

1 Einleitung

1.1 Historischer Rückblick auf die Entwicklung der Elektrizität und des VDE

Keine andere technische Erfindung hat unsere Welt so geprägt, wie die Erfindung der Elektrizität. Was uns heute in Form von elektrischer Energie mit all den Annehmlichkeiten zur Verfügung steht, musste erst einmal entdeckt und die physikalischen Zusammenhänge begriffen und beschrieben werden. Im 17. Jahrhundert fand der Ingenieur *Otto von Guericke* als einer der ersten Forscher heraus, dass man durch Reibung Elektrizität erzeugen kann. Die Urkraft der Elektrizität waren Mitte des 18. Jahrhunderts Blitze. Im Jahr 1752 wies *Benjamin Franklin* die Elektrizität von Blitzen nach. Hierzu ließ er während eines Gewitters einen Drachen mit einem metallenen Schlüssel daran steigen. Franklins Experiment führte zur Erfindung des Blitzableiters in Form einer Metallstange, die auf dem Dach von Gebäuden die Blitze sozusagen anzieht und in den Boden ableitet. Man könnte demnach sagen, dass damit der Grundstein der Erkenntnisse der Elektrizität und der damit erforderlichen Vorkehrungen zum Beherrschen der Gefahren gelegt wurde. Im Jahr 1800 wurde von *Alessandro Volta* (Italien) die erste Batterie, die Volta-Säule, entwickelt. Sie bestand aus vielen übereinander geschichteten Kupfer- und Zinkplättchen, zwischen denen sich in bestimmter regelmäßiger Folge elektrolytgetränkte Papp- oder Lederstücke befanden. Fast zeitgleich wurden von *Johann Samuel Halle* (1792) und *Humphry Davy* (1802) der Effekt des Lichtbogens beobachtet und zur Beleuchtung verwendet. Mit Voltas erster Batterie, der Volta-Säule, wurde damit eine elektrische Beleuchtung mit Bogenlampe realisiert. Die Anwendung der Elektrizität für Licht war geboren. In den darauffolgenden Jahrzehnten folgten weitere Erfindungen: 1821 der Elektromotor, 1831 der Generator und Transformator. 1878 erfand *Thomas Edison* (USA) und zeitgleich *Joseph Swan* (England) die Glühlampe. 1882 ging das erste kommerzielle Kraftwerk mit Stromzähler ans Netz.

Parallel erfolgte in den Jahren 1847 bis 1931 der berühmte Stromkrieg zwischen *Thomas Edison* und *Goerge Westinghouse*. Während Edison die Gleichspannung favorisierte, bevorzugte Westinghouse die Wechselspan-

nung als die geeignetere Technik für die großflächige Versorgung mit elektrischer Energie. Bereits in diesen Jahren stellte sich die erste Frage, welche Technik sich langfristig durchsetzen würde. Es war zum damaligen Zeitpunkt den Pionieren der Elektrotechnik klar, dass die Anwendung von Elektrizität auch mit Risiken für Menschen und Sachgüter verbunden ist. Im Jahr 1881 wurde der Zahnarzt *Alfred P. Southwick* zufällig Zeuge eines Unfalls, bei dem ein betrunkenen Mann einen Stromgenerator berührte und sofort starb. Im Zuge des Stromkriegs zwischen Edison und Westinghouse versuchte Edison, die von Westinghouse favorisierte Wechselspannung als lebensgefährlich darzustellen, worauf *Harold P. Brown*, ein Mitarbeiter von Edison, den elektrischen Stuhl als Hinrichtungsmaschine entwickelte.

Der Nutzen der neuen Energieform zog mit der Frage der sicheren Anwendung einher. Hierfür mussten klare Regeln für die Anwendung gefunden werden. Hierzu kam die neue Fachwelt in Deutschland am 21./22. Januar 1893 in Berlin zusammen und gründete den VDE. An der Gründerkonferenz nahmen 37 Delegierte der Elektrotechnischen Vereine Deutschland teil. Den ersten Verein gab es bereits seit 1879. Im September des gleichen Jahres hatte der VDE in Köln seine erste Jahresversammlung. Im Rahmen der Jahresversammlung wurde die erste technische Kommission des VDE gebildet. Ihre Aufgabe bestand darin, Vorschriften für elektrische Anlagen zu erarbeiten. Im Jahr 1895 wurde als Ergebnis die erste „VDE Vorschrift“, die VDE 0100, zur sicheren Erstellung elektrotechnischer Anlagen verabschiedet. Die elektrotechnische Normung, so wie wir sie heute kennen, war geboren.

1.2 Neue Herausforderungen für das Elektrohandwerk

Speicher bieten viele Vorteile:

„Die Batterie übernimmt die Ergänzung des über die einzelnen Tagesstunden sehr ungleichmäßig verteilten Strombedarfes von Beleuchtungsanlagen, bei denen sonst die Betriebsmaschine zu gewissen Zeiten einiger weniger Glühlampen wegen mit nur schwacher Belastung, also unökonomisch im Betrieb sein müsste [...]

Eine Akkumulatorenbatterie von entsprechender Größe ermöglicht auch die vollkommene Ausnutzung überschüssiger vorhandener Kraft, z. B. Wasserkraft während der Nacht. In der Nacht wird die Batterie geladen und unterstützt dann tagsüber den hydraulischen Motor beim Betriebe der betreffenden Fabrik [...]

