

# Elektrische Energieeffizienz

Deutsche Normungs-Roadmap  
Version 2

Bildnachweis Titelseite: animaflora/adobe

Herausgeber

VDE VERBAND DER ELEKTROTECHNIK  
ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK e. V.

als Träger der

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik  
Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE  
E-Mail: [dke@vde.com](mailto:dke@vde.com)  
Internet: [www.dke.de](http://www.dke.de)

Stresemannallee 15  
60596 Frankfurt  
Telefon: +49 69 6308-0  
Telefax: +49 69 6308-9863

Stand: 16. März 2018

	Inhaltsverzeichnis .....	3
	VORWORT .....	8
1	<b>EINLEITUNG</b> .....	9
2	<b>NORMUNG UND STANDARDISIERUNG</b> .....	11
2.1	Normung .....	11
2.2	Standardisierung .....	12
2.3	Struktur der Normungs- und Standardisierungslandschaft .....	13
2.4	DIN, CEN und ISO .....	14
2.5	DKE, CENELEC und IEC .....	15
2.6	Normungs-Roadmaps .....	15
2.7	Koordination der Energieeffizienz in der internationalen Normung .....	17
3	<b>EINFÜHRUNG IN DAS THEMA ENERGIEEFFIZIENZ</b> .....	22
3.1	Geschichte der Energieeffizienz .....	29
3.2	Effizienz vs. Wirkungsgrad .....	30
3.3	Normung leistet einen wichtigen Beitrag zur Energieeinsparung .....	33
3.4	Was bedeutet eigentlich Primärenergie? .....	34
3.5	Einsparpotentiale durch verbesserte Energieeffizienz .....	36
3.6	Der Rebound-Effekt .....	38

4	UMFELD UND RAHMENBEDINGUNGEN	40
4.1	Rechtliche Grundlagen unseres Energieversorgungssystems	40
4.2	EU-Energieeffizienz-Richtlinie	40
4.3	Ökodesign-Richtlinie	41
4.4	Energieverbrauchskennzeichnung (Energie label)	43
4.5	Das neue Energie label „ErP“	45
4.6	EU-ENERGY-STAR-Programm	46
4.7	Das europäische Ökolabel	46
4.8	Gesetz der Energiedienstleistungen und -effizienzmaßnahmen (EDL-G)	46
4.9	Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG)	46
4.10	Energieeinspargesetz (EnEG)	47
4.11	Energieeinsparverordnung (EnEV)	47
4.12	Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden 2010/31/EU	48
4.13	Energiewende	48
4.14	Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE)	49
4.15	Energieeffizienz-Marktbericht 2015	49
4.16	Energieeffizienz-Marktaussichten	52
4.17	Disruptive Technologien – Technologiesprünge	53
4.18	Nutzerverhalten und Energieeffizienz	53
4.19	Verbraucherrelevante Prüfungen	54

4.20	Messunsicherheiten, Wiederholpräzision und Vergleichspräzision . . . . .	.55
4.21	Produkt vs. System . . . . .	.56
5	<b>ENERGIEVERBRAUCHER.</b> . . . .	.59
5.1	Haushalt . . . . .	.59
5.1.1	Haushaltgeräte . . . . .	.60
5.1.2	Smarte Hausgeräte – Vernetzt und energiesparend in die Zukunft . . . . .	.65
5.1.3	Smart Home + Building . . . . .	.66
5.1.4	Smart Metering . . . . .	.68
5.1.5	Regenerativ Heizen – mit Strom . . . . .	.69
5.1.6	Energieeffizienz von Netzwerkgeräten . . . . .	.70
5.2	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen . . . . .	.70
5.2.1	Green IT . . . . .	.70
5.2.2	Energieeinsparungen durch Einhausungen in Rechenzentren . . . . .	.72
5.2.3	Lastprofile der typischen Abnahmearten im Stromnetz . . . . .	.73
5.3	Industrie und Unternehmen . . . . .	.75
5.3.1	Werkzeugmaschinen . . . . .	.76
5.3.2	Energieeffizienz für Elektromotoren, Antriebe und Antriebssysteme . . . . .	.78
5.4	Verkehr und Transport . . . . .	.81
5.4.1	Elektromobilität . . . . .	.82
5.4.2	Energieoptimaler Bahnverkehr . . . . .	.85
5.5	Auswirkungen und Potentiale von Produktvernetzung . . . . .	.88
5.5.1	Wachstumsargumente . . . . .	.89
5.5.2	Risiken und Herausforderungen . . . . .	.90
5.6	Zusammenfassung/Empfehlungen . . . . .	.92
6	<b>ENERGIEÜBERTRAGUNG UND VERTEILUNG</b> . . . . .	.95
6.1	Einführung . . . . .	.95
6.1.1	Struktur der Energieversorgung in Deutschland . . . . .	.95
6.1.2	Liberalisierung des Energiemarktes innerhalb der EU . . . . .	.95

6.2	Anforderungen an Übertragungs- und Verteilnetze . . . . .	98
6.3	Anforderungen an Verbrauchernetze . . . . .	99
6.3.1	Einführung . . . . .	99
6.3.2	Effizienzbetrachtungen innerhalb der Verbraucher . . . . .	101
6.3.3	Energieeinkauf . . . . .	103
6.4	Lastprofile . . . . .	105
6.5	Planung elektrischer Energieverteilung bei Verbrauchern . . . . .	106
6.5.1	Einführung in die zu berücksichtigen Vorgaben . . . . .	106
6.5.2	Synthetische Lastprofile für die Planung von Anlagen . . . . .	107
6.6	Transparenz . . . . .	108
6.6.1	Hintergrund . . . . .	108
6.6.2	Messkonzept . . . . .	109
6.6.3	Messtechnik . . . . .	110
6.6.3.1	Messgrößen . . . . .	110
6.6.3.2	Genauigkeitsklassen . . . . .	112
6.6.3.3	Umgang mit alten Zählern . . . . .	112
6.6.3.4	Zuverlässigkeit der Daten . . . . .	112
6.6.3.5	Andere energierelevante Medien . . . . .	112
6.6.3.6	Anbindung/Datenaustausch . . . . .	112
6.6.4	Energiedaten-Managementsystem . . . . .	113
6.6.5	Energie-Managementsystem . . . . .	114
6.7	Neue Netzkonzepte . . . . .	115
6.8	Zusammenfassung/Empfehlungen . . . . .	117
7	<b>ENERGIEERZEUGUNG UND SPEICHERUNG . . . . .</b>	<b>119</b>
7.1	Erneuerbare Energiequellen . . . . .	122
7.2	Konventionelle Energien . . . . .	123
7.3	Eigenversorgung und Energiespeichersysteme . . . . .	125

8	ENERGIEBESCHAFFUNG UND BEREITSTELLUNG.....	128
9	ANHÄNGE .....	131
	Anhang 1 Normen, Standards und Gremien .....	131
	Anhang 1.1 Normen, Standards und Gremien „Energieeffizienz“ .....	131
	Anhang 1.2 Normen, Standards und Gremien „Energieverbraucher“ .....	132
	Anhang 1.3 Normen, Standards und Gremien „Energieübertragung und Verteilung“ .....	153
	Anhang 1.4 Normen, Standards und Gremien „Energieerzeugung und Speicherung“ .....	159
	Anhang 2 Produktgruppen und Verordnungen zur Ökodesign-Richtlinie .....	164
	Anhang 3 Produktgruppen und Verordnungen zur Energielabel-Richtlinie .....	166
	Anhang 4 Praxisbeispiele für Elektrische Energieeffizienz .....	167
	Der EUREF-Campus in Berlin .....	167
	Kasseler Bäckerei .....	168
	Modehaus senkt Beleuchtungskosten um bis zu 45 % .....	168
	Photovoltaik-Pylon deckt kompletten Strombedarf des Porschezentrums in Berlin .....	169
	ETA-Fabrik in Darmstadt .....	169
	Europas erster CO <sub>2</sub> -freier Bahnhof steht in Kerpen-Horrem .....	169
	Kommunen für Elektromobilität .....	169
	Wäschetrockner mit Wärmepumpe .....	170
	Bis zu 75 % Energie im Schaltschrank einsparen .....	170
	Hybridfähre: Abgasfrei, leise und energieeffizient .....	170
	Betonkugeln im Bodensee sollen Windstrom speichern .....	170
	Größtes Energie-Forschungsprogramm mit Echt Daten in Europa .....	171
	Intelligente Gasreinigung .....	171
	Henne-Haus-Projekt .....	172
	Energiespeichersysteme rücken in den Fokus .....	173
	Quellennachweise .....	175

## Vorwort



Bei der Erarbeitung der Normungs-Roadmap wurden neue Wege beschritten. Erstmals wurde eine Normungs-Roadmap im Internet in Form eines Blogs ([https://team-sp2013.vde.com/TBINK.EEE\\_AK\\_NR/blog](https://team-sp2013.vde.com/TBINK.EEE_AK_NR/blog)) erarbeitet. Dadurch war die Roadmap schon im frühen Stadium im Internet sichtbar und die Öffentlichkeit konnte aktiv in Kommunikation und Beratung einbezogen werden. Außerdem wurden verschiedene Social-Media-Kanäle (XING, LinkedIn, Twitter) genutzt, um auch Personengruppen anzusprechen, die sich bislang noch nicht in der elektrotechnischen Normung engagieren.

Im Anhang werden zu jedem Kapitel die entsprechenden Normen und Gremien der Teilgebiete zusammengefasst.

## 1 Einleitung

Die Bundesregierung ist von ihrem Ziel abgekommen, bis 2020 eine Reduktion von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) um 20 % zu erreichen. Das Ziel war ambitioniert. Möglicherweise zu ambitioniert. Dennoch, es ist ohnehin nur ein Zwischenziel, auf dem Weg die in Paris gesetzten Klimaschutzziele zu erreichen. Und Energieeffizienz ist hier für eines der wichtigsten Werkzeuge.

Die Elektrotechnische Normung ist hier seit Jahren gut aufgestellt. Durch gesteigerte Energieeffizienz konnten merkliche Energieeinsparungen erreicht werden.

Gesteigerte Produktivität, Schaffung von Arbeitsplätzen, eine verringerte Luftverschmutzung, verbesserte Gesundheitsbedingungen, erhöhter Komfort in unserem täglichen Leben, Reduzierung von Treibhausgasen und Wirtschaftlichkeit sind nur einige der vielen Vorteile von Energieeffizienz.

Ziele der Roadmap sind zum einen eine Bestandsaufnahme der Normung im Bereich der elektrischen Energieeffizienz – einschließlich Umfeld und Rahmenbedingungen – und zum anderen Entwicklungen und Chancen für eine weitere Steigerung der Energieeffizienz und deren Normung aufzuzeigen.

Die Roadmap zeigt, dass weiterhin ein beträchtliches Potenzial zur Einsparung von Energie vorhanden ist. Es reicht nicht mehr nur aus, bestehende Normen weiter zu entwickeln. Systemische Ansätze helfen das komplette Potenzial zu erschließen.

Auch lassen aktuelle und zukünftig erwartete technologische und andere Entwicklungen Raum für weitere Energieeffizienzsteigerungen – sowohl in der Elektrotechnik als auch durch die Elektrotechnik.

### Herausforderungen für die Normung der elektrischen Energieeffizienz

Alle technischen Fortschritte haben in einer zukünftig smarten und sektorübergreifenden Energiewirtschaft angesichts der langfristig angestrebten Dekarbonisierung die Maxime zu erfüllen, energieeffizient zu sein.

Energiewende, regenerative Energien, Smart Home und Smart Grid verändern die Welt der Energieerzeugung, -verteilung und -nutzung – und ermöglichen Chancen, Energie effizienter zu nutzen. Herausforderungen für die Normung der elektrischen Energieeffizienz ergeben sich beispielsweise in folgenden Gebieten:

- **Energiewende**

Die Marktanteile der erneuerbaren Energien steigen stetig. Die Energieversorgung wird dezentraler und Energie fließt nicht mehr nur in eine Richtung. Die Stromverfügbarkeit wird stärker abhängig davon, ob die Sonne scheint oder der Wind weht.

- **Sektorkopplung**

In den Bereichen Verkehr und Energie werden zunehmend – wenn auch noch zögernd – Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen und Elektrodenkessel eingesetzt und somit fossile Brennstoffe durch elektrische Energie substituiert.

- **Digitalisierung**

(smart grid, smart home, smart metering, „Internet of Things“ usw.)

Die entstehende „smarte Welt“ ermöglicht neue Wege, den Energieverbrauch zu senken und hinsichtlich diverser Aspekte zu optimieren. Smarte vernetzte Geräte nutzen ihre Sensorik, um optimal und energieeffizient ihre Aufgabe zu erfüllen. Aber: auch „Smartness“ benötigt Energie.

- **Systemischer Ansatz**

Neben einer hohen Effizienz der einzelnen Geräte ist ein systematischer Ansatz zur Optimierung der Energieeffizienz gefragt. Wünschenswert ist die Entwicklung von Normen, die elektrischen Energieeffizienz gesamtheitlich betrachten, z.B. bei netzgekoppelten Photovoltaik-Systemen mit Wechselrichter, Batteriespeicher, Wärmepumpe, Emobility-Ladestation und weiterem.

## 2 Normung und Standardisierung

In erster Linie schaffen Normen und Standards eine sichere Grundlage für die technische Beschaffung. Sie stellen nicht nur die Interoperabilität im Anwendungsfall sicher, sondern schützen auch Umwelt, Anlagen und Verbraucher. Sie bilden eine zukunftssichere Grundlage für die Produktentwicklung und unterstützen die Kommunikation zwischen allen Beteiligten durch einheitliche Begriffe und Konzepte. Sie legen Rahmenbedingungen fest und bieten somit ein gewisses Maß an Investitionssicherheit. Der Entwicklungsprozess von Normen und Standards findet auf unterschiedlichen Ebenen (national, europäisch, international) in verschiedenen Organisationen statt. Sogenannte „interessierte Kreise“ (Unternehmen, Handel, Hochschulen, Verbraucher, Handwerk, Prüfinstitute, Behörden, Versicherer usw.) senden ihre Experten in Arbeitsgruppen einer Normungsinstitution, wo die Normungsarbeit organisiert und durchgeführt wird.

Normung und Standardisierung sollte dabei so „offen“ erfolgen, dass ausreichend Raum für die Entwicklung von innovativen und im Wettbewerb differenzierbaren Systemen bleibt. Eine zu enge Spezifizierung könnte zukünftige Innovationen verhindern. Auch für eine schnelle Umsetzung in die Praxis ist die zeitnahe Stabilisierung der Konzepte durch einen konsensbasierten, forschungsbegleitenden Standardisierungs- und Normungsprozess unerlässlich. Ziel sollte somit sein, alle für die einheitliche technische Funktion und Anwendbarkeit wesentlichen Festlegungen in nationalen und internationalen Normen zu verankern.

### 2.1 Normung

Als Normungen werden die planmäßigen Vorgänge und Tätigkeiten zum Schaffen und Inkraftsetzen von Regelungen bezeichnet, mit denen Produkte und Dienstleistungen vereinheitlicht werden.

Normung hat zum Ziel, innerhalb des nationalen wie internationalen Interessentenkreises durch Vereinheitlichung und Standardisierung technische Anwendungshemmnisse zu vermeiden und den Austausch von Waren und Dienstleistungen zu fördern. Weitere Folgen der Normung sind Rationalisierung, Kompatibilität, Gebrauchstauglichkeit und Sicherheit bei der Verwendung von Produkten und Dienstleistungen. Normung kommt vor allem zur Anwendung, wenn gleichartige oder ähnliche Gegenstände in vielen unterschiedlichen Zusammenhängen an verschiedenen Orten von verschiedenen Personenkreisen gebraucht werden. Somit versteht sich Normung als die planmäßige Gemeinschaftsarbeit der interessierten Kreise zur Vereinheitlichung von materiellen und immateriellen Gegenständen. Das wohl bekannteste Beispiel für erfolgreiche Normung ist das vereinheitlichte Papierformat DIN A4. Normen halten den Stand der Technik in öffentlich zugänglichen Dokumenten fest und sorgen somit durch diskriminierungsfreien Zugang zu Wissen und Information für:

- Marktbildung bei innovativen Lösungen,
- Marktöffnung,
- Wissenstransfer,
- Verbreitung von Best Practices,
- Interoperabilität,
- Reputationstransfer auf den Anwender,
- Vertrauen in Dienste und Produkte, die normgerecht erstellt wurden.

Nach den Grundsätzen der Normungsarbeit darf Normung zu keinem individuellen Sondervorteil führen. Ihre Aufgabe ist es, einen gesamtgesellschaftlichen Nutzen zu erzielen, was den Hauptunterschied zur Konsortialstandardisierung darstellt. Die elektrotechnische Normung findet in Deutschland in den Gremien der Deutschen Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (DKE) statt, die die Erarbeitung nationaler Normen sowie die Vertretung Deutschlands in den europäischen und internationalen Normungsorganisationen übernimmt.

In einer vernetzten Welt nutzt die sichere Infrastruktur eines Teilnehmers auch den anderen Teilnehmern, weil sie das allgemeine Sicherheitsniveau des Gesamtnetzwerks zu Gunsten aller Beteiligten erhöht. Die gemeinschaftliche Aufgabe der Normung besteht darin, diesen positiven Netzwerkeffekt gezielt zu fördern und somit die Vulnerabilität der interagierenden Infrastrukturen zu minimieren.

## 2.2 Standardisierung

Im eigentlichen Wortsinn bedeutet Standardisierung die Vereinheitlichung von Waren, Dienstleistungen und Verfahren nach einem bestimmten Muster in Bezug auf Maße, Typen, oder auch Verfahrensweisen. Zum Ziel hat Standardisierung die Schaffung gemeinsamer Parameter, beispielsweise bei Werkzeugen, Produktions- oder Softwarekomponenten. Standardisierung ist somit eine technische Regelsetzung ohne zwingenden Einbezug aller interessierten Kreise und ohne die verpflichtende Beteiligung der Öffentlichkeit.

Der Erarbeitungsprozess von Spezifikationen beziehungsweise Parametern wird in der Deutschen Normungsstrategie zur Unterscheidung von der vollkonsensbasierten Normung als Standardisierung bezeichnet. Bei der DKE ist die Standardisierung ein Mittel, um den Wissens- und Technologietransfer zwischen den beteiligten Kreisen effizient und effektiv zu gestalten, wodurch der Fortschritt der Entwicklungen gefördert wird. Hierzu müssen ausgehend von Forschung und Entwicklung in innovativen Technologiegebieten, neue Trends für den Standardisierungsbedarf erkannt und aufgegriffen werden. Anschließend werden Spezifikationen (Leitfäden, DIN-Specs und VDE-Anwendungsregeln) erarbeitet, die sich später, unter Einbeziehung aller interessierten Kreise und der Öffentlichkeit, konsensbasiert in Normen überführen lassen. Eine Spezifikation enthält das Ergebnis einer Standardisierungsarbeit und spiegelt dadurch den Stand der Technik wider. Sofern ein öffentliches Einspruchsverfahren durchgeführt wurde, kann sie den Status „allgemein anerkannter Stand der Technik“ erlangen.

In Tabelle 1 sind die Unterschiede zwischen Spezifikation und Normung dargestellt.

Tabelle 1 – Eigenschaften von Normen und Spezifikationen im Vergleich

GRUNDSATZ	NORM	SPEZIFIKATION
1. <b>Freiwilligkeit</b>	X	X
2. <b>Öffentlichkeit</b>	X	
3. <b>Jedermann</b>	X	(X)
4. <b>Einheitlichkeit und Widerspruchsfreiheit</b>	X	X

GRUNDSATZ	NORM	SPEZIFIKATION
5. Sachbezogenheit	X	X
6. Konsens	X	(X)
7. Ausrichtung am Stand der Technik	X	X
8. Ausrichtung an den wirtschaftlichen Gegebenheiten	X	X
9. Ausrichtung am allgemeinen Nutzen	X	X
10. Internationalität	X	
X Anwendung (X) eingeschränkte Anwendung		

Der Begriff „de-jure-Standard“ kommt aus dem englischen Sprachgebrauch und deckt sich mit dem deutschen Begriff „Norm“. Im Gegensatz dazu ist ein „de-facto-Standard“ ein Ergebnis, das nicht durch wenigstens ein nationales Normungsverfahren erarbeitet wurde. Insoweit gibt es für den deutschen Terminus „Norm“ mit dem englischen Begriff „standard“ keine kompakte Übersetzung in vergleichbarer Eingrenzung.

Für „de-facto-Standard“ wird der Begriff „Industriestandard“, für seine Entstehung der Begriff „Standardisierung“ verwendet. Insoweit sind auch sämtliche Standards von industriellen Interessengruppen „de-facto-Standards“, wie beispielsweise die Bluetooth-Protokolle der Bluetooth-SIG oder das IrDa-Protokoll der Infrared Data Association.

## 2.3 Struktur der Normungs- und Standardisierungslandschaft

Im Sinne der vollkonsensbasierten Normung sind die Stränge Internationale Organisation für Normung (ISO), Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und Internationale Fernmeldeunion (ITU) die maßgeblichen Normungsorganisationen auf internationaler Ebene. Die zugehörigen auf europäischer und nationaler Ebene verantwortlichen Normungsorganisationen sind das Europäische Komitee für Normung (CEN) und das Deutsche Institut für Normung (DIN) sowie das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC), das Europäische Institut für Telekommunikationsnormen (ETSI) und die Deutsche Kommission Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik in DIN und VDE (DKE) (siehe Abbildung 1).

Mitglieder in ISO, IEC, CEN und CENELEC sind die jeweils nationalen Normungsorganisationen.



Abbildung 1 – Übersicht der Normungsorganisationen

## 2.4 DIN, CEN und ISO

Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN) bietet allen Interessierten eine gemeinsame Plattform zur Erarbeitung von Normen und Spezifikationen als Dienstleistung für Wirtschaft, Staat und Gesellschaft. DIN ist eine privatwirtschaftliche Organisation mit dem rechtlichen Status eines gemeinnützigen Vereins. Die Mitglieder von DIN sind Unternehmen, Verbände, Behörden und andere Institutionen aus Industrie, Handel, Handwerk und Wissenschaft.

Die Hauptaufgabe von DIN besteht darin, gemeinsam mit den Vertretern der interessierten Kreise, konsensbasierte Normen markt- und zeitgerecht zu erarbeiten. Aufgrund eines Vertrages mit der Bundesrepublik Deutschland ist DIN als nationale Normungsorganisation unter den europäischen und internationalen Normungsorganisationen anerkannt.

Heute ist die Normungsarbeit von DIN zu fast 90 % europäisch und international ausgerichtet. Die Mitarbeiter von DIN organisieren den gesamten Prozess der nichtelektrotechnischen Normung auf nationaler Ebene und stellen somit die deutsche Beteiligung auf europäischer und internationaler Ebene über die entsprechenden nationalen Gremien sicher. DIN vertritt hierbei die Normungsinteressen Deutschlands als Mitglied bei CEN sowie als Mitglied in der ISO.

## 2.5 DKE, CENELEC und IEC

Die DKE nimmt die Interessen der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik auf dem Gebiet der nationalen und internationalen elektrotechnischen Normungsarbeit wahr und wird vom VDE getragen. Sie ist für die Normungsarbeiten zuständig, die in den entsprechenden nationalen und internationalen Organisationen (IEC, CENELEC und ETSI) behandelt werden. Sie vertritt somit die deutschen Interessen sowohl bei der CENELEC als auch in der IEC. Als eine moderne und gemeinnützige Dienstleistungsorganisation dient die DKE der sicheren und rationellen Erzeugung, Verteilung und Anwendung der Elektrizität und so dem Nutzen der Allgemeinheit.

Die Aufgabe der DKE ist es, Normen im Bereich der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik zu erarbeiten und zu veröffentlichen. Die Ergebnisse der elektrotechnischen Normungsarbeit der DKE werden in DIN-Normen niedergelegt, die als Deutsche Normen in das Deutsche Normenwerk des DIN und, wenn sie sicherheitstechnische Festlegungen enthalten, gleichzeitig als VDE-Bestimmungen in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen werden.

### Ziele der DKE:

- **Sicherheit**

Umfassende Sicherheit elektrotechnischer Produkte und Anlagen sowie der damit verbundenen Dienstleistungen und im Arbeitsschutz,

- **Kompatibilität**

Systemkompatibilität von Produkten und Anlagen in vernetzten Systemen und Anwendungen,

- **Marktorientierung**

Beschleunigte Marktdurchdringung neuer Technologien durch Unterstützung der Informationsprozesse mittels Normen und Standards,

- **Konsensbildung**

Zusammenführen des Wissens und der Interessen aller betroffenen Fachkreise sowie Konsensbildung auch in kontrovers diskutierten Sachfragen,

- **Interessenvertretung**

Vertretung der deutschen Interessen bei der Weiterentwicklung der europäischen und internationalen Normen zum Abbau von Handelshemmnissen und zur weltweiten Öffnung der Märkte,

- **Qualität**

Qualitativ hochwertige und aktuelle Regeln in einem konsistenten und breit akzeptierten Normenwerk mit markt- und bedarfsorientierter Ausrichtung,

- **Konformitätsbewertung**

Weltweite Anerkennung von Konformitätsbewertungsergebnissen.

## 2.6 Normungs-Roadmaps

Diese Roadmap überschneidet sich thematisch stellenweise mit anderen Roadmaps. Soweit diese Schnittstellen für Elektrische Energieeffizienz relevant sind, werden Themen daraus in dieser Roadmap angesprochen. Für weiterführende Informationen können die Roadmaps unter dem jeweiligen Link kostenfrei heruntergeladen werden (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2 – Bei der DKE erschienene Normungs-Roadmaps

TITEL	KURZBESCHREIBUNG	LINK
<p><b>Normungs-Roadmap E-Energy/Smart Grids Version 2.0</b></p>	<p>Die Normungsroadmap 2.0 etabliert eine neue Herangehensweise an die Normung an sich, die den vielfältigen Herausforderungen in komplexen Systemen im Allgemeinen Rechnung trägt. Mithilfe eines generischen Modells (Smart Grid Architecture Model – SGAM) werden dann die Umsetzungsmöglichkeiten untersucht. Dabei wird durch die Beschreibung der Dienste und die zunehmende Detaillierung in „Use Cases“ (Anwendungsfällen) auf Funktions-, Informations-, Kommunikations- und Komponentenebene die Voraussetzung für die Zusammenarbeit der unterschiedlichsten beteiligten Normungsgremien am gemeinsamen Ziel der Realisierung gewünschter Dienste und Funktionen geschaffen.</p>	<p><a href="https://www.dke.de/resource/blob/778302/83fc31be6daf6340b784c368a01ff0d9/normungsroadmap-e-energy-smart-grids--version-2-0-data.pdf">https://www.dke.de/resource/blob/778302/83fc31be6daf6340b784c368a01ff0d9/normungsroadmap-e-energy-smart-grids--version-2-0-data.pdf</a></p>
<p><b>Normungs-Roadmap Smart Home + Building Version 2.0</b></p>	<p>Deutschlands Haushalte und Smart-Home-Wirtschaft fit für die digitale Welt zu machen, ist das Ziel der Normungs-Roadmap „Smart Home + Building V2.0“. „Flexibilität des Systems, Interoperabilität über System- und Technologie-Grenzen hinweg sowie Informationssicherheit und Datenschutz sind die zentralen Anforderungen, die Smart-Home-Lösungen zukünftig erfüllen müssen, um in dem sich abzeichnenden Massenmarkt nachhaltig erfolgreich zu sein“, so das Credo der Normungs-Roadmap.</p>	<p><a href="https://www.dke.de/resource/blob/778214/6ec4d037024b61a63d14544d181c638a/deutsche-normungs-roadmap-smart-home--building-version-2-0-data.pdf">https://www.dke.de/resource/blob/778214/6ec4d037024b61a63d14544d181c638a/deutsche-normungs-roadmap-smart-home--building-version-2-0-data.pdf</a></p>

<p><b>Deutsche Normung-Roadmap Energiespeicher</b></p>	<p>Die Normungsroadmap behandelt alle Speichertechnologien, die im Kontext der Energiewende als relevant anzusehen sind. Dabei reicht die Bandbreite von thermischen Speichern, über elektrochemische bzw. Batterie-Speicher, chemische Speicher, wie z. B. Power to Gas bis hin zu mechanischen Speichern, wie z. B. Pumpspeicherwerken.</p>	<p><a href="https://www.dke.de/resource/blob/778154/c50a109e-0072c8f83897a6f95d91dbd7/deutsche-normungsroadmap-energiespeicher-version-1-0-data.pdf">https://www.dke.de/resource/blob/778154/c50a109e-0072c8f83897a6f95d91dbd7/deutsche-normungsroadmap-energiespeicher-version-1-0-data.pdf</a></p>
<p><b>Deutsche Normungs-Roadmap Gleichstrom im Niederspannungsbereich</b></p>	<p>Die Normungs-Roadmap behandelt im Wesentlichen vier Hauptgruppen. Im Anschluss an wirtschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen befasst sie sich mit der Sicherheit, Schutzkonzepten und Netzstrukturen. Weiterhin wird näher auf Anlagentopologien und Use Cases eingegangen, bevor ein Kapitel über Betriebsmittel und Komponenten das Dokument inhaltlich abrundet. Die herausgearbeiteten Handlungsempfehlungen aus den einzelnen Abschnitten werden zum Schluss zusammengefasst.</p>	<p><a href="https://www.dke.de/resource/blob/778162/09872f0a808589a36e8d6ed9639fdb8c/deutsche-normungs-roadmap-gleichstrom-im-niederspannungsbereich-version-1-0-data.pdf">https://www.dke.de/resource/blob/778162/09872f0a808589a36e8d6ed9639fdb8c/deutsche-normungs-roadmap-gleichstrom-im-niederspannungsbereich-version-1-0-data.pdf</a></p>

## 2.7 Koordination der Energieeffizienz in der internationalen Normung

### IEC ACEE Advisory Committee on Energy Efficiency

Das IEC ACEE beschäftigt sich mit Fragen der Energieeffizienz, die nicht spezifisch für ein einzelnes technisches Komitee der IEC sind. Es koordiniert die Aktivitäten der Energieeffizienz. ACEE ist verantwortlich für die Zuordnung der horizontalen Aspekte der Energieeffizienz. ACEE liefert Richtlinien zur Implementierung von allgemeinen Aspekten und für spezifische Sektoren. Außerdem fördert ACEE die Berücksichtigung von Systemperspektiven in der Entwicklung von Energieeffizienz-Standards.

### IEC Guide 118:2017 Inclusion of energy efficiency aspects in electrotechnical publications

IEC Guide 118 wurde im März 2017 veröffentlicht. Er soll IEC Arbeitsgruppen (TC, SC, ...) helfen, Energieeffizienz in ihren Publikationen zu betrachten (SMB Decision 136/8). Dazu beschreibt er folgende Aspekte.

- Beiträge von IEC Publikationen zur Energieeffizienz
- das Konzept von Energieeffizienz Aspekten
- Kategorien von Energieeffizienz Aspekten

Außerdem stellt Guide 118 eine Liste von Energieeffizienz Aspekten, die berücksichtigt werden sollen, zur Verfügung. Entscheidend für die Beurteilung von Energieeffizienz-Verbesserungen ist die Definition der Grenzen.

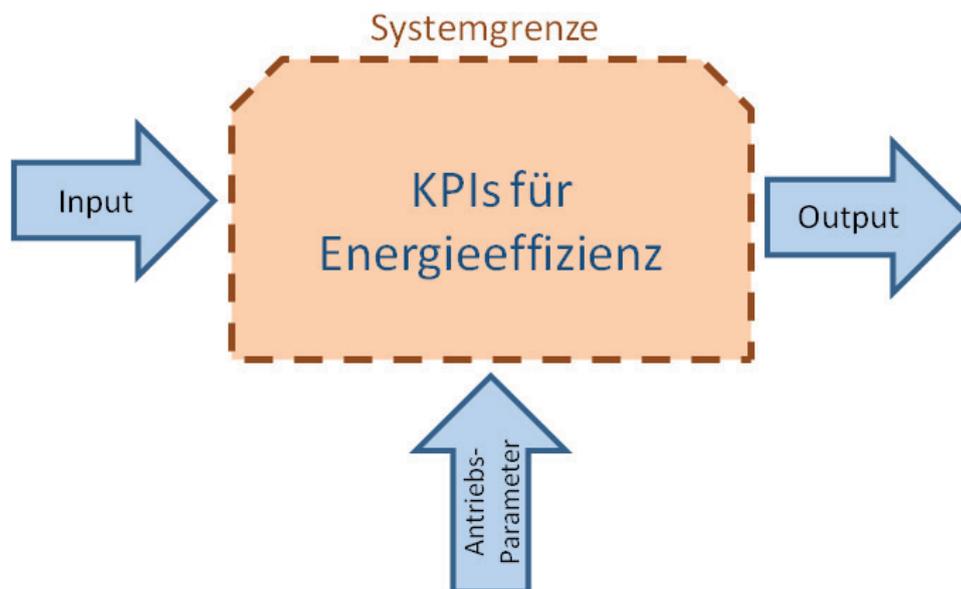


Abbildung 2 – Schlüsselemente bei der Definition der Energieeffizienz

Eine Änderung der Grenzen kann auch zu einer Änderung der Definition von Energieeffizienz führen (z. B. Motor allein, Motor als Antrieb einer Pumpe oder gesamtes Pumpensystem).

Guide 118 definiert einen iterativen Prozess zur Verbesserung der Energieeffizienz.

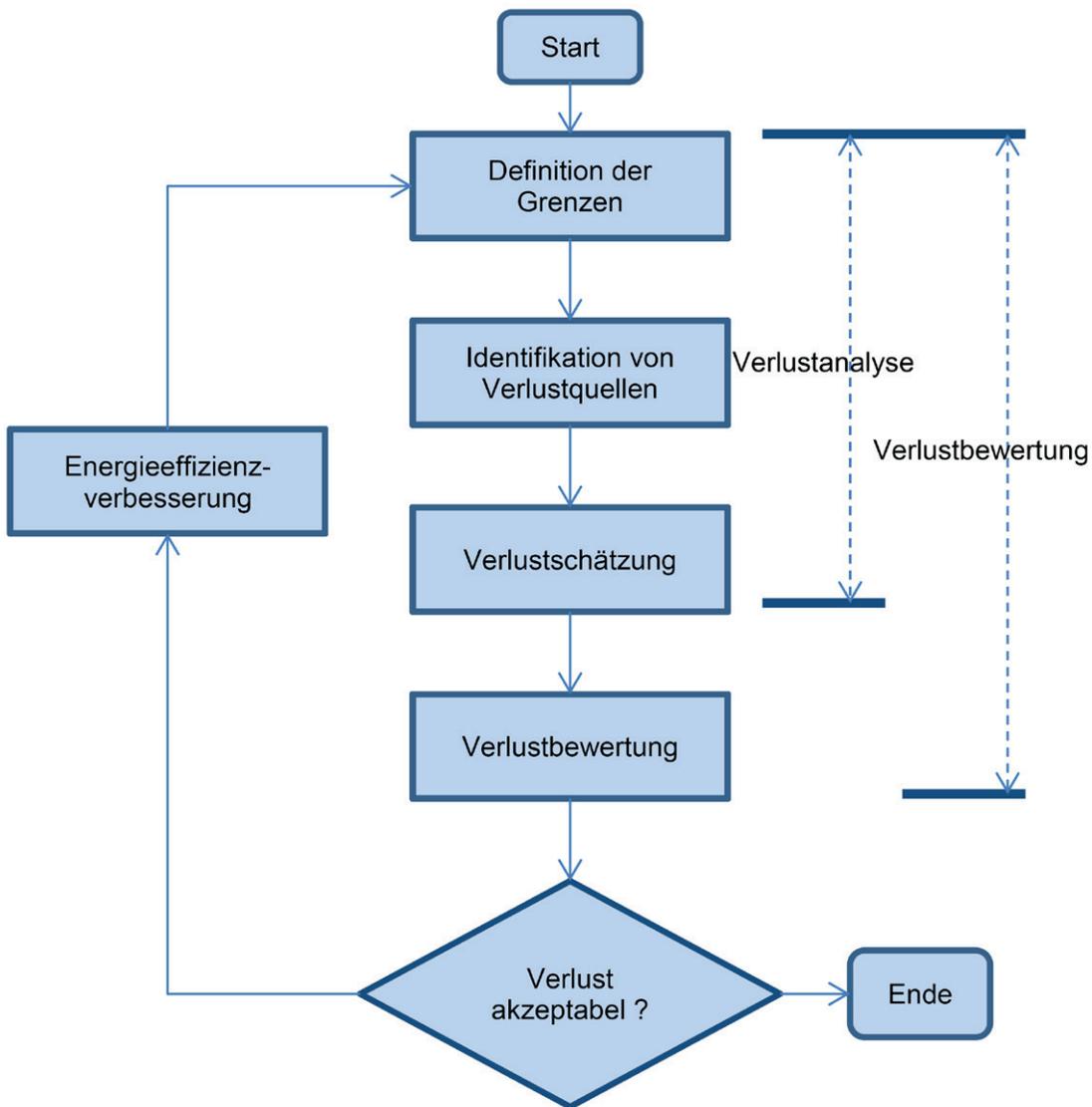


Abbildung 3 – Iterativer Prozess zur Verbesserung der Energieeffizienz

Die Entscheidungskriterien für einen akzeptablen Energieverlust können aus verschiedenen Quellen, wie z. B. nationaler/europäischer Regulierung, sozialen Entscheidung oder Standards, stammen.

Jeder Vorschlag für eine neue oder überarbeitete IEC Publikation soll die Energieeffizienz Aspekte identifizieren, die in dem Zusammenhang betrachtet werden sollen. Arbeitsgruppen sind angehalten, nicht nur Dienste, die in ihrem Produktbereich angeboten werden, sondern auch Wechselwirkungen in Systemen, in denen das Produkt enthalten ist, zu berücksichtigen.

**IEC GUIDE 119:2017 (Preparation of energy efficiency publications and the use of basic energy efficiency publications and group energy efficiency publications)**

Vor der Abstimmung über die Guide 119 hat ACEE den Charakter des Guides von nicht verpflichtend auf verpflichtend zu ändern, um die Bedeutung von Energieeffizienz in der IEC zu unterstützen und die Konsistenz über die verschiedenen Technischen Komitees sicherzustellen. Diese Änderung löste eine heftige Diskussion aus. Besonders da nur die Abschnitte 5-8 verpflichtend sein sollen, und der technische Inhalt in den Abschnitten 1-4 nicht. Trotzdem wurde auch IEC Guide 119 im März 2017 veröffentlicht.

Guide 119 definiert Verfahren zur Erstellung von Energieeffizienz Publikationen. Analog zu den Sicherheits-Guides, wird dazu eine Hierarchie von Basis-, Gruppen- und Produkt-Publikationen beschrieben. Von Guide 118 werden die Grenzen übernommen und für Systeme erweitert, da es nicht ausreichend sein muss, nur die Effizienz eines Produktes zu verbessern, ohne seine Anwendung zu berücksichtigen.

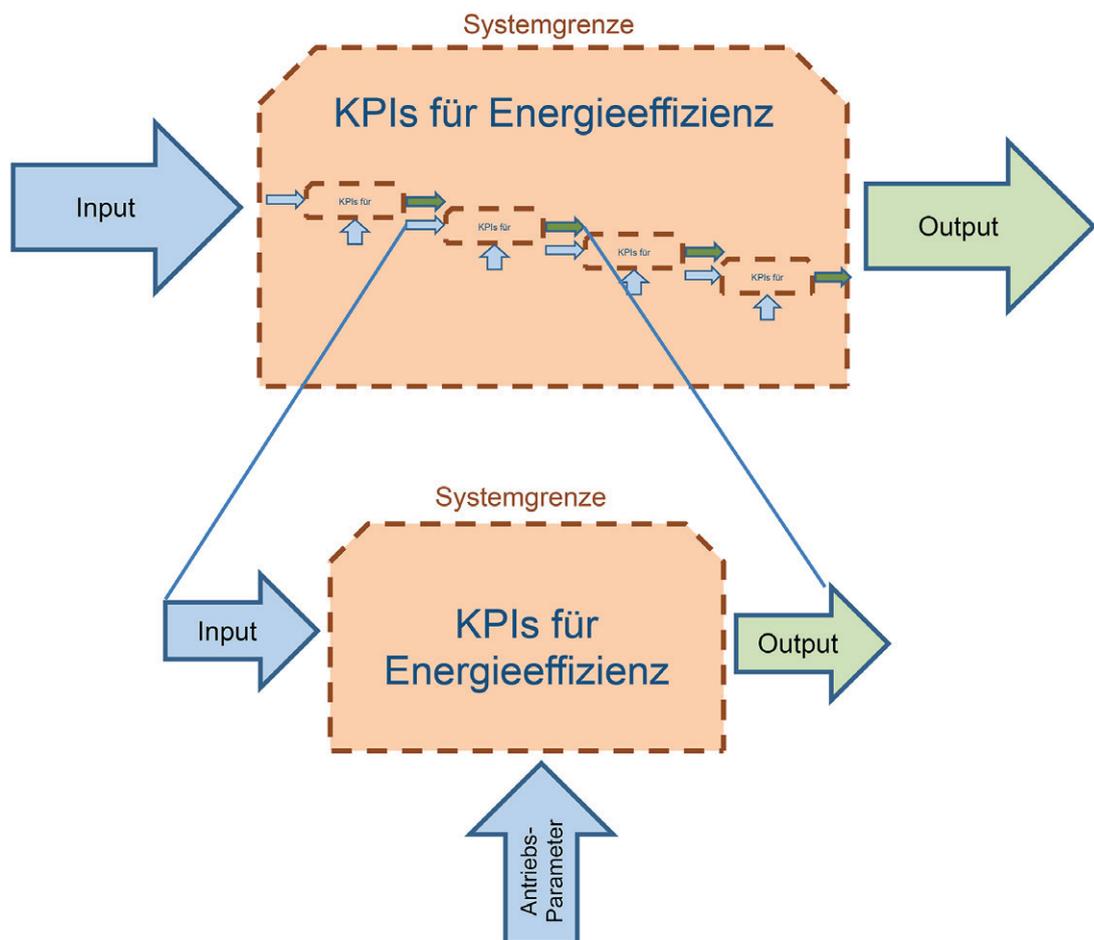


Abbildung 4 – Erweiterte Grenzbeschreibung

Immer wenn mehrer TCs (Technische Komitees) für die Erstellung einer geplanten Energieeffizienz Publikation notwendig sind, soll eine Gruppen- oder Basis-Publikation erstellt werden. Verantwortlich für die Zuordnung von Basis- und Gruppen-Publikationen ist das IEC ACEE (Das IEC SMB muss die Entscheidung bestätigen). Arbeitsgruppen finden Basis- und Gruppen-Publikationen im IEC Katalog und auf der IEC Website.

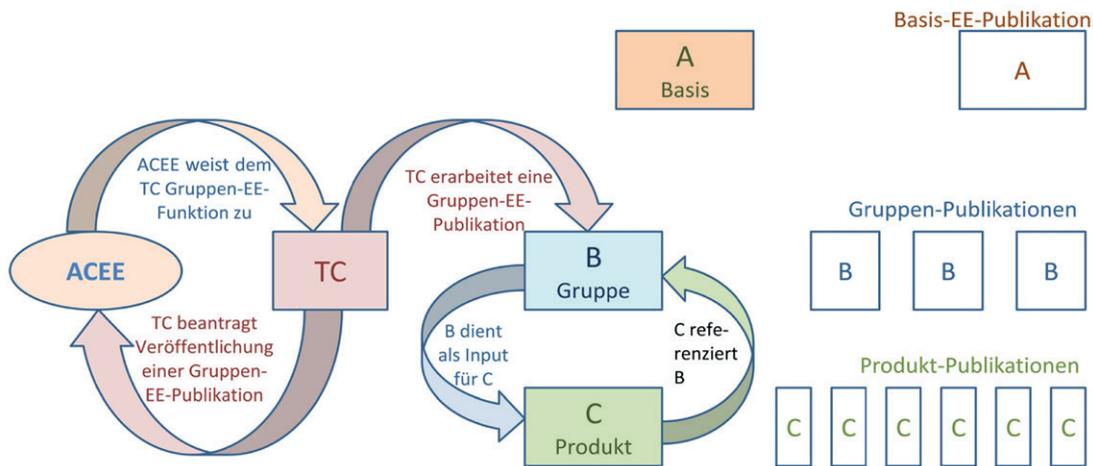


Abbildung 5 – Struktur von IEC-Publikationen zur Energieeffizienz und Funktionszuordnung

# 3 EINFÜHRUNG IN DAS THEMA ENERGIEEFFIZIENZ

## 3 Einführung in das Thema Energieeffizienz

### Energieeffizienz ist Kernelement der Energiewende

Energieeffizienz ist von grundlegender Bedeutung für die Zukunft der Welt: ihre Energieversorgungssicherheit und ihrem Wohlstand.

Deutschland besetzt einen wichtigen Part in der internationalen Klimapolitik und setzt sich weltweit für Klimakooperation ein. Auf internationaler Ebene hat Deutschland eine zentrale Rolle dabei gespielt, Klimaschutz auf die politische Karte zu setzen. Die Bundesregierung war bereits bei den Verhandlungen, die schließlich zum Kyoto-Protokoll 1997 führten, eine innovative Kraft. Im Vertrag verpflichteten sich die Industrienationen dazu ihre Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2012 um durchschnittlich 5,2 % zu reduzieren im Vergleich zum Basisjahr 1990. Deutschland hatte dieses Ziel mit einer Senkung der Emissionen um 21 % im Jahr 2012 mehr als erfüllt. Zur Zeit schwächeln wir etwas. Die gesetzten Ziele zu erreichen erfordert immer mehr Aufmerksamkeit. Diese darf auch in Zukunft nicht nachlassen.

Ziel der Klimapolitik ist es, Geschwindigkeit und Auswirkungen der Erderwärmung zu reduzieren bzw. zu stoppen, indem insbesondere der Ausstoß an Treibhausgasen reduziert wird, der für den Klimawandel verantwortlich ist. Wichtige Maßnahmen hierfür sind der Ausbau der Erneuerbaren Energiequellen,

die Erhöhung der Energieeffizienz und die Energieeinsparung, die Kernelemente der Energiewende, sowie politische Maßnahmen, um dies zu erreichen [1].

### Energieeffizienz hat zentrale Rolle beim Umbau der bisherigen Energiesysteme

Seit vielen Jahren nimmt das Thema Energieeffizienz einen großen Raum ein. Wenn das von der Pariser Klimakonferenz im Dezember 2015 geforderte Ziel, die Erderwärmung auf maximal 1,5 Grad Celsius zu begrenzen, greifen soll, dann erfordert es technologische Quantensprünge. Von der Erzeugung, über den Transport bis hin zu den vielfältigen Nutzungen der Energie in Industrie, Mobilität und im privaten Bereich müssten alle Prozesse grundlegend umstrukturiert werden. Ob Wärme, Kälte, Strom, Mobilität oder industrielle Produktion: in allen Segmenten ist der effiziente Umgang mit Rohstoffen und Energie die Maxime der Stunde auch wenn der derzeitige niedrige Ölpreis zu suggerieren scheint, man könne so weitermachen wie bisher.

Die langfristige Dekarbonisierung kann nicht allein mit den Erneuerbaren Energiequellen gelingen. Ohne einen breit angelegten systemübergreifenden Ansatz neuer, vernetzter und energieeffizienter Technologien wird das Projekt Energiewende scheitern.

Die Energieeffizienz nimmt eine zentrale Rolle im Umbau der bisherigen Energiesysteme ein. In der industriellen Produktion und im Bereich der Mobilität gibt es noch viel zu tun, um mit immer intelligenteren Technologien eine klimafreundlichere und ressourcenschonendere Zukunft zu schaffen.

Um die benötigte höhere Effizienz umzusetzen, bedarf es kluger technologischer Konzeptionen in allen Bereichen, damit die von der Weltgemeinschaft in Paris 2015 eingeforderte Dekarbonisierung tatsächlich möglich ist.

### Energieeffizienz – die zweite Säule der Energiewende

Als nach Fukushima 2011 die Energiewende ausgerufen wurde, ging es zunächst darum, den Anteil regenerativer Energiequellen im Strommix zu steigern. Erst relativ spät besann sich die Politik darauf, auch die Energieeffizienz als wichtiges Standbein der Energiewende zu betrachten. Effiziente-Technologien im Gebäudebereich und in der Industrie sind heute schon verfügbar und treten immer mehr in den Vordergrund.

Die Erkenntnis ist einfach: Je weniger Energie für einen Prozess aufgewandt wird, desto energieeffizienter ist er. „Energieeffizienz“ bezeichnet einen intelligenten Umgang mit Energie, der darauf abzielt, mit kleinstem Aufwand den größten Nutzen zu erzielen. Anders ausgedrückt: Je größer der Nutzen bei gleichzeitig möglichst geringem Aufwand, desto höher die Energieeffizienz.

### Energieeffizienz schont Ressourcen und ist wirtschaftlich

Energie sparen, Ressourcen schonen und dabei noch das Klima verbessern, ist keine Utopie.

Energiesparen und die Nutzung regenerativer Energien wie Sonne, Wind und Erdwärme werden in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnen. So wirken beispielsweise energieeffiziente Hausgeräte und eine energieeffiziente Bauweise steigenden Energiekosten entgegen und machen sich schon bald bezahlt.

### Energiewirtschaft und Energieeffizienz

Ein erheblich effizienterer Energieverbrauch unterstützt die erneuerbare Energiewirtschaft durch verringerte Investitionen in Erzeugungskapazitäten. Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz sind zwar vorhanden, aber sie entsprechen noch lange nicht dem, was theoretisch möglich ist.

Wer über die Energiewende in Deutschland spricht, denkt vor allem an den Wechsel von Kern- und Kohlekraft zu Erneuerbaren Energiequellen. Aber eine erneuerbare Zukunft wird in der Tat nur mit deutlich geringerem Energieverbrauch möglich sein.

In den letzten zwei Jahrzehnten hat das Wirtschaftswachstum in der Regel das Wachstum des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen übertroffen. Die Energieproduktivität (Wirtschaftsleistung pro Energieverbrauch) wurde von 1990 bis 2013 Schätzungen zufolge um rund 40 % gesteigert (siehe Abbildung 6).

## Deutschland produziert weiterhin mehr BIP mit weniger Energie

Energieintensität (= Energieverbrauch pro BIP Einheit) in unterschiedlichen Weltregionen, 1990-2013

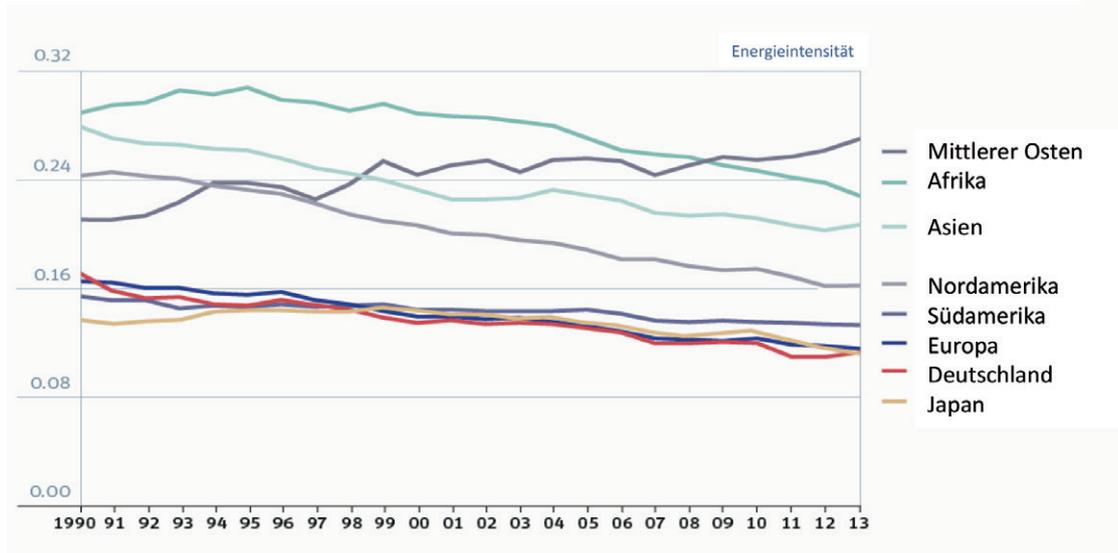


Abbildung 6 – Energieverbrauch im Verhältnis zum Bruttonutzenprodukt von 1990 bis 2013 [2]

### Die Wahrnehmung der Energienutzung

Was wir Menschen wollen, ist nicht Energie, sondern Energiedienstleistungen. Also den Nutzen der Energie. Mit anderen Worten, wir möchten nicht Strom und Heizöl, sondern kühl gelagerte Lebensmittel und gut beleuchtete, komfortable Wohnungen. Unsere Computer und Handheld-Geräte haben sich mittlerweile zu High-Performance-Geräten entwickelt, obwohl sie mit immer weniger Energie auskommen. Solche Fortschritte sind in vielen Bereichen möglich. In unseren Gebäuden können wir z. B. ein angenehmes Raumklima nicht nur mit energieintensiven Klima- und Heizungsanlagen schaffen. Ganz im Gegenteil, Gebäude der Zukunft werden u. a. durch den Einsatz immer intelligenterer Technologien mit wesentlich weniger Energiebedarf noch mehr Komfort bieten als die, die uns heute zur Verfügung stehen.

Wenn es um Effizienz geht, stehen wir jedoch vor einem besonderen Hindernis: Informationen. Viele Ökonomen gehen davon aus, dass sich der Markt um alles am effizientesten kümmert. Das setzt voraus, dass alle Marktteilnehmer gleich und ausreichend informiert sind und somit alle Effizienzmaßnahmen genutzt würden, die sich rechnen (siehe Abbildung 7).

Obwohl die meisten Verbraucher ihre monatliche Stromrechnung kennen, wissen sie nicht, wie viele Kilowattstunden (kWh) sie verbrauchen. Auch können sie kaum beurteilen, wie viel ein bestimmtes Gerät sie pro Jahr für Strom kosten wird. Doch ohne diese Informationen ist es unmöglich, die Amortisationszeit für Investitionen in Energieeffizienz zu bewerten. Auch wenn wir glauben, dass der Markt mit den besten Lösungen kommt, muss sichergestellt werden, dass jeder Verbraucher umfassend informiert wird.

Ohne Informationen ist es unmöglich, Investitionen in Energieeffizienz zu bewerten

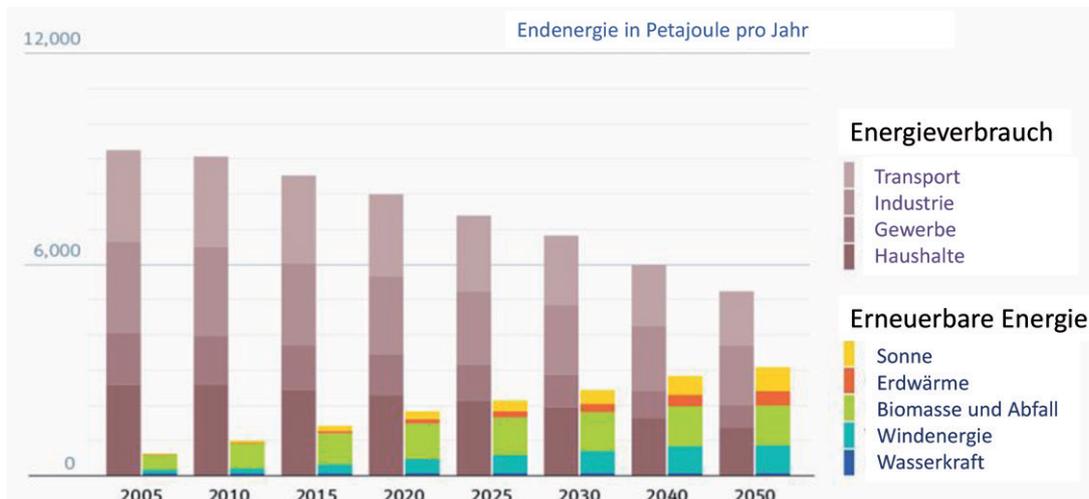


Abbildung 7 – Energieverbrauch und –erzeugung in Deutschland 2005 bis 2050 [2]

### Bewusstseinsbildung

Effizienz bezieht sich nicht nur auf die vom Hersteller garantierten Nutzung der Geräte, sondern auch auf deren Standby-Energiebedarf. Zumeist unbemerkt verbrauchen im Haushalt verwendete Geräte, von Kaffeemaschinen und Toastern über Fernseher bis hin zu Spielekonsolen und Computern, auch im ausgeschalteten Zustand Strom. Es wird geschätzt, dass ein solcher „Standby-Verbrauch“ rund 4 % der Bruttostromnachfrage in Deutschland (Betrachtungszeitraum: 2004 bis 2006) betrug. Den Verbrauchern ist nicht immer bewusst, dass die zusätzlichen Energiekosten für ein preiswertes Gerät in absehbarer Zeit den Mehrpreis eines energieeffizienten Geräts übersteigen könnten.

Neue Geräte müssen der Verordnung Nr. 1275/2008 Ökodesign-Richtlinie entsprechen. Hierin wurde die Standby-Leistung auf 1 W bzw. 0,5 W festgeschrieben.

Ein Beispiel, wo die Regierung die Marktteilnehmer mit Informationen versorgt, ist die Ökodesign-Richtlinie der Europäischen Union, auch bekannt als ErP-(Energy-related Products)-Richtlinie. Ihr Ziel ist, Produkte über ihren gesamten Lebenszyklus nachhaltiger zu machen (nicht nur in Bezug auf Energie), teilweise durch Bereitstellung von Energiekennzeichnungen als Hilfe für die Verbraucher und durch strengere Mindestanforderungen an die Energieeffizienz.

Die Europäische Union arbeitet auch daran, den Energieverbrauch in Gebäuden zu reduzieren, und Deutschland steht hier ebenfalls an der Spitze dieser Bewegung. Im Jahr 2002 wurde die Energieeinsparverordnung übernommen, die in 2009 und 2014 verschärft wurde. Einige in den 1990er Jahren gebaute Häuser zeigen bereits, was ab 2020 der Standard der Zukunft sein wird: Niedrigstenergiehäuser und Passivhäuser, die zu Plus-Energie-Häusern werden.

Während diese neuen Gesetze helfen, wenn es um gänzlich neue Gebäude geht, muss sich Deutschland mit der Situation im Gebäudebestand befassen. Die Erneuerungsrate, also die Zahl der in einem Jahr renovierten Gebäude ist in Deutschland zu niedrig und liegt bei nur 1 %. Auch gehen Renovierungen oft nicht weit genug. Es wird nicht genug Isolierung eingesetzt und die verwendeten Technologien der Haustechnik erfüllen nicht die Anforderungen, die Gebäude in Zukunft erfüllen müssen.

### Verbesserung der Energieeffizienz

Studien haben gezeigt, dass die jedes Jahr durch Elektromotoren in der Industrie verbrauchte Leistung um rund 30 TWh bis ins Jahr 2020 reduziert werden könnte, wenn alle Motoren auf den heutigen technischen Stand gebracht würden. Das ist genug, um mehrere Großkraftwerke überflüssig zu machen. Ähnliches Einsparpotenzial kann mit dem Einsatz von effizienten Beleuchtungssystemen und einem Wechsel von ineffizienten elektrischen Heizungen zu effizienteren Systemen kommen. So dürfen heute innerhalb der EU nur noch Motoren mit mindestens der Effizienzklasse IE3 in den Verkehr gebracht werden. Sofern der Motor in Kombination mit einem Frequenzumrichter betrieben wird, ist auch Effizienzklasse IE2 zulässig.

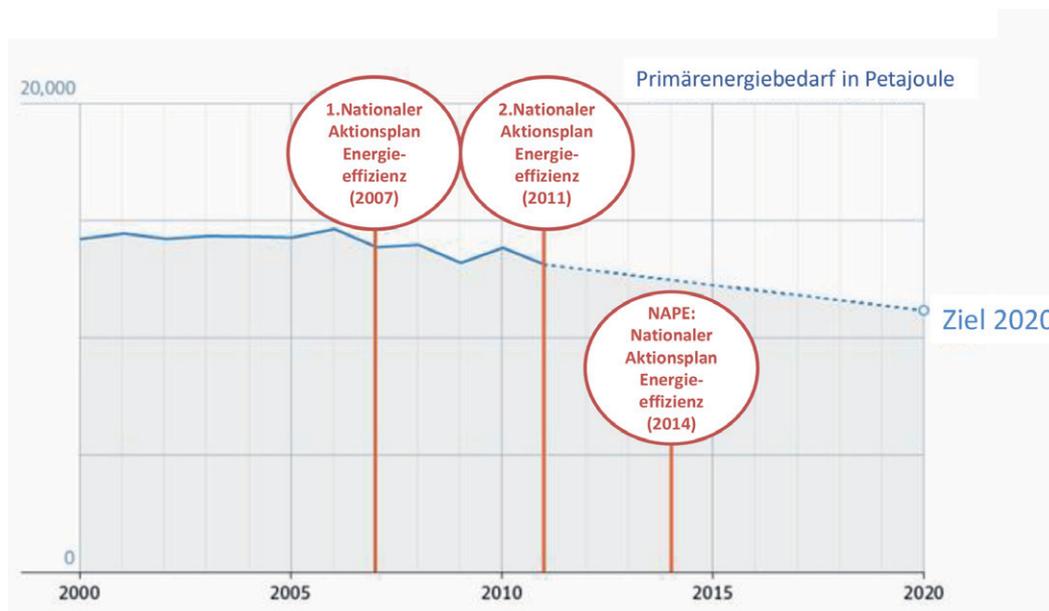


Abbildung 8 – Plan für die Reduzierung des Energieverbrauches in Deutschland bis 2020 [2]

Leider wird nicht genug getan, um Energieeffizienz zu fördern. Die Europäische Union (EU) hat zwar verbindliche Ziele für die Kohlendioxid-Emissionen (eine Reduzierung um 20 % unter das Niveau des Jahres 1990 bis zum Jahr 2020) und für Erneuerbare Energiequellen (20 % bis zum Jahr 2020) gesetzt. Das Ziel für die Energieeffizienz (20 % Verringerung des Primärenergieverbrauchs bis zum Jahr 2020) jedoch ist nicht bindend (siehe Abbildung 8). Für das Jahr 2030 gibt es eine verbindliche 40 %ige Reduktion für Treibhausgas-Emissionen. Das Ziel für Erneuerbare Energiequellen für dieses Jahr ist 27 %, aber es ist nur verbindlich für die EU als Ganzes. Es gibt keine spezifischen Ziele für die Mitgliedstaaten. Das Ziel für die Effizienz ist ebenfalls 27 %, aber unverbindlich.

In 2014 wurde dieser Mangel an politischen Maßnahmen von der Bundesregierung erkannt, was zur Ankündigung des Nationalen Aktionsplans für Energieeffizienz (NAPE) im Dezember 2014 führte. Dieses Paket enthält mehrere Dutzend Effizienz-Instrumente, darunter eine bessere Energieeffizienz-Förderung, ein neues Ausschreibungs-Schema für Energieeffizienz sowie bessere Informations- und Überprüfungstätigkeiten für Unternehmen und Privathaushalte. Eines der Hauptinstrumente dieses Pakets, eine Steueranrechnungsregelung für die Renovierung von Gebäuden, scheiterte jedoch noch in der Umsetzungsphase am starken Widerstand eines der Bundesländer.

Energieeffizienz mit  
höchster Priorität vor-  
antreiben

### VDE-Trendreport 2014 sieht höchste Priorität bei Energieeffizienz

Besonders große Potentiale für den Standort Deutschland liegen dem VDE-Trendreport 2014 zufolge, der auf einer Umfrage unter den 1.300 VDE-Mitgliedsunternehmen und Hochschulen basiert, in den Anwendungsbereichen Energieeffizienz (67 %) und intelligente Stromnetze (65 %), Elektromobilität (50 %), Medizintechnik (42 %) und Industrie 4.0 (31 %).

Hohe Energieeffizienz und Lebensqualität stehen im Fokus der Digitalen Gesellschaft. Zum Thema „Digitale Gesellschaft“ wurden die VDE-Unternehmen und Hochschulen auch zu den Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung befragt. Auch hier wird dem Thema Energie – konkret: der besseren Energieeffizienz – die höchste Priorität eingeräumt (51 %), noch vor den Aspekten Komfort/Convenience/Lebensqualität (45 %), Breitband-Netzzugang für alle und Wirtschaftswachstum (je 41 %).

### Warum brauchen wir mehr Energieeffizienz?

Weltweit steigt die Nachfrage nach Energie. Die Lage an den Energiemärkten spitzt sich zu, die Energiepreise steigen. Unsicherheiten in vielen Förder- und Transitländern geben Anlass zur Besorgnis, die immer noch zunehmende Verbrennung fossiler Energieträger beschleunigt den Klimawandel. Eine Ausweitung des Energieangebots ist teuer und langwierig. Demgegenüber wirkt eine Steigerung der Energieeffizienz dämpfend auf den Energiebedarf und somit auf die Energiepreise, senkt die Abhängigkeit von Energieimporten, wirkt Energieverteilungskonflikten entgegen und mindert den Ausstoß von klimaschädlichem Kohlendioxid.

Energieeffizienz  
vermindert die  
Energie-Abhängigkeit

### Ziele der Bundesregierung – Energieeffizienz in Deutschland

Die Bundesregierung hat mit ihrem Energiekonzept vom 28. September 2010 die langfristigen Grundlagen für eine bezahlbare, zuverlässige und umweltschonende Energieversorgung Deutschlands gelegt und sich in diesem Zusammenhang ehrgeizige Ziele gesetzt (siehe Abbildung 9).

