

Installationen in alternativen Wohnkonzepten

Elektroinstallation in Tiny-, Mini- und Container-Häusern

Mit steigenden Mieten und Immobilienpreisen sind in den letzten Jahren alternative Wohnkonzepte im Kommen. Was früher typische Wohnkonzepte für gesellschaftliche Aussteiger waren, hat sich mittlerweile zu einem zukunftsreichen Markt alternativer kostengünstiger Wohnkonzepte entwickelt. Allerdings dürfen auch hier die elektrische Ausrüstung und die Sicherheit nicht zu kurz kommen. Dieser Artikel gibt einen Überblick über die Errichtungsbestimmungen der elektrischen Stromversorgung in alternativen Wohnhäusern.



Genau! – Das wäre dann der Schaltschrank für ihr Tiny-Häuschen.

Quelle: Purwin

Studierende finden in den Städten ihrer Hochschulen kaum bezahlbaren Wohnraum, Familien entscheiden sich bewusst für das Leben auf dem Campingplatz und gut Betuchte suchen weit weg von der Zivilisation einen Ort zur geistigen Selbstfindung. Was alle drei miteinander vereint ist das Leben und Arbeiten auf kleinstem Raum. Gleichzeitig soll ein Heim, so klein es auch sein mag, einen gewissen Wohnkomfort bieten. Hierfür dürfen die elektrische Ausrüstung und die Sicherheit nicht zu kurz kommen. Tiny-, Mini- und Container-Häuser stellen daher eine Alternative zu herkömmlichen Wohnungen dar.

Tiny-, Mini- und Container-Häuser unterliegen einer Vielzahl von Ausführungsmöglichkeiten

und können entweder als Fahrzeug oder als Ladung transportiert werden, sodass sich jederzeit der Aufstellungsort wechseln lässt. Auf Fahrzeugen sind diese Häuser fest mit dem Anhänger verbunden. Für die Überführung ist eine Straßenzulassung als Wohnwagen erforderlich.

Sind die Häuser hingegen nicht auf einem Anhänger errichtet, werden sie beim Transport als Ladung auf einem abnehmbaren Wechselfahrgestell oder Tieflader transportiert. Eine Straßenzulassung für den Transport ist für das Haus somit nicht erforderlich.

Tiny- oder Mini-Häuser bestehen i. d. R. aus einer Holzkonstruktion. Containerhäuser bestehen hingegen aus einer Metallkonstruktion. Je nach Geschmack kann das ursprüngliche Aussehen, beispielsweise eines Schiffcontainers, erhalten bleiben, sodass auch die Fassade des Containerhauses aus Metall besteht.

Die Aufstellung des Tiny-Hauses und die damit zu beachtenden Anforderungen hängen von der Art der Nutzung ab. Es ist zwischen den Nutzungsarten: dauerhaftes Wohnen, Wochenend- oder Ferienhaus und Nutzung als Wohnwagen zu unterscheiden.

Einstufung und Anwendungsbereich

Tiny-, Mini- und Container-Häuser lassen sich den Caravans zuordnen, sind aber im Vergleich zu Caravans für ein dauerhaftes Wohnen vorgesehen.

Tiny- und Mini-Häuser, insbesondere Tiny-Häuser auf Rädern, stellen im Vergleich zum Container-Haus eine ortsveränderliche Wohneinheit dar.

Für solche Wohnkonzepte gibt es seitens des DIN-VDE-Regelwerks keine speziellen Anforderungen in Form einer VDE-Norm der 700er-Gruppe.

Die DIN VDE 0100-717 (VDE 0100-717) [1] kommt hier nicht zur Anwendung, da hier ortsveränderliche und transportable Mobilheime, Büros und Ähnliches für ausgedehnte Anwendungen am selben Ort ausgenommen sind. Ebenso sind Baueinheiten, die durch andere Teile der DIN VDE 0100 abgedeckt sind, ausgenommen. Hier werden auch explizit Caravans und Motorcaravans genannt.

Tiny-, Mini- und Container-Häuser sind aufgrund des elektrischen Anschlusses eine Art ortsveränderliches Gerät mit oder ohne Stecker. Damit besteht eine klassische Schnittstellenthematik zwischen

- der Stromversorgung und dem Aufbau der ortsfesten Kundenanlage;
- der elektrischen Ausrüstung innerhalb des Hauses;
- der „ortsveränderlichen“ Anschlussnutzeranlage der Tiny-, Mini- und Container-Häuser zur ortsfesten Anschlussnutzeranlage am Standort;
- der autarken und/oder unterstützenden Stromversorgung.

Die MBO (Musterbauordnung) definiert in MBO § 2 den Begriff einer baulichen Anlage. Demnach sind bauliche Anlagen mit dem Erdboden verbundene, aus Bauprodukten hergestellte Anlagen. Eine Verbindung mit dem Erdboden besteht auch dann, wenn die Anlage durch eigene Schwere auf dem Boden ruht oder wenn die Anlage dazu bestimmt ist, überwiegend ortsfest benutzt zu werden. Als bauliche Anlagen gelten auch Camping- und Wochenendplätze. Gebäude sind nach MBO § 2 (2) [2] „selbstständig benutzbare, überdeckte bauliche Anlagen, die von Menschen betreten werden können und geeignet bzw. bestimmt sind, dem Schutz von Menschen, Tieren oder Sachen zu dienen.“

Gebäude sind in fünf Gebäudeklassen eingeteilt. Die Einteilung richtet sich nach der Aufstellung (freistehend), der Gebäudehöhe, der Nutzungseinheiten und der Fläche der Nutzungseinheiten. Die Gebäudehöhe ist als

Autor

Marc Fengel (M.Eng.) ist Sachverständiger für elektrische Anlagen bei der Tüv Süd Industrie Service GmbH in Karlsruhe und Mitglied in den DKE-Arbeitskreisen 221.1.6 sowie 221.5 zum Thema zukunftssichere Elektroinstallation.



