

- „Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen“ (ElexV) [15], in der zuletzt überarbeiteten Fassung vom 13. Dezember 1996 und seit dem 1. Januar 2002 durch die BetrSichV abgelöst, bleibt für schon bestehende explosionsgefährdete Anlagen übergangsweise bestehen und gültig, wenn diese zum Errichtungszeitpunkt den gültigen Vorschriften entsprachen (Bestandsschutz).
- Nach derzeitiger Rechtsauffassung besteht die Notwendigkeit, explosionsgefährdete Anlagen auf die neuen europäischen Rechtsvorschriften der Anlagensicherheit nur dann anzupassen, wenn es sich um eine zu errichtende Neuanlage oder um eine sog. Altanlage handelt, die im Zuge von Änderungen oder Instandsetzungen gemäß den neuen Betriebsbedingungen oder bei Gefahren für Beschäftigte bzw. Dritter oder dies durch neue Rechtsvorschriften festlegt wird.
- **Unfallverhütungsvorschriften** (DGUV-Vorschriften) mit den „Grundsätzen“ in DGUV-Vorschrift 1 und Angaben zu „elektrischen Geräten und Anlagen“ in DGUV-Vorschrift 3 (vormals BGV A3).

6.1 Errichten einer elektrischen Anlage im explosionsgefährdeten Bereich

Bevor eine Anlage in einem explosionsgefährdeten Bereich errichtet werden darf, muss der verantwortliche Anlagenbetreiber (Unternehmer) die Explosionsrisiken analysieren und beurteilen. Alle ermittelten Explosionsrisiken und getroffenen Maßnahmen sind im **Explosionsschutzdokument** zu hinterlegen.

Die Auswahl der elektrischen Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen ist so zu treffen, dass diese dem Explosionsschutzdokument bzw. Explosionsschutzplan entsprechen, in dem die Zonen, die Explosionsgruppen, die Temperaturklassen, die äußeren Einflüsse und die Umgebungstemperaturen der brennbaren Stoffe eingesetzt worden sind.

Die Beurteilung einer Explosionsgefahr kann in der Risikoanalyse durchgeführt werden, wenn die „Richtlinie für die Vermeidung der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre“ und die Explosionsschutzregeln EX-RL (DGUV-Regel 113-001, vormals BGR 104) mit deren Beispielsammlung [9] angewendet wurden.

Zusätzlich sind noch weitere Richtlinien bzw. Normen gültig und entsprechend anzuwenden:

- **DIN EN 1127-1** [14] „Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz – Teil 1: Grundlage und Methodik“;

- **DIN EN 60079-10-1 (VDE 0165-101)** [8] „Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 10-1: Einteilung der Bereiche – Gasexplosionsgefährdete Bereiche“;
- **DGUV-Regel 113-001** [9], Regelwerk der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, als Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF) in der BetrSichV [1, 2] enthalten;
- **DIN EN 61010-1 (VDE 0411-1)** [25] sind die „Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte“ für elektrischen Ex-Anlagen mit der Niederspannungsrichtlinie (2014/35/EU);
- **DIN EN 61326-1 (VDE 0843-20-1)** [26] sind die Anforderungen für „Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – EMV-Anforderungen“ mit der EMV-Richtlinie (2014/30/EU) und DIN VDE 0100 etc.;
- **DIN VDE 0100-540, DIN EN 60079-10-1 (VDE 0165-101)** [8] und **DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1)** [7] für Angaben zur Erdung und des Potentialausgleichs. Die dort aufgeführten Schutzmaßnahmen gelten für staub- und gasexplosionsgefährdete Bereiche gleichermaßen.
- **TRBS 2153** Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen. Beim Aufkommen von elektrostatischer Aufladung, z. B. durch Reibungsenergie, Materialfluss, Einblasvorgänge muss ein elektrisches Gerät mit Schutzmaßnahmen versehen sein. Auch im Regelwerk der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung wird in DGUV-Information 213-060 auf die „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“ [11]) hingewiesen.