Es muss mehr  
getan werden, um  
Energieeffizienz zu  
fördern

Für die Umgestaltung des komplexen Systems bedarf es noch erheblicher Anstrengungen. Eine wesentliche Voraussetzung für das Gelingen der Energiewende ist die Reduktion des derzeitigen Energieverbrauchs. Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz bieten hierfür insbesondere auf der Nachfrageseite, d. h. beim Endkunden, erhebliche Potentiale.

Energieeffizienz bedeutet keineswegs Verzicht, sondern einen intelligenteren und sparsameren Umgang mit Energie. Dabei existieren in der Regel vielfältige Möglichkeiten für eine wirtschaftlich sinnvolle Realisierung.

Die Bundesregierung hat sich das Ziel gesetzt, den gesamten Primärenergieverbrauch gegenüber dem Jahr 2008 um 20 % bis 2020 und um 50 % bis 2050 zu senken und die Energieproduktivität um durchschnittlich 2,1 % pro Jahr bis 2050 zu steigern. Der Stromverbrauch in Deutschland soll bis 2020 um 10 % und bis 2050 um 25 % verringert werden (verglichen mit dem Wert von 2008). Im Verkehr soll der Endenergiebedarf bis 2050 um 40 % im Vergleich zu 2005 sinken. Im Gebäudebereich soll sich der Heizwärmebedarf bis 2020 um 20 % vermindern und der Primärenergiebedarf bis 2050 um 80 %. Außerdem soll ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand erreicht und die energetische Sanierungsrate auf 2 % pro Jahr verdoppelt werden.

## Deutsche Energiewende: hohe Sicherheit mit langfristigen Zielen

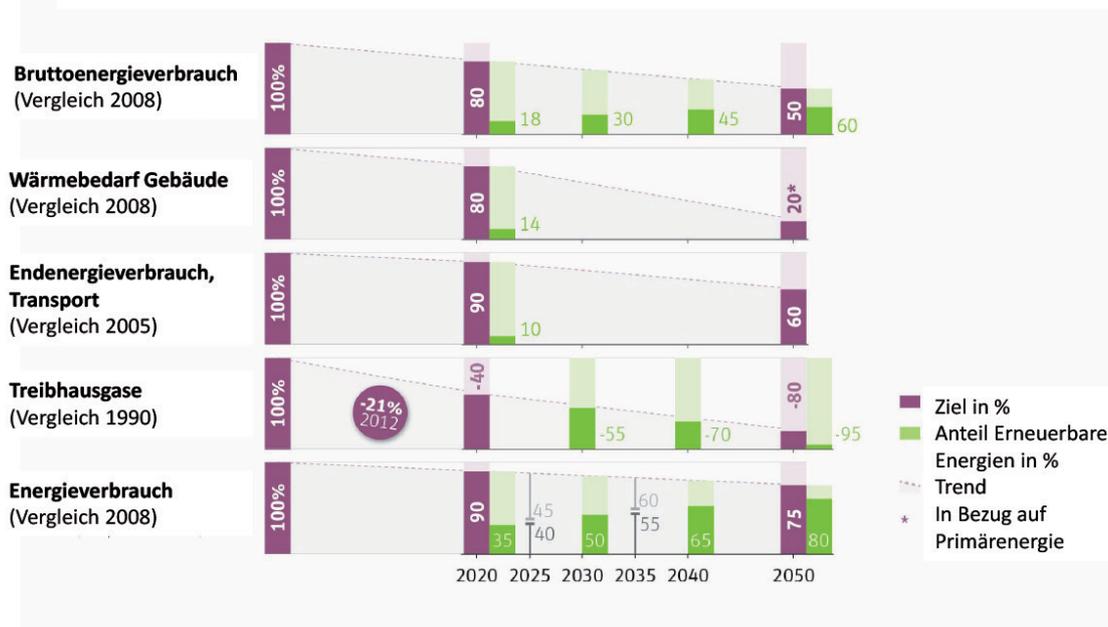


Abbildung 9 – Ziele der Bundesregierung aus dem Jahr 2010 [2]

### Energieeffizienz in Europa

Energieeffizienz ist auch in Europa ein Hauptinstrument der Energiepolitik. In diesem Zusammenhang hat die EU mehrere Rechtsakte verabschiedet (z. B. zu Ökodesign, Energieverbrauchskennzeichnung oder für den Gebäudebereich), die in den Mitgliedstaaten umzusetzen waren.

Bereits in 2006 wurde die Richtlinie über Energieeffizienz und Energiedienstleistungen (EDL-RL) verabschiedet. Diese hatte zum Ziel, den Endenergieverbrauch in den Mitgliedstaaten gegenüber dem Trend zu reduzieren und den Markt für Energiedienstleistungen zu fördern. Die Energiedienstleistungsrichtlinie wurde 2012 durch die Energieeffizienzrichtlinie abgelöst. In ihr werden die energiepolitischen Ziele der EU fortgeschrieben und durch noch stärkere Anforderungen an die Mitgliedstaaten ergänzt. Zentrale Inhalte sind insbesondere die Einführung einer Einsparverpflichtung von 1,5 % des jährlichen Energieabsatzes für Energieunternehmen bzw. alternativ die Umsetzung politischer Maßnahmen mit gleicher Wirkung und eine jährliche Sanierungsverpflichtung von 3 % der Bundesgebäude. Des Weiteren beinhaltet sie aber auch die Einführung indikativer nationaler Energieeffizienzziele sowie Regelungen zur Förderung bzw. Verpflichtung bezüglich Energieaudits, zur Verbrauchsmessung und -abrechnung, zur Kraft-Wärme-Kopplung und viele mehr.

### Kennzeichnungen für Energieeffizienz

Die Energieeffizienz spielt heute und insbesondere in Zukunft eine wichtige Rolle. In der Europäischen Union wird die Energieeffizienz von Haushaltsgeräten seit 1998 durch das EU-Energielabel gekennzeichnet. Seit Ende 2011 wird ein neues einheitliches EU-Label zur Kennzeichnung der Energieeffizienzklassen schrittweise für verschiedenste Geräte verbindlich.

„Verbesserte Glühlampen“, LED- und Kompaktleuchtstofflampen, sowie deren Vorschaltgeräte falls vorhanden, werden nun in Effizienzklassen eingeteilt und für den Verbraucher gekennzeichnet.

Seit Dezember 2011 ist für neue PKWs ein E-Effizienz-Label vorgeschrieben, bei dem der Effizienzwert anhand der Masse und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes des Autos/Kraftwagens berechnet wird.

Um den energetischen Verbrauch von Häusern und Gebäuden zu dokumentieren, wird seit 2009 in Deutschland der Energieausweis, manchmal auch Energiepass genannt, gemäß der Energieeinsparverordnung (EnEV) verwendet.

### Energieeffizienz schafft Arbeitsplätze

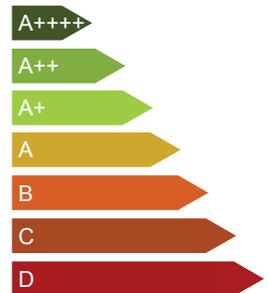
Energieeffizienz bedeutet keine Opfer – ganz im Gegenteil. Sie kann dazu beitragen, den Klimawandel zu begrenzen und gleichzeitig große wirtschaftliche und soziale Vorteile bringen. Alleine das Verdoppeln der Fortschritte bei der Energieeffizienz von aktuell 1,3 % auf etwa 3 % pro Jahr würde 6 Mio. neue Arbeitsplätze innerhalb von fünf Jahren schaffen. Gleichzeitig würden die weltweiten Energiekosten in 2030 um mehr als 2 Bio. USD reduziert sein.

## 3.1 Geschichte der Energieeffizienz

Waren die Menschen in vorgeschichtlicher Zeit noch nahezu ausschließlich auf ihre Muskelkraft und die Energie aus ihrer Nahrung angewiesen, so erkannte man doch bald, wie man die Wirksamkeit der begrenzten Muskelkraft durch zunächst einfache Werkzeuge erhöhen kann. Mit Kommen von Ackerbau und Tierhaltung lernten die Menschen die Muskelkraft von Haustieren einzusetzen. Im Laufe der Zeit machten verschiedene Erfindungen wie Wasser- und Windmühlen sowie Segelboote die Energie aus Wind und Wasser nutzbar. Erst in der Neuzeit kamen fossile Brennstoffe hinzu und leiteten im 19. Jahrhundert die Industrielle Revolution ein. Den Menschen stand nun ein Vielfaches an Energie zur Verfügung. Die aus der Nutzung fossiler Energieträger und die damit entstandenen Probleme veranlassen uns heute, uns wieder verstärkt einer effizienten Nutzung der Energie zuzuwenden.

### Wunsch nach höherer Leistung beflügelt Energieeffizienz

Lange Zeit war nicht nur ein sparsamer Energieeinsatz die treibende Kraft, sondern auch der Wunsch nach höherer Leistung. So gelang es im Jahre 1764 James Watt, eine Dampfmaschine so zu verbessern, dass sie 60 % weniger Kohle benötigte als das Vorgängermodell. Die massenhafte Verbreitung der Dampfmaschinen wurde zu einem der Auslöser der industriellen Revolution und bewirkte einen Boom der Kohle.



### Die vielseitigste Energie: Strom

Neben der Wasserkraft werden seit 1882 auch fossile Brennstoffe eingesetzt, um über Generatoren Strom zu erzeugen. Gegenüber der Dampfmaschine ist Strom eine enorm bequeme und vielseitige Form der Energienutzung: Er kann von der Raumheizung über Transport (Elektromotoren) bis hin zur Beleuchtung auf Knopfdruck fast alle Aufgaben lösen, die wir von Energie erwarten.

Beim Bau großer Kraftwerke und Hochspannungsleitungen zur Stromverteilung war Deutschland seit 1885 Vorreiter. War erst einmal die teure Infrastruktur aufgebaut, gewann Strom enorm an Bedeutung. Unsere heutige moderne Welt mit Kommunikations- und Informationstechnologien und automatisierten Produktionsprozessen wäre ohne Strom nicht denkbar. Auch vollkommen neue Industrien wie die Aluminiumproduktion wurden durch Strom erst ermöglicht.

### In der Nachkriegszeit bedeutete Energieeffizienz vor allem Kosten sparen.

Die Ölkrise von 1973 und 1979 machten den Deutschen erstmals die wirtschaftliche Gefahr bewusst, die von steigenden Energiepreisen ausgeht. Sie waren damit ein wichtiger Impuls für eine Steigerung der Energieeffizienz.

Energiesparen wurde als Mittel erkannt, Abhängigkeiten von Rohstoffimporten zu reduzieren. Das Bundeswirtschaftsministerium startete in dieser Zeit die erste Kampagne mit dem Titel „Energiesparen – unsere beste Energiequelle“. Und das Energieeinspargesetz von 1976 stellte erstmalig Anforderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden.

## 3.2 Effizienz vs. Wirkungsgrad

### Energieeffizienz – Begriffsdefinition

Energieeffizienz ist das Verhältnis des Einsatzes einer bestimmten Energiemenge zu ihrem Nutzen. Je weniger Energie für den gleichen Nutzen eingesetzt werden muss, umso energieeffizienter ist ein Produkt oder eine Dienstleistung.

Die europäische Energiedienstleistungsrichtlinie definiert Energieeffizienz als das „Verhältnis von Ertrag an Leistung, Dienstleistungen, Waren oder Energie zu Energieeinsatz“. Effizienz ist also das Verhältnis von Nutzen zu Aufwand.

Der Begriff „Energieeffizienz“ wird oftmals gleichbedeutend mit „Energiesparen“ benutzt. Energiesparen geht aber über Energieeffizienz hinaus, denn es beinhaltet auch den Verzicht auf die Nutzung von Energie.

„Effizienz“ ist auch etwas Anderes als „Effektivität“: Effektivität beschreibt die Wirksamkeit, also das Verhältnis von erreichtem zu definiertem Ziel, während für die Effizienz ein möglichst geringer Mitteleinsatz wichtig ist. Übertragen auf die Energiewirtschaft bedeutet Effizienz, Dienstleistungen wie das Kühlen, Heizen, Beleuchtung oder das Übertragen von Nachrichten mit weniger Energieeinsatz zu erfüllen.

Neben der Energiesicht gibt es bei der Effizienz auch die Leistungssicht bzw. die Beschaffung durch die Kostensicht.

Energieeffizienz ist das Verhältnis des Nutzens (erzielte Leistung bzw. Ertrag an Dienstleistungen, Gütern oder Energie) zur eingesetzten Energie

Neben der Energieeffizienz – der Absicht den Verbrauch zu minimieren – hat der Anlagenbetreiber als Verbraucher an einem Verteilnetz auch die effiziente Energiebeschaffung zu betrachten. Ein Energiemanagement hilft, die abgeschlossenen Verträge optimal auszunutzen (siehe Abbildung 10).

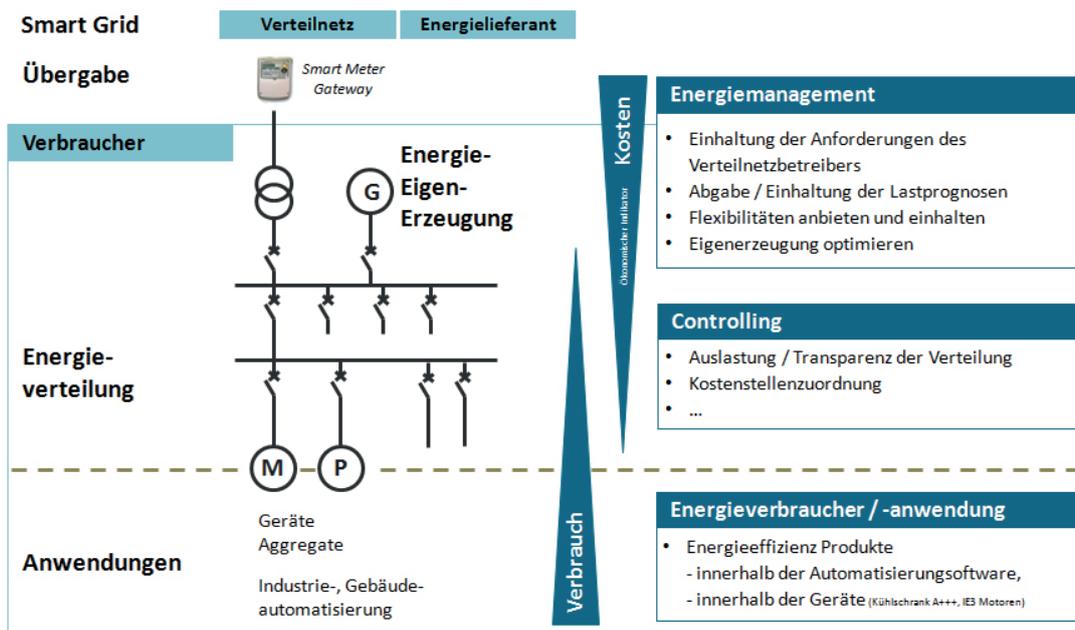


Abbildung 10 – Energiemanagement [3]

### DIN EN ISO/IEC 13273-1:2016-06 und DIN EN ISO 50001:2011-12

DIN EN ISO/IEC 13273-1:2016-06 definiert die Energieeffizienz in Übereinstimmung mit DIN EN ISO 50001:2011-12 als „Verhältnis oder eine andere quantitative Beziehung zwischen einer erzielten Leistung bzw. einem Ertrag an Dienstleistungen, Gütern oder Energie und der eingesetzten Energie“.

Als Beispiele werden die Effizienz einer Energieumwandlung, das Verhältnis von benötigter Energie zur eingesetzten Energie, das Verhältnis von Einsatz zum Ertrag und das Verhältnis von theoretisch zu tatsächlich für den Betrieb genutzter Energie herangezogen. Sowohl Einsatz als auch Ertrag müssen quantitativ und qualitativ klar spezifiziert und messbar sein.

### DIN EN ISO/IEC 13273-1:2016-06 und DIN EN ISO 16103:2005-09

Die Energieeffizienzkennzahl definiert DIN EN ISO/IEC 13273-1:2016-06 in Übereinstimmung mit DIN EN ISO 16103:2005-09 als „bezeichnenden Wert für die Energieeffizienz“.

Diese wird hauptsächlich als Metrik in der Bewertung politischer Maßnahmen und in makroökonomischen Studien verwendet.

### Der Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad beschreibt das Verhältnis der abgegebenen Leistung zur zugeführten Leistung. Der Wirkungsgrad ist eine dimensionslose Größe und wird mit dem griechischen Buchstaben  $\eta$  (Eta) bezeichnet. Der Wirkungsgrad beschreibt bei Geräten eine Kurvenform (Motoren, Transformatoren).

### Effizienz auf Anwendungsebene

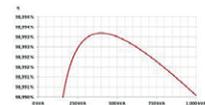
Auf die Effizienz kann bei Konstruktion der größte Einfluss genommen werden, während des Betriebes nur noch über die Betriebsweise.

Bestehen die Anwendungen aus Systemen und Anlagen, ist das technologische Zusammenwirken der einzelnen Geräte untereinander für deren Effizienz verantwortlich. Bei der effizienten System- oder Anlagebetrachtung können im Betriebsfall die einzelnen Teile einen ineffizienten Arbeitspunkt annehmen. Die Automatisierung nimmt hier einen entscheidenden Faktor ein. In den meisten Fällen ist die Optimierung der Automatisierung unter dem Gesichtspunkt der Effizienz zu betrachten (siehe Abbildung 11).

Eine Effizienz bei Systemen und Anlagen bedarf einer detaillierten Spezifikation der Randbedingungen.

Bei der Effizienzbe-  
trachtung von  
Systemen und  
Anlagen liegt noch  
ein erheblicher  
Bedarf vor.

<b>Effizienz</b> - ist eine <b>Systemaussage</b> - wird <b>während der Konstruktion</b> festgelegt
Der <b>Wirkungsgrad <math>\eta</math></b> beschreibt den Nutzen zum Aufwand
<b>KPI Key Performance Indicator</b> Benötigter Aufwand bezogen auf eine normierte Einheit ... kWh pro PET-Flasche



<b>Geräte</b> Energiesparmotoren Klasse IE1- IE4 regelbare Antriebe	EU erlaubt nur noch IE3 bzw. IE2 mit Drehzahlregelung
<b>Systeme</b> Automatisierungstechnik Leerlauf vermeiden im optimalen Arbeitspunkt betreiben	
<b>Anlagen</b> Produktionsplanung Leerläufe vermeiden lange Wege vermeiden unnötige Energieverluste vermeiden Energierückgewinnung	



Abbildung 11 – Energieeffizienz und Wirkungsgrad [3]

Durch die Erfassung der Auslastung und der zugehörigen Leistung bzw. des zugehörigen Stroms entstehen die Grunddaten für Effizienz- und Wirkungsgradbetrachtung. Durch Auftragen des Wirkungsgrades über die aufgenommene Leistung bzw. den aufgenommenen Strom ergibt sich die Effizienzkurve mit ihrem optimalen Arbeitspunkt. Dieser sollte während der Nutzung so oft wie möglich angefahren werden (siehe Abbildung 12).

Wissen über die **Zusammenhänge** von **Strombedarf** und zugehöriger **Auslastung**.

Je höher der **Effizienzfaktor**, desto besser die **Effizienz**.

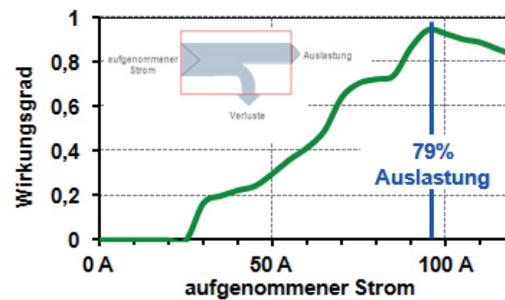
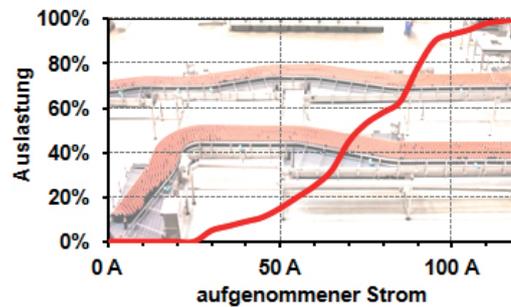


Abbildung 12 – Gegenüberstellung Strombedarf mit Wirkungsgrad und Auslastung [3]

Bei Geräten ist die Normung der Effizienz schon weit fortgeschritten und hat in den meisten Fällen auch schon deren Optimum (Preis/Leistung) ausgeschöpft (siehe Weiße Ware – Haushaltsgeräte).

Systeme und Anlagen sind in den meisten Fällen Einzelstücke. Die Steuerungssoftware wird genau auf deren Bedarf angepasst. Bei der Softwareerstellung wird somit die Effizienz mitbestimmt. Bei der Effizienzbetrachtung von Systemen und Anlagen liegt noch ein erheblicher Normungsbedarf vor.

### 3.3 Normung leistet einen wichtigen Beitrag zur Energieeinsparung

Das erfolgreiche Zusammenspiel von Normung und Innovation hat bereits heute zu einer eindrucksvollen Energieeinsparnis geführt. Allein bei Hausgeräten wurde der Energieverbrauch in den vergangenen zwanzig Jahren um über 30 % gesenkt. Dies entspricht einer Energieeinsparnis von zehn Terawattstunden (TWh) pro Jahr in Europa oder der Jahresenergie eines größeren Kernkraftwerkes. Elektrotechnische Normen fördern innovative Lösungen, die sich auf dem Weltmarkt mit hochwertigen energieeffizienten Produkten durchsetzen. Beispiele dafür sind Waschmaschinen, Backöfen, Kühl- und Gefriergeräte sowie Leuchten.

Die Normungserfolge umfassen auch Energiesparerefolge bei Einrichtungen der Informationstechnik, elektrischen Antrieben und vielen anderen Produkten.

Energieersparnis allein per Dekret zu verordnen, funktioniert nicht. Normung geht vielmehr Hand in Hand mit technischen Innovationen. Hier eröffnen sich zahlreiche Innovations- und Marktpotenziale, etwa im Hinblick auf die Hausautomation (Smart Home) oder auf Standby-Funktionen. Durch den Einsatz vorhandener energiesparender Produkte und Technologien ließen sich in Deutschland über 40 TWh elektrische Energie jährlich einsparen, was einer Reduktion um etwa 22 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr gleich käme. Ein wichtiger Schlüssel zur Effizienzsteigerung liegt dabei in den Potenzialen der Elektrotechnik und Elektronik selbst.

Um alle Potenziale der Elektrischen Energieeffizienz voll auszuschöpfen, muss aus VDE-Sicht an mehreren Punkten angesetzt werden. Verfügbare innovative Produkte und Technologien müssen konsequent genutzt, neue Normen und Messverfahren verabschiedet und angewandt werden. Nicht zuletzt sind einerseits Politik und Industrie aufgerufen, mehr Transparenz und mehr Anreize zu schaffen, andererseits der Verbraucher selbst, energieeffiziente Angebote wahrzunehmen. Dabei helfen Normen und Prüflabel.

Das Bewusstsein für Energieeffizienz muss sowohl beim Verbraucher als auch in der Industrie bei der Beschaffung von Neuanlagen und der Anlagenertüchtigung geschärft werden. Das starke Engagement deutscher Experten in Schlüsselkomitees der internationalen Normungsgremien ist vor diesem Hintergrund ein gutes Zeichen dafür, dass das hiesige Technikwissen weiterhin wichtige Akzente bei Zukunftsthemen wie der Elektrischen Energieeffizienz setzen wird.

### 3.4 Was bedeutet eigentlich Primärenergie?

Unter Primärenergie versteht man die in der Natur vorkommenden Energiequellen, z. B. Kohle, Erdgas, Sonne, Wind und Wasser.

Immer mehr Strom in Deutschland stammt aus Erneuerbaren Energiequellen wie z. B. Wind und Sonne. 2014 lag ihr Anteil am Bruttostromverbrauch in Deutschland bei 27,4 % im Jahr 2016 lt. UBA bei 31,7 %.

Dennoch sagt der jüngste [Monitoring-Bericht](#) zur Energiewende, dass Erneuerbare Energiequellen im Jahr 2014 rund 11 % des Primärenergieverbrauchs in Deutschland ausmachten.

Der Unterschied der beiden Aussagen liegt darin, dass elektrischer Strom eine Form von Energie ist. Aber nicht jede Energie, die wir nutzen, nutzen wir in Form von Strom. Nur ein geringer Teil der Energie, die Deutschland insgesamt benötigt, wird für Strom verwendet. Der große Rest fließt beispielsweise in die Bereiche Wärme und Verkehr.

Primärenergie ist der nutzbare Energiegehalt eines natürlich vorkommenden Energieträgers. Sie ist also die Energie, die direkt in den Energiequellen vorhanden ist.

Primärenergie ist der nutzbare Energiegehalt eines natürlich vorkommenden Energieträgers.

Primärenergieträger sind Energieträger, die noch nicht in andere Energieformen umgewandelt wurden. Wie beispielsweise Stein- und Braunkohle, Erdöl und Erdgas. Aber auch Sonnenenergie, Windkraft, Wasserkraft, Erdwärme und Gezeitenenergie sind Primärenergieträger.

Primärenergie steckt somit sowohl in fossilen als auch in Erneuerbaren Energiequellen. Sie ist sozusagen die Kraft, die von Natur aus in diesen Energiequellen enthalten ist.

Damit z. B. die Kraft der Sonne als Strom genutzt werden kann, muss sie umgewandelt und manchmal auch über weite Strecken transportiert werden. Dabei geht ein gewisser Anteil der Energie verloren.

Die komplett umgewandelte Energie, die den Verbraucher erreicht und tatsächlich Lichter zum Brennen, Autos zum Fahren und Menschen zuhause zum Wohlfühlen bringt, wird auch als Endenergie bezeichnet. Endenergieformen sind z. B. Fernwärme oder eben der elektrische Strom.

#### Sinkender Primärenergieverbrauch ist Ziel der Bundesregierung

Ziel der Bundesregierung ist es, den Primärenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 2008 um insgesamt 20 % zu senken und bis 2050 um 50 %. Im Jahr 2014 ist er gegenüber dem Vorjahr bereits um 5 % gesunken. Der Rückgang ist zwar im Wesentlichen auf die milden Wintertemperaturen zurückzuführen. Rechnet man jedoch diese Witterungseffekte heraus, ergibt sich für das Jahr 2014 immerhin ein bereinigter Primärenergieverbrauch, der um 1,6 % unter dem Niveau des Vorjahres liegt (unter 4.13 Energiewende wird dieser Zusammenhang bildlich erläutert).

Der Anteil von Strom aus Wind, Sonne usw. am Bruttoendenergieverbrauch soll von rund 11 % im Jahr 2010 auf 60 % im Jahr 2050 steigen. Der Anteil Erneuerbarer Energiequellen an der Stromversorgung soll bis 2020 mindestens 35 % und 2050 gut 80 % betragen. Treibhausgasemissionen sollen bis 2020 um 40 % und bis 2050 um mindestens 80 % sinken. Das erfordert pro Jahr eine Steigerung der Energieproduktivität um durchschnittlich 2,1 % bezogen auf den Endenergieverbrauch.

Der Brutto-Stromverbrauch soll bis 2050 um 25 % gegenüber 2008 gemindert werden; bis 2020 soll er bereits um 10 % sinken. Der Endenergieverbrauch im Verkehrssektor soll bis 2020 um 10 % und bis 2050 um rund 40 % gegenüber 2005 zurückgehen.

#### Primärenergiefaktoren

Nicht jede Energieform lässt sich ohne die Umwandlung in eine andere Energieform gleich gut nutzen. Deswegen müssen primäre Energieträger (z. B. Erdöl, Erdgas usw.) in eine technisch leichter nutzbare Form umgewandelt werden, z. B. in Strom.

Um bestimmte Energieformen zu gewinnen, umzuwandeln und zu verteilen, wird wiederum Energie aufgewendet. Der Primärenergiefaktor zeigt das Verhältnis von der eingesetzten Primärenergie zur abgegebenen Endenergie. Hier gilt: Je kleiner der Primärenergiefaktor, desto umweltschonender und effizienter ist der Energieeinsatz und -aufwand von der Quelle bis zum Endverbraucher (siehe Tabelle 3).

Der Primärenergiefaktor ist das Verhältnis von eingesetzter Primärenergie zur abgegebenen Endenergie

Tabelle 3 – Primärenergiefaktor [4]

ENERGIEART	ENERGIETRÄGER	PRIMÄRENERGIEFAKTOR (NACH ENEC, NICHT ERNEUERBARER ANTEIL)
Fossile Brennstoffe	Heizöl, Erdgas, Flüssiggas, Steinkohle	1,1
	Braunkohle	1,2
Biogene Brennstoffe	Bioöl, Biogas	0,5
	Holz	0,2
Nah- und Fernwärme aus KWK (bzw. Heizwerk)	fossiler Brennstoff	0,7 (1,3)
	erneuerbarer Brennstoff	0,0 (0,1)
Strom	allgemeiner Strommix	1,8 (seit 1.1.2016)
Umweltenergie	Solarenergie, Photovoltaik	0,0
	Erdwärme, Geothermie	0,0
	Wasserkraft, Windkraft	0,0
	Umgebungswärme, Umgebungskälte	0,0

Für Deutschland gilt die Energieeinsparverordnung (EnEV), dort sind alle entsprechenden Primärenergiefaktoren der Energieträger festgelegt. Diese Faktoren wiederum basieren auf den Normen DIN V 18599-1 und DIN SPEC 4701-10/A1, bzw. auf den in diesen Normen genannten Berechnungsverfahren für den Primärenergiefaktor. Unter bestimmten Voraussetzungen – etwa durch entsprechende Nachweise und die damit verbundene Zertifizierung – können die normierten Primärenergiefaktoren verändert, d. h. verringert werden. Das gilt für einige Fernwärmeversorger, die zur Erzeugung der Heizwärme einen entsprechenden Energiemix oder auch regenerative Energieträger einsetzen.

### 3.5 Einsparpotentiale durch verbesserte Energieeffizienz

Deutschland braucht Energie – in großen Mengen: Im Jahre 2015 verbrauchte die Bundesrepublik Deutschland 13.258 PJ Primärenergie, mit 33 % Verlusten konnte Endenergie von 8.898 PJ zur Verfügung gestellt werden. Diese Endenergie wurde zu 29 % vom Verkehr, zu 29 % von der Industrie, zu 16 % vom Gewerbe/Handel/Dienstleistung und zu 26 % von den privaten Haushalten verbraucht.

Die Stromproduktion lag bei 1.881 PJ bzw. 521 TWh, die sich zu 2 % auf den Verkehr, zu 44 % auf die Industrie, zu 29 % auf Gewerbe/Handel/Dienstleistung und zu 25 % auf private Haushalte verteilte (siehe Abbildung 13).

Wir müssen in allen Bereichen effizienter mit Energie umgehen

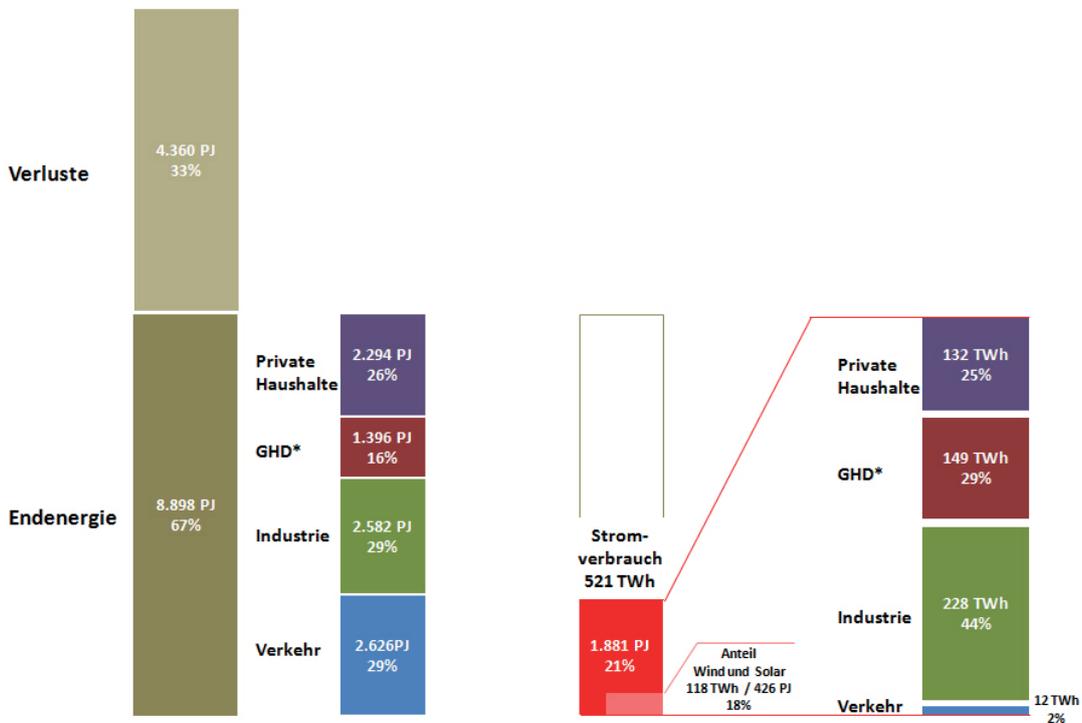


Abbildung 13 – Primärenergie/ Endenergie/Strom (Werte aus 2015) [3]

Betrachtet man den Stromanteil an der Endenergie liegt der Verkehr bei geringen 2 %. Die Industrie deckt ihren Endenergiebedarf zu 32 % durch Strom, der Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung zu 38 % und die privaten Haushalte zu 21 % (siehe Abbildung 14).

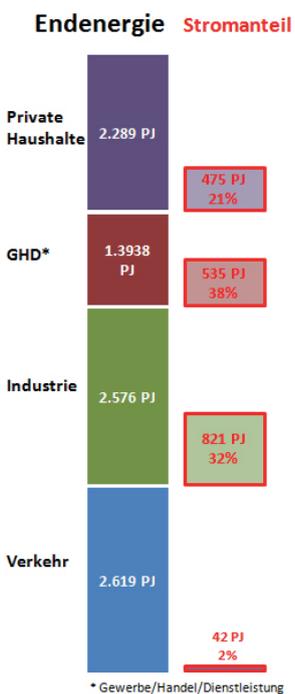


Abbildung 14 – Stromanteil am Endenergieanteil [3]

Deutschlands Anstrengungen im Rahmen der elektrischen Energieeffizienz führten innerhalb der letzten 7 Jahre (2008 bis 2015) zu einer Einsparung von 3 % der elektrischen Energie. Auffällig sind die Einsparungen innerhalb des Verkehrssektors von 29 %, sowie der Mehrverbrauch innerhalb des Sektors Gewerbe/Handel/Dienstleistung von 5 % (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4 – Einsparungen der elektrischen Energie zwischen 2008 und 2015

JAHR	2008	2015	EINSPARUNG
Summe	536 TWh	521 TWh	3 %
Verkehr	17 TWh	12 TWh	29 %
Gewerbe/Handel/Dienstleistungen	136 TWh	149 TWh	-10 %
Industrie	233 TWh	228 TWh	2 %
Haushalte	140 TWh	132 TWh	6 %

#### Steigende Wirkungsgrade

Hocheffiziente konventionelle Kraftwerke werden auch in Zukunft ein wesentlicher Bestandteil unserer Energieversorgung sein. Umso wichtiger ist es, dass ihre Wirkungsgrade weiter steigen. In den letzten 25 Jahren ist er bei den Gas- und Dampfkraftwerken (GuD) um mehr als zehn Prozentpunkte gestiegen.

#### Sinkende Netzverluste

Auch bei der Übertragung des Stroms können wir effizienter werden – ein Prozess, der schon begonnen hat: Die Netzverluste sind seit dem Jahr 2000 spürbar zurückgegangen. Etwa in den Städtetzen: Dank des verstärkten Einsatzes von Mittelspannung mit erhöhter Spannung sowie platzsparender Transformatorenstationen ist eine direkte Versorgung von Verbrauchsschwerpunkten möglich.

#### Ausblick

In der Zukunft wird der Effizienzanteil bei den privaten Haushalten gering ausfallen. Die Hausgeräte haben einen sehr effizienten Stand erreicht, der Leuchtmittlersatz erfolgt durch energieeffiziente LEDs.

Im Industriebereich dürfen nur noch Motoren nach IE3/IE4 Standard bzw. IE2 Standard plus Drehzahlsteuerung in Neuanlagen eingesetzt werden. Diese bis zu 40 % effizienteren Antriebe werden sich langfristig positiv auswirken. Bei Gewerbe/Handel/Dienstleistung müssten sich langfristig die LEDs sowie die IE-Motoren positiv in der Effizienz bemerkbar machen.

Der elektrische Anteil am Verkehrssektor brachte erhebliche Einsparungen. Der steigende Anteil der Elektroautos lässt aber den Anteil der elektrischen Energie in Zukunft erheblich steigen [5].

## 3.6 Der Rebound-Effekt

### Was ist der „Rebound-Effekt“?

Mit Rebound (englisch für Abprall) werden Effekte bezeichnet, die dazu führen, dass das Einsparpotenzial von Effizienzsteigerungen nicht, oder nur teilweise, verwirklicht wird. Idealerweise erwarten wir, dass sich eine Effizienzmaßnahme in entsprechenden Einsparungen niederschlägt. Je größer aber

Der Rebound-Effekt mindert Energieeinsparung durch Energieeffizienz um 10 %

die Differenz zwischen erwarteter und tatsächlicher Einsparung, umso größer ist der Rebound-Effekt. Unter Umständen führt eine Effizienzsteigerung sogar zu erhöhtem Energieverbrauch. Wenn ein von der Effizienzsteigerung unabhängiger Anstieg des Energieverbrauchs die Effizienzgewinne vermindert, liegt kein Rebound vor.

Der Rebound-Effekt ist ein prozentualer Anteil des theoretischen Einsparpotenzials von Effizienzsteigerungen, der durch das Verhalten der Verbraucher nicht eingespart werden kann. Bei einer Effizienzsteigerung um 20 % wird beispielsweise erwartet, dass der Ressourcenverbrauch um 20 % abnimmt. Wenn dieser aber nur um 10 % zurückgeht, beträgt die Größe des Rebound-Effekts 50 %.

#### **Direkter Rebound**

Der direkte Rebound-Effekt bezeichnet die erhöhte Nachfrage nach dem gleichen Gut. Eine Energiedienstleistung, die effizienter angeboten wird, wird billiger. Was billiger wird, wird stärker nachgefragt. So wird z. B. durch eine effizientere Lampe Energie eingespart, die dann aber möglicherweise für längere Beleuchtungszeiten (z. B. nachts) verwendet wird.

#### **Indirekter Rebound**

Wer dank Effizienzsteigerung Energie und damit Geld spart, gibt das Geld für anderes aus, das ebenfalls Energie verbraucht. Dadurch steigt die Nachfrage nach zusätzlichen Produkten, die für die Herstellung, den Betrieb und die Entsorgung ebenfalls Energie benötigen. So wird nach dem Kauf eines effizienten Autos beispielsweise Benzin eingespart. Das Geld aus dieser Einsparung kann dann für eine Flugreise genutzt werden.

#### **Makroökonomischer Rebound-Effekt**

Die eingesparte Energie kursiert als zusätzliches Angebot auf dem (weltweiten) Markt. Ein zusätzliches Angebot senkt den Preis, was die Nachfrage stimuliert. In anderen Worten: Was einer spart, verbraucht der andere. Dadurch wird insgesamt weniger Energie eingespart, als durch die Effizienz erwartet wurde. Dieser Effekt beinhaltet sowohl direkte, als auch indirekte Rebound-Effekte.

#### **Energieeffizienzstrategie: Rebound mitdenken**

Was für den eigenen Geldbeutel noch überschaubar scheint, kann sich auf eine Volkswirtschaft mit Millionenpopulation in ganz anderen Dimensionen auswirken. Deswegen wird der Rebound-Effekt bei der Energiewende und der damit verbundenen Steigerung der Energieeffizienz mitgedacht.

Aufgrund des Rebound-Effektes auf Energieeffizienz zu verzichten, kann sicherlich keine Lösung sein. Ziel sollte es vielmehr sein, bewusst zu sparen und die Chancen durch die Energieeffizienz gezielt zu nutzen.

In der Literatur wird davon ausgegangen, dass der Rebound-Effekt die Energieeinsparung mittels Energieeffizienzmaßnahmen im Schnitt um 10 % mindern wird, wobei die Werte einzelner Studien zwischen 0 % und 30 % schwanken.

## 4 Umfeld und Rahmenbedingungen

### 4.1 Rechtliche Grundlagen unseres Energieversorgungssystems

Auf welchen rechtlichen Grundlagen basiert unser Energieversorgungssystem? Die EU hat sich auf ein Richtlinien- und Zielpaket geeinigt, das Zielvorgaben für Klimaschutz und Energieverbrauch bis 2020 enthält. Auch die Bundesrepublik hat Leitlinien für eine umweltbewusste, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung beschlossen. Die als Plakat gestaltete Gesetzeskarte des BMWi, stellt die entsprechenden Verordnungen und Richtlinien auf europäischer und nationaler Ebene dar und informiert kurz und prägnant über die wichtigsten Inhalte und Zusammenhänge der deutschen und europäischen Energiepolitik. Die Steigerung der Energieeffizienz ist eine Querschnittsaufgabe, die nur gesamtgesellschaftlich bewältigt werden kann. Sie liegt auch im Interesse der Energieverbraucher, da eine Erhöhung der Energieeffizienz wesentlich zu einer Senkung der Energiekosten beiträgt.

Die Gesetzeskarte für das Energieversorgungssystem finden Sie unter:

<http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/gesetzeskarte.html>

### 4.2 EU-Energieeffizienz-Richtlinie

#### **Energieeffizienz im Bereich Industrie, Gebäudeanwendungen und Verkehr**

Bei steigenden Energiepreisen und knappen Energieressourcen hängen Wohlstand und Wettbewerbsfähigkeit immer mehr von der Fähigkeit ab, den Einsatz von Energie möglichst effizient zu gestalten. Das gilt für die Industrie genauso wie für Privathaushalte und den Verkehrssektor.

Deutschland muss den größten Teil seiner benötigten Energieträger importieren. Schon deswegen besteht in Deutschland eine jahrzehntelange Tradition, schonend mit Ressourcen umzugehen, Energie einzusparen und trotzdem einen hohen Lebensstandard zu sichern. Der Primärenergieverbrauch beträgt in Deutschland weniger als sieben Gigajoule pro 1.000 Euro Bruttoinlandsprodukt (BIP). Bezogen auf den Energieverbrauch, gehört die Bundesrepublik damit zu den produktivsten Industrienationen der Welt. Der Primärenergieverbrauch erreichte 2007 den niedrigsten Wert seit mehr als 25 Jahren, obwohl sich das Bruttoinlandsprodukt in diesem Zeitraum mehr als verdoppelt hat.

„Made in Germany“ steht seit Langem für Qualitätsprodukte. Aber mehr und mehr wird deutsche Technologie auch als überdurchschnittlich energieeffizient wahrgenommen: Deutschland gilt als internationaler Markt- und Innovationsführer im Bereich Energieeffizienztechnologien. Das zeigt auch die überdurchschnittlich hohe Anzahl von Patentanmeldungen in den Bereichen „Effiziente Gebäudetechnik“, „Energieeffiziente Verfahren und Prozesse in der Industrie“ sowie „Energieeffiziente industrielle Querschnittstechnologien“. In diesen Bereichen stammten in den Jahren 2002 bis 2004 insgesamt 30 % bis 40 % der weltweiten Patentanmeldungen von deutschen Forschern und Unternehmen.

So wird beispielsweise der Weltmarkt für Brennwerttechnologie für Gas- und Ölheizkessel, mit der sich Wirkungsgrade von nahezu 100 % erreichen lassen, fast ausschließlich von der deutschen Heizungsindustrie bedient. Gleiches gilt für den Markt für Systemtechnik zur Nutzung Erneuerbarer Energiequellen.

Internationale Kunden deutscher Unternehmen profitieren vom stabilen Heimatmarkt für Energieeffizienzprodukte. Seine Kontinuität bietet Unternehmen Planungssicherheit. Die Industrie kann so Anlagen und Komponenten laufend optimieren und Innovationen im realen Betrieb überprüfen. Mit rund 8 Mrd. Euro Umweltschutzinvestitionen, darunter ein Großteil an Investitionen in die Energieeffizienz, und knapp 3 Mrd. Euro Exportvolumen für Umweltschutzinvestitionsgüter gehört Deutschland auch hier zu den führenden Anbietern.

### 4.3 Ökodesign-Richtlinie

Im Oktober 2009 trat die Ökodesignrichtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates zur „Schaffung eines Rechtsrahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte“ in Kraft. Sie löste damit eine Fassung ab, welche nur auf energiebetriebene Produkte beschränkt war, und soll die stärkere Marktdurchdringung effizienter Produkte im EU-Binnenmarkt erreichen.

In Deutschland erfolgt die Umsetzung der Richtlinie durch das „Energiebetriebene-Produkte Gesetz“ (EBPG). Die Anpassung des auf EU-Ebene bereits in Kraft gesetzten Anwendungsbereichs, trat national erst in Form des „Energieverbrauchsrelevante-Produkte Gesetzes“ (EVPG) auf.

Das EVPG trifft im Wesentlichen die Regelung, dass energieverbrauchsrelevante Produkte, die von einer Durchführungsmaßnahme erfasst werden, in Deutschland nur dann in Verkehr gebracht oder – soweit sie nicht in Verkehr gebracht werden – in Betrieb genommen werden dürfen, wenn sie die in der jeweiligen Durchführungsmaßnahme formulierten Anforderungen erfüllen. Die Überwachung obliegt den Bundesländern.

Die Ökodesign-Richtlinie sieht vor, Mindesteffizienzanforderungen für verschiedene Produktgruppen im Rahmen einzelner Durchführungsmaßnahmen festlegen zu können. So sollen besonders ineffiziente Geräte nach und nach vom EU-Binnenmarkt verschwinden. Dies trägt dazu bei, die nationalen und europäischen Klimaschutzziele zu erreichen. Umgesetzt werden die Anforderungen in Form von EU-Verordnungen. Sie bieten die Möglichkeit, dass sich die Industrie freiwillig zu Mindesteffizienzstandards verpflichtet.

Um die fachliche Diskussion national zu bündeln, hat das Bundesumweltministerium die Einrichtung eines „EuP-Netzwerks“ initiiert. Dort sind auch nähere Informationen über den Prozess der Erarbeitung sowie den aktuellen Stand der einzelnen Durchführungsmaßnahmen zu finden.

Die Ökodesign-Richtlinie erfasst alle energieverbrauchsrelevanten Produkte bzw. Produktgruppen außer Fahrzeuge,

- die europaweit ein Marktvolumen von mehr als 200.000 Stück pro Jahr besitzen,
- von denen erhebliche Umweltauswirkungen ausgehen und
- die ein hohes Potenzial bei der Verbesserung der Umweltverträglichkeit aufweisen.

In sogenannten Durchführungsmaßnahmen wird festgelegt, welche produktspezifischen Ökodesign-Anforderungen an das Produkt einer Produktgruppe gestellt werden. Es kann sich dabei sowohl um Anforderungen zur qualitativen und quantitativen Beschreibung wesentlicher Umweltaspekte handeln als auch um quantifizierte Anforderungen zu ausgewählten Umweltaspekten (z. B. Limitierungen des Energie- und Ressourcenverbrauchs oder der Schadstoffkonzentrationen im Gerät). Diese Durchführungsmaßnahmen werden automatisch in allen EU-Mitgliedsstaaten gültig.

Die Ökodesign-Richtlinie zielt darauf ab, verpflichtende Mindestanforderungen für einzelne Produktgruppen festzulegen. Während die Richtlinie nur den Rahmen setzt, werden produktgruppenspezifische Durchführungsmaßnahmen (bislang ausnahmslos Verordnungen) in einem nachgeschalteten Prozess erarbeitet, sofern keine einschlägigen Selbstregulierungsinitiativen der Industrie (SRI) vorliegen.

Nachdem eine Produktgruppe in das Arbeitsprogramm aufgenommen wurde, sind die Schritte auf dem Weg zu verbindlichen Verordnungen folgende:

1. Vorstudie: Zusammenstellung von Hintergrundmaterial
2. Arbeitsdokument: erster Entwurf der EU-Kommission und Diskussion mit dem Konsultationsforum – hier können je nach Verlauf der Diskussionen mehrere Entwürfe erfolgen
3. Entwurf einer Verordnung zur Abstimmung im Regelungsausschuss
4. Übermittlung des Entwurfs an das EU-Parlament zur Kontrolle
5. Rechtskräftige Verordnung: Veröffentlichung im EU-Amtsblatt

Produktgruppen und Verordnungen zur Ökodesign-Richtlinie sind in Anhang 2 aufgeführt.

#### **CEN-GENELEC-Koordinierungsgruppe für Ökodesign**

Die Koordinierungsgruppe für Ökodesign (Eco-CG) wurde 2014 von CEN und CENELEC gegründet. Sie ist eine Koordinierungsgruppe zum Koordinieren und Beraten bei Normungsaktivitäten im Bereich Ökodesign (siehe Abbildung 15).

Hauptaufgabe der Eco-CG ist die Sicherstellung einer ordnungsgemäßen Kommunikation zwischen allen Beteiligten sowie die Koordinierung der Ökodesign-Aktivitäten und deren Kohärenz zwischen der Europäischen Kommission (EC), dem CEN-GENELEC Management Centre (CCMC) sowie den Technischen Komitees (TCs) von CEN und CENELEC und zwischen den TCs selbst.

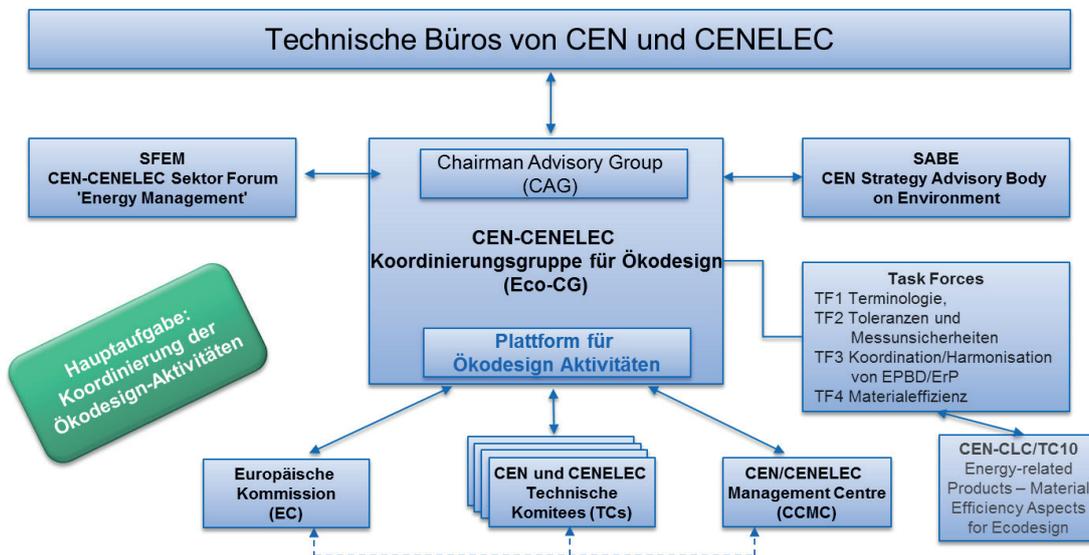
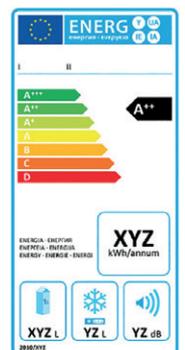


Abbildung 15 – Struktur der Koordinierungsgruppe für Ökodesign (Eco-CG)

## 4.4 Energieverbrauchskennzeichnung (Energie label)

Das Energie label dient der Darstellung der Energieeffizienz von Haushaltsgeräten. Es schafft eine europaweit einheitliche Markttransparenz über den Energieverbrauch von Produkten und bietet den Verbrauchern wichtige Informationen für die Kaufentscheidung zugunsten des preiswertesten energieeffizientesten Geräts.

Zugleich unterstützt das Energie label den Einzelhandel darin, den Endverbraucher über die energetischen Eigenschaften der Produkte zu beraten. Es zeigt auch weitere Informationen zum Einsatz von Energie oder anderen Ressourcen: z. B. Wasserverbrauch oder Geräusch. Dies schafft Anreize für Hersteller, ihr Produktangebot fortlaufend im Hinblick auf Energieeffizienz zu optimieren. Die Energieverbrauchskennzeichnung unterstützt somit die Marktentwicklung hin zu hocheffizienten Produkten.



Energielabel sind verpflichtend für alle regulierten Geräte, die auf dem EU-Markt gehandelt werden und sollten am Point-of-Sale auf jedem Gerät sichtbar sein.

Die rechtliche Grundlage für die Kennzeichnung von Produkten mit dem europäischen Energie label ist die seit November 2017 geltende Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung. Diese ersetzt die Richtlinie 2010/30/EU, welche im Mai 2010 der Richtlinie 92/75/EWG folgte, die schon seit den neunziger Jahren Grundlage für die Kennzeichnungspflicht in der EU ist.

Die neue Energielabel-Verordnung gilt für alle energieverbrauchsrelevanten Produkte. Dies schließt u. a. die Produktkategorie „Fenster“ mit ein. Wesentlicher Bestandteil der neuen Verordnung ist das „Reskalieren“. Hierdurch werden die bei einigen Geräten eingeführten Klassen A+, A++ und A+++ wieder entfallen. Diese Ergänzung findet bei manchen Gerätekategorien über mehrere Jahre in einzelnen Schritten statt.

Die Produktkennzeichnung hängt eng mit den aufgrund der Ökodesign-Richtlinie verabschiedeten Durchführungsmaßnahmen zusammen. Die Entscheidung darüber, welche Umweltparameter neben dem Energieverbrauch (z. B. der Wasserverbrauch bei Waschmaschinen) als relevant für die Kennzeichnung eines bestimmten Produkts angesehen werden, erfolgt auf Grundlage der entsprechenden Ökodesign-Durchführungsmaßnahme und der für diese im vorangegangenen Prozess erstellten Vorstudie. Weiterhin ist eine Abstimmung und Synchronisierung der Prüfmethode der beiden Regulierungsfelder „Energielabel“ und „Ökodesign“ wesentlich. Dies wird mit großem Engagement in den zuständigen Normungsgremien verfolgt.

In Deutschland wurde die EU-Rahmenrichtlinie zur Energieverbrauchskennzeichnung von Produkten mit der Neufassung des Energieverbrauchskennzeichnungsgesetzes (EnVKG) und mit der Novellierung der Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung (EnVKV) umgesetzt. Beide Vorschriften sind am 17. Mai 2012 in Kraft getreten (BGBl. I S. 1070). Ziel dieser beiden Umsetzungsakte ist es, die Marktüberwachung der Produktkennzeichnung zu verbessern. Dies geschieht durch die Erweiterung der Vollzugsbefugnisse und -pflichten der Länder in der Marktüberwachung in Übereinstimmung mit der Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des europäischen Parlamentes und des Rates. Eine gut funktionierende Marktüberwachung sichert die Wettbewerbsgleichheit zwischen den Unternehmen und sorgt für korrekte Verbraucherinformationen. Für welche konkreten Produktgruppen das EU-Effizienzlabel gilt, ergibt sich aus den produktspezifischen Rechtsakten der EU-Kommission. Hier ist auch festgelegt, ab wann für die einzelnen Produktgruppen die Pflichten für Hersteller und Händler greifen und welche Übergangsbestimmungen gelten.

Produktgruppen und Verordnungen zur Energielabel-Richtlinie sind in Anhang 3 aufgeführt.

**Eine Verknüpfung verschiedener Politikinstrumente kann zu positiven Marktentwicklungen führen.** Energielabel und Steuervergünstigungen heizen den Markt an. Das Ökodesign stellt Mindestanforderungen an die Produkte.

#### Das Internetlabel

Die Verordnung (EU) 518/2014 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU, führte 2015 die Darstellung der Energieeffizienz von Produkten für den Online-Verkauf, die Online-Vermietung und den Online-Teilzahlungskauf verbindlich ein. Sie macht das EU-Energielabel mit Farbskala und Angaben zur besten Energieeffizienzklasse der Produktklasse für Onlineshops zur Pflicht, welche mit einer neuen Modellkennung ab dem Zeitpunkt des Inkrafttretens in Verkehr gebracht werden. Damit soll die Onlinetransparenz beim Kauf von energieverbrauchsrelevanten Produkten erhöht werden.



## 4.5 Das neue Energielabel „ErP“

Laut Verabschiedung der Europäischen Union (EU) müssen seit September 2015 alle Hersteller von Raumheizgeräten, Kombiheizgeräten, Verbundanlagen aus Raumheizgeräten, Warmwasserbereitern und Warmwasserspeichern, die neue Ökodesignrichtlinie sowie das neue Energielabel umgesetzt haben. Die gesetzliche Verordnung für energierelevante Produkte (Energy related Products) – kurz ErP genannt – bewertet unterschiedliche Geräte und teilt diese in verschiedene Effizienzklassen ein.

Was jeder bereits von Kühlschränken, Fernsehgeräten und Waschmaschinen kennt, ist dann auch für Heizgeräte und Warmwassergeräte umgesetzt. Heizungswärmepumpen, Warmwasserwärmepumpen, Solarspeicher und indirekte Speicher sind so mit einem europaweit einheitlichen Energielabel versehen (siehe Abbildung 16).

Die Bewertung der Heizungswärmepumpen erfolgt durch eine Einteilung in neun Effizienzklassen. A++ gilt als beste Energieeffizienzklasse, G kennzeichnet Geräte mit deutlich schlechteren Werten. Die Energieeffizienzklassen werden bei Heizungswärmepumpen anhand einer Jahresarbeitszahl (SCOP) ermittelt. Diese ist zum einen von der Klimaregion und zum anderen vom potenziellen Heizsystem abhängig. Europa wird daher in drei Klimaregionen unterteilt. Für Radiatoren und Fußbodenheizungen werden die unterschiedlichen Vorlauftemperaturen und möglichen Energieeffizienzklassen auf den Energielabels dargestellt.

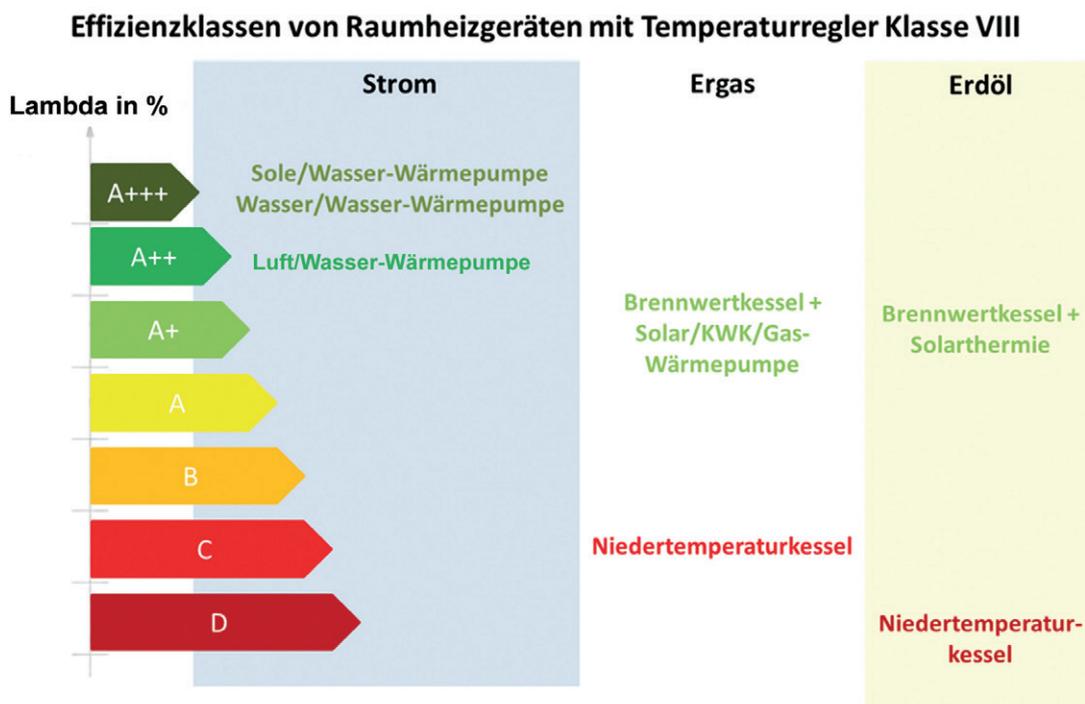


Abbildung 16 – Energielabel – Einordnung Produktlabel [6]

## 4.6 EU-ENERGY-STAR-Programm



Der ENERGY STAR ist eine freiwillige spezifische Kennzeichnung. Ursprünglich in Amerika 1992 ins Leben gerufen, diente sie zur Identifizierung von Verbrauchergeräten (Bürogeräte), die gewisse Standards hinsichtlich des Energieverbrauchs beachteten. 2001 unterzeichnete die Europäische Union ein Abkommen mit der US EPA, so dass ENERGY STAR auch in Europa (nur für Bürogeräte) eingeführt wurde. Es ist nicht Teil der Ökodesign-Regulierung.

## 4.7 Das europäische Ökolabel



Das europäische Ökolabel unterliegt keinerlei verpflichtenden Regelungen. Es wurde 1992 eingeführt, um Unternehmen zu motivieren, umweltfreundlichere Produkte und Dienstleistungen zu vermarkten. Umweltfreundliche Produkte oder Dienstleistungen sind durch die „Euroblume“ für Konsumenten leicht erkennbar. Das Ökolabel ist in den Hintergrund geraten.

## 4.8 Gesetz der Energiedienstleistungen und -effizienzmaßnahmen (EDL-G)

Die wichtigsten Inhalte dieses Gesetzes umfassen:

- 1) die Ermächtigung der Bundesregierung für das Jahr 2017, einen generellen nationalen Richtwert für die Energieeinsparung festzulegen sowie
- 2) Vorgaben an Energieunternehmen zu richten, die zur Entwicklung und Förderung eines Markts für Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen beitragen. Die Vorgaben umfassen vor allem Informationspflichten und ggf. eine Sorgspflicht der Energieunternehmen für ein ausreichendes Angebot an Energieaudits.

Das Gesetz enthält außerdem Regelungen zur Vorbildfunktion der öffentlichen Hand. Die bestehende Bundesstelle für Energieeffizienz, eingerichtet beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), wurde mit weiteren Erfassungs- und Unterstützungsaufgaben beauftragt.

## 4.9 Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG)

Zentrales Instrument der Europäischen Union zur Bekämpfung des Klimawandels und Steigerung der Energieeffizienz ist der Emissionshandel. Seit 2005 wird für fossile Kraftwerke und Industrieanlagen, in denen Kohlendioxid entsteht,

- eine Obergrenze der jährlich zulässigen Emissionen festgelegt,
- für die zulässige Menge an Emissionen Zertifikate vergeben oder versteigert
- der Handel mit Zertifikaten ermöglicht.

Der Wert der zur Zeit gehandelten Emissionszertifikaten muss sich verteuern um einen Einspareffekt zu bewerkstelligen.

## 4.10 Energieeinspargesetz (EnEG)

Das Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (Energieeinsparungsgesetz – EnEG) wurde im Zuge der ersten Ölkrise 1976 verabschiedet und zuletzt 2005 neu bekannt gemacht.

Ziel ist die Energieeinsparung bei Gebäuden.

Das Gesetz ermächtigt die Bundesregierung, Details des Wärmeschutzes durch die Energieeinsparverordnung so zu regeln, dass beim Heizen und Kühlen vermeidbare Energieverluste unterbleiben (§ 1 Abs. 1 EnEG).

## 4.11 Energieeinsparverordnung (EnEV)

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) sowie das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) bilden wesentliche Instrumente der Energieeffizienzpolitik der Bundesregierung. Das novellierte EnEG ist am 13. Juli 2013 in Kraft getreten. Die EnEV trat zum 1. Mai 2014 in Kraft. Die Kernelemente der EnEV-Novelle sind:

- Anhebung der Effizienzstandards für Neubauten: Erhöhung der Anforderungen um ca. 25 % (Primärenergiebedarf) bzw. ca. 20 % (Wärmedämmung der Gebäudehülle) ab 1. Januar 2016.
- Gebäudebestand: Keine Anhebung der Anforderungen im Falle der Änderung von Außenbauteilen bestehender Gebäude. Lediglich zwei nicht mehr zeitgemäße Sonderfälle (Austausch von Schaufenstern und Außentüren) werden an das Niveau der EnEV 2009 herangeführt.
- Einführung der Pflicht zur Angabe energetischer Kennwerte in Immobilienanzeigen bei Verkauf und Vermietung.
- Verdeutlichung der bestehenden Pflicht zur Vorlage des Energieausweises gegenüber potenziellen Käufern und Mietern (Energieausweis muss bei Besichtigung des Kauf- bzw. Mietobjekts vorgelegt werden).
- Einführung der Pflicht zur Übergabe des Energieausweises an den Käufer oder neuen Mieter.
- Erweiterung der bestehenden Pflicht zum Aushang von Energieausweisen in behördlich genutzten Gebäuden mit starkem Publikumsverkehr auf kleinere Gebäude.
- Einführung der Pflicht zum Aushang von Energieausweisen in bestimmten Gebäuden mit starkem Publikumsverkehr, der nicht auf einer behördlichen Nutzung beruht.
- Einführung eines unabhängigen Stichprobenkontrollsystems für Energieausweise und Berichte über die Inspektion von Klimaanlage.
- Aufnahme von Effizienzklassen in Energieausweisen für Wohngebäude sowie Pflicht zur Angabe in Immobilienanzeigen bei Verkauf und Vermietung.
- Pflicht zur Außerbetriebnahme von Konstanttemperaturheizkesseln, die vor dem 1. Januar 1985 oder die vor mehr als 30 Jahren eingebaut wurden (bisheriger Stichtag: Januar 1978; Kessel in bestimmten selbst genutzten Ein- und Zweifamilienhäusern sind weiterhin ausgenommen).
- Ein Teil der neuen Pflichten ist bußgeldbewehrt.

