

WHITE PAPER

Stolpersteine im Schaltschrankbau nach UL-Norm umgehen

Warum Sie viel Sorgfalt in die Schaltplanzeichnung stecken sollten

 Alexander Bürkle



EINLEITUNG

Nachdem Sie dieses Whitepaper heruntergeladen haben, sind Sie vermutlich daran interessiert, die Stolpersteine im Schaltschrankbau nach UL-Norm zu umgehen. Dabei möchten wir Ihnen gerne helfen! Vielleicht sind Sie noch recht frisch im Thema und wollen erste Informationen sammeln, oder Sie wollen ihre jahrelange Erfahrung mit nützlichen Tipps auffrischen. Ganz gleich aus welchem Grund Sie das hier lesen, mit diesem Whitepaper holen Sie Ihr Wissen rund um UL auf den nächsten Level.

Schaltpläne nach IEC gezeichnet haben Sie vermutlich schon sehr viele. Doch der amerikanische Markt tickt anders. Das ist eine schlechte Nachricht für alle, die nicht auf die für uns teilweise übertrieben wirkenden Feinheiten des UL-Standards Rücksicht nehmen wollen, aber gut für Sie, wenn Sie an einer zeitsparenden und erleichterten Zollabwicklung interessiert sind.

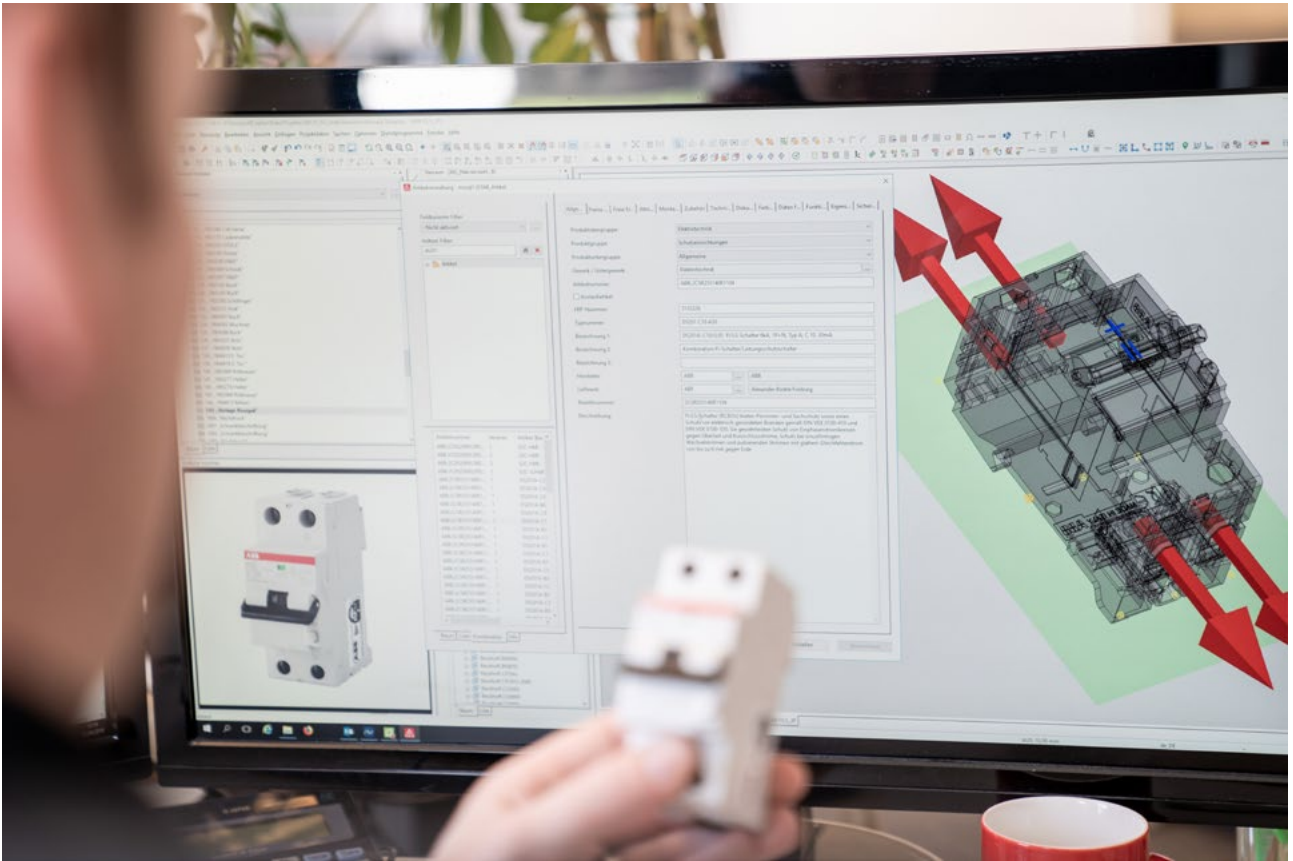
Denn im Kern geht es genau darum:

Mit der UL-Zertifizierung, so fordernd sie anfänglich auch erscheinen mag, wird sichergestellt, dass Ihre Erzeugnisse den nordamerikanischen Sicherheitsstandards entsprechen. Endkunden können sich darauf verlassen, ein sicheres Qualitätsprodukt zu erhalten, welches die Zollabwicklung insgesamt enorm erleichtert bzw. in vielen Fällen überhaupt erst möglich macht. Das mögen nicht nur die Kunden. Das mögen auch wir von Alexander Bürkle. In den folgenden Kapiteln verraten wir Ihnen deshalb, worauf es ankommt, wenn Sie Schaltpläne nach UL-Norm zeichnen möchten. Natürlich erfordert die Umsetzung Arbeit, aber wir sind sicher, dass Sie das schaffen.

Los geht's mit UL und das heißt konkret: Vergessen Sie alles, was Sie über DIN, VDE und Normen gelernt haben!

Was macht die UL-Norm so besonders?

Im Schaltschrankbau nach UL-Norm gibt es angefangen bei der Artikelprüfung über die Fertigung bis hin zur Auslieferung viel zu beachten. Wir könnten ein eigenes Whitepaper zu jedem der einzelnen folgenden Prozessschritte verfassen, jedoch lesen Sie vorerst das Wichtigste, das Sie an dieser Stelle unbedingt wissen sollten. Wenn Sie Näheres wissen möchten, stehen wir Ihnen mit Rat und Tat zur Seite. Unser Augenmerk richten wir in diesem Whitepaper auf die **Schaltplanumsetzung**.



Artikelprüfung: Und zwar für jedes einzelne Bauteil!



Bevor ein Schaltplan umgesetzt wird, muss jedes zu verbauende Produkt geprüft werden. Das ist nicht nur sehr zeitaufwändig, sondern zwingend notwendig. Denn: hier geht es um die Legalisierung des Produkts. Pro Artikel können Sie mit einer halben Stunde (Durchschnittswert) rechnen.

So gehen Sie vor:

Auf der Website von UL gibt es eine Datenbank, in der Sie nach dem entsprechenden Artikel suchen und die Zulassung prüfen. Die Zulassung besagt, ob es sich um einen **UL Listed**- oder **UL Recognized**-Artikel handelt. Unter **UL-Listed** versteht man ein eigenständiges Produkt mit einer bestimmten Funktion. Bei **UL Recognized** handelt es sich um Artikel, die normalerweise in andere Geräte eingebettet sind und immer ein zugehöriges Produkt benötigen, um eine Endaufgabe zu erfüllen. Diese Artikel müssen im Report des jeweiligen UL-zertifizierten Schaltschrankbauers hinterlegt werden. Manchmal reicht es diese nur zu hinterlegen, manchmal ist es zwingend notwendig eine Funktionsbeschreibung für den Anwendungsfall zu hinterlegen und dann ist es auch nur in diesem Anwendungsfall erlaubt zu verwenden. Der Report ist notwendig, damit das Unternehmen labeln darf. Eine Reportänderung kostet jedes Mal ca. 1500 €.

Tipp: Ein Produkt, das immer wieder Probleme mit sich bringt, sind Umrichter. Denn Zulassungen können sich ändern oder ganz erlöschen. Seien Sie hier also besonders akribisch.

