

**DIN IEC 60364-8-1  
(VDE 0100-801)**
**DIN**

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

**VDE**

ICS 13.020.01; 27.015; 91.140.50

Einsprüche bis 2017-12-20

Vorgesehen als Ersatz für  
**DIN VDE 0100-801**  
**(VDE 0100-801):2015-10**

**Entwurf**
**Errichten von Niederspannungsanlagen –  
Teil 8-1: Energieeffizienz  
(IEC 64/2158/CD:2016)**

Low-Voltage electrical installations –  
Part 8-1: Energy efficiency  
(IEC 64/2158/CD:2016)

Installations électriques basse tension –  
Partie 8-1: Efficacité énergétique  
(IEC 64/2158/CD:2016)

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-10-20 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter [www.entwuerfe.din.de](http://www.entwuerfe.din.de) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [dke@vde.com](mailto:dke@vde.com) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/stellungnahme](http://www.din.de/stellungnahme) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 129 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ... .

| Inhalt                                                                                                    | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Einleitung .....                                                                                          | 10    |
| Anwendungsbereich .....                                                                                   | 11    |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                            | 11    |
| 3 Begriffe .....                                                                                          | 12    |
| 3.1 Allgemeines .....                                                                                     | 12    |
| 3.2 Energiemanagement .....                                                                               | 14    |
| 3.3 Energiemessung.....                                                                                   | 15    |
| 3.4 Anwendungsbereiche .....                                                                              | 16    |
| 4 Allgemeines .....                                                                                       | 16    |
| 4.1 Grundsätzliche Anforderungen.....                                                                     | 16    |
| 4.1.1 Sicherheit der elektrischen Anlage.....                                                             | 16    |
| 4.1.2 Verfügbarkeit elektrischer Energie und Anwenderentscheidung .....                                   | 17    |
| 4.1.3 Planungsanforderungen und Empfehlungen.....                                                         | 17    |
| 5 Sektoren der Anwendungen .....                                                                          | 17    |
| 6 Planungsanforderungen und Empfehlungen.....                                                             | 18    |
| 6.1 Allgemeines .....                                                                                     | 18    |
| 6.2 Bestimmung des Lastprofils .....                                                                      | 18    |
| 6.3 Bestimmung des Transformatoren- und Schaltanlagenstandorts durch Ermittlung des Lastschwerpunkts..... | 18    |
| 6.4 Hochspannung-/Niederspannung-Unterverteilung .....                                                    | 18    |
| 6.4.1 Allgemeines .....                                                                                   | 18    |
| 6.4.2 Optimierte Anzahl von Hochspannung-/Niederspannung-Unterverteilungen .....                          | 19    |
| 6.4.3 Arbeitspunkt des Transformators .....                                                               | 19    |
| 6.4.4 Wirkungsgrad des Transformators .....                                                               | 19    |
| 6.5 Effizienz von lokaler Erzeugung .....                                                                 | 20    |
| 6.6 Effizienz von lokaler Speicherung .....                                                               | 20    |
| 6.7 Kabel- und Leitungsverluste .....                                                                     | 20    |
| 6.7.1 Spannungsfall.....                                                                                  | 20    |
| 6.7.2 Kabel- und Leitungsquerschnitte.....                                                                | 20    |
| 6.7.3 Leistungsfaktorkorrektur.....                                                                       | 20    |
| 6.7.4 Reduzierung der Wirkung von Oberschwingungsströmen.....                                             | 20    |
| 7 Ermittlung der Zonen, Anwendungen und Maschen .....                                                     | 21    |
| 7.1 Ermittlung der Zonen .....                                                                            | 21    |
| 7.2 Ermittlung der Anwendung innerhalb festgelegter Zonen .....                                           | 21    |
| 7.3 Lastmanagement.....                                                                                   | 21    |
| 7.4 Ermittlung von Maschen .....                                                                          | 22    |

|       |                                                                                                        |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.4.1 | Allgemeines.....                                                                                       | 22 |
| 7.4.1 | Kriterien für die Festlegung von Maschen .....                                                         | 22 |
| 7.4.3 | Maschen.....                                                                                           | 23 |
| 7.5   | Einflussparameter .....                                                                                | 24 |
| 7.5.1 | Allgemeines.....                                                                                       | 24 |
| 7.5.2 | Belegung .....                                                                                         | 24 |
| 7.5.3 | Umgebungsbedingungen .....                                                                             | 24 |
| 7.6   | Einfluss auf die Planung des Verteilersystems .....                                                    | 24 |
| 8     | Energieeffizienz- und Lastmanagementsystem .....                                                       | 25 |
| 8.1   | Allgemeines.....                                                                                       | 25 |
| 8.2   | Anforderungen des Anwenders.....                                                                       | 26 |
| 8.2.1 | Allgemeines.....                                                                                       | 26 |
| 8.2.2 | Anforderungen an die Lasten.....                                                                       | 26 |
| 8.2.3 | Anforderungen an die Stromversorgungen.....                                                            | 26 |
| 8.3   | Eingangsgrößen bezüglich Lasten, Sensoren und Vorhersagen .....                                        | 26 |
| 8.3.1 | Allgemeines.....                                                                                       | 26 |
| 8.3.2 | Kommunikation .....                                                                                    | 31 |
| 8.3.3 | Datenerfassung.....                                                                                    | 31 |
| 8.3.4 | Lasten.....                                                                                            | 31 |
| 8.3.5 | Prognosen.....                                                                                         | 33 |
| 8.4   | Eingangsdaten von der Versorgungsseite: Energie-Verfügbarkeit und Preisgestaltung, smarte Zähler ..... | 33 |
| 8.5   | Überwachung der Leistung der elektrischen Anlage .....                                                 | 33 |
| 8.6   | Management von Lasten in den Maschen .....                                                             | 33 |
| 8.6.1 | Allgemeines.....                                                                                       | 33 |
| 8.6.2 | Energiemanagementsystem .....                                                                          | 34 |
| 8.7   | Management von Mehrfacheinspeisungen: Netz, lokale Erzeugung und Speicherung .....                     | 34 |
| 9     | Erhaltung und Verbesserung der Leistung einer Anlage .....                                             | 35 |
| 9.1   | Methodik.....                                                                                          | 35 |
| 9.2   | Anlagen-Lebensdauer-Methodik.....                                                                      | 36 |
| 9.3   | Lebensdauer der Energieeffizienz .....                                                                 | 36 |
| 9.3.1 | Allgemeines.....                                                                                       | 36 |
| 9.3.2 | Programm zur Erhaltung der Leistungsfähigkeit.....                                                     | 37 |
| 9.3.3 | Prüfung.....                                                                                           | 37 |
| 9.4   | Datenmanagement.....                                                                                   | 37 |
| 9.5   | Wartung.....                                                                                           | 37 |
| 10    | Kenndaten zur Einführung von Effizienz-Maßnahmen .....                                                 | 37 |
| 10.1  | Allgemeines.....                                                                                       | 37 |
| 10.2  | Effizienz-Maßnahmen .....                                                                              | 38 |

|                                                                              |                                                                     |    |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----|
| 10.2.1                                                                       | Betriebsmittel/Verbrauchsmittel.....                                | 38 |
| 10.2.2                                                                       | Energieverteilungssystem .....                                      | 39 |
| 10.2.3                                                                       | Errichten von Überwachungssystemen.....                             | 40 |
| 10.2.4                                                                       | Lokale Stromversorgung .....                                        | 42 |
| 12                                                                           | EE-Bewertungsprozess für elektrische Anlagen .....                  | 42 |
| 12.1                                                                         | Allgemeines .....                                                   | 42 |
| 12.2                                                                         | Aktionsplan .....                                                   | 43 |
| Anhang A (informativ) .....                                                  |                                                                     | 44 |
| Ermittlung der Standorte der Transformatoren und Schaltanlagen.....          |                                                                     | 44 |
| durch Anwendung der Lastschwerpunktermittlungsmethode.....                   |                                                                     | 44 |
| A.1                                                                          | Lastschwerpunktermittlung (Barycentre-Verfahren).....               | 44 |
| A.2                                                                          | Gesamtlastschwerpunkt .....                                         | 47 |
| A.2.1                                                                        | Allgemeines .....                                                   | 47 |
| A.2.2                                                                        | Anordnung von Unterverteilern .....                                 | 48 |
| A.2.3                                                                        | Iterativer Prozess.....                                             | 48 |
| Anhang B (normativ).....                                                     |                                                                     | 49 |
| Verfahren zur Bewertung der Energieeffizienz einer elektrischen Anlage ..... |                                                                     | 49 |
| B.1                                                                          | Allgemeines .....                                                   | 49 |
| B.2                                                                          | Effizienzklassen der elektrischen Anlage .....                      | 49 |
| B.3                                                                          | Bestimmung der Effizienzklasse der elektrischen Anlage.....         | 49 |
| B.3.1                                                                        | Allgemeines .....                                                   | 49 |
| B.3.2                                                                        | Industrielle und gewerbliche Gebäude und Infrastrukturen.....       | 50 |
| B.3.2.1                                                                      | Allgemeines .....                                                   | 50 |
| B.3.2.2                                                                      | Erstinstallation (en: initial installation; II) .....               | 51 |
| B.3.2.3                                                                      | Energiemanagement (EM) .....                                        | 54 |
| B.3.2.4                                                                      | Parameter EM02: Anwendungen .....                                   | 55 |
| B.3.2.5                                                                      | Parameter EM09: Beleuchtungssteuerung .....                         | 58 |
| B.3.2.6                                                                      | Erhaltung der Leistungsfähigkeit (performance maintenance; MA)..... | 59 |
| B.3.2.7                                                                      | Leistungsüberwachung (en: power monitoring; PM):.....               | 61 |
| B.3.2.8                                                                      | Bonus (BS) .....                                                    | 62 |
| B.3.3                                                                        | Wohnanlagen .....                                                   | 63 |
| B.3.3.1                                                                      | Allgemeines .....                                                   | 63 |
| B.3.3.2                                                                      | Parameter II01: Bestimmung des Energieverbrauchs .....              | 63 |
| B.3.3.3                                                                      | Parameter EM03: Lastmanagement .....                                | 64 |
| B.3.3.4                                                                      | Parameter EM04: Maschen.....                                        | 65 |
| B.3.3.5                                                                      | Parameter EM08: HVAC-Steuerung .....                                | 65 |
| B.3.3.6                                                                      | Parameter EM09: Beleuchtungssteuerung .....                         | 66 |
| B.3.3.7                                                                      | Parameter EM05: Messung je Anwendung.....                           | 66 |
| B.3.3.8                                                                      | Bonus (BS) .....                                                    | 67 |

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Literaturhinweise .....                                                                                                     | 68 |
| <b>Bilder</b>                                                                                                               |    |
| Bild 1 – Energieeffizienz- und Lastmanagement-System .....                                                                  | 25 |
| Bild 2 – Übersicht der Leistungsverteilung .....                                                                            | 27 |
| Bild 3 – Beispiel der Auswahl von Messeinrichtungen in einer Anlage .....                                                   | 30 |
| Bild A.1 – Beispiel 1: Raumplan einer Produktionsstätte mit den vorgesehen Lasten und dem berechneten Lastschwerpunkt ..... | 46 |
| Bild A.2 – Lastschwerpunkt – Beispiel 2: Berechnung .....                                                                   | 47 |
| Bild A.3 – Beispiel der Anordnung des Lastschwerpunktes in einem Industriegebäude .....                                     | 48 |
| <b>Tabellen</b>                                                                                                             |    |
| Tabelle 1 – Geltende Normen für Messanordnungen .....                                                                       | 27 |
| Tabelle 2 – Bedarfsübersicht für Leistungsmessung und –überwachung .....                                                    | 28 |
| Tabelle 3 – Vorgehensweise für ein elektrisches Energieeffizienz-Management und Verantwortlichkeiten .....                  | 36 |
| Tabelle B.1 – Effizienzklassen der elektrischen Anlage .....                                                                | 50 |
| Tabelle B.2 – Energieeffizienz-Maßnahmen .....                                                                              | 50 |
| Tabelle B.3 – Bestimmung des Energieverbrauchs: Abdeckung .....                                                             | 51 |
| Tabelle B.4 – Haupteinspeisung: Verbrauch .....                                                                             | 52 |
| Tabelle B.5 – Haupteinspeisung: Anordnung .....                                                                             | 52 |
| Tabelle B.6 – Spannungsfall .....                                                                                           | 53 |
| Tabelle B.7 – Wirkungsgrad des Transformators .....                                                                         | 54 |
| Tabelle B.8 – Effizienz der Verbrauchsmittel .....                                                                          | 54 |
| Tabelle B.9 – Zonen .....                                                                                                   | 55 |
| Tabelle B.10 – Anwendungen .....                                                                                            | 55 |
| Tabelle B.11 – Lastmanagement: Abdeckung .....                                                                              | 56 |
| Tabelle B.12 – Lastmanagement: Dauer .....                                                                                  | 56 |
| Tabelle B.13 – Maschen .....                                                                                                | 56 |
| Tabelle B.14 – Messung je Anwendung .....                                                                                   | 57 |
| Tabelle B.15 – Abdeckung der Belegungserfassung .....                                                                       | 58 |
| Tabelle B.16 – Erfassung der Belegung .....                                                                                 | 58 |
| Tabelle B.17 – Energiemanagementsystem .....                                                                                | 58 |
| Tabelle B.18 – Beleuchtung .....                                                                                            | 59 |
| Tabelle B.19 – Prozess zur Erhaltung der Leistungsfähigkeit .....                                                           | 59 |
| Tabelle B.20 – Häufigkeit der Leistungsüberprüfung .....                                                                    | 59 |
| Tabelle B.21 – Datenmanagement .....                                                                                        | 60 |
| Tabelle B.22 – Arbeitspunkt des Transformators .....                                                                        | 60 |
| Tabelle B.23 – Kontinuierliche Überwachung von Systemen mit hohem Energieverbrauch .....                                    | 61 |
| Tabelle B.24 – Leistungsfaktor .....                                                                                        | 61 |
| Tabelle B.25 – THD <sub>U</sub> .....                                                                                       | 62 |

|                                                               | Seite |
|---------------------------------------------------------------|-------|
| Tabelle B.26 – THD <sub>I</sub> .....                         | 62    |
| Tabelle B.27 – Erneuerbare Energie .....                      | 62    |
| Tabelle B.28 – Energiespeicherung.....                        | 63    |
| Tabelle B.29 – Parameter für Energieeffizienz-Maßnahmen ..... | 63    |
| Tabelle B.30 – Bestimmung des Energieverbrauchs .....         | 64    |
| Tabelle B.31 – Zonen .....                                    | 64    |
| Tabelle B.32 – Lastmanagement: Abdeckung.....                 | 65    |
| Tabelle B.33 – Lastmanagement: Abdeckung.....                 | 65    |
| Tabelle B.34 – HVAC-Steuerung.....                            | 66    |
| Tabelle B.35 – Beleuchtung.....                               | 66    |
| Tabelle B.36 – Messung je Anwendung .....                     | 66    |
| Tabelle B.37 – Erneuerbare Energie .....                      | 67    |
| Tabelle B.38 – Energiespeicherung.....                        | 67    |

## Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 64/2158/CD:2016 „Low-Voltage electrical installations – Part 8-1: Energy efficiency“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 64 „Electrical installations and protection against electric shock“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 221.5 „Zukunftsfähige Elektroinstallationen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) zuständig.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

## Änderungen

Gegenüber **DIN VDE 0100-801 (VDE 0100-801):2015-10** wurden folgende wesentliche Änderungen vorgenommen:

- a) Überarbeitung der Verfahren zur Bewertung der Energieeffizienz einer elektrischen Anlage in [Anhang B](#);
- b) Überarbeitung des Bewertungsprozess für elektrische Anlagen“ nach [Abschnitt 12](#);
- c) Überarbeitung der Anforderungen zur Erfassung von Eingangsgrößen bezüglich Lasten, Sensoren und Vorhersagen nach [Abschnitt 8.3.1](#);
- d) Einführung neuer Begriffe.