Vorteile der Akkumulatoren:

- *Rationelle Ausnutzung und die Verkleinerung der Maschinenanlage, welche bei beschränkter und günstig gelegenen Betriebszeiten stets mit gleichmäßiger Belastung arbeitet.*
- *[...] zu jeder Zeit ganz unabhängig vom Maschinenbetriebe, z.B. während der Nacht, Lampen brennen zu können.*
- *Erzeugung von gleichmäßig helle brennendem Licht [...]*
- *[...] sichere Reserve bei Betriebsunfällen an der Maschinenanlage.*
- *[...] Möglichkeit zur Vergrößerung vorhandener Beleuchtungsanlagen ohne Vergrößerung der Betriebsmaschine [...]*“

Die genannten Vorteile sind nicht neu. Die Zitate stammen aus der Erstauflage einer dreibändigen Fachbuchreihe: „Die Schule des Elektrotechnikers“ von *Alfred Holz* aus dem Jahr 1896 (**Bild 1.1**). Bereits damals zum Ende des Stromkriegs zwischen Westinghouse und Edison machten sich Ingenieure um die effiziente, autarke und sichere Nutzung elektrischer Anlagen Gedanken. Heute kennen wir die genannten Vorteile und Begriffe:

- Wirtschaftlichkeit,
- effiziente Energienutzung,
- Leistungsreserve,
- Netzstabilität,
- Versorgungssicherheit,
- Verfügbarkeit.



Bild 1.1 Die Schule des Elektrotechnikers, Band 1–3, von *Alfred Holz* (1. Auflage 1896)

Die wirtschaftliche Energienutzung in elektrischen Anlagen am Niederspannungsnetz findet mit der im Oktober 2015 neu erschienenen DIN VDE 0100-801 Entsprechung, die die DIN VDE 0100-Reihe um den Aspekt der Funktionalität und der Energieeffizienz erweiterte. Damit sind Planern und Errichtern auch die effiziente Energienutzung unter wirtschaftlichen Aspekten wie der Anforderung von Lastschwerpunkten, die Auswahl der Leiterquerschnitte zur Minimierung von Leitungsverlusten und die Abschaltung von nicht benötigten Verbrauchern bekannt. Neben der effizienten Energieanwendung seitens der elektrischen Anlage ist das Gebäude im gesamtenergetischen Kontext zu betrachten. Betriebsmittel, wie Steckdosen und Schalter, werden in Dosen installiert und Leitungen werden durch Wände, darunter auch Außenwände, verlegt. Diesen Aspekt nahm erstmals die DIN 18015-5 für die Planung elektrischer Anlagen in Wohngebäuden – Teil 5: Luftdichte und wärmebrückenfreie Elektroinstallation auf, womit die Planungsgrundlagen für Wohngebäude und Gebäude mit ähnlichen Zwecken um einen neuen Teil erweitert wurde. Mit den Anfangsjahren der Photovoltaik und dem Höchststand der EEG-Einspeisevergütungen ab dem Jahr 2008 nahm die Installation dieser Anlagen auf privaten und gewerblichen Immobilien Fahrt auf. Jeder wollte seinen selbst erzeugten Strom selber nutzen. Dabei entpuppte sich dieses Versprechen als Halbwahrheit. In Wahrheit wurde der Strom für die Verbraucherpfade aus dem Netz des örtlichen Verteilnetzbetreibers bezogen, während die eingespeiste elektrische Energie der Photovoltaikanlage über einen separaten Zähler als reine netzgekoppelte Erzeugungsanlage zu betrachten sind. Speicher führen den Endkunden ein Stück weiter in Richtung Autarkie. Durch den Speicher kann die elektrische Energie zum gewünschten Zeitpunkt dort verbraucht werden, wo sie erzeugt wird. Nämlich im bzw. auf dem eigenen Haus. Damit werden die Lastflüsse über den Netzanschlusspunkt optimiert. Zudem dienen Speicher heute zur Netzstabilisierung. Neben der optimalen Nutzung der eigens erzeugten und gespeicherten elektrischen Energie federn Speicher Lastspitzen ab und tragen so zur Stabilität der Netze bei.

Heute sind Speicher (Bild 1.2) am Niederspannungsnetz normativ zum einen in der DIN VDE 0100-Reihe eingegliedert. Größere Speicher, Batterieräume und Sicherheitsanforderungen an die Akkumulatoren sind hingegen in der DIN VDE 510-Reihe zu finden. Dazu gibt es verschiedene Anwenderregeln, die dem Anwender, als auch dem Planer oder dem Installateur, eine praktische Hilfestellung bieten. Darüber hinaus hat neben weiteren Errichtungsbestimmungen, z. B. an den Brandschutz, den Aufstell-

ort etc. der Errichter die entsprechenden Anforderungen an den Anschluss am Niederspannungsnetz zu beachten. Unsere Normen und Anforderungen resultieren somit aus Überlegungen, die bereits Ende des 19. Jahrhunderts die Ingenieure vor Herausforderungen stellten. Es handelt sich deshalb nicht um neue Herausforderungen für das Elektro, sondern vielmehr um eine bereits über 125 Jahre dauernde Optimierungsphase.

Photovoltaik (PV) Stromversorgungssysteme	Ladeinfrastrukturen für Elektrofahrzeuge	Speicher in Kundenanlagen	Anschluss am Niederspannungsnetz	Elektrische Anlage
				
VDE 0100-712 DIN VDE 0126-23-1 VdS 2871 MLAR*, Kabel- und Leitungsanlagen	VDE 0100-722 VDE 0122-Reihe	VDE 0510-485-1/-2 VDE-AR-E 2510-2 VDE-AR-E 2510-50	VDE-AR-N 4100 VDE-AR-N 4105 (VDE-AR-N 4110)	VDE 0100-Reihe VDE 0105-100

Quelle Abbildungen Speicher: Senec

Bild 1.2 Speicher im normativen Gesamtkontext von elektrischen Anlagen am Niederspannungsnetz