Schaltplanumsetzung: Eine sorgfältige Zeichnung vermeidet Fehler!



Andere Schaltzeichen

Im nordamerikanischen Markt werden die elektrischen Schaltzeichen durch die Norm IEEE 315 definiert. Die DIN EN 60617 und IEC 60617 geben in Europa die Schaltzeichen vor. Bei der Erstellung eines Schaltplans ist darauf zu achten, die Symbolik nach der der IEEE 315 zu verwenden. Die Symbolik ist bei den meisten Bauteilen und Anschlüssen eine andere.

TIPP:

Grundlegend besteht die Möglichkeit den Schaltplan mit IEC-Symbolik zu erstellen. Zur Einhaltung der nordamerikanischen Norm ist in diesem Fall allerdings eine Symbolumsetzungsliste von IEC nach IEEE zwingend notwendig. Diese Symbolumsetzungsliste entspricht einer Symbolgegenüberstellung.

Aderkennzeichnung

In der Norm UL508A ist eine Aderkennzeichnung / Marking vorgegeben. Der Konstruktion stehen verschiedene Ausführungsmöglichkeiten zur Verfügung. Dies können unter anderem wie folgt dargestellt werden:

- Fortlaufende Nummer durch den gesamten Schaltplan, verbindungsorientiert oder potentialorientiert.
- Betriebsmittel und Kontakt
- Planseite, Pfad und fortlaufende Nummer auf jeder Seite

Wie die Beispiele zeigen, lässt uns die Norm hier einen Spielraum. Sie besagt lediglich, dass jede Ader mit Buchstaben, Zahlen oder Farben mit dem Schaltplan übereinstimmend gekennzeichnet werden muss. Die Ausführung ist auf die Wünsche des Endkunden abzustimmen.

Type Rating von Gehäusen und Einbaugeräten

Das Type Rating kann mit der IP-Schutzklasse verglichen, jedoch nicht direkt übersetzt werden. In der UL508A wird auf die UL50E verwiesen. Dort werden unter Abschnitt 5.7 die Varianten der Type Ratings erläutert.

- Das Bauteil mit dem geringsten Type Rating gibt das Rating des gesamten Schaltschranks vor. *(Es gibt aber auch Tricks, um das Type Rating eines Bauteils wieder zu erhöhen.)*
- Die Type Rating Anforderung ist vom Endkunden zu bestimmen. Ist keine Vorgabe bekannt, ist die Minimalanforderung Type1 zu berücksichtigen.

ACHTUNG:

Wie oben beschrieben, gibt in Europa der Hersteller die Schutzart vor. In Nordamerika erfolgt die Abnahme immer durch UL. Daher kann es sein, dass z. B. ein Gehäuse, das nach Typ 12 (höchstes Rating) gebaut sind, von UL nur Typ 1 (niedrigstes Rating) geprüft wurde.

SCCR-Wert / Short Circuit Current Rating

Der SCCR-Wert gibt den maximalen Kurzschlussstrom des Schaltschranks an, bei dem keine Stromschlag- oder Brandgefahr besteht. Dafür werden alle leistungsführenden Komponenten berücksichtigt. Der SCCR-Wert ist auf dem Typenschild anzugeben. Die Ermittlung des SCCR-Werts erfolgt über Betrachtung der einzelnen Verbraucherabgänge unter Berücksichtigung der SCCR-Werte der eingesetzten Komponenten. Die Höhe des SCCR-Werts ist vom Kunden zu definieren, da der SCCR-Wert des Gehäuses höher oder gleich dem Anschlusswert des Betreibers sein muss.



Motorschutzorgane nach Netzform auswählen (Slash + Straight Rating)

In Nordamerika variieren die Netzformen/Spannungen von Region zu Region. Bei der Auswahl der Komponenten zur Schaltplanerstellung ist die Netzform zu beachten. Bei Motorschutzorganen wird in zwei Kategorien unterschieden.