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

**Tabelle NA.1**

| Europäisches Dokument         | Internationales Dokument       | Deutsches Dokument                         | Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk |
|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|
| EN 60034-30:2014              | IEC 60034-30:2014              | DIN EN 60034-30<br>(VDE 0530-30-1):2014-12 | VDE 0530-30-1                          |
| —                             | IEC 60287-3-2                  | —                                          | —                                      |
| —                             | Normen der Reihe:<br>IEC 60364 | Normen der Reihe:<br>DIN IEC 60364         | Normen der Reihe:<br>VDE 0100          |
| —                             | IEC 60364-5-52:2009            | —                                          | —                                      |
| —                             | IEC 60364-5-55:2011            | —                                          | —                                      |
| —                             | IEC 60364-7-<br>712:2002       | —                                          | —                                      |
| EN 61557-12:2008              | IEC 61557-12:2007              | DIN EN 61557-12<br>(VDE 0413-12):2008-12   | VDE 0413-12                            |
| EN 62053-21:2003<br>+ A1:2017 | IEC 62053-21:2003<br>+ A1:2016 | DIN EN 62053-21<br>(VDE 0418-3-21):2017-09 | VDE 0418-3-21                          |
| EN 62053-22:2003<br>+ A1:2017 | IEC 62053-22:2003<br>+ A1:2016 | DIN EN 62053-22<br>(VDE 0418-3-22):2017-09 | VDE 0418-3-22                          |
| —                             | IEC 61800-9-1                  | —                                          | —                                      |
| —                             | IEC 61800-9-2                  | —                                          | —                                      |
| —                             | IEC 60050-826:2004             | —                                          | —                                      |
| —                             | IEC 60050-881:1983             | —                                          | —                                      |
| —                             | IEC 60076-20                   | —                                          | —                                      |
| —                             | ISO 50001                      | —                                          | —                                      |
| —                             | NEMA guide TP1                 | —                                          | —                                      |
| —                             | IEEE C57.12.00-2000            | —                                          | —                                      |

## Nationaler Anhang NB (informativ)

### Literaturhinweise

**DIN EN 60034-30-1 (VDE 0530-30-1):2014-12**, *Drehende elektrische Maschinen – Teil 30-1: Wirkungsgrad-Klassifizierung von netzgespeisten Drehstrommotoren (IE-Code) (IEC 60034-30-1:2014); Deutsche Fassung EN 60034-30-1:2014*

**DIN EN 61557-12 (VDE 0413-12):2008-12**, *Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1000 V und DC 1500 V – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 12: Kombinierte Geräte zur Messung und Überwachung des Betriebsverhaltens (IEC 61557-12:2007); Deutsche Fassung EN 61557-12:2008*

**DIN EN 62053-21 (VDE 0418-3-21):2017-09**, *Wechselstrom-Elektrizitätszähler – Besondere Anforderungen – Teil 21: Elektronische Wirkverbrauchszähler der Genauigkeitsklassen 1 und 2 (IEC 62053-21:2003 + A1:2016); Deutsche Fassung EN 62053-21:2003 + A1:2017*

**DIN EN 62053-22 (VDE 0418-3-22):2017-09**, *Wechselstrom-Elektrizitätszähler – Besondere Anforderungen – Teil 22: Elektronische Wirkverbrauchszähler der Genauigkeitsklassen 0,2 S und 0,5 S (IEC 62053-22:2003 + A1:2016); Deutsche Fassung EN 62053-22:2003 + A1:2017*

Normen der Reihe: DIN IEC 60364 (VDE 0100), *Errichten von Niederspannungsanlagen*

## Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 8-1: Energieeffizienz

### Einleitung

Die Optimierung des Einsatzes von elektrischer Energie kann durch geeignete Planung und Errichtungsanforderungen unterstützt werden. Eine elektrische Anlage kann dadurch den geforderten Bedarf zur Versorgung und Sicherheit auch mit niedrigerem Energieverbrauch erreichen. Dies muss der Planer als eine generelle Anforderungen für sein Vorgehen bei der Planung betrachten, um die bestmögliche Nutzung von elektrischer Energie zu erzielen. Zusätzlich zu vielen anderen Parametern, die bei der Planung von elektrischen Anlagen berücksichtigt werden müssen, wird heutzutage zunehmend darauf geachtet, die Verluste innerhalb des Systems und bei der Anwendung zu reduzieren. Für die Planung der gesamten elektrischen Anlage müssen deshalb die Anforderungen der Anwender, Betreiber und Versorger mit einbezogen werden.

Die Anzahl von vollständig erneuerten Anlagen ist niedrig, in der Größenordnung von 2 bis 5 Prozent jährlich, in Abhängigkeit von der regionalen wirtschaftlichen Situation. Deshalb ist es wichtig, dass diese Norm zusätzlich zur Errichtung von neuen Anlagen auch die Erneuerung existierender elektrischer Anlagen mit einbezieht. Gerade bei der Erneuerung existierender Gebäude können erhebliche Verbesserungen bei der Energieeffizienz erreicht werden.

Die Optimierung des Einsatzes der Elektrizität basiert auf einem Energieeffizienz-Management, das den Preis, den Energieverbrauch und die Echtzeitanpassung berücksichtigt. Die Effizienz wird durch Messung während der gesamten Lebensdauer der elektrischen Anlage überprüft. Dies verbessert die Chancen zur Identifizierung von Verbesserungsmöglichkeiten und Anpassungen. Verbesserungen und Änderungen können durch größere Investitionen oder ein stufenweises Verfahren eingeführt werden. Ziel ist, ein Konzept für eine energieeffiziente elektrische Anlage zur Verfügung zu stellen, die einen für den Anwender passenden Energiemanagement-Prozess zu akzeptablen Kosten ermöglicht. Diese Norm führt erstmals die unterschiedlichen Maßnahmen zur Sicherstellung einer energieeffizienten Errichtung ein, basierend auf kWh-Einsparung. Weiterhin gibt diese Norm eine Anleitung zur Priorisierung von Maßnahmen in Abhängigkeit von ihrer Wirtschaftlichkeit, d. h. die Energieeinsparung und die Energiekostenersparnis dividiert durch den Betrag des Investments.

Diese Norm beabsichtigt, Anforderungen und Empfehlungen für den elektrischen Teil des Energiemanagementsystems zur Verfügung zu stellen, das durch ISO 50001 festgelegt ist.

**ANMERKUNG** Wenn erforderlich, sollte betrachtet werden, ob geplante Arbeiten (Baumaßnahmen, Raumänderungen) und deren erwarteter Umfang die Modifizierung der elektrischen Anlage sinnvoll unterstützen.

Diese Norm enthält Anforderungen und Empfehlungen zur Planung einer geeigneten Anlage mit dem Ziel, dem Betreiber/Anwender oder z. B. dem Energiemanager die Möglichkeit zu geben, die Leistungsfähigkeit der Anlage zu verbessern.

Alle Anforderungen und Empfehlungen in diesem Teil von IEC 60364 unterstützen die Anforderungen, die in den Teilen 1 bis 7 der Norm enthalten sind.

## Anwendungsbereich

Dieser Teil 8-1 von IEC 60364 enthält zusätzliche Anforderungen, Maßnahmen und Empfehlungen für Planung, Errichtung, Betrieb und Überprüfung aller Arten von Niederspannungsanlagen, einschließlich der lokalen Erzeugung und Speicherung von Energie, zur Optimierung der gesamtheitlich effizienten Verwendung von Elektrizität.

Es werden Anforderungen, Empfehlungen und Verfahren für die Planung und die Bewertung der Energieeffizienz einer elektrischen Anlage im Rahmen eines Energieeffizienz-Konzeptes eingeführt mit dem Ziel, auf Dauer die bestmögliche Energiebereitstellung bei einem in der Funktion unveränderten Betrieb mit niedrigstem Energieverbrauch bei der höchstakzeptablen Verfügbarkeit der Energie und wirtschaftlichen Ausgewogenheit sicherzustellen.

Die Anforderungen, Empfehlungen und Verfahren gelten im Rahmen des Anwendungsbereiches der Normen der Reihe IEC 60364 für neue elektrische Anlagen und die Modifizierung von existierenden Anlagen.

Diese Norm gilt für elektrische Anlagen von einem Gebäude oder einem System und gilt nicht für Produkte. Die Energieeffizienz dieser Produkte und deren Betriebsanforderungen sind durch entsprechende Produktnormen abgedeckt.

Wenn eine andere Norm spezielle Anforderungen für ein bestimmtes System oder eine bestimmte Anlage beschreibt (z. B. Fertigungssysteme, die unter die Reihe ISO 20140 fallen), ersetzen diese Anforderungen die vorliegende Norm.

Diese Norm behandelt nicht Systeme für die Gebäudeautomatisierung.

ANMERKUNG Diese Norm ist als Veröffentlichung der Gruppe EE nach dem zukünftigen IEC Guide 119 geplant.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60034-30, *Rotating electrical machines – Part 30-1: efficiency classes of line operated AC motors (IE code)*

IEC 60287-3-2, *Electric cables – Calculation of the current rating – Part 3-2: sections on operating conditions – Economic optimization of power cable size*

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

**IEC 60364-5-52:2009**, *Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

**IEC 60364-5-55:2011**, *Low-voltage electrical installations – Part 5-55: Selection and erection of electrical equipment – Other equipment*

**IEC 60364-7-712:2002**, *Low-voltage electrical installations – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems*

**IEC 61557-12:2007**, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 288 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 12: performance measuring and monitoring devices (PMD)*

**IEC 62053-21**, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 21: Static meters for active energy (classes 1 and 2)*

**IEC 62053-22**, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 22: Static meters for active energy (classes 0,2 S and 0,5 S)*

IEC 61800-9-1, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 9-1: Energy efficiency of power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications – General requirements for setting energy efficiency standards for power driven equipment using the Extended Product Approach (EPA) and semi analytic model (SAM)*

IEC 61800-9-2, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 9-2: Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics & their driven applications – Energy efficiency indicators for power drive systems and motor starters*

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

#### 3.1 Allgemeines

##### 3.1.1

##### **Zone (en: zone)**

Bereich (oder Fläche), der (die) einen Teil einer Anlage festlegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Zone kann z. B. eine Küche mit 20 m<sup>2</sup> oder ein Lagerraum mit 500 m<sup>2</sup> sein.

##### 3.1.2

##### **elektrisches Verbrauchsmittel (en: current-using equipment)**

elektrisches Betriebsmittel, das dazu bestimmt ist, elektrische Energie in eine andere Energieform umzuwandeln, z. B. in Licht, Wärme oder in mechanische Energie

[QUELLE: **IEC 60050-826:2004**, Begriff 826-16-02]

##### 3.1.3

##### **elektrisches Versorgungssystem (en: electrical distribution system)**

Kombination von elektrischen Betriebsmitteln, wie z. B. Transformatoren, Schutzgeräte, Leistungs-/Leitungsschutzschalter, Kabel und Leitungen, Schienenverteiler für den Zweck der Versorgung von elektrischen Betriebsmitteln mit elektrischer Energie

##### 3.1.4

##### **Anwendung (en: usage)**

Art der Verwendung der Elektrizität

BEISPIEL: Beleuchtung, Heizung.

##### 3.1.5

##### **Versorgungssystemplanung (en: distribution system design)**

Planung der Verdrahtung und der zugehörigen elektrischen Betriebsmittel für die Verteilung der elektrischen Energie

##### 3.1.6

##### **Lastkurve (en: load energy curve)**

Bild, das den Energieverbrauch (y-Achse) in einem Zeitraum (x-Achse) auf Grundlage von Messungen in einer Masche oder einer Gruppe von Maschen darstellt

BEISPIEL: stündlicher Energieverbrauch innerhalb einer Woche.

### 3.1.7

#### **Lastprofil (en: load energy profile)**

typische Lastkurve auf Grundlage des geschätzten oder tatsächlichen Energieverbrauchs, der über einen festgelegten Zeitraum in einer Masche oder einer Gruppe von Maschen gemessen wird

### 3.1.8

#### **elektrische Energieeffizienz (en: electrical energy efficiency)**

EEE

systematischer Ansatz, um den effizienten Einsatz der Energie zu optimieren

Anmerkung 1 zum Begriff: Maßnahmen für die Verbesserung der Energieeffizienz berücksichtigen die folgenden Betrachtungen:

- sowohl Verbrauch (kWh) als auch Kosten der Elektrizität
- Technologie
- Umgebungseinflüsse

Anmerkung 2 zum Begriff: „Energieeffizienz“ wird in diesem Dokument als „elektrische Energieeffizienz“ verstanden.

### 3.1.9

#### **energieeffizient (en: energy efficient)**

(Produkt, Gerät, System oder Anlage) optimiert in Bezug auf den Verbrauch elektrischer Energie

### 3.1.10

#### **Masche (en: mesh)**

Gruppe elektrischer Betriebsmittel, die von einem oder mehreren Stromkreisen der elektrischen Anlage versorgt werden, für eine oder mehrere Zonen, die wiederum eine oder mehrere Anwendungen zum Zweck der Energieeffizienz einschließen

### 3.1.11

#### **aktive Maßnahmen zur elektrischen Energieeffizienz (en: active electrical energy efficiency measures)**

nicht-manuelle Steuerungsmaßnahmen zur Optimierung der elektrischen Energie bei der Erzeugung, Verteilung, Übertragung und dem Verbrauch in einer elektrischen Anlage für die bestmögliche, dauerhaft in ihrer Funktion unverändert gleichwertige Leistung

BEISPIEL: Thermostat, Beleuchtungssteuerung in Abhängigkeit von der Belegung, Steuerungssystem zur Optimierung des Energieverbrauchs in Gebäuden.

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Zusammenhang ist der Begriff „Maßnahme“ als „Vorgehensweise“ zu verstehen.