## 4.12 Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden 2010/31/EU

Die EU-Gebäuderichtlinie (Directive on Energy Performance of Building, EPBD) trat im Juli 2010 in Kraft und soll durch Ihre Vorschriften dazu beitragen, dass alle neuen Gebäude in der EU ab 2021 nahezu auf dem Niveau von Null-Energie-Häusern gebaut werden müssen. Dies soll den Energiebedarf und die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudesektor senken, womit zusätzlich die Abhängigkeit von Energieimporten deutlich reduziert wird.

Als erstes sind alle Mitgliedstaaten dazu aufgefordert, anzugeben, wie sie diese Vorgaben umsetzen wollen. Aber nicht nur Neubauten sind von der Richtlinie betroffen: auch wenn ein Altbau erweitert oder saniert wird, müssen die Mindestanforderungen erfüllt werden.

## 4.13 Energiewende

Die Energiewende ist eine der wichtigsten und schwierigsten wirtschafts- und umweltpolitischen Aufgaben in Deutschland. Als Energiewende bezeichnet man den Umbau der deutschen Energieversorgung: weg von Öl, Kohle, Gas und Kernkraft hin zu Erneuerbaren Energiequellen.

Neben der Energieeinsparung durch Effizienzmaßnahmen sind der vollständige Atomausstieg bis zum Jahr 2022, die Steigerung der Energieeffizienz zur rationelleren Nutzung von Primärenergieträgern, eine größere Unabhängigkeit von Energieimporten wie Erdöl und Erdgas und eine Stärkung des Wirtschaftsstandorts Deutschland durch Innovationen im Energiesektor angepeilte Ziele. Zudem soll die Stromversorgung bis zum Jahr 2025 zu 40 % bis 45 % und bis 2035 dann zu 55 % bis 60 % aus Erneuerbaren Energiequellen stammen.

Neben Umwelt und Klima soll auch die deutsche Volkswirtschaft von der Energiewende profitieren – vor allem soll die Abhängigkeit von den internationalen Erdöl- und Erdgasimporten verringert werden. Deutschland importiert bislang Kohle, Öl und Gas im Wert von jährlich rund 80 Mrd. Euro. Diese Summe soll in den kommenden Jahren durch heimische Wertschöpfung im Bereich der Erneuerbaren Energiequellen schrittweise ersetzt werden.

Darüber hinaus ergeben sich durch diese Maßnahmen zusätzliche Exportchancen und die Aussicht auf mehr Arbeitsplätze. Alleine der Ausbau der Erneuerbaren Energiequellen bringt derzeit über 371.000 Menschen Beschäftigung. Eine weitere zentrale Aufgabe besteht darin, die „zweite Säule“ der Energiewende zu stärken – die sparsamere, effizientere Nutzung der Energie.

Bei der Steigerung der Energieeffizienz kommt vor allem der energetischen Sanierung von Altbauten eine besondere Bedeutung zu. Sie wird von der Bundesregierung gezielt gefördert, um die CO<sub>2</sub>-Emission im Gebäudebereich nachhaltig zu reduzieren, da sie mit 40 % einen Löwenanteil am Gesamtausstoß darstellt.



## 4.14 Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE)

Die Energieeffizienz ist die zweite Säule der Energiewende. Der „Nationale Aktionsplan Energieeffizienz“ (NAPE) beschreibt die Energieeffizienzstrategie der Bundesregierung für die 18. Legislaturperiode. Energieeffizienz und Energiesparen sind mehr als nur Schlagworte. Die weltweite Nachfrage nach Energie wird weiter steigen, was sich perspektivisch auch im Energiepreis niederschlagen wird. Damit wird der effiziente Umgang mit Energie, neben dem weiteren Ausbau der Erneuerbaren Energiequellen, zum Kernelement, das den Standort Deutschland weiterhin international an der Weltspitze halten zu können versucht. Dabei geht es nicht nur um das Energiesparen zur Reduzierung der Energiekosten in Industrie, im Gewerbe oder bei den privaten Verbrauchern. Es geht vielmehr auch um neue Geschäftsmodelle, neue Innovationen für Energiesparmaßnahmen und innovative neue Produkte, mit denen die deutsche Wirtschaft auf den Weltmärkten punkten kann. Gleichzeitig stellt die Energieeffizienz einen wichtigen Bestandteil der Investitionsstrategie für Deutschland dar. Die Rentabilität von Energieeffizienzinvestitionen ist in der Regel höher als die derzeit zu erzielende Rendite von langfristigen Anlagen auf dem Kapitalmarkt. Gerade bei kleineren und mittleren Unternehmen kann die Rentabilität von Energieeffizienzinvestitionen bei 20 % bis 25 % liegen. Dies zeigt deutlich, welch riesiges Potenzial in der Steigerung der Energieeffizienz liegt.

Der NAPE zielt darauf ab, alle gesellschaftlichen Akteure für Steigerungen der Energieeffizienz zu gewinnen und einzubinden. Durch den NAPE sollen Möglichkeiten und Chancen für alle gesellschaftlichen Akteure aufgezeigt und das Engagement für Energieeffizienz positiv belegt werden. Mit einem intelligenten Mix aus Beratung, Kommunikation und Aufklärung über lohnende Effizienzmaßnahmen, Fördermaßnahmen sowie dem Setzen von Standards für Neuanlagen enthält der NAPE einen Instrumentenmix, der Lust auf Energieeffizienz macht und einen ersten Schritt zur Hebung der riesigen Potenziale entwickelt. Der NAPE definiert Sofortmaßnahmen und weiterführende Arbeitsprozesse, die den Kern der Energieeffizienzstrategie der 18. Legislaturperiode bildeten.

Zu den überwiegend bereits umgesetzten zentralen Sofortmaßnahmen des NAPE zählen

- die Einführung neuer wettbewerblicher Ausschreibungen für Energieeffizienz,
- die Erhöhung des Fördervolumens für die Gebäudesanierung und die Einführung einer von Bund und Ländern getragenen steuerlichen Förderung von Effizienzmaßnahmen im Gebäudesektor,
- die Schaffung von Energieeffizienznetzwerken gemeinsam mit Industrie und Gewerbe.

## 4.15 Energieeffizienz-Marktbericht 2015

Die International Energy Agency (IEA) berichtet in ihrem [Energieeffizienz-Marktbericht 2015](#), dass der Pro-Kopf-Energieverbrauch in den IEA-Ländern (Europa, Australien, USA, Kanada, Japan, Südkorea usw.) auf ein seit den 1980er Jahren nicht mehr gesehenes Niveau gesunken ist. Auch war das Pro-Kopf-Einkommen nie höher. Die Investitionen in Energieeffizienz in den letzten 25 Jahren sind der Hauptgrund für diese Entkopplung von Energieverbrauch vom Wirtschaftswachstum und haben es ermöglicht, dass die Verbraucher in den IEA-Ländern 5,7 Bio. USD weniger für Energie ausgaben, während sie höhere Energiedienstleistungen genossen. Die Renditen von Investitionen in Energieeffizienz sind nicht auf rein finanzielle Gewinne begrenzt; der Energieeffizienz-Marktbericht 2015 (EEMR 2015)

untersucht strategische Renditen für Verbraucher, Industrie (inklusive Energieversorger) und Regierungen hinsichtlich der Verbesserungen der Energieproduktivität und Energiesicherheit und der Verringerung der Treibhausgasemissionen (THG).

Im Jahr 2014 erhöhte sich der geschätzte vermiedene Gesamtendverbrauch (TFC) aufgrund von Energieeffizienz-Investitionen auf mehr als 520 Mio. Tonnen Öläquivalent (Mtoe) oder 22 Exajoule (EJ). Unterstützt von Richtlinien, die strategische Renditen liefern, wird erwartet, dass der Energieeffizienz-Markt mittelfristig wächst – auch im aktuellen Kontext niedrigerer Ölpreise.

#### **Energieeffizienz-Marktbericht 2015 Highlights**

- Die Energieintensität der Länder der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) verbessert sich in 2014 um 2,3 %. Der OECD-Energieverbrauch ist jetzt so niedrig wie im Jahr 2000, während das BIP um 8,5 Bio. USD angewachsen ist, ein Anstieg von 26%. Dies deutet darauf hin, dass diese Länder das Wirtschaftswachstum erfolgreich vom Energieverbrauchswachstum entkoppelt haben, wobei die Energieeffizienz der wichtigste Faktor ist.
- Die Sicherheit der Energieversorgung in den IEA-Ländern verbessert sich mit gesteigerter Energieeffizienz. Allein im Jahr 2014 wurden mindestens 190 Megatonnen Öleinheiten (7.790 Petajoule [PJ]) von Primärenergieeinfuhren in IEA-Ländern vermieden, was bei den Import-Rechnungen 80 Mrd. USD erspart.
- Verbesserungen der Energieeffizienz in den IEA-Ländern haben seit 1990 zusammengerechnet 10,2 Mrd. Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden und dazu beigetragen, das 2-Grad-Erwärmungsziel leichter erreichbar zu machen.
- Investitionen weltweit in Energieeffizienz in Gebäuden, die mehr als 30 % des weltweiten Energiebedarfs ausmachen, betragen Schätzungen zufolge 90 Mrd. USD (+/-10 %), mit steigender Tendenz.
- Der Stromverbrauch hat sich in den IEA-Ländern zum Teil als Folge der Verbesserung der Energieeffizienz abgeflacht; Investitionen in Energieeffizienz seit 1990 sparten im Jahr 2014 2.200 TWh. Angesichts des abgeflachten Strombedarfs, diversifizieren verschiedene Elektrizitätswerke in Energieeffizienz-Dienstleistungsunternehmen, um Gewinne zu steigern.

#### **Energieeffizienz: Virtuelle Versorgung von mehr als 500 Mtoe**

In den letzten zehn Jahren ist Energieeffizienz für die Senkung des Energieverbrauchs in den IEA-Ländern der wichtigste Faktor gewesen. Allein im Jahr 2014 erzeugten die seit 1990 unternommenen Investitionen in Energieeffizienz in den IEA-Ländern 520 Mtoe (22 EJ) an vermiedenem Gesamtendverbrauch (TFC). Das ist mehr als der jährliche Gesamtendverbrauch (TFC) von Japan und Korea zusammen. Der vermiedene Gesamtendverbrauch (TFC) dank Energieeffizienz hat sich im Jahr 2014 um 10 % oder 46 Mtoe (1.930 PJ) erhöht, die schnellste Rate in fast einem Jahrzehnt.

Rechnet man alle seit 1990 getätigten Investitionen zusammen, ergibt sich ein vermiedener Energieverbrauch von 256 EJ (6.120 Mtoe), wobei Verringerungen in der Strom- und Erdgasnutzung dominieren. Energieeffizienz ermöglicht, ebenso wie andere Brennstoffe, eine gestiegene Nachfrage nach Energiedienstleistungen zu befriedigen, doch ihre Rolle im Energiesystem wird oft übersehen. Diese virtuelle Versorgung durch Energieeffizienz steht zunehmend im Wettbewerb mit Öl, Gas, Strom und anderen traditionellen Komponenten des Gesamtendverbrauchs (TFC).

### Diverse Investitionsrenditen kennzeichnen die vielfältigen Vorteile von Energieeffizienz

Der durch Energieeffizienz vermiedene Energieverbrauch liefert beträchtliche finanzielle Erträge; die in den letzten 25 Jahren, aufgrund von Investitionen in Energieeffizienz vermiedenen Ausgaben in den IEA-Ländern, können auf 5,7 Bio. USD für Energieverbraucher bewertet werden, mehr als das BIP von Japan oder Deutschland in 2014. Allein im Jahr 2014 beliefen sich diese vermiedenen Energieausgaben auf über 550 Mrd. USD. Was hier für den Energieverbraucher an Erträgen anfällt, stellt nur einen Teil des Bildes dar.

Investitionen in Energieeffizienz bieten vielfältige Renditen, die über die finanziellen Vorteile für Regierungen, Industrie und Einzelpersonen hinausgehen. Viele der wichtigsten strategischen Ziele der verschiedenen Akteure auf der ganzen Welt können durch Energieeffizienz gefördert werden. Die Investitionen in effiziente Gebäude, Verkehr und industrielle Prozesse können z. B. wirtschaftliche, soziale und ökologische Vorteile liefern.

### Im Inland produziert, unterstützt Energieeffizienz die Energiesicherheit

Im Jahr 2014 wurde es den IEA-Ländern durch die seit 1990 laufenden Investitionen in Energieeffizienz ermöglicht, Primärenergieimporte von mindestens 190 Mtoe (bei vorhandenen Einfuhrstrukturen) mit einem geschätzten Wert von 80 Mrd. USD zu vermeiden. Jedes Land erzeugt lokal Verbesserungen der Energieeffizienz (z. B. durch Verwendung besserer Isolierung und effizienterer Fahrzeuge) und wird damit selbst zu einem Erzeuger von Energieeffizienz-Kraftstoff.

Unter den IEA-Ländern hat Deutschland nach Schätzungen die höchste Reduktion der Einfuhrmenge (55 Mtoe) erzielt und damit Ausgaben von 30 Mrd. USD im Jahr 2014 vermieden. Die vermiedenen Einfuhren aus diesen Investitionen verbesserten die deutsche Handelsbilanz und steigerten Deutschlands Handelsüberschuss im Jahr 2014 um 12 %.

### Eine Null-Emissionen-Energiequelle, Energieeffizienz reduziert die Klimafolgen

Verbesserungen der Energieeffizienz in den IEA-Ländern vermieden im Jahr 2014 870 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> und aufgerechnet bis 1990 sogar 10,2 Gt CO<sub>2</sub>; also wurde im Energiesektor effektiv fast ein Jahreswert der Emissionen von IEA-Ländern in die Atmosphäre vermieden. Bei den Verhandlungen der UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC) in Paris Ende 2015 haben Umweltrenditen durch Energieeffizienz erhöhte Aufmerksamkeit gewonnen. Durch ihr Potential, die Verbrennung von fossilen Brennstoffen zu relativ geringen Kosten zu vermeiden, wird Energieeffizienz mittelfristig eine zentrale Rolle bei den Dekarbonisierungsbemühungen spielen.

Solide Richtlinien werden auch weiterhin die Investitionen in Energieeffizienz fördern. Getrieben durch durchsetzungsfähigere und umfassendere Richtlinien, werden Investitionen in Energieeffizienz auch in einem niedrigen Ölpreisumfeld ansteigen. Mehrere Faktoren weisen darauf hin, dass der Markt für Energieeffizienz mittelfristig stabil bleiben wird. Am wichtigsten ist hierbei die Existenz von starken und immer strengeren Richtlinien, die Energieeffizienzmaßnahmen zu den kostengünstigsten Mitteln zählen, die die Herausforderungen von Energiesicherheit, Produktivität, lokaler Luftverschmutzung und Klimawandel mit zu bewältigen helfen.

### Gebäude sind ein großer und wachsender Markt für Energieeffizienz

Die globalen Energieeffizienz-Investitionen in Gebäude werden im Jahr 2014 auf 90 Mrd. USD (+/-10 %) geschätzt. In Deutschland überschritten die Investitionen in Energieeffizienz 17 Mrd. USD, wobei 75 %

für Wohngebäude und mehr als 60 % für Energieeffizienz-Sanierungen ausgegeben wurden. Die globalen Energieeffizienz-Investitionen in Gebäude werden bis zum Jahr 2020 voraussichtlich auf über 125 Mrd. USD steigen, teilweise angetrieben durch das Erweitern der auf Effizienz gerichteten Maßnahmen. Da Energieeffizienzbestimmungen, -normen und -programme verbessert und im erweiterten Maße umgesetzt werden, werden sich gebäudebezogene Energieeffizienz-Investitionen in den meisten OECD-Ländern erhöhen. Laut IEA-2-Grad-Szenario (2DS) liegt der geschätzte Investitionsbedarf für den globalen Gebäudesektor bis zum Jahr 2020 mit 215. Mrd. USD allerdings noch deutlich über dem geschätzten Wert von 125 Mrd. USD. Energieeffizienz flacht die Nachfrage nach elektrischer Energie in den OECD-Ländern ab und fordert damit die Geschäftsmodelle der Energieversorger heraus.

Die seit 2010 zu beobachtende Abflachung des Stromverbrauchs in den OECD-Ländern beruht im Wesentlichen auf der Energieeffizienz. Allein die Verbesserung der Geräteeffizienz, untermauert durch immer strengere Produktnormen, verminderte die Nachfrage der OECD-Länder nach elektrischer Energie im Jahr 2014 um 430 TWh. Als Reaktion auf das geringe Nachfragewachstum im Sektor elektrischer Energie in den OECD-Ländern diversifizieren sich die Energieversorgungsunternehmen in Richtung Energieeffizienz- und anderer Energiedienstleistungen, um ihre Einnahmen zu steigern. Die wichtigsten europäischen Versorger erzielen mit diesen Produkt- und Servicelinien Umsätze in Milliardenhöhe, mit einem jährlichen Wachstum von 3 % bis 4 %.

#### Verschiedene Akteure bauen aktiv an Energieeffizienz-Märkten

Energieeffizienz spielt beim Erreichen unterschiedlicher nationaler, regionaler und sogar globaler Ziele eine immer wichtigere Rolle und muss dabei, mit politischen Entscheidungsträgern, Unternehmen (einschließlich Energieversorgern) und Verbrauchern als den wichtigsten Marktakteuren Rechnung tragen. In vielen Märkten auf der ganzen Welt treibt die Kombination von Energieeffizienzstrategien und neuen Geschäftsmodellen umfangreiche Investitionen in die Energieeffizienz voran.

## 4.16 Energieeffizienz-Marktaussichten

Neue Dynamiken im Energiesektor haben wichtige Auswirkungen auf die Zukunft des Energieeffizienz-Marktes, sowohl in Deutschland als auch weltweit. Umfassende politische Ankündigungen rund um den Globus werden voraussichtlich dafür sorgen, dass Zielsetzungen in Sachen Energieeffizienz verfolgt werden. Beispiele dafür sind:

- eine nachhaltigere wirtschaftliche Entwicklung,
- reduzierte Importabhängigkeit,
- erhöhte Energiesicherheit und
- geringere lokale Umweltverschmutzungen und Treibhausgasemissionen.

Im Gegenzug dürften stabile und immer strengere Richtlinien das Wachstum des Energieeffizienz-Marktes in den nächsten zehn Jahren erhöhen – z. B. um mehr Kapital für Investitionen in die Energieeffizienz in Gebäuden zu gewinnen.

Der Energieeffizienz-Markt wird sich auch weiterhin entwickeln, wie neue Zyklen von stimulierenden und verzögernden Kräften Wirtschaft und Investitionen beeinflussen. Dennoch ist die zugrundeliegende

Beurteilung des Energieeffizienz-Marktberichtes 2015, dass der Energieeffizienz-Markt in den nächsten Jahren voraussichtlich in Größe, Sichtbarkeit und Bedeutung wachsen wird. Da die Regierungen Wirtschaftswachstum, Energiesicherheit und eine gesündere Umwelt weiterhin priorisieren, bleibt Verbesserung der Energieeffizienz eine wichtige und kostengünstige Maßnahme, um nationale, regionale und internationale Ziele zu erreichen.

## 4.17 Disruptive Technologien – Technologiesprünge

Technologien entwickeln sich permanent weiter – nicht nur inkrementell, sondern immer wieder auch in gewaltigen Schritten. „Eine disruptive Technologie (engl. disrupt – unterbrechen, zerreißen) ist eine Innovation, die eine bestehende Technologie, ein bestehendes Produkt oder eine bestehende Dienstleistung möglicherweise vollständig verdrängt“, so Wikipedia. Beobachten können wir dies auch im Bereich der Energieeffizienz. Nicht selten wird die stetige Effizienzverbesserung der Produkte durch neue Technologien wesentlich vorangebracht, die in bekannte Produkte Eingang finden oder mit diesen konkurrieren. Disruptive Technologien definieren oftmals völlig neue Spielregeln und verändern etablierte Märkte in kurzer Zeit fundamental. Unternehmen müssen daher die Entstehung neuer Technologien schon weit vor deren Marktreife genau beobachten und strategisch bewerten. Nur die frühe Kenntnis disruptiver Technologien lässt Unternehmen ihr zukünftiges Wettbewerbsumfeld antizipieren und sich frühzeitig einen Wettbewerbsvorsprung erarbeiten.

Beispiele solcher Technologiesprünge im Bereich der elektrischen Energieeffizienz sind:

- Flachbildschirme: Sie haben Kathodenstrahlröhren in Fernsehern und Computer-Monitoren ersetzt. Diese Innovation wurde durch die LCD-Technologie möglich gemacht.
- LED-Lampen: Sie ersetzen die Glühlampen und faktisch alle entsprechenden Hochvolt-Halogenlampen. In der Europäischen Union dürfen ab 01. September 2018 Lampen mit einer schlechteren Energieeffizienzklasse als „B“ nicht mehr verkauft werden.
- Wärmepumpentrockner: Sie sind besonders sparsam. Sie bieten gleichen Komfort und Flexibilität wie herkömmliche Kondentrockner – verbrauchen aber bis zu 50 % weniger Strom.

## 4.18 Nutzerverhalten und Energieeffizienz

Selbst kleine Verhaltensänderungen führen zu erstaunlich hohen Einsparerfolgen. Schwierig ist es nur, die Nutzer, ob in Produktion und Verwaltung oder in Haushalt und Freizeit, stärker für die Möglichkeiten und Potentiale der Energieeffizienz zu sensibilisieren.

Beispiele hierfür:

- Spülmaschine statt Handspülen: Es ist bedeutend sparsamer mit der Spülmaschine als von Hand zu spülen. Auch ist ein Vorspülen des Geschirrs nicht erforderlich, bevor es in den Geschirrspüler geräumt wird. Am effizientesten arbeitet eine Spülmaschine, wenn sie voll ist. Vorzugsweise sollte das Eco-Programm gewählt werden.
- Waschmaschine immer komplett füllen: Der Stromverbrauch eines älteren Modells ist in den meisten Fällen unabhängig von der Füllmenge und auch bei einer modernen Maschine mit Mengenautomatik wird beim Sparprogramm mit halber Füllung nur rund ein Drittel Energie gespart und nicht etwa die Hälfte.

## 4.19 Verbraucherrelevante Prüfungen

Es ist weithin anerkannt, dass die Verbraucherrelevanz ein wichtiger Treiber für Normentwicklungen ist. Dies spiegelt sich in politischen Diskussionen und Entwicklungen wider, insbesondere im Rahmen einer neuen Rahmenverordnung zur Energiekennzeichnung. Untersuchungen von Verbraucher- und Umweltorganisationen zeigen jedoch, dass manche Normen Prüfverfahren beschreiben, die Ergebnisse liefern, die sich sehr von dem unterscheiden, was die Verbraucher in der Praxis erzielen.

Geräte werden von unterschiedlichen Nutzern bedient und arbeiten unter verschiedensten Umgebungsbedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit usw.). Sie verbrauchen Energie und manchmal andere Ressourcen (z. B. Wasser und Waschmittel), um die gewünschte Leistung (z. B. saubere Wäsche oder sauberes Geschirr) innerhalb einer bestimmten Zeit zu liefern. Alle diese Parameter beeinflussen sich gegenseitig. Die Umgebungsbedingungen können auch von der Platzierung des Geräts abhängen (z. B. Küche, Keller, Garage, Dachboden) und über das Jahr variieren.

Die Ergebnisse von Produktprüfungen sollen der Praxis möglichst nahekommen. In diesem Sinne muss die Prüfnorm unterschiedliche Situationsbedingungen, Eingangsgrößen und Nutzerverhalten in einer angemessenen Breite berücksichtigen (einschließlich sogar möglicher extremer Bedingungen). Dann können die gemessenen Verbrauchswerte auch als „verbraucherrelevant“ bezeichnet werden.

Viele Normen dienen der Ermittlung vorgeschriebener Grenzwerte, die u. a. in den Ökodesign- und Energiekennzeichnungsvorschriften festgelegt sind. Die in solchen Normen beschriebenen Messverfahren müssen reproduzierbare Ergebnisse zu vertretbaren Kosten liefern. Gleichzeitig sollen sie die Erwartungen und das Nutzungsverhalten der Verbraucher möglichst repräsentativ widerspiegeln.

Eine Norm kann grundsätzlich eine große Palette der in der Praxis vorherrschenden Optionen abdecken. Aber die Gesetzgebung muss dann aus diesen Optionen mit den Zielen vertretbarer Prüfkosten und genauer, relevanter und vergleichbarer Informationen für Verbraucher über den spezifischen Energieverbrauch wählen. Natürlich sollten diese Entscheidungen die Praxis reflektieren. Nichtrelevante Informationen können die Verbraucher irreführen.

In der Waschmaschinennorm ist z. B. eine große Auswahl an zu untersuchenden Waschprogrammen beschrieben. Als Kompromiss zwischen Praxisrelevanz, Verbraucherverhalten und Prüfaufwand wurden in der Verordnung die zwei am häufigsten genutzten Waschprogramme mit unterschiedlichen Beladungen für das Energielabel ausgewählt und daraus der Energieeffizienzindex ermittelt.

Somit liefert die Prüfung nach Norm Ergebnisse, deren Zusammenfassung und Bewertung durch die Gesetzgebung erfolgt. Die Verbraucherrelevanz von aus Einzelergebnissen zusammengefassten Energieeffizienzindizes ist in diesem Sinn neben einer Herausforderung für die Normung auch die Aufgabe verbraucherrelevanter Regulierung.

Verbraucherrelevanz ist eine Herausforderung für die Normung und Aufgabe verbraucherrelevanter Regulierung

## 4.20 Messunsicherheiten, Wiederholpräzision und Vergleichspräzision

Um die effiziente Nutzung von Energie und anderen Ressourcen zu fördern, haben die Europäische Kommission, das Parlament und der Rat Vorschriften erlassen, die die Bereitstellung von Informationen festlegen oder grundlegende Anforderungen erlassen. Diese Informationen werden beispielsweise durch Kennzeichnungsverpflichtungen gemäß der Richtlinie über die Kennzeichnung von Energie (2010/30/EU) und Ökodesign-Anforderungen gemäß Ökodesign-Richtlinie (2009/125/EG) und Verordnungen nach diesen Richtlinien vermittelt.

Verfahren zur Messung des Energie-, des Ressourcenverbrauchs und der Leistungsmerkmale müssen klar beschrieben sein und hinreichend genaue und relevante Mess- und Berechnungsmethoden bieten, um z. B. diesen Kennzeichnungsverpflichtungen zu genügen und den Erwartungen der Regierungen, Verbrauchern und Herstellern zu genügen.

Die Genauigkeit eines Prüfverfahrens wird durch den systematischen Fehler und die Präzision beschrieben.

Die Präzision bei der Auswertung von Prüfmethoden wird in zwei Messkonzepten ausgedrückt: Wiederholpräzision und Vergleichspräzision.

Die Wiederholpräzision eines Prüfverfahrens sollte so sein, dass mehrere Prüfungen, die von demselben Bediener durchgeführt werden, hinreichend genaue Ergebnisse liefern.

Die Vergleichspräzision eines Prüfverfahrens sollte so sein, dass bei Wiederholungen mit einer anderen Messeinrichtung, an einem anderen Ort und einem anderen Betreiber die Ergebnisse hinreichend ähnlich und genau sind. Sowohl die Vergleichspräzision als auch die Wiederholpräzision sind Maßstäbe der Unsicherheit und sollten numerisch quantifiziert werden.

Die Berichterstattung über die Unsicherheit als Teil der Prüfergebnisse ist entscheidend, um sicherzustellen, dass die Messdaten korrekt interpretiert werden können. Dies gilt insbesondere dann, wenn Messdaten zwischen Laboratorien verglichen werden sollen oder wenn die Einhaltung normativer Anforderungen verifiziert wird.

Jede Messung unterliegt einer gewissen Unsicherheit. Messunsicherheiten können aus dem Messgerät, aus dem Messobjekt, aus der Umgebung, aus dem Betreiber und aus anderen Quellen kommen.

Es liegt in der Verantwortung eines jedes Normungskomitees, Wiederholpräzision und Vergleichspräzision von entwickelten Messnormen z. B. über Ringversuche zu bestimmen.

Messverfahren müssen klar beschrieben sein und hinreichend genaue Ergebnisse liefern

Deren Ergebnisse sind wichtig für:

- a) die Identifizierung von Unterschieden zwischen Laboren,
- b) die Ermittlung von Wirksamkeit und Vergleichbarkeit von Prüf- oder Messverfahren,
- c) die Validierung von (Mess-)Unsicherheiten,
- d) die Bewertung der Leistungsfähigkeit von Laboren für spezifische Prüfungen oder Messungen und die Überwachung der kontinuierlichen Leistungsfähigkeit der Labore,
- e) das Erkennen von Problemen in Laboren und Einleiten von Verbesserungsmaßnahmen, die zum Beispiel mit unzureichenden Prüf- oder Messverfahren, unzureichender Wirksamkeit der Personalschulung und -betreuung oder unzureichender Gerätekalibrierung verbunden sein können, und
- f) die Schulung der teilnehmenden Labore auf Grundlage der Ergebnisse derartiger Vergleiche.

## 4.21 Produkt vs. System

Der Systemansatz beginnt immer mit der Bestimmung der Systemgrenzen. An diesen wird der Gesamtinput bestimmt und ins Verhältnis zu dem gewünschten bzw. erzielten Output gesetzt. Dabei kann es auch vorkommen, dass dem gewünschten Output keine physikalische Größe zugewiesen werden kann wie z. B. Komfort. Will man den Energieeinsatz optimieren, dann kann man mit den wichtigsten Verbrauchern beginnen. Dabei stößt man aber irgendwann an Grenzen, da das Optimum des Systems nicht die Summe der Optima seiner Komponenten ist.

Um die Energieeffizienz eines komplexen Systems zu analysieren, benötigt man einen Systemansatz der nicht nur die einzelnen Komponenten, sondern auch deren Wechselwirkungen berücksichtigt. Es kann dann sinnvoll sein, bei einem Teil des Systems höhere Energieverluste zu akzeptieren, da trotzdem die Energieeffizienz des Gesamtsystems zunimmt.

Daher kann die Energieeffizienz gesteigert werden, indem ein System sinnvoll geplant wird, wie z. B. eine getrennt schaltbare Beleuchtung in einem Großraumbüro (nach DIN EN 15232). Fensternahe Leuchten können bei genügend Tageslicht ausgeschaltet bleiben, während die Leuchten bei Innenwänden an sind.

In einem Produktionsprozess gibt es verschiedene Möglichkeiten, durch sinnvolle Planung den nötigen Energieeinsatz für das gleiche Ergebnis zu reduzieren, z. B.:

- Dampfzufuhr zu inaktiven Maschinen abstellen
- überdimensionierte Motoren vermeiden
- optimierte Anordnung der Maschinen um Verluste durch Materialtransport zu verringern
- Wasser möglichst nah am Gebrauchsort erhitzen, um Leitungsverluste zu vermeiden
- Optimieren der Prozesse (z. B. Abstellen nicht benutzter Maschinen)

Der Systemansatz berücksichtigt nicht nur die einzelnen Komponenten, sondern auch deren Wechselwirkungen

Das folgende Beispiel aus dem IEC Guide 119 soll zeigen, wie das Ändern der Systemgrenzen zu besseren Lösungen führen kann. Zuerst werden alle Prozesse einzeln betrachtet.

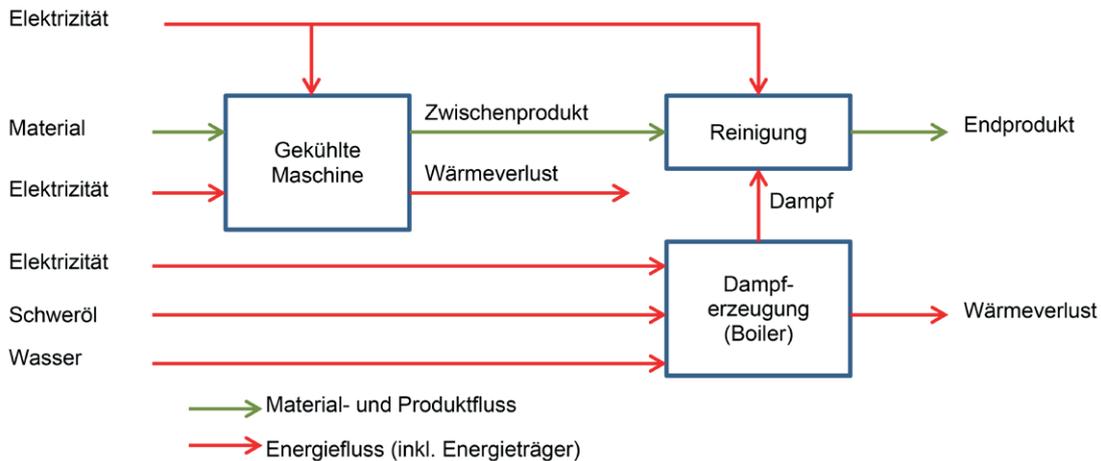


Abbildung 17 – Beispiel für eine Begrenzungsfestlegung: drei Grenzen für eine unabhängige Lösung

Fasst man die Maschine mit der Reinigung zu einem System zusammen, so erhält man das folgende System:

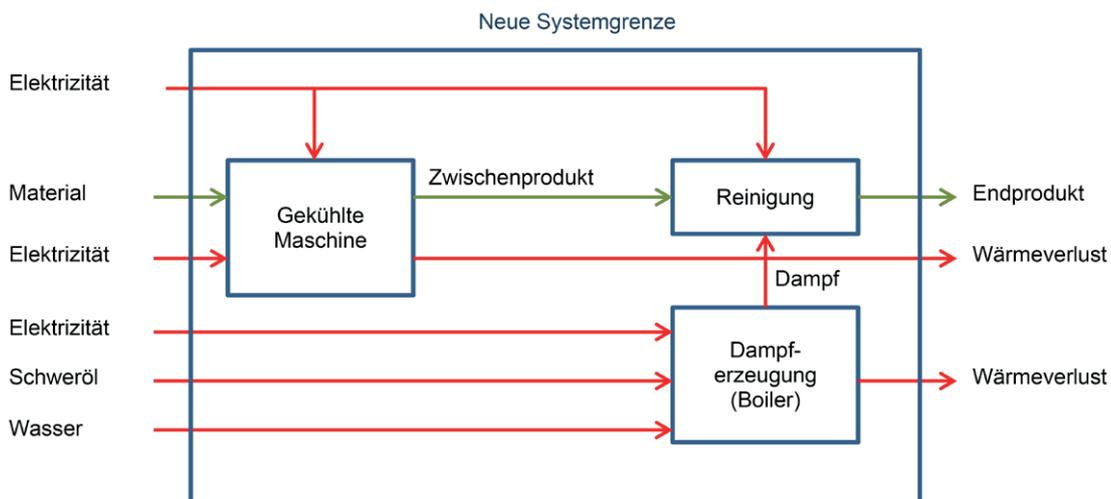


Abbildung 18 – Beispiel für eine Begrenzungsfestlegung: eine Grenze einer Gruppe

Indem man den Boiler durch einen Wärmeaustauscher ersetzt, kann man die Wärmeverluste der Maschine zur Unterstützung der Dampferzeugung benutzen und so die Gesamtbilanz verbessern.

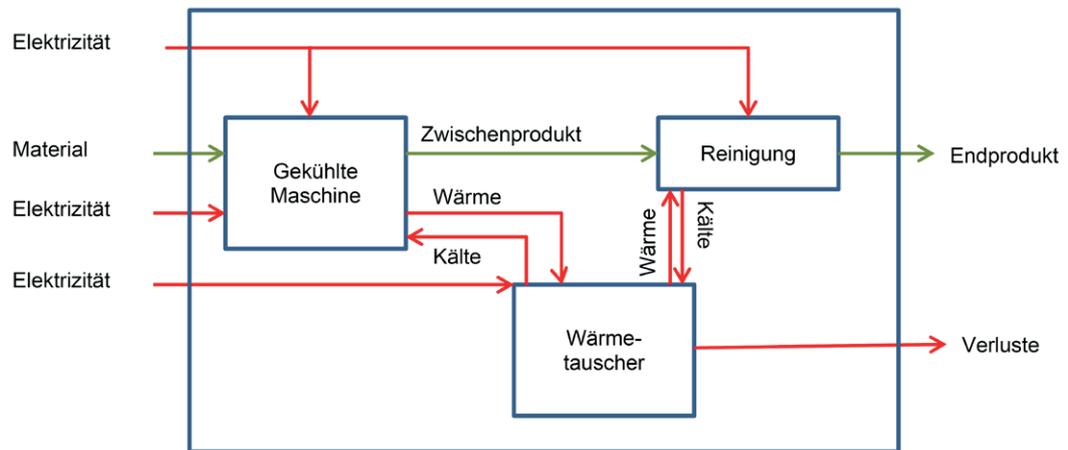


Abbildung 19 – Eine Gruppengrenze mit systematischer Lösung

Betrachtet man längere Zeiträume, dann kann auch eine zeitliche Verschiebung von Energieverbräuchen den Gesamtenergieverbrauch senken, da Maschinen länger im optimalen Lastbereich betrieben werden. Auch eine zeitweise Speicherung kann die Energieeffizienz eines Systems erhöhen. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass jede Speicherung verlustbehaftet ist.

Ein weiterer Bereich mit hohem Einsparpotential ist der Gebäudesektor. Es ist zwar wichtig bei der Auswahl der Komponenten für die Klimatisierung auf energieeffiziente Produkte zu achten, aber noch wichtiger ist schon in der Planung und der Konstruktion einen systematischen Ansatz zu benutzen. Dazu werden die Einflüsse und Wechselwirkungen der Bestandteile (Klima außen, Klimaanforderung lokal in einem Raum, Bewohner/Benutzer, Wände, Fenster, „Heizung, Lüftung, Klimatechnik“ (HLK), ...) auf die Energieeffizienz des Gesamtsystems betrachtet. So sollte z. B. der Energiefluss durch das Gebäude die Auswahl des Kühlmittels (Luft, Wasser, ...) bestimmen. Ebenso kann eine Fokussierung bei der Ausschreibung auf den günstigsten Anbieter zu wesentlich höherem Energieverbrauch, und damit zu viel höheren Kosten, während des Lebenszyklusses führen.

Erweitert man den Systemgedanken noch einmal, dann kann man auch mehrere Gebäude zu einem Komplex oder Campus zusammenfassen und deren Energieaustausch optimieren. Hierbei sind die verschiedenen Zuständigkeiten (Gebäudebetreiber, Strom, Gas, Wasser, Fernwärme) zu betrachten.

## 5 Energieverbraucher

### 5.1 Haushalt

2014 gaben die privaten Haushalte in der Bundesrepublik Deutschland ca. 69 Mrd. Euro für Strom, Gas und weitere Energieträger aus. Das entspricht einem Anteil von 7 % an den gesamten Konsumausgaben.

Rund 22 % (2014) der Privathaushalte haben einen Vertrag zum Bezug von Ökostrom unterschrieben. Gleichzeitig erlangt das Thema Energieeffizienz eine immer größere Bedeutung. Wie eine Umfrage der „Initiative Energieeffizienz“ zeigt, sind drei Viertel der Bevölkerung überzeugt davon, dass sie selbst aktiv zum Gelingen der Energiewende beitragen, indem sie ihren Stromverbrauch im Haushalt senken. So geben 55 % der privaten Verbraucher an, 2015 Energieeffizienzmaßnahmen umgesetzt zu haben, um damit Strom und Energiekosten zu sparen.

Zum Gelingen der Energiewende können private Verbraucher einen großen Beitrag leisten. Durchschnittlich lassen sich die Stromkosten pro Haushalt durch energieeffiziente Geräte um etwa 30% senken.

Erste große Veränderungen wurden bereits in die Wege geleitet: So gelang es, von 1990 bis 2012 den Ausstoß der klimaschädlichen Treibhausgase um fast 25 % zu senken. Mit diesem Wert ist Deutschland Spitzenreiter in der EU.

Die wesentlichen Ziele der Energiewende sind:

- Verbesserung der Energieeffizienz,
- Klimaschutz durch die Reduktion der Treibhausgase,
- Ausstieg aus der Kernenergienutzung,
- Ausbau der Erneuerbaren Energiequellen.

#### Versorgungssicherer Strommarkt

Der angestrebte Strommarkt gewährleistet Versorgungssicherheit – für eine umweltverträgliche und wirtschaftlich erfolgreiche Zukunft. Eine wichtige Stellschraube auf dem Weg dorthin ist die Energieeffizienz: Jede eingesparte Kilowattstunde Strom reduziert den Bedarf an Windrädern, fossilen Kraftwerken und neuen Netzen. Das senkt die Kosten für den Umbau des Energiesystems schon heute.

Soll die Energiewende gelingen, sind alle Beteiligten gefordert. Auch die rund 41 Mio. privaten Haushalte in Deutschland stehen vor der Herausforderung, mit Energie klug und verantwortungsbewusst umzugehen. Sie verbrauchen über alle Energieträger etwa 723 TWh Energie im Jahr. Das sind gut 28 % des gesamten Endenergieverbrauchs.

#### Energieeffizienz: Vorteile für die Verbraucher

Klimaschutz und Energieeffizienz können sofort und in jedem Haushalt beginnen – mit dem positiven Nebeneffekt, dass sich die Stromkosten von Verbrauchern unmittelbar senken lassen. Ein durchschnittlicher Vier-Personenhaushalt verbraucht beispielsweise rund 3.200 kWh Strom im Jahr.

Dies entspricht jährlichen Kosten in Höhe von etwa 900 Euro. Hiervon lassen sich bis zu 30 % durch verschiedene Maßnahmen einsparen.

Einen großen Beitrag dazu können energieeffiziente Haushaltsgeräte und Beleuchtungssysteme leisten. Besonders verbrauchsrelevante Produkte hat die Europäische Union deshalb einheitlich mit dem [EU-Energielabel](#) gekennzeichnet. Mit der [Ökodesign-Richtlinie](#) hat sie die Hersteller zusätzlich verpflichtet, bestimmte Mindestanforderungen zu erfüllen.

### 5.1.1 Hausgeräte

Die Energieeffizienz ist im Wettbewerb ein wichtiger Faktor. Dieser Antrieb hat in den letzten Jahren dazu geführt, dass heutige Hausgeräte wesentlich energieeffizienter sind als noch vor 10 oder 20 Jahren. Begleitend haben auch die gesetzlichen Instrumente des EU-Energielabels und des Ökodesigns zu diesem Erfolg beigetragen. Eindeutig ist in jedem Fall der Beitrag der Normung und Standardisierung: Nur über genaue Prüfverfahren lassen sich technische Fortschritte sichtbar machen und Steigerungen in der Energieeffizienz beziffern. Tauscht man ältere gegen neue energieeffiziente Hausgeräte sind tatsächlich Einsparungen in Höhe von ca. 50 % erzielbar. In besonderen Fällen können sie auch bedeutend mehr betragen. Die heutigen Hausgeräte sind so energieeffizient, dass sich ein Austausch alter Geräte wirklich lohnt.

Die EU-Kommission beziffert das Einsparpotenzial durch Energielabel und Ökodesignmaßnahmen auf mehrere hundert TWh pro Jahr für den Zeitraum bis 2020. Dabei fallen die Hausgeräte aber mit 20 bis 30 TWh relativ wenig ins Gewicht. Der Hauptanteil liegt nunmehr nicht bei den Hausgeräten, sondern bei der Industrie und im Gebäudesektor (siehe Abbildung 20).

Die heutigen Hausgeräte sind bereits sehr energieeffizient. Kommende technische Entwicklungen werden daher nicht mehr so hohe Einsparungen erzielen können, wie es technische Weiterentwicklungen bisher taten. Es ist mit kleinen Schritten zu rechnen. Herausforderungen liegen in der Vernetzung der Geräte und der effizienten Anwendung von regenerativen Energiequellen.

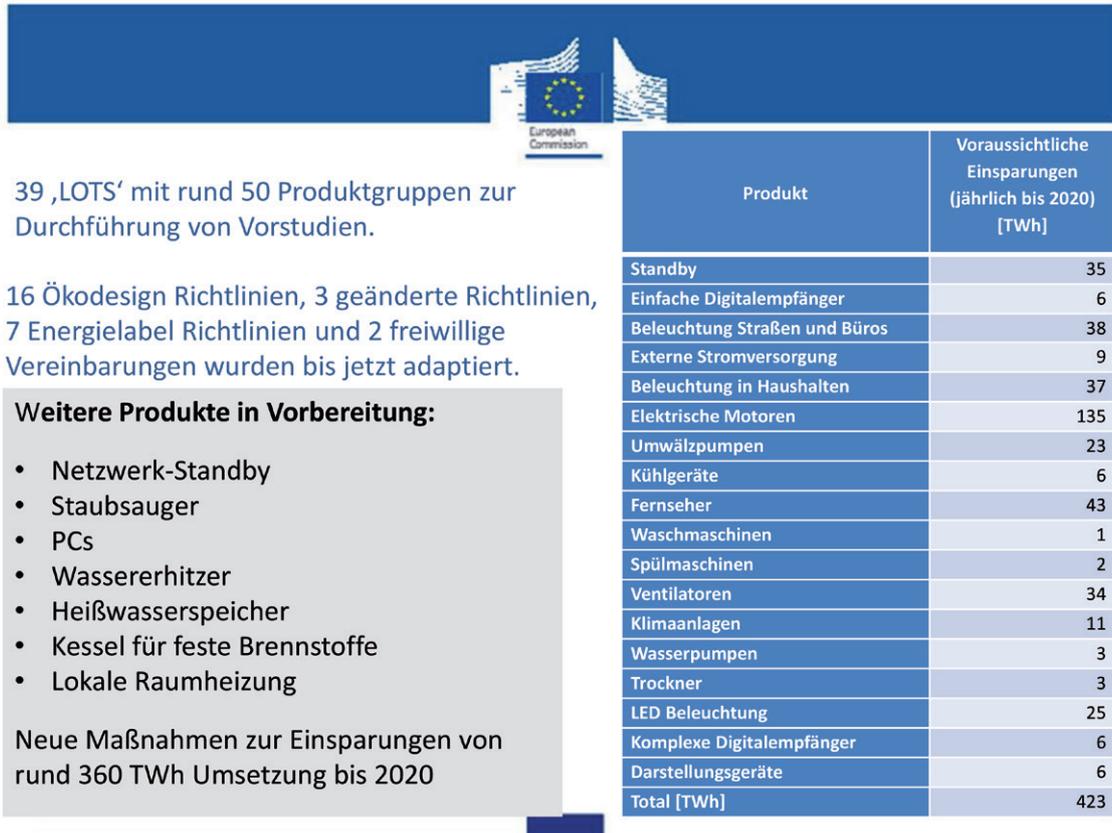


Abbildung 20 – Energie-Einsparpotentiale [7]

Energieeffizienz bei Hausgeräten besteht auch immer im Verhältnis von Produkteigenschaft zu Energieverbrauch. Die Nutzung der Geräte wird in den EU-Verordnungen durch Energielabel und Ökodesigns zum Ausdruck gebracht, wobei umweltrelevante Produkteigenschaften, wie z. B. Waschwirkung bei der Waschmaschine, Reinigungswirkung bei der Geschirrspülmaschine oder Staubaufnahme beim Staubsauger, in den Vordergrund treten. Dabei fließen Parameter wie Wasserverbrauch oder die Geräuschemission ebenfalls ein. Die Angaben und gesetzlichen Vorgaben des EU-Energielabels und Ökodesign sind sehr vielfältig und oftmals für Konsumenten und Nutzer nicht klar nachvollziehbar. Dennoch wird allgemein gut verstanden, dass eine gute Energieeffizienzklasse (A+++ oder A++) an vorderster Stelle steht. Mittels der Angaben der Energielabel sollen Kunden in die Lage versetzt werden, Produkte besser miteinander vergleichen zu können.

Die Normung befasst sich demgemäß mit Messmethoden zur Bestimmung genau dieser Produkteigenschaften. Die Prüfverfahren müssen zuverlässige, genaue und reproduzierbare Werte liefern. Dies ist für den Kunden, den Nutzer und für einen fairen Wettbewerb unabdingbar. Nur wenn per Marktüberwachung die Angabewerte genauestens überprüft werden, kann von einer sinnvollen gesetzlichen Maßnahme gesprochen werden. Regulierung, Standardisierung und Konformität bilden eine Einheit. Nur wenn diese Einheit gut funktioniert, können regulative Maßnahmen greifen. Diese unabdingbare Voraussetzung kann nur mittels definierten Laborbedingungen erfüllt werden.

Im Bereich der Hausgeräte sind die Prüfmethode hochgradig komplex. Viele Normen sind harmonisierte Normen und als solche im Amtsblatt der EU-Kommission unter der betreffenden Verordnung gelistet.

Bei einer Waschmaschine etwa werden sieben Prüfzyklen getestet. Drei Zyklen bei 60°C und Vollbeladung, zwei Zyklen bei 60°C und Teilbeladung und zwei Zyklen bei 40°C und Teilbeladung. Das Ergebnis dieser Prüfzyklen wird bei analoger Gewichtung gemittelt. Zum Gesamtenergieverbrauch werden aber auch noch die Betriebszustände „ausgeschaltet“ und „nicht ausgeschaltet“ eingerechnet. Bei der finalen Ermittlung des Jahresenergieverbrauchs wird von 220 Zyklen ausgegangen. Zu erwähnen ist, dass die Waschmaschine mit Standardtextilien beladen wird. Da neben dem Energieverbrauch u. a. auch die Waschwirkung zählt, werden Prüfstreifen mit Norm-Anschmutzungen beigegeben. Die Waschleistung wird anhand dieser Prüfstreifen visuell in einem standardisierten Verfahren ermittelt. Die Art der Norm-Anschmutzungen reflektiert die in der Realität vorkommenden Verschmutzungsarten. Es handelt sich um Mineralöl, Fett, Blut, Kakao und Rotwein.

Ähnlich aufwendige Prüfverfahren sind auch für die anderen Geräteklassen in den harmonisierten Europäischen Normen definiert. Sie simulieren/imitieren den täglichen Umgang unter Realbedingungen so weit wie möglich und erfüllen andererseits auch die Anforderungen einer Prüfsituation bezüglich Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit.

### Forstschritte in der Energieeffizienz

Der kürzlich veröffentlichte Bericht der EU-Kommission „Energy Consumption and Energy Efficiency Trends in the EU-28 2000-2014“, JRC 2016 zeigt eindrucksvoll die Energieeinsparungen der letzten Jahre auf. Die folgende Abbildung 21 zeigt den Trend hin zur präferierten Nutzung der energieeffizienten Geräteklassen A+++ oder A++. In nur drei Jahren haben sich die Anteile bedeutend erhöht. Neben einer detaillierten Angabe bezüglich der Waschgeräte, der Geschirrspüler und der Kühl- und Gefriergeräte ist auf der linken Seite eine Gesamtdarstellung dieser vier Geräteklassen aufgezeichnet. Sichtbar wird dabei, dass sich der Anteil der A+++ Geräte in diesen drei Jahren verdreifacht hat. Der Anteil der A++ Geräte hat sich verdoppelt.

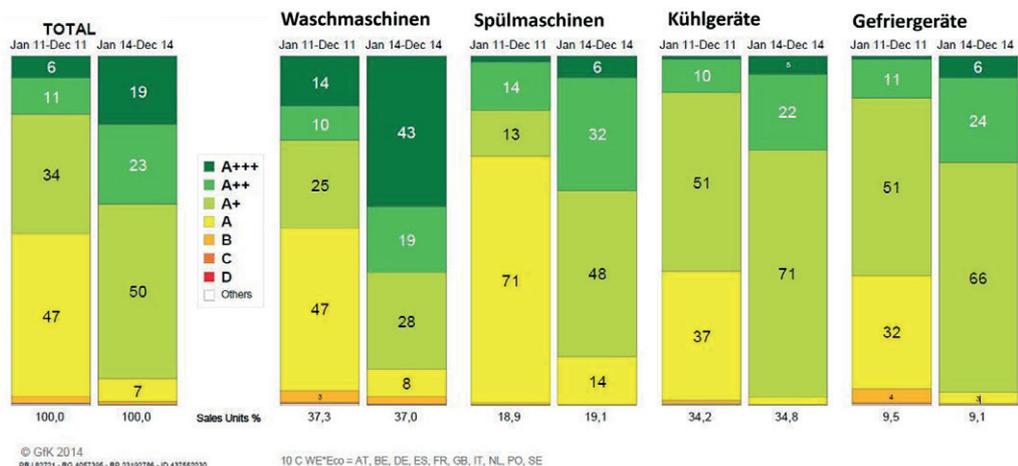


Abbildung 21 – Marktverteilung nach Energieklassen und Produktgruppen [8]

Auch der absolute Energieverbrauch hat sich in den letzten Jahren verringert. Die folgende Abbildung 22 zeigt, wie sich der durchschnittliche Energieverbrauch eines Kühlschranks, Gefriergeräts, Geschirrspülers, Wäschetrockners und eines Waschgeräts verringert hat.

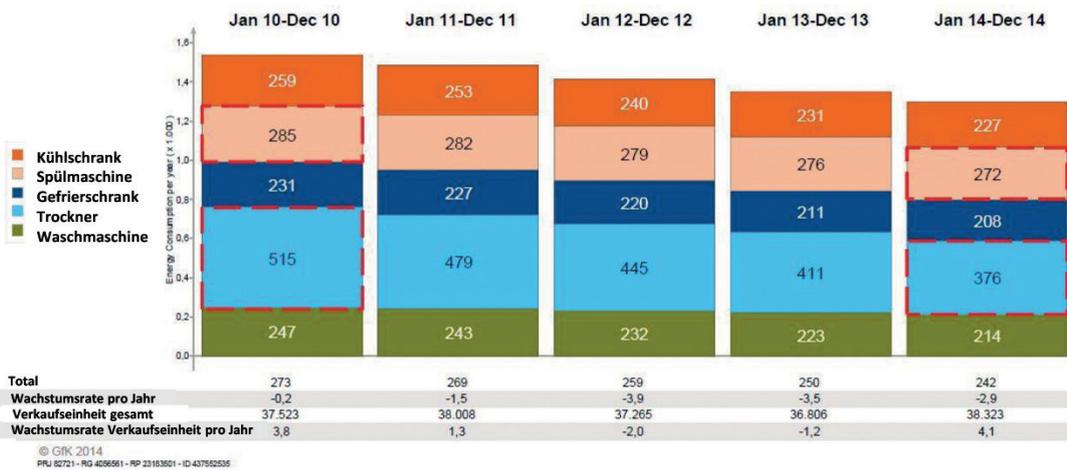


Abbildung 22 – Durchschnittlicher Energieverbrauch verschiedener Geräte zwischen 2010 und 2014 [8]

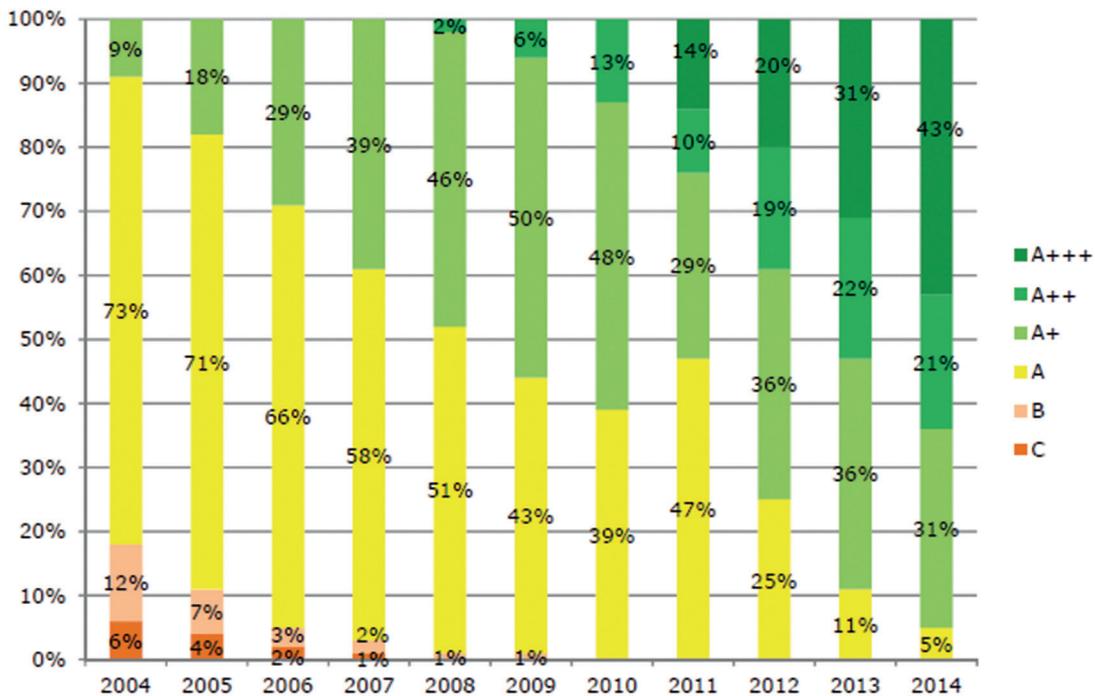


Abbildung 23 – Entwicklung der Effizienzklassen von verkauften Waschmaschinen als Beispiel [8]

Ein besonders umstrittenes Kriterium ist das der Leistungsaufnahme bei Staubsaugern. Dieses Kriterium ist nicht gleichzusetzen mit Energieeffizienz. Es gehört aber gleichwohl zu dem Gesamtpaket der EU.

Genaugenommen ist die Leistungsaufnahme seit September 2014 durch die EU-Ökodesignverordnung auf 1600 W limitiert. Seit September 2017 sind 900 W vorgegeben. Die folgenden Abbildungen 24a und 24b zeigen die Umstellung auf geringere Leistungsaufnahmen.

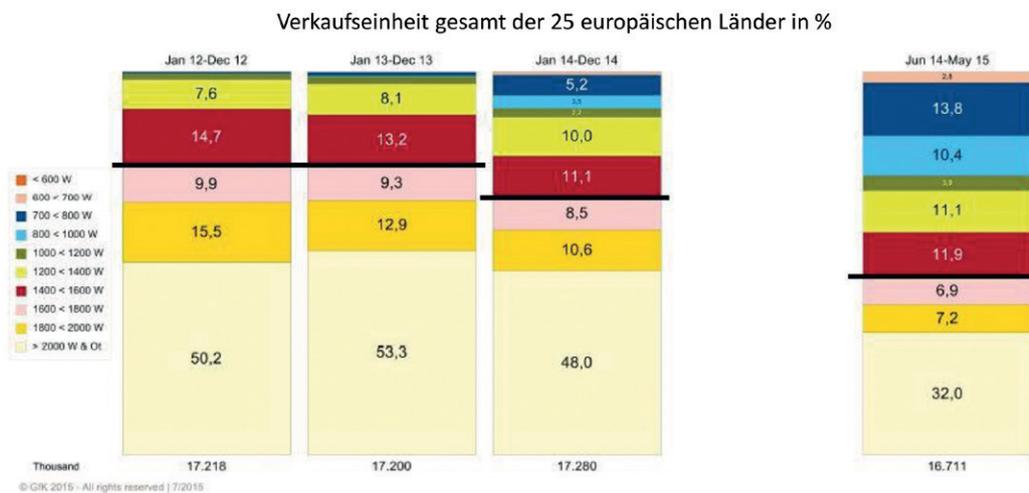


Abbildung 24a – Marktverteilung von Staubsaugern hinsichtlich ihrer Leistung [8]

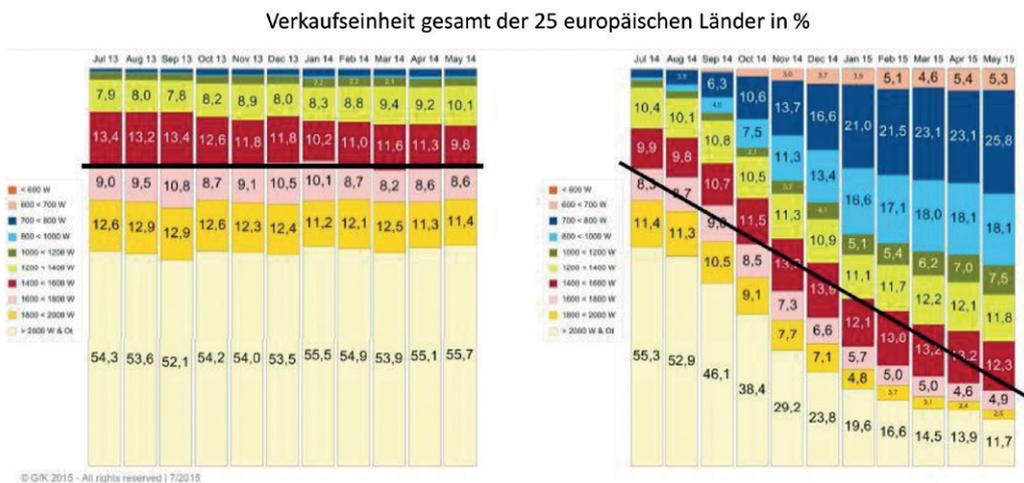


Abbildung 24b – Monatliche Marktverteilung von Staubsaugern hinsichtlich ihrer Leistung [8]

Sicherlich werden in den kommenden Jahren vergleichbare Energieeinsparungen nicht mehr zu erzielen sein. Heutige Hausgeräte weisen gerade im Vergleich zu älteren Geräten schon eine sehr gute Energieeffizienz auf. Es wird schnell klar, dass wir den physikalischen und technischen Grenzen bereits nah sind. Wie besprochen, tragen der Wettbewerb, aber auch regulative Instrumente zum Erfolg bei. Beides wäre ohne Prüfverfahren nicht möglich. Diese müssen sich weiterentwickeln, um den steigenden Anforderungen an Genauigkeit und Haushaltsnähe gerecht zu werden.

## Zusammenfassung/Empfehlungen

Im Bereich Haushaltgeräte existiert eine Vielzahl von Regulierungen und Standards.

Die Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG dient der Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte (Energy-related Products, ErP). Basierend auf diese wurden in den vergangenen Jahren verschiedene horizontale (z. B. Standby) und vertikale Durchführungsmaßnahmen (z. B. externe Netzteile, Haushaltswaschmaschinen) in Kraft gesetzt.

Es findet eine ständige Überprüfung vorhandener Grenzwerte statt. Zusätzlich wird in Vorstudien (preparatory studies) geprüft, ob neue Kategorien reguliert, neue Anforderungen hinzugefügt oder die Grenzwerte angepasst werden müssen. Eine Übersicht hierzu findet sich in Anhang 2.

Um die Anwender beim Kauf ressourcenschonender Produkte zu unterstützen, besitzen einige Produktkategorien (Kühlschrank, Waschmaschine, Kaffeemaschine, Staubsauger u. a.) ein Energie-Label. Die Messverfahren zur Bestimmung der Angaben des Energielabels und der Ökodesign-Anforderungen müssen fortwährend weiterentwickelt werden, um den Anforderungen an die Genauigkeit und die Haushaltsnähe gerecht zu werden.

## 5.1.2 Smarte Hausgeräte – Vernetzt und energiesparend in die Zukunft

Unser Alltag wird zunehmend digitaler. In einer Zeit, in der sich die Menschen daran gewöhnen, ihr tägliches Leben mit Smartphones und Tablets zu organisieren, werden von den Hausgeräteherstellern immer mehr ihrer Modelle mit Fernsteuerung über das Internet angeboten. Dadurch entstehen zahlreiche Möglichkeiten, das Leben weiter zu vereinfachen und auch neue Energiesparmöglichkeiten zu erschließen. Die Technologie, die wir heute in unserem Zuhause sehen, ist erst der Anfang.

Demnächst sieht Ihr Tagesablauf vielleicht so aus: Morgens beladen Sie die A+++ gelabelte Waschmaschine, starten das Programm per Smartphone aber erst kurz vor Feierabend. Die Wäsche bleibt so knitterfrei und spart in Verbindung mit einer solarthermischen Anlage bis zu 47 % Strom. Wenn beispielsweise das Flusensieb geleert werden muss, meldet sich die App von selbst.

Danach erteilen Sie dem Dampfbackofen den Befehl aufzuheizen, damit das Abendessen genau dann zubereitet ist, wenn die Familie zu Hause eintrifft. Ein digitales Kochbuch, das mit der App beziehungsweise dem Kühlschrank verbunden ist, unterstützt bei der Menüauswahl. Für eine gelungene Zubereitung sorgt der Ofen durch seine Sensortechnik. Und wenn das Essen fertig ist, informiert Sie Ihr Smartphone.