1. Slash Rating, 480V/277V für Grounded Wye (Y).
Dies besagt eine Spannungsfestigkeit von 277V einer Phase gegen Erde.
2. Straight Rating, 480V für Grounded Delta.
Dies besagt eine Spannungsfestigkeit von 480V gegen Erde. Sind keine Kundenvorgaben vorhanden bzw. bekannt, ist der Schaltplan auf Komponenten, die im Straight Rating betrieben werden dürfen, auszulegen. Achtung: Diese Produkte sind meistens teurer.

Aderfarben beachten

Bei der Auswahl der Leitungen sind die Farbvorgaben der UL508A einzuhalten. Die Definition der Farben ist in der Norm festgelegt. Die Definitionen befinden sich in den Kapiteln 66.5 Internal Power Wiring und 66.9 Internal Control Circuit Wiring.

Größter Unterschied: Bei der IEC ist nur grün/gelb und blau vorgegeben und sonst orientiert man sich an eingespielten Standards, aber es nicht in der Norm vorgegeben. Bei UL sind geerdete Potenziale weiß oder beinhalten zumindest weiß.

Luft- und Kriechstrecken beachten

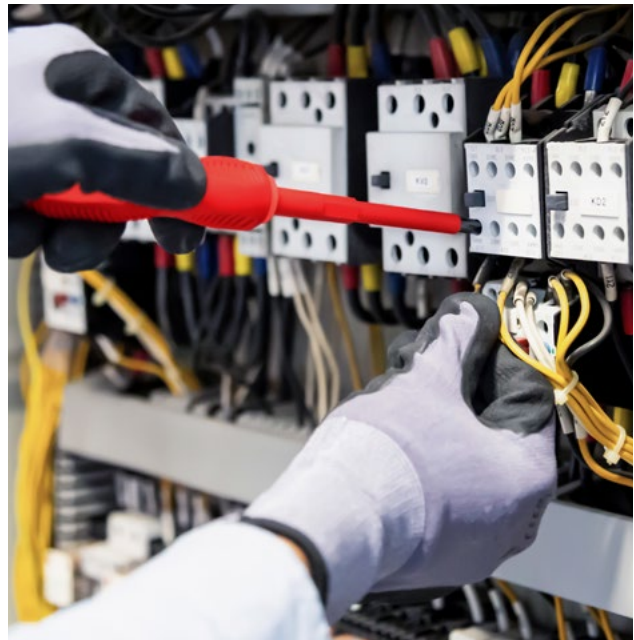
Die eingesetzten Bauteile müssen zur Einhaltung der Luft- und Kriechstrecken nach den Vorgaben aus den UL508A Tabelle 10.1 und 10.2 ausgewählt werden. Bei manchen Bauteilen werden zusätzliche Erweiterungen benötigt.

Türverriegelung

Zur Vermeidung von Stromunfällen durch ungeschultes Personal schreibt die Norm eine Türzuhaltung im eingeschalteten Zustand vor. Die Norm besagt, ein unter Spannung stehendes Gehäuse darf sich nicht öffnen lassen.

Für die Realisierung der Türverriegelung gibt es zwei Optionen:

1. Die kostengünstigere Variante ist eine mechanische Ausführung. Bei ihr werden die Türen mittels einer Schubstange und eines Kipphebels mechanisch verriegelt.
2. Die teurere Variante besteht aus einer elektromagnetischen Zuhaltung an jeder Tür. Eine Ausnahme kann die Tür darstellen, an der sich der Hauptschalter befindet, wenn dieser die Türverriegelung gewährleistet.



Steckverbinder

Im Control Circuit Bereich kleiner 110V NFPA 79 ist eine Realisierung von Steckverbindungen möglich. Die Steckverbinder müssen eine UL1977-Zulassung besitzen. Dabei ist auf die Spannungs- und Stromangaben der Hersteller zu achten. Im Power Circuit Bereich greift die UL2237, hier werden durch die Luft- und Kriechstrecken die Anzahl der zu verwendenden Produkte eingeschränkt. Eine weitere Option sind Stecker mit integrierter Wartungsschalter-Funktion.

Achtung: Steckverbindungen im Power Circuit Bereich sind oft sehr kostenintensiv (700-900 €).



Beschilderung: ganz schön zugeklebt!