Bei der Errichtung von elektrischen Anlagen für spezifische Bereiche müssen weitere Normen berücksichtigt und angewendet werden:

- **DIN VDE 0100; DIN EN 61936-1 (VDE 0101-1)** ⇒ alle weiteren explosionsgefährdeten Bereiche;
- **DIN VDE 0100-710** ⇒ bei medizinischen Bereichen;
- **DIN VDE 0118-1** ⇒ beim Errichten elektrischer Anlagen im Bergbau unter Tage;
- **DIN V VDE V 0166** ⇒ in Bereichen, die durch Stoffe mit explosiven Eigenschaften gefährdet sind.

6.1.1 Anlagen in gasexplosionsgefährdeten Bereichen

Für den Einsatz elektrischer Geräte in gasexplosionsgefährdeten Bereichen der Zonen 0, 1 und 2 gelten die Bestimmungen der **DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1)** [7] („Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen“) sowie zwecks der Zoneneinteilung die **DIN EN 60079-10-1 (VDE 0165-101)** [8].

Beim Einsatz nicht elektrischer Geräte in gasexplosionsgefährdeten Bereichen der Zonen 0, 1 und 2 haben die Normen der Reihe DIN EN 13463 [32] ihre Gültigkeit. Die Kategorien 1G, 2G und 3G (für die Zonen 0, 1 und 2) sind Geräteanforderungen für den Einsatz in gasexplosionsgefährdeten Bereichen, die durch brennbare Luftgemische aus Gasen, Dämpfen und Nebeln zur Bildung einer gasexplosionsgefährdeten Atmosphäre führen können.

6.1.2 Anlagen in staubexplosionsgefährdeten Bereichen

Beim Einsatz von elektrischen Geräten in staubexplosionsgefährdeten Bereichen der Zonen 20, 21 und 22 gilt die DIN EN 60079-0 (**VDE 0170-1**) [16] „Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 0: Betriebsmittel – Allgemeine Anforderungen“.

Beim Einsatz von nicht elektrischen Geräten in staubexplosionsgefährdeten Bereichen sind die Normen der Reihe DIN EN 13463 [32] gültig und anzuwenden.

Die Kategorien 1D, 2D und 3D (für die Zonen 20, 21 und 22) sind Geräteanforderungen für den Einsatz in staubexplosionsgefährdeten Bereichen, die durch Schichtung, Ablagerung und Anhäufung von brennbarem Staub in gefährdender Menge zur Bildung einer staubexplosionsgefährdeten Atmosphäre führen können.

Maßgebend für die Bestimmung der Mindestzündenergie von Staub ist die DIN EN 50281-2-1 (**VDE 0170/0171-15-2-1**) [33].

Ist in diesen Bereichen gleichzeitig noch Explosionsgefahr durch brennbare Gase, Dämpfe und Nebel vorhanden, dann gelten zusätzlich die Bestimmungen der Kategorien 1G, 2G und 3G.

6.1.3 Sicherheitstechnische Kenngrößen

Zum Auffinden der sicherheitstechnischen Kenngrößen elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen dienen die DIN EN 60079-10-1 (**VDE 0165-101**) [8] „Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 10-1: Einteilung der Bereiche – Gasexplosionsgefährdete Bereiche“, die DIN EN 60079-14 (**VDE 0165-1**) [7] („Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen“) und die **DGUV-Regel 113-001**, vormals BGR 104 [9] („Explosionsschutz-Regeln EX-RL – Sammlung technischer Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen“).

In Rahmen des Beurteilungsmaßstabs muss zuerst geprüft werden, ob brennbare Stoffe in gasförmigem, flüssigem oder staubförmigem Zustand auftreten und diese

aufgrund der Verfahrensparameter unter atmosphärischen Bedingungen eine Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre zulassen.