### 3.1.12

#### **passive Maßnahmen zur elektrischen Energieeffizienz (en: passive electrical energy efficiency measures)**

manuelle oder ortsfeste Maßnahmen zur Auswahl von Parametern von elektrischen Betriebsmitteln (Typ, Ort, usw.), um die umfassende Energieeffizienz der elektrischen Anlage zu steigern, mit dem Ziel, ursprüngliche Konstruktionsmerkmale nicht einzuschränken

BEISPIEL: Konstruktionsmerkmale sind z. B. Luftdurchsatz, Wasserpenetrationsrate und thermische Isolierung.

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Zusammenhang ist der Begriff „Maßnahme“ als „Vorgehensweise“ zu verstehen.

### 3.1.13

#### **Effizienzklasse der elektrischen Anlage (en: electrical installation efficiency class)**

Energieeffizienzklassifizierung einer elektrischen Anlage

Anmerkung zum Begriff: siehe [Anhang B](#).

### 3.1.14

#### **Einflussparameter (en: driving parameter)**

externe Faktoren, die die Energieeffizienz beeinflussen

BEISPIEL: Vorschriften, Umgebungsbedingungen, Belegung, Energiepreise und Managementanforderungen, Betriebsart, Betriebszyklus, Lastkurven, Zustand, Betriebsparameter, Innentemperatur, Beleuchtungsstärke, Produktionsvolumen.

### 3.1.15

#### **Energieeffizienz-Aktionsplan (en: energy efficiency action plan)**

Serie von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz der Anlage

### 3.1.16

#### **EE-Bewertung (en: EE assessment)**

Verfahren zur Bestimmung der Effizienzklasse der elektrischen Anlage (en: electrical installation efficiency class; EIEC)

## 3.2 Energiemanagement

### 3.2.1

#### **Anlagenüberwachungs- und Kontrollsystem (en: installation monitoring and supervision system)**

koordinierte Kombination von Geräten zum Zweck der Messung der Parameter in einem elektrischen Verteilungssystem

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiel solcher Bauteile sind

- Stromwandler;
- Spannungswandler;
- Mess- und Überwachungseinrichtungen;
- Messeinrichtungen für die Versorgungsqualität;
- Überwachungssoftware.

### 3.2.2

#### **elektrisches Energiemanagementsystem (en: electrical energy management system)**

EEMS

System, das Energiequellen und Lasten der Anlagen betreibt und steuert

### 3.2.3

#### **sinnvoller Energieverbrauch (en: rational use of energy)**

Energienutzung durch Konsumenten auf eine Weise, die am besten geeignet ist, um die wirtschaftlichen Randbedingungen zu erfüllen unter Berücksichtigung von technischen, sozialen, politischen, finanziellen und umweltbedingten Einschränkungen

### 3.2.4

#### **elektrisches Energiemanagement und Effizienz (en: electrical energy management and efficiency)**

systematischer Ansatz zur Optimierung der Energieeffizienz, um eine Anwendung, Aktivität oder Funktion zu erfüllen, unter Berücksichtigung der Anforderungen der Anwender, der Energieversorger sowie der Preisgestaltung und der Verfügbarkeit von lokalen Speichermöglichkeiten oder lokaler Erzeugung der elektrischen Energie

### 3.2.5

#### **Lastabschaltung (en: load shedding)**

systematisches Verfahren zur Optimierung des Verbrauchs, bei dem elektrische Lasten über variable Zeiträume abgeschaltet werden

### 3.2.6

#### **Lastmanagement (en: demand response)**

Abweichung des Endkunden-Energieverbrauchs vom normalen Verbrauchsmuster als Reaktion auf Änderungen der Elektrizitätskosten im Laufe der Zeit, oder auf Prämien, die in Zeiten von hohen Großabnehmerpreisen oder bei Gefährdung der Systemzuverlässigkeit einen Anreiz zur Senkung des Energieverbrauchs darstellen sollen

### 3.2.7

#### **Anwenderschnittstelle (en: user interface)**

jedes Mittel, das es dem Benutzer ermöglicht, die elektrische Anlage lokal oder ferngesteuert zu überwachen und/oder zu bedienen

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind sichtbare und hörbare Signale, lokale Anzeige, Fernanzeige, Drucktaster.

## 3.3 Energiemessung

### 3.3.1

#### **Energiemessung (en: energy measurement)**

Vorgang, um einen oder mehrere Werte zu erhalten, die einer bestimmten Energiemenge zugeordnet werden können

### 3.3.2

#### **Zählen (en: metering)**

Anwendung eines Gerätes zur Messung von Energie oder anderen Verbräuchen

### 3.3.3

#### **Abrechnen (en: billing)**

Vorgang, der es Netzbetreibern oder ihren Vertretern ermöglicht, ihren Kunden auf Grundlage eines festgelegten Vertrags einen Betrag in Rechnung zu stellen

Anmerkung 1 zum Begriff Diese Anwendungen können unter internationale Normen, Verordnungen wie MID in Europa oder NMI in Australien und/oder Vorschriften der Energieversorger fallen.

### 3.3.4

#### **Aufteilen einer Rechnung (en: sub-billing)**

Vorgang, der es dem Gebäudeverwalter ermöglicht, die Energierechnung und Gebühren des Netzbetreibers angemessen auf bestimmte Betreiber aufzuteilen

### 3.3.5

#### **Kostenaufteilung (en: cost allocation)**

Vorgang, der es einer Gebäudeverwaltung ermöglicht, Energiekosten interner Kostenstellen zu erfassen, die Energie verbrauchen

BEISPIEL: Verfahrenslinie, Tests und Prüfungen, Verwaltung.

### 3.3.6

#### **Abschätzung (en: estimation)**

Vorgang der Beurteilung von einem oder mehreren Werten, die einer Menge zugeordnet werden können

Anmerkung 1 zum Begriff: Abschätzung durch eine befähigte Person kann ausreichend genaue Werte liefern.

### 3.3.7

#### **Überwachung (en: monitoring)**

kontinuierlicher Vorgang für das Zusammenfassen und Bewerten von sachdienlichen Informationen einschließlich Messungen für den Zweck, die Effektivität der Planung und Vorgehensweisen zu bestimmen

[QUELLE: IEC 60050-881:1983, Begriff 881-16-02, modifiziert – die Wörter „for radiation protection“ („für Strahlenschutz“) wurden gestrichen]

### 3.3.8

#### **Überprüfung (en: evaluation)**

Vergleich von Messergebnissen gegenüber den Zielvorgaben

### 3.3.9

#### **Vorhersage (en: forecast)**

geschätzter oder erwarteter Wert eines Parameters für ein zukünftiges Datum

### 3.3.10

#### **Oberschwingungsgehalt der Spannung (en: total harmonic distortion of the voltage wave)**

THDU

das Verhältnis des Effektivwertes der Oberschwingung (Spannung) zum Effektivwert der Grundschiwingung (Spannung)

### 3.3.11

#### **Oberschwingungsgehalt des Stromes (en: total harmonic distortion of the current wave)**

THDI

Verhältnis des Effektivwertes der Oberschwingung (Strom) zum Effektivwert der Grundschiwingung (Strom)

## 3.4 Anwendungsbereiche

### 3.4.1

#### **Wohnanlagen (en: residential installations)**

Gebäude, geplant und errichtet zu Wohnzwecken, einschließlich zugehöriger Flächen

BEISPIEL: Zugehörige Flächen sind z. B. Gemeinschaftsbereiche, Garagen, Gärten, Schwimmbäder.

### 3.4.2

#### **gewerbliche Anlagen (en: commercial installations)**

Gebäude, geplant und errichtet für gewerblichen Betrieb

BEISPIELE: Büros, Einzelhandel, Großhandel, öffentliche Gebäude, Banken, Hotels, Krankenhäuser, Schulen.

### 3.4.3

#### **Industrieanlagen (en: industrial installations)**

Gebäude, geplant und errichtet für Herstellungs- und Verarbeitungstätigkeiten

BEISPIEL: Fabriken, Werkstätten.

### 3.4.4

#### **Infrastrukturanlagen (en: infrastructure installations)**

Einrichtung oder Gebäude, geplant und errichtet für die Energieübertragung oder -versorgung

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für Infrastrukturen sind Flughafenterminals, Hafenanlagen, Transporteinrichtungen.

## 4 Allgemeines

### 4.1 Grundsätzliche Anforderungen

#### 4.1.1 Sicherheit der elektrischen Anlage

Die Anforderungen und Empfehlungen in diesem Teil von IEC 60364 dürfen nicht die Anforderungen anderer Teile der Norm beeinträchtigen. Die Sicherheit von Personen, Sachwerten und Nutztieren hat Vorrang.

#### 4.1.2 Verfügbarkeit elektrischer Energie und Anwenderentscheidung

Das Energieeffizienz-Management darf nicht die Verfügbarkeit und/oder die Versorgung oder den Betrieb unter einen vom Anwender gewünschten Grad absenken.

Der Anwender der elektrischen Anlage muss in der Lage sein, eine endgültige Entscheidung treffen zu können, ob er die Versorgung bei Nennwerten oder bei optimierten Werten beansprucht oder entscheidet, sie für eine bestimmte Zeit nicht zu nutzen.

Der Anwender muss jederzeit in der Lage sein, entsprechend seinen Bedürfnissen eine Ausnahme zu machen, in dem Bewusstsein, die Leistungen so zu nutzen, dass dies teurer werden kann, als es vom Standpunkt der elektrischen Energieeffizienz möglich ist.

BEISPIEL 1: Wenn jemand krank ist, kann der Anwender entscheiden, den Raum selbst zu Spitzenverbrauchszeiten auf eine höhere Temperatur zu heizen.

BEISPIEL 2: Wenn eine Firma einen dringenden Lieferauftrag erhält, kann es erforderlich sein, dass in der Fabrikhalle zu einer unerwarteten Arbeitszeit produziert werden muss.

#### 4.1.3 Planungsanforderungen und Empfehlungen

Die Planungsgrundsätze dieser Norm berücksichtigen die folgenden Aspekte:

- Lastprofil (Wirkleistung und Blindleistung);
- Verfügbarkeit der örtlichen Erzeugung (Solar, Wind, Generator usw.);
- Reduzierung der Energieverluste in der elektrischen Anlage;
- die Anordnung der Stromkreise unter Berücksichtigung der Energieeffizienz (Maschen);
- den Einsatz der Energie entsprechend dem Kundenbedarf;
- die durch den Energieversorger angebotene Tarifstruktur;

unter Beibehaltung der Versorgungsqualität und der Leistungsmerkmale der elektrischen Anlage.

Die Installation aktiver Maßnahmen zur elektrischen Energieeffizienz kann sich auf die passiven Maßnahmen zur elektrischen Energieeffizienz des Gebäudes auswirken. Die elektrische Anlage kann zum Beispiel die Isolierungseigenschaften des Gebäudes beeinflussen.

Unter Berücksichtigung der veränderten passiven Maßnahmen und der neuen aktiven Maßnahmen muss insgesamt eine Verbesserung der Energieeffizienz erzielt werden.

## 5 Sektoren der Anwendungen

Für einen allgemeinen Ansatz der elektrischen Energieeffizienz (en: electrical energy efficiency; EEE) können vier Sektoren identifiziert werden, von denen jeder besondere Merkmale aufweist, die eine spezifische Methodik zur Implementierung der EEE erfordern:

- Wohnanlagen;
- gewerbliche Anlagen;
- Industrieanlagen;
- Infrastrukturanlagen.

Ziel der Kategorisierung ist es, die Vergleichbarkeit zwischen ähnlichen Anlagen zu verbessern.

Anwender dieser Norm, wie lokale Behörden, Planungsinstitute usw., sollten die verschiedenen Anlagentypen (Unterbereiche) einem der oben genannten Anwendungsbereiche zuweisen.

BEISPIEL: Hotels, Büros, Schulen, Krankenhäuser.

## 6 Planungsanforderungen und Empfehlungen

### 6.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt enthält Grundlagen für die Errichtung unter Berücksichtigung von:

- Lastprofil (Wirk- und Blindenergie);
- Verminderung der Energieverluste in der elektrischen Anlage durch die:
  - optimale Anordnung der Transformatoren, der örtlichen Erzeugung und der Schaltanlage (Lastschwerpunkt);
  - Anordnung der Hochspannung-/Niederspannung-Unterverteilung;
  - Reduzierung der Kabel- und Leitungsverluste.

### 6.2 Bestimmung des Lastprofils

Das Lastprofil in der Anlage muss bestimmt werden.

Synthetische Profile (typische Lastkurven) von Lasten oder Gruppen von Lasten können von gleichwertigen Anwendungen verwendet werden.

Wenn keine Messungen oder synthetischen Profile verfügbar sind, sollte der voraussichtliche Verbrauch der Hauptlasten (auf Grundlage der Bemessungsdaten der Verbrauchsmittel) einschließlich der erwarteten Betriebsdauer bestimmt werden. Dieser Verbrauch kann dann zu einem Lastprofil addiert werden.

### 6.3 Bestimmung des Transformatoren- und Schaltanlagenstandorts durch Ermittlung des Lastschwerpunkts

Die Nutzung des Gebäudes, seine Struktur und die Nutzungsfläche müssen betrachtet werden, um die bestmögliche Anordnung zu erhalten. Die sollte jedoch mit dem Architekten und dem Eigentümer vor der Errichtung des Gebäudes abgestimmt werden. Um die Verluste so gering wie möglich zu halten, sind die Hauptverteilungstransformatoren und -schaltanlagen so anzuordnen (wenn möglich), dass die Entfernung zu den Hauptlasten so gering wie möglich ist. Die Methoden, die zur Bestimmung der Position verwendet werden, können genutzt werden, um die optimale Anordnung der Transformatoren und Verteilungen zu ermitteln.

Die Lastschwerpunktmethode ist ein iterativer Ansatz, mit dem Folgendes bestimmt werden kann:

- Ob die Lastverteilung zentral oder örtlich ist;
- Ob die Lasten oder andere Verbrauchsmittel neu angeordnet werden sollten;
- Wo sich der Gesamtlastschwerpunkt befindet.

Siehe Berechnungsbeispiele in [Anhang A](#).

### 6.4 Hochspannung-/Niederspannung-Unterverteilung

#### 6.4.1 Allgemeines

Um die optimale Lösung für den Transformator zu finden, müssen folgende Punkte in die Betrachtung einbezogen werden:

- die optimale Anzahl von Hochspannung-/Niederspannung-Unterverteilungen;
- der Arbeitspunkt des Transformators;
- der Wirkungsgrad des Transformators;
- das Lastprofil.

ANMERKUNG 1 Für Niederspannung-Nutzer ist es wichtig, mit dem Versorger frühzeitig die Anzahl und Anordnung der Unterverteilungen, Transformatoren und Schaltanlagen abzustimmen.

ANMERKUNG 2 Für Hochspannung-Nutzer ist es wichtig, die Anzahl und Anordnung von Unterverteilungen, Transformatoren und Niederspannungs-Schaltanlagen zu bewerten.

#### 6.4.2 Optimierte Anzahl von Hochspannung-/Niederspannung-Unterverteilungen

Abhängig von zahlreichen Kriterien, wie z. B. der geforderten Leistung, der Gebäudefläche und der Lastverteilung, wird die Anzahl und die Anordnung der Hochspannung-/Niederspannung-Unterverteilungen Einfluss auf die Länge und Querschnitte der Leiter haben.