Gegenüber dem europäischen Markt muss das Typenschild außen am Gehäuse befestigt werden. Dabei sind keine Nieten erlaubt, denn mit Löchern im Schrank verliert man das Schutz-Rating. Das Schild wird also geklebt. Ein wichtiges Detail, das oft übersehen wird: auch die Kennzeichnung muss nach UL-Standards anerkannt sein. Das heißt, Kennzeichen müssen beispielsweise extrem widerstandsfähig und weitgehend chemikalienbeständig sein, mechanischen Belastungen standhalten und eine gute Klebekraft bieten.

Achtung: Ein Schild, das in der EU ca. 5 € kostet, kostet nach UL-Standard schnell mal 20 €. Außerdem ist im Standard genau definiert, was auf welchem Schild zu stehen hat (Vorsicherung, größter Strom etc.).

Beispiele:

- Die *fuse replacement list* findet man als Aufkleber innerhalb des Schaltschranks. Damit Sie sich schnell ein Ersatzteil besorgen können, müssen hier *Betriebsmittelkennzeichen*, *Stromstärke*, *Artikelnummer des Herstellers* und die *max. Betriebsspannung* aufgelistet sein.
- In der *motor protection switch list* müssen folgende Daten enthalten sein: *Betriebsmittelkennzeichen*, *Artikelnummer des Herstellers*, *Einstellbereich* und *Einstellwert*. Sollte der Motorschutzschalter keinen variablen Einstellbereich besitzen wird der Einstellwert ebenfalls beim Einstellbereich eingetragen.

Tipp: Warningschilder müssen der ANSI-Norm entsprechen. Diese schreibt vor, dass der Aufkleber folgende Sicherheitselemente beinhalten muss: die Intensität der Gefahr, das passende Piktogramm, mögliche Gefahren, Maßnahmen zur Gefahrenvermeidung.

Leitungen und Kabel: in der Regel größere Querschnitte als bei IEC!



Bei AWG-Leitungen gilt: Sie müssen die UL-Zulassung für den Anwendungszeck erfüllen. Ein bekanntes Beispiel, dass in unterschiedlichen Anwendungen einsetzbar ist, sind Netzkabel. Diese gibt es mit UL-Industriezulassung und mit IT-Zulassung. Im ersten Fall darf es im Schaltschrank verbaut werden. Der zweite Fall ist für den Heim-PC gedacht, hat dadurch eine andere Prüfung und darf deshalb nicht in den Schaltschrank.

Um den Verdrahtungsaufwand so gering wie möglich zu halten und eine getrennte Kabelführung zu vermeiden, ist es empfehlenswert, dass man alle Kabel in derselben Schutzklasse auswählt. In der Regel sind das 600V. Der Querschnitt muss nach dem Standard UL508A ausgelegt werden. Da die meisten Gehäuse unter den Part 2 fallen, ist die Leitungsdicke auf 125 % des Nennwerts auszulegen. Dies betrifft aber nicht nur die Leitung. Denn wenn man im Leitungsquerschnitt höher geht, kann es sein, dass andere Klemmen verbaut werden müssen. Die Strombelastbarkeit der Leitung geht nach der UL-Liste, diese weicht auch von der IEC-Liste ab.

Tipp: In der Regel braucht man größere Querschnitte als bei IEC.

Die Verzahnung der Standards und Prüfungsverfahren der UL mit den Standards anderer Institutionen ist hoch. Beispielsweise gibt es im National Electrical Code (NEC), dem üblichen Sicherheitsstandard für Elektroinstallationen in den Vereinigten Staaten von Amerika, Verweise auf UL-Standards. Das bringt es mit sich, dass Leitungen zum Beispiel nur innerhalb des Schanks definiert werden dürfen. Die Verkabelung vor Ort (Leitung und Leitungsführung) muss nach NEC ausgelegt werden. Der Konstrukteur definiert das Kabel, das den Schaltschrank verlässt, in Aderzahl und Querschnittsvorschlag, aber es werden weder Hersteller noch Kabeltyp vorgegeben. In der Regel klärt der Maschinenbauer vor Ort, welche Kabel verwendet werden dürfen.