Ist eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre nicht unter atmosphärischen Bedingungen vorhanden, z. B. höherer Druck, andere Umgebungstemperatur oder anderer Sauerstoffgehalt, dann können sich die sicherheitstechnischen Grenzwerte stark verändern.

Bei der Beurteilung brennbarer Stoffe sind weitere spezifische Angaben nötig, diese sind:

- Bei **allen Stoffen**: untere (UEG) und obere Explosionsgrenze (OEG).
- Bei **Flüssigkeiten**: Flammpunkt (T_{Fl}) bzw. unterer Explosionspunkt (UEP) und oberer Explosionspunkt (OEP), Sattampfdruck bei den Verarbeitungs- bzw. Umgebungstemperaturen.
- Bei **Stäuben**: Korngrößenverteilung und Dichte, Feuchte, Schwelppunkt.

In den Explosionsschutzregeln EX-RL mit ihrer „neuen“ Beispielsammlung (blaue Blätter) [9] sind zunächst generelle Aussagen vorangestellt. Danach folgen die grundsätzlichen Fallbeispiele zu den Abschnitten 1 bis 4 der EX-RL (DGUV-Regel 113-001, vormals BGR 104) [9].

Diese sind in Bereiche für „brennbare Gase“, „brennbare Flüssigkeiten“, „brennbare Stäube“ und „spezielle Anlagen“ aufgeteilt. Im Abschnitt 5 der Explosionsschutzregeln EX-RL, werden für die Zukunft noch Hinweise auf weitere Beispiele zu den Regeln, Merkblättern und Informationen zusammengestellt.

Die in diesen Beispielen aufgeführten Maßnahmen gelten ausschließlich für den Normalbetrieb, bei dem jedoch auch eine mögliche Betriebsstörung berücksichtigt werden muss.

Für das erstmalige und wiederholte An- und Abfahren einer Anlage und den Explosionsschutz in Räumen, die über Öffnungen mit explosionsgefährdeten Bereichen in Verbindung stehen, müssen noch gesonderte Überlegungen angestellt werden. Die Entscheidung, ob und mit welcher Wahrscheinlichkeit gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann, hängt von den einzelnen Umständen ab und muss stets im Einzelnen betrachtet werden.

In den Explosionsschutzregeln EX-RL mit Beispielsammlung werden einige Umgebungen „das Innere von Apparaturen, Behältern, Rohrleitungen und Allgemeines, in Räumen und im Freien“ in Beispielen dargestellt, die vergleichsweise dem Anlagenbetreiber bezüglich seiner Anlage aufzeigen sollen, wo gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann und die entsprechenden Maßnahmen des Explosionsschutzes ausgeführt werden müssen.

Diese Beispiele der brennbaren Stoffe bezüglich des Auftretens einer explosionsfähigen Atmosphäre sind mit weiteren Angaben zu „Merkmale/Bemerkungen/Voraussetzungen“ unterteilt.

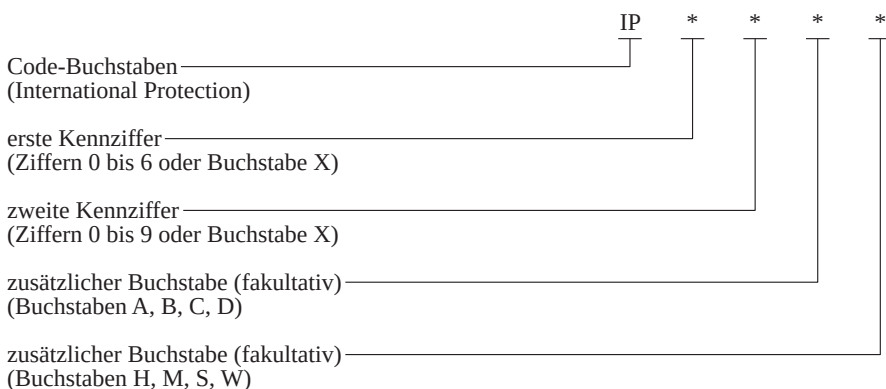
In entsprechenden Tabellen zu den aufgeführten „Merkmale/Bemerkungen/Voraussetzungen“ der brennbaren Stoffe sind unter der Schutzmaßnahme „E1“ stets die Grundvoraussetzungen des Explosionsschutzes (Vermeiden explosionsfähiger Atmosphäre) aufgelistet, die immer erfüllt bzw. gewährleistet sein müssen (primärer Explosionsschutz).