2 Tiny-Häuser unterliegen einer Vielzahl an Ausführungsmöglichkeiten

Höhe zwischen der Geländeoberfläche im Mittel zur Fußbodenoberkante des höchstmöglichen Raumes, in dem ein Aufenthalt von Personen möglich ist, definiert. Die Grundflächen der Nutzungseinheiten werden als Brutto-Flächen bezeichnet.

Bei Tiny-, Mini- und Container-Häusern, sofern diese nicht aus mehreren Container bestehen, handelt es sich um freistehende einstöckige Gebäude in kompakter Bauform. Sie verfügen über keinen Keller und bestehen meist aus einer Nutzungseinheit. Damit überschreiten Tiny-, Mini- und Container-Häuser i. d. R. weder die Höhe von 7 m noch die Fläche von 400 m², wodurch diese Gebäude der Gebäudeklasse 1 zuzuordnen sind.

Eine weitere Einschränkung hinsichtlich der Größe, der Abmessungen und des Gewichtes ergeben sich auf Grundlage der Straßenverkehrsordnung (StVO) [3].

Tiny-, Mini- und Container-Häuser ohne Trailer gelten gemäß StVO als Ladung. Nach StVO § 22 ist die Ladung grundsätzlich so zu verstauen und zu sichern, dass sie im Falle einer Vollbremsung oder eines plötzlichen Ausweichens nicht verrutschen, umfallen oder herabfallen kann. Hierdurch sind beim Transport auch mögliche Lärmentwicklungen zu vermeiden bzw. zu reduzieren.

Bei der Konstruktion und der Transportplanung über öffentliche Straßen sind die Abmessungen des Hauses und des Fahrzeuges zu beachten. Nach StVO §22 (2) dürfen Fahrzeug und Ladung zusammen nicht breiter als 2,55 m und nicht höher als 4,0 m sein. Nach hinten darf grundsätzlich die Ladung, also

das Haus, nach StVO [3] maximal 1,5 m hinausragen. Bei einem Transport über öffentliche Straßen mit einer Wegstrecke bis 100 km darf das Haus nach hinten um bis zu 3,0 m herausragen. Die gesamte Ladung darf jedoch eine Länge von 20,75 m nicht überschreiten. Die zulässige Gesamtmasse und die Anforderungen hinsichtlich der Ladungssicherung sind zu beachten.

Tiny-Häuser auf Rädern sind seitens der Nutzung wie Caravans zu behandeln. Sie benötigen für den Transport eine Straßenverkehrszulassung. Demnach dürfen sie in Deutschland nach StVZO (Straßenverkehrszulassungs-Ordnung) [4] eine Breite von 2,55 m und eine Länge inklusive Deichsel von 12 m nicht überschreiten. Das gesamte Gespann, also Fahrzeug und Tiny-Haus, darf eine Länge von insgesamt 18 m nicht überschreiten. Die zulässigen Lasten auf Achsen und Anhängerkupplungen sind zu beachten. Ausnahmegenehmigungen sind möglich. Damit kann die Wohnfläche eines Tiny-Hauses auf Rädern eine Fläche von bis zu 27 m² (12 m × 2,55 m abzgl. 2 × 20 cm geschätzte Wanddicke) erreichen.

Die Standardcontainer messen eine Länge von 10, 20 oder 40 Fuß bzw. 3 m, 6 m, 12 m oder 19 m und sind 2,44 m breit sowie 2,59 m hoch. Die 20- und 40-Fuß-Variante ist auch in einer Höhe von 2,89 m erhältlich. Die Eigenmasse erstreckt sich von ca. 800 kg für 10 Fuß und 3,8 t für einen 40-Fuß-Container mit 2,89 m Höhe. Im Innenmaß verfügen die Container über eine Breite von 2,34 m und je nach Größe über eine Länge von 2,83 m

(10 Fuß), 5,89 m (20 Fuß) und 12 m (40 Fuß). Damit lässt sich ein Container mit einer Länge von 40 Fuß zu einem Wohnraum von 28 m² abzüglich der Innenverkleidung verwandeln. Bei Container mit einer Länge von 10 Fuß bzw. 20 Fuß liegt die Innenfläche immerhin bei 6,6 m² bzw. 13,8 m².

Anschluss an die Stromversorgung

Tiny-, Mini- und Container-Häuser werden zu Wohnzwecken auf erschlossenen Grundstücken aufgestellt. Alternativ können diese auch zu Freizeitzwecken auf Campingplätzen aufgestellt sein. Die Stromversorgung von Tiny-, Mini- und Container-Häusern kann entweder über eine steckbare Verbindung oder einen festen Anschluss erfolgen. In beiden Fällen muss der Schutz gegen elektrischen Schlag und Überstrom wirksam sein. Hierzu sind die Schutzeinrichtungen des ortsfesten Teils des Stromversorgungssystems und des Hauses, aufeinander abzustimmen und eine gegenseitige Beeinträchtigung auszuschließen.

Die Spannungsversorgung der Anlage darf bei Einphasen-Wechselstrom 230 V und bei Dreiphasen-Drehstrom 400 V nicht überschreiten. Die Nennspannung der Spannungsversorgung des Niederspannungsnetzes an der Übergabestelle sollte nach DIN EN 60038 (VDE 0175-1) [5] Abs. 4.1 unter normalen Bedingungen innerhalb des vorgegebenen Toleranzbereichs von höchstens +/-10 % liegen.

Der Netzanschluss auf dem Grundstück

Seit April 2019 ist für die Errichtung neuer Kundenanlagen die VDE-AR-N 4100 [6] anzuwenden. Der Netzanschluss ist nach VDE-AR-N 4100 [6] Abs. 5.3 so zu planen, dass die Anbringung an den Netzanschlusspunkt auf dem kürzesten Weg erfolgt. Die Art und Ausführung ist mit dem Netzbetreiber zu klären.