Wenn der Lastschwerpunkt einseitig in einem Gebäude angeordnet ist, wird empfohlen, eine Unterverteilung nahe am Lastschwerpunkt zu wählen. Andererseits, wenn der Lastschwerpunkt in der Mitte des Gebäudes liegt, kann es schwierig werden, die Hochspannung-/Niederspannung-Unterverteilung in die Nähe des Lastschwerpunktes anzuordnen. In solchen Fällen wird empfohlen, die elektrische Verteilung auf mehrere Hochspannung-/Niederspannung-Unterverteilungen aufzuteilen, die nahe an ihrem jeweiligen Lastschwerpunkt angeordnet sind. Dies ermöglicht die Optimierung von Länge und Querschnitt von Niederspannung-Leitern.

#### 6.4.3 Arbeitspunkt des Transformators

Der höchste Wirkungsgrad eines Transformators wird erreicht, wenn die Eisen- und Kupferverluste gleich groß sind.

ANMERKUNG 1 Normalerweise ist dies bei einem Lastniveau von weniger als der Nennleistung des Transformators der Fall.

ANMERKUNG 2 Effizienzberechnungen können erfolgen durch Verwendung von geeigneten Normen für Transformatoren, z. B. IEC 60076-20, NEMA Guide TP1, IEEE C57.12.

#### 6.4.4 Wirkungsgrad des Transformators

Transformatoren sind grundsätzlich wie effiziente elektrische Maschinen zu betrachten. Ihre Auswirkungen auf die Umwelt hängen hauptsächlich vom Arbeitspunkt und den Verlusten ab.

Die Auswahl eines energieeffizienten Transformators kann einen bedeutenden Einfluss auf die Energieeffizienz der gesamten Anlage haben.

Die Energieeffizienz von Transformatoren kann auf der Basis ihrer Verluste unter Last und ohne Last klassifiziert werden.

Die Wahl einer hohen Energieeffizienz-Klasse führt zu erhöhten Anschaffungskosten. Verglichen mit der durchschnittlichen Lebensdauer eines Transformators (mehr als 25 Jahre) kann die Amortisation voraussichtlich in relativ kurzer Zeit (wenige Jahre) erreicht werden.

Wenn Transformatoren innerhalb des Gebäudes angeordnet sind, kann der Energieverbrauch für Klimatisierung oder Belüftung des Raumes der Transformatorstation reduziert werden, wenn energieeffiziente Transformatoren verwendet werden.

Beim Einsatz von Öltransformatoren kann der Aufstellungsort des Transformators durch weitere sicherheitsrelevante Einschränkungen beeinflusst werden.

Die Herstellerangaben zu detaillierten Anforderungen für energieeffiziente Transformatoren sind zu beachten, einschließlich Errichtungsempfehlungen, geschätzte Amortisation, Anforderungen für die Ableitung von Wärmeverlusten, Einschränkungen bei der Errichtung im Falle, dass andere wärmeabgebende Betriebsmittel vorhanden sind.

## 6.5 Effizienz von lokaler Erzeugung

In Vorbereitung.

## 6.6 Effizienz von lokaler Speicherung

In Vorbereitung.

## 6.7 Kabel- und Leitungsverluste

### 6.7.1 Spannungsfall

Die Reduzierung des Spannungsfalls in der Installation wird durch die Verminderung der Kabel- und Leitungsverluste erreicht.

Empfehlungen für den maximalen Spannungsfall in der Installation sind enthalten in [IEC 60364-5-52:2009, Abschnitt 525](#).

### 6.7.2 Kabel- und Leitungsquerschnitte

Die Vergrößerung der Querschnitte von Kabeln und Leitungen führt zur Reduzierung der Leistungsverluste. Diese Entscheidung muss für Speiseleitungen und Stromkreise, die Lasten mit höherem Verbrauch versorgen, unter Berücksichtigung der Ersparnisse innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens, im Zusammenhang mit den zusätzlichen Kosten durch die Überdimensionierung, erfolgen.

Bei der Bestimmung der Querschnitte von Kabeln und Leitungen müssen die Kosten der Verluste, die über die Lebensdauer der Kabel und Leitungen auftreten, betrachtet und mit den Beschaffungskosten für die Kabel und Leitungen verglichen werden. Eine Berechnungsmethode ist in IEC 60287-3-2 enthalten.

Die Leistungsverluste ( $I^2RT$ ) und die Begrenzungen zukünftiger Erweiterungen von zu speisenden Lasten müssen bei der Auswahl kleiner Querschnitte berücksichtigt werden.

**ANMERKUNG** Bei manchen Anwendungen (insbesondere im industriellen Bereich) können die wirtschaftlichsten Querschnitte um einiges größer sein als die aus thermischen Gründen erforderlichen.

### 6.7.3 Leistungsfaktorkorrektur

Die Reduzierung der Blindenergie auf der Lastseite vermindert die thermischen Kabel- und Leitungsverluste in der vorgelagerten Anlage.

Eine mögliche Lösung, um den Leistungsfaktor zu verbessern, ist die Errichtung einer Leistungsfaktorkorrekturanlage an den betreffenden Laststromkreisen.

**ANMERKUNG** In Abhängigkeit von der Anwendung kann eine Leistungsfaktorkorrektur auf der Lastebene oder zentral durchgeführt werden. Die Komplexität des Vorganges erfordert eine individuelle Betrachtung jeder einzelnen Anwendung.

### 6.7.4 Reduzierung der Wirkung von Oberschwingungsströmen

Die Reduzierung von Oberschwingungen auf der Lastseite, z. B. durch Auswahl von Oberschwingungsfreien Geräten, reduziert die thermischen Verluste in der Installation.

Mögliche Lösungen sind:

- Verminderung von Oberschwingungen durch Errichtung von Oberschwingungsfiltern in den entsprechenden Lastkreisen;
- Verminderung der Wirkungen von Oberschwingungen durch Vergrößerung der Querschnitte von Leitern.

**ANMERKUNG** In Abhängigkeit von der Anwendung kann eine Reduzierung von Oberschwingungen zentral auf der Lastseite vorgenommen werden. Die Komplexität des Vorganges erfordert eine individuelle Betrachtung jeder einzelnen Anwendung.

## 7 Ermittlung der Zonen, Anwendungen und Maschen

### 7.1 Ermittlung der Zonen

Unter einer Zone versteht man eine Fläche oder einen Ort, an dem die Elektrizität verwendet wird. Sie kann z. B.

- einer Fabrik,
- einem Stockwerk eines Gebäudes,
- einer Zone nahe an Fenstern oder einer Zone weit entfernt von Fenstern,
- einem Wohnraum,
- einem privaten Schwimmbad,
- einer Hotelküche entsprechen.

Planer, Errichter oder Eigentümer von Gebäuden müssen sich zu den Zonen in einem Gebäude abstimmen.

Die Ermittlung der Zonen wird benötigt, um die korrekte Bestimmung der Maschen zu ermöglichen (siehe 7.4.1.).

### 7.2 Ermittlung der Anwendung innerhalb festgelegter Zonen

Die Ermittlung der Verwendung eines bestimmten Stromkreises oder einer Zone wird benötigt, um eine genaue Messung und Analyse des Energieverbrauchs, Leistungsflusses und anderer elektrischer Parameter zu erhalten.

Unterschiedliche Anwendungen könnten Folgendes sein:

- Wassererwärmung;
- HVAC (Kühlung & Heizung);
- Beleuchtung;
- Motoren;
- Hausgeräte.

### 7.3 Lastmanagement

Lastmanagement ist das Management des Elektrizitätsbedarfs als Reaktion auf die Versorgungsbedingungen.

Lastmanagement bietet die Möglichkeit, die Stromkosten als Reaktion auf zeitabhängige Tarife oder andere Arten von finanziellen Anreizen zu reduzieren, indem der Elektrizitätsverbrauch zu Zeiten mit hohem Verbrauch reduziert oder verlagert und/oder zu Zeiten mit geringem Verbrauch erhöht wird.

Lastmanagementverfahren sind:

- zeitabhängige Tarife wie am Zeitpunkt des Verbrauchs orientierte Preisbildung (z. B. in Abhängigkeit der kritischen Spitzenzeit, in Abhängigkeit der variablen Spitzenzeit, Echtzeit-Preisbildung, Rabatte zu kritischen Spitzenzeiten);
- Begrenzung der Stromversorgung;
- Echtzeit-Lastkurven.

Energieeffizienz- und Lastmanagementsysteme reagieren auf die Netzversorgungsbedingungen. Siehe 8.

## 7.4 Ermittlung von Maschen

### 7.4.1 Allgemeines

Eine Masche ist ein Stromkreis oder eine Gruppe von Stromkreisen mit zugehörigen elektrischen Verbrauchsmitteln, die für ein Energieeffizienz-Management als geeignet betrachtet werden.

Eine Masche kann zu einer oder mehreren Zonen gehören (siehe 7.1).

Für effizientere Energieüberwachung, Transparenz und Steuerung wird eine komplette Masche einer Zone zugewiesen.

Eine Masche enthält eine oder mehrere Anwendungen (siehe 7.2) in einer oder mehreren Zonen.

Maschen müssen so gesteuert werden, dass die elektrische Energie immer so eingesetzt wird, dass die Anforderungen immer erfüllt werden, unter Berücksichtigung von Faktoren wie z. B. Tageslicht, Anwesenheit in einem Raum, Verfügbarkeit von Energie, Außentemperatur, anderen Aspekten bedingt durch die Gebäudekonstruktion und passive Energieeffizienz-Maßnahmen.

Ein Stromkreis kann nur einer Masche zugeordnet werden.

Eine Masche in einer Anlage muss so aufgebaut werden, dass die zugehörigen Anwendungen ermöglicht werden, gleichzeitig ein effektives Management des Energieverbrauchs ermöglicht wird und dabei mindestens eines der Kriterien, wie in 7.4.2 festgelegt, erfüllt wird.

### 7.4.1 Kriterien für die Festlegung von Maschen

#### 7.4.2.1 Allgemeines

Die folgenden Kriterien werden benötigt, um die unterschiedlichen Maschen einer elektrischen Anlage aus Sicht des Energiemanagements und der Kontrolle in Bezug auf Energieeffizienz festzulegen.

Zusätzlich zu den Kriterien, die von den örtlichen Energiekosten abhängen, sind die folgenden Kriterien in Bezug auf Energieeffizienz notwendig, um vom Standpunkt des Energiemanagements und der Kontrolle Kriterien für unterschiedliche Maschen einer elektrischen Anlage festzulegen.

#### 7.4.2.2 Technische Kriterien, die auf externen Einflussgrößen beruhen (z. B. Zeit, Helligkeit, Temperatur, usw.)

In einem festgelegten Zeitraum sollte eine Unterbrechung von manchen Diensten oder Anwendungen vermieden werden. Planer, Errichter und/oder Endverbraucher sollten vereinbaren, zu welchen täglichen, wöchentlichen, monatlichen oder jährlichen Zeiten einige Dienste oder Anwendungen verfügbar sein müssen oder reduziert oder ganz abgeschaltet werden können. Die Identifikation dieser Anwendungen und deren Zusammenfassung in einer Masche sind ein entscheidender Punkt vom Gesichtspunkt der Energieeffizienz. Die Festlegung einer Masche für die Beleuchtung in der Nähe von Fenstern und einer zweiten Masche für die Beleuchtung in der Nähe der Wand ermöglicht z. B. das Ausschalten der Beleuchtung in der Nähe der Fenster bei ausreichendem Tageslicht.

#### 7.4.2.3 Technische Kriterien bezüglich Steuerung

In einer Masche können Lasten zusammengefasst werden, die funktionell mit einer oder mehreren Kontrolleinrichtungen verbunden sind. Der Thermostat einer elektrischen Heizungsanlage, der die Heizkörper von mehreren Stromkreisen steuert, gehört z. B. zur selben Masche wie der Heizkörper.

#### 7.4.2.4 Technische Kriterien bezüglich der Verwendung von Messwerten

Die Genauigkeit einer Messung ist unterschiedlich, wenn der Zweck eine Tendenzüberwachung oder die Abrechnung einer Dienstleistung ist. Der Zweck der Messung kann die Wahl der geeigneten Masche unterstützen.

#### 7.4.2.5 Wirtschaftliche Kriterien bezüglich Kennzahlen

Im Allgemeinen sind kleine Maschen für die Verbesserung der Energieeffizienz einer elektrischen Anlage nicht wirkungsvoll.

An einem Ort, an dem eine Gruppe von elektrischen Verbrauchsmitteln alle gleichzeitig betrieben werden müssen, ist es vorteilhaft, eine große Masche einzurichten, die alle diese Verbrauchsmittel enthält. In Fällen, wie beispielsweise mehrere Beleuchtungskreise in einem einzelnen Raum, ermöglicht eine Aufteilung auf mehrere kleine Maschen eine sinnvollere Nutzung von Energie.

#### 7.4.2.6 Wirtschaftliche Kriterien bezüglich der variablen Kosten der Elektrizität

Die Energiekosten können zeitabhängig (Zunahme oder Abnahme der kWh-Kosten zu einer bestimmten Zeit) und mit der zugelassenen maximalen Leistung durch das Netz variieren (die Steuerung des Bedarfs bzw. der Nachfrage des Energieverbrauchs kann deshalb notwendig sein).

In Abhängigkeit von Preisschwankungen der Energiekosten bei Einkauf, Verkauf und Speicherung kann es – soweit sinnvoll – nützlich sein, bestimmte Anwendungen aufzuschieben oder vorwegzunehmen oder Maschen unter diesen Gesichtspunkten zu planen.

#### 7.4.2.7 Technische Kriterien bezüglich Trägheit der Energie

Es ist nicht möglich, oder zumindest schwierig, eine Lastabschaltung in einer Masche für einen Beleuchtungsstromkreis vorzusehen (keine Trägheit), während es in einem Stromkreis, der eine Wassererwärmung enthält, einfacher ist (große Trägheit). Die Berücksichtigung der Trägheit der Lasten ist hilfreich, um entscheiden zu können, wie die Lastabschaltung zwischen bestimmten Maschen eingeführt werden kann.

Maschen, die wiederaufladbare Batterien, Heizungen, Klimaanlage, Kühlschränke usw. enthalten, können Maschen gegenübergestellt werden, die Beleuchtung, Steckdosen mit hoher Verfügbarkeit für Betriebsmittel der Informations- und Kommunikationstechnik (en: information and communications technologies; ICT), usw. enthalten. Deshalb wird es möglich sein, Lastabschaltung und Regeln für die Lastabschaltung auch für Maschen einzuführen, die eine hohe Trägheit haben. Diese Informationen sind für die Produktnormung, das Produktdesign und die Anlagenplanung zur Verfügung zu stellen.

Eine sehr große Trägheit wird im Allgemeinen mit einfacherer Lastabschaltung in Verbindung gebracht, da der Lastzustand nicht besonders von der Schwankung der elektrischen Stromversorgung beeinträchtigt wird.