Können diese Schutzmaßnahmen, die unter „E1“ angegeben sind, nicht oder nicht vollständig durchgeführt werden, sind die Schutzmaßnahmen nach „E2“ (Vermeiden der Zündquellen) in Abhängigkeit von den entsprechenden Zonen notwendigerweise anzuwenden.

Ist das Vermeiden von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre und von Zündquellen entsprechend den jeweiligen Zonen auch nicht möglich, dann müssen die Schutzmaßnahmen nach „E3“ (konstruktiver Explosionsschutz) unbedingt berücksichtigt werden.

6.1.4 IP-Schutzgrade bei explosionsgeschützten Geräten

Die DIN-EN- bzw. VDE-Bestimmungen für den Explosionsschutz enthalten eine Vielzahl von Hinweisen auf die Einhaltung des IP-Schutzgrads mit bestimmten Forderungen auf Schutzarten des Berührungs-, Fremdkörper- und Wasserschutzes. Die Schutzarten sind nach DIN EN 60529 (**VDE 0470-1**) [34] genormt und mit folgender Kennzeichnung dargestellt:



- Wo eine Kennziffer nicht angegeben werden muss, ist der Buchstabe „X“ einzusetzen („XX“, falls beide Ziffern weggelassen werden sollen).
- Zusätzliche und/oder ergänzende Buchstaben dürfen ersatzlos weggelassen werden.
- Wenn mehr als ein ergänzender Buchstabe verwendet wird, ist die alphabetische Reihenfolge zu wählen.
- Hat ein Gehäuse unterschiedliche Schutzarten für verschiedene Montageanordnungen, so müssen die betreffenden Schutzarten vom Hersteller in den Anleitungen, die den jeweiligen Montageanordnungen zugeordnet sind, angegeben werden.

Tabelle 6.1 zeigt die Einteilung des IP-Schutzgrads (DIN EN 60529 (VDE 0470-1)) durch die erste und zweite Kennziffer.

IP-Schutzgrad	Kennziffer	Schutz des Geräts gegen	Schutz für Personen gegen
erste Kennziffer	0	Eindringen fester Fremdkörpern (nicht geschützt)	Zugang zu gefährlichen Teilen (nicht geschützt)
	1	geschützt bis $\geq 50 \text{ mm } \varnothing$	Handrücken
	2	geschützt bis $\geq 12,5 \text{ mm } \varnothing$	Finger
	3	geschützt bis $\geq 2,5 \text{ mm } \varnothing$	Draht; Werkzeug
	4	geschützt bis $\geq 1,0 \text{ mm } \varnothing$	Draht
	5	staubgeschützt	Eindringen von Staub ist nicht ganz verhindert
	6	staubdicht	Eindringen von Staub ist verhindert
zweite Kennziffer	0	Eindringen von Wasser mit schädlicher Wirkung (nicht geschützt)	keine Bedeutung
	1	geschützt gegen Tropfen	
	2	geschützt gegen Tropfen mit 15° Neigung	
	3	geschützt gegen Sprühwasser	
	4	geschützt gegen Spritzwasser	
	5	geschützt gegen Strahlwasser	
	6	geschützt gegen starkes Strahlwasser	
	7	geschützt gegen zeitweiliges Untertauchen	
	8	geschützt gegen dauerndes Untertauchen	
	9	Hochdruck und hohe Strahlwassertemperatur	

Tabelle 6.1 IP-Schutzgrade (erste und zweite Kennziffer)

- **IP54** ⇒ Zugang von Staub geschützt **und** geschützt vor Eindringen von Spritzwasser.
- **IPx4** bzw. **IP2x** ⇒ Weglassen der ersten Kennziffer für den Berührungsschutz bzw. Weglassen der zweiten Kennziffer für den Wasserschutz.