Wie wäre es nach dem Essen mit einem Espresso oder einem Tee? Den Kaffeeautomaten oder den Wasserkocher steuern Sie bequem von der Wohnzimmer-Couch oder dem Bett aus. Die Zieltemperatur legen Sie über eine Smartphone-App fest. Sollte einmal der Milchvorrat zur Neige gehen, schickt der Milkhühler über Funk ein Signal an den Kaffeeautomaten. Dieser stoppt dann alle Aufträge, bis wieder Milch nachgefüllt ist.

Was aber nützt ein stimmungsvolles Dinner, wenn der Abwasch hinterher die Stimmung verdirbt? Der passende Geschirrspüler lässt sich ebenfalls per App steuern. Er reinigt das Geschirr effizienter als es mit Hand möglich wäre und öffnet nach Beendigung des Waschgangs automatisch die Tür. Das Reinigen der Böden übernimmt Ihr Staubsaugroboter. Er erfasst mit Lasernavigation die Umgebung samt Hindernissen und speichert die gesammelten Infos in einer Art Landkarte. Die fährt der Staubsaugroboter dann systematisch ab. Dank einer „Point Cleaning“-Funktion fährt er einem roten Laserpunkt hinterher und ermöglicht so sogar gezieltes Reinigen.

Zu guter Letzt stehen Gesundheit und Wohlbefinden wieder im Fokus. Ihr Aktivitäts-Tracker misst Schritte und Schlaf und übermittelt die Daten ans Smartphone. Auch Ihre Waage ist vernetzt. Neben dem Gewicht ermittelt sie auch Körperfett, Body-Mass-Index und Kalorienbedarf und überträgt die Werte ebenfalls ans Handy. Wie trocken Ihre Atemluft ist, messen Sie mit dem Thermo-Hygrometer. Die übermittelten Daten ermöglichen eine Auswertung mit dem Smartphone, mit dem Sie auch Ihre Heizungs- und Lüftungsanlage steuern können. Bei Bedarf versenden Sie die Messdaten per Mail, teilen Sie bei Facebook und Twitter oder die Daten werden als Teil eines Sensornetzwerks in der Cloud zur Verfügung gestellt, um Zusatzdienste zum allgemeinen Nutzen realisieren zu können. An all den für dieses Szenario erforderlichen Fragestellungen bezüglich Interoperabilität und Schnittstellen, aber auch hinsichtlich Energieeffizienz und Informationssicherheit, arbeiten die Technischen Experten in den Gremien der DKE mit ganzem Einsatz.

### 5.1.3 Smart Home + Building



„Smart Home“ hat sich in den letzten Jahren als Begriff für Technologien in Wohnräumen und -gebäuden durchgesetzt, bei denen vernetzte Geräte und Systeme die Qualität des Wohnens, die Sicherheit und die effiziente Energienutzung verbessern. Gängige alternative Bezeichnungen für Smart Home sind Intelligentes Wohnen, eHome oder auch Smart Living.

Die anhaltende Digitalisierung und Vernetzung fast sämtlicher Bereiche menschlicher Erlebniswelt führt auch in der häuslichen Umgebung zu Veränderungen, die neue Möglichkeiten beim Wohnen und Arbeiten mit sich bringen. Das Konzept Smart Home bettet sich in die aktuellen Bemühungen ein, die nachhaltige Entwicklung der Infrastruktur und die Verbesserung der Lebensqualität im urbanen Raum voranzutreiben. Dies umfasst Bereiche wie die Ökonomie, die Lebens- und Arbeitsumgebung, das soziale Umfeld, die Mobilitätsunterstützung oder den Umgang mit den Behörden. Bei Smart Home geht es darum, Informations- und Telekommunikationstechnologien in die heimische Umgebung zu integrieren und sie anschließend für die Erschließung einer neuen Erfahrungswelt zu nutzen, in der personenspezifische Aktivitäten in den Bereichen Unterhaltung, Komfort, Energiemanagement, Sicherheit und Gesundheit kosteneffizienter oder bequemer angeboten werden.

Die Mitglieder der Smart-Home-Standardisierungsbemühung setzen sich zusammen aus Vertretern akademischer Einrichtungen und Industrieunternehmen aus den Bereichen Heimautomatisierung, HLKK (Heizung, Lüftung, Klima, Kältetechnik), Unterhaltungselektronik, dezentrale Energieversorgung und Energiemanagement sowie Systemintegratoren oder Anbietern von Sicherheitstechnik. Das Gremium hat das Ziel, eine internationale Normenfamilie zu schaffen und zu unterhalten, die die nachhaltige

Entwicklung von interoperablen, sicheren, portablen und wieder verwendbaren Anwendungen und Diensten in der Heimumgebung ermöglicht.

Laut der repräsentativen Forsa-Umfrage „DFH Trendbarometer 2012“ [DFH 2012], die von der „Deutschen Fertighaus Holding AG“ in Auftrag gegebenen wurde, halten 57 % der Deutschen die Integration innovativer Hausautomation bei einem Hausbau für wichtig. Mehr als die Hälfte (51 %) der Befragten, die in Kürze ein Haus bauen möchten, wären bereit, für mehr Sicherheit, Komfort und eine höhere Energieeffizienz zwischen 4.000 und 8.000 Euro in intelligente Haustechnik zu investieren. 64 % aller Befragten und sogar 84 % der zukünftigen Bauherren halten eine Haustechnikfunktion für sinnvoll, die einen permanenten Überblick über den Energieverbrauch liefert. 39 % sehen in einer automatischen und optimal an das Wetter angepassten Regelung der Heizungsanlage eine deutliche Erleichterung ihres Alltags.

Funktionen für eine verbesserte Energieeffizienz stehen bei zukünftigen Bauherren hoch im Kurs.

#### Vom Konsument zum »Prosumer«

Ginge es nach den energiepolitischen Zielen der Bundesregierung, sollten bis zum Jahre 2050 alle Gebäude in Deutschland klimaneutral sein. Und es ist auch schon viel passiert: während man bei einem vor 1980 gebautem Haus mit einem Heizenergiebedarf von 200 bis 300 kWh pro Quadratmeter und Jahr rechnet, beträgt dieser Wert bei einem heutigen Passivhaus nur noch 15 kWh pro Quadratmeter – ein sogenanntes Null-Energiehaus hat übers Jahr gerechnet einen Verbrauch von 0 kWh pro Quadratmeter.

Heute geht es ja schon so weit, dass Plus-Energiehäuser, die durch geschickte Kombination von Gebäudesystemtechnik, PV-Anlagen, Wärmepumpen, Energiespeichern usw. übers Jahr gerechnet mehr Energie erzeugen, als sie selbst verbrauchen. Solche mit intelligenter Technik ausgestatteten Häuser („Smart Buildings“) werden damit zum Kraftwerk. Die Nutzer solcher Häuser werden so zu „Prosumern“, da sie die Energie sowohl konsumieren, als auch selbst produzieren. Zusätzlich können sie außerdem oft auch noch Energiespeicher zur Verfügung stellen, die über intelligente Netze („Smart Grids“) in virtuelle Kraftwerke eingebunden sind. Um all diese Energieflüsse messen und koordinieren zu können, ist ein intelligentes Messsystem („Smart Metering“) erforderlich.

#### Energieeffizienz durch Technik

Durch die richtige Technik können Geräte, Ausrüstungen und Automatisierungstechnik zur Energieeffizienz beitragen und zusätzlich den Komfort der Nutzer steigern. Neben der Verwendung von Elektrogeräten einer möglichst hohen Effizienzklasse lässt sich Energieeffizienz durch Steuerung, Regelung und automatische Schaltung von Elektroanlagen und –geräten sowie der Beleuchtung erzielen. Die Ausstattungswerte der Elektroinstallationen im Haus müssen dabei den Standards nach der Richtlinie RAL-RG 678 (RAL – Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung) entsprechen und es dürfen keine Wärmebrücken entstehen – die Luftdichtheit darf nicht beeinträchtigt werden. Anforderungen für energieeffiziente Elektroanlagen sind in der DIN VDE 0100-801 (VDE 0100-801) vom Oktober 2015 enthalten.

Energieeffizienz entsteht oft durch die Summierung vieler eigentlich kleiner Maßnahmen, wie z. B. dem Austausch veralteter Lichtquellen, der Installation von Präsenzmeldern oder einer Lüftung mit Wärmerückgewinnung.

Die Industrie hat die Energieeffizienzmaßnahmen bislang am konsequentesten umgesetzt, doch auch hier steckt noch Verbesserungs- und Einsparpotenzial.

## 5.1.4 Smart Metering

Smart-Metering-Technologien bieten eine genaue Messung und Übertragung der Verbrauchsdaten von Strom, Gas, Wasser, Wärme oder Kälte zwischen den Messsystemen und den relevanten Parteien und deren Systemen.

Der breite Einsatz von intelligenten Zählern wird die Art und Weise wie Zähler arbeiten vollständig ändern. Sie bieten Kunden einen direkten Überblick über Verbrauch und Kosten und tragen somit zu einem energieeffizienteren Verhalten bei.

### Das Smart Meter Gateway

Das Smart Meter Gateway (SMGW) empfängt die Messdaten der Zähler, speichert sie und bereitet sie für Marktakteure auf. Es kommuniziert zur Verbrauchsdatenübertragung und zu seiner Administration über das Weitverkehrsnetz (WAN), im Lokalen Metrologischen Netz (LMN) mit den angebotenen Zählern (Strom, Wasser, Wärme, Gas) eines oder mehrerer Letztverbraucher. Die Kommunikation im Heimnetz des Letztverbrauchers erfolgt zwischen dem SMGW und den steuerbaren Energieverbrauchern beziehungsweise Energieerzeugern wie z. B. den intelligenten Haushaltsgeräten oder Photovoltaikanlagen.

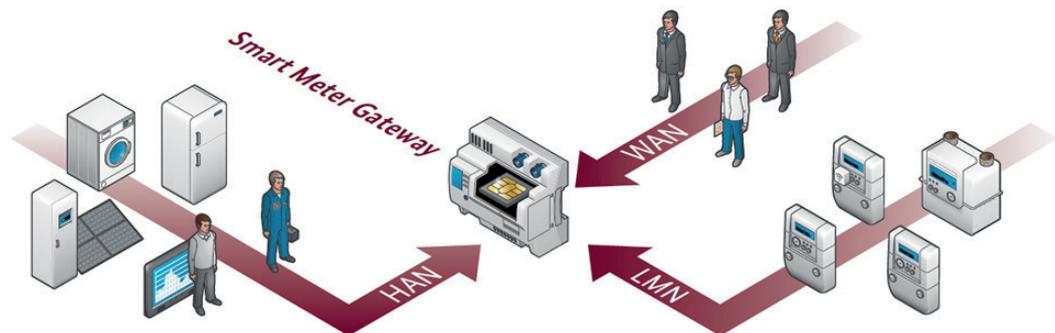


Abbildung 25 – Das Smart Meter Gateway und seine Umgebung [8a]

Alle Kommunikationsflüsse sind komplett verschlüsselt und in Bezug auf Integrität, Authentizität und Vertraulichkeit abgesichert.

## 5.1.5 Regenerativ Heizen – mit Strom

Mehr als die Hälfte der in Deutschland verbrauchten Energie entfällt auf den Wärmesektor. Raumheizung und Warmwasserbereitung sind zudem für 40 % aller CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich. Gleichzeitig sind nur 13 % aller Heizungen auf dem aktuellsten Stand der Technik.

Die meisten Heizungen verfeuern nach wie vor fossile Rohstoffe wie Öl, Gas und Kohle. Diese Ressourcen sind jedoch endlich und setzen bei ihrer Verbrennung das Treibhausgas CO<sub>2</sub> frei, das hauptverantwortlich ist für den globalen Klimawandel. Die Potenziale für Klima- und Umweltschutz, die in deutschen Heizungskellern schlummern, sind also enorm.

### Speicherheizungen

WärmeKomfort ist wichtig – allerdings nicht ganztägig sondern, wie etwa im Badezimmer, nur zu bestimmten Zeiten. Jedoch lässt sich die Wärme bei manchen Zentralheizungen räumlich und zeitlich nicht so flexibel dosieren, wie es wünschenswert wäre. Elektrische Heizsysteme können Zentralheizsysteme sinnvoll ergänzen. Sie sind flexibel bei der Aufstellung, haben niedrige Investitions- und geringere Betriebskosten, da günstigere Stromtarife genutzt werden können. Da die Wärme direkt dort erzeugt wird, wo sie gebraucht wird, entfällt der Transport über Leitungen aus dem Heizungskeller. Die Elektroheizung kommt somit ohne Rohrleitungsnetz, Heizung und Schornstein aus. Zusätzlich ist sie wartungsfrei. Bei einer Modernisierung sind der Austausch vorhandener Nachtspeicherheizungen gegen moderne und energiesparende Speicherheizungen mit neuester Regelungstechnik zu empfehlen [9].

### Strom aus Erneuerbaren Energiequellen

Die universelle Energiequelle Strom wird zunehmend aus den Erneuerbaren Energiequellen Solar, Wind, Wasser und Biomasse gewonnen, die laut den aktuellen Statistiken des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesysteme (ISE) in 2017 ca. 210 TWh Strom produziert haben. Im Jahre 2013 waren das noch 29 % weniger. Das macht einen Anteil von ca. 38% an der öffentlichen Nettostromerzeugung aus.

Das Umweltbundesamt schreibt in einer Studie, dass es bereits im Jahre 2050 möglich sein wird, die Energieversorgung zu 100 % aus regenerativen Quellen zu beziehen [9].

### Elektrische Wärmepumpen

Bei neugebauten Ein- und Zweifamilienhäusern ist der Trend schon deutlich erkennbar, denn jedes dritte wird bereits mit einer Luft-, Erd- oder Wasser-Wärmepumpe beheizt. Der Grund dafür ist, dass Wärmepumpen im Vergleich zu den Gas- oder Ölstandardheizungen hinsichtlich des Energieverbrauches und der Umweltbelastung am günstigsten abschneiden. Sie sind eine sinnvolle Möglichkeit, regenerierbare und kostenlose Umweltenergie als Heizenergie zu gewinnen und gleichzeitig die Vorgaben der Energieeinsparverordnung (EnEV) bezüglich des Einsatzes Erneuerbarer Energiequellen zu erfüllen.

Während der Einsatz von Wärmepumpen bei Neubauten direkt bei der Planung berücksichtigt werden kann, bedeutet die Umrüstung bei der Modernisierung von Wohnungsbestand eine größere Herausforderung. Trotzdem zählte der Austausch alter Heizkessel im Jahr 2014 zu den fünf häufigsten Modernisierungsmaßnahmen zur Senkung der Heizkosten. Gute Wärmepumpen schaffen es, mit nur etwa 25 % elektrischer Energie und 75 % Umweltenergie, 100 % Heizenergie zu erzeugen.

### Dezentrale Warmwasserbereitung

Bei der Warmwasserbereitung unterscheidet man grundsätzlich in zentral und dezentral: die zentrale Wasserbereitung erfolgt an einem festen Punkt im Haus für das gesamte Gebäude, bei der dezentralen Warmwasserbereitung wird das Wasser direkt am Abnahmepunkt erwärmt.

Nachteile des zentralen Konzeptes sind die Verluste durch die langen Zuleitungen. Zusätzlich muss beachtet werden, dass die Kosten der hier benötigten Warmwasser-Zirkulationspumpe hinzugerechnet werden müssen, wenn man die Energieeffizienz bilanziert. Wenn man dies alles in die Gesamtbetrachtung mit einbezieht, schneidet die dezentrale Warmwasserbereitung gegenüber der Zentralanlage mit Öl oder Gas oft besser ab. Zusätzlich ist die dezentrale Warmwasserversorgung praktisch wartungsfrei und ermöglicht eine verbrauchsgerechte Abrechnung [10].

## 5.1.6 Energieeffizienz von Netzwerkgeräten

Die Ökodesign-Anforderungen an den Stromverbrauch elektrischer und elektronischer Haushalts- und Bürogeräte im Bereitschafts- und Auszustand sowie im vernetzten Bereitschaftsbetrieb werden im Hinblick auf deren Inverkehrbringer in der EU-Verordnung 801/2013 zur Energieeffizienz von Netzwerkgeräten sowie intelligenten Haushalts- und Bürogeräten – im Normungsumfeld auch kurz als „Network-Standby-Richtlinie“ bezeichnet – beschrieben. Hintergrund für die Verordnung war eine Studie der EU-Kommission, in der es hieß, dass der Stromverbrauch dieser in der EU verkauften Geräte im Zusammenhang mit dem vernetzten Bereitschaftsbetrieb im Jahr 2010 etwa 54 TWh betrug – was einem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 23 Mio. Tonnen entspricht.

Die EU-Kommission hat für die normative Umsetzung der „Network-Standby Richtlinie“ ein entsprechendes Normungs-Mandat vorgesehen, welches von den europäischen Normungsorganisationen (CENELEC und ETSI) auszuführen ist. Hier ist das federführende Gremium des Projekts bei CENELEC TC 100X „Audio, video and multimedia systems and equipment and related sub-systems“. Hier wird gegenwärtig zusammen mit dem Gremium CLC/TC 59X eine Norm mit dem Titel „Electrical and electronic household and office equipment – Measurement of networked standby power consumption“ erarbeitet.

Das Thema Energieeffizienz bedingt eine neue Dimension der Normungsaufgabe: im Gegensatz zu den bisher vor allem geräte- bzw. bereichsspezifisch behandelten Energieeffizienz-Anforderungen macht die neue Verordnung eine nunmehr interdisziplinäre Behandlung erforderlich.

## 5.2 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

### 5.2.1 Green IT

Mit einer umfassenden Green-IT-Strategie können Unternehmen ihre Stromkosten für IT um bis zu 75 % senken. Dies betrifft jedes Unternehmen mit IT-Arbeitsplätzen, aber auch Rechenzentren und kommunale Verwaltungseinrichtungen.

### IT-Arbeitsplätze

Mit energieeffizienteren Geräten und dem richtigen Verhalten können an jedem IT-Arbeitsplatz unnötige Energiekosten und CO<sub>2</sub> vermieden werden. So sollte bei der Beschaffung neuer Hard- und Software z. B. auch bei Peripheriegeräten wie Druckern, Kopierern und Scannern auf die Effizienz geachtet werden.

Ein Büroarbeitsplatz mit einem Desktop-PC hat einen Energieverbrauch, der etwa dreimal so hoch ist wie der eines Notebooks. Aber auch die richtige Nutzung spielt eine entscheidende Rolle: so verfügen fast alle Geräte über eine Energiesparfunktion und/oder eine Stromspartaste.

### Rechenzentren

In vielen Unternehmen sind die Rechenzentren meist komplex gewachsene Systeme mit einem hohen Energieverbrauch und einem Stromkostenanteil von teilweise über 20 %.

Folgende Maßnahmen können teilweise ohne oder mit nur geringen Investitionen zum Energiesparen beitragen:

- meiden von „schlafenden“ Daten und Anwendungen,
- Nutzung moderner HSM-Systeme (Hierarchisches Speicher-Management),
- innovative Technik bei Kühlung, Lüftung und Netzteilen,
- gezielte Auswahl der IT-Hardware und der funktionalen Strukturen,
- Virtualisierung und Konsolidierung.

### Einsparpotenziale kommunaler Verwaltungseinrichtungen

Durch energieeffizientere Computer können auch kommunale Verwaltungseinrichtungen den Stromverbrauch ihrer IT um über 80 % senken. Jedoch ist die Energieeffizienz bei der Ausschreibung für Neubeschaffungen von IT-Geräten bisher nicht ausschlaggebend. Dabei lohnt es sich in jedem Fall, bei der Vergabe von Beschaffungsaufträgen, neben dem Anschaffungspreis, auch die laufenden Stromkosten über die gesamte Nutzungsdauer zu berücksichtigen. Entsprechende interne Verwaltungsvorschriften könnten zu erheblichen Energie- und Kosteneinsparungen und einer Entlastung der öffentlichen Kasse beitragen.

Eine Hochrechnung auf Basis der Umfrageergebnisse der dena unter 200 Mitarbeitern kommunaler Beschaffungsstellen verspricht enorme Einsparpotenziale, wenn in allen deutschen Kommunen nur noch sehr energieeffiziente Computer verwendet würden (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5 – Einsparpotenziale [11]

EINSPAREFFEKTE DURCH DIE BESCHAFFUNG ENERGIEEFFIZIENTER DESKTOP-PCs		EINSPAREFFEKTE DURCH DIE UMRÜSTUNG AUF NOTEBOOKS / THIN CLIENTS
Einsparpotenzial je Gemeinde	45 %	83 %
Gesamteinsparpotenzial für Deutschland	46 GWh/Jahr	84 GWh/Jahr
CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial	29.120 t/Jahr	53.144 t/Jahr

## 5.2.2 Energieeinsparungen durch Einhausungen in Rechenzentren

In der heutigen digitalen Welt begegnen wir einer immer stärker wachsenden Zahl von Daten und digitalen Informationen. Sie werden zentral in Serverräumen oder Rechenzentren „gelagert“, die eine große Anzahl von Elektronikschränken beherbergen, in denen die informationstechnischen Einrichtungen meist dicht gepackt untergebracht werden. Beim Betrieb hochleistungsfähiger Server entstehen hohe Wärmeverluste.

Zur Abführung der anfallenden thermischen Lasten wird häufig eine Luftkühlung mit Ventilatoren eingesetzt. Derzeit ist es in Rechenzentren und Serverräumen üblich, Gehäuseaufstellungen in Reihen vorzunehmen. Die normkonforme Richtungsorientierung der Serverschränke erfolgt dabei so, dass sich die Schrankflächen mit dem kühlen Zuluft eintritt und die Flächen mit dem warmen Luftaustritt jeweils gegenüberstehen. Luftein- und -austritt erfolgt ausschließlich über die Vorder- und Rückseiten der Serverschränke, die dafür über perforierte Türen verfügen. Es wird davon ausgegangen, dass informationstechnische Einrichtungen die Kühlluft horizontal fördern: an der Frontseite angesaugt, erwärmt und rückseitig ausgeblasen. Die erforderliche Kühlluft wird durch Raum- oder Reihenumluftkühlgeräte bereitgestellt.

Meist wird die erwärmte Abluft mit Ventilatoren durch einen Flüssigkeit/Luft-Wärmeübertrager gefördert und dort abgekühlt. Dabei strömen erhebliche Mengen der Warmluft an den zu kühlenden informationstechnischen Einrichtungen, insbesondere an den Servern, vorbei und entfalten damit keine Kühlwirkung. Gleichzeitig führen Rezirkulationen innerhalb und außerhalb der Gehäuse dazu, dass erwärmte Abluft als Kühlluft angesaugt wird, was den Kühleffekt konterkariert und ggf. zu einem fehlerhaften Betrieb führt. Um diese Rezirkulationen zu minimieren, wird dabei mehr Kühlluft als erforderlich gefördert, was den Kühlaufwand unnötig erhöht und letztlich die Energieeffizienz des Rechenzentrums negativ beeinflusst.

Trennt man das umbaute Luftvolumen mit kühler Abluft strömungstechnisch vom Kühllufttraum mit erwärmter Abluft (sogenannte Kaltgang-/Warmgangeinhausung), schließt man Rezirkulationen weitestgehend aus. Durch diese Trennung wird der erforderliche Kühlluftstrom reduziert. Dies führt zu einer erheblichen Senkung des Energieverbrauchs an Elektroenergie und damit zu einer Senkung der Betriebskosten für Rechenzentren und Serverräume.

In einem neuen Normvorhaben werden die Abmessungen und mechanischen Anforderungen, die strömungs- und klimatechnischen Anforderungen sowie die Aspekte der Betriebssicherheit von Gangeinhausungen behandelt.

Rechenzentren machen jährlich rund 5 % des gesamten Stromverbrauchs von Deutschland aus; deshalb spielen Fragen des Klimaschutzes, der CO<sub>2</sub>-Reduktion sowie der Kosteneffizienz bei Planung und Betrieb eines Datacenters eine wichtige Rolle. DIN 50600 bietet drei so genannte Granularitätsniveaus, um den Stromverbrauch bedarfsgerecht zu messen und Einsparpotenziale zu erfassen.

## 5.2.3 Lastprofile der typischen Abnahmearten im Stromnetz

Für Verbraucher mit einem Bedarf von weniger als 100.000 kWh pro Jahr werden innerhalb der Stromwirtschaft Standardlastprofile verwendet. Sie bilden den Mittelwert einer definierten Verbraucherguppe – eines Profiltyps – ab (siehe auch Tabelle 6).

Tabelle 6 – Standardlastprofile

PROFILTYP	ERLÄUTERUNG
<b>G0</b>	Gewerbe allgemein Gewogener Mittelwert der Profile G1-G6
<b>G1</b>	Gewerbe werktags 8-18 Uhr z. B. Büros, Arztpraxen, Werkstätten, Verwaltungseinrichtungen
<b>G2</b>	Gewerbe mit starkem bis überwiegendem Verbrauch in den Abendstunden z. B. Sportvereine, Fitnessstudios, Abendgaststätten
<b>G3</b>	Gewerbe durchlaufend z. B. Kühlhäuser, Pumpen, Kläranlagen
<b>G4</b>	Laden/Friseur
<b>G5</b>	Bäckerei mit Backstube
<b>G6</b>	Wochenendbetrieb z. B. Kinos
<b>G7</b>	Mobilfunksendestation durchgängiges Bandlastprofil
<b>L0</b>	Landwirtschaftsbetriebe allgemein Gewogener Mittelwert der Profile L1 und L2
<b>L1</b>	Landwirtschaftsbetriebe mit Milchwirtschaft/ Nebenerwerbs-Tierzucht
<b>L2</b>	Übrige Landwirtschaftsbetriebe

Jedes Standardlastprofil bildet mit viertelstündlich gemessenen Werten jeweils einen Werk- einen Samstag und einen Sonntag (24 h) im Sommer, Winter und in der Übergangszeit ab (siehe Abbildungen 26 bis 28).

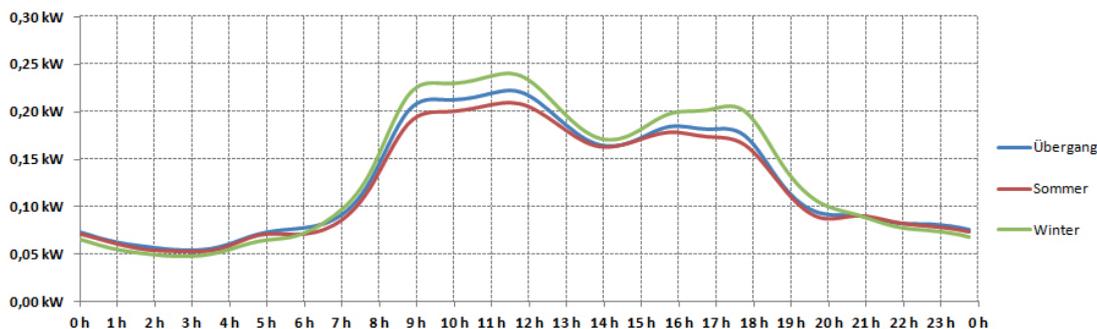


Abbildung 26 – Standardlastprofil G0 Gewerbe allgemein Werktage [3]

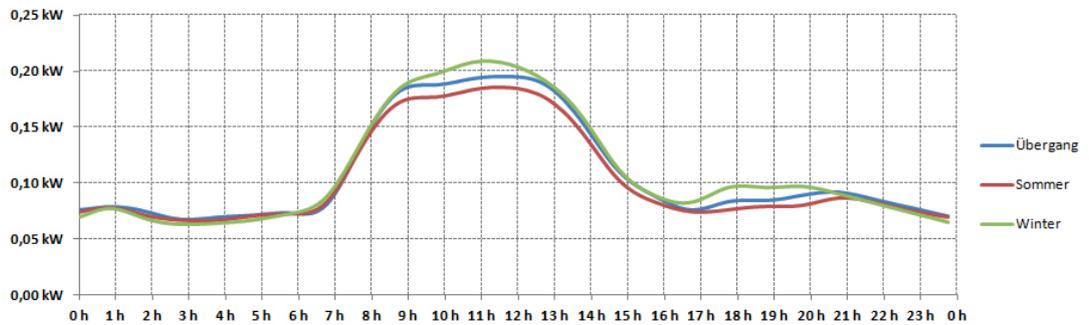


Abbildung 27 – Standardlastprofil G0 Gewerbe allgemein Samstag [3]

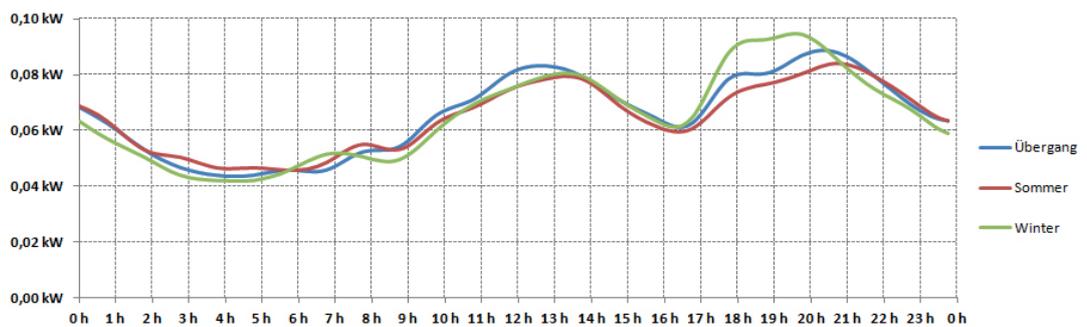


Abbildung 28 – Standardlastprofil G0 Gewerbe allgemein Sonntag [3]

Der Mittelwert ergibt sich aus Messungen realer Gewerbebetriebe. Da sich nicht alle Gewerbe zeitlich und von der bezogenen Leistung her gleich verhalten, entsteht ein Wert, der diese Gruppe aus Sicht der Energieversorger repräsentiert. Die Kennwerte stellen den Mittelwert innerhalb der einzelnen Tagesarten dar sowie den maximalen Wert innerhalb des Tages und den Peakfaktor d. h. die Relation von Mittel- und Maximalwert (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7 – G0 Gewerbe allgemein

	MITTELWERT	MAXIMALWERT	PEAKFAKTOR
<b>Übergang</b>			
Werktage	0,13 kW	0,22 kW	1,74
Samstage	0,11 kW	0,20 kW	1,80
Sonntage	0,07 kW	0,09 kW	1,35
<b>Sommer</b>			
Werktage	0,12 kW	0,21 kW	1,71
Samstage	0,10 kW	0,19 kW	1,78
Sonntage	0,06 kW	0,08 kW	1,30

	MITTELWERT	MAXIMALWERT	PEAKFAKTOR
<b>Winter</b>			
Werktage	0,13 kW	0,24 kW	1,80
Samstage	0,11 kW	0,21 kW	1,87
Sonntage	0,06 kW	0,09 kW	1,46
<b>maximaler Peakfaktor</b>			1,87

Als Vergleich zu den Standardlastprofilen der Gewerbe ist in Abbildung 29 das der Haushalte aufgeführt. Es besitzt ein komplett anderes Profil.

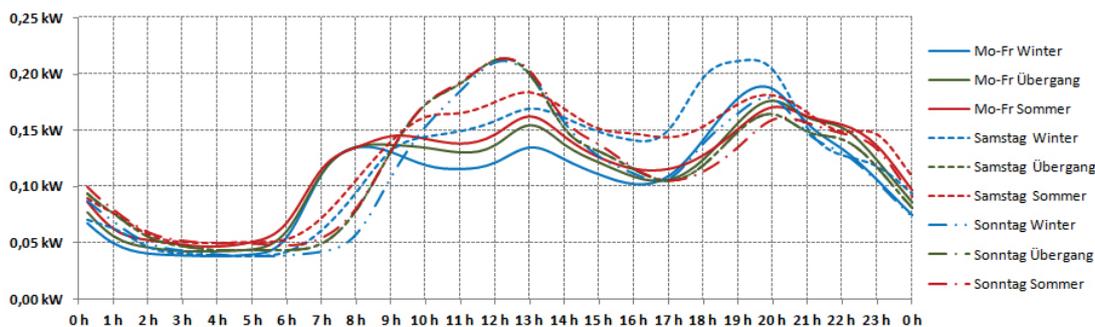


Abbildung 29 – Standardlastprofil H0 Haushalte [3]

## 5.3 Industrie und Unternehmen

### Energiesparen in der Industrie

Auch in der Industrie lässt sich Energieeffizienz und Produktivität erhöhen: Elektromotoren, die beispielsweise für Förderbänder oder Pumpen eingesetzt werden, verbrauchen heute fast zwei Drittel des industriell genutzten Stroms. Mit optimierten Antriebslösungen lässt sich der Stromverbrauch von industriellen Antrieben um bis zu 70 % senken – solche Investitionen rechnen sich allein durch die Energieeinsparung in weniger als zwei Jahren.

### Energieeffizienz in Unternehmen

Energieeffizienz und Ressourceneffizienz bieten für Gewerbe, Industrie und Unternehmen vielfältige Möglichkeiten zur nachhaltigen Senkung ihrer Produktionskosten. In Unternehmen werden Energie und Ressourcen vielfältig eingesetzt, z. B. zum Heizen, Kühlen und Lüften, in Produktions- und Hilfsprozessen oder bei Transportvorgängen. Ebenso vielfältig sind die oftmals vorhandenen Einsparmöglichkeiten durch die Verwendung energieeffizienter oder ressourceneffizienter Technologien oder Anpassungen bei der Nutzung. Dabei können Unternehmen durch Einsparungen, umfangreiche öffentliche Fördermittel, z. B. das KfW-Programm „Energieberatung im Mittelstand“, Steuererleichterungen sowie eine positive Außenwahrnehmung gleich mehrfach profitieren.

### Forschungsprojekt Smarte Produktion Fertigung folgt Stromtarif

Energieintensive Produkte dann fertigen, wenn der Strom günstig ist – das ist die Vision des Projekts „LagBEnS – Nutzung von Lagerbeständen als Energiespeicher“, das vom Institut für Integrierte Produktion Hannover (IPH) und dem Duisburger Institut für Energie- und Umwelttechnik (IUTA) getragen wird. Die Projektlaufzeit endet im Februar 2018.

Günstig ist Strom an luftigen Sommertagen – teuer dagegen an windstillen Winterabenden. Denn je mehr Energie aus erneuerbaren Quellen wie Wind und Sonne stammt, desto stärker schwanken das Stromangebot und der Preis. Wenn Unternehmen ihre Fertigungssteuerung an den Strompreis koppeln, könnten sie mit schwankenden Tarifen sogar Geld sparen. Dies sollte in Zukunft zum Standard werden. Noch sind nur Hoch- und Niedertarif üblich (HT und NT).

Schon heute kann der Strompreis an der Leipziger Strombörse innerhalb eines Tages um 70 % steigen oder fallen. Das Forschungsprojekt will zuverlässige Methoden entwickeln, mit denen herauszufinden ist, wie viel Geld sich damit in der Praxis einsparen lässt.

Wie das im Detail funktionieren kann und wie viel Geld sich damit sparen lässt, untersuchen Wissenschaftler derzeit im Projekt.

## 5.3.1 Werkzeugmaschinen

### Übersicht

Die Energieeffizienz von Werkzeugmaschinen wird sowohl durch ihre technische Gestaltung als auch durch die Art ihrer Nutzung bestimmt. Bedingung für eine möglichst hohe Energieeffizienz ist die optimale Anpassung der notwendigen Maschinenfunktionen an das zu realisierende Fertigungsverfahren. Wichtige und in gegenseitiger Wechselwirkung stehende Aspekte sind dabei Maschinenkonzept, Antriebssystem und Nebenfunktionen. Auf diese werden grundsätzlich die bedarfsgerechte Energiebereitstellung, eine weitgehend verlustfreie Energieübertragung und –wandlung sowie die Nutzung von Möglichkeiten zur Energierückgewinnung methodisch angewendet.

Voraussetzung für die Bewertung der Energieeffizienz sowie den Vergleich und die Prognose von Energiebedarfen bei Werkzeugmaschinen ist eine einheitliche Methodik zur Ermittlung von transparenten Kennwerten auf der Basis definierter Referenzzyklen.

### Maschinenkonzept

Die Gestaltung des Maschinenkonzeptes soll auf der Basis einer ganzheitlichen Ressourcenbetrachtung und unter Berücksichtigung der Phasen des Maschinenlebenszyklus erfolgen. Für die Beurteilung der Energieeffizienz ist zwar besonders die Nutzungsphase von Belang, allerdings werden bei der Gestaltung des Systems (einschließlich dessen Grenzen) die energetisch wesentlichen Funktionen festgelegt. Als mögliches Optimierungspotential wird beispielhaft die Minimierung von bewegten Massen oder die Nutzung potentieller und im System gespeicherter Energie genannt.

### Antriebssystem

In Abwägung des Gesamtsystemzusammenhangs erfolgt die Entscheidung über die Art der Realisierung energetisch wesentlicher Funktion. Die Gestaltung des Antriebssystems für den jeweiligen konkreten Anwendungsfall hat unter dem Aspekt einer hohen Effizienz des Energieflusses im generatorischen (Bereitstellung), konduktiven (Übertragung) und aktuatorischen (Wandlung) Systemabschnitt zu geschehen. Möglichkeiten einer Speicherung von Energie im System (z. B. Zwischenkreis) oder der Netzzurückspeisung sind mit zu berücksichtigen. Voraussetzung dafür ist Leistungselektronik mit einem guten Wirkungsgrad und weitgehende Rückwirkungsfreiheit (z. B. Oberschwingungen). Notwendige, ergänzende Maßnahme für die Erzielung einer optimalen Energieeffizienz ist ein intelligentes und möglichst nutzerunabhängiges Energie- und Antriebsmanagement. Dieses soll Energien betriebsartenabhängig zu- und abschalten, Betreiberinformationen für einen energiesparenden Betrieb sowie Möglichkeiten zur Datenaufzeichnung und -auswertung bieten. Auf Grundlage der ermittelten Daten ist es möglich, sowohl das System Werkzeugmaschine als auch dessen Einbindung in bei- oder übergeordnete Produktionssysteme unter energetischen Aspekten weiter zu optimieren.

### Nebenfunktionen

Auch wenn der energetische Anteil der Nebenfunktionen einer Werkzeugmaschine im Verhältnis zu ihrer Hauptfunktion in der Regel gering ist, so bietet die bedarfsgerechte Bereitstellung von Energien und Hilfsmedien (z. B. Kühlung/Schmierung) hier ebenfalls Potential für eine Steigerung der Energieeffizienz. Grundsätzlich sind die für Antriebssysteme aufgezeigten Mittel und Methoden auch hier in Anwendung zu bringen. Eine weitere Möglichkeit zur Effizienzsteigerung im Gesamtsystemzusammenhang ist (neben einer geregelten Kühlung bzw. Klimatisierung) z. B. die Kühlung mit Wasser statt mit Luft zu betreiben, da dies die Möglichkeit bietet, Wärmeenergie effektiv abzuleiten und anderweitig zu nutzen.

### Messmethodik

Bei der Bestimmung der kennzeichnenden Werte des energetischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen, sind das reale Nutzungsverhalten und die daraus ableitbaren Betriebsphasen zu berücksichtigen. Die Ermittlung des Energieverbrauchs hat, bezogen auf diese Betriebsphasen, für einen definierten Prozess zu geschehen. Auch sind die Messbedingungen in Bezug auf Anforderung an die Messung, Messgröße, Messmittel, Messunsicherheit und Dokumentation festzulegen. Die Messung der Energieflüsse erfolgt an den definierten Systemgrenzen. Gleiches gilt für die energetische Analyse und Effizienzbestimmung einzelner Funktionen, deren Verwendung in den jeweiligen Betriebsarten mit zu berücksichtigen ist. Vergleichbarkeit und Transparenz bei der Beurteilung der Energieeffizienz von Werkzeugmaschinen, ist durch die Benennung der Verfahren zur Umrechnung der gemessenen Werte in entsprechende elektrische Leistungsäquivalente zu gewährleisten.

### Fazit

Angestoßen durch die ErP-Richtlinie 2009/125/EG hat ein Prozess zur Verbesserung der Energieeffizienz bei Werkzeugmaschinen sowie deren transparenter Beurteilung begonnen, welcher sich in einschlägigen Normen und technischen Regeln dokumentiert. Besonders im Bereich von Werkzeugmaschinen mit numerischer Steuerung ist dieser Prozess weit fortgeschritten, sodass hier kein explizit erweiterter Bedarf an unterstützenden Normen besteht. Erforderlich sind vielmehr vergleichbar transparente Methoden zur Beurteilung der Energieeffizienz elektrischer Komponenten im Systemzusammenhang, wie z. B. frequenzumrichter-gesteuerte Antriebe.

Der Prozess zur Verbesserung der Energieeffizienz bei Werkzeugmaschinen ist weit fortgeschritten

Eine Kennzeichnung von Werkzeugmaschinen mit Energielabeln ist, außer bei ausgesprochenen Serienprodukten und bei breitem Angebot (wie z. B. bei Haushaltsgeräten), nicht sinnvoll und praktikabel. Vielmehr haben Vergleich und Dokumentation der Energieeffizienz für die jeweilige Werkzeugmaschine auf der Grundlage einschlägiger Testprozeduren, oder wenn möglich auch Testwerkstücken, zu erfolgen.

### 5.3.2 Energieeffizienz für Elektromotoren, Antriebe und Antriebssysteme

Gesetzliche Mindestanforderungen an die Energieeffizienz sind ein weltweites Thema. Die Regelung für die Energieeffizienz von Motoren in Deutschland und Europa wurde Schritt für Schritt zwischen 2011 und 2017 umgesetzt. Die Anforderungen erhöhten sich dabei mit der Zeit allmählich. Aktuell müssen neu in Verkehr gebrachte Motoren mit einer Nennausgangsleistung von 0,75 bis 375 kW entweder die Wirkungsgradklasse IE3 erreichen oder mit Frequenzumrichter betrieben werden, wenn sie nur unter Wirkungsgradklasse IE2 fallen. Die Alternative des Umrichterbetriebs wurde in Europa u. a. deshalb eingeführt, da er bei vielen Anwendungen ein höheres Energieeinsparpotential bietet als die Steigerung der Wirkungsgrade von der Klasse IE2 auf IE3.

Die Normenreihe DIN EN 60034-X (VDE 0530-X) regelt die Anforderungen an drehende elektrische Maschinen im Allgemeinen. Ausgenommen sind Maschinen für Bahn- und Straßenfahrzeuge (DIN EN 60349-X (VDE 0115-400-1)) sowie in die Arbeitsmaschine integrierte Motoren (DIN EN 50598-X (VDE 0160-201)).

Die Normenreihe DIN EN 60034-X (VDE 0530-X) ist sehr umfassend. So definiert sie beispielsweise Kühlmethoden (IC-Codes), Aufstellungsarten (IM-Codes), Schutzklassen (IP-Codes), Geräusche u.v.m. Für den Aspekt Energieeffizienz sind vor allem die Bestimmung des Wirkungsgrades aus Prüfungen und die Nenn-Grenzwerte für den Wirkungsgrad IE1 bis IE4 relevant.

Die Normen DIN EN 60034-2-1 (VDE 0530-2-1) bzw. DIN EN 60034-2-2 (VDE 0530-2-2) gelten grundsätzlich für alle rotierenden elektrischen Maschinen, außer Maschinen für Bahn- und Straßenfahrzeuge und solche, für die es eigene Normen gibt. Eine Leistungsabgrenzung sehen diese Normen nicht vor. Diese findet sich jedoch in der Norm DIN EN 60034-30-1 (VDE 0530-30-1), in der es um die Grenzwerte für Wirkungsgrade entsprechend IE1 bis IE4 geht – sie gilt für Maschinen im Leistungsbereich 0,12 bis 1.000 kW.

Elektrische Maschinen mit Leistungen größer als 1.000 kW werden oft anwendungsspezifisch ausgelegt und hergestellt. Die Wirkungsgrade werden üblicherweise zwischen Hersteller und Anwender abgesprochen bzw. vom Anwender spezifiziert. Meist ist der Wirkungsgrad dann pönalisiert. Der Wirkungsgrad dieser Maschinen befindet sich typischerweise im Bereich von 95 bis 98,5 % und ist damit sehr hoch. Anwender, aber auch Hersteller, sind an einem hohen Wirkungsgrad interessiert, da die Verlustleistungen für den Anwender erhebliche Betriebskosten mit sich bringen. Über den Lebenszyklus (20 Jahre) gerechnet, betragen die Kosten für die Verluste oft mehr als 1.000 Euro/kW. Diese Zahl zugrunde gelegt, fallen beispielsweise bei einer Maschine mit einer Leistung von 1 MW und 95 % Wirkungsgrad Betriebskosten von ca. 50.000 Euro an. Mit zunehmender Leistung steigen diese Kosten.

Es besteht somit ein natürliches Interesse an einem hohen Maschinenwirkungsgrad. Eine Vorgabe von Mindestwirkungsgraden erscheint daher nicht erforderlich.

Die Normenreihe DIN EN 60349-X (VDE 0115-400-1) regelt die Anforderungen an drehende elektrische Maschinen für Bahn- und Straßenfahrzeuge im Allgemeinen. Die Bestimmung von Verlusten lehnt sich an die IEC60034-2-1. Hinzu kommen Besonderheiten für genannte Maschinen. Der Wirkungsgrad wird üblicherweise zwischen Hersteller und Anwender abgesprochen, sofern die Maschinen nicht unter die DIN EN 60034-30-1 (VDE 0530-30-1) fallen.

Die DIN EN 50598-1 bis 3 „Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen“ legt die Indikatoren für die Energieeffizienz von Leistungselektronik (z. B. vollständige Antriebsmodule, CDM), Antriebssystemen und Motorstartern für Motorantriebsanwendungen im Leistungsbereich von 0,12 kW bis 1.000 kW fest. Der dort festgesetzte Leistungsbereich korreliert mit dem der DIN EN 60034-30-1 (VDE 0530-30-1). Sie legt die Methodik zur Bestimmung der Verluste des vollständigen Antriebsmoduls (CDM), des Antriebssystems (PDS) und des gesamten Motorsystems fest. Es werden IE- und IES-Klassen definiert sowie Grenzwerte und Prüfverfahren für die Klassifizierung der Gesamtverluste des Motorsystems angegeben.

#### Verbrauch elektrischer Energie durch Elektromotoren

Der größte Anteil des Verbrauches elektrischer Energie in Europa 2010 fällt auf die Industrie (siehe Tabelle 8). Elektromotoren verbrauchen weltweit ca. 40 % der gesamten erzeugten elektrischen Energie. Im Industriesektor verbrauchen Elektromotoren ca. 70 % der dort umgesetzten elektrischen Energie.

Tabelle 8 – Energieverbrauch nach Sektoren 2010 in Europa

SEKTOR	MENGE	PROZENTUAL
Industrie	ca. 1.036 TWh	36,0 %
Haushalte	ca. 843 TWh	29,7 %
Services	ca. 834 TWh	29,3 %
Transport	ca. 57 TWh	2,0 %
Andere	ca. 57 TWh	2,0 %
Gesamt	ca. 2.840 TWh	100 %

Die Nettoerzeugung in den 28 Mitgliedstaaten der Europäischen Union betrug 2010 3.199 TWh.

Elektromotoren und -antriebe verbrauchen einen Großteil der gesamten, elektrisch erzeugten Energie. In der Industrie sind Elektromotoren die Gerätegruppe mit dem größten Verbrauch. Energieeinsparungen bei dieser Komponente haben somit eine große Wirkung.

### Einsparpotential

Das Energieeinsparpotential elektrischer Antriebssysteme beläuft sich laut ZVEI auf ca. 40 %. Davon entfallen

- 10 % auf die Verwendung effizienterer Motoren. Das bedeutet die Herstellung von Motoren mit höheren Wirkungsgraden, z. B. durch die Verwendung höherwertiger Materialien. Hierzu zählt beispielsweise die Anwendung von Kupfer- anstelle von Aluminiumkäfigen bei Asynchronmaschinen.
- 30 % auf die Verwendung drehzahl geregelter Antriebe. Das bedeutet die Anpassung der Motordrehzahl und des Motormomentes an die Last.
- 60 % auf mechanische Systemoptimierungen (z. B. Pumpen, Lüfterflügel usw.).

Die Mindest-Anforderungen an elektrische Maschinen werden in der ErP-Richtlinie 2009/125/EG (Energy-related Products) und ihrer Verordnung (EG) 640/2009 (gilt zunächst nur für Asynchronmotoren) geregelt. Diese Verordnung schreibt für Standard-Festdrehzahl-Asynchronmotoren mit Netzstart die Mindest-Wirkungsgrade IE2 und IE3 vor. Die Anforderungen für diese Motoren verschärfen sich in drei Stufen. In der Norm DIN EN 60034-30-1 (VDE 0530-30-1):2014-12 sind die erforderlichen Mindest-Wirkungsgrade, abhängig von der Motordrehzahl, -frequenz, -leistung und -polzahl zusammengefasst. Zwischen Motor-technologien wird dort nicht mehr unterschieden (Motortechnologien: Synchron-, Permanentmagnet- und Gleichstrommaschinen).

Die Norm DIN EN 50598-2 (VDE 0160-202) liefert die Grenzwerte für die Beurteilung der energetischen Effizienz von Frequenzumrichtern. Für die Einteilung gilt der Mittelwert der Klasse IE1 als Referenzwert. Hat ein Gerät 25 % mehr Verluste, fällt es in die Klasse IE0; bei 25 % weniger Verluste gehört es in die Klasse IE2. Die IE-Klassifizierung erfolgt bei einer definierten Last aus  $\cos\phi$  und Strom.

Bei Umrichter-Motor-Kombinationen gilt ebenfalls die Norm DIN EN 50598-2 (VDE 0160-202), die Umrichter-Motor-Kombinationen analog zu den Umrichtern in die Klassen IES0 bis IES2 unterteilt. Das „S“ zeigt an, dass es sich um ein System handelt. Die Auf- bzw. Abstufung der Umrichter-Motor-Kombinationen erfolgt bei der IES-Klasse bei  $\pm 20$  % Verlust im Vergleich zur Klasse IES 1. Der Geltungsbereich ist identisch zu den IE-Klassen für Umrichter.

### Fazit

Die oben genannten Normen schließen das Thema Energieeffizienz elektrischer Maschinen bzw. Antriebssysteme mit Leistungen von 0,12 bis 1.000 kW sehr umfassend ein. Dies erfolgt entweder über Definitionen zur Bestimmung der Verluste bzw. des Wirkungsgrades oder direkt durch die Vorgabe von Mindest-Anforderungen für Wirkungsgrade.

Die Norm DIN EN 60034-30-1 (VDE 0530-30-1):2014-12 sieht die Einführung weiterer, verbesserter Wirkungsgrad-Stufen (IE4, IE5) vor. Sie schließt damit künftige, kontinuierliche Wirkungsgrad- bzw. Effizienzverbesserung mit ein.

Die in der Norm DIN EN 60034-30-1 (VDE 0530-30-1):2014-12 angegebenen Mindest-Wirkungsgrade für Elektromotoren korrespondieren zu wichtigen internationalen Wirkungsgrad-Codes (siehe Tabelle 9).

Kein Handlungsbedarf hinsichtlich der Normung für Motoren.

Die Norm DIN EN 50598-2 (VDE 0160-202) ist eine Ergänzung zur DIN EN 60034-30-1 (VDE 0530-30-1): 2014-12, deren Fokus auf die Lastmaschine und ggf. Zwischenglieder erweitert ist.

Die aufgeführten Normen sind sowohl von Herstellern, Verbänden (ZVEI, CEMEP) als auch von Anwendern akzeptiert und angenommen und werden regelmäßig angewendet bzw. herangezogen.

Für Motoren größerer Leistung (>1.000 kW) und Hochspannungsmotoren (>1.000 V) gelten diese Normen nicht. Hier besteht kein Handlungsbedarf, da diese Motoren grundsätzlich sehr hohe Wirkungsgrade und Lebensdauern haben und damit energieeffizient sind.

Für Motoren besteht kein Handlungsbedarf hinsichtlich neuer bzw. verschärfter Normen. Die vorgegebenen Wirkungsgrade sind hoch und im unteren bis mittleren Leistungsbereich sehr gut geregelt.

Tabelle 9 – Vergleich internationaler Wirkungsgradcodes [12]

Vergleich von Wirkungsgradcodes						
Efficiency	CEMEP Volunteer European Agreement	Europa IEC 60034-30	USA EPAAct, EISA	KANADA EER (2010)	CHINA GB18613 (2008)	CHINA GB18613 (2012)
Niedrig	EFF3					
	EFF2	IE1 Standard Efficiency			Grade 3	
High	EFF1	IE2 High Efficiency	NEMA High	High	Grade 2	Grade 3
		IE3 Premium Efficiency	NEMA Premium	Premium	Grade 1	Grade 2
		IE4 Super Premium Efficiency	NEMA Premium Plus			Grade 1

## 5.4 Verkehr und Transport

### Allgemeines

Die Einführung der Elektromobilität stellt für Deutschland eine besondere Herausforderung und Chance zugleich dar. Die auf hohem Qualitäts-, Sicherheits- und Verfügbarkeitsniveau etablierten Domänen der Fahrzeugtechnik, der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) sowie der Elektrotechnik/Energietechnik werden in Zukunft teilweise zusammenwachsen.

Um das Mobilitätsbedürfnis der Menschen auch in Zukunft nachhaltig erfüllen zu können, muss hierfür Energie aus umweltverträglichen Quellen bereitgestellt werden. Die Zukunft der Energieversorgung gehört nachhaltigen Energiequellen, die langfristig und politisch verlässlich verfügbar sind und deren ökologischer „Footprint“ minimal ist. Nutzt die Elektromobilität diese nachhaltigen Energiequellen,

hilft sie die Weichen für eine lebenswerte Zukunft zu stellen. Durch Etablierung ressourcenschonender Kreisläufe und Prozesse wird der Fortschritt nachhaltig gefördert und gleichzeitig der gewohnte Komfort für die Nutzer erhalten.

Damit Strom aus Erneuerbaren Energiequellen auch für Elektrofahrzeuge bequem zur Verfügung steht, bedarf es eines strategischen Konzepts zur Lösung der anstehenden Herausforderungen. Global zu denken, ist beim Fahrzeug mit Elektroantrieb derzeit in erster Linie noch eine Frage von technischen Eckwerten: Ladeleistung, Ladestecker und Batteriekapazität. Was letztlich die Akzeptanz der Nutzer findet, entscheiden Funktionalität, Preis, Umweltbewusstsein und Verantwortung über Ländergrenzen hinaus. Vor allem sind „runde Tische“ gefragt, an denen Beteiligte Fortschritte gemeinsam entwickeln und gezielt Normen und Spezifikationen, auf denen weiter aufgebaut wird, voranbringen können. Längst haben Automobilhersteller, Energielieferanten, Netzanbieter und Forschungseinrichtungen erkannt, wie eng ihr Elektromobilitätsnetz miteinander verwoben ist. Das Elektromobil der Zukunft wird als entscheidendes Element in das intelligente Stromnetz „Smart Grid“ eingebunden sein.

### 5.4.1 Elektromobilität

Bis zum Jahr 2025 wird in der EU, China und den USA ein Elektroauto-Marktanteil bei Neuwagen von 25 % erwartet, so Volkswagen in einem Bericht des Branchenblatts „Automobilwoche“. 2030 könnten dann die Hälfte aller verkauften Autos Elektrofahrzeuge sein. Elektrofahrzeuge lassen sich zudem als mobile Stromspeicher in ein intelligentes Stromnetz einbinden. Im öffentlichen Personenverkehr sind Niederflurstraßenbahnen eine energiesparende und umweltfreundliche Alternative.

Die Elektromobilität wird zunehmend Realität. Sie erobert ihre Marktanteile auf evolutionärem, ihrer Technik angemessenem leisem Wege. Ohne Nutzung elektrischer Antriebslösungen wird die Automobilindustrie die zukünftigen CO<sub>2</sub>-Vorgaben nicht erfüllen können.

So wird insbesondere beim Personenwagen zunächst die hybride Antriebstechnik das Mittel der Wahl sein – denn letztlich muss der Kunde von der Brauchbarkeit des Produktes überzeugt sein. Mit jedem Kraftfahrzeug wird ein umfassendes Mobilitätsversprechen verkauft, das es einzulösen gilt. Die überwiegende Mehrheit der Autokäufer verhält sich dementsprechend und sichert mit ihrer Nachfrage die große Zahl an Arbeitsplätzen, die in Europa mit der Automobilherstellung und -betreuung verbunden ist. Mit zunehmender Entwicklung der Speicher- und Ladetechnologie wird das Erfordernis eines Range-Extenders auf Basis klassischer Verbrennungsmotoren immer geringer werden, um das Mobilitätsversprechen einzuhalten.

Automobile Fortbewegung erfordert den Einsatz von Energie und findet ganz überwiegend im öffentlichen Raum statt. Somit sind neben Fragen bezüglich des Fahrzeugs auch Fragen der Forschungsförderung, der Energiequalität und insbesondere der benötigten Infrastruktur von elementarer Bedeutung. Im Vergleich zum klassischen Fahrzeug mit Verbrennungsmotor hat das Elektrofahrzeug in den vergangenen 115 Jahren keine kontinuierliche Entwicklung erfahren. Wenn auch heute schon ansehnliche Reichweiten erzielt werden können, so ist noch erheblich Raum für Weiterentwicklung und Vervollkommnung gegeben, damit das Elektrofahrzeug eine ernstzunehmende Alternative zum Automobil mit

Verbrennungsmotor wird. Daher besteht weiterhin Bedarf an staatlichen Fördermitteln, insbesondere im Hinblick auf die Batterietechnik.

Elektrofahrzeuge werden zunächst für einige Zeit signifikant teurer in der Anschaffung als die etablierten Autos sein. Für einen befristeten Zeitraum sollten daher aus Sicht des ZVEI finanzielle Erleichterungen vorgesehen werden, z. B. die Freistellung von steuerlichen Belastungen oder eine entsprechende steuerliche Bevorzugung. Hier ist darauf zu achten, dass für Flotten-/Dienstwagen-Betreiber das Angebot so attraktiv ist, dass keine Nachteile im Vergleich zur klassischen Antriebstechnik bestehen.

Seit Juli 2016 gibt es eine Förderung für Elektro- und Hybridfahrzeuge.

#### **Vorteile:**

- hohe Energieeffizienz;
- geringe bis keine lokalen Emissionen;
- geringere Energiekosten;
- Nutzung Erneuerbarer Energiequellen;
- hoher Bedienungskomfort, gute Fahrdynamik.

#### **Nachteile:**

- vergleichsweise geringe Reichweite;
- höhere Anschaffungskosten;
- geringere Nutzlast;
- Ladeprozedur;
- Heizung, Klimatisierung.

### **Elektrofahrzeuge und Stromnetz**

Die Elektromobilität eröffnet die einzigartige Möglichkeit, die Vorteile einer umweltfreundlichen Mobilität mit einer effizienten und optimierten Nutzung der Ressourcen der Stromnetze und der nachhaltig erzeugten Elektroenergie zu verbinden. Daraus ergeben sich eine Reihe von speziellen Anforderungen insbesondere für die Technik und die Normung der Schnittstelle zwischen Elektrofahrzeug und Stromnetz. Der Ladevorgang eines Elektrofahrzeugs erfordert eine Vielzahl verschiedener Anwendungsfälle, für die die Erarbeitung von Normen eine wichtige Grundvoraussetzung ist.

Aus der Sicht des Smart Grids stellt das Elektrofahrzeug ein mobiles, smartes System mit integrierter Speicherfunktionalität dar, das sowohl als elektrischer Verbraucher als auch als Erzeuger (zukünftig bei Rückspeisung) genutzt werden kann. Ein Ziel des Smart Grids ist die Beeinflussung des elektrischen Verbrauchs, um erneuerbare, volatile Energieerzeugung (beispielsweise aus Wind und Sonne) einfacher in das Gesamtsystem integrieren zu können. Da Strom nur begrenzt speicherbar ist, soll das Lastprofil beeinflusst werden, damit Erneuerbare Energiequellen effizient genutzt werden können. Ein Lastmanagement soll daher den Energieverbrauch zeitlich dahingehend beeinflussen, dass sich dieser stärker an der Situation der Erzeugungsseite orientiert. Beim Lastmanagement werden grundsätzlich drei Arten unterschieden:

- Angebotsabhängiges Laden (Einwegkommunikation auf Basis von Preissignalen),
- Smartes Laden (zwischen Auto und Ladeinfrastrukturbetreiber mittels bidirektionaler Kommunikation ausgehandeltes Laden),
- Durch Ladeinfrastrukturbetreiber kontrolliertes Laden.

Eine anreizbasierte Steuerung kann eine große Motivation für den Nutzer darstellen, sein Auto nicht sofort und zu Tageshöchstlastzeiten zu laden, sondern den Ladevorgang entsprechend zu verschieben. Die anreizbasierte Steuerung muss dabei unter anderem die Anforderungen der Netze und des Energiemarktes berücksichtigen.

Insbesondere in der Anfangszeit ist zu erwarten, dass Kunden mit ihrem Elektrofahrzeug auch einen umweltpolitischen Anspruch verbinden. Das Lastmanagement kann helfen, diesem Ziel der CO<sub>2</sub>-optimierten Mobilität näher zu rücken. Im Extremfall wird nur Strom aus erneuerbaren Quellen verwendet, für den es andernfalls keine Verwendung gegeben hätte. Technisch gesehen werden die Möglichkeiten für das Lastmanagement größer, wenn hohe Ladeleistungen zur Verfügung stehen und/oder die Fahrzeuge regelmäßig in das Netz eingebunden sind, auch dann, wenn nicht unmittelbar Bedarf besteht, die Fahrzeuge aufzuladen.

#### Normung der Elektromobilität

Die bisher weitgehend getrennt betrachteten Domänen Automobiltechnik und Elektrotechnik/Energetechnik sowie Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) müssen für eine erfolgreiche Elektromobilität zusammenwachsen. Hierfür ist eine langfristige Strategie zu entwickeln, die sowohl die nationalen Belange berücksichtigt als auch der deutschen Wirtschaft den Zugang zu diesem expandierenden, internationalen Markt öffnet. Hierzu wurde von der Bundesregierung die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) im Mai 2010 als beratendes Gremium ins Leben gerufen. Die Arbeitsgruppe 4 „Normung, Standardisierung und Zertifizierung“ (AG 4) der NPE ist für die Normungsstrategie zuständig, die in Form der Deutschen Normungs-Roadmap Elektromobilität durch das Gremium DKE/EMOBILITY.30 erarbeitet ist.

In den etablierten Domänen Automobiltechnik und Elektrotechnik existiert bereits eine Vielzahl an notwendigen Normen. Diese müssen entsprechend genutzt und bekannt gemacht werden. Informationen über diese Normungsarbeiten und ihren Status sind in der [deutschen Normungs-Roadmap Elektromobilität](#) zu finden. Darüber hinaus liegt der Schwerpunkt der erforderlichen Arbeiten weniger auf der Initiierung neuer Normungsvorhaben als eher auf der Erweiterung bzw. Anpassung bestehender Normen und Standards an die Anforderungen der Elektromobilität. Insbesondere bei Schnittstellenthemen muss eine domänenübergreifende Zusammenarbeit auf internationaler Ebene erfolgen.

#### Klimafreundlich mobil sein

80 % aller Kohlendioxid-Emissionen (CO<sub>2</sub>) des Verkehrssektors werden auf der Straße emittiert. Personenkraftfahrzeuge (Pkw) und Motorräder verursachten 2010 rund 128 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>, Lastkraftwagen 51 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Der Schienenverkehr machte nur 4 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs aus.

Elektroautos sind nicht nur mit Ökostrom sauberer als ein Verbrenner. Bei vereinfachter Betrachtung der CO<sub>2</sub> Emissionen und unter der Annahme, dass Benzin in der Zapfsäule vorhanden ist, Verbren-

nungsmotoren außer CO<sub>2</sub> keinerlei Emissionen verursachen und aus allen Ladestationen nur Graustrom kommen würde (tatsächlich nutzen die meisten Ladestationen Ökostrom), ergibt sich Folgendes (siehe Tabelle 10):

Tabelle 10 – typische Verbrauchsdaten von PKW [13]

FAHRZEUGTYP	VERBRAUCH	KOHLENDIOXID-EMISSIONEN
Diesel PKW	4,8 Liter/100 km	127g CO <sub>2</sub> /km
Benzin PKW	5,8 Liter/100 km	135g CO <sub>2</sub> /km
Elektro-PKW	15,4 kWh/100km (inkl. Ladeverluste)	78g CO <sub>2</sub> /km (Normalstrom bundesweit, 508 g CO <sub>2</sub> /kWh)

#### Historie der Elektroautos

Das Elektroauto tauchte in der Geschichte schon einmal auf. Die ersten Fahrzeuge fuhrten rein elektrisch und nicht mit einem Verbrennungsmotor. Noch bevor Karl Benz seinen Verbrennungsmotor vorstellen konnte, waren Fahrzeuge mit einem Elektromotor sehr beliebt. So gab es Anfang des 20. Jahrhunderts in den USA fast doppelt so viele Elektrofahrzeuge wie Benziner.

## 5.4.2 Energieoptimaler Bahnverkehr

### VDE-Studie: Energieoptimaler Bahnverkehr – auf dem Weg zum „1-Liter-Zug“

Elektrische Bahnen sind bereits heute sehr leistungsfähig, energieeffizient und umweltfreundlich. Die Gründe dafür sind vor allem der elektrische Antrieb, der anderen Antriebstechnologien weit überlegen ist, sowie ein geringer Rollwiderstand, eine günstige Aerodynamik und die Möglichkeit der energieoptimalen Steuerung. Dennoch schlummern auch im Fern-, Güter- und Regionalverkehr (S-, U- und Straßenbahnen) noch viele ungenutzte Energiesparpotenziale. Wo genau diese liegen und wie sie ausgeschöpft werden können, hat nun die Energietechnische Gesellschaft im VDE, im Rahmen einer [Studie](#) mit Simulationsrechnungen und Nutzwertanalysen, für alle relevanten Bahnverkehrsarten, Subsysteme und das gesamte Bahnsystem untersucht.

