing. Rüdiger Tuzinski (verantw.)  
Stefan Winterfeldt, M. A.

Anzeigen:  
Telefon: 030 42151-262, Fax: -293  
E-Mail: [media@elektropraktiker.de](mailto:media@elektropraktiker.de)  
Torsten Ernst, BBA (verantw.)  
Konstantin Kiy, Stephan Köhn  
Corinna Heyn, Sandra Pirl

Vertrieb:  
Olaf Weinert

Bezugshinweise:  
Einzelpreis: € 14,99 Mengenabnahme  
auf Anfrage.

Höhere Gewalt entbindet den Verlag von  
der Lieferungspflicht, Ersatzansprüche  
können nicht anerkannt werden.

Layout, Satz und Reproduktion:  
HUSS-MEDIEN GmbH, Berlin

Alle Rechte vorbehalten  
© by HUSS-MEDIEN GmbH