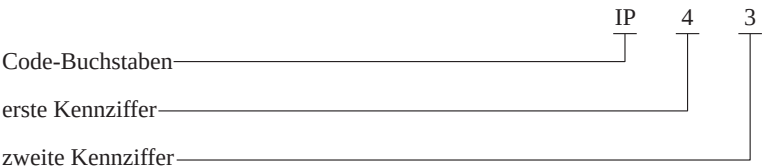
Tabelle 6.2 zeigt die Einteilung des IP-Schutzgrads (DIN EN 60529 (**VDE 0470-1**) [35]) mit zusätzlichen bzw. ergänzenden Buchstaben.

IP-Schutzgrad	Buchstaben	Bedeutung für den Schutz des Geräts	Bedeutung für den Schutz von Personen
zusätzlicher Buchstabe (fakultativ)	A	–	gegen Zugang zu gefährlichen Teilen mit Handrücken
	B	–	Finger
	C	–	Werkzeug
	D	–	Draht
ergänzender Buchstabe (fakultativ)	H	Ergänzende Information speziell für Hochspannungsgeräte	–
	M	Bewegung bei Wasserprüfung	–
	S	Stillstand bei Wasserprüfung	–
	W	Wetterbedingungen	–

Tabelle 6.2 Fakultative IP-Schutzgrade mit zusätzlichen Buchstaben

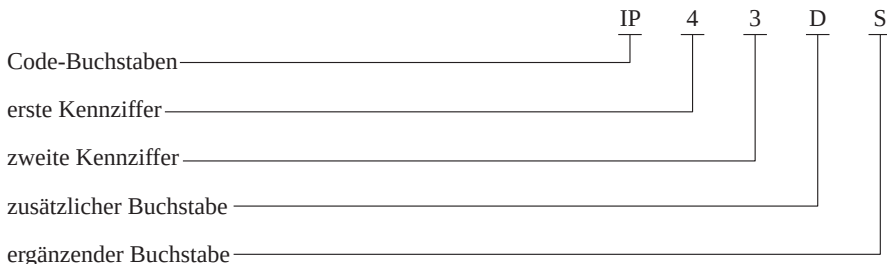
- **IP20C** = Verwenden des zusätzlichen Buchstabens,
- **IP54S** = Verwenden des ergänzenden Buchstabens,
- **IPx5/IPx7** = Angaben von zwei unterschiedlichen Schutzgraden:
 ⇒ Schutz durch Gehäuse gegen Strahlwasser und
 ⇒ Schutz zum zeitweiligen Untertauchen für „vielseitige“ Anwendungen.

Bezeichnungsbeispiel des IP-Schutzgrads **ohne** Verwendung fakultativer Buchstaben:



- **IP4x** = schützt Personen gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen, die mit Drähten $\geq 1,0 \text{ mm } \varnothing$ umgehen, und schützt das Gerät innerhalb des Gehäuses gegen das Eindringen von festen Fremdkörpern $\geq 1,0 \text{ mm } \varnothing$.
- **IPx3** = schützt das Gerät innerhalb des Gehäuses gegen schädliche Wirkungen durch das Eindringen von Wasser, das gegen das Gehäuse gesprüht wird.

Bezeichnungsbeispiel des IP-Schutzgrads **mit** Verwendung fakultativer Buchstaben:



- **IP43** = textliche Erklärung siehe oben,
- **IP43Dx** = schützt Personen gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen, die mit Drähten $\geq 1,0 \text{ mm } \varnothing$ und einer Länge von 100 mm umgehen,
- **IP43xS** = schützt das Gerät innerhalb des Gehäuses gegen schädliche Wirkungen durch das Eindringen von Wasser, während alle Teile des Geräts im Stillstand sind.