Demnach lassen sich Energieverluste vor allem durch die Verbesserung der Wirkungsgrade – etwa durch die verlustarme Energieerzeugung und -wandlung und die Verringerung des Fahrwiderstandes – weiter reduzieren. Wichtige Stellschrauben zur Vermeidung von Energieverschwendung sind eine energiesparende Fahrweise und bedarfsgerechte Klimatisierung, die Maximierung des rekuperativen Bremsens und ein energieoptimiertes Bordnetz. Das größte Potenzial liegt in der Energieoptimierung durch die Verbesserung der Netzstruktur bei Gleichstrombahnen und die Vermeidung von Störstellen. Allerdings sind gerade die bedeutenderen Maßnahmen zur energetischen Optimierung des Bahnverkehrs nur in einer gemeinsamen Initiative von Politik, Betreibern und Bahnindustrie erfolgreich und zeitnah umsetzbar. Deshalb empfiehlt der VDE ein Zusammenwirken aller beteiligten Akteure im Bahnsystem. So sollte die Politik verlässliche Rahmenbedingungen schaffen und somit langfristig wirkende Maßnahmen mit großem Investitionsvolumen ermöglichen. Die Betreiber sollten den energetischen Aspekt bei der Spezifikation von Fahrzeugen und Bahnstromversorgung stärker als bislang

Größtes Potenzial in Energieoptimierung des gesamten Bahnsystems

wertschätzen, sodass entsprechende Technologien von der Bahnindustrie umgesetzt werden können. Und die Bahnindustrie ist aufgefordert, auch kleinere Potenziale zu nutzen sowie Politik und Betreibern ihre Expertise zur Optimierung des Gesamtsystems zur Verfügung zu stellen. Der wichtigste Schlüssel zu mehr Nachhaltigkeit und Effizienz in der Mobilität liegt freilich beim Bürger selbst: in der vermehrten Nutzung des Bahnsystems.

### **Spezifische Methoden und Modelle für eine differenzierte Betrachtung**

Um das komplexe Thema „Energieoptimaler Eisenbahnverkehr“ objektiv und fundiert bearbeiten und das Energiesparpotenzial einzelner Maßnahmen unter konsistenten und realistischen Randbedingungen darstellen zu können, wurden für die VDE-Studie Modelle für die betroffenen Verkehrsarten und Subsysteme sowie anwendungsspezifische Methoden zur Aufbereitung und Darstellung der Simulationsergebnisse entwickelt. Darüber hinaus wurden vier Kriterien für die „Nutzwertanalyse“ – das heißt für die Abschätzung des technischen und/oder wirtschaftlichen Aufwands für die Umsetzung einzelner Maßnahmen – festgelegt: Realisierungszeitraum, Investitions- bzw. Entwicklungsbedarf, Energiesparpotenzial bzw. „Einsparfaktor“ (ermittelt jeweils für eine Gruppe von Einzelmaßnahmen) und Technologisches Potenzial (Anteil der Einzelmaßnahme an der Einflussgröße).

Eine so differenzierte Betrachtung ist unverzichtbar, weil sich sowohl im Hinblick auf die technischen Möglichkeiten als auch auf den wirtschaftlichen Nutzen bei einzelnen Maßnahmen in den verschiedenen Bereichen große Unterschiede ergeben. So stellt beispielsweise das Antriebssystem in allen Verkehrsarten das Subsystem mit dem höchsten Energiebedarf dar. Der im VDE-Bewertungssystem errechnete Einspareffekt schwankt bei diesem Beispiel in den einzelnen Verkehrsarten allerdings zwischen dem Einsparfaktor 0,16 und 0,32. Auch wenn der Einfluss des Traktionswirkungsgrades bei den Verkehrsarten mit relativ vielen Halten am stärksten ist, weil sowohl beim Fahren als auch beim elektrischen Bremsen (Rekuperation) die Verluste verringert werden, bleibt hier der Einsparfaktor dennoch unterproportional, da der Wirkungsgrad bereits am Ausgangspunkt der Berechnungen sehr hoch ist.

### **Energieverluste durch Innovationen reduzieren**

Auf Basis der Simulationsrechnung und der Nutzwertanalyse wurden die drei wesentlichen Kategorien von Handlungsempfehlungen herausgearbeitet: „Energieverluste reduzieren“ (jenseits der heutigen Grenzen der eingesetzten Technologien), „Energieverschwendung vermeiden“ (durch Aufhebung bestehender Unzulänglichkeiten) und „Energieoptimierung vorantreiben“ (mit Blick auf das gesamte Bahnsystem als Einheit von Infrastruktur, Fahrzeugen und Betrieb).

Die Reduzierung der Energieverluste beinhaltet die Verbesserung der Wirkungsgrade von Komponenten und Anlagen. Derartige Maßnahmen sind jedoch nur bei denjenigen Komponenten bzw. Elementen effizient anwendbar, in denen hohe Verluste auftreten. Grundsätzlich ist dieser Effekt am Anfang der Energieübertragungskette (Kraftwerke, Umrichterwerke), wo der „Energiefluss“ gebündelt ist, größer als an deren Ende (Bahnantrieb). Um die Energieverluste zu minimieren, ist prinzipiell die Nutzung technischer Innovationen erforderlich. Wichtige Ansatzpunkte sind hier die verlustarme Energieerzeugung durch die Umstellung auf regenerative Energien, die verlustarme Energiewandlung im Fahrzeug – hier in erster Linie die Steigerung des Antriebswirkungsgrads, insbesondere bei Verkehrsarten mit häufigen Fahrzyklen (Regionalverkehr, U-Bahn) und die Verringerung des Fahrwiderstandes, vorrangig des aerodynamischen Widerstandes bei Bahnen mit höheren Geschwindigkeiten (Fernverkehr) oder hohem Luftwiderstand (Güterverkehr).

### Energieverschwendung durch Verhaltensänderungen minimieren

Einerseits sind Verhaltensänderungen im Bahnbetrieb nötig, die vorrangig durch ein gezieltes Training der beteiligten Fachkräfte erreicht werden können: Zu nennen wären die energiesparende Fahrweise oder eine Anpassung der Komfortfunktionen an die Umweltbedingungen. Andererseits gibt es technische Innovationen, die aufgrund der langen Lebensdauer von Fahrzeugen und Infrastruktur bislang nur in Einzelfällen realisiert wurden. Diese erfordern eine gezielte Förderung der Modernisierung und zwar nicht nur monetär, sondern auch durch den Abbau von bürokratischen Hürden.

Die technischen Voraussetzungen für Maßnahmen zur Minimierung von Energieverschwendung sind bei neueren Fahrzeugen in der Regel vorhanden. Dazu zählen Maßnahmen wie eine energiesparende Fahrweise (Nutzung von vorhandenen Fahrzeitreserven, Vermeidung unnötiger Antriebs- und Bremszyklen durch die Einführung von „Bedarfshalten“), für eine bedarfsgerechte Klimatisierung (stärkere Angleichung des Temperatursollwertes an die Umweltbedingungen, Reduktion der Türöffnungszeiten, Minimierung der Einschaltzeiten während der Abstellphasen), für die Maximierung des rekuperativen Bremsens und für ein energieoptimiertes Bordnetz. Allerdings müssen sie auch zuverlässig an eine Betriebssteuerung angebunden werden.

### Energetische Modernisierung des gesamten Bahnsystems sinnvoll

Das größte Potential liegt in der Priorisierung von energetischen Zielen im gesamten Bahnsystem. Dabei ist aber der Aufwand meist beträchtlich. Darüber hinaus besteht mitunter Konkurrenz zu anderen Zielen (beispielsweise der Umbau der Verteilnetze mit dem Ziel höherer Rückgewinnung bzw. geringerer Verluste oder die Entflechtung von Verkehrsarten). Dies erfordert größere Investitionen in die Infrastruktur von Fahrweg und Energieversorgung und ist kosten- und zeitintensiv, insbesondere durch öffentliche Interessenskonflikte.

Ein wichtiger Baustein ist die Optimierung der Netzstruktur bei Gleichstrombahnen. Während in Deutschland der Fern-, Güter- und Regionalverkehr über ein 110/15 kV-Wechselstrom-Verbundnetz betrieben wird, das grundsätzlich aufnahmefähig und verlustarm ist, ist bei Stadtbahnen die Lage anders: Ein nennenswerter Teil der generatorischen Bremsenergie muss in Bremswiderständen „verheizt“ werden, wenn gleichzeitig keine Abnehmer vorhanden sind. Wirksame Gegenmaßnahmen sind die zweiseitige Speisung und Vermaschung des Netzes, die Einrichtung rückspeisefähiger Unterwerke, die Schaffung von gesetzlichen bzw. regulatorischen Rahmenbedingungen und die Installation von stationären Energiespeichern.

Ein weiterer Baustein ist die Vermeidung von Störstellen. Insbesondere Straßenbahnen sind häufigen Geschwindigkeitswechseln unterworfen, weil sie sich den Verkehrsweg mit dem Individualverkehr teilen müssen. Lässt sich eine prinzipielle Vorrangschaltung für den Bahnverkehr nicht um- oder durchsetzen, so können Fahrerassistenzsysteme zumindest das Ausfahren unnötiger Zyklen vermeiden. Voraussetzung dafür ist jedoch eine Vernetzung mit der Betriebsleitzentrale des Straßenverkehrs. Entsprechende Konzepte müssen folglich in der Stadtplanung initiiert werden. Wo die Optimierung der betrieblichen Disposition an ihre Grenzen stößt, hilft nur noch der Streckenausbau zur Entflechtung der Verkehrsarten.

### Gemeinsame Initiative von Politik, Betreibern und Bahnindustrie erforderlich

Alle beschriebenen Maßnahmen tragen sowohl zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Bahnsystems als auch zur Energieeinsparung bei. Allerdings sind insbesondere die bedeutenderen Maßnahmen nur in einer gemeinsamen Initiative von Politik, Betreibern und Bahnindustrie erfolgreich und in einem angemessenen Zeitrahmen umsetzbar. Neben verlässlichen Rahmenbedingungen, der stärkeren Beachtung von energetischen Aspekten, dem Ausschöpfen kleinerer Potenziale und der vermehrten Nutzung des Schienenverkehrs durch Bürgerinnen und Bürger sind weitere Maßnahmen erforderlich, um die Energieeffizienz im elektrischen Bahnsystem zu optimieren.

So stehen viele innovative Entwicklungen, wie z. B. permanenterregte Fahrmotoren, der getriebelose Antrieb, mobile Energiespeicher, der Ersatz herkömmlicher Transformatoren durch Umrichter mit Hochspannungs-Halbleitern, supraleitende Trafos oder Mittelfrequenz-Trafos noch am Anfang und sind bei heutigen Energiepreisen selten wirtschaftlich. Da hier aber noch ungenutzte Potenziale liegen, sollten dementsprechende Entwicklungsanstrengungen aus VDE-Sicht gezielt von Bahnindustrie und Hochschulen gebündelt und von staatlicher Seite gefördert werden. Parallel dazu sind betriebliche und technische Regelwerke der Betreiber sowie Normen und Standards fortzuschreiben. Darüber hinaus sollte für die Bestandsflotten ein staatliches Anreizsystem, ähnlich dem der energetischen Gebäudesanierung, angestrebt werden. Denn das derzeitige Energiepreinsniveau ist kein ausreichender Motivator für Konzepte zur energetischen Optimierung. Da die Zeitspanne von der Entwicklung von Innovationen bis zur Umsetzung in die betriebliche Praxis sehr lang ist, sollten die entsprechenden Initiativen nach Meinung des VDE möglichst zeitnah und umfassend in die Wege geleitet werden.

## 5.5 Auswirkungen und Potentiale von Produktvernetzung

### Geräte Vernetzung, Internet of Things (IoT)

Die Vernetzung von Geräten ist an sich nichts Neues. Bisher beschränkte sie sich allerdings auf „Gewerke“, z. B. Gebäudeautomation, IT, Audio Video.

Durch die wachsenden Kommunikationsmöglichkeiten der IT ist ein Trend entstanden, der die verschiedenen „Gewerke“ durch den Informationsaustausch untereinander zusammenwachsen lässt. Die wachsende Performance von Prozessoren bzw. deren sinkende Kosten bei gegebener Performance, ermöglichte dann die Idee, dass alle Geräte eine Repräsentanz in dem virtuellen Raum, im Internet, bekommen. Dies wird „Internet of Things (IoT)“ bezeichnet.

Zurzeit ist der Begriff IoT nicht klar definiert. Er bezeichnet die Vision des Informationsaustausches zwischen alltäglichen Gegenständen. Dieser Informationsaustausch untereinander lässt neue Möglichkeiten in der Anwendung zu.

## 5.5.1 Wachstumsargumente

Der IoT Markt ist zurzeit ein sich entwickelnder Markt, dementsprechend liegen die Marktprognosen weit auseinander.

### Wachsender Komfort

Aus der Vernetzung von Geräten ergeben sich neue Möglichkeiten und Anwendungen, die zu einer Entlastung des Nutzers führen (Kühlschrank) oder gänzlich neue Anwendungen (Heizung, vorausschauende Wartung) erlauben. Bei den Komfortanwendungen muss zwischen Anwendungen mit schneller Reaktion (einige 100 ms) und Applikationen, bei denen die Reaktionszeit zweitrangig ist, unterschieden werden. Beispiele für Applikationen, die eine schnelle Reaktionszeit benötigen, sind: Licht einschalten, Präsenz von Personen, Einbruchmeldung oder Gefahrenmeldung. Im Gegensatz dazu sind bei Applikationen wie z. B. Überwachung Kühlschrankinhalt, Temperatureinstellung, Anzeige Verbrauchswerte, szenengesteuerter Jalousie oder vorausschauender Wartung die Responszeiten zweitrangig.

### Energieeinsparungen

Die Vernetzung der Geräte untereinander ermöglicht es, Geräte nur dann zu aktivieren, wenn sie wirklich gebraucht werden z. B. das Licht, welches nur bei Anwesenheit von Personen aktiviert wird. Weiterhin lassen sich durch die Optimierung von Regelkreisen (z. B. Konstant-Licht-Regelung, Gebäude-Heizung) weitere Energieeinsparungen erzielen.

Da zusätzliche Sensoren und Aktoren jedoch auch Energie benötigen, muss in der Anwendung entschieden werden, was sinnvoll ist oder was nicht. Ein Bewegungsmelder, der das Licht schaltet, macht in der Intensivabteilung eines Krankenhauses wenig Sinn, denn dort ist das Licht immer an. Im Gegensatz dazu kann ein Bewegungsmelder im Keller eines Krankenhauses sehr wohl Sinn ergeben. Um das Ziel Energie zu sparen zu erreichen, ist eine genaue Analyse der Anwendung/Benutzung (Wie oft wird der Service z. B. Licht benötigt? Welche Personen nutzen den Service? Welche Last stellt der Service dar?) notwendig. Weitere Aspekte wie Komfort oder Sicherheit dürfen bei der Analyse nicht außer Betracht gelassen werden.

### Erhöhte Sicherheit

Sicherheitsrelevante Informationen können direkt vom Sensor/System zielgerichtet gesendet werden.

### Erhöhte Verfügbarkeit von Geräten und Anlage

Das Thema predictive maintenance verlangt das IoT. Die Meldungen von zu planenden Services wie das Erreichen der Lebensdauer spezifischer Komponenten oder das zur Neige gehen von Flüssigkeiten gesendet direkt an die richtigen Stellen, erhöht die Verfügbarkeit von Geräten und Anlagen, was sich direkt in den Produktionskosten niederschlägt.

### Mehrfachnutzung von Sensoren

In der Vergangenheit war es üblich, dass jedes Gewerk nur seine eigenen Sensoren nutzte. Die Einbruchmeldeanlage brachte ihre eigenen Anwesenheitssensoren mit, und das Lichtsystem benutzte andere Anwesenheitssensoren. Durch die horizontale Vernetzung ist es nun möglich, dass ein

Anwesenheitssensor je nach Anforderung seine Sensordaten an das Lichtsystem oder an die Einbruchmeldezentrale sendet. Durch diese Mehrfachnutzung von Sensoren lässt sich sowohl der Komfort erhöhen, als auch Energie einsparen.

Sensoren können ihre Informationen parallel an mehrere Nutzer senden. Die Durchleitung von Daten durch Systeme ist nicht mehr notwendig, was zu deren Vereinfachung beiträgt

#### **Telemedizin**

Smarte Sensoren erlauben es heute, dass gesundheitsrelevante Daten, wie der Blutzuckerwert, der Blutdruck, usw. per App dem Hausarzt zur Verfügung gestellt werden. Dies kann dem Patienten den Weg zum Hausarzt ersparen. Jedoch sind bei diesen Lösungen die Punkte Datensicherheit und Daten-Privacy einer näheren Betrachtung zu unterziehen.

## **5.5.2 Risiken und Herausforderungen**

Bei der Nutzung durch IoT müssen allerdings auch die Risiken betrachtet werden.

#### **Erhöhter Energieverbrauch der Geräte durch die Kommunikation**

Bei Geräten mit geringem Energiebedarf schlägt der kommunikationsbedingte Energieverbrauch überproportional zu Buche. Dies ist insbesondere bei der Weißen Ware der Fall, bei der die Effizienz eine große Rolle spielt. Hier sind die Anwendung und deren zyklische Reaktion sowie die Responszeiten ausschlaggebend.

#### **Komplexere Systeme**

Die zu kommunizierenden Informationen sind zusätzlich zu erstellen oder in vielen Fällen auch neu zu erarbeiten. Komplexe Systeme sind schwieriger zu handhaben, wodurch sich die Anforderungen an das Servicepersonal erhöhen.

#### **Abhängigkeit von der Gerätekommunikation**

Der Nutzen von IoT ist nur dann gegeben, wenn die Systeme kommunizieren. Bei Kommunikationsstörungen wird von einem funktionsfähigen Gerät ausgegangen, was nicht zwingend richtig ist und damit zu Fehlhandlungen führen kann.

#### **Datensicherheit/Data Privacy**

Die Daten des IoT stellen teilweise sehr persönliche oder auch sicherheitsrelevante Inhalte dar. Nicht jeder soll die Information der Abwesenheit des Wohnungsnutzers erhalten können. Welches Nutzungsverhalten eine Maschine innerhalb eines Betriebes hat, ist auch nicht für die Allgemeinheit bestimmt. Der erhöhte Aufwand der Verschlüsselung gegenüber einer preiswerten Kommunikation ist abzuwägen.

Die Analyse der nötigen Daten unter dem Aspekt der Sicherheit und dem Niveau der Vertraulichkeit definiert die notwendigen Methoden der Sicherheit des physikalischen Layers (Wired/RF-Kommunikation).

## Interoperabilität

Um IoT in den heute diskutierten Dimensionen nutzen zu können, gibt es noch einige wichtige Randbedingungen der Interoperabilität zu betrachten.

Die Interoperabilität muss auf verschiedenen Ebenen gegeben sein. Als erstes ist da die semantische Interoperabilität zu nennen. Wenn ein Sensor die Anwesenheit von Personen detektiert, dann müssen angesprochene Aktoren den empfangenen Datenstrom auch als „Person anwesend“ interpretieren. Auf einer niedrigeren Ebene muss das Protokoll, welches für den Informationsaustausch vorgesehen ist, von den Information austauschenden Geräten unterstützt werden. Nicht zu vergessen ist die physikalische Ebene, die zum Informationsaustausch benötigt wird.

Insbesondere CEN, CENELEC und ETSI haben das Thema Interoperabilität im Rahmen des Standardisierungsmandats M/490 für Smart Grids ausführlich behandelt und verweisen im Wesentlichen auf die folgenden Interoperabilitätsebenen:

- Business Layer (z. B. ökonomische sowie rechtliche Anforderungen),
- Function Layer (Anwendungsfälle),
- Information Layer (Kontext und Semantik),
- Communication Layer (Syntax- und Netzwerkinteroperabilität),
- Component Layer (Hardware).

Im Rahmen der Systemplanung und -integration sind insbesondere die zu betrachtenden Anwendungsfälle (sogenannte Use Cases) relevant, die auch den Informationsfluss zwischen verschiedenen Objekten beinhalten sollten. Im Rahmen der Anwendungsfälle können ebenfalls die benötigten Normen und technischen Spezifikationen eingegrenzt und ausgewählt werden, da ansonsten gerade bei systemischen Betrachtungen viele Normen zutreffen können.

Anschließend muss genau beschrieben werden, wie die benötigten Normen und technischen Spezifikationen in Bezug auf die Anwendungsfälle implementiert werden sollen. Dies wird als „Profiling“ bezeichnet und soll insbesondere dazu führen, dass Optionen aus diesen Dokumenten ausgeschlossen werden und somit die Anforderungen eindeutig benannt sind.

Der letzte Schritt bezieht sich auf Prüfungen zur Interoperabilität, die unterschieden werden zwischen

- Conformance Testing (Prüfen der Implementierung gegen eine einzelne Norm oder technische Spezifikation),
- Interoperability Testing (Prüfen der Implementierung gegen einen oder mehrere Anwendungsfälle, mit dem Ziel, dass die geforderten Funktionen ausgeführt werden).

Weitere Informationen:

<https://www.cencenelec.eu/standards/Sectors/SustainableEnergy/SmartGrids/Pages/default.aspx>

Da die Interoperabilität durch Gateways oder Cloud Services sichergestellt werden kann, wird hier nicht näher auf den Punkt Interoperabilität eingegangen.

Im Folgenden wird auf die vorgenannten Punkte näher eingegangen. Es ist jedoch zu beachten, dass die Diskussionspunkte nicht unabhängig voneinander betrachtet werden können. Eine Erhöhung des Komforts wird üblicherweise mit einem Energiemehrverbrauch einhergehen.

#### **Datenaustausch zwischen den Geräten lokal**

Der Datenaustausch zwischen den Geräten untereinander auf lokaler Ebene stößt teilweise auf erhebliche Schwierigkeiten. Gerade bei in der Industrie üblichen Stahlbauten sind WLAN-Kommunikationen nur mit hohen Sendeleistungen umsetzbar. Dieses leisten die IoT-Systeme in den meisten Fällen nicht, da sie auf geringen Energieverbrauch und somit auf geringe Sendeleistungen ausgelegt sind. Der Datenaustausch der Geräte untereinander ohne Cloud ist bei einfachen Informationen störungssicherer. Größere analytische Verfahren benötigen eine Cloud-Lösung.

#### **Nutzung von Cloud Services**

Auswertungen der IoT-Daten durch Cloud Services ermöglichen zusätzliche bzw. neue Geschäftsfelder für Lieferanten und Dienstleister.

Beispiel: Der Energieverbrauch einer Wasserpumpe in der Heizung steigt im Laufe der Nutzung. Durch IoT in Verbindung mit Big Data (viele Heizungen senden ihre Daten zum Cloud Service) kann nun die Ausfallwahrscheinlichkeit der Pumpe berechnet und gegebenenfalls ein Wartungsauftrag mit der Anweisung zum Pumpenaustausch ausgestellt werden.

Eine derartige Anwendung funktioniert nur, wenn Kommunikation zum Cloud Service möglich ist. Ein Inselbetrieb ist unmöglich. Zudem entsteht eine Abhängigkeit von Anbietern der Cloud Services. Neben den Kosten für Gerät und Energie fallen Kosten für die Datenkommunikation an.

#### **Erhöhtes Datenaufkommen**

Die gesamte Kommunikationsstrecke benötigt zusätzliche Energie. Inwieweit sie den Einsparungseffekt in den Geräten kompensiert, ist zu prüfen.

Durch IoT wird das Datenaufkommen immer größer. Das bedeutet höheren Energieverbrauch für Daten Kommunikation Server Farmen. Laut einer Studie von Datacenter-inside aus dem Jahr 2014 stieg der Jahresenergiebedarf von Servern und Rechenzentren von 4 TWh im Jahr 2000 auf 10 TWh im Jahr 2010. Die Prognose für das Jahr 2020 liegt bei 12 TWh.

## **5.6 Zusammenfassung/Empfehlungen**

### **Haushalt**

Besonders verbrauchsrelevante Produkte hat die Europäische Union einheitlich mit dem EU-Energielabel gekennzeichnet. Mit der Ökodesign-Richtlinie hat sie die Hersteller zusätzlich verpflichtet, bestimmte Mindestanforderungen zu erfüllen.

Daher sind die heutigen Hausgeräte bereits sehr energieeffizient. Kommende technische Entwicklungen werden deshalb nicht mehr so hohe Einsparungen erzielen können, wie es technische Weiterentwicklungen bisher taten. Herausforderungen liegen in der Vernetzung der Geräte und der effizienten Anwendung von regenerativen Energiequellen. Allerdings müssen die Messverfahren zur Bestimmung der Angaben des Energielabels und der Ökodesign-Anforderungen fortwährend weiterentwickelt werden, um den Anforderungen an die Genauigkeit und die Haushaltsnähe gerecht zu werden.

Hausgeräte sind sehr effizient. Herausforderungen liegen in der Vernetzung

Neben der Verwendung von Elektrogeräten mit einer möglichst hohen Effizienzklasse lässt sich Energieeffizienz durch Steuerung, Regelung und automatische Schaltung von Elektroanlagen und -geräten sowie der Beleuchtung erzielen. Für die Normung bedeutet dies, dass im Gegensatz zu den bisher vor allem geräte- bzw. bereichsspezifisch behandelten Energieeffizienz-Anforderungen, die neue EU-Verordnung 801/2013 zur Energieeffizienz von Netzwerkgeräten sowie intelligenten Haushalts- und Bürogeräten, eine nunmehr interdisziplinäre Behandlung erforderlich macht.

#### Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Trennt man das umbaute Luftvolumen mit kühler Abluft strömungstechnisch vom Kühllufttraum mit erwärmter Abluft (sogenannte Kaltgang-/Warmgangeinhausung), so schließt man Rezirkulationen weitestgehend aus. Durch diese Trennung wird der erforderliche Kühlluftstrom reduziert. Dies führt zu einer erheblichen Senkung des Energieverbrauchs an Elektroenergie und damit zu einer Senkung der Betriebskosten für Rechenzentren und Serverräume. Dazu werden in einem neuen Normvorhaben die Abmessungen und mechanischen Anforderungen, die strömungs- und klimatechnischen Anforderungen sowie die Aspekte der Betriebssicherheit von Gangeinhausungen behandelt.

Erhebliche Senkung des Energieverbrauchs für Rechenzentren möglich

#### Industrie und Unternehmen

Das Energieeinsparpotential elektrischer Antriebssysteme beläuft sich laut ZVEI auf ca. 40 %. Davon entfallen

- 10 % auf die Verwendung effizienterer Motoren,
- 30 % auf die Verwendung drehzahl geregelter Antriebe,
- 60 % auf mechanische Systemoptimierungen.

Energieeinsparungen durch Systemoptimierung

Die gültigen Normen schließen das Thema Energieeffizienz elektrischer Maschinen bzw. Antriebssysteme mit Leistungen von 0,12 bis 1.000 kW sehr umfassend ein. Dies erfolgt entweder über Definitionen zur Bestimmung der Verluste bzw. des Wirkungsgrades oder direkt durch die Vorgabe von Mindestanforderungen für Wirkungsgrade.

Besonders im Bereich von Werkzeugmaschinen mit numerischer Steuerung ist dieser Prozess weit fortgeschritten, sodass hier kein explizit erweiterter Bedarf an unterstützenden Normen besteht. Erforderlich sind vielmehr vergleichbar transparente Methoden zur Beurteilung der Energieeffizienz elektrischer Komponenten im Systemzusammenhang, wie z. B. frequenzumrichter gesteuerte Antriebe.

Für Motoren größerer Leistung (>1000 kW) und Hochspannungsmotoren (>1000 V) gelten diese Normen nicht. Hier besteht aber kein Handlungsbedarf, da diese Motoren grundsätzlich sehr hohe Wirkungsgrade und Lebensdauern haben und damit energieeffizient sind.

Elektromobilität  
eröffnet neue  
Möglichkeiten der  
Energieeffizienz

### Verkehr und Transport

Ein Ziel des Smart Grids ist die Beeinflussung des elektrischen Verbrauchs, um einfacher erneuerbare, volatile Energieerzeugung (beispielsweise aus Wind und Sonne) in das Gesamtsystem integrieren zu können. Da Strom nur begrenzt speicherbar ist, soll das Lastprofil beeinflusst werden, damit erneuerbare Energiequellen effizient genutzt werden können. Die Elektromobilität eröffnet die einzigartige Möglichkeit, die Vorteile einer umweltfreundlichen Mobilität mit einer effizienten und optimierten Nutzung der Ressourcen der Stromnetze und der nachhaltig erzeugten Elektroenergie zu verbinden.

Elektrische Bahnen sind bereits heute sehr leistungsfähig, energieeffizient und umweltfreundlich. Dennoch schlummern auch im Fern-, Güter- und Regionalverkehr noch viele ungenutzte Energiesparpotenziale. Der wichtigste Schlüssel zu mehr Nachhaltigkeit und Effizienz in der Mobilität liegt freilich beim Bürger selbst: in der vermehrten Nutzung der Bahnsysteme.

Viele innovative Entwicklungen wie z. B. permanenterregte Fahrmotoren, der getriebelose Antrieb, mobile Energiespeicher, der Ersatz herkömmlicher Transformatoren durch Umrichter mit Hochspannungshalbleitern, supraleitende Trafos oder Mittelfrequenz-Trafos stehen noch am Anfang ihrer Entwicklung und sind bei heutigen Energiepreisen selten wirtschaftlich. Um diese Potentiale zu nutzen, müssen betriebliche und technische Regelwerke der Betreiber sowie Normen und Standards fortgeschrieben werden.

# 6 ENERGIEÜBERTRAGUNG UND VERTEILUNG

## 6 Energieübertragung und Verteilung

### 6.1 Einführung

In diesem Themenfeld findet die übergreifende Betrachtung der Energieversorgung von der Erzeugung bis zur Verbraucherverteilung statt. Dies beinhaltet sowohl die relevanten Vorschriften, Richtlinien und Normen als auch hieraus resultierende Empfehlungen in Bezug auf die Elektrische Energieeffizienz.

#### 6.1.1 Struktur der Energieversorgung in Deutschland

Die elektrische Energieversorgung besteht aus Übertragungsnetz, Verteilnetz und Verbraucherverteilung. Hierzu gehören auch weitere Anlagen, wie beispielsweise Erzeugungsanlagen, Schaltanlagen, Transformatoren, Umrichteranlagen und Kompensationsanlagen (siehe Abbildung 30).



Abbildung 30 – Struktur der elektrischen Energieversorgung in Deutschland [3]

#### 6.1.2 Liberalisierung des Energiemarktes innerhalb der EU

Der liberalisierte Energiemarkt ist seit der Jahrtausendwende innerhalb der EU (Europäischen Union) gesetzlich festgeschrieben. Der liberalisierte Strommarkt ist Teil des liberalisierten Energiemarktes.

Gemäß der EU-Binnenmarkt-Richtlinie Elektrizität vom 19.12.1996 Artikel 14 müssen die Funktionsbereiche Stromerzeugung, Übertragung und Verteilung sowie der Vertriebsbereich unternehmerisch getrennt sein (Unbundlingsgebot).

Es erfolgte im Wesentlichen eine Aufteilung in die Bereiche

- Stromerzeugung,
- Stromübertragung,
- Stromverteilung und
- Stromlieferung.

Seit der Liberalisierung des Strommarktes unterscheidet man zwischen physischer Stromlieferung, die den physikalischen Gesetzen folgt, und Handelskontrakten zur termingebundenen Stromlieferung zu entsprechenden bilateralen oder Meritorder-Handelspreisen. Die Handelseinheit an der Strombörse sind Megawattstunden (MWh). Auf den an der Börse bezahlten Preis für eine Megawattstunde kommt allerdings noch einiges an Gebühren und Steuern hinzu.

Die meisten Strommengen in Deutschland werden nicht an der Strombörse, sondern im OTC-Handel („Over-the-Counter“) verkauft, also in außerbörslichen, meist über langfristige bilaterale Direktverträge zwischen Stromproduzenten und Energielieferanten, sodass an der Strombörse nur die übrige Menge als Termin- oder Spotkontrakte (heute für morgen) gehandelt werden.

Der Verbraucher hat seit der Liberalisierung des Strommarktes die Möglichkeit, den Energielieferanten seinen Präferenzen folgend (z. B. CO<sub>2</sub>-neutraler Strom, preisoptimaler Strom usw.) frei zu wählen.

Im Folgenden werden die wesentlichen beteiligten Rollen in Bezug auf die Elektrische Energieeffizienz kurz beschrieben (vergleiche Abbildung 31).

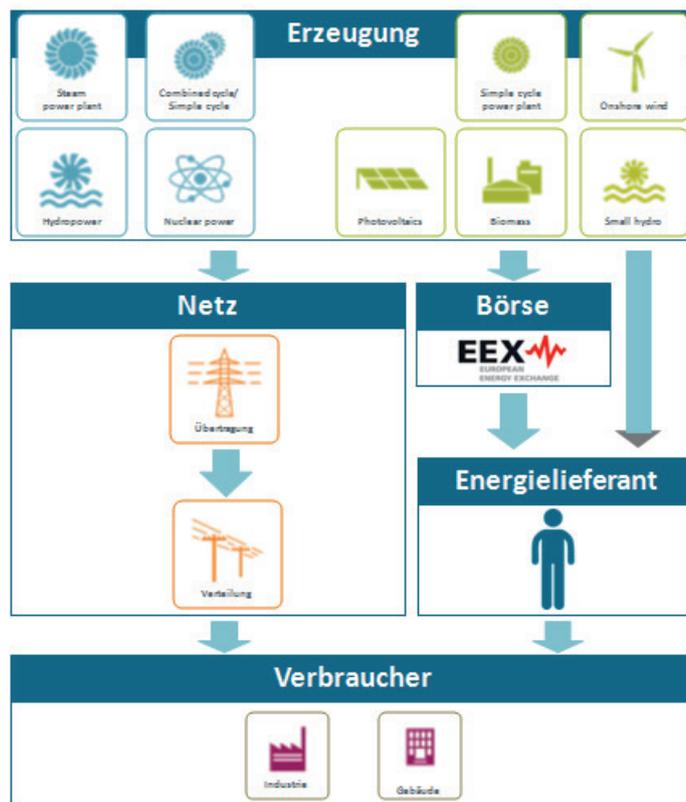


Abbildung 31 – Rollen im liberalisierten Strommarkt [3]

### Stromerzeuger

Der Stromerzeuger erzeugt den Strom z. B. in Kraftwerken oder in verteilten Erzeugungsanlagen und speist ihn in das Übertragungs- oder Verteilnetz ein.

### Übertragungsnetz

In das Übertragungsnetz speisen die leistungsstarken Kraftwerke, Windparks usw. ein. Die Nennspannung liegt bei 380 kV bzw. 220 kV. Übertragungsnetze bilden die Verbindungen zwischen den großen Energieerzeugern und den Verteilnetzen.

### Verteilnetz

Das Verteilnetz liegt unterhalb des Übertragungsnetzes und verteilt die elektrische Energie aus dem Übertragungsnetz zu den Verbrauchern. Die Nennspannung reicht in der Regel von 110 kV bis hinunter zu 0,4 kV. Kleinere verteilte Energieerzeuger wie Windkraftanlagen, PV-Anlagen, Biogasanlagen usw. speisen in das Verteilnetz ein, wobei über 95% der regenerativen Energieerzeuger am Verteilnetz angeschlossen sind.

### Verbraucher

Verbraucher schließen sich an das Verteilnetz an. Je nach Leistungsbedarf erfolgt dies auf der Niederspannungsebene in der Regel 0,4 kV oder der Mittel- bzw. Hochspannungsebene größer 1 kV. Große Industriekunden mit einem sehr hohen elektrischen Energiebedarf (z. B. Walzwerke, Aluminiumindustrie usw.) beziehen ihre Energie direkt aus dem Übertragungsnetz.

Bezieht ein Verbraucher nur elektrische Energie aus dem Verteilnetz, so spricht man von einem Consumer. Bezieht er nicht nur elektrische Energie, sondern speist auch zeitweise welche in das Verteilnetz ein, so spricht man von einem Prosumer.

Verbraucheranlagen selbst gliedern sich laut DIN VDE 0100-801 (VDE 0100-801) in Wohngebäude, Industrie, Infrastruktur und Gebäude.

Der Verbraucher unterhält eine physische Verbindung mit dem zuständigen Verteilnetzbetreiber. Dieser schließt für den Betrieb des Anschlusses am Netz einen Netzanschlussvertrag, für die Nutzung des Netzes einen Netznutzungsvertrag ab. Der Verbraucher schließt wiederum mit einem Energielieferanten seiner Wahl einen Stromliefervertrag ab.

Im Weißbuch der Bundesregierung „Ein Strommarkt für die Energiewende“ vom Juli 2015 wird der marktwirtschaftliche Aspekt in den Vordergrund gestellt. Die Beschaffungskosten bei den Energieerzeugern sowie bei der Börse werden sich durch Angebot und Nachfrage definieren. Für den Verbraucher werden zeitvariable Energiekosten zur Regel, was im Hinblick auf die Elektrische Energieeffizienz entsprechend zu bewerten ist.

### Energielieferant

Die Lieferung der vereinbarten Strommengen an die Verbraucher erfolgt über die Energielieferanten. Der Stromlieferant bündelt die Bestellungen seiner Kunden und kauft den Strom als Base-Load, Peak-

Load, Off-Peak-Load bzw. Stundenkontrakten direkt bei den Kraftwerken und über die Stromhändler an der Börse. Der Verbraucher schließt einen Stromliefervertrag mit dem Stromlieferanten ab.

Jeder Verbraucher ist einem Bilanzkreis zugeordnet. Verbraucher mit einem Verbrauch < 100.000 kWh pro Jahr werden nach Standardlastprofilen bewertet, Verbraucher mit einer größeren Abnahmemenge definieren sich durch ihr eigenes Lastprofil. Über die Bilanzkreise wird der Bedarf in Viertelstunden-Rastern prognostiziert.

### Börse

Die European Energy Exchange (EEX) ist ein Marktplatz für Energie und energienahe Produkte. Die EEX unterliegt als öffentlich-rechtliche Institution dem deutschen Börsengesetz. Der Strom wird im Spotmarkt, Intraday-Markt und Terminmarkt gehandelt.

An der Börse dürfen nur zugelassenen Händler handeln. Sie setzen die Order der Stromlieferanten an der Börse um.

## 6.2 Anforderungen an Übertragungs- und Verteilnetze

In diesem Themenfeld findet die übergreifende Betrachtung von Energieanlagen in Elektrizitätsversorgungsnetzen statt. Übergreifend bedeutet dabei, dass diverse Elektrische Energieeffizienzmaßnahmen prinzipiell unabhängig von Größe oder Spannungsebene der Energieanlagen umgesetzt werden können.

Gemäß Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) haben Betreiber von Elektrizitätsverteilernetzen bei der Planung des Verteilernetzausbaus die Möglichkeit, Energieeffizienz- sowie Nachfragesteuerungsmaßnahmen und dezentrale Erzeugungsanlagen zu berücksichtigen.

Energieanlagen im Sinne des EnWG sind Anlagen zur Erzeugung, Speicherung, Fortleitung oder Abgabe von Energie, soweit sie nicht lediglich der Übertragung von Signalen dienen.

In diesem Abschnitt liegt der Fokus auf Anlagen zur Fortleitung oder Abgabe von Energie, insbesondere Schalt-, Umspann- sowie Umrichteranlagen. Die Elektrische Energieeffizienz von Anlagen zur Erzeugung und Speicherung wird in den Themenfeldern „Energieerzeugung“ sowie „Speicher“ separat behandelt.

Diese Anlagen enthalten in der Regel weitere aktive untergelagerte elektrische Systeme, für die spezifische Maßnahmen zur Verbesserung des Verhältnisses zwischen Energieaufwand und damit erzieltm Ergebnis im Bereich von Energieumwandlung, Energietransport und Energienutzung umgesetzt werden können:

- Umrichtersystem,
- Trafosystem,
- USV-System,
- Primärtechnisches Kabel-/Leitersystem,

- Blindleistungskompensation,
- Heizung, Klima, Lüftung, Entrauchung (HVAC),
- Brandschutzsystem,
- Beleuchtung,
- Systeme für Kommunikations- und Informationsaufgaben,
- Automatisierung (SCADA),
- Zählen und Messen,
- Managementsystem (Bedienen und Beobachten).

Ein wesentlicher Ansatz zur Erhöhung der Energieeffizienz für Anlagen in der Energieversorgung ist die Optimierung der Auswahl der Betriebsmittel und der Hilfssysteme. Dazu gehören neben der Auswahl der Betriebsmittel mit bestmöglicher Energieeffizienzklasse auch eine Betrachtung des Gesamtkonzepts. Transformatoren, Motoren und Umrichter, die häufig im Teillastbetrieb betrieben werden, und deren Wirkungsgrad erheblich von der Betriebsart abhängt, sollten entsprechend ausgelegt werden. Dies betrifft auch die Dimensionierung der Leiter (siehe Abbildung 32).

Aggregate, Systeme, Automatisierungs- sowie Managementsysteme können in Bezug auf Energieeffizienz ebenfalls ohne funktionale Einschränkungen geplant werden, z. B. durch eine angepasste Dimensionierung, Prozessorleistung und Kühlung.

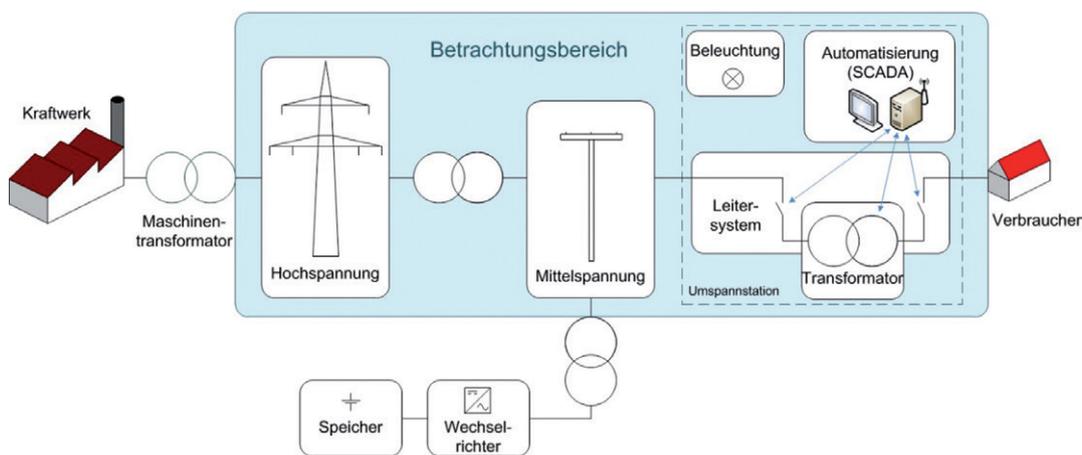


Abbildung 32 – Betrachtungsbereich Elektrizitätsversorgungsnetze (vereinfachte Darstellung) [14]

## 6.3 Anforderungen an Verbrauchernetze

### 6.3.1 Einführung

In diesem Themenbereich findet die Betrachtung von Verbrauchernetzen mit einem Jahresenergiebedarf >100.000 kWh pro Jahr statt. Für Verbraucher mit einem geringeren Jahresverbrauch ist zu prüfen, welche Maßnahmen sinngemäß angewendet werden können. Der Anschluss eines Verbrauchers an das Verteilnetz wird als Übergabepunkt bezeichnet.

Das Bindeglied zwischen Verteilnetz, Energielieferant und Verbraucher bildet die Energiebedarfsprognose. Sie beschreibt in definierten Zeitabschnitten z. B. Viertelstunden den prognostizierten Energiebedarf. Die Prognose hat verbindlichen Charakter und ist mit einer definierten Güte einzuhalten.

Der Verbraucher (siehe auch Abbildung 33) strukturiert sich in

- Anwendungen,
- Verteilung,
- Eigenerzeugung,
- Energieeinkauf.

Von Beleuchtung, elektrischen Maschinen, Antrieben (z. B. Motoren), weißer Ware (z. B. Kühlschränke), brauner Ware (z. B. Fernseher), Heizung/Klima/Lüftung, Transformatoren bis hin zu Aggregaten (z. B. Werkzeugmaschinen) fällt alles unter den Begriff Anwendungen.

Die primärtechnische Verteilung besteht aus Leitungen, Kabeln, Stromschienen und Schutzeinrichtungen wie Schaltern und Sicherungen. Die Verteilung bildet die Verbindung zwischen dem Übergabepunkt, den Eigenerzeugungen und den Anwendungen.

Alle elektrischen Energieerzeugungsanlagen im Verbrauchernetz wie z. B. Photovoltaik-Anlagen und Blockheizkraftwerke fallen unter den Begriff Eigenerzeugung. Im weitesten Sinne zählen hierzu auch elektrische Speicher.

Der Energieeinkauf kümmert sich einerseits um die Beschaffung der elektrischen Energie beim Stromhändler, als auch um die Verträge mit dem Verteilnetzbetreiber.

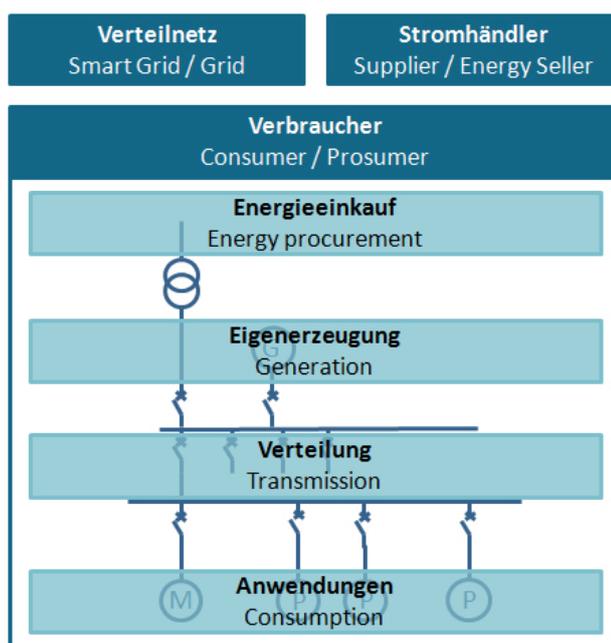


Abbildung 33 – Strukturierung der Verbraucher [3]

## 6.3.2 Effizienzbetrachtungen innerhalb der Verbraucher

### Anwendungen

Auf der Anwendungsebene wird die Effizienz unter dem Gesichtspunkt der Verbrauchsminderung gesehen. Die Effizienz ist anwendungsbezogen und somit Bestandteil des Produktes, des Gerätes oder des Aggregates. Der Hersteller ist hier gemäß 2009/125/EG und der nationalen Umsetzungen dazu verpflichtet, von der Regulierung erfasste energieverbrauchsrelevante Produkte effizient zu gestalten. Das Energielabel ist hier eines der bekanntesten Nachweise.

Die effektive Nutzung der Anwendung liegt allerdings beim Nutzer und wird über die Gebäude- bzw. Industrieautomatisierung bestimmt. Anwendungen sollten nur eingeschaltet sein, wenn sie benötigt werden, ansonsten sollten sie in Stand-by-Modus versetzt oder wenn möglich sogar ausgeschaltet werden.

### Verteilung

Bei der Betrachtung einer elektrischen Energieverteilung innerhalb der Verbraucher wird deren Effizienz durch die Norm DIN VDE 0100-801 (VDE 0100-801) beschrieben.

Die Dimensionierung der Verteilung erfolgt in der Planung nach den maximal benötigten Leistungen. Die zu übertragende Energie steht hier nicht im Vordergrund. Die Effizienz bezieht sich auf die Optimierung der Anlagenauslegung von Transformatoren, Kabelquerschnitten, Schalt- und Schutzgeräten, unter Berücksichtigung der Nutzung während der angenommenen Betriebsdauer von zwanzig und mehr Jahren.

Die Anlage ist innerhalb der Planungsphase so zu dimensionieren, dass minimale Betriebsverluste entstehen. Ein wesentlicher Faktor spielt hier die Belastung der Verteilung. Unter der Belastung wird nicht nur ein Betriebspunkt, sondern deren Belastungsprofil verstanden, denn bei den Betriebsverlusten geht der übertragende Strom quadratisch ein.

Ein besonderer Wert wird auf den Einsatz von Messgeräten zur Überwachung und Dokumentation der Energieflüsse und anderer elektrischer Messgrößen innerhalb des Anlagenbetriebes gelegt.

Ein weiterer Aspekt bezieht sich auf die Minimierung der Blindenergie, sowie der Oberschwingungen. Es wird davon ausgegangen, dass die zu versorgenden Anwendungen effizient sind. Da sich die Nutzung und somit entsprechend auch die Energieflüsse während der Betriebszeit ändern können, sollte über die Messtechnik im Rahmen der Norm DIN EN ISO 50001 eine Dokumentation und Optimierung ermöglicht werden.

### Eigenerzeugung

Um den Energieanwendungen die benötigte Leistung zur Verfügung stellen zu können, muss diese durch eine Kombination von Bezug und Eigenerzeugung hergestellt werden. Die Differenz zwischen Eigenerzeugung und Verbrauch muss auf dem Energiemarkt durch den Stromlieferanten beschafft werden. Aus dem Netz liefern Stromlieferanten den Strom flächendeckend bis zur Übergabestation. Fernwärmenetze für die Wärmeversorgung haben einen geringeren Ausdehnungsradius und sind meist nur in den Städten verfügbar. Bei der Verteilung von Gas existiert ein weitläufiges Erdgasnetz. Die Anlieferung von Kohle, Schweröl und Heizöl erfolgt mit Bahn oder LKW, eine Speicherung vor Ort ist zwingend notwendig.

Kraft-Wärme-Kopplungen (KWK) erzeugen aus regenerativen oder fossilen Primärenergien Strom und Wärme mit einem Wirkungsgrad von knapp 90 %. Aufgrund dieses hohen Wirkungsgrades sind solche Anlagen prädestiniert für eine dezentrale Wärmeversorgung plus Stromerzeugung. Das Verhältnis von Wärme- und Stromerzeugung verhält sich bauartbedingt in einem festen Verhältnis (z. B. 1/3 elektrische und 2/3 thermische Energie). Der Wärmebedarf und deren Bereitstellung sind beim Einsatz von KWK-Anlagen nicht von der Stromerzeugung zu trennen. Ein besonderer Aspekt der Effizienz liegt hier in der Dimensionierung der Erzeugeranlagen. In den meisten Fällen sind solche Anlagen wärmegeführt, d. h. die Bereitstellung der elektrischen Energie ist eine Folge der thermischen Erzeugung.

Beim Einsatz von elektrisch betriebenen Wärmepumpen hängt der Strombedarf ebenfalls von der Wärmeerzeugung ab.

Kältemaschinen sind auch elektrische Verbraucher – die Kälteerzeugung zieht einen entsprechenden Strombedarf nach sich.

Eine besondere Position nehmen Energiespeicher ein. Elektrische Energie kann in Batterien gespeichert und bei Bedarf abgerufen werden. Elektrisch betriebene Kältemaschinen befüllen den Kältespeicher und beeinflussen durch ihre Fahrweise den elektrischen Energiebedarf. Überschüssige elektrische Energie kann auch zum Auffüllen von Wärmespeichern genutzt werden. Bei der Eigenerzeugung handelt es sich in den meisten Fällen um Verbundsysteme von elektrischer und thermischer Energie, die sich gegenseitig beeinflussen. Die Effizienz einer Energieeigenerzeugung wird somit im optimierten Zusammenspiel von Strom- Wärme- und Kälteerzeugung gesteigert. Hier wird im Normalfall die Kosteneffizienz im Vordergrund stehen. Die CO<sub>2</sub>-Effizienz wird in wenigen Fällen die führende Größe sein (siehe Abbildung 34).

In Zukunft werden vermehrt Elektrofahrzeugladestationen in die Energieverteilung einzubringen sein. Die Elektrofahrzeuge können neben dem Laden auch als Stromspeicher eingesetzt werden.

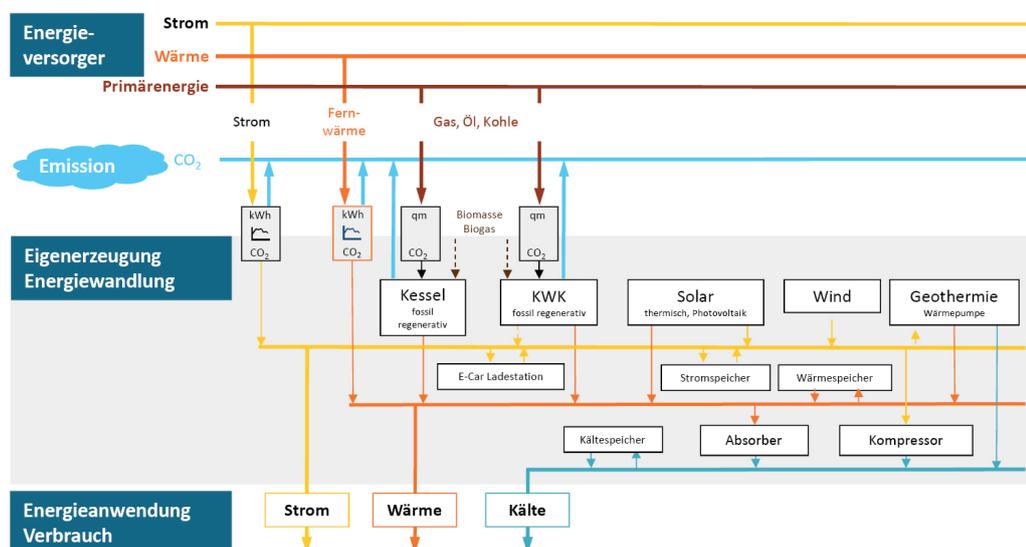


Abbildung 34 – Eigenerzeugung als Bindeglied zwischen Bezug vom Energieversorger und Verbrauch [3]

### 6.3.3 Energieeinkauf

Der Energieeinkauf bildet das Bindeglied zwischen dem Verbraucher und dem Versorger und basiert auf einer Energiebedarfsprognose. Durch Spiegelung dieser Bedarfsprognose an den dann gültigen Energiekosten entstehen die Energiebezugskosten. Änderungen der Prognose beeinflussen die Energiebezugskosten. Die Effizienz innerhalb der Energiebeschaffung besteht in der optimalen Nutzung der Energiekosten durch Beeinflussung des Energiebedarfs. Die Beeinflussung des Energiebedarfs kann durch die Änderung der Eigenerzeugung oder des Verbrauchs stattfinden.

Ein Energiemanagementsystem kann seine Aufgabe erst dann wahrnehmen, wenn der Energieverbrauch transparent aufgearbeitet wurde (welche Anwendung benötigt in welcher Situation welche Energie) und die Energieerzeuger in ihrem Regelbereich bekannt sind. Einen großen Freiheitsgrad bilden in diesen Überlegungen auch elektrische und thermische Speicher, da durch ihr Verhalten der Bedarf der Anwendungen vom Bezugsbedarf in Grenzen entkoppelt werden kann.

Die Effizienz am Übergabepunkt aus dem Verteilnetz ist rein kaufmännisch zu sehen. Einerseits soll aus Verbrauchersicht die benötigte Energie so preiswert wie möglich bezogen, andererseits die eingespeiste Energie in das Verbundnetz so teuer wie möglich abgegeben werden.

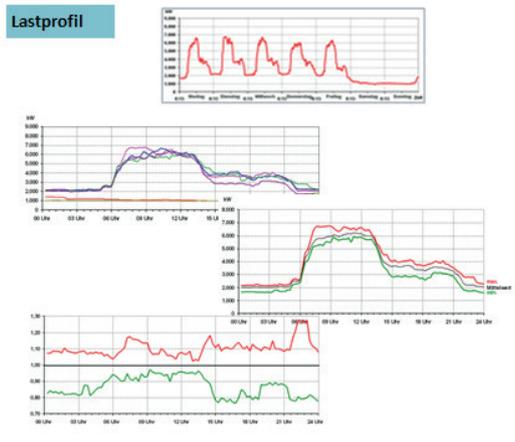
Das Weißbuch „Ein Strommarkt für die Energiewende“ stellt die marktwirtschaftliche Bedeutung des Energiemarktes in den Vordergrund.

Bedarfsprognosen bedürfen einer genauen Kenntnis des Energiebedarfs. Dieser muss vom Betreiber erst einmal erarbeitet werden. Bei bestehenden Anlagen müssen die Energieflüsse transparent aufgezeigt oder bei Neuanlagen durch Aussagen von Geräte- bzw. Aggregatlieferanten erschlossen werden.

Chargenbezogene Anlagenprozesse zergliedern sich in Prozessschritte, die sich als eine Energieprognose über einer relativen Zeit beschreiben lassen. Durch die Addition verschiedener, der Produktionsplanung entsprechender, Prozessschritte entsteht das Energiebedarfsprofil des Produktionsschrittes. Die Summe aller Produktionsschritte ergibt die Energieprognose der Produktion (siehe Abbildung 35).

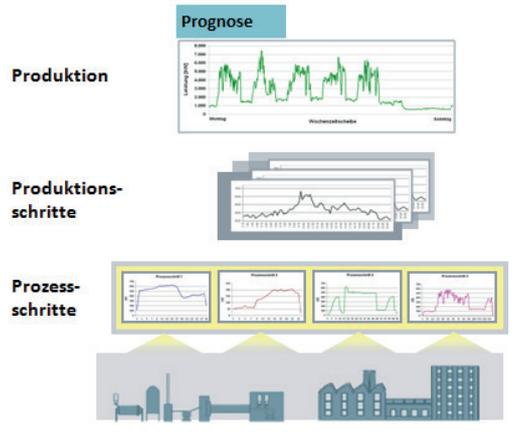
Verbraucher mit einem sich täglich wiederholenden Arbeitsrhythmus definieren sich über synthetische Lastprofile, die aus dem vorhergehenden Nutzverhalten des Verbrauchers abgeleitet werden.

**aus der Vergangenheit lernen**



Durch statistische Betrachtung der Vergangenheitsverhalten wird auf die Zukunft geschlossen.

**über Produktionsplanung**



Als Nebenprodukt der Produktionsplanung fällt die Stromprognose an.

Abbildung 35 – Lastprofil für verschiedene Verbraucher [3]

Der reale Verbrauch innerhalb einer Viertelstunde kann nicht zu 100% prognostiziert werden. Entsprechende Abweichungen werden durch ein Prognosemanagement ausgeglichen. Eine Anpassung erfolgt so durch zu- und abschalten einzelner Anwendungen, damit die bestellte Energie innerhalb der Viertelstunde auch zu verbrauchen und hiermit kosteneffizient ist (siehe Abbildung 36).

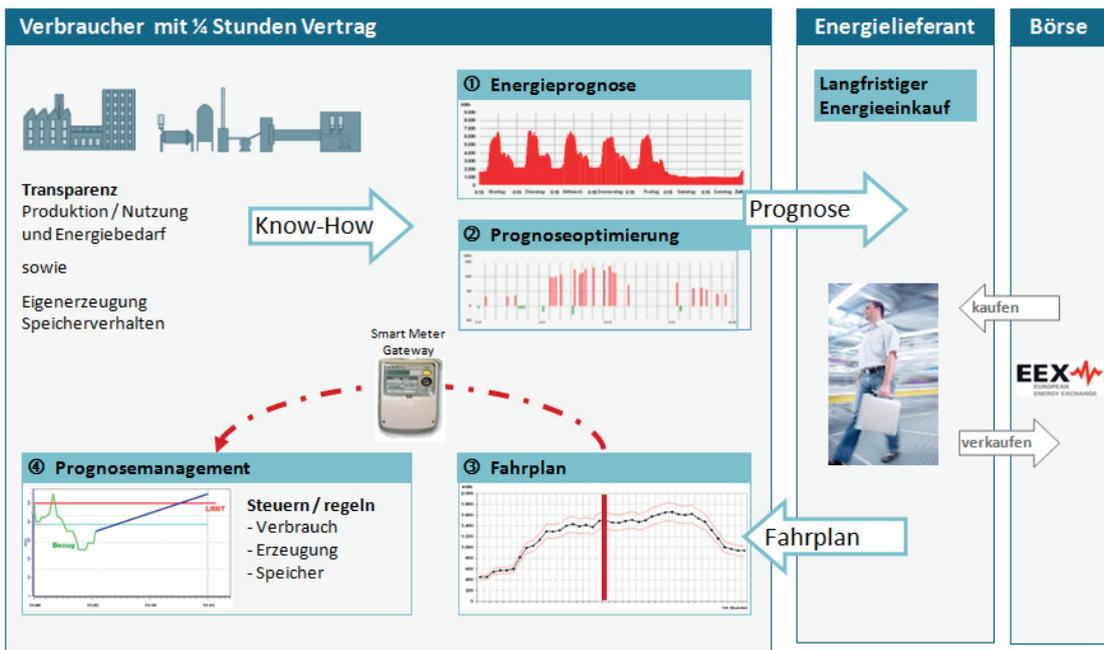


Abbildung 36 – Bedarfsprognosen und deren Einhaltung [3]

## 6.4 Lastprofile

Der Transparenz der Energieflüsse kommt innerhalb der Verteilung bis hin zu den einzelnen Anwendungen eine Schlüsselrolle zu. Lastprofile bieten hier einen gezielten Überblick. Ohne diese kontinuierliche Aufarbeitung ist ein Energiemanagement und in Folge ein effizienter Energieeinkauf nicht möglich. Die erhobenen Daten kann ein Controlling für ihre Aufgaben nutzen. Der kontinuierliche Verbesserungsprozess nach der Norm DIN EN ISO 50001 profitiert ebenso von diesen Daten. Lastprofile stellen grafisch den Messwert über der Zeit dar.

In der Energiewirtschaft basieren die Lastprognosen auf Lastprofilen, die den Energiebedarf in Viertelstundenrastern beschreiben.

Die Lastprofile benötigen sowohl die Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber zur Abschätzung der Netzauslastung und Netznutzung, als auch der Energieeinkauf zur Abschätzung der zu beschaffenden Energiemengen (siehe Abbildung 37).

Bei Verbrauchern <100.000 kWh pro Jahr stützen sich die Lastprognosen auf Standardlastprofile (siehe 5.2.3).

Verbraucher mit einem Energiebedarf von >100.000 kWh pro Jahr werden mit ihrem speziellen Lastprofil betrachtet.

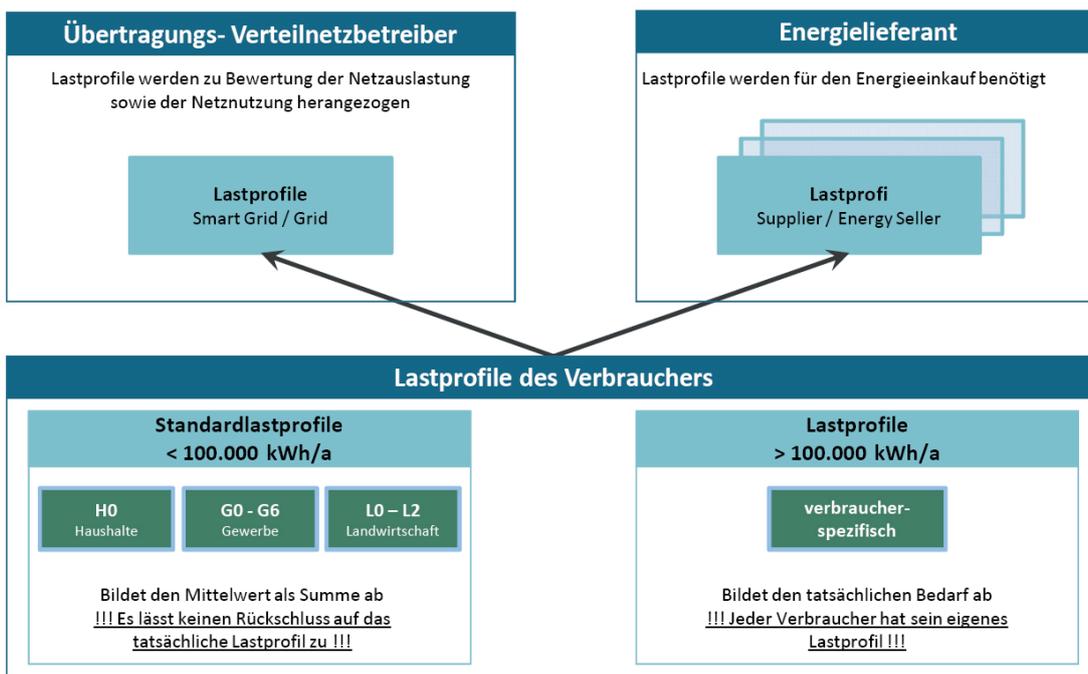


Abbildung 37 – Nutzer der Lastprofile [3]

Bei Standardlastprofilen wird sowohl in Werktagen, Samstagen und Sonntagen als auch in die drei Zeitzonen Winter, Übergang und Sommer unterschieden. Bei Verbrauchern >100.000 kWh pro Jahr wird zwischen Verbrauchern mit kontinuierlichem Lastprofil und diskontinuierlichem Lastprofil unterschieden. Alle Verbraucher, die innerhalb des Tages immer das gleiche Verhalten zeigen, erzeugen kontinuierliche Lastprofile. Dieses Verhalten bieten z. B. Bürogebäude und Kaufhäuser. Wird das Lastprofil von chargenorientierten Produktionen bestimmt, entstehen diskontinuierliche Lastprofile. Das Lastprofil des Bürogebäudes ist ein kontinuierliches, es repräsentiert die einzelnen Wochentage als Jahresmittelwert. Das Lastprofil eines Bürogebäudes (siehe Abbildung 38) besitzt keine Klimaanlage, eine Unterscheidung innerhalb der einzelnen Jahreszeiten ist in diesem Fall nicht notwendig.