Tiny-, Mini- und Container-Häuser sind wie auch mobile Einheiten über ein TN-System am örtlichen Verteilnetz anzuschließen. In einem TN-System muss nach VDE-AR-N 4100 [6] Abs. 6.3 die Auftrennung des PEN-Leiters in PE- und N-Leiter ab der Einführung in das Gebäude an der Stelle, an der die Verbindung zur Haupterdungsschiene und damit der Erdungsanlage hergestellt wird, erfolgen. Innerhalb eines Gebäudes gilt diese Anforderung als erfüllt, wenn die Auftrennung im Hausanschlusskasten, in einem Hauptleitungsverteiler oder im netzseitigen Anschlussraum des Zählerschranks erfolgt. Bei An-

schluss außerhalb eines Gebäudes hat die Auftrennung an der erstmöglichen Stelle im Gebäude zu erfolgen.

Bei Tiny-, Mini- und Container-Häusern mit Festanschluss erfolgt der Anschluss im netzseitigen Anschlussraum des Hauptverteilers oder in einem Zähleranschlusschrank im Freien. Es stellt sich also immer die Frage nach dem Anschlusspunkt.

Bei Tiny-, Mini- und Container-Häusern handelt es sich i. d. R. um kompakte Baueinheiten, die an einem festen Ort aufgestellt sind. Zähler und Hauptverteiler mit netzseitigem Anschlussraum sind in der Baueinheit integriert, sodass der Netzanschluss direkt an der Baueinheit über ein Erdkabel, welches von unten in das Containerhaus eingeführt wird, fest angeschlossen ist. Die Aufteilung des PEN-Leiters erfolgt so innerhalb des Hauses. Der PEN-Leiter ist an der Stelle der Auftrennung in PE- und N-Leiter mit der Haupterdungsschiene des Hauses zu verbinden.

Die Hauseinführungen für Kabelanschlüsse über Erdkabel sind nach VDE-AR-N 4100 [6] Abs. 5.3.2, nach DIN 18012 [7] gas- und wasserdicht und, falls erforderlich, druckwasserdicht auszuführen. Die hierfür verwendeten Schutzrohre müssen für die Verwendung geeignet und zugelassen sein. Die Abdichtung ist nach VDE-AR-N 4223 [8] auszuführen. Endet der Zuständigkeitsbereich des Netzbetreibers an der Grundstücksgrenze, werden i. d. R. die Tiefbauarbeiten bis zum geplanten Standort des Hauses nicht vom Netzbetreiber oder dessen Beauftragten erbracht. Die Kabel sind in geeigneten Schutzrohren zu verlegen

- DIN 16873 [9] (für PVC-U) mit Berücksichtigung von DIN 8061 [10] und DIN 8062 [11], Tabelle 1, oder

- DIN EN 61386-24 (VDE 0605-24) [12] mit der Klassifizierung N750.

Der Trassenverlauf ist in diesem Fall mit dem Netzbetreiber abzustimmen und darf weder überbaut noch durch tiefwurzelnde Pflanzen wie Bäumen o. ä. beeinträchtigt werden. Hier lohnt sich im Vorfeld auch die Abstimmung mit den eigenen Vorstellungen hinsichtlich der Gartengestaltung.

Steckbare Verbindungen

Steckbare Verbindungen auf Campingplätzen erfolgen über eine ortsfeste Kundenanlage. Hierzu sind die Anforderungen nach DIN VDE 0100-708 (VDE 0100-708) [13] sowie nach VDE-AR-N 4100 [6] an Anschlusschränke im Freien zu beachten.

Tiny-Häuser können wie Caravans über einen Stecker am Stellplatz angeschlossen werden. Die mit der ortsfesten elektrischen Anlage

verbundene Steckvorrichtung ist in diesem Fall die Schnittstelle zwischen dem Anwendungsbereich der DIN VDE 0100-708 (VDE 0100-708) [13] zum Tiny-Haus und fällt in den Anwendungsbereich der DIN VDE 0100-721 (VDE 0100-721) [14].

Steckdosen und Verbindungen zur Versorgung von Tiny-Häusern und Caravans sind mit jeweils einer Überstrom-Schutzeinrichtung und einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung mit einem Bemessungsdifferenzstrom von höchstens 30 mA als Schutzvorkehrung zur Sicherstellung der Schutzmaßnahme Schutz durch automatische Abschaltung im Fehlerfall zu schützen. Sie sind als TN-S-System auszuführen und dürfen keinen PEN-Leiter besitzen. Die Steckvorrichtungen müssen mindestens der Schutzart IP44 entsprechen. Die Steckvorrichtungen am Tiny-Haus auf Rädern sind in einer ausreichenden Höhe anzuordnen, sodass Beschädigungen durch Fahrzeuge ausgeschlossen werden können. Gleichzeitig sollte die Steckvorrichtung am Haus ohne Hilfsmittel wie Leitern und Tritte erreichbar sein.

Auf Stellplätzen für Tiny-Häuser sollten Kabel und Leitungen der ortsfesten Stromversorgung in Anlehnung an die Anforderungen an Caravan-/Zeltstellplätzen gemäß DIN VDE 0100-708 (VDE 0100-708) [13] Absatz 708.521 verlegt werden. Bei Stellplätzen, an denen ein häufiger Wechsel von Tiny-Häusern zu erwarten ist, sind Kabel und Leitungen vorzugsweise unterirdisch in einer Tiefe von mindestens 0,5 m zu verlegen. Bei einer oberirdischen Verlegung auf Campingplätzen ist die maximale Höhe des Tiny-Hauses von 4 m zu berücksichtigen. Damit sind Stellplätze für Tiny-Häuser auf Campingplätzen in einer Höhe von 6 m aufgrund der zu erwartenden Fahrzeugbewegung vorzusehen.

Kabel und Leitungen für den Anschluss an den Anschlusspunkt

Flexible Leitungen für den Anschluss von Tiny-Häusern auf Stellplätzen an den Anschlusspunkt der ortsfesten elektrischen Anlage (Versorgungsseite) müssen über eine ausreichende mechanische Festigkeit verfügen und für die Verlegung im Außenbereich geeignet sein. Die Stecker müssen der Herstellernorm DIN EN 60309-2 (VDE 0623-2) [15] für industrielle Anwendungen entsprechen.