### 7.4.3 Maschen

Das elektrische Energieeffizienz-Management ist eine Systembetrachtung mit dem Ziel, den Einsatz der genutzten Energie für bestimmte Dienstleistungen in einer festgelegten „elektrischen Masche“ zu optimieren, unter Berücksichtigung aller notwendigen Information betreffend technischer und wirtschaftlicher Vorgehensweise.

Nur in seltenen Fällen entspricht ein optimiertes System der Summe aller optimierten einzelnen Teile des Systems. Es ist deshalb erforderlich, die unter dem Gesichtspunkt der Energieeffizienz am besten geeigneten Maschen der elektrischen Anlage zu betrachten.

Dies muss betrachtet werden, um den niedrigsten elektrischen Energieverbrauch für eine Lösung zu erhalten, die aussagekräftig genug ist, um die Vergleichbarkeit zu einer anderen Lösung zu ermöglichen.

Es muss auch beachtet werden, dass die Errichtung von elektrischen Betriebsmitteln, die für eine veränderte Nutzung oder für neue Funktionen zur Optimierung des elektrischen Verbrauchs eines Betriebsmittels vorgesehen sind, zu einer Erhöhung des Energieverbrauchs von Verbrauchern der gleichen Anlage, die in Wechselbeziehung stehen, führen kann. Es ist deshalb sinnlos, ein oder mehrere Geräte separat zu betrachten, wenn diese Geräte zu einem Stromkreis oder einer Masche zusammengefasst sind, was zu einem optimierten Verbrauch führen kann, obwohl der Verbrauch einzelner Geräte sich erhöht.

Der Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln oder Funktionen zur Reduzierung, Messung, Optimierung und Überwachung des Energieverbrauches oder jede andere Anwendung, mit dem Ziel, die Nutzung der Elektrizität zu verbessern, kann zu Erhöhung des Verbrauches einzelner Teile eines Systems führen.

Z. B. kann die Verwendung einer Steuerungseinrichtung, wie z. B. ein Thermostat in einer elektrischen Heizung, ein Präsenzmelder in einer Beleuchtungsanlage usw., zur Erhöhung des augenblicklichen oder des Gesamtverbrauches eines einzelnen Betriebsmittels führen, aber den Gesamtverbrauch der ganzen Masche reduzieren.

Entsprechend dieser Norm ist die kleinste Masche beschränkt auf ein elektrisches Gerät. Die größte Masche deckt alle elektrischen Stromkreise für alle Dienstleistungen im gesamten Gebäude ab.

## 7.5 Einflussparameter

### 7.5.1 Allgemeines

Die Parameter, die den größten Einfluss auf die Energieeffizienz haben, müssen identifiziert werden.

Die identifizierten Einflussparameter sollten gemessen werden, um ihren relativen Einfluss auf den Gesamtverbrauch der Anlage zu bewerten.

Bestimmte Kenngrößen sollten analysiert werden, um die Energieeffizienz der Anlage in Abhängigkeit von den Auswirkungen der Einflussparameter zu überprüfen.

BEISPIEL: kWh pro m<sup>2</sup> pro Gradtag.

### 7.5.2 Belegung

Belegung ist ein Einflussparameter für das Energiemanagement.

Die Kenntnis der Belegung und Anpassung des Energieverbrauchs an die Gebäudebelegung erleichtert das Energiemanagement. Die Belegung darf folgendermaßen bestimmt werden:

- Anwesenheit von mindestens einer Person in einer festgelegten Zone;
- Angabe der Anzahl von Personen in einer festgelegten Zone.

### 7.5.3 Umgebungsbedingungen

Zum Beispiel Außentemperatur, Sonne (Licht und Wärme), Wind, Luftfeuchte, Verschmutzung dürfen als Einflussparameter betrachtet werden.

## 7.6 Einfluss auf die Planung des Verteilersystems

Bei der Planung des Verteilersystems einer elektrischen Anlage muss die Energieeffizienz in jedem Planungsschritt unter Berücksichtigung der Auswirkungen von Unterschieden in Leistungsbedarf, Anwendung, Zonen und Maschen betrachtet werden.

Die Errichtung von ortsfesten Betriebsmitteln für Verbrauchsmess- und Überwachungseinrichtungen, Steuerung und Energiemanagement muss bei Neuerrichtung und zukünftiger Modifikation berücksichtigt werden.

Die Hauptverteilung muss die Aufteilung der Stromkreise für jede Zone oder Masche, wie in 7.4 festgelegt, ermöglichen. Diese Anforderung muss auch, wo erforderlich, für andere Schaltanlagen angewandt werden.

## 8 Energieeffizienz- und Lastmanagementsystem

### 8.1 Allgemeines

Das Energieeffizienz- und Lastmanagementsystem (siehe Bild 1) enthält Anleitung zur Optimierung des Energieverbrauchs unter Berücksichtigung der Lasten, der lokalen Energieerzeugung und Speicherung und der Anwenderanforderungen.

In einer Anlage, in der ein Energieeffizienz-System angewendet wird, kann bei der möglichen Umsetzung dieses Systems wie in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben verfahren werden.

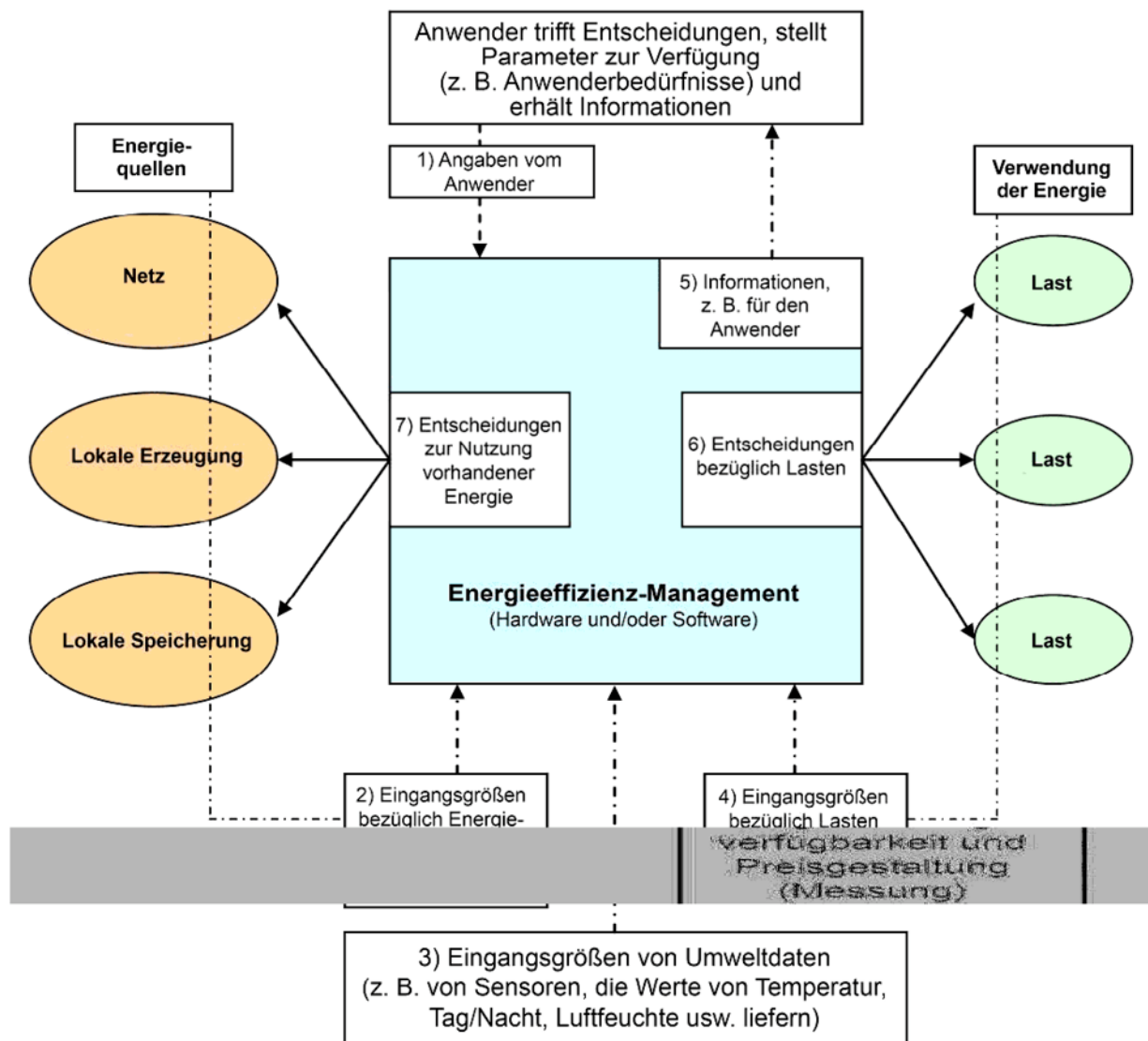


**Bild 1 – Energieeffizienz- und Lastmanagement-System**

**ANMERKUNG** Der Anteil der erneuerbaren Energie im Versorgungsnetz und der Grad der lokalen erneuerbaren Energie kann durch nationale und lokale Anforderungen bestimmt werden.

## 8.2 Anforderungen des Anwenders

### 8.2.1 Allgemeines

Anforderungen des Anwenders sind die ersten Eingangsgrößen, die betrachtet werden müssen. Diese Anforderungen sind die Haupteingangsgrößen für die Planung des Energieeffizienz-Management-Systems.

### 8.2.2 Anforderungen an die Lasten

Der Planer, Anwender und/oder Errichter muss zumindest die folgenden Aspekte berücksichtigen:

- Auswahl von energieeffizienten Haushaltsgeräten (Kühlschrank, Lampen, usw.);
- Zuweisung von Lastprioritäten als Eingangsgröße zur Lastoptimierung (z. B. Lastabschaltung);
- vorgesehene Verwendung der Anlage beim Entwurf eines energieeffizienten Konzepts;
- Vorsehen von Einrichtungen, die es dem Anwender ermöglichen, automatische Funktionen manuell außer Kraft zu setzen.

### 8.2.3 Anforderungen an die Stromversorgungen

Die Entscheidungen des Anwenders betreffend seines Verhaltensmusters in Bezug auf die Lasten bestimmen die Anforderungen an die Stromversorgungen.

## 8.3 Eingangsgrößen bezüglich Lasten, Sensoren und Vorhersagen

### 8.3.1 Allgemeines

Messungen sind wesentlich für die Ermittlung und Bewertung der Energieeffizienz einer Anlage.

Die Messung der elektrischen Parameter ist wesentlich für die Ermittlung des Energieverbrauchs und muss durch die Messung nicht-elektrischer Einflussparameter ergänzt werden, z. B.:

- Anwesenheit von Personen;
- Temperatur;
- Luftqualität (z. B. CO<sub>2</sub>-Gehalt);
- Beleuchtung.

Für nicht-elektrische Messungen gelten ähnliche Prinzipien in Bezug auf die Genauigkeit wie für elektrische Messungen in Abhängigkeit vom Verwendungszweck der Daten (vertraglich oder informativ).

#### 8.3.1.1 Anforderungen an Genauigkeit und Messbereich

Unter anderem wird dem Nutzer sein Verbrauch bewusst gemacht. Folglich müssen die Genauigkeit der Geräte und der Messbereich an die vorgesehene Nutzung angepasst werden.

Vom allgemeinen Standpunkt betrachtet (grundsätzliche Verwendung in Gebäuden wie Wohnungen, Geschäften, öffentlichen Gebäuden, Büros, usw.), ist die höchste Genauigkeit des Zählers am Einspeisepunkt der Anlage wichtig, wo der Zähler für die Abrechnung oder ähnliche Zwecke verwendet wird, aber auch, um die Effizienz der gesamten Anlage zu messen und zu bewerten, oder um die Energieeffizienz der gesamten Anlage durch Aufsummierung der einzelnen Abschnitte abzuschätzen, wie zum Beispiel in ISO 50001 und ISO 50006 festgelegt. Hinter dem Einspeisepunkt ist im Allgemeinen eine niedrigere Genauigkeit ausreichend. Für die niedrigste Genauigkeit auf der Ebene von Endstromkreisen ist es ausreichend, die Dauer des Verbrauchs verfügbar zu haben oder einem Trend zu folgen oder eine Last zu erfassen.

ANMERKUNG 1 Es gibt Ausnahmen von dieser Regel: z. B. bei der Zementherstellung, wo eine einzige, sehr leistungsstarke Last besondere Anforderungen an die Messgenauigkeit rechtfertigen kann.

Der Zähler am Einspeisepunkt der Stromkreise, der zur Abrechnung dient, kann im Rahmen des Beurteilungsvorgangs für die Messung des Energieverbrauchs der gesamten Anlage genutzt werden. Ebenso kann eine Messeinrichtung für die Versorgungsqualität am Einspeisepunkt des Stromkreises zur Messung des Energieverbrauchs verwendet werden.

Zur Bestimmung der Genauigkeit der elektrischen Messeinrichtungen muss [Tabelle 2](#) herangezogen werden.

Der Messbereich der Geräte muss für die zu erwartenden Maximalwerte der Maschen geeignet sein und sollte den zu erwartenden Werteniveaus entsprechen.

Geräte, die zur Gegenüberstellung von vergleichbaren Lasten in unterschiedlichen Maschen verwendet werden, müssen gleichwertige Eigenschaften aufweisen.

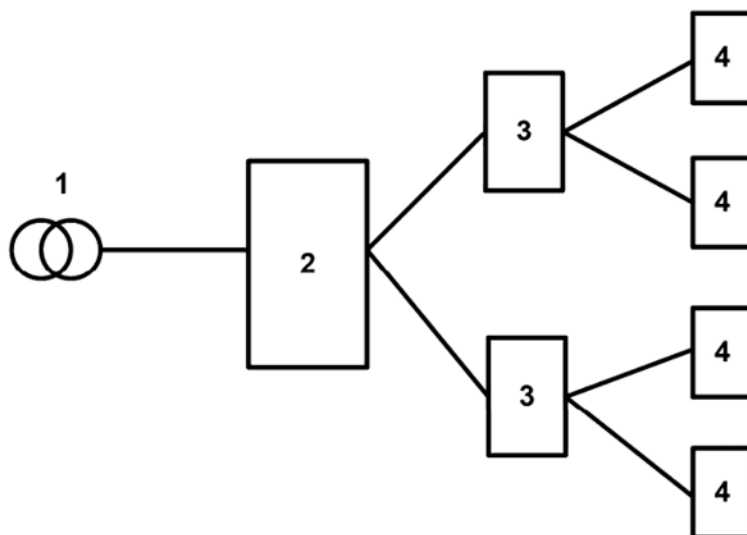


**Bild 2 – Übersicht der Leistungsverteilung**

**LEGENDE:**

- 1 Versorgungstransformator/Einspeisung
- 2 Hauptverteilung (Niederspannung)
- 3 Unterverteilungen
- 4 Verteilungen für Endstromkreise

Elektrizitätsmesseinrichtungen müssen in Abhängigkeit von der entsprechenden Anwendung und [Tabelle 1](#) gewählt werden.