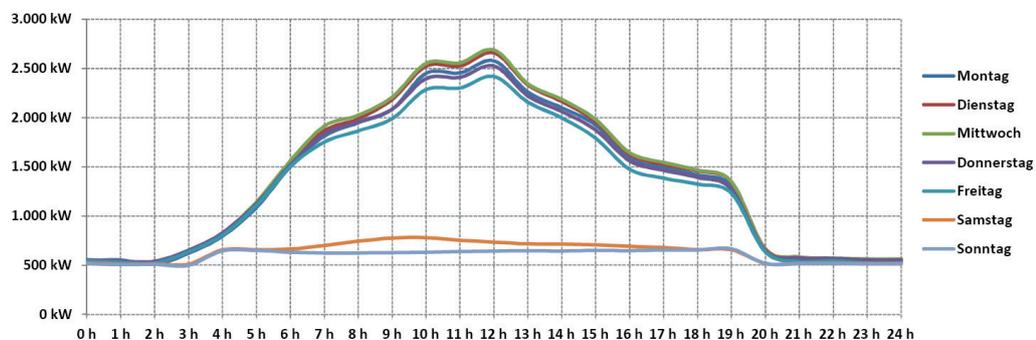


Abbildung 38 – Lastprofil eines Bürogebäudes [3]

## 6.5 Planung elektrischer Energieverteilung bei Verbrauchern

### 6.5.1 Einführung in die zu berücksichtigenden Vorgaben

Die Norm DIN VDE 0100-801 (IEC 60364-8-1) beschreibt die Anforderungen an die Planung der Effizienz innerhalb der Planung elektrischer Energieverteilungen. Hohe Bedeutung nimmt die zu installierende Messtechnik ein. Ein Drittel der zu erzielenden Punkte resultiert aus der Messtechnik. Neben der Energie bzw. Leistung fordert die Norm die Erfassung des Leistungsfaktors, der Spannung und der Oberschwingungen. Der Begriff der Effizienz bezieht sich nicht nur auf eine Energieeffizienz sondern bezieht auch die Kriterien ein, die eine optimale Wirkleistungsübertragung negativ beeinflussen. Es wird in der Norm explizit darauf hingewiesen, dass die in der Planung berücksichtigte Messtechnik die Anforderungen und Empfehlungen für den elektrischen Teil des Energiemanagementsystems nach ISO 50001 unterstützt. Ein weiterer neuer Aspekt betrifft Werte zum Jahresenergiebedarf für jede einzelne Anwendung. Aus der Summe der Jahresverbräuche einzelner Anwendungen ergibt sich der Jahresenergiebedarf der Gesamtanlage. Anhand dieser Jahresverbrauchswerte werden die einzelnen Effizienzmaßnahmen gewichtet.

Innerhalb der EnEV (siehe Abschnitt 4.11) werden ebenso Energieverbrauchskennwerte angegeben. Sie bilden den Energieverbrauch von Heizung, Wasserverarbeitung, Kühlung, Lüftung und eingebauter Beleuchtung pro Jahr und Quadratmeter Nettogrundfläche ab. Bei diesen Werten wird der Energiebedarf der speziellen Nutzung, wie z. B. von Büromaschinen und Küchen nicht berücksichtigt.

In der Richtlinie VDI 3807 Blatt 2 finden sich ebenso definierte Energiebedarfswerte. Sie bilden den Gesamtbedarf an der Übergabestelle zum Verteilnetz ab.

Planungsbüros legen die elektrische Energieverteilung nach ihrer maximal zu übertragenden Leistung nicht nach der zu übertragenden Energie aus. Die Rechnungen basieren auf Erfahrungswerten, eine Norm oder Richtlinie existiert nicht.

Alle Anforderungen seitens Richtwerten (VDI 3807) und Maximalwerten (EnEV) beziehen sich auf den Gesamtenergiebedarf. Die Jahresverbrauchswerte nach der Norm DIN VDE 0100-801 (VDE 0100-801) verlangen Energiewerte auf Anwendungsebene.

Synthetische Lastprofile könnten die Brücke zwischen Lastprofilen, Jahresenergiebedarf und Jahresverbrauchskennwerten bilden.

## 6.5.2 Synthetische Lastprofile für die Planung von Anlagen

Synthetische Lastprofile basieren auf dem Black-Box-Gedanken; man betrachtet nur die Einspeisung, ohne dass dabei die internen Strukturen spezifisch berücksichtigt werden. Der Ansatz der synthetischen Lastprofile geht davon aus, dass sich Gewerke mit gleicher Nutzung gleich verhalten. Somit ist ein induktiver Schluss vom Einzel- auf das generelle Verhalten möglich.

Durch Normierung auf den Mittelwert entsteht ein standardisiertes synthetisches Lastprofil, das generell auf alle Gewerke mit gleichen Eigenschaften angewendet werden kann. Die maximal aufgetretene Leistung spiegelt sich im Peak-Wert wieder. Die Verteilung muss mindestens für diese Leistung ausgelegt sein.

Synthetische Lastprofile können sowohl das Verhalten von kompletten Gebäudetypen (Bürogebäude mit Klimaanlage) als auch deren Untergruppierungen (Bewirtung) beschreiben.

Andere Gebäudetypen wie z. B. Krankenhäuser, Datacenter, Kaufhäuser und Hotels besitzen ihre eigenen synthetischen Lastprofile.

Für die synthetischen Lastprofile wird der in der Richtlinie VDI 3807 Blatt 2 angegebene Wert durch den Mittelwert repräsentiert. Der in der EnEV angegebene Wert liegt hingegen unterhalb des Mittelwertes, da er nur eine Teilmenge der benötigten elektrischen Leistung beschreibt (siehe Abbildung 39).

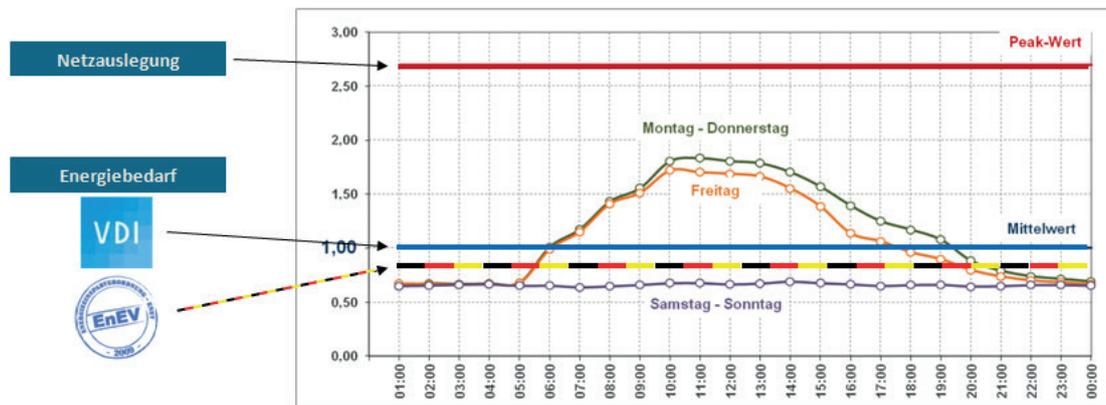


Abbildung 39 – Zusammenhang synthetischer Lastprofile – VDI 3807 Werte –EnEV-Vorgaben [3]

Während des Betriebes der Anlage lassen sich synthetische Lastprofile als Basis für die Energiebedarfsprognose nutzen.

Bildet man aus den gemessenen Viertelstundenbezugswerten den Mittelwert, entsteht ein speziell auf die Anlage ausgerichtetes synthetisches Lastprofil. Dieses synthetische Lastprofil kann zur Lastprognose herangezogen werden. Während einer Betrachtung gemäß der Norm DIN EN ISO 50001 kann das synthetische Lastprofil als Referenzwert dienen, an dem sich spezielle Abweichungen ermitteln und bewerten lassen.

## 6.6 Transparenz

### 6.6.1 Hintergrund

Bei den Normen des Energieausschusses im DIN NAGUS AA9 „Energiemanagement und Energieeffizienz“ handelt es sich i. d. R. nicht um elektrotechnische oder produktspezifische Normen, sondern um übergreifende und insbesondere organisationsbezogene Grundlagennormen zum Energiemanagement, zu Energieaudits und zur Energieperformance. Die sogenannte energiebezogene Leistung („Energy Performance“) ist nach der Norm DIN EN ISO 50001 definiert durch den „Energieeinsatz“ (Energy Use), den „Energieverbrauch“ (Energy Consumption) und die „Energieeffizienz“ (Energy Efficiency).

Die Norm DIN EN ISO 50001 „Energiemanagementsysteme“ fordert die Ermittlung und Bewertung von Energieeinsatz und Energieverbrauch sowie Einflussfaktoren und die Bestimmung der energiebezogenen Leistung. Die Überwachung und Messung der Leistung erfolgt gegenüber einer Baseline/Ausgangsbasis mithilfe von Kennzahlen und eines Plans für Energiemessungen, dessen Erfordernisse die Organisation (selbst) festlegt.

## 6.6.2 Messkonzept

Das Messkonzept wird allgemein in der Norm DIN EN ISO 50001 beschrieben. Es gibt keine konkreten Anweisungen, wo oder mit welcher Abtastrate welche Medien erfasst werden. Es wird aber gefordert, dass

- alle relevanten Energiemedien erfasst werden,
- die Verbräuche der Hauptverbraucher erfasst werden,
- relevante Kennzahlen gebildet werden,
- die Haupteinflussgrößen bekannt sind.

Zum Bilden der relevanten Kennzahlen ist auch das Erfassen von Produktionsmengen und ggfs. weiteren Haupteinflussgrößen notwendig. Die Detailtiefe, Abtastrate und Art der Erfassung ist nicht konkret definiert. Folgende Tabelle 11 stellt die Anforderungen aus der SpaEfV dar und kann als Orientierung genutzt werden.

Tabelle 11 – Empfehlung für eine angemessene Ausrüstung mit Systemen zur Energiedatenerfassung im Rahmen der Einführung eines Energiemanagements [15]

ENERGIEKOSTEN JE STANDORT* UND JAHR (ORIENTIERUNGSWERTE)	ÜBERWACHUNG DER ENERGETISCHEN HAUPTMERKMALE UND DER ENERGETISCHEN LEISTUNG
Bis 10.000 €	Messstellenbetreiber Messung, theoretische Abschätzung, Messkonzept
10.000 € - 100.000 €	Messstellenbetreiber Messung, theoretische Abschätzung, Verifizierung durch mobile Messung, Messkonzept und ggf. Nachrüstung einzelner Zähler
100.000 € - 1.000.000 €	Messstellenbetreiber Messung, theoretische Abschätzung, Verifizierung durch mobile Messung, kontinuierliche Untermessungen, Messkonzept, langfristige automatische Datenerfassung notwendig
Über 1.000.000 €	Messstellenbetreiber Messung, kontinuierliche Untermessungen, theoretische Abschätzung für Unterverteilung möglich, Verifizierung durch mobile Messung, Messkonzept, automatische Datenerfassung

\* Die oben in der Tabelle genannte Summe der jährlichen Energiekosten versteht sich je Standort einer Unternehmens - auch Verbraucherstellen ohne Mitarbeiter z. B. lokal betriebene technische Anlagen wie Pumpstationen, BHKW, Umspannwerke, usw. sind in diesem Sinne als Standort zu werten.

Weitere Informationen können den folgenden Normen und staatlichen Vorgaben entnommen werden: SpAEfV/DaKkS/BAFA, ISO 50002, DIN ISO 50003, DIN ISO 50006, ISO 50015, DIN EN 16212 bzw. DIN ISO 17741.

## 6.6.3 Messtechnik

Der Markt bietet Multifunktionsmessgeräte, Zähler und Messgeräte zur Ermittlung der Energiequalität an. Spannungen können innerhalb der Niederspannung direkt von den Messgeräten erfasst werden, Ströme indirekt über Wandler, die dann als 1 A bzw. 5 A Normstrom an das Messgerät geführt werden. Eine Ausnahme bilden Zähler, die bis 63 A direkt messen können.

Digitale Messgeräte sind den analogen preislich ähnlich, haben aber einen größeren Funktionsumfang und erlauben das automatische Auslesen der Verbräuche. Generell sind die Messgeräte aller namhaften Hersteller dazu geeignet, die Energiequalität zuverlässig zu erfassen. Je nach Art der Anbindung bzw. Automationsumgebung und Preis ist auf Projektbasis das bestpassende Equipment zu wählen (siehe Abbildung 40).

Neben reinen Messgeräten verfügen heute auch Motorschutz- und Steuergeräte sowie Schutzgeräte über Messfunktionen.

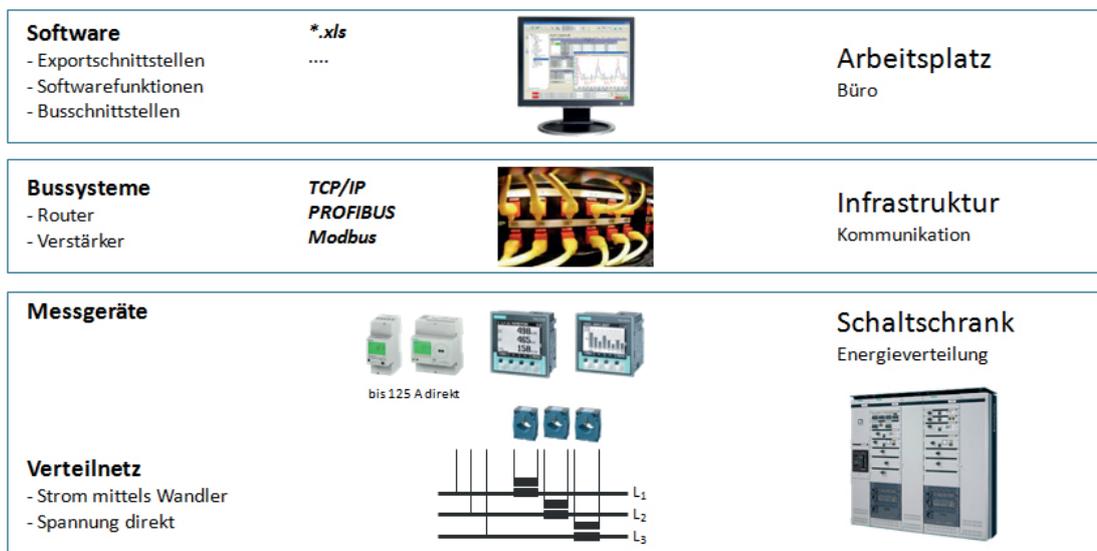


Abbildung 40 – Equipment für Energietransparenz und Energiemanagement [3]

### 6.6.3.1 Messgrößen

Je nach Anwendungsfall sollten verschiedene Messgrößen erfasst werden. Details können z. B. der Norm DIN VDE 0100-801 (VDE 0100-801) entnommen werden. Innerhalb dieser sind Messungen spezifiziert. Je höher die Punktzahl, je effizienter wird die Anlage bewertet (siehe Abbildung 41).

	Leistungsfaktor $\lambda$	Spannung U	Oberschwingungen THD	Arbeit / Leistung W / P	
Einspeisung	1 Punkt <sup>2</sup>	1 Punkt <sup>2</sup>	1 Punkt <sup>1</sup>	3 Punkte <sup>2</sup> 4 Punkte <sup>3</sup>	
Hauptverteilung	2 Punkte <sup>3</sup>	2 Punkte <sup>3</sup>	2 Punkte <sup>1</sup>	2 Punkte 3 Punkte	Zonen
Unterverteilung	3 Punkte <sup>3</sup>	3 Punkte <sup>3</sup>		4 Punkte	Masche
Anwendung (große Verbraucher)	4 Punkte <sup>3</sup>	4 Punkte <sup>3</sup>		1 Punkt	

1 gelegentlich  
2 periodisch  
3 permanent

Abbildung 41 – Messungen nach DIN VDE 0100-801 (VDE 0100-801) [3]

### Messungen der elektrischen Energie und Leistung

Wird Energie in definierten Zeiteinheiten gemessen, ist das die Basis für Transparenz der Energieflüsse innerhalb der Verteilung. Wird die Leistung gemessen, repräsentiert sie einen Mittelwert über eine definierte Zeiteinheit. Als Zeitbasis für die Leistungsmessung wird allgemein eine Viertelstunde vorgegeben.

Bei Sondervertragskunden wird die Arbeit im Viertelstundentakt gemessen und daraus die mittlere Leistung berechnet und in Rechnung gestellt. Für die Verrechnung der vom Kunden bezogenen Energiemenge in der Jahresabrechnung wird neben der bezogenen Energiemenge (Arbeitspreis in €/kWh) auch die dabei aufgetretenen Leistungsspitze (Leistungspreis in €/kW) berücksichtigt.

### Messung des Leistungsfaktors

Unter dem Leistungsfaktor  $\lambda$  versteht man das Verhältnis von Wirkanteil zum Scheinanteil der Grundschwingung plus aller gemessenen Oberschwingungen. Es kann sich auf die Strom- oder Leistungsmessung beziehen. Am einfachsten ist die Erfassung in periodischen Zeitintervallen. Eine bessere Beurteilung zwingt zu einer permanenten Messung inklusive Archivierung, die entweder zentral oder an den Hauptverteilungen bis hin zu den Hauptlasten erfolgen muss.

### Messung der Spannung

Bei der Planung ist der Spannungsfall entsprechend der Empfehlungen für den Spannungsfall gemäß der Norm DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520) zu betrachten. Die Berechnung basiert auf der maximalen Last des Kabels und der Leitung. Im Normalbetrieb liegt der Spannungsfall unterhalb dieser errechneten Werte. Bei der Spannungsmessung sollen die Hauptschaltschränke, die Verteilerschaltschränke sowie die Hauptlasten gemessen werden.

### Messung der Oberschwingungen

Alle elektronischen Verbraucher erzeugen Oberschwingungen. Da die Strom Oberschwingungen das Kabel und die Leitungen belasten, bedeutet die Reduktion der Oberschwingungen für diese eine Entlastung.

### 6.6.3.2 Genauigkeitsklassen

Die Messgenauigkeit ist durch genormte Genauigkeitsklassen definiert. Diese werden in der Norm DIN EN 60051-1 (VDE 0411-51-1) beschrieben und legen die maximal zu erwartende Abweichung eines Messwertes vom wahren Wert der zu messenden physikalischen Größe fest. Für das Energiemanagement muss die Genauigkeitsklasse bekannt sein, da diese sich in den möglichen Auswertungen widerspiegelt. In der Praxis sind alle Geräte auf dem Markt ausreichend genau, solange die Messwerte nicht für die Abrechnung genutzt werden. Dann müssen geeichte Zähler verwendet werden.

### 6.6.3.3 Umgang mit alten Zählern

Aus Transparenzgründen ist zu empfehlen, alte Zähler in einem Messstellenkataster mit zu pflegen, aber dort die jeweiligen Genauigkeiten und den Umgang mit dem Zähler (geeicht, kalibriert oder ungenutzt) zusätzlich mit anzugeben. Zähler, die zum Nachweis von Energieeffizienzmaßnahmen und zur Erfassung von Kennzahlen genutzt werden, müssen hinreichende Genauigkeit erreichen.

### 6.6.3.4 Zuverlässigkeit der Daten

Wichtig ist die Fehlerfreiheit und Reproduzierbarkeit der Daten. Die Unterlagen der Kalibrierung der Messungen sowie der Fehlerfreiheit und Reproduzierbarkeit des Gesamtsystems sind nachzuweisen. Die Daten sind auf Plausibilität zu überwachen. Bei nicht plausiblen Daten muss reagiert werden.

### 6.6.3.5 Andere energierelevante Medien

Neben den elektrischen Energieverbräuchen sollten generell auch andere energierelevante Medien erfasst werden. Die Details werden hier nicht weiter ausgearbeitet.

### 6.6.3.6 Anbindung/Datenaustausch

Es gibt zahlreiche Protokolle zur Anbindung der Messtechnik und zum Datenaustausch. In der Datenanbindung der Hoch- und Mittelspannungsverteilung hat sich das herstellerunabhängige Protokoll aus der Normenreihe DIN EN 61850-X als sinnvoll erwiesen. In der Niederspannungsebene gibt es viele Möglichkeiten, die Messtechnik anzubinden (z. B. durch ProfiBus, ProfiNet, OPC, SQL), je nachdem, ob diese dem Energiemanagement direkt oder über eine bereits bestehende Automatisierungsebene zur Verfügung gestellt wird. Einen Einfluss auf die Transparenz haben die Protokolle im Allgemeinen nicht.

## 6.6.4 Energiedaten-Managementsystem

Unter Energiedaten-Managementsystem ist hier Software zum Erfassen, Speichern und Auswerten der energierelevanten Daten zu verstehen. Es gibt zahlreiche Systeme mit unterschiedlichem Funktionsumfang. Generell ist darauf zu achten, dass eine Auswertung von spezifischen Kennzahlen nach relevanten Einflussgrößen möglich ist. Daher sollten die Energiedaten mit Produkt- und Produktionsdaten (Industrie) bzw. anderen relevanten Größen (Mitarbeiteranzahl, Gebäudegröße, Außentemperatur usw.) verknüpft werden können. Nur so werden die Kennzahlen (EnPIs, Energy Performance Indicators) vergleichbar, und aussagerelevant hinsichtlich der Energieeffizienz der Produktion. Eine Datenerfassung in kurzen Zeitintervallen (z. B. Sekunden, 10-Sekunden-Werte) erlaubt eine zeitnahe Auswertung und ggfs. das Geben von Handlungsempfehlungen aus energetischer Sichtweise.

Kennzahlen und Kennlinien lassen sich am Beispiel eines Schmelzprozesses verdeutlichen (siehe nachstehende Abbildungen 42a und 42b). Für das Schmelzen einer Charge wird die benötigte Energie der erzeugten Menge gegenübergestellt. Hieraus folgt die relative Kennzahl des spezifischen Verbrauchs in kWh/t. Unter gleichartigen Produktionsbedingungen ist dieser Wert aussagekräftig und erlaubt einen quantitativen Vergleich. Variiert aber z. B. der Einsatzmix, so ergeben sich jeweils unterschiedliche typisch spezifische Verbräuche. Je mehr Kalteinsatz eingeschmolzen werden muss, desto mehr Energie wird benötigt. Bei mehr Warmeinsatz ist der Energiebedarf entsprechend geringer. Die produzierten Chargen können nun nach Einsatzmaterialmix zusammengefasst und auf der x-Achse gruppiert aufgetragen werden. Für jeden Einsatzmaterialmix gelten unterschiedliche Grenzwerte. Um die tatsächliche Situation zu bewerten, wird der aktuelle Einsatzmaterialmix definiert und die entsprechenden Grenzwerte für die Bewertungsdarstellung genutzt. Der gelb markierte Punkt entspricht einem Ausreißer, der bei dem gegebenen Einsatzmaterial knapp über dem gewünschten Limit liegt und somit mit einem gelben Tacho dargestellt wird. Der gleiche spezifische Verbrauch läge bei reinem Kalteinsatz noch im Rahmen und wäre mit einem grünen Tacho erfasst worden. Hieraus lässt sich ableiten, wie wichtig die Einbeziehung der Produktionsbedingungen ist, um eine belastbare Bewertung der Energiesituation zu erhalten.

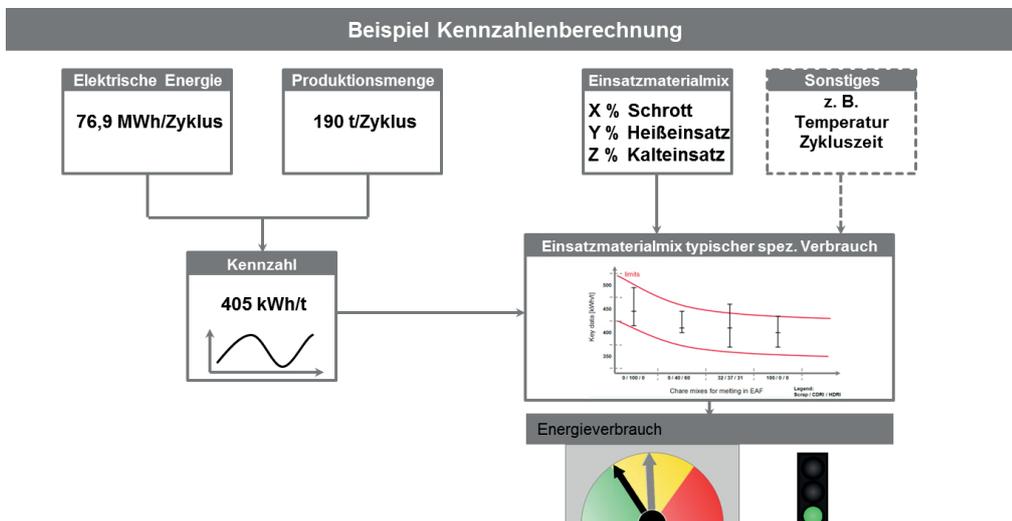


Abbildung 42a – Beispiel Kennzahlenberechnung [16]

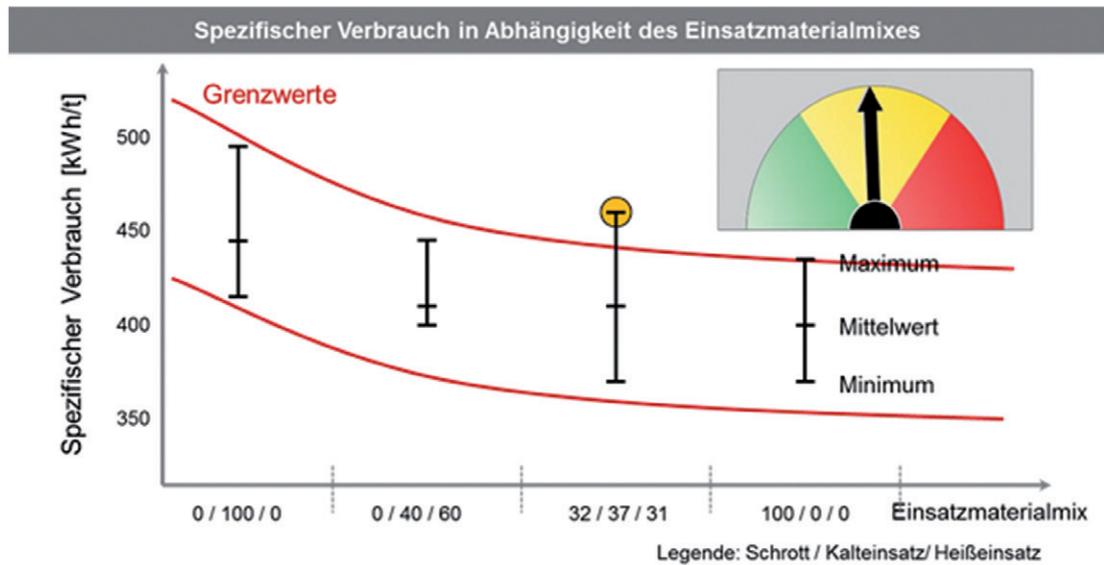


Abbildung 42b – Spezifischer Verbrauch in Abhängigkeit des Einsatzmaterialmixes [16]

## 6.6.5 Energie-Managementsystem

Die organisatorischen Abläufe zum Erhöhen der Energieeffizienz werden in der DIN ISO 50001 beschrieben. Hierbei geht es ähnlich wie im Qualitäts- und Umweltmanagement um die Themen

- Energiemanager (Verantwortlicher) und sein Energieteam,
- Dokumentation,
- Reporting,
- Kontinuierlicher Verbesserungsprozess,
- Interne und externe Audits.

Das Einführen eines Energie-Managementsystems nach DIN ISO 50001 wird durch verschiedene Programme gefördert und ist Pflicht für die verringerte EEG-Umlage in der energieintensiven Industrie. Die Kriterien, welche Unternehmen sich zertifizieren oder auditieren lassen müssen, werden immer enger.

Der prinzipielle Aufbau folgt dem PDCA-Zyklus wie beim DIN EN ISO 9000 Standard bereits angewendet: Plan – Planen, Do – Ausführen, Check – Kontrollieren, Act – Optimieren (siehe Abbildung 44).

Innerhalb der VDI 2166 Blatt 1 werden unter dem Titel „Energiecontrolling“ auch Möglichkeiten der Datendarstellung und –auswertung beschrieben.

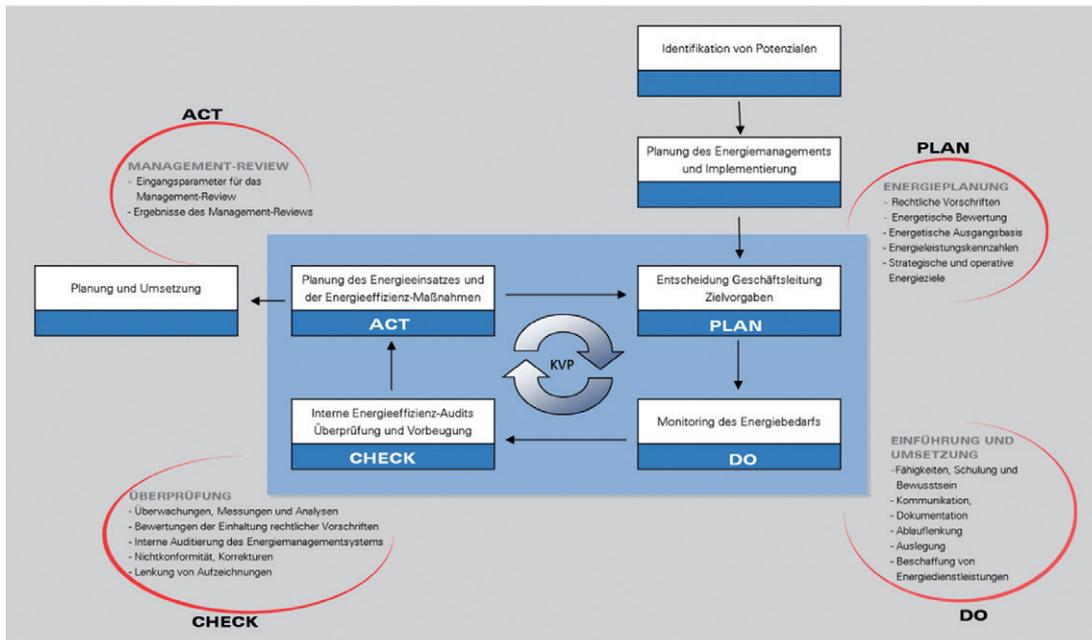


Abbildung 43 – Aufbau Energiemanagementsystem [16]

## 6.7 Neue Netzkonzepte

### Neue Netzkonzepte

In der Niederspannung sind heute Strahlennetze üblich. Die notwendigen Geräte für den Anlagenschutz (Überlast, Kurzschluss, Selektivität) sowie deren Auslegung sind allgemein verfügbar.

Die in der Mittelspannung üblichen Netzstrukturen von Ring- und Maschennetzen sollen auch in der Niederspannung Einzug halten. Die notwendigen Schutzgeräte in der Niederspannung beherrschen diese Netze zur Zeit nicht. Sie müssen zusätzlich die Funktionen des Distanz- und Differentialschutzes beherrschen.

### Micro Grids

Die Eigenstromversorgung mit Photovoltaikanlagen, Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, Windkraftanlagen sowie der Einsatz von Batterien nehmen immer mehr zu. Der Consumer wird zum Prosumer. Wird dieser Weg konsequent weitergedacht führt dies zu isolierten, vom Smart Grid abgekoppelten Netzen (Micro Grid). Die hierdurch entstehenden neuen Probleme wie Erdungskonzept, Frequenzregelung, Einhaltung der Normspannung müssen entsprechend neu bewertet werden. Die zurzeit in der Entstehung befindlichen IEC 60364-8-2 bzw. VDE 0100-802 beschreiben die Anforderungen an solche Systeme.

### Gleichstromnetze

Gleichstromnetze werden immer häufiger als Alternative zu Wechselstromnetzen gesehen. Anwen-

dungen innerhalb von Gebäuden (z. B. Beleuchtung) sind heute schon realisiert. Der Einsatz innerhalb der Industrie ist heute Bestandteil der Forschung. Große Verbraucher (z. B. Schweißanlagen) erzeugen hohe Stromstöße im Gleichstromnetz. Die Speisung des Gleichstromkreises durch Elektronik kann die Spannungsschwankungen nicht kompensieren. Ihnen fehlt die erforderliche Kurzschlussleistung.

Anlagenstrukturen vergleichbar Wechselspannung sind (noch) nicht realisierbar. Das Gleiche gilt für Produkte des Anlagenschutzes.

Materialwanderungen im Langzeitbetrieb und deren Auswirkungen sind wenig betrachtet.

### Elektrofahrzeuge und Ladestationen

Die Abkehr von fossilen Brennstoffen ist eines der Zukunftsprobleme. Innerhalb des Verkehrs wird auf die Elektrifizierung der PKWs und LKWs gesetzt. Die Batterien stehen zurzeit als Energiespeicher im Focus. Dieser Weg ist aber nur dann sinnvoll, wenn der Anteil der regenerativen Stromerzeugung weiter zunimmt.

Die Infrastruktur der Ladestationen wird gerade aufgebaut. In den meisten Fällen sind die bestehenden Stromnetze für den zusätzlichen Leistungsbedarf der Ladestationen nicht ausgelegt. Sie müssen entsprechend erweitert werden.

Rechtliche Hürden erschweren die Installation zusätzlich. Bei der Installation von Ladesäulen in Tiefgaragen von Eigentumswohnungen müssen z. Z. alle Parteien zustimmen. Die Versorgung von Laternenparkern in den Innenstädten mit einer Infrastruktur ist ebenfalls offen.

Die Ladesäulen sind elektronische Verbraucher. Sie bilden eine kapazitive Last und erzeugen einen hohen Oberschwingungsanteil. Schnellladestationen entnehmen kurzzeitig eine hohe Leistung aus dem Verteilnetz. Die einzelnen Ladeleistungen liegen bei:

- Wallbox 3 – 22 kW,
- Ladesäule 22 – 150 kW,
- Schnellladestationen bis 600 kW.

Der Oberschwingungsanteil des Stroms kann bis zu 50 % betragen. E-Car-Ladestationen sind nicht ohne genaue Netzbetrachtung in das Niederspannungsnetz integrierbar. Denn EN 50160 begrenzt den Oberschwingungsanteil der Spannung auf 8 %.

In Parkhäusern bzw. Parkplätzen sind eigene Mittelspannungsversorgungen für die Ladeinfrastruktur vorzusehen. Gleichzeitig ist zu prüfen, ob die Infrastruktur des Verteilnetzbetreibers dies versorgen kann. Die neuen Regeln für den Anschluss von Anlagen (VDE-AR-N 4110/4100/4105) beschreiben allgemein die Konditionen.

## Mieterstrommodell

Die Verabschiedung des Mieterstromgesetzes am 25. Juli 2017 hat neue Möglichkeiten geschaffen, Mieter in die Lage zu versetzen, sich an der Energiewende zu beteiligen.

Die umfangreichen technisch sowie rechtlich zu berücksichtigende Details, können nur in einem engen Zusammenspiel von Eigentümern, Netzbetreibern, Fachplanern und qualifizierten Handwerkern sowie Dienstleistern erfolgreich umgesetzt werden. Es wird eine Erweiterung der bisherigen Abrechnungskonzepte und der damit verbundenen Messsysteme notwendig. Für eine kundenzufriedene Lösung ist auch die Einbeziehung von Wärme und Mobilität sinnvoll, um durch neue interessante Geschäftsmodelle für alle Beteiligten attraktiv zu sein. Bei der richtigen Konzeptplanung vom Trafo bis zur Steckdose sind die freiwerdenden Netzkapazitäten für die Elektromobilität nutzbar. Ein Beispiel für so ein Projekt ist in Oldenburg zu finden: [www.hennehaus.de](http://www.hennehaus.de)

Weitere Projekte wurden von den Stadtwerken Konstanz realisiert und bilden eine Grundlage für die Integration der Sektorenkopplung in Konzepte von Wohnungsbaugesellschaften oder Mietshäusern, die Sanierungsbedarf haben.

### Doppelte Sammelschiene

#### Vorteile

- Preiswerte Zählertechnik
- Eindeutige Trennung von Mieterstromkunden und fremdbelieferten Mietern

#### Nachteile

- Kosten für 2. Sammelschiene
- Kosten bei Wechselprozessen
- Keine zeitliche Auflösung der Stromnutzung
- Nur saldierte Abrechnung (nicht EnWG-konform)

### Konventionelles Summenzählermodell\*

#### Vorteile

- Preiswerte Zählertechnik
- Mehr Flexibilität bei Lieferantenwechsel gegenüber doppelter Sammelschiene
- Gängiges Modell

#### Nachteile

- Aufwand bei Wechselprozessen (manuelle Ablesung)
- Keine zeitliche Auflösung der Stromnutzung
- Nur saldierte Abrechnung (nicht EnWG-konform)

### Smartes Summenzählermodell\*

#### Vorteile

- Stichtagsgenaue Verbräuche bei Wechselprozessen
- Zeitlich aufgelöste Stromerzeugung und -nutzung auf Basis von 15-Minuten-Werten
- EnWG-konforme Abrechnung (Ausweis von Direkt- und Reststrom, Netzentgelten sowie Konzessionsabgaben)

#### Nachteile

- Höhere Kosten für Mess- und Kommunikationstechnik
- Komplexe Berechnungssystematik zur Bestimmung von Direkt- und Reststrom

\* mit virtuellem Zählpunkt

Abbildung 44 – Messtechnische Konzepte – Übersicht [16a]

## 6.8 Zusammenfassung/Empfehlungen

Umfangreiche Effizienzmaßnahmen für Niederspannungsanlagen in Elektrizitätsverteilnetzen sind bereits im Anwendungsbereich der DIN VDE 0100-801 (VDE 0100-801) enthalten. Dort werden zusätzliche Anforderungen, Maßnahmen und Empfehlungen für die Planung, Errichtung und Überprüfung aller Arten von Niederspannungsanlagen sowie der lokalen Erzeugung und Speicherung von Energie festgeschrieben, damit die gesamtheitlich effiziente Verwendung von Elektrizität weiter optimiert wird.

Die Norm geht von verfügbaren Jahresenergiewerten je Anwendung aus. Diese sind innerhalb des Planungsprozesses in der Regel nicht verfügbar. Aus diesem Grunde sollten Referenzwerte erarbeitet

und für die Planung verfügbar gemacht werden. Besser wäre es, wenn dies auf synthetische Lastprofile erweitert werden würde, die unabhängig von der Spannungsebene wären.

Ein wesentlicher Ansatz zur Erhöhung der Energieeffizienz von Anlagen in der Energieversorgung ist die Optimierung der Auswahl der Betriebsmittel und der Hilfssysteme. Neben der Auswahl von Betriebsmitteln mit bestmöglicher Energieeffizienzklasse umfasst dies auch eine Betrachtung des Gesamtkonzepts. Dies betrifft z. B. Transformatoren, Motoren und Umrichter, die häufig im Teillastbetrieb betrieben werden und deren Wirkungsgrad erheblich von der Betriebsart abhängt. Um derartige Betriebsmittel optimal auszulegen, müssen die benötigte Lastprofile und die Betriebsart analysiert und das Konzept entsprechend ausgelegt werden.

Eine energieeffiziente Anlage erfordert zudem eine bedarfsgerechte Steuerung der Betriebsmittel. Dazu sollte während des Anlagenbetriebes verbrauchte Energie ermittelt und Lastprofile erstellt werden, um Anlagen optimal betreiben zu können. Durch den Einsatz von immer mehr elektronischen Anwendungen wird die Überwachung des Leistungsfaktors sowie der Oberschwingungen immer wichtiger.

Aggregate, Systeme, Automatisierungs- sowie Managementsysteme können in Bezug auf Energieeffizienz ebenfalls ohne funktionale Einschränkungen geplant werden, z. B. durch eine angepasste Dimensionierung, Prozessorleistung und Kühlung.

Um die Energieverteilung zu optimieren, sollten Unterverteilungen möglichst in der Nähe von Lastschwerpunkten errichtet werden. Bei starken Lastschwankungen kann eine Aufteilung der Versorgung auf mehrere Transformatoren oder Umrichtersysteme, die parallel betrieben werden, sinnvoll sein.

Weiterhin sollte speziell für Elektrizitätsverteilnetze geprüft werden, inwiefern der FNN-Hinweis für Netzstationen „Empfehlungen für Projektierung, Umbau, Erweiterung und Betrieb von Netzstationen“ im Hinblick auf Energieeffizienzmaßnahmen optimiert werden kann.

Zudem sollte die Anwendung der DIN VDE 0100-801 (VDE 0100-801) auf dem Markt wesentlich mehr Popularität erfahren, um die o. g. Forderungen in der Breite umzusetzen. DIN VDE 0100-801 (VDE 0100-801) umfasst die Erstellung von Anlagen und auch Betriebsaspekte zur Erhöhung der elektrischen Energieeffizienz.

Gesamtheitlich betrachtet koexistieren zur elektrischen Energieeffizienz die folgenden Sichtweisen:

- Auf der Anwendungsebene fokussiert man Energieeffizienz auf einen geringen Verbrauch.
- Innerhalb der Verteilung wird die Effizienz unter den Gesichtspunkten von Investition und geringeren Betriebskosten gesehen.
- Am Übergang vom Verbraucher zum Versorger wird Effizienz aus rein kaufmännischer Sicht betrachtet.

# 7 ENERGIEERZEUGUNG UND SPEICHERUNG

## 7 Energieerzeugung und Speicherung

### Energieversorgung zuverlässig und wirtschaftlich

Den Übergang in eine neue Energielandschaft meistern – das bedeutet Energie klimafreundlich, wirtschaftlich und zuverlässig zu produzieren und bereitzustellen

Energie ist das Lebenselixier unserer modernen Welt. Das gilt für den privaten Bereich genauso wie für die Arbeitswelt. Wohnungen, Industrieanlagen, Bürogebäude, Transport – alles ist abhängig von einer sicheren Energieversorgung.

Mit dem zunehmenden Einsatz Erneuerbarer Energiequellen, vor allem zur Stromerzeugung, wandelt sich der Energiemarkt deutlich. Innovative Technologien und neue Geschäftsmodelle treiben diesen Wandel voran.

### Energieerzeugung

Der Stromsektor führt die Umwandlung der globalen Energie an. Elektrizität ist die am schnellsten wachsende Endenergieform. Dennoch trägt der Stromsektor mehr als alle anderen zur Verringerung des Anteils fossiler Brennstoffe im globalen Energiemix bei.

Um mit dem steigenden Strombedarf Schritt zu halten, müssen bis 2040 insgesamt etwa 7.200 Gigawatt (GW) Erzeugungskapazität gebaut werden, was auch das Ersetzen ausgedienter bestehender Kraftwerke (ca. 40 % des aktuellen Bestands) notwendig macht. Erneuerbare Energiequellen wachsen international so stark, dass ihr Anteil an der weltweiten Stromerzeugung in 2040 ein Drittel ausmachen wird.

Um rechtzeitige Investitionen in neue thermische Erzeugungskapazitäten sicherzustellen, die neben Investitionen in Erneuerbare Energiequellen notwendig sind, und damit die Zuverlässigkeit der Elektrizitätsversorgung aufrechtzuerhalten, sind entsprechende Preissignale erforderlich. Dies wird in einigen Fällen Reformen der Markt- oder Preisgestaltung erforderlich machen.

Die Verschiebung hin zu kapitalintensiveren Technologien und hohen Preisen für fossile Brennstoffe führt in den meisten Ländern der Welt zu einem Anstieg der durchschnittlichen Stromversorgungskosten und Endverbraucherpreisen. Jedoch werden Effizienzsteigerungen im Endverbrauch mithelfen, den für Elektrizität aufgewandten Anteil des Haushaltseinkommens zu reduzieren.

Erneuerbare Energiequellen, ein wichtiges Element der kohlenstoffarmen Säule der globalen Energieversorgung, machen rasch Boden gut – nicht zuletzt durch Subventionen, die weltweit in 2013 rund 120 Mrd. USD ausmachten.

Durch rasche Kosteneinsparungen und kontinuierliche Förderung sind die Erneuerbaren Energiequellen für fast die Hälfte der Zunahme der gesamten Stromerzeugung bis 2040 verantwortlich, wobei sich der Einsatz von Biokraftstoffen auf 4,6 Mio. Barrel pro Tag mehr als verdreifacht und die Verwendung Erneuerbarer Energiequellen für die Wärmeerzeugung mehr als verdoppelt.

Der Anteil Erneuerbarer Energiequellen bei der Stromerzeugung nimmt mit 37 % am meisten in den OECD-Ländern zu, und ihr Wachstum entspricht der gesamten Nettozunahme der Stromversorgung

in der OECD. Das Wachstum der Stromerzeugung durch Erneuerbare Energiequellen ist in den Nicht-OECD-Ländern jedoch doppelt so hoch, allen voran China, Indien, Lateinamerika und Afrika.

Weltweit verbucht die Windkraft den größten Anteil am Wachstums der Energieerzeugung durch Erneuerbare Energiequellen (34%), gefolgt von Wasserkraft (30 %) und Solarenergie (18 %).

Da sich der Anteil von Wind und Photovoltaik im weltweiten Energiemix vervierfacht, stellt deren Integration sowohl aus technischer als auch aus Marktperspektive immer mehr Herausforderungen: Die Windenergie macht in der Europäischen Union 20 % der gesamten Stromerzeugung aus, während in Japan Photovoltaik im Sommer 37 % des Spitzenbedarfs deckt.

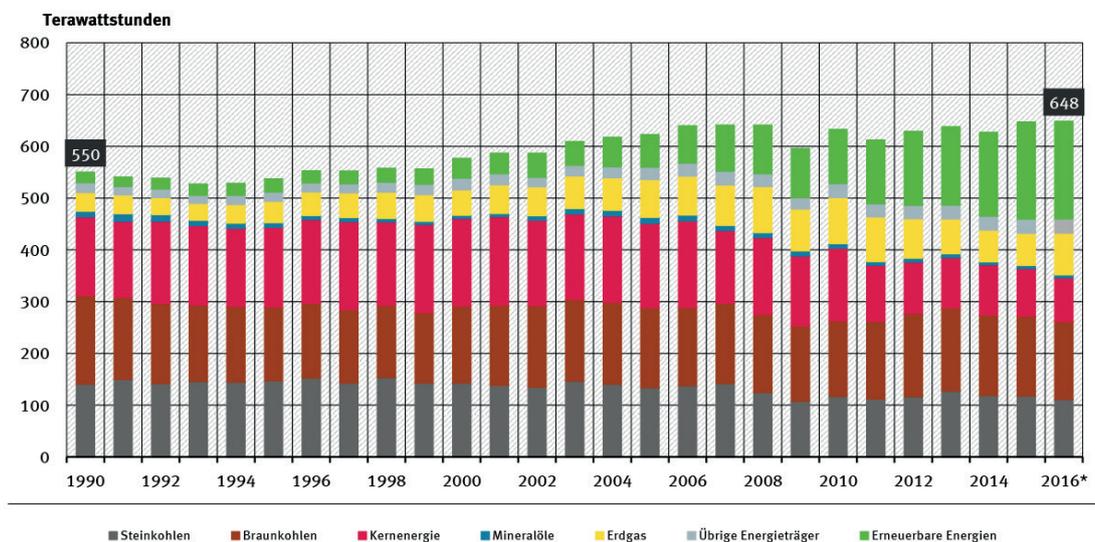


Abbildung 45 – Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern [17]

### Speicherung

Im Zuge der Energiewende gewinnen Energiespeicher einen immer höheren Stellenwert. Mit der Erarbeitung der deutschen Normungs-Roadmap Energiespeicher wird die DKE dieser Entwicklung gerecht. Bereits im September 2014 hat DIN in Zusammenarbeit mit der DKE einen Workshop zum Thema Energiespeicher veranstaltet und dabei das Themenfeld in folgende Bereiche untergliedert:

- Thermische Speicher (gewerbliche/industrielle Anwendungen),
- Thermische Speicher (private Anwendungen),
- Elektrochemische Speicher (z. B. Batteriespeicher, Redox-Flow-Batterien),
- Chemische Speicher (z. B. Power to Gas, Power to Liquid),
- Mechanische Speicher (z. B. Pumpspeicherkraftwerke, Lageenergiespeicher),
- Speicherung.

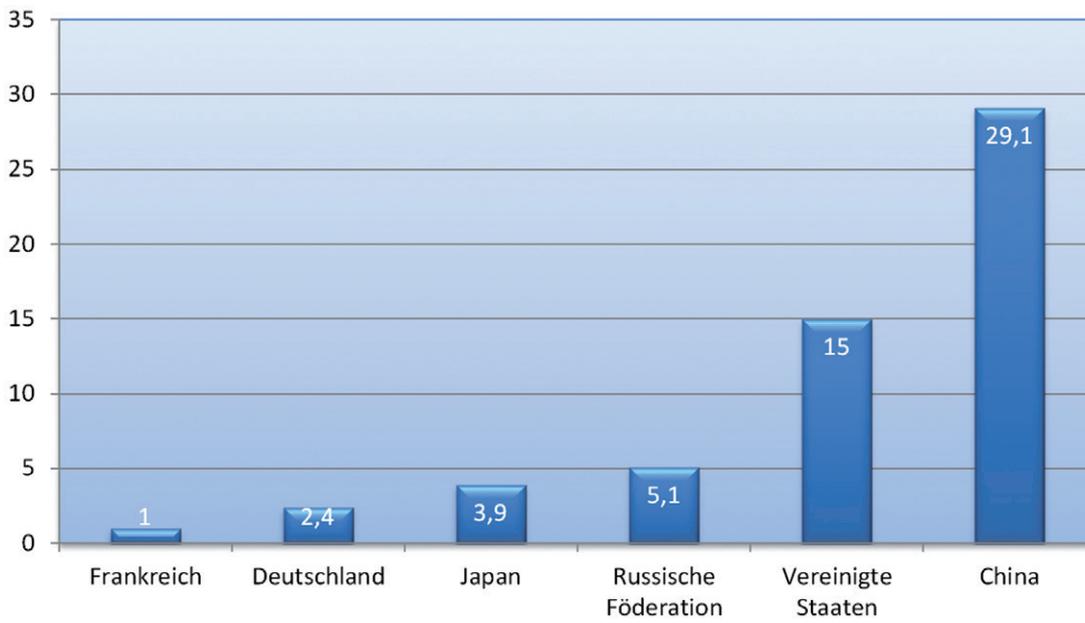


Abbildung 46 – Kohlendioxid-Emissionen 2013 Anteile weltweit (%) [18]

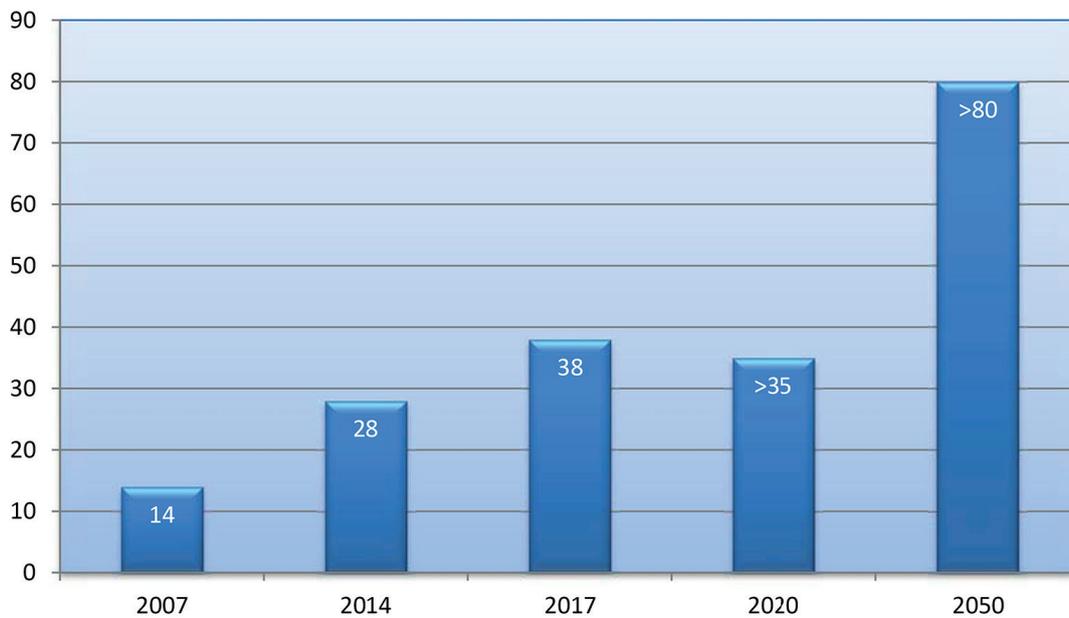


Abbildung 47 – Anteil des Stroms in Deutschland aus regenerativen Energiequellen (tw. Prognose) (%) [19]

## 7.1 Erneuerbare Energiequellen

### Erneuerbare Energiequellen auf einen Blick

Der Beitrag der Erneuerbaren Energiequellen zur Energieversorgung in Deutschland wächst beständig. Ihre wachsende Bedeutung beruht im Wesentlichen auf dem seit dem 1. April 2000 geltenden [Erneuerbare-Energien-Gesetz \(EEG\)](#) und seiner Novellierung im Jahr 2014.

Seit dessen Einführung stieg der Anteil der Erneuerbaren Energiequellen am Bruttostromverbrauch von 6 % im Jahr 2000 auf 38,3 % im Jahr 2017 (siehe Abbildung 48).

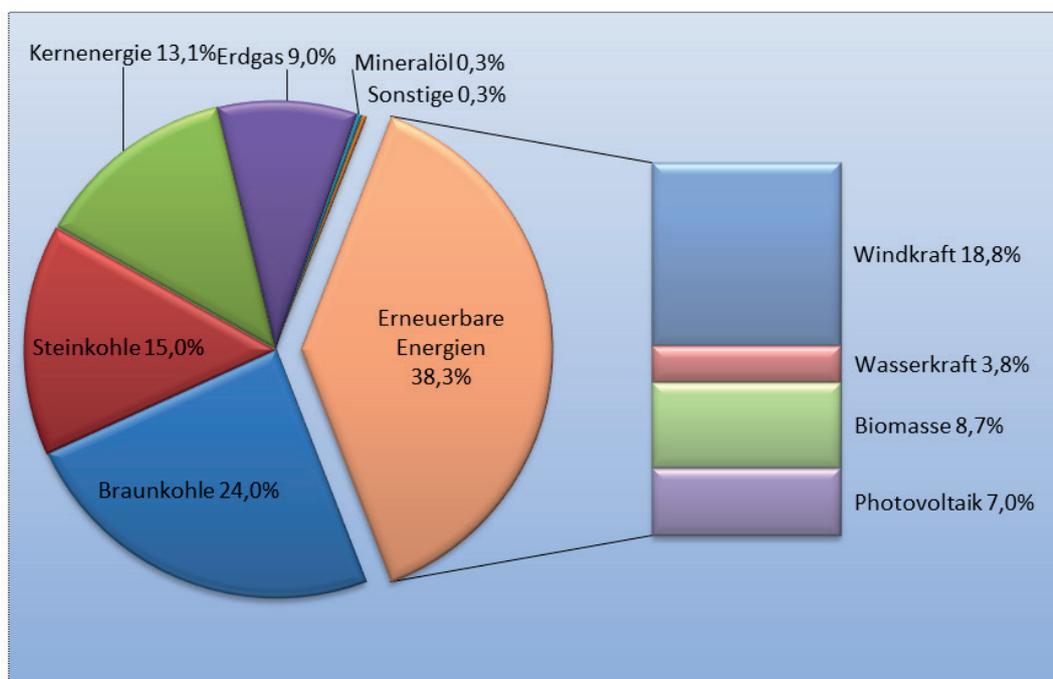


Abbildung 48 – Stromerzeugung in Deutschland 2017 in Prozent [20]

### Sonne, Wind & Co.

Sonne und Wind sind die wichtigsten Energieträger der Energiewende

Sonnen- und Windenergie zählen zu den wichtigsten Erneuerbaren Energieträgern der Energiewende. Beide werden zu den fluktuierenden Energiequellen gezählt, d. h. sie sind nur verfügbar, wenn die Sonne scheint bzw. der Wind weht. Daneben leisten Biomasse, Wasserkraft und Geothermie wertvolle Beiträge zur nachhaltigen Energieversorgung. Sonnenenergie lässt sich vielfältig direkt nutzen. Solarzellen in Photovoltaikanlagen, solarthermische Kraftwerke und Sonnenkollektoren nutzen die Strahlungsenergie, um diese direkt in Strom oder Wärme umzuwandeln.

Windenergie beteiligt sich inzwischen mit über 18 % an der deutschen Stromerzeugung. Wind als Energiequelle spielt daher eine bedeutende Rolle bei der Entwicklung der Erneuerbaren Energiequellen hin zu einer wirtschaftlich tragfähigen und klimaverträglichen Energieversorgung. Im Jahr 2017 wurden ca. 5.300 Megawatt neu errichtet, sodass die installierte Gesamtleistung der in der deutschen Onshore- und Offshore-Windkraftanlagen Ende des Jahres 55.389 Megawatt betrug.

Biomasse wird in fester, flüssiger und gasförmiger Form zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt, z. B. in Blockheizkraftwerken oder zur Herstellung von Biokraftstoffen. Etwa 9 % der gesamten elektrischen Energie wurde 2017 durch Biomassen bereitgestellt.

## 7.2 Konventionelle Energien

Im Energiemix der Zukunft sollen in Deutschland die Erneuerbaren Energiequellen den Hauptanteil übernehmen und Deutschland unabhängiger von Energieimporten machen. Konventionellen Energieträgern kommt jedoch weiterhin eine große Bedeutung zu.

### Kohle

Der fossile Energieträger Kohle (Braunkohle und Steinkohle) spielt im derzeitigen Energiemix der Bundesrepublik eine wichtige Rolle. Fast 25 % des Primärenergieverbrauchs basieren auf Stein- und Braunkohle. Bezogen auf die Bruttostromerzeugung hat Kohle sogar einen Anteil von über 40 %.

Steinkohle wird in Deutschland hauptsächlich in Kraftwerken und in der Stahlindustrie eingesetzt. Die Förderung von Steinkohle in Deutschland sowie die Anzahl der Bergwerke und Beschäftigten verringern sich seit Jahrzehnten ständig. Daher wird der Bedarf an Steinkohle und Steinkohleprodukten mittlerweile zu rund 90 % durch Importe gedeckt.

Braunkohle, der wichtigste einheimische fossile Energierohstoff, ist ausreichend vorhanden und kann im Gegensatz zur einheimischen Steinkohle subventionsfrei gewonnen werden. Die Bundesrepublik Deutschland ist weltweit das größte Braunkohlenförderland, noch vor China, Russland und den USA. Der Braunkohlenbergbau in Deutschland hat bisher etwa 176.490 ha Landschaft in Anspruch genommen, wovon rund 69 % wieder rekultiviert sind.

Braunkohle dient zu rund 90 % zur Strom- und Fernwärmeerzeugung in öffentlichen und industriellen Kraftwerken und trägt damit zu rund 24 % zur Stromerzeugung in Deutschland bei.

Bei der Erzeugung einer Kilowattstunde Strom entstanden im Jahr 2013 durchschnittlich 579 g CO<sub>2</sub> als direkte Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger. Hochgerechnete Werte für das Jahr 2015 ergeben nach Daten des BMWi 535 g/kWh und somit 226 g oder ca. 29 % weniger als 1990.

### Erdgas

Erdgas spielt mit einem Primärenergieverbrauchsanteil von 21 % (9 % bei der Stromerzeugung) eine wichtige Rolle für die Energieversorgung in Deutschland.

Im Vergleich zu anderen fossilen Energieträgern verursacht Erdgas geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen und ist daher klimafreundlicher.

Beim Ausgleich von Stromschwankungen aus Erneuerbaren Energiequellen, die je nach Wetterlage und Jahreszeit erheblichen Produktionsschwankungen unterliegen, können Erdgaskraftwerke eine wichtige Rolle spielen.

Wenn zukünftig regenerativer Strom in Wasserstoff oder Methan umgewandelt (Power to Gas) und in das Erdgasnetz eingespeist wird, könnte es als riesiger Speicher für mehrere Milliarden Kilowattstunden (kWh) Energie dienen.

### Mineralöl

Mineralöl ist mit einem Anteil am Primärenergieverbrauch von rund 34 % im Jahr 2015 nach wie vor der wichtigste Primärenergieträger in Deutschland. An der Stromerzeugung ist Mineralöl mit rund 1 % beteiligt. Seit den siebziger Jahren, als noch mehr als die Hälfte des Primärenergieverbrauchs auf Mineralöl entfiel, sank sein Anteil vor allem wegen des stärkeren Einsatzes von Erdgas im Wärmebereich.

Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, dass der Primärenergieverbrauch gegenüber 2008 bis 2020 um 20 % und bis 2050 um 50 % reduziert werden soll. Dafür ist nötig, Mineralölprodukte und andere Energieträger deutlich effizienter zu nutzen.

In Verkehr und Transport entfallen über 90 % des Endenergieverbrauchs auf Mineralöl. Da der Verkehrsbereich ebenfalls zur Einsparung von Treibhausgasemissionen beitragen soll, strebt die Bundesregierung an, den Endenergieverbrauch gegenüber 2005 um 10 % bis 2020 und um 40 % bis 2050 zu senken u. a. durch den Ausbau der Elektromobilität.

### Kernkraft

Nach der Havarie des japanischen Kernkraftwerks Fukushima wurde die Rolle der Kernkraft als Brückenfunktion, bis die Erneuerbaren Energiequellen sowie die dafür notwendige Energieinfrastruktur zuverlässig und wirtschaftlich verfügbar sind, nochmals überdacht. Der Reaktorunfall machte es notwendig, die Restrisiken der Kernkraft gesellschaftlich neu zu bewerten.

Vor diesem Hintergrund hat die Bundesregierung im Sommer 2011 beschlossen, die Energiewende zu beschleunigen und schrittweise bis Ende 2022 vollständig auf die Stromerzeugung in deutschen Kernkraftwerken zu verzichten. In Deutschland sind derzeit noch 8 Kernkraftwerke mit einer elektrischen Leistung von ca. 11.000 MW im Leistungsbetrieb.

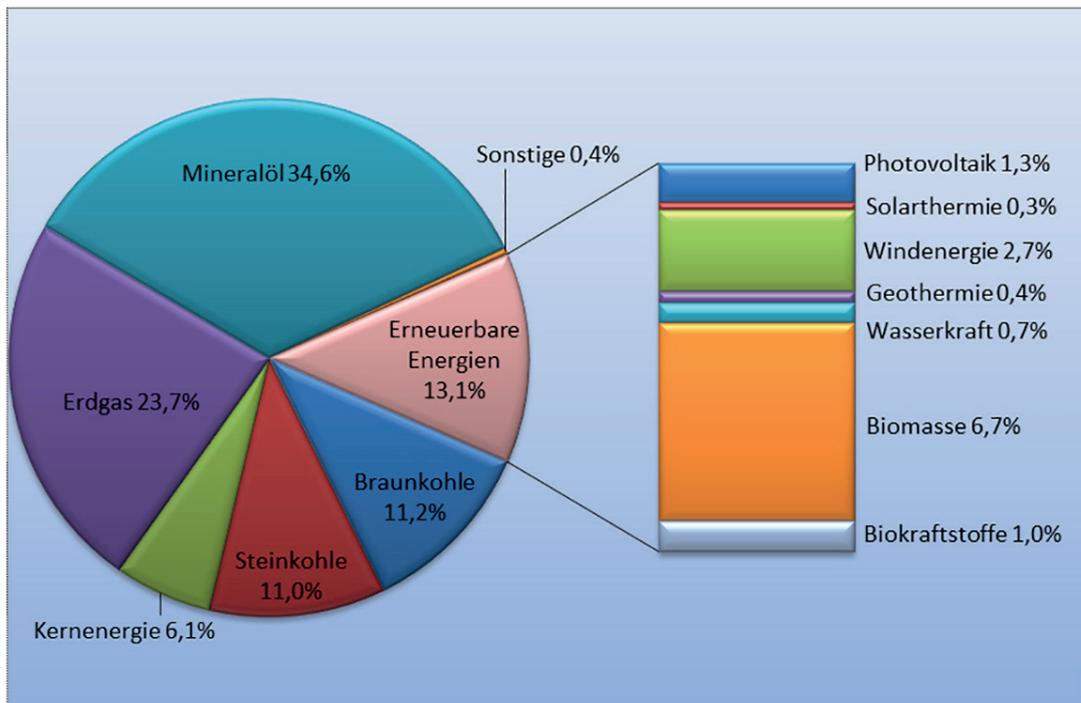


Abbildung 49 – Primärenergieverbrauch in Deutschland 2017 in Prozent [20]

## 7.3 Eigenversorgung und Energiespeichersysteme

### Eigenversorgung

Selbst elektrische Energie und auch Wärme produzieren und damit unabhängiger werden, spielt eine immer größere Rolle. Neue technische Systeme und günstigere Anlagen unterstützen diesen Trend.