Die Leitung muss mindestens des Typs H07RN-F – oder gleichwertig – entsprechen. In Anlehnung an die elektrische Ausrüstung auf Campingplätzen dürfen aus Gründen des Spannungsfalls und der Schleifenimpedanzen

die durchgehenden Leitungslängen höchstens 25 m (± 2 m) betragen.

Der Leiterquerschnitt bei einer flexiblen Anschlussleitung ist entsprechend dem Bemessungsstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung der Versorgungsseite auszuwählen. Hierzu sind in der DIN VDE 0100-721 (VDE 0100-721) [14] Tabelle 721.1 folgende Mindestquerschnitte von flexiblen Verlängerungsleitungen für den Anschluss auf Campingplätzen bzw. Stellplätzen für Caravans festgelegt. Gleiches gilt für steckbare Verbindungen zur Stromversorgung von Tiny-Häusern.

Kabel und Leitungen für die Installation im Haus

Besonders bei häufigem Standortwechsel von Tiny-Häusern auf Rädern sind die Kabel und Leitungen innerhalb des Hauses einer hohen mechanischen Beanspruchung durch Schwingungen ausgesetzt. Hier kann es durch eine unzureichende Verlegung, beispielsweise an scharfen Kanten oder Profilblechen, zu einer Beschädigung der Leitungsisolierung kommen. Daher sind Kabel und Leitungen, die durch Metallteile geführt werden, durch Tüllen oder Ösen zu führen und geeignet zu befestigen. Unzureichende Klemmverbindungen können sich lösen und letztlich zu erhöhten Übergangswiderständen und zu unzulässigen betriebsmäßigen Erwärmungen führen. Was für Caravans gilt, ist für Tiny-Häuser auf Rädern auch nicht verkehrt.

Kabel und Leitungen sind grundsätzlich hinter Verkleidungen zu führen und ausreichen zu befestigen und sollte in Anlehnung an die DIN VDE 0100-721 (VDE 0100-721) [14] mindestens den Anforderungen nach DIN EN 60332-1-2 (VDE 0482-332-1-2) [16] entsprechen. Es können innerhalb des Tiny-Hauses isolierte einadrige Kabel und Leitungen mit flexiblen Leitern der Klasse 5 oder verseilte Leiter der Klasse 2 verwendet werden.

Die Verlegung der Kabel und Leitungen sollten in offenen oder geschlossenen Elektroinstallationssystemen, die mit den zutreffenden Normen der Normenreihe DIN EN 50085 (VDE 0604) übereinstimmen, ausgewählt werden. Kabel und Leitungen sowie alle flexiblen Elektroinstallationsrohre sind bei der senkrechten Verlegung maximal alle 0,4 m und waagrechten Verlegung höchstens alle 0,25 m zu befestigen. Aus Gründen der Stabilität sind Leiterquerschnitte kleiner als 1,5 mm² (Kupfer oder gleichwertig) unzulässig.

Verbindungen dürfen nur in Verbindungsdosen oder an den Anschlussklemmen

Quelle: Jürgen Rösner/Messe Karlsruhe



3 In Zeiten des propagierten Minimalismus findet auf kleinster Fläche das gesamte heimische Leben statt

von elektrischen Betriebsmitteln hergestellt werden.

Schutz gegen elektrischen Schlag

Die Schutzmaßnahme Schutz durch automatische Abschaltung im Fehlerfall nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) [17] Abs. 411 und der Schutz bei Überstrom nach DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430) [18] (Überlast- und Kurzschluss) müssen selbstverständlich in Tiny-, Mini- und Container-Häusern wirksam sein.

Die Schutzmaßnahme – Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung ist die gängigste in TN-Systemen angewendeten Schutzmaßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag. Die Schutzmaßnahme bestehend aus einer Basisschutzvorkehrung zum Schutz gegen direktes Berühren aktiver Teile und einer Fehlerschutzvorkehrung zum Schutz bei indirektem Berühren. Bei Körperschluss bewirkt der Fehlerstrom eine automatische Abschaltung der Überstrom-Schutzeinrichtung. Die Höhe des an der Fehlerstelle zum Fließen kommenden Fehlerstromes hängt von der Netzspannung und der Fehler-schleifenimpedanz ab. Diese muss ausreichend gering sein, damit über die Schutzeinrichtung ein ausreichend hoher Strom zum Fließen kommt, der eine automatische Abschaltung innerhalb der vorgeschriebenen Zeit nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) [17] Tabelle 41.1 bewirkt. Innerhalb der Tiny-

Häuser, Minihäuser und Containerhäuser sind Endstromkreise zur allgemeinen Verwendung wie Beleuchtung, Steckdose, Herdanschluss etc. bis 32 A gängig.

Um die Verfügbarkeit der Anlage zu gewährleisten, ist es ratsam, die Installation im Haus auf mindesten zwei Stromkreise aufzuteilen, um zu verhindern, dass es im Fehlerfall zu einem kompletten Ausfall der elektrischen Versorgung und Beleuchtung kommt.

Zum Schutz bei indirektem Berühren sind nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) [17] Abs. 411.3.3 Steckdosen in Endstromkreisen und Stromkreise für die Versorgung ortsveränderlicher Betriebsmittel im Außenbereich Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit einem Bemessungsdifferenzstrom von höchstens 30 mA vorzusehen.

Tiny-Häuser, Minihäuser und Containerhäuser stellen an sich ein Betriebsmittel und seitens der ortsfesten Stromversorgung eine Art Endstromkreis dar. Übertragen auf die Anforderung an Caravans nach DIN VDE 0100-708 (VDE 0100-708) [13] ist die Einspeisestelle mit einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung mit einem Bemessungsdifferenzstrom von höchstens 30 mA auszustatten. Damit sind zwei gleiche Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen hintereinandergeschaltet, sodass die Anforderungen an die Selektivität von Fehlerströmen nach DIN VDE 0100-530 (VDE 0100-530) [19] b 536.4.1.4.2 beachtet werden müssen.