**Tabelle 1 – Geltende Normen für Messanordnungen (1 von 2)**

| Messanordnung            | Anwendbare IEC-Produktnormen      | In Normen verwendeter Geräte name | Gebräuchlicher Geräte name                                                 | Ergänzende Erläuterungen                                                                                                        |
|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Abrechnung (vertraglich) | IEC 62052-11<br>Oder IEC 62053-2x | Elektrizitätsmessgeräte           | Rückvergütungsmessgerät, Elektrizitätszähler, Zähler des Energieversorgers | Elektrizitätsmessung zu Abrechnungszwecken (z. B. Rechnung des Versorgers an den Besitzer eines Gebäudes oder Einkaufszentrums) |

**Tabelle 1 (2 von 2)**

| Messanordnung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Anwendbare IEC-Produktnormen | In Normen verwendeter Geräteiname                                         | Gebräuchlicher Geräteiname              | Ergänzende Erläuterungen                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Energienutzungs-messung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | IEC 61557-12 <sup>a</sup>    | Verbrauchsmess- und Überwachungseinrichtung (PMD-1 oder PMD-2 oder PMD-3) | Leistungsmessgerät, Elektrizitätszähler | Energiekosten- und -nutzungsanalyse (zur Kostenaufteilung innerhalb eines Unternehmens oder zu Energieeffizienz-zwecken)                                                                                             |
| Leistungs-überwachung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | IEC 61557-12                 | Verbrauchsmess- und Überwachungs-einrichtung (PMD-2 oder PMD-3))          | Leistungsmessgerät, Elektrizitätszähler | Analyse der Versorgungs-qualität auf der Verbrauchsseite b + Energiekosten- und -nutzungsanalyse                                                                                                                     |
| Energieplanung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                              | Anzeiger oder Sensor                                                      | Energieplaner                           | Geräte, die die Informationen bereitstellen, welche benötigt werden, um das Energiemanagementsystem korrekt zu betreiben, zum Beispiel Betriebszeit von Betriebsmitteln, Anzahl der Vorgänge, grundlegende Messungen |
| <p>ANMERKUNG Weitere Informationen, z. B. Belegung, Anzahl der Vorgänge, Fertigungszahlen usw. werden von verschiedenen Instrumenten erfasst und fallen unter unterschiedliche Normen.</p> <p><sup>a</sup> Geräte für Abrechnungszwecke oder zur Überwachung der Versorgungsqualität können zur Energienutzungsmessung verwendet werden, wenn sie aktive Energiemessfunktionen bieten</p> <p><sup>b</sup> Geräte zur Überwachung der Versorgungsqualität nach 62586-1 können zur Leistungsüberwachung verwendet werden</p> |                              |                                                                           |                                         |                                                                                                                                                                                                                      |

Wenn das Verteilungssystem vereinbarungsgemäß so wie in [Bild 2](#) aufgebaut ist, muss die Energie-/ Leistungsmessung und Überwachung folgerichtig so aufgebaut sein wie in Tabelle 2.

**Tabelle 2 – Bedarfsübersicht für Leistungsmessung und –überwachung (1 von 2)**

|                  | Einspeisung        | Hauptverteilung                                                    | Unterverteilungen                                    | Verteilung für Endstromkreise |
|------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Mögliche Maschen | Die gesamte Anlage | In sich geschlossene Einheiten (z. B. Schwimmbad, Werkstatt, Büro) | Zonen und/oder Anwendungen (z. B. Heizung der Lobby) | Stromkreise                   |

**Tabelle 2** (2 von 2)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Einspeisung                                                                                                                                        | Hauptverteilung                                                                                                                                  | Unterverteilungen                                                                                                                                | Verteilung für Endstromkreise                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kritischer Bereich für Stromgenauigkeit (Verhältnis des erwarteten Bemessungsstroms zum tatsächlichen Laststrom in Prozent)                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Im Allgemeinen mittel bis hoch: 30 % bis 90 %                                                                                                      | Im Allgemeinen mittel: 30 % bis 70 %                                                                                                             | Im Allgemeinen ziemlich niedrig: 20 % bis 40 %                                                                                                   | Im Allgemeinen sehr niedrig: < 20 %                                                                       |
| Mögliche Kenngrößen, erforderlich für das Netzmanagement                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Verbrauchsmessung und -überwachung oder Analyse der Versorgungsqualität                                                                            | Verbrauchsmessung und -überwachung                                                                                                               | Verbrauchsmessung oder -überwachung                                                                                                              | Verbrauchsmessung<br>Siehe Anmerkung 1                                                                    |
| Kenngrößen (Messungen) für Kostenmanagement                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Rückvergütungsmessung<br>Vergütungsmessung<br>Energienutzungsmessung und Optimierung<br>Vertragsoptimierung<br>Übereinstimmung mit Gesetzen/Regeln | Kostenaufteilung<br>Energienutzungsmessung und Optimierung<br>Effizienzabschätzung<br>Vertragsoptimierung<br>Übereinstimmung mit Gesetzen/Regeln | Kostenaufteilung<br>Energienutzungsmessung und Optimierung<br>Effizienzabschätzung<br>Vertragsoptimierung<br>Übereinstimmung mit Gesetzen/Regeln | Energienutzungsmessung und Optimierung<br>Energienutzungsprognosen und Abschätzungen<br>Siehe Anmerkung 2 |
| Genauigkeit des Gesamtsystems zur Messung des aktiven Energie-managements                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Im Allgemeinen sehr hohe Genauigkeit, z. B. Klasse 0,2 bis Klasse 1                                                                                | Im Allgemeinen gute Genauigkeit, z. B. Klasse 0,5 bis Klasse 2                                                                                   | Im Allgemeinen mittlere Genauigkeit, z. B. Klasse 1 bis Klasse 3                                                                                 | Im Allgemeinen sollte verlässliche Anzeige wichtiger sein als die Genauigkeit<br><br>Siehe Anmerkung 2    |
| <p>ANMERKUNG 1 In diesem Fall könnte die Anzahl der zu messenden Parameter begrenzt sein.</p> <p>ANMERKUNG 2 In diesem Fall könnte nur eine Trendabschätzung gefordert sein. Dann könnte die Messgenauigkeit weitaus weniger wichtig sein als eine zuverlässige Anzeige.</p> <p>ANMERKUNG 3 Genauigkeitsklassen (auch Klassenzeichen genannt) sind je nach Anwendung in IEC 61557-12 oder IEC 62053-21 &amp; 22 definiert.</p> |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                  |                                                                                                           |

### 8.3.1.2 Messung

Die Messeinrichtungen müssen in Abhängigkeit von der Anwendung und der Anordnung in der Anlage installiert werden. Siehe Bild 3.

Die Anordnung der Mess- oder Überwachungseinrichtung und die zu messenden Parameter müssen mit den Angaben in Bild 3 übereinstimmen. Gegebenenfalls müssen die Messung und Überwachung der Parameter für jede Phase durchgeführt werden.

IEC 61557-12 legt die Klassifizierung von Verbrauchsmess- und Überwachungseinrichtungen (en: power metering and monitoring device; PMD) mit den Mindestanforderungen in Abhängigkeit von ihrer Anwendung fest:

- **PMD–1: Energieeffizienz:** Energienutzungsmessung zur Bewertung der Energieeffizienz

- **PMD-2: Grundlegende Leistungsüberwachung:** Leistungsüberwachung zur Überwachung und Steuerung der elektrischen Energieverteilung in der Anlage
- **PMD-3: Erweiterte Leistungsüberwachung und Netzleistung:** erweiterte Leistungsüberwachung und Überwachung der Netzleistung

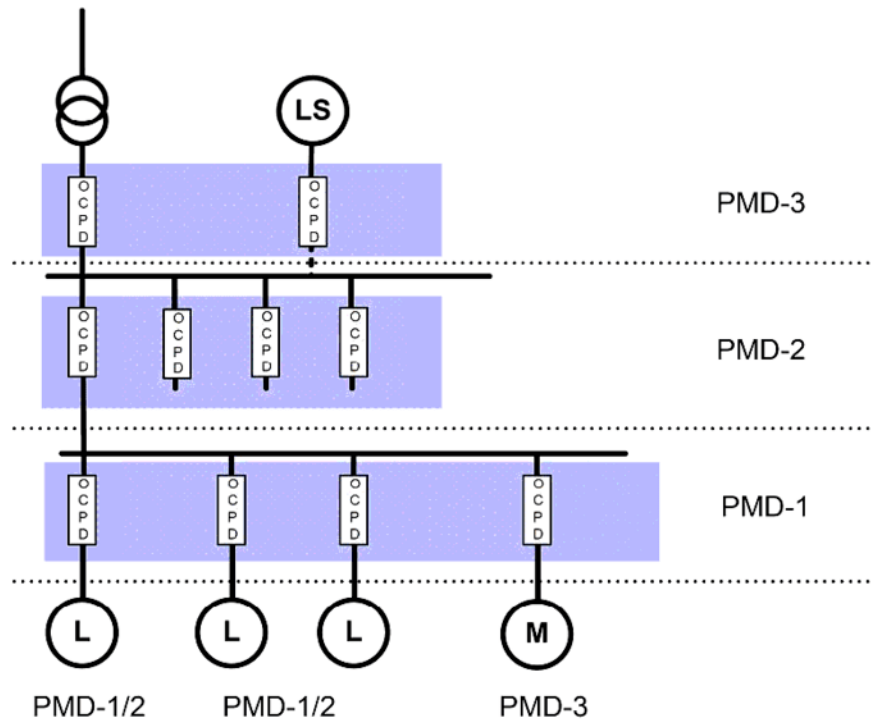


Bild 3 – Beispiel der Auswahl von Messeinrichtungen in einer Anlage

Legende:

| Symbol       | Funktion                                                                                                                                                                 |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PMD</b>   | Verbrauchsmess- und Überwachungseinrichtung                                                                                                                              |
| <b>PMD-1</b> | PMD mit mindestens: $E_a$                                                                                                                                                |
| <b>PMD-2</b> | PMD mit mindestens: $P, Q, S, E_a, E_r, E_{ap}, f, I, N, IN, U$ und/oder $V, PF$                                                                                         |
| <b>PMD-3</b> | PMD mit mindestens: $P, Q, S, E_a, E_r, E_{ap}, f, I, N, IN, U$ und/oder $V, PF, THD_U$ und/oder $THD_V$ und/oder $THD-R_U$ und/oder $THD-R_V, THD_I$ und/oder $THD-R_I$ |
| $P$          | Gesamtwirkleistung                                                                                                                                                       |
| $E_a$        | Gesamtwirkenergie                                                                                                                                                        |
| $Q$          | Gesamtblindleistung                                                                                                                                                      |
| $S$          | Gesamtscheinleistung                                                                                                                                                     |
| $E_r$        | Gesamtblindenergie                                                                                                                                                       |
| $E_{ap}$     | Gesamtscheinverbrauch                                                                                                                                                    |
| $f$          | Frequenz                                                                                                                                                                 |
| $I$          | Strangstrom einschließlich ( $I_p$ : Strom in Leiter p)                                                                                                                  |
| $IN$         | gemessener Neutralleiterstrom                                                                                                                                            |
| $U$          | Spannung Außenleiter – Außenleiter ( $U_{pg}$ : Leiter p – Leiter g)                                                                                                     |
| $V$          | Spannung Außenleiter – Neutralleiter ( $V_p$ : Leiter p – Neutralleiter)                                                                                                 |
| $PF$         | Leistungsfaktor                                                                                                                                                          |

|           |                                                                             |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|
| $THD_U$   | Oberschwingungsgehalt der Spannung in Abhängigkeit von der Grundschiwingung |
| $THD-R_U$ | Oberschwingungsgehalt der Spannung in Abhängigkeit vom Effektivwert         |
| $THD_I$   | Oberschwingungsgehalt des Stromes in Abhängigkeit von der Grundschiwingung  |
| $THD-R_I$ | Oberschwingungsgehalt des Stromes in Abhängigkeit vom Effektivwert          |
| $OCPD$    | Überstrom-Schutzeinrichtung mit Isolierungsfunktion                         |
| $M$       | Motor                                                                       |
| $L$       | Last                                                                        |
| $LS$      | Lokale Stromversorgung (z. B. Windrad, Generator) (falls vorhanden)         |

### 8.3.2 Kommunikation

Das Energiemanagementsystem zur Energieeffizienz darf nicht die Kommunikation für andere Zwecke, wie z. B. Sicherheit, Überwachung, Betrieb von Bauteilen oder Betriebsmitteln, beeinträchtigen.

Für die Einführung eines EEMS werden kommunikationsfähige Geräte benötigt.

### 8.3.3 Datenerfassung

Die Auswertung des Datenverlaufs liefert Informationen, die Energiebedarfsvoraussagen ermöglichen (siehe 8.3.5).

Um einen hohen Grad von Energieeffizienz in Bezug auf die Qualität und Effizienz der Ergebnisse zu erhalten, sollte ein Kommunikationssystem für alle geforderten und vorgesehenen Daten verfügbar sein.

### 8.3.4 Lasten

#### 8.3.4.1 Auswahl der Sensoren zur Energiemessung

Die Kombination von Messeinrichtungen mit externen Sensoren zur Strom- und/oder Spannungsmessung (sensorbetriebener Zähler / PMD) bildet ein vollständiges System zur Messung der Wirkenergie (kWh), welche der wichtigste Parameter für die Energieeffizienz ist. Die Leistungsklasse des Systems ist abhängig von der Sensorklasse und der Leistungsklasse des Zählers / PMD (siehe Tabelle 1). Die Sensorklasse muss entsprechend der Klasse des Zählers oder PMD oder niedriger gewählt werden.

Wenn eine direkte Messeinrichtung (direkt verbundener Elektrizitäts- oder Verbrauchszähler) verwendet wird, bezieht sich die Genauigkeitsklasse der Einrichtung auf die Messgenauigkeit der Wirkenergie (in kWh) und muss die in Tabelle 2 angegebenen Leistungsanforderungen erfüllen.

Der Höchstwert des Betriebsstromes in einem Stromkreis und der zu überwachender Mindeststrom müssen für jeden Messpunkt definiert werden, und die Sensoren müssen dementsprechend gewählt werden. Die Auswahl der Sensoren muss nach IEC 61869-2 erfolgen.

#### 8.3.4.2 Einflussfaktoren für Messeinrichtungen

Eine Reihe von Einflussfaktoren (z. B. Temperatur), die Abweichungen der Messgenauigkeit zur Folge haben können, sind zum Beispiel in den Normen IEC 61557-12 und IEC 62053-21 festgelegt. Die Übereinstimmung mit einer in diesen Normen festgelegten Messklasse bedeutet Anforderungen an die maximalen Abweichungen aufgrund dieser Einflussgrößen.

#### 8.3.4.3 Ansatz zur kontinuierlichen Verbesserung

Energieeffizienz ist ein Ansatz zur kontinuierlichen Verbesserung. Gegen Ende dieses Vorgangs werden die zu messenden Abweichungen immer kleiner und es wird eine entsprechende Genauigkeitsklasse der Messeinrichtung benötigt, um sie wirksam messen zu können.