Elektrische Energie kann aus dem Verbundnetz bezogen und in dieses eingespeist werden. Die Verfügbarkeit des Verbundnetzes ist hierfür eine notwendige Voraussetzung. Das Bedarfsprofil eines einzelnen Verbrauchers hat minimale Auswirkungen auf das Gesamtsystem der elektrischen Energieversorgung. Die thermische Energieversorgung erfolgt wegen der hohen Leitungsverluste regional.

Speicher dienen zur Pufferung der Wärme-, Kälte- und elektrischen Energie und bilden die Basis einer energetischen Eigenversorgung.

Bei der Beladung von Wärmespeichern sind regenerative Energiequellen zu bevorzugen. Thermische Solarzellen in Verbindung mit Hausspeichern sind heute Standard. In Zukunft werden allerdings auch elektrische Heizstäbe zum Beladen eingesetzt werden. Dies hat den Vorteil, dass Strom aus der Eigenerzeugung, der nicht für den elektrischen Eigenverbrauch genutzt wird, in die Wärmeversorgung gelangt.

Kältespeicher werden normalerweise durch strombetriebene Kältemaschinen geladen. Bei dem Einsatz von Absorptionskältemaschinen entsteht aus Wärme mittels Strom Kälte.

Elektrische Energiespeicher dienen zur Pufferung der eigenerzeugten Energie (z. B. Photovoltaik-Anlage), die über den Eigenverbrauch hinausgeht.

Die Kraft-Wärme-Kopplung wird in Zukunft eine höhere Bedeutung erlangen. Neben der thermischen Energie wird auch elektrische Energie erzeugt. Bei der zentralen, konventionellen Stromerzeugung wird nur 30 % bis 40 % der Primärenergie zur Stromerzeugung genutzt, der überwiegende Anteil wird als Abwärme an die Umwelt (Kühltürme, Flusswasser) abgegeben. Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen), hierzu zählen auch Mini- und Mikro-Kraftwerke, sind vor Ort installiert, so dass die erzeugte Wärme nutzbar wird. Der Wirkungsgrad von KWK-Anlagen liegt bei über 90 %.

Soll die Anforderung der Eigenversorgung umgesetzt werden, muss eine Steuerung der Speicherbewirtschaftung und die Dimensionierung der Speicher (elektrisch, thermisch) aufeinander abgestimmt werden. Das thermische und elektrische Lastprofil des Verbrauchers bildet hier die Grundlage.

Das im Haushalt heute gängige Lastprofil H0 geht von keiner Eigenversorgung aus. Tritt die Eigenversorgung immer mehr in den Vordergrund, ist eine Prognose des elektrischen Energiebedarfs mit Hilfe des H0-Profiles immer weniger zielführend. Diese Aussage gilt vergleichbar für alle anderen Standardlastprofile.

### Energiespeichersysteme

Bei elektrischen und elektrochemischen Energiespeichersystemen können Elektrische Energieeffizienzmaßnahmen prinzipiell unabhängig von beispielsweise Größe oder Spannungsebene der Energiespeichersysteme umgesetzt werden. Solche Energiespeichertechnologien sind:

- Blei-Batterien
- Li-Ionen-Batterien
- Redox-Flow-Batterien
- Kondensatoren
- supraleitfähigen magnetischen Energiespeicher

Zugehörige Steuerungen, Regelungen (z. B. Batteriemanagementsystem, Laderegulung) sowie Wechselrichter werden häufig als Komponenten des Energiespeichersystems mit einbezogen. Diese können sowohl stationär mit dem Elektrizitätsversorgungsnetz verbunden sein, als auch mobil (z. B. in Elektrofahrzeugen) Anwendung finden.

Stationäre Energiespeichersysteme können mit dem Elektrizitätsversorgungsnetz in verschiedenen Spannungsebenen verbunden sein (**Abbildung 50**). Mit Batterien gekoppelte Photovoltaiksysteme für Niederspannung können beispielsweise dazu dienen, das lokale Lastprofil in Gebäuden zu optimieren. Leistungsstarke Energiespeicheranlagen können hingegen auch in Spannungsebenen bis zur Hochspannung eingesetzt werden, um bei Bedarf Regelleistung für das Elektrizitätsversorgungsnetz bereitzustellen.

Energiespeichersysteme können Lastprofile optimieren und Regelleistung bereitstellen

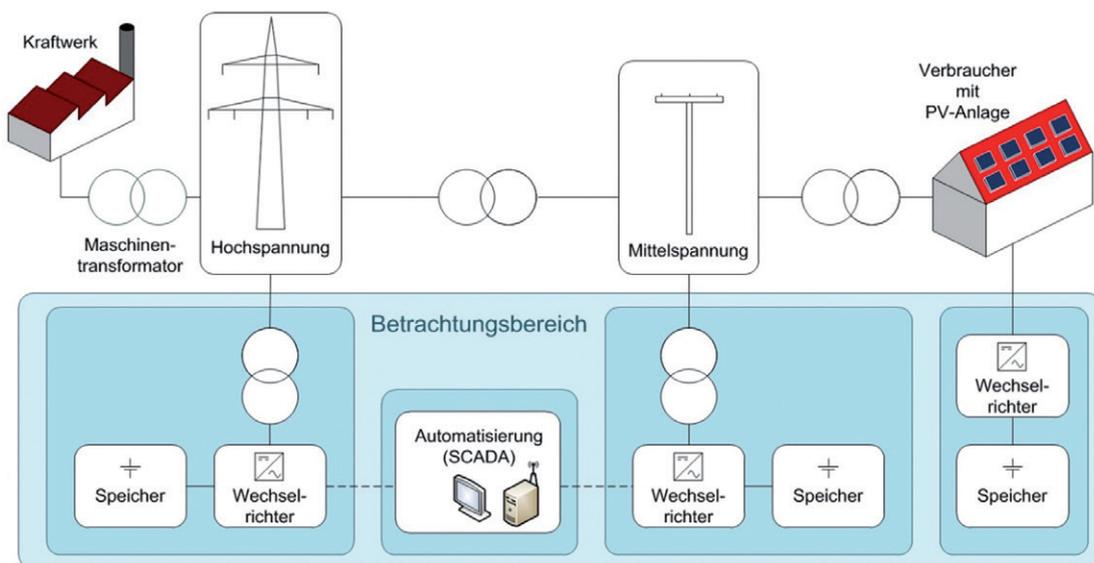


Abbildung 50 – Betrachtungsbereich stationäre Energiespeichersysteme (vereinfachte Darstellung) [14]

### Zusammenfassung/Empfehlungen

Effizienzmaßnahmen für elektrische Energiespeichersysteme werden derzeit hauptsächlich im Anwendungsbereich der DIN VDE 0100-801 (VDE 0100-801) behandelt. Diese enthält zusätzliche Anforderungen, Maßnahmen und Empfehlungen für die Planung, Errichtung und Überprüfung aller Arten von Niederspannungsanlagen, einschließlich der lokalen Erzeugung und Speicherung von Energie, zur Optimierung der gesamtheitlich effizienten Verwendung von Elektrizität.

Das elektrische Energiemanagement in einer Niederspannungsanlage bietet systematischen Ansatz zur Optimierung der Energieeffizienz unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit und Einbindung von lokalen Speichermöglichkeiten der elektrischen Energie. Wenn die Energie von einem lokalen Energiespeicher (z. B. Batterie) kommt, muss der Anwender unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten die maximal verfügbare Leistung, die Menge der verfügbaren Energie und den variablen Energiepreis betrachten.

Insbesondere für (netzgekoppelte) Photovoltaik-Systeme mit Wechselrichter und Batteriespeicher ist die Entwicklung von Normen wünschenswert, die eine gesamtheitliche Betrachtung von systemischen Maßnahmen zur elektrischen Energieeffizienz gewährleisten.

systematischer Ansatz zur Optimierung der Energieeffizienz gefragt

# 8 ENERGIEBESCHAFFUNG UND BEREITSTELLUNG

## 8 Energiebeschaffung und Bereitstellung

Bei der elektrischen Energieeffizienz steht die Minimierung des Energieverbrauchs und die Kostenoptimierung im Vordergrund. Die zeitliche Bereitstellung, d. h. der Leistungsbedarf von Anwendungen wird in Zukunft einen immer wichtigeren Stellenwert einnehmen. Regenerative Energiequellen, wie Solar und Wind sind nicht kontinuierlich verfügbar, sie sind wetterabhängig. Selbst wenn die Energiemenge den Bedarf decken würde, kann es trotzdem passieren, dass die geforderte Leistung nicht verfügbar ist und somit eine Versorgung nicht gewährleistet werden kann.

Als Beispiel seien hier Schnellladestationen von E-Cars angeführt. Hier wird kurzzeitig mit einer hohen Leistung die Batterie geladen. Nach dem Schnellladevorgang fällt die benötigte Leistung bis zum nächsten Ladevorgang gegen Null. Genau dieses Verhalten, die Leistung nur dann und solange wie unbedingt nötig abzurufen, zeichnet in der Automatisierung effektive Systeme und Anlagen aus. Hohe Leistungsbedarfsspitzen sind somit ein negativer Seiteneffekt der Energieeffizienz.

Solaranlagen erzeugen ein vergleichbares Verhalten. Die erzeugte Leistung kann sich bei wolkigem Wetter schnell ändern. Ist die Leistungsbilanz zwischen Erzeugung und Verbrauch nicht zu jeder Zeit ausgeglichen ergeben sich Netzprobleme. Je kleiner der Betrachtungsrahmen des Netzes ist, desto gravierender fallen die Auswirkungen aus. Ein Kennwert für die Stabilität und Qualität eines Netzes stellt die Kurzschlussleistung dar. Erzeuger mit einer hohen rotierenden Masse besitzen diese, Solar- und Windkraftanlagen sind systembedingt nicht in der Lage, hohe Kurzschlussleistungen zur Verfügung zu stellen.

Der Anteil der regenerativen Energieerzeuger kann aus Netzstabilitätssicht (Leistungsbilanz und Kurzschlussleistung) nicht unendlich gesteigert werden.

Mit der Energiewende ändern sich nicht nur die Energieträger, sondern auch die Wege der Stromproduktion – weg vom Großkraftwerk, hin zu vielen kleinen Erzeugern: Wind- und Solarparks, aber auch Blockheizkraftwerke (BHKWs), Wärmepumpen und Biogasanlagen speisen Strom ins öffentliche Netz ein. Ein Hausbesitzer mit Photovoltaik-Anlage wird so zum „Prosumer“: er verbraucht und erzeugt Energie.

### Aus Sicht des Netzbetreibers

Der Netzbetreiber ist für die Qualität der elektrischen Energie (Spannung, Frequenz, Wirkfaktor, maximaler Oberschwingungsanteil) zuständig. Aus Netzbetreibersicht besteht die große Herausforderung darin, die vielen Kleinstanlagen so zu steuern, dass ein gleichmäßiger Stromfluss entsteht – Grundvoraussetzung für eine stabile Versorgung. Denn anders als beim Kohlekraftwerk hängt beispielsweise die Leistung eines Windparks vom Wetter ab: Bei Starkwind produziert er mehr Energie, als das Verteilnetz aufnehmen kann. Bei Flaute stoppt dagegen die Stromproduktion. Und auch der Energiebedarf variiert: Je nach Wetter, Lichtverhältnissen und Tageszeit wird temporär besonders viel oder eben wenig Strom verbraucht.

Um Schwankungen in der Produktion und im Verbrauch auszugleichen, wurden Softwarelösungen entwickelt, die es ermöglichen, Energie aus verschiedenen, dezentralen und vorwiegend regenerativen Quellen sowie Speichern zusammenzuführen und zentral zu regeln. Das Ergebnis ist ein virtuelles Kraftwerk, das Energie immer dann zur Verfügung stellt, wenn sie benötigt wird.

### Aus Sicht des Verbrauchers

Aus Verbrauchersicht ist eine Reglementierung seines Prosumerverhaltens durch den Netzbetreiber nicht akzeptabel. Er möchte die Vorzüge der Liberalisierung für sich nutzen. Prognosen seines energetischen Verhaltens (Verbrauch und Rückspeisung) und deren Einhaltung bilden hier die Basis.

Der elektrische Energiepreis wird sich zukünftig für den Verbraucher immer mehr an den aktuellen Preisen der Strombörse orientieren. Die Preise spiegeln das Verhältnis von Angebot (Erzeugung) und Nachfrage (Verbrauch) wider. Zurzeit liegen die kleinsten Handelseinheiten für Energie bei Zeitbereichen von einer Stunde für die Folgestunde. In Zukunft sollen auch Viertelstunden-Energiemengen (0,1 MWh) gehandelt werden können. Der Handel kann allerdings nur funktionieren, wenn entsprechend belastbare Prognosen für Erzeugung und Verbrauch verfügbar sind.

Je dezentraler und kleinteiliger die Energieerzeugung aufgestellt ist, desto mehr Kommunikation muss zwischen den Teilnehmern für die Erzeugungsprognose verfügbar sein. Das System verkompliziert sich noch weiter durch die Förderung der Eigennutzung selbst erzeugter elektrischer Energie (z. B. Photovoltaik-Anlage plus Batterie). Standardlastprofile, wie sie heute in der Prognose für Verbraucher <100.000 kWh pro Jahr üblich sind, können hier nicht mehr angewandt werden. Auch für diese Prosumer ist eine Energieprognose (Bezug sowie Lieferung) unumgänglich.

An der Schnittstelle zwischen dem elektrischen Energiemarkt und dem Verbraucher nimmt das Smart Meter die Funktionalität des Messens und der Kommunikation wahr.

Die Kommunikation überträgt die Energieprognosen, der Energielieferant antwortet mit den zugehörigen Preisen. Der Verbraucher kann nun seine Verbrauchsprognose durch ein geändertes Verbraucherverhalten an das aktuelle Preisgefüge anpassen. Je genauer dieses Spiel zwischen Prognosen und Verbrauch funktioniert, desto geringer kann die Vorhalteleistung für Regelleistung ausfallen. Somit wird auch der Kostenanteil der Vorhalteleistung am Energiepreis geringer.

Die Grundlagen für eine Prognose existieren in vielen Fällen nicht.

**Verbraucher:** Das Verbraucherverhalten vieler Anwendungen in Industrie, Infrastruktur und Gebäuden ist intransparent. Die Abhängigkeit zwischen Nutzung und Energiebedarf muss erst ermittelt werden (z. B. Abschaltungen, Lichteinfall, Teile von Produktionsprozessen).

**Energieeigenerzeugung:** Die Energieprognosen sind abhängig von Umweltvariablen wie Windgeschwindigkeit, Temperatur oder Sonneneinstrahlung.

**Speicher:** Speichersysteme definieren sich durch ihre Speichergröße sowie C-Rate, im Betrieb durch ihren aktuellen Lade-/Entladezustand.

Aus dem Zusammenspiel von Verbrauch, Eigenerzeugung und Speicher entsteht das elektrische Bedarfsprofil. Sind über die Transparenz der Energieflüsse deren Zusammenhänge bekannt, ermöglicht eine automatisierte Steuerung der elektrischen Energieversorgung eine Optimierung von Prognosen und folglich eine kostengünstige Energiebeschaffung. Deshalb liegt in der Umsetzung der Zusammenhänge durch ein geeignetes Automatisierungssystem eine Hauptwurzel für das Gedeihen der Energiewende.

### Zusammenfassung/Empfehlungen

Die Energiebeschaffung durch den Verbraucher und deren Bereitstellung durch den Energielieferanten bestimmt sich im Wesentlichen durch deren Kosten. Belastbare Bedarfsprognosen des Verbrauchers bilden die Basis.

Die Kommunikation zwischen Verbraucher und Energielieferant erfolgt automatisch über standardisierte Kommunikationskanäle, wobei dem Datenschutz eine besondere Bedeutung zusteht. Bei der dynamischen Vertragsgestaltung sowie den zugehörigen Transaktionen bietet sich das Blockchain-Verfahren an.

## Anhang 1 Normen, Standards und Gremien

Die nachfolgenden Listen enthalten aktuell gültige Normen, Standards und Gremien mit einem direkten Bezug zur elektrischen Energieeffizienz.

Seit dessen Einführung stieg der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch von 6 % im Jahr 2000 auf 30 % im Jahr 2015.

### Anhang 1.1 Normen, Standards und Gremien „Energieeffizienz“

#### Normen und Standards „Energieeffizienz“

<b>DIN EN ISO/IEC 13273-1</b>	<b>NA 172-00-09 AA</b>	<b>ISO/IEC JPC 2</b>
Energieeffizienz und erneuerbare Energiequellen - Gemeinsame internationale Terminologie - Teil 1: Energieeffizienz (ISO/IEC 13273-1:2015); Deutsche Fassung EN ISO/IEC 13273-1:2016		
Energy efficiency and renewable energy sources - Common international terminology - Part 1: Energy efficiency (ISO/IEC 13273-1:2015); German version EN ISO/IEC 13273-1:2016		
<b>DIN EN ISO 16103</b>	<b>NA 115-01-06 AA</b>	<b>ISO TC 122</b>
Verpackung - Verpackungen zur Beförderung gefährlicher Güter - Recycling-Kunststoffe (ISO 16103:2005); Deutsche Fassung EN ISO 16103:2005		
Packaging - Transport packaging for dangerous goods - Recycled plastics material (ISO 16103:2005); German version EN ISO 16103:2005		
<b>DIN EN ISO 50001</b>	<b>NA 172-00-09 AA</b>	<b>ISO TC 242</b>
Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 50001:2011); Deutsche Fassung EN ISO 50001:2011		
Energy management systems - Requirements with guidance for use (ISO 50001:2011); German version EN ISO 50001:2011		
<b>DIN SPEC 4701-10/A1</b>	<b>NA 041-05-01 AA</b>	
Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen - Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung; Änderung A1		
Energy efficiency of heating and ventilation systems in buildings - Part 10: Heating, domestic hot water supply, ventilation; Amendment A1		
<b>DIN V 18599-1</b>	<b>NA 005-56-20 GA</b>	
Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger		
Energy efficiency of buildings - Calculation of the net, final and primary energy demand for heating, cooling, ventilation, domestic hot water and lighting - Part 1: General balancing procedures, terms and definitions, zoning and evaluation of energy sources		

#### Gremien „Energieeffizienz“

GREMIUM	TITEL
DKE/TBINK.EEE	Energieeffizienz
DKE/TBINK.EEE_AK_NR	Normungs-Roadmap Elektrische Energieeffizienz
NA 005-56-20 GA	Energetische Bewertung von Gebäuden
NA 041-05-01 AA	Energetische Bewertung gebäudetechnischer Anlagen (SpA ISO/TC 205 „Umweltgerechte Gebäudeplanung“)
NA 115-01-06 AA	Gefahrgutverpackungen
NA 172-00-09 AA	Energieeffizienz und Energiemanagement

## Anhang 1.2 Normen, Standards und Gremien „Energieverbraucher“

#### Normen und Standards „Haushalt“

<b>DIN EN 50193-1 (VDE 0705-193-1)</b>	<b>DKE/UK 513.3</b>
<p>Elektro-Durchfluss-Wassererwärmer - Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung EN 50193-1:2013</p> <p>Electric instantaneous water heaters - Part 1: General requirements; German version EN 50193-1:2013</p>	
<b>DIN EN 50229</b>	<b>DKE/UK 513.1</b>
<p>Elektrische Wasch-Trockner für den Hausgebrauch - Prüfverfahren zur Bestimmung der Gebrauchseigenschaften; Deutsche Fassung EN 50229:2007</p> <p>Electric clothes washer-dryers for household use - Methods of measuring the performance; German version EN 50229:2007</p>	
<b>DIN EN 50242/DIN EN 60436 (VDE 0705-436)</b>	<b>DKE/UK 513.5 IEC/SC 59A</b>
<p>Elektrische Geschirrspüler für den Hausgebrauch - Messverfahren für Gebrauchseigenschaften (IEC 60436:2004, modifiziert + A1:2009, modifiziert + A2:2012, modifiziert); Deutsche Fassung EN 50242/EN 60436:2008 + EN 50242:2008/A11:2012</p> <p>Electric dishwashers for household use - Methods for measuring the performance (IEC 60436:2004, modified + A1:2009, modified + A2:2012, modified); German version EN 50242/EN 60436:2008 + EN 50242:2008/A11:2012</p>	
<b>DIN EN 50350</b>	<b>DKE/UK 513.4</b>
<p>Aufladesteuerungen für elektrische Speicherheizungen für den Hausgebrauch - Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften; Deutsche Fassung EN 50350:2004</p> <p>Charging control systems for household electric room heating of the storage type - Methods for measuring performance; German version EN 50350:2004</p>	

<b>DIN EN 50523-1</b>	<b>DKE/K 513</b>
<p>Geräte für den Hausgebrauch - Interworking - Teil 1: Funktionsspezifikation; Deutsche Fassung EN 50523-1:2009</p> <p>Household appliances interworking - Part 1: Functional specification; German version EN 50523-1:2009</p>	
<b>DIN EN 50523-2</b>	<b>DKE/K 513</b>
<p>Geräte für den Hausgebrauch - Interworking - Teil 2: Datenstrukturen; Deutsche Fassung EN 50523-2:2009</p> <p>Household appliances interworking - Part 2: Data structures; German version EN 50523-2:2009</p>	
<b>DIN EN 50559 (VDE 0705-559)</b>	<b>DKE/UK 513.4</b>
<p>Elektrische Raumheizung, Fußbodenheizung, Charakteristika der Gebrauchstauglichkeit - Definitionen, Prüfverfahren, Dimensionierung und Formelzeichen; Deutsche Fassung EN 50559:2013</p> <p>Electric room heating, underfloor heating, characteristics of performance - Definitions, method of testing, sizing and formula symbols; German version EN 50559:2013</p>	
<b>DIN EN 50563 (VDE 0806-563)</b>	
<p>Externe AC/DC- und AC/AC-Netzteile - Bestimmung von Nulllast und durchschnittlicher Effizienz im Betrieb; Deutsche Fassung EN 50563:2011 + A1:2013</p> <p>External a.c. - d.c. and a.c. - a.c. power supplies - Determination of no-load power and average efficiency of active modes; German version EN 50563:2011 + A1:2013</p>	
<b>DIN EN 50564 (VDE 0705-2301))</b>	<b>DKE/K 513</b>
<p>Elektrische und elektronische Haushalts- und Bürogeräte - Messung niedriger Leistungsaufnahmen (IEC 62301:2011, modifiziert); Deutsche Fassung EN 50564:2011</p> <p>Electrical and electronic household and office equipment - Measurement of low power consumption (IEC 62301:2011, modified); German version EN 50564:2011</p>	
<b>DIN EN 60311</b>	<b>DKE/UK 513.10</b>
<p>Elektrische Bügeleisen für Haushalt und ähnliche Zwecke - Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften (IEC 60311:2002 + A1:2005 + A2:2009); Deutsche Fassung EN 60311:2003 + A1:2006 + A2:2009</p> <p>Electric irons for household or similar use - Methods for measuring performance (IEC 60311:2002 + A1:2005 + A2:2009); German version EN 60311:2003 + A1:2006 + A2:2009</p>	
<b>DIN EN 60312-1 (VDE 0705-312-1)</b>	<b>DKE/UK 513.7 IEC/TC 59</b>
<p>Staubsauger für den Hausgebrauch - Teil 1: Trockensauger - Prüfverfahren zur Bestimmung der Gebrauchseigenschaften (IEC 60312-1:2010, modifiziert + A1:2011, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60312-1:2013</p> <p>Vacuum cleaners for household use - Part 1: Dry vacuum cleaners - Methods for measuring the performance (IEC 60312-1:2010, modified + A1:2011, modified); German version EN 60312-1:2013</p>	

<b>DIN EN 60350-1 (VDE 0705-350-1)</b>	<b>DKE/UK 513.2 CLC/TC 59X</b>
<p>Elektrische Kochgeräte für den Hausgebrauch - Teil 1: Herde, Backöfen, Dampfgarer und Grills - Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften (IEC 60350-1:2011, modifiziert + corrigendum Feb. 2012); Deutsche Fassung EN 60350-1:2013 + A11:2014, mit CD-ROM</p> <p>Household electric cooking appliances - Part 1: Ranges, ovens, steam ovens and grills - Methods for measuring performance (IEC 60350-1:2011, modified + corrigendum Feb. 2012); German version EN 60350-1:2013 + A11:2014, with CD-ROM</p>	
<b>DIN EN 60350-2 (VDE 0705-350-2)</b>	<b>DKE/UK 513.2 CLC/TC 59X</b>
<p>Elektrische Kochgeräte für den Hausgebrauch - Teil 2: Kochfelder - Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften (IEC 60350-2:2011, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60350-2:2013 + A11:2014, mit CD-ROM</p> <p>Household electric cooking appliances - Part 2: Hobs - Methods for measuring performance (IEC 60350-2:2011, modified); German version EN 60350-2:2013 + A11:2014, with CD-ROM</p>	
<b>DIN EN 60379</b>	<b>DKE/UK 513.3</b>
<p>Verfahren zum Messen der Gebrauchseigenschaften von elektrischen Warmwasserspeichern für den Hausgebrauch (IEC 60379:1987, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60379:2004</p> <p>Methods for measuring the performance of electric storage water-heaters for household purposes (IEC 60379:1987, modified); German version EN 60379:2004</p>	
<b>DIN EN 60442</b>	<b>DKE/UK 513.10</b>
<p>Elektrische Haushalt-Brottröster - Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften (IEC 60442:1998 + A1:2003); Deutsche Fassung EN 60442:1998 + A1:2003</p> <p>Electric toasters for household and similar purposes - Methods for measuring the performance; (IEC 60442:1998 + A1:2003); German version EN 60442:1998 + A1:2003</p>	
<b>DIN EN 60456 (VDE 0705-456)</b>	<b>DKE/UK 513.1</b>
<p>Waschmaschinen für den Hausgebrauch - Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften (IEC 60456:2010, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60456:2011 + AC:2011</p> <p>Clothes washing machines for household use - Methods for measuring the performance (IEC 60456:2010, modified); German version EN 60456:2011 + AC:2011</p>	
<b>DIN EN 60531</b>	<b>DKE/UK 513.4</b>
<p>Elektrische Raumheizgeräte für den Hausgebrauch - Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften (IEC 60531:1999, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60531:2000</p>	
<b>DIN EN 60661 (VDE 0705-661)</b>	<b>DKE/UK 513.10 IEC/SC 59L</b>
<p>Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften elektrischer Haushalt-Kaffeebereiter (IEC 60661:1999, modifiziert + A1:2003, modifiziert + A2:2005, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60661:2014</p> <p>Methods for measuring the performance of electric household coffee makers (IEC 60661:1999, modified + A1:2003, modified + A2:2005, modified); German version EN 60661:2014</p>	

<b>DIN EN 60705 (VDE 0705-705)</b>	<b>DKE/UK 513.2 IEC/SC 59K</b>
<p>Mikrowellengeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Verfahren zur Messung der Gebrauchstauglichkeit (IEC 60705:2010 + A1:2014); Deutsche Fassung EN 60705:2015, mit CD-ROM</p> <p>Household microwave ovens - Methods for measuring performance (IEC 60705:2010 + A1:2014); German version EN 60705:2015, with CD-ROM</p>	
<b>DIN EN 61121 (VDE 0705-1121)</b>	<b>DKE/UK 513.1</b>
<p>Wäschetrockner für den Hausgebrauch - Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften (IEC 61121:2012, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61121:2013</p> <p>Tumble dryers for household use - Methods for measuring the performance (IEC 61121:2012, modified); German version EN 61121:2013</p>	
<b>DIN EN 61591 (VDE 0705-1591)</b>	<b>DKE/UK 513.2</b>
<p>Haushalt-Dunstabzugshauben und andere Absauger für Kochdünste - Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaft (IEC 61591:1997 + A1:2005 + A2:2010); Deutsche Fassung EN 61591:1997 + A1:2006 + A2:2011 + A11:2014</p> <p>Household range hoods and other cooking fume extractors - Methods for measuring performance (IEC 61591:1997 + A1:2005 + A2:2010); German version EN 61591:1997 + A1:2006 + A2:2011 + A11:2014</p>	
<b>DIN EN 62552 (VDE 0705-2552)</b>	<b>DKE/GUK 513.6</b>
<p>Haushalt-Kühl-/Gefriergeräte - Eigenschaften und Prüfverfahren (IEC 62552:2007, modifiziert + corrigendum Mar. 2008); Deutsche Fassung EN 62552:2013</p> <p>Household refrigerating appliances - Characteristics and test methods (IEC 62552:2007, modified + corrigendum Mar. 2008); German version EN 62552:2013</p>	
<b>DIN EN 62623 (VDE 0806-2623)</b>	<b>DKE/K 742</b>
<p>Desktop- und Notebook-Computer - Messung des Energieverbrauchs (IEC 62623:2012); Deutsche Fassung EN 62623:2013</p> <p>Desktop and notebook computers - Measurement of energy consumption (IEC 62623:2012); German version EN 62623:2013</p>	
<b>DIN EN 62885-3 (VDE 0705-2885-3)</b>	<b>DKE/UK 513.7</b>
<p>Geräte zur Oberflächenreinigung - Teil 3: Nassreinigungsgeräte für Teppiche - Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften (IEC 62885-3:2014); Deutsche Fassung EN 62885-3:2015</p> <p>Surface cleaning appliances - Part 3: Wet carpet cleaning appliances - Methods for measuring the performance (IEC 62885-3:2014); German version EN 62885-3:2015</p>	
<b>DIN EN 62929 (VDE 0705-2929)</b>	<b>DKE/UK 513.7</b>
<p>Reinigungsroboter für den Hausgebrauch - Trockenreinigung: Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften (IEC 62929:2014); Deutsche Fassung EN 62929:2014</p> <p>Cleaning robots for household use - Dry cleaning: Methods for measuring performance (IEC 62929:2014); German version EN 62929:2014</p>	

<b>DIN EN 50193-2-1 (VDE 0705-193-2-1)</b>	<b>DKE/UK 513.3</b>	<b>CLC/TC 59X</b>
<p>Elektro-Durchfluss-Wassererwärmer - Teil 2-1: Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften - Multifunktionelle Elektro-Durchfluss-Wassererwärmer; Deutsche Fassung 50193-2-1:2014</p> <p>Electric instantaneous water heaters - Part 2-1: Methods for measuring the performance - Multifunctional electric instantaneous water heaters; German version 50193-2-1:2014</p>		
<b>DIN EN 50193-2-2 (VDE 0705-193-2-2)</b>	<b>DKE/UK 513.3</b>	<b>CLC/TC 59X</b>
<p>Elektro-Durchfluss-Wassererwärmer - Teil 2-2: Anforderungen an die Gebrauchseigenschaften - Durchfluss-Wassererwärmer für eine einzelne Zapfstelle - Effizienz; Deutsche Fassung 50193-2-2:2013</p> <p>Electric instantaneous water heaters - Part 2-2: Performance requirements - Single point of use electric instantaneous showers - Efficiency; German version 50193-2-2:2013</p>		
<b>DIN EN 50229 (VDE 0705-229)</b>	<b>DKE/UK 513.1</b>	<b>CLC/TC 59X</b>
<p>Elektrische Wasch-Trockner für den Hausgebrauch - Prüfverfahren zur Bestimmung der Gebrauchseigenschaften; Deutsche Fassung EN 50229:2015 + AC:2016</p> <p>Electric clothes washer-dryers for household use - Methods of measuring the performance; German version EN 50229:2015 + AC:2016</p>		
<b>DIN EN 50440 (VDE 0705-379)</b>	<b>DKE/UK 513.3</b>	
<p>Effizienz von elektrischen Warmwasserspeichern für den Hausgebrauch; Deutsche Fassung EN 50440:2015</p> <p>Efficiency of domestic electrical storage water heaters and testing methods; German version EN 50440:2015</p>		
<b>E DIN EN 60311/A3 (VDE 0705-311/A3)</b>	<b>DKE/UK 513.10</b>	<b>IEC/SC 59L</b>
<p>Elektrische Bügeleisen für Haushalt und ähnliche Zwecke - Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften (IEC 59L/116/CDV:2015); Deutsche Fassung EN 60311:2003/FprA3:2015</p> <p>Electric irons for household or similar use - Methods for measuring performance (IEC 59L/116/CDV:2015); German version EN 60311:2003/FprA3:2015</p>		
<b>E DIN EN 60312-1-1 (VDE 0705-312-1-1)</b>	<b>DKE/UK 513.7</b>	<b>IEC/SC 59F</b>
<p>Staubsauger für den Hausgebrauch - Teil 1-1: Schnurlose Trockensauger - Prüfverfahren zur Bestimmung der Gebrauchseigenschaften (IEC 59F/234A/CD:2013)</p> <p>Vacuum cleaners for household use - Part 1-1: Cordless dry vacuum cleaners - Methods for measuring the performance (IEC 59F/234A/CD:2013)</p>		

<b>E DIN EN 60350-1/A100 (VDE 0705-350-1/A100)</b>	<b>DKE/UK 513.2</b>	<b>CLC/TC 59X</b>
Elektrische Kochgeräte für den Hausgebrauch - Teil 1: Herde, Backöfen, Dampfgarer und Grills - Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften; Deutsche Fassung FprEN 60350-1:2015/FprAA:2015		
Household electric cooking appliances - Part 1: Ranges, ovens, steam ovens and grills - Methods for measuring performance; German version FprEN 60350-1:2015/FprAA:2015		
<b>E DIN EN 60350-1/AA (VDE 0705-350-1/AA)</b>	<b>DKE/UK 513.2</b>	<b>CLC/TC 59X</b>
Elektrische Kochgeräte für den Hausgebrauch - Teil 1: Herde, Backöfen, Dampfgarer und Grills - Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften; Deutsche Fassung EN 60350-1:2013/FprAA:2014, mit CD-ROM		
Household electric cooking appliances - Part 1: Ranges, ovens, steam ovens and grills - Methods for measuring performance; German version EN 60350-1:2013/FprAA:2014, with CD-ROM		
<b>E DIN EN 60436 (VDE 0705-436)</b>	<b>DKE/UK 513.5</b>	<b>IEC/SC 59A</b>
Elektrische Geschirrspüler für den Hausgebrauch - Messverfahren für Gebrauchseigenschaften		
Electric dishwashers for household use - Methods for measuring the performance		
<b>E DIN EN 60436/A100 (VDE 0705-436/A100)</b>	<b>DKE/UK 513.5</b>	<b>IEC/SC 59A</b>
Elektrische Geschirrspüler für den Hausgebrauch - Messverfahren für Gebrauchseigenschaften		
Electric dishwashers for household use - Methods for measuring the performance		
<b>E DIN EN 61591/AA (VDE 0705-1591/AA)</b>	<b>DKE/UK 513.2</b>	<b>CLC/TC 59X</b>
Haushalt-Dunstabzugshauben und andere Absauger für Kochdünste - Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaft; Deutsche Fassung EN 61591:1997/FprAA:2014		
Household range hoods and other cooking fume extractors - Methods for measuring performance; German version EN 61591:1997/FprAA:2014		
<b>E DIN EN 62512 (VDE 0705-2512)</b>	<b>DKE/UK 513.1</b>	<b>IEC/SC 59D</b>
Elektrische Wasch-Trockner für den Hausgebrauch - Prüfverfahren zur Bestimmung der Gebrauchseigenschaften (IEC 59D/390/CDV:2011); Deutsche Fassung FprEN 62512:2011		
Electric clothes washer-dryers for household use - Methods of measuring the performance (IEC 59D/390/CDV:2011); German version FprEN 62512:2011		
<b>E DIN EN 62552-1 (VDE 0705-2552-1)</b>	<b>DKE/GUK 513.6</b>	<b>IEC/SC 59M WG 1</b>
Haushaltskühlgeräte - Eigenschaften und Prüfverfahren - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 59M/33/CD:2012)		
Household refrigerating appliances - Characteristics and test methods - Part 1: General Requirements (IEC 59M/33/CD:2012)		

<b>E DIN EN 62552-2 (VDE 0705-2552-2)</b>	<b>DKE/GUK 513.6 IEC/SC 59M</b>
Haushaltskühlgeräte - Eigenschaften und Prüfverfahren - Teil 2: Leistungsanforderungen (IEC 59M/34/CD:2012)	
Household refrigerating appliances - Characteristics and test methods - Part 2: Performance Requirements (IEC 59M/34/CD:2012)	
<b>E DIN EN 62552-3 (VDE 0705-2552-3)</b>	<b>DKE/GUK 513.6 IEC/SC 59M</b>
Haushaltskühlgeräte - Eigenschaften und Prüfverfahren - Teil 3: Energieverbrauch und Rauminhalt (IEC 59M/35/CD:2012)	
Household refrigerating appliances - Characteristics and test methods - Part 3: Energy Consumption and Volume (IEC 59M/35/CD:2012)	
<b>E DIN EN 62849 (VDE 0705-2849)</b>	<b>DKE/K 513 IEC/TC 59</b>
Verfahren zur Bewertung der Leistungsfähigkeit von Haushaltrobotern (IEC 59/623/CD:2014)	
Performance evaluation method of household robot (IEC 59/623/CD:2014)	
<b>E DIN EN 62885-2 (VDE 0705-2885-2)</b>	<b>DKE/UK 513.7 IEC/SC 59F</b>
Oberflächenreinigungsgeräte - Teil 2: Trockensauger für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen - Prüfverfahren zur Bestimmung der Gebrauchseigenschaften (IEC 59F/276/CDV:2015); Deutsche Fassung FprEN 62885-2:2015	
Surface cleaning appliances - Part 2: Dry vacuum cleaners for household and similar use - Methods for measuring the performance (IEC 59F/276/CDV:2015); German version FprEN 62885-2:2015	
<b>E DIN EN 62999 (VDE 0705-2999)</b>	<b>DKE/UK 513.4 IEC/SC 59C</b>
Elektrische Raumheizung, Fußbodenheizung, Charakteristika der Gebrauchstauglichkeit - Definitionen, Prüfverfahren, Dimensionierung und Formelzeichen (IEC 59C/193/CDV:2015)	
Electric room heating, underfloor heating, characteristics of performance - Definitions, method of testing, sizing and formula symbols (IEC 59C/193/CDV:2015)	
<b>DIN EN 61508-1 (VDE 0803-1)</b>	<b>DKE/GK 914</b>
Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 61508-1:2010); Deutsche Fassung EN 61508-1:2010	
Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems - Part 1: General requirements (IEC 61508-1:2010); German version EN 61508-1:2010	
<b>DIN EN 62442-1 (VDE 0712-28)</b>	<b>DKE/UK 513.4</b>
Energieeffizienz von Lampenbetriebsgeräten - Teil 1: Betriebsgeräte für Leuchtstofflampen - Messverfahren zur Bestimmung der Gesamteingangsleistung von Betriebsgeräteschaltungen und des Wirkungsgrades von Betriebsgeräten (IEC 62442-1:2011); Deutsche Fassung EN 62442-1:2011 + AC:2012	
Energy performance of lamp controlgear - Part 1: Controlgear for fluorescent lamps - Method of measurement to determine the total input power of controlgear circuits and the efficiency of the controlgear (IEC 62442-1:2011); German version EN 62442-1:2011 + AC:2012	

## Gremien

GREMIUM	TITEL
DKE/K 513	Hausgeräte, Gebrauchseigenschaften
DKE/UK 513.1	Wäschepfleegeräte
DKE/UK 513.2	Herde, Mikrowellengeräte und Dunstabzugshauben
DKE/UK 513.3	Wassererwärmer
DKE/UK 513.4	Heiz- und Wärmegeräte
DKE/UK 513.5	Geschirrspülmaschinen
DKE/GUK 513.6	Kühl- und Gefriergeräte
DKE/UK 513.7	Bodenbehandlungsgeräte
DKE/UK 513.10	Kleingeräte
DKE/K 742	Audio-, Video- und Multimediasysteme, -geräte und -komponenten
DKE/GK 914	Funktionale Sicherheit elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Systeme (E, E, PES) zum Schutz von Personen und Umwelt

## Normen und Standards „Smart Metering“

DIN EN 50491-11 (VDE 0849-11)	DKE/K 716 CLC/TC 205
Allgemeine Anforderungen an die Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) und an Systeme der Gebäudeautomation (GA) – Teil 11: Smart Metering – Applikationsbeschreibung – Einfache externe Verbrauchsanzeige; Deutsche Fassung EN 50491-11:2015	
General requirements for Home and Building Electronic Systems (HBES) and Building Automation and Control Systems (BACS) – Part 11: Smart Metering – Application Specifications – Simple External Consumer Display; German version EN 50491-11:2015	

## Normen und Standards „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“

ISO/IEC 30134 series
Information technology – Data Centres – Key performance Indicators
ISO/IEC 15067-3
Informationstechnik - Anwendungsmodell für Heim-Elektronik-Systeme (HES) - Teil 3: Modell eines Energielastmanagementsystems für HES
Information technology - Home Electronic System (HES) application model - Part 3: Model of a demand-response energy management system for HES

**CLC/TR 50600-99-1**

Information technology - Data centre facilities and infrastructures - Part 99-1: Recommended practices for energy management

**DIN EN 62018 (VDE 0806-2018)****DKE/UK 712.1 IEC/TC 108**

Energieverbrauch von Einrichtungen der Informationstechnik - Messverfahren (IEC 62018:2003); Deutsche Fassung EN 62018:2003

Power consumption of information technology equipment - Measurement methods (IEC 62018:2003); German version EN 62018:2003

**Normen und Standards „Industrie“****DIN EN 50598-1 (VDE 0160-201)****DKE/K 226 CLC/TC 22X**

Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen zur Erstellung von Normen zur Energieeffizienz von Ausrüstungen mit Elektroantrieb nach dem erweiterten Produktansatz (EPA) mit semianalytischen Modellen (SAM); Deutsche Fassung EN 50598-1:2014

Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics & their driven applications - Part 1: General requirements for setting energy efficiency standards for power driven equipment using the extended product approach (EPA), and semi analytic model (SAM); German version EN 50598-1:2014

**DIN EN 50598-2 (VDE 0160-202)****DKE/K 226 CLC/TC 22X**

Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Teil 2: Indikatoren für die Energieeffizienz von Antriebssystemen und Motorstartern; Deutsche Fassung EN 50598-2:2014

Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics & their driven applications - Part 2: Energy efficiency indicators for power drive systems and motor starters; German version EN 50598-2:2014

**DIN EN 50598-3 (VDE 0160-203)****DKE/K 226 CLC/TC 22X**

Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Teil 3: Quantitativer Ökodesign-Ansatz mittels Ökobilanz einschließlich Produktkategorie-regeln und des Inhaltes von Umweltdeklarationen; Deutsche Fassung EN 50598-3:2015

Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications - Part 3: Quantitative eco design approach through life cycle assessment including product category rules and the content of environmental declarations; German version EN 50598-3:2015

**DIN EN 50600-1 (VDE 0801-600-1)****DKE/GUK 715.5 CLC/TC 215**

Informationstechnik - Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren - Teil 1: Allgemeine Konzepte; Deutsche Fassung EN 50600-1:2012

Information technology - Data centre facilities and infrastructures - Part 1: General concepts; German version EN 50600-1:2012

<b>DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1)</b>	<b>DKE/K 225</b>	<b>IEC/TC 44</b>
<p>Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2005, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60204-1:2006</p> <p>Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements (IEC 60204-1:2005, modified); German version EN 60204-1:2006</p>		
<b>DIN EN 60204-11 (VDE 0113-11)</b>	<b>DKE/K 225</b>	<b>IEC/TC 44</b>
<p>Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 11: Anforderungen an Hochspannungsausrüstung für Spannungen über 1000 V Wechselspannung oder 1500 V Gleichspannung, aber nicht über 36 kV (IEC 60204-11:2000); Deutsche Fassung EN 60204-11:2000</p>		
<b>DIN EN 60204-31 (VDE 0113-31)</b>	<b>DKE/K 225</b>	<b>IEC/TC 44</b>
<p>Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 31: Besondere Sicherheits- und EMV-Anforderungen an Nähmaschinen, Näheinheiten und Nähanlagen (IEC 60204-31:2013); Deutsche Fassung EN 60204-31:2013</p> <p>Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 31: Particular safety and EMC requirements for sewing machines, units and systems (IEC 60204-31:2013); German version EN 60204-31:2013</p>		
<b>DIN EN 60204-32 (VDE 0113-32)</b>	<b>DKE/K 225</b>	<b>IEC/TC 44</b>
<p>Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 32: Anforderungen für Hebezeuge (IEC 60204-32:2008); Deutsche Fassung EN 60204-32:2008</p> <p>Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 32: Requirements for hoisting machines (IEC 60204-32:2008); German version EN 60204-32:2008</p>		
<b>DIN EN 60204-33 (VDE 0113-33)</b>	<b>DKE/K 225</b>	<b>IEC/TC 44</b>
<p>Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstungen von Maschinen - Teil 33: Anforderungen an Fertigungseinrichtungen für Halbleiter (IEC 60204-33:2009, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60204-33:2011</p> <p>Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 33: Requirements for semiconductor fabrication equipment (IEC 60204-33:2009, modified); German version EN 60204-33:2011</p>		
<b>DIN EN 62061 (VDE 0113-50)</b>	<b>DKE/K 225</b>	<b>IEC/TC 44</b>
<p>Sicherheit von Maschinen - Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme (IEC 62061:2005 + A1:2012); Deutsche Fassung EN 62061:2005 + A1:2013</p> <p>Safety of machinery - Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems (IEC 62061:2005 + A1:2012); German version EN 62061:2005 + A1:2013</p>		
<b>DIN EN 62623 (VDE 0806-2623)</b>	<b>DKE/K 742</b>	<b>IEC/TC 108</b>
<p>Desktop- und Notebook-Computer - Messung des Energieverbrauchs (IEC 62623:2012); Deutsche Fassung EN 62623:2013</p> <p>Desktop and notebook computers - Measurement of energy consumption (IEC 62623:2012); German version EN 62623:2013</p>		

<b>DIN EN ISO 12100</b>	<b>DKE/K 225</b>
<p>Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsleitsätze - Risikobeurteilung und Risikominde- rung (ISO 12100:2010); Deutsche Fassung EN ISO 12100:2010</p> <p>Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction (ISO 12100:2010); German version EN ISO 12100:2010</p>	
<b>DIN EN ISO 14119</b>	<b>DKE/K 225</b>
<p>Sicherheit von Maschinen - Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzein- richtungen - Leitsätze für Gestaltung und Auswahl (ISO 14119:2013); Deutsche Fassung EN ISO 14119:2013</p> <p>Safety of machinery - Interlocking devices associated with guards - Principles for design and selection (ISO 14119:2013); German version EN ISO 14119:2013</p>	
<b>E DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1)</b>	<b>DKE/K 225 IEC/TC 44</b>
<p>Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 44/709/CDV:2014); Deutsche Fassung FprEN 60204-1:2014</p> <p>Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements (IEC 44/709/CDV:2014); German version FprEN 60204-1:2014</p>	
<b>E DIN EN 61800-9-1 (VDE 0160-109-1)</b>	<b>DKE/K 226 IEC/SC 22G</b>
<p>Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe - Teil 9-1: Energieeffizienz für Antriebssysteme, Mo- torstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Allgemeine Anforderungen für die Erstellung von Normen zur Energieeffizienz von Ausrüstungen mit Elektroantrieb nach dem erweiterten Produktansatz (EPA) und semi-analytischen Modellen (SAM) (IEC 22G/300/CDV:2015); Deutsche Fassung FprEN 61800-9-1:2015</p> <p>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 22G/300/CDV:2015); German version FprEN 61800-9-1:2015</p>	
<b>E DIN EN 61800-9-2 (VDE 0160-109-2)</b>	<b>DKE/K 226 IEC/SC 22G</b>
<p>Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe - Teil 9-2: Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Indikatoren für die Energieeffizienz von Antriebssystemen und Motorstartern (IEC 22G/301/CDV:2015); Deutsche Fassung FprEN 61800-9- 2:2015</p> <p>Adjustable speed electrical power drive systems - Part 9-2: Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics &amp; their driven applications - Energy efficiency indicators for power drive systems and motor starters (IEC 22G/301/CDV:2015); German version FprEN 61800-9-2:2015</p>	

<b>E DIN EN 62745 (VDE 0113-1-1)</b>	<b>DKE/K 225 IEC/TC 44</b>
Sicherheit von Maschinen - Anforderungen für die Verbindung von kabellosen Steuerungen an Maschinen (IEC 44/686A/CD:2013)	
Safety of machinery - Requirements for the interfacing of cableless controllers to machinery (IEC 44/686A/CD:2013)	
<b>IEC TR 62837</b>	
Energy efficiency through automation systems	

#### Normen und Standards „Verkehr und Transport“

<b>IEC 62888</b>
Railway applications - Energy measurement on board trains

#### Normen und Standards „Werkzeugmaschinen“

<b>DIN EN ISO 4413</b>	<b>NA 060-36-90 AA ISO/TC 131</b>
Fluidtechnik - Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile (ISO 4413:2010); Deutsche Fassung EN ISO 4413:2010	
Hydraulic fluid power - General rules and safety requirements for systems and their components (ISO 4413:2010); German version EN ISO 4413:2010	
<b>DIN EN ISO 4414</b>	<b>NA 060-36-21-05 ISO/TC 131</b>
Fluidtechnik - Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen und deren Bauteile (ISO 4414:2010); Deutsche Fassung EN ISO 4414:2010	
Pneumatic fluid power - General rules and safety requirements for systems and their components (ISO 4414:2010); German version EN ISO 4414:2010	
<b>DIN EN ISO 14414</b>	<b>NA 060-01-01 AA ISO/TC 115</b>
Energetische Bewertung von Pumpensystemen (ISO/ASME 14414:2015); Deutsche Fassung EN ISO 14414:2015	
Pump system energy assessment (ISO/ASME 14414:2015); German version EN ISO 14414:2015	
<b>DIN EN 16231</b>	<b>NA 172-00-09 AA CEN/CENELEC/JWG 3</b>
Energieeffizienz-Benchmarking-Methodik; Deutsche Fassung EN 16231:2012	
Energy efficiency benchmarking methodology; German version EN 16231:2012	
<b>DIN EN 16297-1</b>	<b>NA 060-11-01 AA CEN/TC 197</b>
Pumpen - Kreiselpumpen - Umwälzpumpen in Nassläuferbauart - Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Verfahren zur Prüfung und Berechnung des Energieeffizienzindex (EEI); Deutsche Fassung EN 16297-1:2012	
Pumps - Rotodynamic pumps - Glandless circulators - Part 1: General requirements and procedures for testing and calculation of energy efficiency index (EEI); German version EN 16297-1:2012	

<b>DIN EN ISO 50001</b>	<b>NA 172-00-09 AA ISO/TC 242</b>
Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 50001:2011); Deutsche Fassung EN ISO 50001:2011	
Energy management systems - Requirements with guidance for use (ISO 50001:2011); German version EN ISO 50001:2011	
<b>ISO 13579</b>	<b>ISO/TC 244</b>
Industrieöfen und zugehörige Prozesseinrichtungen - Methoden zur Messung der Energiebilanz und Berechnung der Effizienz	
Industrial furnaces and associated processing equipment - Method of measuring energy balance and calculating efficiency	
<b>ISO 14955</b>	<b>ISO/TC 39</b>
Machine tools. Environmental evaluation of machine tools. Design methodology for energy-efficient machine tools	
<b>ISO 20140</b>	<b>ISO/TC 184</b>
Automatisierungssysteme und Integration - Bewertung der Energieeffizienz und anderer Faktoren von Fertigungssystemen, die die Umwelt beeinflussen	
Automation systems and integration - Evaluating energy efficiency and other factors of manufacturing systems that influence the environment	

#### Richtlinie und Leitfäden „Werkzeugmaschinen“

<b>VDMA 24262</b>
Energieeffiziente Pumpensysteme - Leitfaden zur Erkennung und Bewertung vorhandener Schwach- stellen und korrekter Erfassung des Energieeinsparpotentials
Energy-efficient pump systems - Guide for the detection and evaluation of weak points and the correct capture of the energy savings potential
<b>VDMA 24474</b>
Kunststoff- und Gummimaschinen - Energieeffizienz von Extrudern
Plastics and rubber machinery - Energy efficiency of extruders
<b>VDMA 24580</b>
Fluidtechnik - Anwendungshinweise zur Optimierung der Energieeffizienz von Hydraulikanlagen
Fluid power - Application notes for the optimization of the energy efficiency of hydraulic systems
<b>VDMA 24581</b>
Fluidtechnik - Anwendungshinweise zur Optimierung der Energieeffizienz von Pneumatikanlagen
Pneumatic fluid power - Application notes for the optimization of the energy efficiency of pneumatic systems

<b>VDMA 34179</b>
Messvorschrift zur Bestimmung des Energie- und Medienbedarfs von Werkzeugmaschinen in der Serienfertigung
Measurement instruction to determine the energy- and resource demand of machine tools for mass production

**Gremien „Werkzeugmaschinen“**

<b>GREMIUM</b>	<b>TITEL</b>
<b>DKE/K 225</b>	Elektrotechnische Ausrüstung und Sicherheit von Maschinen und maschinellen Anlagen
<b>DKE/K 226</b>	Ausrüstung von Starkstromgeräten und -anlagen mit elektronischen Betriebsmitteln
<b>DKE/GUK 715.5</b>	Rechenzentren
<b>DKE/K 742</b>	Audio-, Video- und Multimediasysteme, -geräte und -komponenten

**Normen und Standards mit Relevanz für die Bestimmung der Maschinen-Verluste, des Maschinen-Wirkungsgrades und die Vorgabe von Grenzwerten für die Wirkungsgrade IE1 bis IE4**

<b>DIN EN 60034-2-1 (VDE 0530-2-1)</b>	<b>DKE K311</b>	<b>IEC/TC 2</b>
Drehende elektrische Maschinen – Teil 2-1: Standardverfahren zur Bestimmung der Verluste und des Wirkungsgrades (ausgenommen Maschinen für Schienen- und Straßenfahrzeuge) Deutsche Fassung EN 60034-2-1:2014		
Rotating electrical machines – Part 2-1: Standard methods for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles)		
<b>DIN EN 60034-2-2 (VDE 0530-2-2)</b>	<b>DKE K311</b>	<b>IEC/TC 2</b>
Drehende elektrische Maschinen – Teil 2-2: Besondere Verfahren zur Bestimmung der Einzelverluste großer Elektrischer Maschinen aus Prüfungen – Ergänzung zu IEC 60034-2-1: Deutsche Fassung EN 60034-2-2:2010		
Rotating electrical machines – Part 2-2: Specific methods for determining separate losses of large machines from tests – Supplement to IEC 60034-2-1		
<b>E DIN IEC 60034-2-3 (VDE 0530-2-3)</b>		<b>IEC/TC 2</b>
Drehende Elektrische Maschinen - Teil 2-3: Besondere Verfahren zur Bestimmung der Verluste und des Wirkungsgrades von umrichter gespeisten Wechselstrommaschinen (IEC 2/1570/CD:2009)		
Rotating electrical machines - Part 2-3: Specific test methods for determining losses and efficiency of converter-fed AC motors (IEC 2/1570/CD:2009)		

<b>DIN EN 60034-25 (VDE 0530-25)</b>	<b>DKE K311 IEC/TC 2</b>
Drehende elektrische Maschinen - Teil 25: Wechselstrommaschinen zur Verwendung in Antriebssystemen - Anwendungsleitfaden (IEC 2/1689/CD:2012)	
Rotating electrical machines - Part 25: AC machines when used in power drive systems - Application guide (IEC 2/1689/CD:2012)	
<b>DIN EN 60034-30-1 (VDE 0530-30-1)</b>	<b>DKE K311 IEC/TC 2</b>
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	
Rotating electrical machines - Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code) (IEC 60034-30-1:2014); German version EN 60034-30-1:2014	
<b>DIN IEC/TS 60034-30-2 (VDE V 0530-30-2)</b>	<b>DKE K311 IEC/TC 2</b>
Drehende elektrische Maschinen - Teil 30-2: Wirkungsgrad-Klassifizierung von Wechselstrommotoren mit variabler Drehzahl (IE-Code) (IEC 2/1741/CD:2014)	
Rotating electrical machines - Part 30-2: Efficiency classes of variable speed AC motors (IE-code) (IEC 2/1741/CD:2014)	
<b>DIN CLC/TS 60034-31 (VDE V 0530-31)</b>	<b>DKE K311 IEC/TC 2</b>
Drehende elektrische Maschinen - Teil 31: Auswahl von Energiesparmotoren einschließlich Drehzahlstellantrieben - Anwendungsleitfaden (IEC/TS 60034-31:2010); Deutsche Fassung CLC/TS 60034-31:2011	
Rotating electrical machines - Part 31: Selection of energy-efficient motors including variable speed applications - Application guide (IEC/TS 60034-31:2010); German version CLC/TS 60034-31:2011	

**Normen und Standards mit Relevanz für die Bestimmung von Verlusten und des Wirkungsgrades elektrischer Maschinen für Bahn- und Straßenfahrzeuge.**

<b>DIN EN 60349-1 (VDE 0115-400-1)</b>	<b>DKE UK 351.1 IEC/TC 9</b>
Elektrische Zugförderung - Drehende elektrische Maschinen für Bahn- und Straßenfahrzeuge - Teil 1: Elektrische Maschinen ausgenommen umrichter gespeiste Wechselstrommotoren (IEC 60349-1:2010); Deutsche Fassung EN 60349-1:2010	
Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 1: Machines other than electronic converter-fed alternating current motors (IEC 60349-1:2010); German version EN 60349-1:2010	
<b>DIN EN 60349-2 (VDE 0115-400-2)</b>	<b>DKE UK 351.1 IEC/TC 9</b>
Elektrische Zugförderung - Drehende elektrische Maschinen für Bahn- und Straßenfahrzeuge - Teil 2: Umrichter gespeiste Wechselstrommotoren (IEC 60349-2:2010); Deutsche Fassung EN 60349-2:2010	
Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 2: Electronic converter-fed alternating current motors (IEC 60349-2:2010); German version EN 60349-2:2010	

<b>DIN IEC/TS 60349-3 (VDE V 0115-400-3)</b>	<b>DKE UK 351.1 IEC/TC 9</b>
<p>Elektrische Zugförderung - Drehende elektrische Maschinen für Bahn- und Straßenfahrzeuge - Teil 3: Bestimmung der Gesamtverluste von umrichter gespeisten Wechselstrommotoren mit dem Einzelverlustverfahren (IEC/TS 60349-3:2010)</p> <p>Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 3: Determination of the total losses of converter-fed alternating current motors by summation of the component losses (IEC/TS 60349-3:2010)</p>	
<b>DIN EN 60349-4 (VDE 0115-400-4)</b>	<b>DKE UK 351.1 IEC/TC 9</b>
<p>Elektrische Zugförderung - Drehende elektrische Maschinen für Bahn- und Straßenfahrzeuge - Teil 4: Umrichter gespeiste Synchronmaschinen mit Permanentmagneterregung (IEC 60349-4:2012); Deutsche Fassung EN 60349-4:2013</p> <p>Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 4: Permanent magnet synchronous electrical machines connected to an electronic converter (IEC 60349-4:2012); German version EN 60349-4:2013</p>	

#### Normen und Standards zum Ökodesign für Antriebssysteme.

<b>DIN EN 50598-1 (VDE 0160-201)</b>	<b>DKE K 226 CLC/TC 22X</b>
<p>Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen zur Erstellung von Normen zur Energieeffizienz von Ausrüstungen mit Elektroantrieb nach dem erweiterten Produktansatz (EPA) mit semi-analytischen Modellen (SAM); Deutsche Fassung EN 50598-1:2014</p> <p>Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics &amp; their driven applications - Part 1: General requirements for setting energy efficiency standards for power driven equipment using the extended product approach (EPA), and semi analytic model (SAM); German version EN 50598-1:2014</p>	
<b>DIN EN 50598-2 (VDE 0160-202)</b>	<b>DKE K 226 CLC/TC 22X</b>
<p>Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Teil 2: Indikatoren für die Energieeffizienz von Antriebssystemen und Motorstartern; Deutsche Fassung EN 50598-2:2014</p> <p>Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics &amp; their driven applications - Part 2: Energy efficiency indicators for power drive systems and motor starters; German version EN 50598-2:2014</p>	

**DIN EN 50598-3 (VDE 0160-203)**

**DKE K 226 CLC/TC 22X**

Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Teil 3: Quantitativer Ökodesign-Ansatz mittels Ökobilanz einschließlich Produktkategorieeregeln und des Inhaltes von Umweltdeklarationen; Deutsche Fassung EN 50598-3:2015

Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications - Part 3: Quantitative eco design approach through life cycle assessment including product category rules and the content of environmental declarations; German version EN 50598-3:2015

#### Normen und Standards „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“

**DIN EN 15316-4-2 (2008-09-00)**

**CEN/TC 228**

Heizungsanlagen in Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen - Teil 4-2: Wärmeerzeugung für die Raumheizung, Wärmepumpensysteme; Deutsche Fassung DIN EN 15316-4-2:2008-09

Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-2: Space heating generation systems, heat pump systems; Deutsche Fassung DIN EN 15316-4-2:2008-09

**CEN/TR 15316-6-5**

**NA 041-05-01 AA CEN/TC 288/WG4**

Heizungsanlagen und Wasserbasierte Kühlanlagen in Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen - Teil 6-9: Begleitende TR zur EN 15316-4-2 (Wärmeerzeugung für die Raumheizung, Wärmepumpensysteme; )

Heating systems and water based cooling systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 6-5: Accompanying TR to EN 15316-4-2 (Space heating generation systems, heat pump systems)

**CEN/TR 15316-6-5**

Heizungsanlagen und Wasserbasierte Kühlanlagen in Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen - Teil 6-6: Begleitende TR zur EN 15316-4-3 (Wärmeerzeugungssysteme, thermische Solar- und Photovoltaikanlagen)

Heating systems and water based cooling systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 6-6: Accompanying TR to EN 15316-4-3 (Heat generation systems, thermal solar and photovoltaic systems)

**DIN EN 15316-4-3**

Heizungsanlagen und wasserbasierte Kühlanlagen in Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen - Teil 4-3: Wärmeerzeugungssysteme, thermische Solaranlagen und Photovoltaikanlagen; Deutsche Fassung prEN 15316-4-3:2014

Heating systems and water based cooling systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-3: Heat generation systems, thermal solar and photovoltaic systems; German version prEN 15316-4-3:2014

#### DIN EN 16798-9

Energieeffizienz von Gebäuden - Teil 9: Lüftung von Gebäuden - Modul M4-1 - Berechnungsmethoden für energetische Anforderungen von Kühlsystemen - Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung prEN 16798-9:2014

Energy performance of buildings - Part 9: Ventilation for buildings - Module M4-1 - Calculation methods for energy requirements Calculation methods for energy requirements of cooling systems - general; German version prEN 16798-9:2014

#### CEN/TR 16798-10

NA 041-05-02 AA

Energieeffizienz von Gebäuden - Teil 10: Lüftung von Gebäuden - Modul 4-1 - Berechnungsmethoden für energetische Anforderungen von Kühlsystemen - Allgemeine Festlegungen - Technischer Report zur Interpretation der Festlegungen in EN XXXXX-9

Energy performance of buildings – Part 10 : Ventilation for buildings – Module M4-1 - Calculation methods for energy requirements of cooling systems – general - Technical report - interpretation of the requirements in EN 16798 – 9

#### DIN EN 16798-11

Energieeffizienz von Gebäuden - Teil 11: Modul M4-3 - Berechnung der Norm-Kühllast; Deutsche und Englische Fassung prEN 16798-11:2015

Energy performance of buildings - Part 11 : Module M4-3 - Calculation of the design cooling load; German and English version prEN 16798-11:2015

#### CEN/TR 16798-12

Energieeffizienz von Gebäuden - Teil 11: Modul M4-3 - Berechnung der Norm-Kühllast; Technischer Report zur Interpretation der Festlegungen in DIN EN 16798-11

Energy performance of buildings – Part 14: Module M4- 3 – Calculation of the design cooling load – Technical report - interpretation of the requirements in EN 16798 – 11

#### DIN EN 16798-3

Energieeffizienz von Gebäuden - Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden - Anforderungen an die Leistung von Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlssystemen; (Überarbeitung EN 13779); Deutsche Fassung prEN 16798-3:2014

Energy performance of buildings - Part 3: Ventilation for non-residential buildings - Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems; (revision of EN 13779); German version prEN 16798-3:2014

#### CEN/TR 16798-4

Energieeffizienz von Gebäuden - Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden - Anforderungen an die Leistung von Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlssystemen: Technischer Report zur Interpretation der Festlegungen in DIN EN 16798-3

Energy performance of buildings - Part 4: Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems – Technical report - interpretation of the requirements in EN 16798 - 3

#### DIN EN 16798-7

Energieeffizienz von Gebäuden - Teil 7: Modul M5-1, M 5-5, M 5-6, M 5-8 - Berechnungsmethoden zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäuden inklusive Infiltration; Deutsche Fassung prEN 16798-7:2014

Energy performance of buildings - Part 7: Ventilation for buildings - Modules M5-1, M5-5, M5-6, M5-8 - Calculation methods for the determination of air flow rates in buildings including infiltration; German version prEN 16798-7:2014

#### DIN EN 16798-8

Energieeffizienz von Gebäuden - Teil 7: Modul M5-1, M 5-5, M 5-6, M 5-8 - Berechnungsmethoden zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäuden inklusive Infiltration; Technischer Report zur Interpretation der Festlegungen in DIN EN 16798-7

Energy performance of buildings - Part 7: Ventilation for buildings - Modules M5-1, M5-5, M5-6, M5-8 - Calculation methods for the determination of air flow rates in buildings including infiltration - Technical report - interpretation of the requirements in EN 16798 -7