Eine Selektivität der Fehlerströme ist nach DIN VDE 0100-530 (VDE 0100-530) [19]

Abs. 536.4.1.4.2 unter folgenden Bedingungen gegeben:

- Die vorgeschaltete Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) ist selektiv (also vom Typ S oder zeitverzögert mit entsprechender Einstellung) und
- das Verhältnis des Nennfehlerstroms zwischen vorgeschalteter und nachgeschalteter Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) beträgt mindestens 3:1.

Übertragen auf den elektrischen Anschluss auf dem Campingplatz müsste der RCD des ortsfesten Anlagenteils über einen Bemessungsfehlerstrom von 30 mA verfügen, selektiv – also vom Typ S oder zeitverzögert, sein und gleichzeitig die Anforderungen an die Abschaltzeiten nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) [17] Tabelle 41.1 erfüllen. Gleichzeitig dürfte der Bemessungsfehlerstrom des nachgeschalteten RCD im Tiny-Haus 10 mA nicht überschreiten, wodurch es allerdings zu ungewollten Abschaltungen kommen kann.

Besonderheiten durch Metallkonstruktion

Tiny- und Mini-Häuser auf Rädern

Tiny- und Mini-Häuser auf Rädern sowie Container-Häuser verfügen über eine Metallkonstruktion. Eine Besonderheit bei Tiny- und Mini-Häusern ist, dass die Metallkonstruktion durch die Räder vom Erdpotential isoliert ist. Die Metallkonstruktion ist hier mit Erde zu verbinden, sodass leitfähige Teile innerhalb des „Hauses“ Erdpotential besitzen.

In Anlehnung an die Norm für die elektrische Ausrüstung von Caravans sind nach DIN VDE 0100-721 (VDE 0100-721) [14] Abs. 722.411 metallene Rahmenteile oder am Rahmen befestigte Konstruktionsteile mit der Haupterdungsschiene innerhalb des Fahrgestells des Tiny- oder Mini-Hauses zu verbinden.

Die Schutzerdungsleiter sind nach DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) [20] Abs. 543 in Abhängigkeit dem Leiterquerschnitt der Versorgungsleitung zu bemessen. Demnach muss der Querschnitt des Schutzerdungsleiters bei einem Querschnitt der Außenleiter bis 16 mm² (Kupfer) dem der Außenleiter entsprechen. Ab 16 mm² bis einschließlich 25 mm² (Kupfer) darf dieser halbiert werden. Der Leiterquerschnitt muss nach DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) [20] Abs. 543.1 die Bedingungen für die automatische Abschaltung der Stromversorgung gemäß DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) [17] Abs. 411.3.2 erfüllen.

Containerhäuser

Im Gegensatz zu Tiny- und Mini-Häusern auf Rädern, können Containerhäuser aufgrund des festen Standortes nicht als vom Erdpotential isoliert und somit als faradayscher Käfig betrachtet werden.

Containerhäuser sind wie Wohnhäuser zu betrachten.

Hinsichtlich äußerem Blitzschutz von Container-Häusern gibt es i. d. R. keine behördlichen Auflagen. Allerdings hängt die weitere Betrachtung der Containerhäuser von der Ausführung der Fassade und des Daches ab.

Die Einzelteile der Metallkonstruktion des Containerhauses sind i. d. R. durch Schweißnähte miteinander verbunden. Ist die Fassade eines Containerhauses nicht verkleidet, so dass das natürliche Erscheinungsbild eines Seecontainers im Hausdesign erhalten bleibt, stellt die Metallfassade oder die metallene Fassadenbekleidung eines Container-Hauses eine natürliche Ableitung dar. Sie ist somit ein natürlicher Bestandteil des Blitzschutzsystems und kann nach DIN EN 62305-3 Beiblatt 4 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 4) [21] als Fangeinrichtung betrachtet werden, vorausgesetzt, die Bleche sind nicht beschichtet. Dabei wird eine dünne Beschichtung mit Farbe oder 1 mm Bitumen oder 0,5 mm PVC nicht als Isolierung angesehen.

Bei Metalldächern aus beschichteten Blechen, deren Verbindungen mit einer Überdeckung/Überlappung hergestellt sind, ist die Eignung als natürlicher Bestandteil des Blitzschutzsystems vom Hersteller durch eine Typprüfung nahezuweisen. Hierfür hat der Hersteller des Containerhauses eine fachgerechte Montage- und Verlegungsanleitung zu erstellen. Bei selbst umgebauten Schiffcontainers hingegen kommt der Errichter um eine ordentliche Planung nicht herum.

Ausstattung

Mit Tiny-, Mini- und Container-Häusern sind Wohnflächen bis zu 28 m² möglich. In Zeiten des propagierten Minimalismus findet auf dieser Fläche das gesamte heimische Leben statt. Wohnzimmer, Schlafzimmer, Bad, WC und Küche bzw. Kochnische sollen hier auf kleinstem Raum untergebracht werden. Und auch der elektrische Ausstattungsgrad soll in nichts nachstehen.

Die Anzahl an Steckdosen und Festanschlüsse für Beleuchtung und bestimmte Betriebsmittel richtet sich nach DIN 18015-2 [22] entsprechend der Raumnutzung und Wohnfläche. Die Kochnische eines Tiny-Hauses sollte nach DIN 18015-2 [22] Tabelle 2 über min-

destens fünf Steckdosen und einen Beleuchtungsanschluss verfügen. Drei Steckdosen davon sind für die allgemeine Verwendung von Küchengeräten vorzusehen. Idealerweise sind diese oberhalb der Arbeitsfläche als zweifach oder dreifach Steckdose anzuordnen. Für den Dunstabzug und den Kühlschrank sind jeweils eine Steckdose vorzusehen. Anschlüsse bzw. Steckdosen für den Elektroherd, das Mikrowellengerät und das Warmwassergerät, soweit die Warmwasserbereitung nicht auf andere Weise erfolgt, sind jeweils auf einem eigenen Stromkreis anzuschließen. Der Elektroherd benötigt je nach Ausführung eine Schuko Steckdose oder einen festen dreiphasigen Anschluss. Damit sind fünf Stromkreise für die Kochnische erforderlich. Die Ausführung des Herdanschlusses sollte im Rahmen der Planung geklärt werden. Auch die Hausarbeit spielt sich innerhalb der 28 m² ab. Dass jedoch ein separater Hauswirtschaftsraum in einem solchen Haus vorgesehen wird, ist sehr unwahrscheinlich. Nichtsdestotrotz sind Waschmaschine und Wäschetrockner fester Bestandteil eines Haushaltes. Für Waschmaschine und Trockner sind demnach jeweils ein separater Stromkreis mit Steckdose vorzusehen. Auf einen separaten Stromkreis für die Bügelstation kann vernünftigerweise verzichtet werden, da hier auch die Steckdosen zur allgemeinen Verwendung ausreichend sind.