Um das Erreichen der angestrebten Energieeffizienzziele zu überprüfen, muss die Genauigkeitsklasse der Messeinrichtung für die kleinste zu erwartende prozentuale Abweichung geeignet sein, die im gesamten Vorgang zu messen ist.

**ANMERKUNG** Wenn zum Beispiel langfristig eine Energieeinsparung von 2 % angestrebt wird, ist eine Einrichtung der Klasse 1 oder besser geeignet.

#### 8.3.4.4 Messung zur Überprüfung des Energieeffizienz-Aktionsplans

Die Wirksamkeit der im Rahmen des Energieeffizienz-Aktionsplans ergriffenen Maßnahmen muss überprüft werden. Dies ermöglicht den Nachweis von Erfolgen oder das Begründen von Abweichungen.

Für jeden Einzelaspekt des Energieeffizienz-Aktionsplans müssen die in jedem Teil der Anlage oder Betriebsmittel erzielten Energieeinsparungen, wie zutreffend, separat gemessen oder durch eine gleichermaßen wirksame Methode bestimmt werden.

Wenn der Messwert durch Addition oder Subtraktion von Einzelmessungen errechnet wird, muss die Genauigkeit dieser Messungen und Schätzungen so groß sein, dass insgesamt die benötigte Genauigkeit erzielt wird.

Bei der Überprüfung der zulässigen Streuung der Messabweichung muss die Gebäudeverwaltung die Abweichungen berücksichtigen, die durch den Einsatz von Energieplanern, Unterschieden in der Messgenauigkeit und die Berechnung von Messwerten durch Addition oder Subtraktion entstehen.

#### 8.3.4.5 Allgemeines

In Bezug auf die Lastabschaltung müssen Lasten auf Grundlage (1) der Eignung der Last für eine Unterbrechung der Stromversorgung und (2) der Nutzerakzeptanz für eine Unterbrechung der Stromversorgung dieser Last eingeteilt werden. Manche Lasten, wie Betriebsmittel der Informations- und Kommunikationstechnik (en: information and communications technologies; ICT), Computer, TV-Anlagen eignen sich nicht für eine Lastabschaltung. Andere Lasten wie Heizungen oder Kühlschränke nehmen eine Abschaltung für einen bestimmten Zeitraum hin, ohne Auswirkung auf ihre Aufgabe.

Für jeden Lasttyp sollte für den Normalbetrieb eine akzeptable Abschaltzeit ermittelt werden. Beispielsweise ist eine akzeptable Abschaltzeit bei einem Arbeitsplatzrechner 0 ms, für eine Leuchte 50 ms, für einen Kühlschrank oder eine Heizung 15 min.

Die höchste Abschaltzeit für jede Masche wird durch die Last mit der niedrigsten festgelegten Abschaltzeit bestimmt. Aus diesem Grund ist es empfehlenswert, Maschen mit Lasten, die vergleichbare Abschaltzeiten haben, festzulegen.

Angaben zur Eignung der Lasten für eine Abschaltung und deren entsprechenden Dauer sind hilfreich. In Bezug auf die Eignung der Lasten für eine Abschaltung müssen Belegung sowie Vorschriften berücksichtigt werden.

Die Entscheidung, eine bestimmte Last ein- oder auszuschalten, ist abhängig von der Energiebedarfsvoraussage (Energiebedarf innerhalb eines steuerbaren Prozesses), dem zu erwartenden Energiebedarf und der verfügbaren elektrischen Energie.

#### 8.3.4.6 Lastabschaltung

Es besteht ein Zusammenhang zwischen möglichen Weiterentwicklungen der Energieeffizienz, der Lebensdauer und der Instandhaltung von Bauteilen, Systemen und Anlagen.

Einige Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von Systemen (im Sinne des Energiemanagements) können Nachteile hervorrufen, wenn die Geräteauswahl ungeeignet war. Es sollte betrachtet werden, wie die Einführung von aktiven oder passiven Maßnahmen zur Energieeffizienz die Lebensdauer von Betriebsmitteln beeinflussen kann. Betriebsmittel sollten so ausgewählt werden, dass sie für Energiemanagement-Maßnahmen geeignet sind.

Glühlampen wurden z. B. häufig in Korridoren, Treppenhäusern usw. mit Zeitschaltungen oder Bewegungsmeldern genutzt, um die Energieeffizienz der Anlage zu verbessern, da die Lampen nur bei Anwesenheit von Personen eingeschaltet werden. Deren Ersatz durch Lampen, die eine andere Technologie anwenden, die deutlich empfindlicher in Bezug auf die Schaltvorgänge sind, kann die Lebensdauer dieser Lampen erheblich reduzieren, wodurch in manchen Fällen die Anwendung von Zeitschaltungen, die bisher eingesetzt wurden, abgelehnt wird. Die Folge ist, dass nun die Lampen Tag und Nacht eingeschaltet bleiben, um einen zu häufigen Austausch zu vermeiden, wodurch die Energieeffizienz der Anlage reduziert wird. Dieses Beispiel zeigt, wie wichtig es ist, das übergreifende Kostenbewusstsein der Anwender mit in Betracht zu ziehen: Die Kosten für das Ersetzen der Lampen überschreiten die Kosten für die Energieersparnis. Die richtige Wahl bezüglich Energieeffizienz könnte die Verwendung von Lampen mit der richtigen Technologie in Bezug auf das Schaltverhalten sein, um einen niedrigeren Energieverbrauch der Anlage bei einer üblicherweise zu erwartenden Lebensdauer der Lampen zu erreichen.

Die Angabe zur Eignung der Lasten für eine Abschaltung und zur höchsten Abschaltzeit ohne Beeinträchtigung des erwarteten Betriebs von Betriebsmitteln oder Maschinen sollte verfügbar oder vorhanden sein, um die Auswirkungen der Lastabschaltung zu optimieren.

### 8.3.5 Prognosen

Prognosen sind Kenngrößen, die als Eingangsinformationen für das Energieeffizienz-Management-System verwendet werden, wie beispielsweise Wetter- oder Anwesenheitsvorhersagen.

## 8.4 Eingangsdaten von der Versorgungsseite: Energie-Verfügbarkeit und Preisgestaltung, smarte Zähler

Der Anwender muss die Informationen betreffend Energie-Verfügbarkeit und Preisgestaltung bewerten, die über die Zeit variieren können.

Der relative Preis und die Energie-Verfügbarkeit von lokalen Stromquellen im Vergleich zu von Versorgern bezogenem Strom beeinflusst die Entscheidung für die Art der Stromquelle.

## 8.5 Überwachung der Leistung der elektrischen Anlage

Die Anlage sollte zumindest über eine Anwenderschnittstelle verfügen, die mindestens stündliche Messungen ihres Gesamtverbrauchs in einem bestimmten Zeitraum ermöglicht. Diese Daten und die Informationen über die relevanten Kosten der Energie sollten aufgezeichnet und für einen bestimmten Zeitraum gespeichert werden.

**ANMERKUNG** Daten, die über mehrere Jahre erfasst wurden, können für eine effektive Trendanalyse hilfreich sein.

Zusätzlich (z. B. im Fall einer Aufteilung auf mehrere Zähler) sollte die Anlage so geplant werden, dass die Aufzeichnung und Speicherung des Verbrauches von einzelnen Lasten oder Maschen ermöglicht wird, die insgesamt 70 % aller Lasten aufsummiert.

Für Gebäude mit einer Kapazität von über 250 Personen sollte die Einrichtung eines Elektrizitätsüberwachungssystems erforderlich sein, um eine bessere Kontrolle der Energieleistung und Energieeffizienz der Anlage zu ermöglichen.

## 8.6 Management von Lasten in den Maschen

### 8.6.1 Allgemeines

Ein Energieeffizienz-Management-System umfasst die Aufzeichnung der gesamten intelligenten elektrischen Anlage, einschließlich Lasten, lokaler Erzeugung und Speicherung. Es kann manuell (einfachste Fälle) oder automatisch (häufigste Fälle) den intelligenten Bereich einer elektrischen Anlage überwachen, um dauerhaft die Gesamtkosten und den Verbrauch des Systems zu optimieren. Dies wird erreicht durch Berücksichtigung der Anforderungen des Anwenders und der Eingangsparameter vom Netz oder von der lokalen Erzeugung und Speicherung, der Lasten, der Sensoren, der Prognose usw.

### 8.6.2 Energiemanagementsystem

Das Energiemanagementsystem muss auf folgenden Punkten beruhen:

- Anwenderwünsche;
- Energieüberwachung;
- Verfügbarkeit der Energie und deren Kosten;
- Eingangsdaten der Lasten, der lokalen Erzeugung und Speicherung, der Sensoren und Prognosen.

Ein Energiemanagementsystem muss enthalten:

- Messung von Maschen;
- Steuerung;
- Netzqualität;
- Aufzeichnung;
- Warnhinweise: Überprüfung des zuverlässigen Betriebes von Komponenten;
- Tarifmanagement, falls vorhanden;
- Datensicherheit;
- Anzeigen für die öffentliche Aufmerksamkeit.

Die Anforderungen des Anwenders bestimmen die Eingangsgrößen des Systems, d. h. Zähler, Sensoren, Eingangssteuerungen usw., und die Methodik zur Steuerung und Bestimmung der Ausgangs- und Kontrollparameter.

Die Ausgangswerte dürfen die Lastmanagement-Einrichtungen steuern oder dürfen Informationen vom Zähler oder von anderen Anzeigen verfügbar machen, die es dem Anwender ermöglichen zu handeln.

Vom Energiemanagementsystem darf gefordert werden, die Qualität der Versorgung, die Spannung, den Leistungsfaktor und die Lastströme zu messen. Zur Steuerung der Lastabschaltung darf das Energiemanagementsystem auch Warnhinweise geben, wenn voreingestellte Schwellenwerte überschritten werden.

### 8.7 Management von Mehrfacheinspeisungen: Netz, lokale Erzeugung und Speicherung

Der gesamte Energiebedarf sollte, zur möglichen Unterstützung der Verminderung des gesamten Energieverbrauches der Anlage, soweit wie möglich optimiert werden.

Die Planung des Managementsystems ist abhängig von der Verfügbarkeit der einzelnen Stromquellen. Die benötigte Aufrechterhaltung der Stromversorgung und die Anforderungen an das Lastmanagement sind wichtig für die umfassende Energieeffizienz der Anlage. Die Berücksichtigung dieser Aspekte sollte zur Auswahl geeigneter Betriebsmittel für die Quellenumschaltung führen, z. B. Netzumschalter nach **IEC 60947-6-1**.

**ANMERKUNG** Die Versorger und die Verteilungsnetze müssen den Verbrauch elektrischer Energie durch den Endverbraucher mit der Erzeugung und Verteilung dieser Energie abgleichen. Da die Anzahl der Stromquellen steigt und diese zunehmend auf erneuerbaren Energiequellen basieren, wird die Verfügbarkeit der elektrischen Energie schwanken. Die Versorger werden Maßnahmen vorsehen, um die richtige Balance zwischen unvorhersehbarem Verbrauch und nicht steuerbarer Erzeugung über das intelligente Netz (en: smart grid) kostenmäßig zu regulieren.

## 9 Erhaltung und Verbesserung der Leistung einer Anlage

### 9.1 Methodik

Die Umsetzung der aktiven oder passiven elektrischen Energieeffizienz-Maßnahmen erfordert einen ganzheitlichen Ansatz für die elektrische Anlage zur Optimierung des Energieverbrauchs und erfordert die Einbeziehung aller Betriebsarten der Anlage. Siehe Bild 4 und [Tabelle 3](#).

Die Anforderungen und Empfehlungen in dieser Norm entsprechen folgenden Feststellungen:

- Messen ist einer der wichtigen Schlüssel zur Energieeffizienz
- f) Der Energieverbrauch ist durch Maßnahmen zu überprüfen, die einen Anhaltspunkt über den Zustand und die richtigen Wege zu den Einsparungen bieten (wo sich die größten Verbraucher befinden, wie das Verbrauchsmuster aussieht). Eine Anfangsabschätzung kann durchgeführt werden, die auf einer Serie von Messungen für zahlreiche Maschen innerhalb einer Anlage und einem Vergleich mit Eckdaten für Kriterien für den Energieverbrauch basiert, anhand von Kriterien, die für Kombinationen von Betriebsmitteln in einer Masche oder Anlage festgelegt wurden.  
Obwohl dies dafür hilfreich sein kann, Bereiche zu identifizieren, die einer genaueren Analyse unterzogen werden können, wird die Entscheidung, ob eine Anlage energieeffizient ist, von genaueren Messungen und Abschätzungen von Teilen einer Anlage in Relation zum Gesamtverbrauch abhängen.
- g) Optimierung durch andauernde Automatisierung oder Steuerung. Wie bereits unterstrichen, muss jeder Verbraucher aktiv angesteuert werden, wenn dauerhafte Verbesserungen erreicht werden sollen. Um die höchste Energieeffizienz zu erzielen, ist eine andauernde Steuerung kritisch.
- Die richtige Energie zum richtigen Zeitpunkt erzeugt und verbraucht (siehe Punkt c)).
- h) Durch Überwachung, Wartung und Verbesserung der elektrischen Anlage. Wenn Ziele für einen langen Zeitraum festgelegt werden, sorgen Energieeffizienz-Programme für eine permanente Verbesserung.