Tipp: Tragen Sie Daten nur in den Plan ein, wenn der Kunde Ihnen die Daten nennt. Denn dann liegt der schriftliche Nachweis vor, dass der Kunde es so verlangt hat.

Fertigung: die Gehäuse werden größer!



Auch in der Fertigung gibt es einiges zu beachten. Wie unter Punkt 2 erwähnt, ist es aufgrund der thermischen Entwicklung sicherheitstechnisch unerlässlich, dass bestimmte Luft- und Kriechstrecken (Bsp. Feederbereich 1 Zoll Luft- und 2 Zoll Kriechstrecke zwischen Leitern für Spannungen über 250 Volt) eingehalten werden. Durch die Einhaltung der Luft- und Kriechstrecken gibt es oft einen größeren Abstand zwischen den Bauteilen, wodurch das Gehäuse im Gesamten größer werden könnte. Die entsprechenden Luft- und Kriechstrecken sind in unterschiedlichen Tabellen je nach Anwendung im Standard vorgegeben. Zur Einhaltung der Vorgaben benötigen manche Bauteile extra Zubehör.

Tipp: Berücksichtigen Sie daher von vornherein den erhöhten Platzbedarf.

Am Beispiel von Aderendhülsen gilt es zu beachten, dass entweder das Produkt und das Werkzeug vom selben Hersteller sind oder das Werkzeug die Zulassung für das zu verarbeitende Produkt hat.



Das UL-Label und die damit einhergehende Verantwortung bzw. Haftung



Ein angebrachtes UL-Label gilt nur für den geprüften Schrank mit dem Stand der Auslieferung und dem dort vermerkten Planstand. Erfolgen Änderungen durch den Kunden auf der Baustelle, erlischt die Zulassung und der Kunde muss den Schrank vor Ort neu abnehmen lassen.

Wir sehen uns zwei Optionen an:

1. Der Kunde baut einen Schrank selbst und lässt ihn von einem zertifizierten Unternehmen abnehmen. Er bekommt das Label, aber die Verantwortung bleibt beim Kunden und geht nicht auf das zertifizierte Unternehmen über.
2. Der Schaltschrankbauer labelt den Schrank. Damit geht die Verantwortung auf diesen über, d. h. er ist für die Einhaltung der Richtigkeit verantwortlich. Eventuell erforderliche Folgen oder Änderungen vor Ort sind zu seinen Lasten, wenn nachweisbar ist, dass etwas nicht UL-konform ist. Über die Nummer auf dem Label lässt sich herausfinden, wer den Schaltschrank gebaut hat.

Mehrkosten



Das UL-Prüfzeichen signalisiert dem Kunden, dass der Hersteller einen zusätzlichen Schritt unternommen hat, um die Sicherheit und Qualität seines Produkts sicherzustellen. **Contra:** Die Mehrkosten sind nicht unerheblich: Rechnen Sie mit einem Anstieg um ca. 35-40%. **Pro:** Allerdings erleichtert es die Zollabwicklung enorm. Ohne Label müssen Kunden teilweise drei Monate warten, bis ihre Produkte durch den Zoll sind. Mit Label wird der Schrank bei einer Maschinenabnahme vor Ort vom Abnehmer nicht berücksichtigt.



CONCLUSIO

Das war jetzt ganz schön viel Input!
Wir hoffen, dass unsere Anleitung zur
Umgehung von Stolpersteinen Ihnen
künftig weiterhilft, Ihre UL-Schalt-
pläne noch sorgfältiger zu zeichnen.
Sie haben noch weitere Fragen oder
Feedback für uns? Immer her damit,
wir freuen uns, von Ihnen zu hören.

Gutes Gelingen!

Impressum

Patrick Reichstetter
Wolfgang Bachheibl
Thorsten Spieler
Katharina Hiss

www.alexander-buerkle.com

Alexander Bürkle GmbH & Co. Kg
Robert-Bunsen-Straße 5
79108 Freiburg

info@alexander-buerkle.de

Telefon +49 (0)761 5106-0

Fax +49 (0)761 5106-990

 **Alexander Bürkle**