In Bädern sind nach DIN 18015-2 [22] Tabelle 2 zwei Steckdosen und zwei Beleuchtungsanschlüsse vorzusehen. Eine Steckdose kann hier in Kombination mit der Waschtischleuchte vorgesehen werden. Für Bäder ist zudem ein Lichtauslass für die Raumbeleuchtung und eine Steckdose separat vorzusehen. In Wohnbereichen sind allein aufgrund der Vielzahl elektronischer Geräte sechs Steckdosen vorzusehen. Für die allgemeine Verwendung sind in Wohnzimmern und Schlafräumen bis 20 m² jeweils vier Steckdosen vorzusehen. In Wohnzimmern sind zudem zwei Beleuchtungsanschlüsse und in Schlafräumen ein Beleuchtungsanschluss vorzusehen.

Sicher, die Beispiele aus der Planungsnorm zeigen, dass die Einhaltung der Planungsnorm hinsichtlich der Ausstattungswerte für einen gewissen Standard sorgt. Allerdings lässt sich bei Tiny-, Mini- und Container-Häusern die Anforderungen aufgrund der Wohnfläche nicht 1 zu 1 umsetzen, was eine individuelle Planung erforderlich macht.

In jedem Fall sollten sich im Küchenbereich solcher Häuser die Ausstattung und die Aufteilung der Stromkreise aufgrund der verschiedenen Verbrauchsmittel an der DIN 18015-2 [22] orientieren.

Gerade in Tiny Häusern sind Wohn- und Schlafbereich nicht durch raumabschließende Bauteile getrennt, sodass hier die reine Normenauslegung der DIN 18015-2 [22] Tabelle 2 nicht zwingend den tatsächlichen Bedarf an Steckdosen für solche Anwendungen spiegelt. In jedem Fall sollte die Anzahl der Steckdosen ausreichend sein. Ab wieviel Steckdosen man allerdings von einer ausreichenden Anzahl sprechen kann, sollte individuell bei der Hausplanung betrachtet werden.

Beim Vorhandensein einer Gasversorgung

Häufig wird in Tiny-, Mini- und Container-Häusern ähnlich wie in Caravans/Motorcaravans mit Propangas gekocht und geheizt. Die elektrische Anlage des Tiny Hauses (auf Rädern) ist demnach so zu planen, dass eventuell austretendes Gas nicht auf eine Zündquelle trifft. Innerhalb von Fächern, die der Lagerung von Flüssiggasflaschen dienen, sind Zündquellen durch elektrische Betriebsmittel und beschädigte Kabel und Leitungen zu vermeiden. Es sind deshalb ausschließlich die Installation und der Betrieb von Kabel/Leitungen und elektrische Betriebsmittel mit Kleinspannung, die der Überwachung der Gasversorgung oder der Verwendung des Faches dienen, in diesen Bereichen zulässig. Kabel und Leitungen, die durch solche Fächer geführt werden, sind gegen mechanische Beschädigung in Elektroinstallationsrohren oder geschlossenen Elektroinstallationskanälen, die mindestens der mechanischen Beanspruchung AG3 widerstehen, zu verlegen. Die Kabel und Leitungen sind in einer Höhe von mindestens 500 mm über der Aufstellungsebene der Gasflaschen zu verlegen. Hierfür kann das Fach oder Gehäuse mit den zutreffenden Normen für die Einteilung Ex-Bereiche vorgenommen werden.

Schutz vor thermischen Einwirkungen

Da Tiny-, Mini- und Container-Häuser im Vergleich zu Caravans für eine Dauernutzung vorgesehen sind, sind auch hier Rauchwarnmelder verpflichtend einzusetzen.

Tiny- und Mini-Häuser bestehen häufig zu einem Großteil aus Holzbauteilen.

Nach DIN VDE 0100-420 (VDE 0100-420) [23] Abs. 422.4 sind für Räume und Orte mit brennbaren Baustoffen, darunter Holzhäuser (CA2) für Kabel und Leitungen die besonderen Anforderungen auf Basis der M-HFHolzR (Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hoch-



4 Der elektrische Ausstattungsgrad sollte trotz kleiner Wohnfläche in nichts nachstehen

feuerhemmende Bauteile in Holzbauweise) [24] anzuwendenden. Hier sind die durch häufigen Stellplatzwechsel bedingten Beanspruchungen und Anforderungen mit den Anforderungen an Holzhäuser abzustimmen. Demnach sind:

- Kabel und Leitungsanlagen in Schächten oder Kanälen, vor Wänden oder unterhalb von Decken zu führen;
- für die Öffnungen und Leitungsdurchführungen in hochfeuerhemmenden Wänden und Decken (Feuerwiderstandsdauer 60 Min.) ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis zu erbringen;
- maximal bis zu drei Kabel und Leitungen oder einzelne Hüllrohre durch Wände und Decken zu führen. Bei Durchführung der Kabel/Leitungen durch die Brandschutzbekleidung sind die verbleibenden Hohlräume in der Brandschutzbekleidung mit nichtbrennbaren Baustoffen zu verschließen;
- Abstand von Hohlwanddosen zum Holzständer oder der nächsten Holzrippe muss mindestens von 150 mm betragen;
- Dämmstoffe der Wandhohlräume müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen (Schmelzpunkt >1000 °C nach DIN 4102-17 [25]) und dürfen auf eine Mindestdicke von 30 mm gestaucht werden.