6.1.5 Kennzeichnung harmonisierter Kabel und Leitungen

Die Kabel und Leitungen müssen den zu erwartenden mechanischen, chemischen und thermischen Einflüssen standhalten. Die äußeren Mäntel und Umhüllungen von Kabeln und Leitungen, die nicht im Erdreich oder in sandgefüllten Kanälen verlegt sind, müssen flammenwidrig sein (DIN EN 60332-3-23 (**VDE 0482-332-3-23**), Prüffart B) bzw. DIN EN 60079-14 (**VDE 0165-1**) [7] entsprechen.

Bei Kabeln und Leitungen in fester Verlegung dürfen Metall-, Kunststoff- oder Gummimäntel entsprechend DIN EN 50525-2-11 (**VDE 0285-525-2-11**) und DIN EN 50525-2-21 (**VDE 0285-525-2-21**) verwendet werden.

Kabel und Leitungen mit einem Schirm oder einer Bewehrung aus Drahtgeflecht (Stahlgeflecht ist nicht erlaubt!) müssen zusätzlich einen äußeren Mantel aus Gummi oder Kunststoff haben.

Achtung: Umhüllte Rohrdrähte dürfen nicht verwendet werden!

Ausführliche Angaben über zulässige Kabel- und Leitungstypen sowie über Querschnitte sind aus DIN EN 60079-14 (**VDE 0165-1**) [7] **Abschnitt 9** zu entnehmen.