#### DIN EN 15193-1

Energetische Bewertung von Gebäuden - Modul M9 - Energetische Anforderungen an die Beleuchtung - Teil 1: Spezifikationen; Deutsche Fassung prEN 15193-1:2014

Energy performance of buildings - Modul M9 - Energy requirements for lighting - Part 1: Specifications; German version prEN 15193-1:2014

#### CEN/TR 15193-2

Energetische Bewertung von Gebäuden - Modul M9 - Energetische Anforderungen an die Beleuchtung - Teil 1: Spezifikationen; Technischer Report zur Interpretation der Festlegungen in DIN EN 15193-1

Energy performance of buildings — Module M9-1 :Energy requirement for lighting Technical report - interpretation of the requirements in EN 15193-1

#### ISO 10916

Berechnung der Auswirkung von Tageslichtnutzung auf den Netto- und Endenergiebedarf für Licht

Calculation of the impact of daylight utilization on the net and final energy demand for lighting

#### DIN EN 15232

Energieeffizienz von Gebäuden - Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement; Deutsche Fassung EN 15232:2012

Energy performance of buildings - Impact of Building Automation, Controls and Building Management; German version EN 15232:2012

#### DIN EN 12098-3

Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen für Heizungen - Teil 3: Regeleinrichtungen für Elektroheizungen; Deutsche Fassung EN 12098-3:2013

Controls for heating systems - Part 3: Control equipment for electrical heating systems; German version EN 12098-3:2013

#### DIN EN 15193

Energetische Bewertung von Gebäuden - Energetische Anforderungen an die Beleuchtung; Deutsche Fassung EN 15193:2007

Energy performance of buildings - Energy requirements for lighting; German version EN 15193:2007

#### Gremien

GREMIUM	TITEL
DKE/K544	Elektrische Einrichtungen für energieeffiziente Gebäudetechnik

#### Normen und Standards „Wärmepumpen“

##### DIN EN 14511-2

Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumbeheizung und -kühlung

Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling - Part 2: Test conditions

#### Normen und Standards „Elektromobilität“

##### DIN EN 50598-1 (VDE 0160-201)

DKE/K 226 CLC/TC 22X

Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen zur Erstellung von Normen zur Energieeffizienz von Ausrüstungen mit Elektroantrieb nach dem erweiterten Produktansatz (EPA) mit semi-analytischen Modellen (SAM); Deutsche Fassung EN 50598-1:2014

Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics & their driven applications - Part 1: General requirements for setting energy efficiency standards for power driven equipment using the extended product approach (EPA), and semi analytic model (SAM); German version EN 50598-1:2014

##### DIN EN 50598-2 (VDE 0160-202)

DKE/K 226 CLC/TC 22X

Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Teil 2: Indikatoren für die Energieeffizienz von Antriebssystemen und Motorstartern; Deutsche Fassung EN 50598-2:2014

Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics & their driven applications - Part 2: Energy efficiency indicators for power drive systems and motor starters; German version EN 50598-2:2014

<b>DIN EN 50598-3 (VDE 0160-203)</b>	<b>DKE/K 226 CLC/TC 22X</b>
<p>Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Teil 3: Quantitativer Ökodesign-Ansatz mittels Ökobilanz einschließlich Produktkategorieeregeln und des Inhaltes von Umweltdeklarationen; Deutsche Fassung EN 50598-3:2015</p> <p>Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications - Part 3: Quantitative eco design approach through life cycle assessment including product category rules and the content of environmental declarations; German version EN 50598-3:2015</p>	
<b>E DIN EN 61800-9-1 (VDE 0160-109-1)</b>	<b>DKE/K 226</b>
<p>Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe - Teil 9-1: Energieeffizienz für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Allgemeine Anforderungen für die Erstellung von Normen zur Energieeffizienz von Ausrüstungen mit Elektroantrieb nach dem erweiterten Produktansatz (EPA) und semi-analytischen Modellen (SAM) (IEC 22G/300/CDV:2015); Deutsche Fassung FprEN 61800-9-1:2015</p> <p>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 22G/300/CDV:2015); German version FprEN 61800-9-1:2015</p>	
<b>E DIN EN 61800-9-2 (VDE 0160-109-2)</b>	<b>DKE/K 226 IEC/SC 22G</b>
<p>Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe - Teil 9-2: Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Indikatoren für die Energieeffizienz von Antriebssystemen und Motorstartern (IEC 22G/301/CDV:2015); Deutsche Fassung FprEN 61800-9-2:2015</p> <p>Adjustable speed electrical power drive systems - Part 9-2: Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics &amp; their driven applications - Energy efficiency indicators for power drive systems and motor starters (IEC 22G/301/CDV:2015); German version FprEN 61800-9-2:2015</p>	
<b>DIN EN 62660-1 (VDE 0510-33)</b>	<b>DKE/K 371 IEC/TC 21</b>
<p>Lithium-Ionen-Sekundärzellen für den Antrieb von Elektrostraßenfahrzeugen - Teil 1: Prüfung des Leistungsverhaltens (IEC 62660-1:2010); Deutsche Fassung EN 62660-1:2011</p>	
<b>DIN EN 62660-2 (VDE 0510-34)</b>	<b>DKE/K 371 IEC/TC 21</b>
<p>Lithium-Ionen-Sekundärzellen für den Antrieb von Elektrostraßenfahrzeugen - Teil 2: Zuverlässigkeits- und Missbrauchsprüfung (IEC 62660-2:2010); Deutsche Fassung EN 62660-2:2011</p>	

## Gremien

GREMIUM	TITEL
DKE/K 371	Akkumulatoren
DKE/K 226	Ausrüstung von Starkstromgeräten und -anlagen mit elektronischen Betriebsmitteln
DKE/K EMOBILITY	Lenkungsreis eMobility von DKE und NAAutomobil
DKE/AK EMOBILITY.30	Normungs-Roadmap E-Mobility
DKE/GAK EMOBILITY.50	Fokusgruppe Batterien
DKE/AK EMOBILITY.60	Ladeinfrastruktur Elektromobilität

## Anhang 1.3 Normen, Standards und Gremien „Energieübertragung und Verteilung“

### Normen und Standards „Energieanlagen in Elektrizitätsversorgungsnetzen“

<b>DIN EN 15900</b>	<b>NA 172-00-09 AA</b>	<b>CEN/CENELEC/JWG 3</b>
Energieeffizienz-Dienstleistungen - Definitionen und Anforderungen; Deutsche Fassung EN 15900:2010		
Energy efficiency services - Definitions and requirements; German version EN 15900:2010		
<b>DIN EN 16212</b>	<b>NA 172-00-09 AA</b>	<b>CEN/CENELEC/JWG 4</b>
Energieeffizienz- und -einsparberechnung - Top-Down- und Bottom-Up-Methoden; Deutsche Fassung EN 16212:2012		
Energy efficiency and savings calculation - Top-down and Bottom-up methods; German version EN 16212:2012		
<b>DIN EN 16231</b>	<b>NA 172-00-09 AA</b>	<b>CEN/CENELEC/JWG 3</b>
Energieeffizienz-Benchmarking-Methodik; Deutsche Fassung EN 16231:2012		
Energy efficiency benchmarking methodology; German version EN 16231:2012		
<b>DIN EN 16247 (Normenreihe)</b>	<b>NA 172-00-09 AA</b>	<b>CEN/CENELEC/JWG 1</b>
Energieaudits; Deutsche Fassung EN 16247 (Normenreihe)		
Energy audits; German version EN 16247 (series of standards)		
<b>DIN EN 50629</b>	<b>DKE/UK 321.2</b>	<b>CLC/TC 14</b>
Energiekennwerte von Großleistungstransformatoren (Um > 36 kV oder Sr >= 40 MVA); Deutsche Fassung EN 50629:2015		
Energy performance of large power transformers (Um > 36 kV or Sr >= 40 MVA); German version EN 50629:2015		

<b>E DIN EN 60076-20 (VDE 0532-76-20)</b>	<b>DKE/K 321 IEC/TC 14</b>
Leistungstransformatoren - Teil 20: Energieeffizienz (IEC 14/778/CD:2013)	
Power transformers – Part 20: Energy efficiency (IEC 14/778/CD:2013)	
<b>DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100)</b>	<b>DKE/K 431 IEC/SC 121A</b>
Niederspannungsschaltgeräte - Teil 1: Allgemeine Festlegungen (IEC 60947-1:2007 + A1:2010 + A2:2014); Deutsche Fassung EN 60947-1:2007 + A1:2011 + A2:2014	
Low-voltage switchgear and controlgear - Part 1: General rules (IEC 60947-1:2007 + A1:2010 + A2:2014); German version EN 60947-1:2007 + A1:2011 + A2:2014	
<b>DIN EN 61558-2-26 (VDE 0570-2-26)</b>	<b>DKE/K 323 IEC/TC 96</b>
Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und deren Kombinationen - Teil 2-26: Besondere Anforderungen und Prüfungen für Transformatoren und Netzgeräte zur Energieeinsparung sowie für andere Zwecke (IEC 61558-2-26:2013); Deutsche Fassung EN 61558-2-26:2013	
Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – Part 2-26: Particular requirements and tests for transformers and power supply units for saving energy and other purposes (IEC 61558-2-26:2013); German version EN 61558-2-26:2013	
<b>DIN EN 62786 (VDE 0175-786)</b>	<b>DKE/K 261 IEC/TC 8</b>
Smart Grid Benutzerschnittstelle - Anbindung von nachfrageseitigen Energiequellen an das Stromnetz (IEC 8/1366/CD:2014)	
Smart Grid User Interface – Demand Side Energy Resources Interconnection with the Grid (IEC 8/1366/CD:2014)	
<b>E DIN EN 62974-1 (VDE 0415-974-1)</b>	<b>DKE/UK 964.2 IEC/TC 85</b>
Erfassungs- und Messsysteme zur Datenerfassung, -Übertragung und -Analyse - Teil 1: Anforderungen an die Geräte (IEC 85/511/CD:2015)	
Monitoring and measuring systems used for data collection, gathering and analysis – Part 1: Device Requirements (IEC 85/511/CD:2015)	
<b>VDE-AR-E 2055-1 (VDE-AR-E 2055-1)</b>	<b>DKE/UK 542.4</b>
Berechnung der Steigerung der elektrischen Energieeffizienz durch den Einsatz von elektrischen Energiereglern nach dem Prinzip der Spannungsabsenkung	
Calculation of the increase in electrical energy efficiency achieved by means of electrical energy regulators taking advantage of the principle of voltage depression	

#### Richtlinie und Leitfäden „Energieübertragung und Verteilung“

<b>VDI 4602 Blatt 2</b>	<b>VDI-GEU</b>
Energiemanagement - Beispiele	
Energy management - Examples 3)	

## Gremien

GREMIUM	TITEL
NA 172-00-02-01 AK	Materialflusskostenrechnung
NA 172-00-09 AA	Energieeffizienz und Energiemanagement
DKE/FB.STD	Standardisierung
DKE/UK 221.5	Zukunftsfähige Elektroinstallationen
DKE/K 261	Systemaspekte der elektrischen Energieversorgung
DKE/K 321	Transformatoren
DKE/UK 321.2	Transformatoren, Leistungen und Abmessungen
DKE/K 323	Transformatoren, Drosseln, Netzgeräte und entsprechende Kombinationen
DKE/K 431	Niederspannungsschaltgeräte und -kombinationen
DKE/ K 461	Elektrizitätszähler
DKE/UK 964.2	Einrichtungen zum Messen/Überwachen der Netzqualität in elektrischen Energieverteilungsnetzen
FNN Projektgruppe	Anforderungen an künftige Zählerplätze
	GEFMA e. V. Deutscher Verband für Facility Management
VDI-Richtlinienausschuss 4602	Energiemanagement

## Normen und Standards „Elektrische Energieverteilung“

<b>DIN EN 50598-1 (VDE 0160-201)</b>	<b>DKE/K 226 CLC/TC 22X</b>
<p>Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen zur Erstellung von Normen zur Energieeffizienz von Ausrüstungen mit Elektroantrieb nach dem erweiterten Produktansatz (EPA) mit semi-analytischen Modellen (SAM); Deutsche Fassung EN 50598-1:2014</p> <p>Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics &amp; their driven applications - Part 1: General requirements for setting energy efficiency standards for power driven equipment using the extended product approach (EPA), and semi analytic model (SAM); German version EN 50598-1:2014</p>	
<b>DIN EN 50598-2 (VDE 0160-202)</b>	<b>DKE/K 226 CLC/TC 22X</b>
<p>Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Teil 2: Indikatoren für die Energieeffizienz von Antriebssystemen und Motorstartern; Deutsche Fassung EN 50598-2:2014</p> <p>Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics &amp; their driven applications - Part 2: Energy efficiency indicators for power drive systems and motor starters; German version EN 50598-2:2014</p>	

<b>DIN EN 50598-3 (VDE 0160-203)</b>	<b>DKE/K 226 CLC/TC 22X</b>
<p>Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Teil 3: Quantitativer Ökodesign-Ansatz mittels Ökobilanz einschließlich Produktkategorieeregeln und des Inhaltes von Umweltdeklarationen; Deutsche Fassung EN 50598-3:2015</p> <p>Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications - Part 3: Quantitative eco design approach through life cycle assessment including product category rules and the content of environmental declarations; German version EN 50598-3:2015</p>	
<b>E DIN EN 61800-9-1 (VDE 0160-109-1)</b>	<b>DKE/K 226</b>
<p>Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe - Teil 9-1: Energieeffizienz für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Allgemeine Anforderungen für die Erstellung von Normen zur Energieeffizienz von Ausrüstungen mit Elektroantrieb nach dem erweiterten Produktansatz (EPA) und semi-analytischen Modellen (SAM) (IEC 22G/300/CDV:2015); Deutsche Fassung FprEN 61800-9-1:2015</p> <p>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 22G/300/CDV:2015); German version FprEN 61800-9-1:2015</p>	
<b>E DIN EN 61800-9-2 (VDE 0160-109-2)</b>	<b>DKE/K 226 IEC/SC 22G</b>
<p>Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe - Teil 9-2: Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Indikatoren für die Energieeffizienz von Antriebssystemen und Motorstartern (IEC 22G/301/CDV:2015); Deutsche Fassung FprEN 61800-9-2:2015</p> <p>Adjustable speed electrical power drive systems - Part 9-2: Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics &amp; their driven applications - Energy efficiency indicators for power drive systems and motor starters (IEC 22G/301/CDV:2015); German version FprEN 61800-9-2:2015</p>	
<b>EN 50160</b>	
<p>Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen; Deutsche Fassung EN 50160:2010 + Cor. :2010</p> <p>Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution networks; German version EN 50160:2010 + Cor. :2010</p>	
<b>IEC 60364-8-1 (VDE 0100-801)</b>	<b>DKE/UK 221.5 IEC/TC 64</b>
<p>Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 8-1: Energieeffizienz (IEC 60364-8-1:2014, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-8-1:2015</p> <p>Low-voltage electrical installations - Part 8-1: Energy efficiency (IEC 60364-8-1:2014, modified); German implementation HD 60364-8-1:2015</p>	

<b>DIN EN 60034-30-1 (VDE 0530-30-1)</b>	<b>DKE/K 311 IEC/TC 2</b>
<p>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</p> <p>Rotating electrical machines - Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code) (IEC 60034-30-1:2014); German version EN 60034-30-1:2014</p>	
<b>DIN ISO 50006</b>	
<p>Energiemanagementsysteme - Messung der energiebezogenen Leistung unter Nutzung von energetischen Ausgangsbasen (EnB) und Energieleistungskennzahlen (EnPI) - Allgemeine Grundsätze und Leitlinien (ISO 50006:2014);</p> <p>Energy management systems - Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) - General principles and guidance (ISO 50006:2014)</p>	

#### Richtlinie und Leitfäden „Elektrische Energieverteilung“

<b>VDI 3807</b>	<b>VDI-GBG</b>
<p>Verbrauchskennwerte für Gebäude</p> <p>Characteristic consumption values for buildings</p>	
<b>VDI 2166 Blatt 1</b>	<b>VDI-GBG</b>
<p>Planung elektrischer Anlagen in Gebäuden - Grundlagen des Energiecontrollings</p> <p>Planning of electrical installations in buildings - Fundamentals of energy controlling</p>	

#### Normen und Standards „Transparenz“

<b>DIN EN ISO 50001</b>	
<p>Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 50001:2011); Deutsche Fassung EN ISO 50001:2011</p> <p>Energy management systems - Requirements with guidance for use (ISO 50001:2011); German version EN ISO 50001:2011</p>	
<b>ISO 50002</b>	
<p>Energieaudits - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung</p> <p>Energy audits – Requirements with guidance for use</p>	
<b>DIN ISO 50003</b>	
<p>Energiemanagementsysteme - Anforderungen an Stellen, die Energiemanagementsysteme auditieren und zertifizieren (ISO 50003:2014)</p> <p>Energy management systems - Requirements for bodies providing audit and certification of energy management systems (ISO 50003:2014)</p>	

#### DIN ISO 50006

Energiemanagementsysteme - Messung der energiebezogenen Leistung unter Nutzung von energetischen Ausgangsbasen (EnB) und Energieleistungskennzahlen (EnPI) - Allgemeine Grundsätze und Leitlinien (ISO 50006:2014)

Energy management systems - Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) - General principles and guidance (ISO 50006:2014)

#### ISO 50004

Energiemanagementsysteme - Anleitung zur Einführung, Aufrechterhaltung und Verbesserung eines Energiemanagementsystems

Energy management systems - Guidance for the implementation, maintenance and improvement of an energy management system

#### TS ISO 50015

Energy management systems -- Measurement and verification of energy performance of organizations -- General principles and guidance

#### ISO/DIS 50007

Tätigkeiten im Zusammenhang mit Energiedienstleistungen - Leitlinien für die Bewertung und Verbesserung des Service für Nutzer

Activities relating to energy services – Guidelines for the assessment and improvement of the service to users

#### DIN EN 16247 (Teile 1 - 5)

Energieaudits

Energy audits

#### ISO 22400-2

Automation systems and integration - Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management - Part 2: Definitions and descriptions

#### DIN EN 16212

NA 172-00-09 AA CEN/CLC/JWG 4

Energieeffizienz- und -einsparberechnung – Top-Down- und Bottom-Up-Methoden;

Deutsche Fassung EN 16212:2012

Energy efficiency and savings calculation – Top-down and Bottom-up methods;

German version EN 16212:2012

#### ISO 17741

Allgemeine technische Regeln für Messung, Berechnung und Verifizierung von Energieeinsparungen von Projekten

General technical rules for measurement, calculation and verification of energy savings of projects

<b>DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520)</b>	<b>DKE/UK 221.2</b>
<p>Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 5-52: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel - Kabel- und Leitungsanlagen (IEC 60364-5-52:2009, modifiziert + Corrigendum Feb. 2011); Deutsche Übernahme HD 60364-5-52:2011</p> <p>Low-voltage electrical installations - Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment - Wiring systems (IEC 60364-5-52:2009, modified + Corrigendum Feb. 2011); German implementation HD 60364-5-52:2011</p>	
<b>E DIN EN 60051-1 (VDE 0411-51-1)</b>	<b>DKE/K 964 IEC/TC 85</b>
<p>Direkt anzeigende analoge elektrische Messgeräte und ihr Zubehör - Teil 1: Definitionen und allgemeine Anforderungen für alle Teile (IEC 85/472/CD:2014)</p> <p>Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories - Part 1: Definitions and general requirements common to all parts (IEC 85/472/CD:2014)</p>	
<b>DIN EN 61850-X</b>	
<p>Kommunikationsnetze und -systeme für die Automatisierung in der elektrischen Energieversorgung</p> <p>Communication networks and systems for power utility automation</p>	
<b>DIN EN ISO 9000</b>	
<p>Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe (ISO 9000:2015); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 9000:2015</p> <p>Quality management systems - Fundamentals and vocabulary (ISO 9000:2015); German and English version EN ISO 9000:2015</p>	

## Anhang 1.4 Normen, Standards und Gremien „Energieerzeugung und Speicherung“

### Normen und Standards „Energieerzeugung und Speicherung“

<b>DIN EN 50598-1 (VDE 0160-201)</b>	<b>DKE/K 226 CLC/TC 22X</b>
<p>Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen zur Erstellung von Normen zur Energieeffizienz von Ausrüstungen mit Elektroantrieb nach dem erweiterten Produktansatz (EPA) mit semi-analytischen Modellen (SAM); Deutsche Fassung EN 50598-1:2014</p> <p>Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics &amp; their driven applications - Part 1: General requirements for setting energy efficiency standards for power driven equipment using the extended product approach (EPA), and semi analytic model (SAM); German version EN 50598-1:2014</p>	

<b>DIN EN 50598-2 (VDE 0160-202)</b>	<b>DKE/K 226 CLC/TC 22X</b>
<p>Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Teil 2: Indikatoren für die Energieeffizienz von Antriebssystemen und Motorstartern; Deutsche Fassung EN 50598-2:2014</p> <p>Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics &amp; their driven applications - Part 2: Energy efficiency indicators for power drive systems and motor starters; German version EN 50598-2:2014</p>	
<b>DIN EN 50598-3 (VDE 0160-203)</b>	<b>DKE/K 226 CLC/TC 22X</b>
<p>Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Teil 3: Quantitativer Ökodesign-Ansatz mittels Ökobilanz einschließlich Produktkategorieeregeln und des Inhaltes von Umweltdeklarationen; Deutsche Fassung EN 50598-3:2015</p> <p>Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications - Part 3: Quantitative eco design approach through life cycle assessment including product category rules and the content of environmental declarations; German version EN 50598-3:2015</p>	
<b>E DIN EN 61800-9-1 (VDE 0160-109-1)</b>	<b>DKE/K 226</b>
<p>Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe - Teil 9-1: Energieeffizienz für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Allgemeine Anforderungen für die Erstellung von Normen zur Energieeffizienz von Ausrüstungen mit Elektroantrieb nach dem erweiterten Produktansatz (EPA) und semi-analytischen Modellen (SAM) (IEC 22G/300/CDV:2015); Deutsche Fassung FprEN 61800-9-1:2015</p> <p>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 22G/300/CDV:2015); German version FprEN 61800-9-1:2015</p>	
<b>E DIN EN 61800-9-2 (VDE 0160-109-2)</b>	<b>DKE/K 226 IEC/SC 22G</b>
<p>Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe - Teil 9-2: Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen - Indikatoren für die Energieeffizienz von Antriebssystemen und Motorstartern (IEC 22G/301/CDV:2015); Deutsche Fassung FprEN 61800-9-2:2015</p> <p>Adjustable speed electrical power drive systems - Part 9-2: Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics &amp; their driven applications - Energy efficiency indicators for power drive systems and motor starters (IEC 22G/301/CDV:2015); German version FprEN 61800-9-2:2015</p>	
<b>DIN EN 62282-2 (VDE 0130-2)</b>	<b>DKE/K 384 IEC/TC 105</b>
<p>Brennstoffzellentechnologien - Teil 2: Brennstoffzellen-Module (IEC 62282-2:2012); Deutsche Fassung EN 62282-2:2012</p> <p>Fuel cell technologies - Part 2: Fuel cell modules (IEC 62282-2:2012); German version EN 62282-2:2012</p>	

<b>DIN EN 62282-3-100 (VDE 0130-3-100)</b>	<b>DKE/K 384 IEC/TC 105</b>
<p>Brennstoffzellentechnologien - Teil 3-100: Stationäre Brennstoffzellen-Energiesysteme - Sicherheit (IEC 62282-3-100:2012); Deutsche Fassung EN 62282-3-100:2012</p> <p>Fuel cell technologies - Part 3-100: Stationary fuel cell power systems - Safety (IEC 62282-3-100:2012); German version EN 62282-3-100:2012</p>	
<b>DIN EN 62282-3-200 (VDE 0130-3-200)</b>	<b>DKE/K 384 IEC/TC 105</b>
<p>Brennstoffzellentechnologien - Teil 3-200: Stationäre Brennstoffzellen-Energiesysteme - Leistungskennwertepfprüfverfahren (IEC 62282-3-200:2011); Deutsche Fassung EN 62282-3-200:2012</p> <p>Fuel cell technologies - Part 3-200: Stationary fuel cell power systems - Performance test methods (IEC 105/436/CD:2013)</p>	
<b>DIN EN 62282-3-201 (VDE 0130-3-201)</b>	<b>DKE/K 384 IEC/TC 105</b>
<p>Brennstoffzellentechnologien - Teil 3-201: Stationäre Brennstoffzellen-Energiesysteme - Leistungskennwertepfprüfverfahren für kleine Brennstoffzellen-Energiesysteme (IEC 105/564/CDV:2016); Deutsche Fassung FprEN 62282-3-201:2016</p> <p>Fuel cell technologies - Part 3-201: Stationary fuel cell power systems - Performance test methods for small fuel cell power systems (IEC 105/564/CDV:2016); German version FprEN 62282-3-201:2016</p>	
<b>DIN EN 62282-3-300 (VDE 0130-3-300)</b>	<b>DKE/K 384 IEC/TC 105</b>
<p>Brennstoffzellentechnologien - Teil 3-300: Stationäre Brennstoffzellen-Energiesysteme - Installation (IEC 62282-3-300:2012); Deutsche Fassung EN 62282-3-300:2012</p> <p>Fuel cell technologies - Part 3-300: Stationary fuel cell power system - Installation (IEC 62282-3-300:2012); German version EN 62282-3-300:2012</p>	
<b>DIN EN 62282-4-101 (VDE 0130-4-101)</b>	<b>DKE/K 384 IEC/TC 105</b>
<p>Brennstoffzellen-Technologien - Teil 4-101: Antriebe mit Brennstoffzellen-Energiesystemen (mit Ausnahme von Straßenfahrzeugen und Hilfsantrieben) - Elektrisch betriebene Flurförderfahrzeuge - Sicherheit (IEC 62282-4-101:2014); Deutsche Fassung EN 62282-4-101:2014</p> <p>Fuel cell technologies - Part 4-101: Fuel cell power systems for propulsion other than road vehicles and auxiliary power units (APU) - Safety of electrically powered industrial trucks (IEC 62282-4-101:2014); German version EN 62282-4-101:2014</p>	
<b>DIN EN 62282-5-1 (VDE 0130-5-1)</b>	<b>DKE/K 384 IEC/TC 105</b>
<p>Brennstoffzellentechnologien - Teil 5-1: Portable Brennstoffzellen-Energiesysteme - Sicherheit (IEC 62282-5-1:2012); Deutsche Fassung EN 62282-5-1:2012</p> <p>Fuel cell technologies - Part 5-1: Portable fuel cell power systems - Safety (IEC 62282-5-1:2012); German version EN 62282-5-1:2012</p>	

<b>DIN EN 62282-6-100 (VDE 0130-6-100)</b>	<b>DKE/K 384 IEC/TC 105</b>
Brennstoffzellentechnologien - Teil 6-100: Mikro-Brennstoffzellen-Energiesysteme - Sicherheit (IEC 62282-6-100:2010 + Cor.:2011); Deutsche Fassung EN 62282-6-100:2010	
Fuel cell technologies - Part 6-100: Micro fuel cell power systems - Safety (IEC 62282-6-100:2010 + Cor.:2011); German version EN 62282-6-100:2010	
<b>DIN EN 62282-6-100/A1 (VDE 0130-6-100/A1)</b>	<b>DKE/K 384 IEC/TC 105</b>
Brennstoffzellentechnologien - Teil 6-100: Mikro-Brennstoffzellen-Energiesysteme - Sicherheit (IEC 62282-6-100:2010/A1:2012); Deutsche Fassung EN 62282-6-100:2010/A1:2012	
Fuel cell technologies - Part 6-100: Micro fuel cell power systems - Safety (IEC 62282-6-100:2010/A1:2012); German version EN 62282-6-100:2010/A1:2012	
<b>DIN EN 62282-6-200 (VDE 0130-6-200)</b>	<b>DKE/K 384 IEC/TC 105</b>
Brennstoffzellentechnologien - Teil 6-200: Mikro-Brennstoffzellen-Energiesysteme – Leistungskennwerte-prüfverfahren (IEC 105/504/CD:2014)	
Fuel cell technologies - Part 6-200: Micro fuel cell power systems - Performance test methods (IEC 105/504/CD:2014)	
<b>DIN EN 62282-6-300 (VDE 0130-6-300)</b>	<b>DKE/K 384 IEC/TC 105</b>
Brennstoffzellentechnologien - Teil 6-300: Mikro-Brennstoffzellen-Energiesysteme - Austauschbarkeit der Brennstoffkartusche (IEC 62282-6-300:2012); Deutsche Fassung EN 62282-6-300:2013	
Fuel cell technologies - Part 6-300: Micro fuel cell power systems - Fuel cartridge interchangeability (IEC 62282-6-300:2012); German version EN 62282-6-300:2013	
<b>DIN IEC/TS 62282-1 (VDE V 0130-1)</b>	<b>DKE/K 384 IEC/TC 105</b>
Brennstoffzellentechnologien - Teil 1: Begriffe (IEC/TS 62282-1:2013)	
Fuel cell technologies - Part 1: Terminology (IEC/TS 62282-1:2013)	
<b>DIN IEC/TS 62282-7-1 (VDE V 0130-7-1)</b>	<b>DKE/K 384 IEC/TC 105</b>
Brennstoffzellentechnologien - Teil 7-1: Prüfverfahren für Einzelzellen von Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzellen (PEFC) (IEC/TS 62282-7-1:2010)	
Fuel cell technologies - Part 7-1: Single cell test methods for polymer electrolyte fuel cell (PEFC) (IEC/TS 62282-7-1:2010)	
<b>DIN IEC/TS 62282-7-2 (VDE V 0130-7-2)</b>	<b>DKE/K 384 IEC/TC 105</b>
Brennstoffzellentechnologien - Teil 7-2: Prüfverfahren - Prüfungen zum Nachweis des Einzelzellen- und Stackleistungsverhaltens von Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC) (IEC/TS 62282-7-2:2014)	
Fuel cell technologies - Part 7-2: Test methods - Single cell and stack performance tests for solid oxide fuel cells (SOFC) (IEC/TS 62282-7-2:2014)	

## Gremien

GREMIUM	TITEL
DKE/K 226	Ausrüstung von Starkstromgeräten und -anlagen mit elektronischen Betriebsmitteln
DKE/K 384	Brennstoffzellen

## Normen und Standards „Energiespeichersysteme“

DIN VDE 0100-801 (VDE 0100-801)	DKE/UK 221.5	IEC/TC 64
Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 8-1: Energieeffizienz (IEC 60364-8-1:2014, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-8-1:2015		
Low-voltage electrical installations - Part 8-1: Energy efficiency (IEC 60364-8-1:2014, modified); German implementation HD 60364-8-1:2015		
GEFMA 124-2	GEFMA	--
Energiemanagement - Methoden		
DIN EN 61936-1 (VDE 0101-1)	DKE/K 222	IEC/TC 99
Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV - Teil 1: Allgemeine Bestimmungen (IEC 61936-1:2010, modifiziert + Cor.:2011 + A1:2014); Deutsche Fassung EN 61936-1:2010 + AC:2011 + AC:2013 + A1:2014		
Power installations exceeding 1 kV a.c. - Part 1: Common rules (IEC 61936-1:2010, modified + Cor.:2011 + A1:2014); German version EN 61936-1:2010 + AC:2011 + AC:2013 + A1:2014		

## Gremien

GREMIUM	TITEL
NA 172-00-09 AA	Energieeffizienz und Energiemanagement
DKE/UK 221.5	Zukunftsfähige Elektroinstallationen
DKE/K 261	Systemaspekte der elektrischen Energieversorgung
GEFMA	Deutscher Verband für Facility Management, GEFMA e. V.

## Anhang 2 Produktgruppen und Verordnungen zur Ökodesign-Richtlinie

PRODUKTGRUPPEN (LOTS)	DURCHFÜHRUNGSMASSNAHMEN/VERORDNUNGEN
Lot- Einfache Set-Top-Boxen	VO 107/2009, gilt seit 25.02.2010
Lot 1 Boiler und Kombiboiler	VO 813/2013, gilt seit 26.09.2015
Lot 2 Warmwasserbereiter	VO 814/2013, gilt seit 26.09.2015
Lot 3 PCs (Desktops und Laptops)	VO 617/2013, gilt seit 01.07.2014
Lot 3 Bildschirme (Displays)	Arbeitsdokument
Lot 4 Bildgebende Geräte	Selbstregulierungs-Initiative (freiwillige Vereinbarung)
Lot 5 Fernseher	VO 642/2009+Änderung 801/2013, gilt seit 07.01.2010
Lot 6 Standby und Schein-aus-(off-mode) Verluste	VO 1275/2008+Änderung 801/2013, gilt seit 07.01.2010
Lot 7 Externe Stromversorgungseinheiten	VO 278/2009, gilt seit 27.04.2010 Revisionsstudie
Lot 8 Bürobeleuchtung	VO 245/2009+Änderung 347/2010, gilt seit 13.04.2010
Lot 9 Straßenbeleuchtung	VO 245/2009+Änderung 347/2010, gilt seit 13.04.2010
Lot 10 Klimageräte	VO 206/2012, gilt seit 01.01.2013
Lot 10 Kleinventilatoren	VO 206/2012, gilt seit 01.01.2013
Lot 10 Lüftungen	VO 1253/2014, gilt seit 01.01.2016
Lot 11 Elektromotoren	VO 640/2009+Änderung 4/2014, gilt seit 12.08.2009
Lot 11 Umwälzpumpen	VO 641/2009+Änderung 622/2012, gilt seit 01.01.2013
Lot 11 Ventilatoren	VO 327/2011, gilt seit 01.01.2013
Lot 11 Wasserpumpen	VO 547/2012, gilt seit 01.01.2013
Lot 12 Gewerbliche Kühl- und Tiefkühlgeräte	Arbeitsdokument
Lot 13 Haushaltskühl- und Gefriergeräte	VO 643/2009, gilt seit 01.07.2010
Lot 14 Haushaltsgeschirrspülmaschinen	VO 1016/2010, gilt seit 01.12.2011
Lot 14 Haushaltswaschmaschinen	VO 1015/2010, gilt seit 01.12.2011
Lot 15 Festbrennstoffkessel	VO 1189/2015, gilt seit 10.08.2015
Lot 16 Wäschetrockner	VO 932/2012, gilt seit 01.11.2013
Lot 17 Staubsauger	VO 666/2013, gilt seit 01.09.2014
Lot 18 Komplexe Set-Top-Boxen	Selbstregulierungs-Initiative (freiwillige Vereinbarung), gilt seit 01.07.2010

PRODUKTGRUPPEN (LOTS)	DURCHFÜHRUNGSMASSNAHMEN/VERORDNUNGEN
Lot 19 Haushaltsbeleuchtung Teil I „nicht gerichtet“	VO 244/2009+Änderung 859/2009, gilt seit 01.09.2009
Lot 19 Haushaltsbeleuchtung Teil II „Reflektorlampen“	VO 1194/2012, gilt seit 01.09.2013
Lot 20 Festbrennstoff-Einzelraumheizgeräte	VO 1185/2015, gilt seit 10.08.2015
Lot 20 Einzelraumheizgeräte	VO 1188/2015, gilt seit 10.08.2015
Lot 21 Zentralheizungsprodukte mit Nutzung von Warmluft zur Wärmeverteilung	Verordnungsentwurf
Lot 22 Haushalts- und gewerbliche Öfen	VO 66/2014, gilt seit 20.02.2015
Lot 23 Kochfelder und Grills für Haushalts- und Gewerbe Zwecke	VO 66/2014, gilt seit 20.02.2015
Lot 24 Professionelle Waschmaschinen, Trockner und Geschirrspüler	Arbeitsdokument
Lot 25 Kaffeemaschinen für nicht gewerbliche Zwecke	vgl. VO 801/2013, gilt seit 01.01.2015
Lot 26 Vernetzte Standby-Verluste	VO 801/2013, gilt seit 01.01.2015
Lot 27 Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV)	Vorstudie abgeschlossen
Lot 28 Abwasserpumpen	Vorstudie abgeschlossen
Lot 29 Reinwasserpumpen (größer als die in Lot 11)	Vorstudie abgeschlossen
Lot 30 Motoren und Antriebe (außerhalb des Anwendungsbereichs der Verordnung 640/2009)	Arbeitsdokument
Lot 31 Kompressoren	Arbeitsdokument
Lot 32 Fenster	Vorstudie
Lot 33 Smart Appliances	Vorstudie
Lot 37 Beleuchtungssysteme	Vorstudie
ENTR Bildgebende Geräte in der Medizin	Entwurf Selbstregulierungs-Initiative (freiwillige Vereinbarung)
Lot ENTR 1 Gewerbliche Kühllagerschränke	VO 1095/2015, gilt seit 01.07.2015

PRODUKTGRUPPEN (LOTS)	DURCHFÜHRUNGSMASSNAHMEN/VERORDNUNGEN
Lot ENTR 2 Transformatoren	VO 548/2014, gilt seit 01.07.2015
Lot ENTR 3 Geräte zur Ton- und Bildverarbeitung	Selbstregulierungs-Initiative (freiwillige Vereinbarung)
Lot ENTR 4 Feuerungsanlagen und Öfen für Industrie und Labor	Arbeitsdokument
Lot ENTR 5 Werkzeugmaschinen	Entwurf Selbstregulierungs-Initiative (freiwillige Vereinbarung)
Lot ENTR 6 Klima- und Lüftungsanlagen	VO 1253/2014, gilt seit 01.01.2016
Lot ENTR 7 Dampfkessel	Vorstudie abgeschlossen
Lot ENTR 8 Stromkabel	Vorstudie abgeschlossen
Lot ENTR 9 Server	Vorstudie
JRC Wasserhähne und Duschköpfe	Vorstudie

### Anhang 3 Produktgruppen und Verordnungen zur Energielabel-Richtlinie

PRODUKTGRUPPEN (LOTS)	DURCHFÜHRUNGSMASSNAHMEN/VERORDNUNGEN
Lot 1 Boiler und Kombiboiler	VO 811/2013+Änderung 518/2014, gilt seit 26.09.2013
Lot 2 Warmwasserbereiter	VO 812/2013+Änderung 518/2014, gilt seit 26.09.2013
Lot 3 Bildschirme	Arbeitsdokument
Lot 5 Fernsehgeräte	VO 1062/2010+Änderung 518/2014, gilt seit 30.11.2011
Lot 8 Bürobeleuchtung	Vorstudie abgeschlossen
Lot 9 Straßenbeleuchtung	Vorstudie abgeschlossen
Lot 10 Klimageräte	VO 626/2011+Änderung 518/2014, gilt seit 01.01.2013
Lot 10 Haushaltslüftungen	VO 1254/2014, gilt seit 01.01.2016
Lot 12 Gewerbliche Kühl- und Tiefkühlgeräte	VO 1094/2015, gilt seit 28.07.2015
Lot 13 Haushaltskühl- und Gefriergeräte	VO 1060/2010+Änderung 518/2014, gilt seit 30.11.2011
Lot 14 Haushaltsgeschirrspülmaschinen	VO 1059/2010+Änderung 518/2014, gilt seit 20.12.2011
Lot 14 Haushaltswaschmaschinen	VO 1061/2010+Änderung 518/2014, gilt seit 20.12.2011
Lot 15 Festbrennstoffkessel	VO 1187/2015, gilt seit 10.08.2015
Lot 16 Wäschetrockner	VO 392/2012+Änderung 518/2014, gilt seit 29.05.2013
Lot 17 Staubsauger	VO 665/2012+Änderung 518/2014, gilt seit 01.09.2014

PRODUKTGRUPPEN (LOTS)	DURCHFÜHRUNGSMASSNAHMEN/VERORDNUNGEN
Lot 19 Haushaltsbeleuchtung Teil I und II	VO 874/2012+Änderung 518/2014, gilt seit 01.09.2013
Lot 20 Einzelraumheizgeräte	VO 1186/2015, gilt seit 10.08.2015
Lot 22 Haushalts- und gewerbliche Öfen	VO 65/2014, gilt seit 01.01.2015
Lot 23 Kochfelder und Grills für Haushalts- und Gewerbe Zwecke	VO 65/2014, gilt seit 01.01.2015
Lot 24 Professionelle Waschmaschinen, Trockner und Geschirrspüler	Vorstudie abgeschlossen
Lot 25 Kaffeemaschinen für nicht gewerbliche Zwecke	Vorstudie abgeschlossen
Lot 32 Fenster	Vorstudie
Lot ENTR 1 Professionelle Kühl- und Gefriergeräte	Arbeitsdokument
Lot ENTR 6 Lüftungsanlagen	VO 1254/2014, gilt seit 01.01.2016
JRC Wasserhähne und Duschköpfe	Vorstudie

Stand: 28.04.2016

## Anhang 4 Praxisbeispiele für elektrische Energieeffizienz

### Der EUREF-Campus in Berlin



Abbildung 51 – der EUREF-Campus [21]

Bei dem EUREF-Campus handelt es sich um Europas erstes CO<sub>2</sub>-neutrales Stadtviertel.

Seit 2008 wird auf dem historischen Gasometer-Gelände unter der Prämisse eines CO<sub>2</sub>-neutralen Gesamtbetriebes ein Innovations-Zentrum der Energiewende geschaffen, das heute schon die Klimaziele von 2050 erreicht.

Auf dem EUREF-Campus wurden Kleinwindanlagen, Solaranlagen, ein Blockheizkraftwerk, zwei Großbatterien als Netzpuffer sowie ein Superkondensator zur Frequenzstabilisierung errichtet, um die Integration von regenerativen Energien, aber auch der Elektromobilität in das Stromnetz zu erproben. Ziel ist es, Erneuerbare Energiequellen maximal nutzbar zu machen und bei Bedarf sowohl positive als auch negative Regelenergie bereitstellen zu können.

#### **Kasseler Bäckerei**

Anfang 2013 entschied sich ein Kasseler Bäcker zur energetischen Optimierung seines Betriebs. 2012 verursachte die Hauptfiliale mit angeschlossenem Backhaus immerhin 97.208 Euro Energiekosten, davon 97 % Strom. Viel Geld für ein Unternehmen mit 65 Mitarbeitern.

Mit professioneller Unterstützung bei der Planung wurden folgende Maßnahmen umgesetzt:

- Umstellung der Beleuchtung von Backstube und Verkauf auf LED-Technik und T5-Röhren umgestellt,
- Anschaffung neuer effizienter Backöfen,
- Einführung von Spitzenlastmanagement,
- Wärmerückgewinnung Backöfen.

In Summe ergaben sich Einsparungen an elektrischer Energie in Höhe von 54.000 kWh pro Jahr bzw. 33.000 Euro pro Jahr. Insgesamt errechnet sich daraus eine interne Verzinsung auf das investierte Kapital (200.000 Euro) von rund 14 % bei einer statischen Kapitalrückflusszeit von 6,1 Jahren. Die Amortisation gelingt am schnellsten bei den Investitionen in die Beleuchtung. Für den Bäcker ist damit aber der „Dauerlauf Energieeffizienz“ noch nicht beendet [22].

#### **Modehaus senkt Beleuchtungskosten um bis zu 45 %**

Die erfolgreiche Warenpräsentation in einem Modehaus basiert auf einer optimalen Beleuchtung. Licht ist der entscheidende Erfolgs-, aber auch ein großer Kostenfaktor im Einzelhandel.

2013 war ein nordhessisches Modehaus zu der Überzeugung gelangt, dass die Zeit der Licht Emittierenden Dioden (LED) gekommen war. Seither rüstet es die Beleuchtungsanlagen um und spart durch die höhere Energieeffizienz bis zu 45 % seiner Stromkosten ein.

Der Stromverbrauch belief sich 2012 für 2.500 Quadratmeter Verkaufsfläche auf 59.677 kWh. Das sind immerhin über 10.500 Euro Stromkosten pro Jahr nur für die Beleuchtung. Nach der Umrüstung auf LED-Technik beträgt der Strombedarf nun nur noch 32.762 kWh. Immerhin eine Ersparnis von 45 %.

Es bestätigt sich, dass die heute verfügbare Effizienztechnik selbst bei modernen Betrieben noch große Einsparpotenziale bietet [22].

### **Photovoltaik-Pylon deckt kompletten Strombedarf des Porschezentrums in Berlin**

Eine 25 Meter hohe Stahlkonstruktion bestückt mit Photovoltaik soll bis zu 30.000 kWh Solarstrom jährlich produzieren. Nach der Eröffnung im Frühjahr 2017 soll mit dem erzeugten Solarstrom der komplette Strombedarf des Autozentrums gedeckt werden. Über eine Ladesäule sollen dann auch Besucher kostenlos Strom tanken können [23].

### **ETA-Fabrik in Darmstadt**

Mit der Eröffnung der ETA-Fabrik an der TU Darmstadt am 02.03.2016 ist ein Meilenstein der Energieeffizienzforschung erreicht. Im Rahmen des vom BMWi geförderten und vom Projektträger Jülich betreuten Forschungsprojektes werden neue Formen der Energiespeicherung, der Energienutzung und insbesondere der Energiesteuerung für die Produktionsbetriebe der Zukunft interdisziplinär erforscht.

Ziel des Projektes ist der Bau einer Modellfabrik, welche verschiedene interdisziplinäre Ansätze zur Reduktion des Energieverbrauchs und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes einer industriellen Produktion in sich vereint.

Ein weiteres Ziel der ETA-Fabrik ist, den ingenieurwissenschaftlichen Nachwuchs und Kompetenzträger in der Industrie zu befähigen, vielfältige Energieeffizienzpotenziale in den Unternehmen eigenständig zu realisieren und umzusetzen.

Die in dem Projekt entwickelten Innovationen auf dem Gebiet der Energieeffizienz sollen letztlich in die Industrie transferiert werden. Sowohl im Zusammenhang der Erreichung der Klimaziele durch umweltfreundlichere Produktion am Standort Deutschland, als auch bei der Entwicklung von Wettbewerbsvorteilen durch innovative Fertigungsverfahren und effiziente Produkte „Made in Germany“ werden mit dem Projekt ETA-Fabrik neue Wege beschritten.

### **Europas erster CO<sub>2</sub>-freier Bahnhof steht in Kerpen-Horrem**

Aus einer regionalen Zugstation wird dank energieeffizienter Umwelttechnologie Europas erster CO<sub>2</sub>-neutraler Bahnhof.

Verschiedene Technologien ermöglichen das klimaneutrale Betreiben des nordrhein-westfälischen Bahnhofs Kerpen-Horrem. So produziert die integrierte Photovoltaikanlage bei dem 4,3 Mio. Euro teuren Projekt die jährlich ca. 31.000 kWh Strom, eine Geothermieanlage sorgt außerdem für die Heizung und Kühlung des Gebäudes und Solarthermie für warmes Wasser. Regenwasser wird auf dem begrün-ten Dach gesammelt und versorgt die öffentlichen Toiletten. Ein neues Beleuchtungskonzept kombiniert zudem die Nutzung von Tageslicht mit energiesparender LED-Lichttechnik. Die Verbindung der einzelnen Maßnahmen trägt dazu bei, dass im Betrieb des Bahnhofs kein CO<sub>2</sub> entsteht.

### **Kommunen für Elektromobilität**

Die Kommunen in der Metropolregion Hannover-Braunschweig-Göttingen-Wolfsburg engagieren sich für Elektromobilität. Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur unterstützt mit rund 1,7 Mio. Euro die Entwicklung und Umsetzung lokaler Fördermaßnahmen sowie den Einsatz von Elektrofahrzeugen in den Städten und Landkreisen der Metropolregion. Im Verbund mit dem Institut für Demokratieforschung der Universität Göttingen läuft bis Anfang 2016 eines der spannendsten kommunalen Projekte des Schaufensters Elektromobilität in Deutschland.

Kommunen spielen bei der Entwicklung der Elektromobilität eine herausragende Rolle. Sie sind verantwortlich für den öffentlichen Personennahverkehr, treffen Entscheidungen über die Regelung des Verkehrs und setzen in ihren Fuhrparks eine hohe Zahl von Fahrzeugen ein. Eine wichtige inhaltliche Basis bildet das Ziel, bis 2050 den gesamten Energiebedarf im Gebiet der Metropolregion für Strom, Wärme und Mobilität zu 100 % aus Erneuerbaren Energiequellen zu decken.

Mitglieder der Räte und Kreistage erhalten im Rahmen der Aktion Autotausch die Möglichkeit, über mehrere Tage Elektroautos statt ihres Fahrzeugs zu fahren. So können sie sich von deren Alltagstauglichkeit überzeugen und mit den infrastrukturellen Anforderungen in ihrem Gebiet auseinandersetzen. Die Erkenntnisse fließen in einen transeuropäischen Wissensaustausch im Rahmen des Projekts ‚Europäisches Netzwerk MEElecTric: Internationale Kooperation und Wissenstransfer‘ und das better transport forum ein.

#### Wäschetrockner mit Wärmepumpe

Wärmepumpentrockner brauchen nur halb so viel Energie wie herkömmliche Kondentrockner. Das zeigte jüngst ein Test der Stiftung Warentest von 15 Trocknern mit Wärmepumpe: Die sparsamsten unter den modernen Wäschetrocknern verbrauchen für eine kleine Familie Strom im Wert von etwa 25 Euro pro Jahr. Sie nutzen die zum Trocknen erhitzte Luft effizienter als Trockner ohne Wärmepumpe. Ein Kondensationstrockner mit Wärmepumpentechnik der Effizienzklasse A spart gegenüber einem C-Gerät pro Jahr etwa 83 % Stromkosten. Über die Lebensdauer eines Trockners von 13 Jahren ergibt sich eine Gesamteinsparung von knapp 1.080 Euro.

#### Bis zu 75 % Energie im Schaltschrank einsparen

Moderne Schaltschrankkühlgeräte ermöglichen über ihre Hybridtechnologie – die Kombination von passiver und aktiver Kühlung – Energieeinsparungen von bis zu 75 %. Weitere Vorteile sind die hohe Regelgenauigkeit und damit verbunden ein geringerer thermischer Stress für alle Schaltschrankkomponenten. Bis zu 35 °C kommen die Geräte dabei mit einer rein passiven Kühlung aus, erst danach wird die aktive Kühlung zugeschaltet – der Energieverbrauch sinkt deutlich.

#### Hybridfähre: Abgasfrei, leise und energieeffizient

Seit dem 23. Mai 2016 fährt die „Berlin“, die erste von zwei Hybridfähren, auf der 50 km langen Strecke zwischen Rostock und dem dänischen Gedser. In den ersten 30 Minuten nach dem Auslaufen und ebenfalls beim Einlaufen in den Hafen schaltet die Fähre auf den leisen und emissionsfreien Elektroantrieb um. Wenn das offene Meer erreicht ist, übernimmt der Dieselmotor den Antrieb. Dieser arbeitet am effektivsten bei einer Auslastung von 85 % bis 90 %, nutzt aber bei einer Überfahrt nur 40 % bis 55 %. Die überschüssige Energie wird daher in Batterien gespeichert und bei Bedarf eingesetzt.

Das Hybrid-Antriebssystem ist laut Reederei in der Lage, bis zu 15 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen einzusparen. Als nächsten Schritt strebt die Reederei den komplett emissionsfreien Fährbetrieb auf der Strecke Puttgarden-Rødby mit 100 % Batteriebetrieb an.

#### Betonkugeln im Bodensee sollen Windstrom speichern

Die Idee ist genial: Warum nicht Energie in riesigen, hohlen Betonkugeln am Meeresgrund speichern? Ob das funktioniert, wird demnächst im Bodensee erprobt. Wenn die Betonkugeln standhalten und sich

die Technik bewährt, könnten Offshore-Windparks mit Kugeln ausgestattet werden, die pro Stück 20 MWh speichern können.

Betonkugeln als Energiespeicher eines Windparks: Demnächst beginnt ein Testlauf im Bodensee. Wird Strom gebraucht, fließt Wasser in die Kugeln und treibt eine Turbine an. Ist Strom übrig, werden die Kugeln wieder leergepumpt [24].

### Größtes Energie-Forschungsprogramm mit Echt Daten in Europa

Größtes Energie-Forschungsprogramm mit Echt Daten in Europa. In der Donaustadt Wien entsteht im 22. Gemeindebezirk der Stadtteil "Seestadt Aspern". Es handelt sich um eines der größten Stadtentwicklungsprojekte Europas der 2010er Jahre. Über einen Zeitraum von rund 20 Jahren entsteht ein neuer Stadtteil, in dem über 20.000 Menschen wohnen und arbeiten werden.

Die Forschungsgesellschaft Aspern Smart City Research (ASCR), an der auch SIEMENS beteiligt ist, startete ein europaweit einzigartiges Forschungsprojekt für nachhaltige und innovative Lösungen zum Thema Energieeffizienz.

Die sichere und nachhaltige Versorgung mit Energie ist eine der wichtigsten Zukunftsfragen. Der Energiebedarf steigt genauso wie die weltweite CO<sub>2</sub>-Belastung. Neue Technologien sind also gefragt. Energie soll optimal eingesetzt und Erzeugung, Verteilung, Speicherung sowie Verbrauch exakt aufeinander abgestimmt werden. Die ASCR wird die Seestadt als Testgebiet der Smart City Wien nutzen, um neue Technologien im Echtbetrieb zu testen.

In der Seestadt besteht die einzigartige Möglichkeit, mit Echt Daten von individuellen Anwenderinnen und Anwendern, gesamten Gebäuden sowie Energieversorgern zu forschen. Es werden Wohnhäuser, Gebäude mit gemischter Büro- und Wohnnutzung und der neue Bildungscampus am Forschungsprogramm teilnehmen. Diese Häuser werden mit innovativer Technologie, z. B. Smart Meter, ausgestattet. Sie liefern jene Daten, die die Basis der Forschungsarbeit ausmachen. Die Daten werden von der ASCR analysiert und darauf basierend Simulationen durchgeführt. Ziel ist es, den Energiebedarf der Gebäude zu optimieren und somit auch die Energiekosten zu senken.

Ein Ziel ist die Prognose des elektrischen und thermischen Energiebedarfs. In die Betrachtung gehen die verbauten Photovoltaik-Anlagen, Batterien, Wärmepumpen und Wärmespeicher ein. Mit diesen Informationen besteht die Möglichkeit am Energiemarkt aktiv teilzunehmen und die sich ergebenden Vorteile zu nutzen.

Ein anderes Ziel ist die Beurteilung der elektrischen Netze anhand der erfassten Messgrößen sowohl innerhalb der Gebäude als auch des Verteilnetzes der Stadtwerke Wien.

<https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/projekte/aspern-seestadt/bildung-forschung/ascr.html>

### Intelligente Gasreinigung

Gasreinigungsanlagen sind oft ein wenig beachtetes Nebenaggregat, werden häufig nicht effizient genutzt und beinhalten ein großes Verbesserungspotenzial. Zum einen kann eine Drehzahlregelung

der Gebläse dafür sorgen, dass nur die notwendige Leistung zur Verfügung gestellt wird. Zum anderen kann eine intelligente Steuerung der Anlage die benötigte Leistung signifikant reduzieren, wie eine patentierte Neuentwicklung der SMS group zeigt. Der X-Pact® Gas Cleaning Assist implementiert einen Algorithmus in die Gasreinigungssteuerung, der eine dynamische Klappensteuerung an jeder Absaugstelle ermöglicht und die höchstmögliche Absaugleistung gewährleistet, ohne die Drehzahl des regelbaren Saugzuggebläses unnötig zu erhöhen.

Die Gasreinigungsqualität wird erhöht, während der Energieverbrauch gesenkt wird (siehe Abbildung 52).

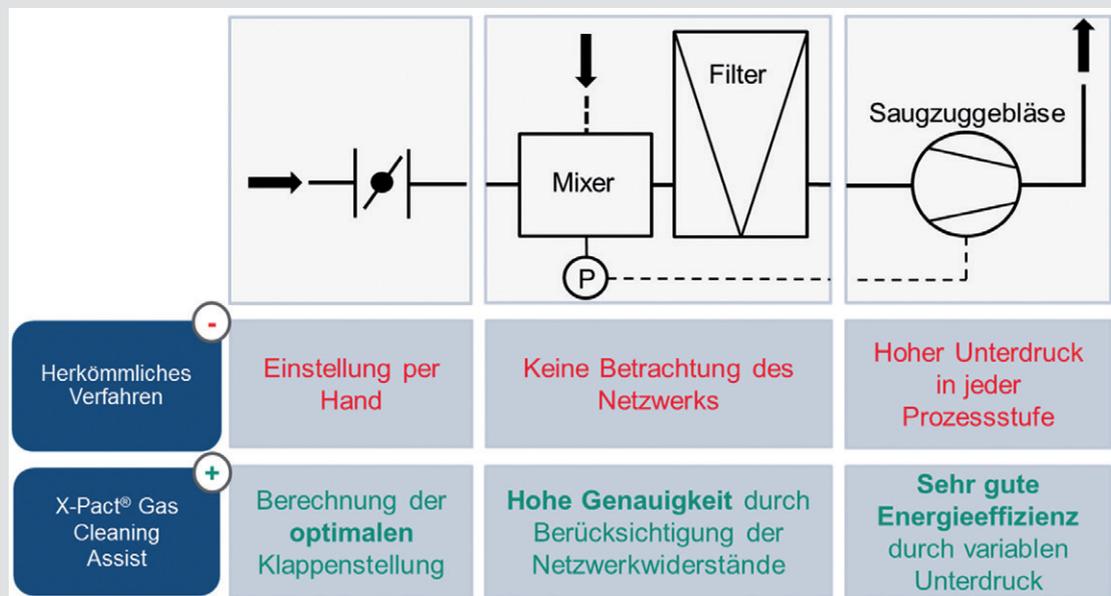


Abbildung 52 – Gasreinigungsanlagen [16]

Hierzu wird das existierende Gasreinigungsnetzwerk analysiert, in einem mathematischen Modell abgebildet und in den Gas Cleaning Assist eingespielt. Dieser berechnet in Echtzeit das Verhalten in der Gasreinigungsanlage und stellt diese so ein, dass zur jeder Zeit an jeder Absaugstelle die benötigte Absaugleistung zur Verfügung steht – und dies mit den minimalen Druckverlusten. Es werden keine weiteren Messungen benötigt und somit Kosten für elektromechanische Komponenten vermieden. In einem Konverterstahlwerk mit einer Jahresproduktion von 1,3 Mio. Tonnen bei Kardemir in der Türkei wurde der Gas Cleaning Assist nachgerüstet und konnte den Energiebedarf um 21 % reduzieren und somit eine Ersparnis von mehreren 100.000 Euro pro Jahr erzielen.

#### Henne-Haus-Projekt

Die nahezu 100 % tige Versorgung mit regenerativ erzeugtem Strom ist eine Frage der richtigen Dimensionierung von PV-Anlage, Mikro-KWK-Gerät und Stromspeicher. Auch bei Mehrfamilienhäusern. Deutlich komplexer wird es, wenn gleichzeitig der gesamte Bedarf an Warmwasser und Heizung gedeckt werden soll. Die energetische Modernisierung eines Mehrfamilienhauses in Oldenburg zeigt eine Lösung, die Vorbild für viele Mehrfamilienhäuser aus den 60er und 70er Jahren und damit ein Paradebeispiel für die (Gebäude-)Energiewende sein könnte.

Das Haus mit der Nummer 14 verfügt über sechs Mietwohnungen mit einer Größe zwischen 52 und 69 Quadratmetern. Der Gasverbrauch liegt bei 200.000 kWh pro Jahr – damit wird die zentrale Warmwasserbereitung sowie die Heizung in allen Räumlichkeiten sichergestellt. Der Stromverbrauch liegt geschätzt irgendwo zwischen 16.000 und 24.000 kWh.

Zum Einsatz kommen eine Photovoltaik-Anlage, zwei Mikro-KWK-Anlagen und zwei intelligente Stromspeichersysteme, um den Strombedarf am Tag, in der Nacht und in der kalten Jahreszeit decken zu können. Die Wärmeversorgung erfolgt neben den Mikro-KWK-Anlagen mit Stirling-Motoren, die wärmegeführt betrieben werden, im Sommer durch eine Brauchwasser-Wärmepumpe.

Der erzeugte Strom wird direkt ins Hausnetz eingespeist und verbraucht oder über die AC-Seite der Stromspeichersysteme vollautomatisch zwischengespeichert. Der dabei erzeugte, überschüssige und quasi kostenlose KWK-Strom wird durch den KWK-Bonus zwar mit 5,7 Cent je kWh vergütet – deutlich wertvoller wird er aber erst durch die Zwischenspeicherung in den Stromspeichern oder einem Elektroauto.

Die Sanierung des Henne-Hauses bringt eine erhebliche CO<sub>2</sub>-Ersparnis mit sich. Durch den Einsatz von Photovoltaik anstelle von Gas oder Strom aus fossilen Quellen, werden rund 16 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart. Dabei werden 16.000 bis 24.000 kWh Stromverbrauch angenommen. Die Ersparnis pro kWh liegt bei 700 Gramm CO<sub>2</sub>. Weitere Einsparungen ergeben sich durch den geringeren Energiebedarf, durch Effizienzmaßnahmen und den Einsatz der KWK [25].

### Energiespeichersysteme rücken in den Fokus

Vom privaten Sektor über den gewerblichen Bereich bis hin zu umfangreichen Anwendungen in der Industrie und auf Netzebene decken Lösungen zur Energiespeicherung ein breites Spektrum an Bedürfnissen ab. Nach Ansicht der Cleantech-Unternehmensberatung Navigant Research werden die Umsätze mit dezentralen Systemen zur Energiespeicherung voraussichtlich von 452 Mio. USD im Jahr 2014 auf mehr als 16 Mrd. USD im Jahr 2024 rasant steigen. Das Wachstum wird von den folgenden drei Hauptfaktoren angetrieben:

- Dem Trend hin zu mehr Nachhaltigkeit.  
Eine beschleunigte Reduzierung der durch konventionelle Energieerzeugung verursachten CO<sub>2</sub>-Belastung erfordert unter anderem einen erhöhten Anteil Erneuerbarer Energiequellen am Energiemix – und dies wiederum hängt von Möglichkeiten zur Speicherung der erzeugten Energie ab.
- Dem stetig zunehmenden Bedarf an Zuverlässigkeit bzw. Resilienz.  
Energiespeichersysteme tragen zur Entschärfung von Risiken in der Energieversorgung bei, indem sie für eine höhere Netzstabilität sorgen, den Betrieb von Anlagen auch bei Stromschwankungen und Stromausfällen ermöglichen, sowie die Funktionsfähigkeit wichtiger sozialer Infrastrukturen auch in Notfallsituationen sicherstellen.
- Dem Recht auf Zugang zu Energie.  
Mehr als 3 Mrd. Menschen nutzen umweltschädliche und ineffiziente Koch-, Beleuchtungs- und Heizmethoden. Diesen Menschen sowie den 1,2 Mrd. Personen, die bisher überhaupt keinen Zugang zu Elektrizität haben, saubere und erschwingliche Energie bereitzustellen, wird ermöglicht durch Umwandlung und Speicherung Erneuerbarer Energiequellen

Der Nutzen von Energiespeicherung und -steuerung hängt dabei laut Eaton vom jeweiligen Anwender ab. So können Privathaushalte beispielsweise durch Photovoltaik-Anlagen für den Eigenbedarf, Ladestationen für elektrische Fahrzeuge und Smart-Home-Netzwerke ihre Stromrechnungen senken, sich Versorgungsvorteile verschaffen und Kosten durch Spitzenlast vermeiden. Gewerbliche und Industriekunden können Kosten sparen, wenn sie die Möglichkeit erhalten, Lastverlagerungs- und Spitzenlastvermeidungskonzepte zu implementieren. Mit Hilfe von Demand-Response-Programmen lassen sich zudem die Erträge steigern.

## Quellennachweise

- [1] <https://www.tatsachen-ueber-deutschland.de/de/rubriken/umwelt-klima/impulsgeber-fuer-klimakooperationen>
- [2] [energytransition.de](http://energytransition.de)
- [3] Manfred Weiss, Siemens
- [4] BMWi, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Statistisches Bundesamt
- [5] Grünbuch Energieeffizienz und Siemens – Erfolgsfaktor Energieeffizienz
- [6] Bundesverband Wärmepumpe e.V.
- [7] EcoDesign Coordination Group, EU Commission, ECO-design, Standardization, CEN-CENELEC
- [8] JRC Report: Energy Consumption and Energy Efficiency Trends in the EU-28 (2000-2014)
- [8a] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
- [9] <https://www.stiebel-eltron.de/de/home/produkte-loesungen/informieren-planen/heizquelle-strom.html>
- [10] mein schönes zuhause, Bundesverband Wärmepumpe, Dimplex, Stiebel-Eltron
- [11] dena – Deutsche Energie-Agentur
- [12] Energieeffizient mit elektrischen Antrieben, Broschüre des ZVEI, Fachverband Automation
- [13] EnBW Kundenblog
- [14] Jörg Seiffert, Uniper
- [15] Ergänzende Regeln für Testierungen im Bereich SpaEFV
- [16] Jesper Mellenthin, SMS group
- [16a] E3DC
- [17] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
- [18] Statistisches Bundesamt
- [19] Fraunhofer ISE/BDEW, BMWi
- [20] Fraunhofer ISE
- [21] Schneider Electric
- [22] [energieeffizienz-hessen.de](http://energieeffizienz-hessen.de)
- [23] PV Magazin
- [24] [ingenieur.de](http://ingenieur.de)
- [25] E3DC

VDE Verband der Elektrotechnik  
Elektronik Informationstechnik e.V.

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik  
Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE  
Stresemannallee 15  
60596 Frankfurt

Tel. +49 69 6308-0  
[dke@vde.com](mailto:dke@vde.com)  
[www.dke.de](http://www.dke.de)

**VDE**