Entzündung

Mit Anwendungsbeginn der DIN VDE 0100-420 (VDE 0100-420) [23] sind Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen (AFDDs), kurz Brandschutzschalter genannt, in Räumlich-

keiten mit Schlafgelegenheiten empfohlen. Damit stellen sie eine geeignete Maßnahme dar, serielle und parallele widerstandsbehafte Fehlerlichtbögen zu erkennen und abzuschalten.

Nach DIN VDE 0100-420 (VDE 0100-420) [23] Abs. 421.7 sind Maßnahmen zum Schutz gegen Auswirkungen von Fehlerlichtbögen in Endstromkreisen u. a. Räume oder Orte aus Bauteilen mit brennbaren Baustoffen vorzusehen, wenn die Bauteile einen geringeren Feuerwiderstand als feuerhemmend aufweisen.

Nach DIN VDE 0100-420 (VDE 0100-420) [23] Abs. 422.4 gelten zudem die Anforderungen für Gebäude, die hauptsächlich aus brennbaren Baustoffen hergestellt sind. Als Beispiel sind Holzhäuser genannt. Diese fallen gemäß dem informativen Anhang nach DIN VDE 0100-510 (VDE 0100-510) [26] Anhang ZA in die Klassifikation der äußeren Einflüsse CA2, also brennbar. Sofern die verwendeten Baumaterialien nicht entsprechend behandelt sind und die erforderlichen Nachweise für besseres Brandverhalten nicht erbracht sind, liegt im konkreten Fall eine Nutzung zu Wohnzwecken in Räumen oder Orten aus Bauteilen mit brennbaren Bauteilen vor. Die Beachtung der zutreffenden Baubestimmungen der Bundesländer ist selbstverständlich zu beachten. Das Prinzip des Brandschutzes basiert auf der Vermeidung von Entzündungen bzw. Entflammungen brennbarer Materialien und der Eindämmung des Brandes innerhalb eines Gebäudes bzw. einer Nutzungseinheit.

Das Risiko einer Brandentstehung ausgehend von der elektrischen Anlage wird durch bauliche Maßnahmen jedoch nicht reduziert, woraus sich weitere Maßnahmen z. B. entsprechend der Empfehlung einer Notwendigkeit von Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen ableiten lässt.

Übertragen auf Tiny-, Mini- und Container-Häuser mit kleinen und durchgängigen Wohn- und Schlafräumen bedeutet die Anforderung, dass grundsätzlich in allen Endstromkreisen Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen vorzusehen sind. Das würde allerdings bei kombinierten und offenen Wohn-, Ess- und Schlafbereichen in solchen Häusern bedeuten, dass auch die Stromkreise, die für die Kochnische und den Wohnbereich vorgesehen sind mit Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen versehen sein müssen.

Mit der normativen Pflicht zur Durchführung einer Risiko- und Sicherheitsbewertung nach DIN VDE 0100-420 (VDE 0100-420) [23] könnte zumindest in Bereichen, in denen Betriebsmittel nur bei Bedarf eingeschaltet werden, durch eine zeitliche Beschränkung der Spannungsversorgung auf Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen verzichtet werden. Wichtig ist, dass eine aktive Handlung eine Zuschaltung der Spannungsversorgung bewirkt und die Abschaltung automatisch nach einer bestimmten Zeit erfolgt. Dadurch könnte bei Tiny Häusern aus Holz der Einsatz von Brandschutzschaltern zum Beispiel im Koch- und Badbereich kompensiert werden. Zudem ist darauf zu achten, dass elektrische Betriebsmittel sowie Teile der quasi ortsfesten Anlage in Tiny-, Mini- und Container-Häusern keine unzulässigen hohen Temperaturen an den Oberflächen durch Wärmestrahlung verursachen. In Verbindung mit der Holzkonstruktion und Holzverkleidung des Wohnraumes hat der Anwender u. a. auf folgendes zu achten:

- Geräte und Betriebsmittel sind bestimmungsgemäß zu betreiben. Hierbei sind vor allem bei Wärmegeräten die erforderlichen Mindestabstände zu brennbaren Materialien zu beachten.
- Elektrische Betriebsmittel sind so aufzustellen, dass kein Wärmestau am Aufstellort entsteht.
- Heiße Teile von Betriebsmitteln mit Wärmeplatte (z. B. Kaffeemaschine) sollten auf nicht brennbare Unterlagen gestellt werden.
- Nicht verwendete elektrische Betriebsmittel, sollten von der Stromversorgung abgeschaltet werden.

Somit hängt die Sicherheit größtenteils vom Nutzerverhalten ab. Hersteller von Tiny-, Mini-

und Container-Häusern sollten vor allem bei der Übergabe den Käufer oder Mieter auf die Gefahren hinweisen.

Selbstversorgung

Wer ein Tiny-, Mini- und Container-Haus sein eigen nennt, dem liegt vermutlich neben der Nachhaltigkeit von Baustoffen und Zuführung alter Güter eines neuen Zweckes (Umbau eines Schiffscontainers zu einem Containerhaus) auch etwas an der sauberen und autarken Energieerzeugung.

Hierfür eignen sich Mini-PV-Anlagen oder eine Mini-Windkraftanlage. Mini-PV-Anlagen bestehen aus einem PV-Modul mit integriertem Wechselrichter. Die Einspeisung solcher Anlagen bis 600 W können über einen Endstromkreis erfolgen. Voraussetzung hierfür ist, dass die Erzeugungsanlage am Endstromkreis über eine spezielle Steckvorrichtung (Energiesteckdose) oder über einen festen Anschluss angeschlossen ist. Für die Einspeisung ist ein separater Stromkreis vorzusehen. Ein Mischbetrieb von Verbrauchern und Erzeugungsanlagen ist aufgrund des Überstromschutzes sowie der Strombelastbarkeit der Kabel und Leitungen unzulässig. Der Stromkreis muss über eine separate Fehlerstrom-Schutzeinrichtung mit einem Bemessungsfehlerstrom von maximal 30 mA als Fehlerschutzvorkehrung geschützt sein.