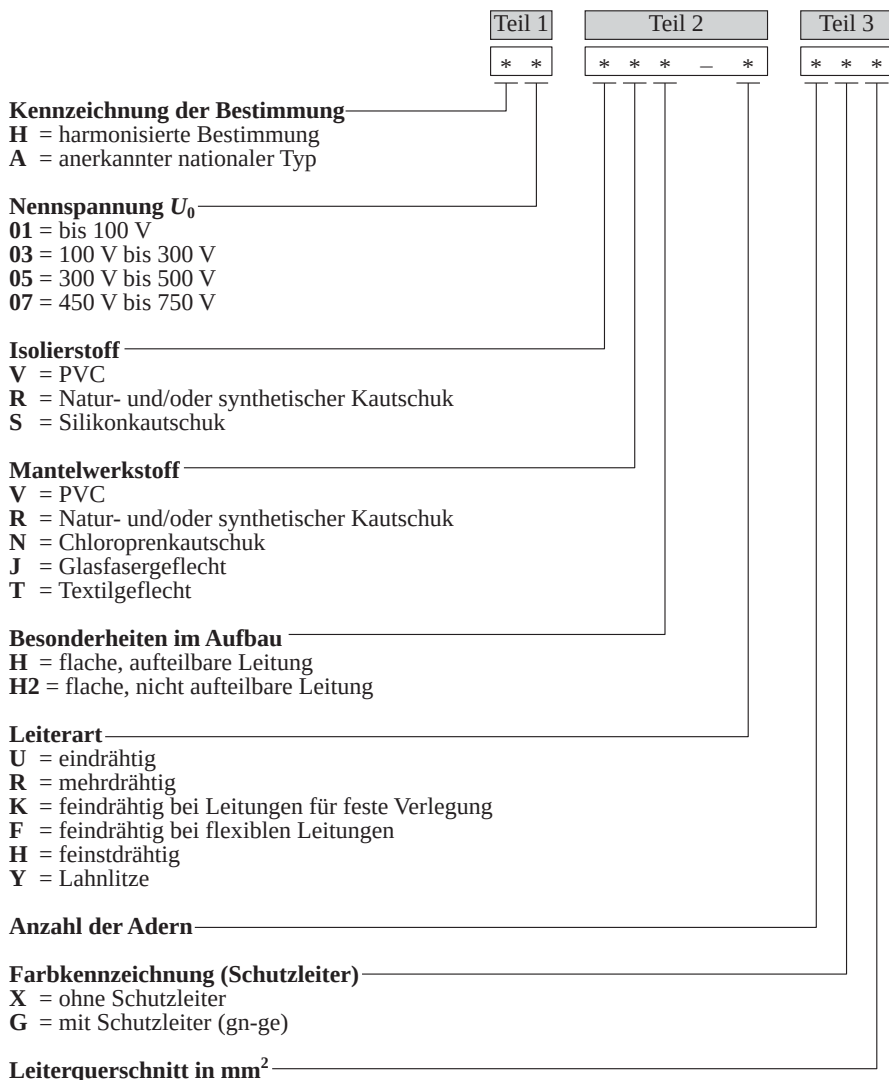


Bild 6.1 Kennzeichnung harmonisierter Kabel und Leitungen

Die harmonisierten Starkstromleitungen haben neue Typenkurzzeichen, die sich aus einer Kombination von Ziffern und Buchstaben zusammensetzen. Dieses alphanumerische System der Typenkurzzeichen wird in allen CENELEC-Ländern einheitlich angewandt (**Bild 6.1**).

Die Typenkurzzeichen bestehen aus drei Abschnittsteilen, sie enthalten in

- **Teil 1:** Angaben zu Harmonisierungsart und Spannung,
- **Teil 2:** Angaben zu Leiterisolierung, Mantelwerkstoff, Leiteraufbau und Leiterart,
- **Teil 3:** Angaben zu Leiterzahl, Verwendung eines Schutzleiters und Querschnitt.

6.2 Auswahl elektrischer Geräte für gasexplosionsgefährdete Bereiche

Mit der Einteilung des Explosionsbereichs in die Zonen und der Festlegung der kritischen Explosionsgruppen und Temperaturklassen können die elektrischen Geräte ausgewählt werden. Als Grundsatz einer Instrumentierung explosionsgeschützter Geräte in explosionsgefährdeten Bereichen gilt, dass nur unbedingt notwendige explosionsgeschützte Geräte dort installiert werden sollen.

Diese so für die Installation im Ex-Bereich ausgewählten Geräte müssen bezüglich der äußeren Einflüsse, die den Explosionsschutz beeinträchtigen können (z. B. chemische Einflüsse, mechanische Beanspruchung, Feuchtigkeit), hinreichend geschützt sein.

Die eingesetzten explosionsgeschützten Geräte, die nach der RL 94/9/EG (ATEX 95) [3] vom Hersteller gefertigt und in Verkehr gebracht wurden, müssen mit -Zeichen gekennzeichnet und weiterhin mit -Zeichen versehen sein.

Auf dem Typenschild des Geräts müssen außer der Angabe des Herstellers, ggf. mit Adresse, die Typbezeichnung, die Fertigungs-Nr., ggf. mit Angabe des Fertigungsjahrs, noch weitere Angaben wie die EG-Baumusterprüfbescheinigung und die komplett bescheinigte Zündschutzart, die ID-Nr. der „benannten Stelle“, wenn das Produkt der Kategorie 1 und/oder 2 entspricht, die beim Gerätehersteller das sog. „Ex-Zusatz-Audit“ durchführte, und weiterhin ggf. die evtl. Höchstwerte (zu ersehen auch aus der Bescheinigung) aufgebracht sein.

Der Hersteller oder sein Bevollmächtigter müssen in der EG-Konformitätserklärung darlegen, mit welchen geltenden Bestimmungen das in Verkehr gebrachte Gerät auf Konformität gefertigt wurde. Darüber hinaus muss der Hersteller bzw. Inverkehrbringer dem Gerät eine Betriebsanleitung in einer Sprache des Landes beilegen, in das