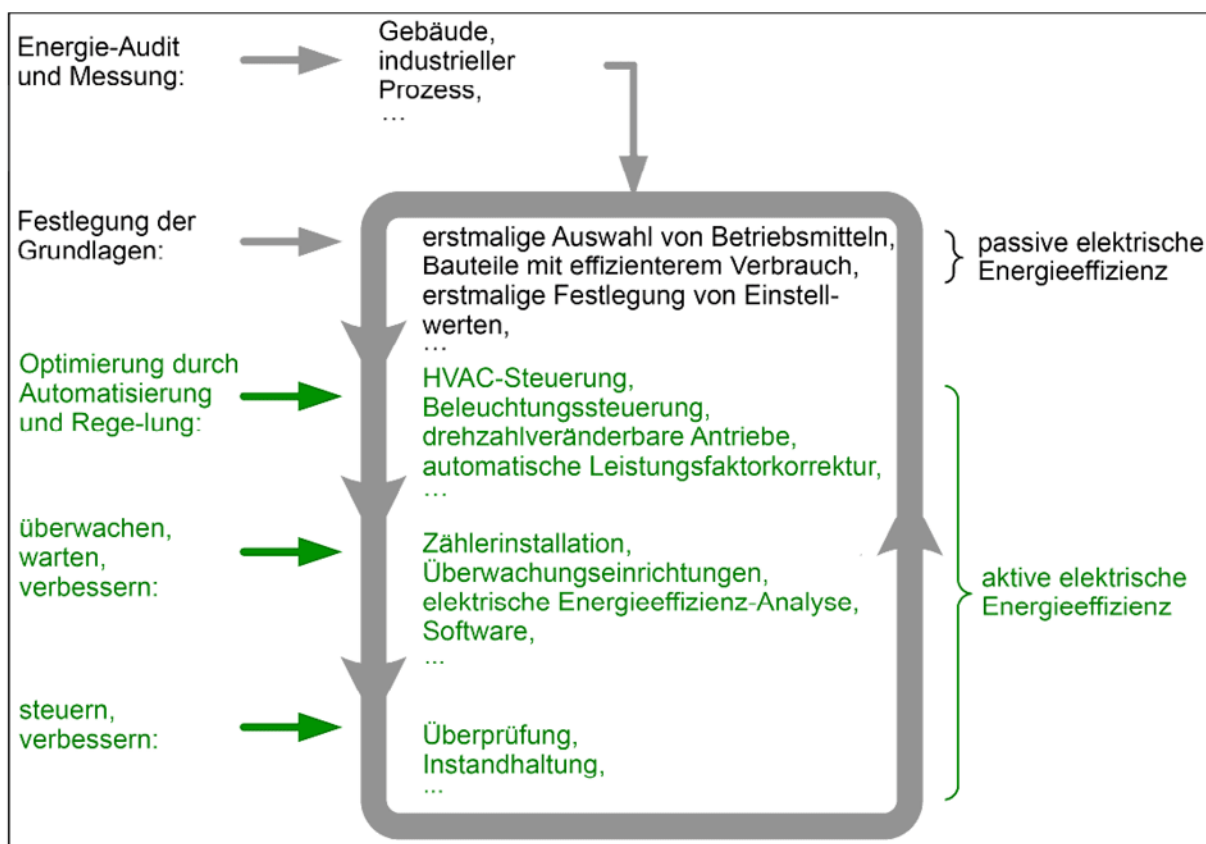


Bild 4 – Iterativer Prozess eines Energieeffizienz-Managements

**Tabelle 3 – Vorgehensweise für ein elektrisches Energieeffizienz-Management und Verantwortlichkeiten**

| Aktion                                       | Details                                                                                                                      | Im Allgemeinen ausgeführt durch                    |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Energie-Audit und Messung                    |                                                                                                                              | Auditor oder Energie-Manager                       |
| Festlegung der Grundlagen                    | erstmalige Auswahl von Betriebsmitteln, Bauteile mit effizienterem Verbrauch, erstmalige Festlegung von Einstellwerten, usw. | Errichter                                          |
| Optimierung                                  | HVAC-Steuerung<br>Beleuchtungssteuerung<br>drehzahlveränderbare Antriebe<br>automatische Leistungsfaktorkorrektur, usw.      | Errichter/Betreiber oder Anwender, Energie-Manager |
| Überwachen, Erhaltung der Leistungsfähigkeit | Zählerinstallation<br>Überwachungseinrichtungen<br>elektrische Energieeffizienz-Analyse, Software, usw.                      | Energie-Manager/Betreiber oder Anwender            |
| Steuern, verbessern                          | Überprüfung, Instandhaltung, usw.                                                                                            | Energie-Manager/Betreiber oder Anwender            |

## 9.2 Anlagen-Lebensdauer-Methodik

Der Ansatz zur elektrischen Energieeffizienz entspricht einem permanenten Zyklus, der für die gesamte Lebensdauer der elektrischen Anlage durchgeführt werden muss. Nachdem die Messungen durchgeführt wurden (einmalig, gelegentlich oder dauerhaft), müssen die erkannten Maßnahmen umgesetzt und anschließend in regelmäßigen Abständen überprüft und gewartet werden. Die Messungen von Kenngrößen sollten wiederholt werden, gefolgt von neuen Maßnahmen und neuen Wartungen.

ANMERKUNG 1 In vorhandenen Anlagen werden auf Grund nicht angepasster Architektur der Anlage Messungen je Zone oder je Anwendung üblicherweise nur gelegentlich durchgeführt.

ANMERKUNG 2 Prüfungen entsprechen hier nicht den Forderungen von Teil 6, sondern werden als dauerhafte Überwachungen bezüglich Energieeffizienz verstanden.

ANMERKUNG 3 Wartung bezieht sich auf die Anwendung von Überwachung, um Möglichkeiten zur Verbesserung zu identifizieren.

In vorhandenen Anlagen sollten Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs betrachtet werden. Dies erfordert eine genaue Kenntnis des Energieverbrauchs je Anwendung oder je Bereich. Die Analyse des Energieverbrauchs ist der erste Schritt zu Verbrauchsminderung in vorhandenen Anlagen. Ein immer wiederkehrender Prozess sollte für jede vorhandene Anlage eingeführt werden.

ANMERKUNG 4 Grundsätzliches Erkennen, wo und wie Energie verwendet wird, kann erfahrungsgemäß ohne jeden Kapitalaufwand bis zu 10 % Ersparnis einbringen, und zwar nur durch Nutzen von Änderungen im Verfahren und Verhalten. Dies wird typischerweise durch Einbindung von Messeinrichtungen in das Energiemanagementsystem erreicht, das alle Schlüsselparmeter zusammenfasst.

## 9.3 Lebensdauer der Energieeffizienz

### 9.3.1 Allgemeines

Die Lebensdauer bezieht sich darauf, wie die Energieeffizienz einer Anlage verbessert und/oder über diesen Zeitraum beibehalten werden kann.

### 9.3.2 Programm zur Erhaltung der Leistungsfähigkeit

Wenn Anwender einer Anlage eine Energieeffizienz-Bewertung fordern, sollten sie aufgefordert werden, einem Leistungsumfang für Energieeffizienz zuzustimmen, der Folgendes einschließen sollte:

- Anfangs- und Wiederholungsprüfung der Anlage;
- angemessene Genauigkeit der Messeinrichtungen;
- Einführen eines Energieeffizienz-Aktionsplans zur Verbesserung der Effizienz der Anlage;
- periodischer integrierter Zeitraum der Anlage.

ANMERKUNG ISO 50001 enthält die Beispiele für Energiemanagementsysteme.

### 9.3.3 Prüfung

Der generelle Sinn von aktivem oder passivem elektrischem Energieeffizienz-Management ist die Optimierung des Gesamtenergieverbrauchs. Deshalb ist es notwendig, die Wirksamkeit des Energieeffizienz-Aktionsplans für die elektrische Anlage über die gesamte Lebensdauer zu bestimmen. Dies kann durch dauernde Überwachung und regelmäßige Kontrolle erreicht werden. Siehe 8.3.

Wenn elektrische Messungen zu Prüfzwecken mit nicht fest installierten Messeinrichtungen durchgeführt werden, müssen diese Einrichtungen mit IEC 61557-12 oder einer gleichwertigen Norm übereinstimmen.

## 9.4 Datenmanagement

Die Daten, der damit verbundene integrierte Zeitraum und die Archivierung müssen unter Berücksichtigung der Bedürfnisse gewählt werden.

Die gesammelten und archivierten Daten müssen sich auf ein und denselben integrierten Zeitraum beziehen, damit die Vergleichbarkeit gewährleistet ist.

Die Daten müssen zur Überprüfung der Wirksamkeit der Energieeffizienz-Maßnahmen gespeichert werden.

## 9.5 Wartung

Zusätzlich zum sicheren Betrieb, wie in verschiedenen Zeilen der Reihe IEC 60364 beschrieben, ist eine Wartung erforderlich, um die Anlage in einem angemessenen Zustand zu erhalten. Diese Art von Wartung muss auf Basis von wirtschaftlichen und energieeffizienten Gesichtspunkten überprüft werden.

## 10 Kenndaten zur Einführung von Effizienz-Maßnahmen

### 10.1 Allgemeines

Abschnitt 10 beschreibt Anforderungen zur Analyse von Maßnahmen, die der Planer einer elektrischen Anlage oder die Gebäudeverwaltung nutzen muss, um aktive oder passive Effizienz-Maßnahmen zu bestimmen und einen Energieeffizienz-Leistungsgrad zu erreichen. Diese Maßnahmen und Leistungsanforderungen werden benötigt, um das Anlagenprofil und die Effizienzklasse der elektrischen Anlage wie folgt zu ermitteln:

- a) Effizienz der Betriebsmittel/Verbrauchsmittel;
- b) Effizienz der Energieverteilung;
- c) Errichten von Überwachungssystemen;
- d) Einrichtung einer lokalen Stromversorgung.

Die Effizienz elektrischer Verbrauchsmittel basiert auf der Spezifikation und dem Einsatz dieser Betriebsmittel.

## 10.2 Effizienz-Maßnahmen

### 10.2.1 Betriebsmittel/Verbrauchsmittel

#### 10.2.1.1 Motoren und Steuerungen

Die Auswahl von Motor und Motorsteuerung in Abhängigkeit von der Anwendung hat Einfluss auf die Energieeffizienz des Systems.

Um eine höhere Energieeffizienz zu erreichen, muss die Anwendung von Motorstartern oder anderen Motorsteuereinrichtungen wie z. B. regelbare Antriebe, betrachtet werden, insbesondere für das Energiemanagement von energieintensiven Anwendungen (z. B. Steuerung der Durchflussmenge von Lüftern, Pumpen, Kompressoren).

Die Wahl eines Motors mit einer höheren Energieeffizienz-Klasse nach IEC 60034-30-1 ermöglicht beträchtliche Energieeinsparungen.

ANMERKUNG IEC 61800-9-1 und IEC 61800-9-2 enthalten Anleitungen zur Optimierung der Energieeffizienz.

Beispiele der zu betrachtenden Aspekte sind:

- Reduzierung des Energieverbrauchs;
- Optimierung der Nennleistung;
- Reduzierung des Anlaufstromes;
- Reduzierung vom Lärm und Vibration, wodurch mechanische Zerstörungen und Fehler in Klimaanlage und Heizungssystemen vermieden werden;
- Verbesserung der Steuerung und höhere Genauigkeit für die Erreichung des geforderten Durchsatzes und Druckes.

ANMERKUNG In der Industrie werden 60 % der Energie verbraucht, um Motoren anzutreiben, und 63 % davon werden für Anwendungen wie Pumpen oder Lüfter eingesetzt.

#### 10.2.1.2 Beleuchtung

Abhängig von den Lampen und Leuchten und deren Einsatz kann die Beleuchtung einen erheblichen Teil des Energieverbrauchs in einer elektrischen Anlage verursachen. Steuerung der Beleuchtung ist einer der einfachsten Wege, um die Energieeffizienz zu verbessern. Deshalb sollten Beleuchtungssteuerungen sorgfältig betrachtet werden. Die Art der Lampe, Vorschaltgeräte und Schalt- und Steuerungsanlagen sollten bei Verwendung von Beleuchtungssteuerungen betrachtet werden.

Lösungen für Beleuchtungssteuerungen können die Energieeffizienz um mehr als 50 % verbessern. Diese Systeme sollten flexibel und für den Komfort des Anwenders konzipiert werden. Die Lösungsmöglichkeiten können variieren von sehr klein und lokal, mit Zeitsteuerung oder Bewegungsmelder, bis hin zu anspruchsvollen, kundenspezifischen und zentral gesteuerten Lösungen, die Teil eines vollständigen Gebäudeautomatisierungssystems sind.

Um die Beleuchtung nur dann und dort in Betrieb zu haben, wenn sie benötigt wird, kann eine permanente Beleuchtungsüberwachung eingeführt werden, z. B. unter Verwendung von:

- Bewegungsmeldern;
- Dimmern;
- Tastern mit Zeitfunktion;
- Zeitschaltuhren;
- Dämmerungsschaltern;
- kontinuierlichen Helligkeitssteuerungen.

### 10.2.1.3 Heizung, Lüftung und Klimaanlage (en: heating, ventilation and air conditioning; HVAC)

Es sollte Folgendes berücksichtigt werden:

- die Auswahl von HVAC-Geräten in Abhängigkeit von der Anlagenstruktur und ihrer Verwendung;
- geeignete Steuerungen zur Optimierung der Umgebungsbedingungen (z. B. Temperatur, Luftfeuchte, usw.) in Abhängigkeit von der Nutzung und Belegung der einzelnen Räume.

ANMERKUNG Ein Beispiel ist eine Heizungsanlage, die von einer Zeitsteuerung überwacht wird, die die Temperatur entsprechend der zu erwarteten Belegung steuert.

## 10.2.2 Energieverteilungssystem

### 10.2.2.1 Allgemeines

Die Effizienz einer elektrischen Verteilung beruht auf folgenden Grundsätzen:

- Eigeneffizienz der elektrischen Betriebsmittel, wie z. B. Transformatoren oder Drosseln und Kabelanlagen;
- Struktur der elektrischen Verteilung auf allen Spannungsebenen, z. B. Anordnung des zentralen Transformators und Leitungslängen.

### 10.2.2.2 Transformatoren und Drosseln

Wenn ein oder mehrere Transformatoren eingesetzt werden, um eine elektrische Anlage zu versorgen, sollte besondere Sorgfalt auf die Auswahl des Transformators bezüglich des Typs und dessen Energieeffizienz gerichtet werden.

ANMERKUNG Dieser Abschnitt gilt nicht für Transformatoren des öffentlichen Netzes.

Die Effizienz von Transformatoren ist lastabhängig. Vollast- und Leerlaufverluste müssen nach 6.4 optimiert werden, unter Berücksichtigung des täglichen, wöchentlichen und jährlichen Lastprofils, soweit bekannt oder abgeschätzt.

Niederspannung-/Niederspannung-Transformatoren erzeugen auch Energieverluste und werden häufig mit reduzierter Last betrieben. Diese Verluste müssen abgeschätzt werden.

Wie in 10.2.3.4 beschrieben, ist ein Spannungsbereich nahe dem Nominalwert ( $U_n$ ) oder geringfügig oberhalb vorzuziehen. Der Transformator muss über Möglichkeiten für eine Spannungsanpassung verfügen, um den Betrieb von Verbrauchsmitteln bei Nennspannung zu ermöglichen.

### 10.2.2.3 Kabel-/Leitungssysteme

Die Leitungsquerschnitte und die Gesamtarchitektur dürfen optimiert werden, um die Verluste zu reduzieren.

Um die Gesamtarchitektur durch Anordnung der Stromquellen an geeigneter Stelle zu optimieren und eine optimierte Leitungsführung zu erreichen, muss 6.3 angewendet werden.

Um Leitungsverluste, im Vergleich zu den Mindestanforderungen in IEC 60364-5-52, durch höhere Querschnitte in der Kabelanlage zu reduzieren und/oder um Blind- und Oberschwingungsströme zu vermindern, muss 6.5 angewendet werden.

Um die Anzahl und Anordnung der Stromkreise zu optimieren, muss 7.4 angewendet werden.

Der Einfluss thermischer Verluste, des Verbrauchs im Leerlauf und des Verbrauchs der in Serie mit der Kabelanlage installierten Betriebsmittel unter Last, z. B. Schaltanlagen und Steuereinrichtungen, Leistungsüberwachung und Relais, ist betreffend der verbrauchten und übertragenen Energie vernachlässigbar (typischerweise weniger als 1/1 000 der Energieaufnahme der Verbraucher).