Zur unterstützenden oder autarken Stromversorgung ist bei Erzeugungsanlagen in Anlehnung an die DIN VDE 0100-721 (VDE 0100-721) [14] die Schutzmaßnahme Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV anzuwenden. Die Spannung der Stromquelle (PV-Modul oder Umrichter) darf sowohl DC-seitig als auch AC-seitig eine Spannung von 48 V nicht überschreiten (bei der AC-Seite ist der Effektivwert der Wechselspannung gemeint).

Fazit

Tiny-, Mini- und Container-Häuser werden derzeit häufig thematisiert. Sie bieten eine Alternative zu herkömmlichen Wohnkonzepten. Wie der Artikel zeigt gibt es mittlerweile allein bei den drei genannten Haustypen eine Vielzahl von Aspekten, die bei der Planung, Errichtung und während der Nutzung zu beachten sind.

Der Stromversorgungsanschluss stellt hier die größte Herausforderung dar. Während Containerhäuser meist über einen festen Anschluss verfügen, werden Tiny- oder Mini-Häuser auf Rädern über Steckvorrichtungen versorgt. In

diesem Fall ist die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen nach der Errichtung zu prüfen. Ein weiteres Problem stellt bei Steckvorrichtungen die Selektivität der Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen des ortsfesten Teils der elektrischen Anlage und elektrischen Anlage im Tiny Haus dar.

Für die Anzahl an Stromkreisen in Tiny Häusern Containerhäusern und Minihäusern kann die Planungsnorm DIN 18015-2 [22] nicht 1 zu 1 angewendet werden. Eine Aufteilung auf mindestens zwei Stromkreise z. B. im Bad ist zu empfehlen. Der Einsatz nur einer Fehlerstromschutz-Einrichtung für die gesamte Anlage ist nicht sinnvoll und daher zu vermeiden.

Zu beachten ist ebenfalls, dass diese Bauten in den Anwendungsberreich der DIN VDE 0100-420 (VDE 0100-420) [23] fallen. Hier sind zudem neben den Anforderungen an die Auswahl und Verlegung der Kabel und Leitungen bei Tiny Häusern auf Rädern auch die Anforderungen an Caravans aufgrund der Beanspruchung durch Fahrbewegungen zu beachten.

Auch sollten in Endstromkreisen Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen installiert werden. In Bereichen, in denen Betriebsmittel nur zeitweise unter Anwesenheit einer Person genutzt werden, könnte alternativ eine automatische Abschaltung eine Alternative darstellen.

Literatur

- [1] DIN VDE 0100-717 (VDE 0100-717):2010-10 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-717: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Ortsveränderliche oder transportable Baueinheiten.
- [2] Musterbauordnung – MBO – Fassung November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 21.09.2012.
- [3] Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) vom 6. März 2013 (BGBl. I S. 367), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 20. April 2020 (BGBl. I S. 814).
- [4] Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) vom 26. April 2012 (BGBl. I S. 679), zuletzt geändert durch Art. 1 V v. 26. 11. 2019 I 2015.
- [5] DIN EN 60038 (VDE 0175-1):2012-04 CENELEC-Normspannungen.
- [6] VDE-AR-N 4100 Anwendungsregel:2019-04 Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Niederspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Niederspannung).
- [7] DIN 18012:2018-04 Anschlusseinrichtungen für Gebäude – Allgemeine Planungsgrundlagen.
- [8] VDE-AR-N 4223 Anwendungsregel:2020-05 Bauwerksdurchdringungen und deren Abdichtung für erdverlegte Leitungen.
- [9] DIN 16873:2018-09 Rohre und Formstücke aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) für den Kabelschutz – Maße und Technische Lieferbedingungen.

- [10] DIN 8061:2016-05 Rohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) – Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung.
- [11] DIN 8062:2009-10 Rohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) – Maße.
- [12] DIN EN 61386-24 (VDE 0605-24):2011-08 Elektroinstallationsrohrsysteme für elektrische Energie und für Informationen – Teil 24: Besondere Anforderungen für erdverlegte Elektroinstallationsrohrsysteme.
- [13] DIN VDE 0100-708 (VDE 0100-708):2010-02 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-708: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Caravanplätze, Campingplätze und ähnliche Bereiche.
- [14] DIN VDE 0100-721 (VDE 0100-721):2019-10 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-721: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Elektrische Anlagen in Caravans und Motorcaravans.
- [15] DIN EN 60309-2 (VDE 0623-2):2013-01 Stecker, Steckdosen und Kupplungen für industrielle Anwendungen – Teil 2: Anforderungen und Hauptmaße für die Austauschbarkeit von Stift- und Buchsensteckvorrichtungen.
- [16] DIN EN 60332-1-2 (VDE 0482-332-1-2):2017-06 Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall – Teil 1-2: Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader, einer isolierten Leitung oder einem Kabel – Prüfverfahren mit 1 kW-Flamme mit Gas-/Luft-Gemisch.
- [17] DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2018-10 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag.
- [18] DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430):2010-10 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-43: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Überstrom.
- [19] DIN VDE 0100-530 (VDE 0100-530):2018-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 530: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Schalt- und Steuergeräte.
- [20] DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):2012-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen und Schutzleiter.
- [21] DIN EN 62305-3 Beiblatt 4 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 4):2008-01 Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen – Beiblatt 4: Verwendung von Metalldächern in Blitzschutzsystemen.
- [22] DIN 18015-2:2010-11 Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Teil 2: Art und Umfang der Mindestausstattung.
- [23] DIN VDE 0100-420 (VDE 0100-420):2019-10 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-42: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen thermische Auswirkungen.
- [24] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise – M-HFH HolzR (Fassung Juli 2004).
- [25] DIN 4102-17:2017-12 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 17: Schmelzpunkt von Mineralwolle-Dämmstoffen – Begriffe, Anforderungen und Prüfung.
- [26] DIN VDE 0100-510 (VDE 0100-510):2014-10 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-51: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Allgemeine Bestimmungen. ■