

ICS 29.240.01; 35.240.50

Referenzmodell zur Charakterisierung der Energieflexibilität von Industrieunternehmen

Reference model for characterizing the energy flexibility of industrial enterprises

Modèle de référence pour caractériser la flexibilité énergétique des entreprises industrielles

Zur Erstellung einer DIN SPEC können verschiedene Verfahrensweisen herangezogen werden:
Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln einer PAS erstellt.

Gesamtumfang 25 Seiten

Dieses Dokument wurde durch die im Vorwort genannten Verfasser erarbeitet und verabschiedet.

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Charakterisierung der Energieflexibilität in Industrieunternehmen.....	7
4.1 Allgemeines	7
4.2 Anforderungen an Industrieunternehmen	8
4.3 Erfassen von Energieverbrauchsdaten.....	8
4.4 Produktdatenerfassung und -verwaltung.....	9
4.5 Prognosequalität	9
5 Faktoren und Merkmale zur Erfassung der Energieflexibilität.....	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Organisatorische Faktoren	10
5.3 Prozessfaktoren	10
5.4 Technische Prozessfaktoren	11
5.5 Anlagenübergreifende technische Faktoren.....	11
5.6 Energetische Faktoren.....	12
5.7 Zusammenfassung der Merkmale	13
6 Beschreibungsformen der Energieflexibilität	14
6.1 Lastkurvenscharen aus alternativen Produktionsplanungsszenarien	14
6.2 Modellbasierter Ansatz	16
Anhang A (informativ) Praxisbeispiel StreetScooter GmbH.....	17
Anhang B (informativ) Praxisbeispiel Demonstrationsfabrik Aachen GmbH	22

Vorwort

Diese DIN SPEC wurde nach dem PAS-Verfahren erarbeitet. Die Erarbeitung von DIN SPEC nach dem PAS-Verfahren erfolgt in Workshops und nicht zwingend unter Einbeziehung aller interessierter Kreise.

Die vorliegende DIN SPEC (PAS) ging aus dem Projekt „FlAixEnergy“ im Rahmen der vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Initiative „6. Energieforschungsprogramm“ hervor (Förderkennzeichen 0325819A-I).

Die Erarbeitung und Verabschiedung des Dokuments erfolgte durch die nachfolgend genannten Verfasser:

- Forschungsinstitut für Rationalisierung (FIR) e.V. an der RWTH Aachen
Jens Adema, Jan Hicking, Anna Krug
- Forschungscampus Flexible Elektrische Netze (FEN) GmbH
Dr. Christian Haag, Gonca Gürses-Tran
- QSC AG
Dr. Ralf Fischer
- PSI Automotive & Industry GmbH
Jörg-Uwe Zuchold, Andreas Nehmeyer, Tobias Rötschke
- PSI Energy Markets GmbH
Markus Seyfarth
- PSI Metals GmbH
Dr. Stefan Albers
- StreetScooter GmbH
Sascha Stehmann, Thorben Doum
- Demonstrationsfabrik Aachen (DFA) GmbH
Felix Basse

Für diese Thematik bestehen derzeit keine Normen.

DIN SPEC sind nicht Teil des Deutschen Normenwerks.

Für diese DIN SPEC wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Trotz großer Anstrengungen zur Sicherung der Korrektheit, Verlässlichkeit und Präzision technischer und nicht-technischer Beschreibungen kann der Workshop weder eine explizite noch eine implizite Gewährleistung für die Korrektheit des Dokuments übernehmen. Die Benutzung dieses Dokuments geschieht in dem Bewusstsein, dass der Workshop für Schäden oder Verluste jeglicher Art nicht haftbar gemacht werden kann. Die Anwendung der vorliegenden DIN SPEC entbindet den Nutzer nicht von der Verantwortung für eigenes Handeln und geschieht damit auf eigene Gefahr.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Die kostenfreie Bereitstellung dieses Dokuments als PDF-Version über den Beuth WebShop wurde im Vorfeld finanziert.

Einleitung

Die verstärkte Fokussierung auf erneuerbare Energieträger und die Abkehr von konventionellen Energiequellen führen zu einer Energieversorgungslücke hinsichtlich der Grundlastversorgung. Die zunehmende, volatile Erzeugung von Energie aus Windkraft- und Photovoltaikanlagen ist ein maßgeblicher Einflussfaktor für hohe Tagesschwankungen in der Energieeinspeisung. Aus dieser Entwicklung leitet sich ein immer häufigeres Auftreten von Diskrepanzen zwischen Energienachfrage und -angebot ab. Dieses Ungleichgewicht beeinflusst die Robustheit der Energieversorgungssicherheit maßgeblich.

Die Beherrschung dieses Ungleichgewichts wird in Zukunft durch die Digitalisierung des bestehenden Elektrizitätsversorgungssystems zu einem intelligenten Elektrizitätsversorgungssystem (en: Smart Grid) erfolgen. Das intelligente Elektrizitätsversorgungssystem als Bindeglied zwischen der Erzeugung und dem Verbrauch von elektrischer Energie bedient sich der Ressource Information, um über die Flexibilisierung der Energieversorgung und die Vernetzung der Marktteilnehmer eine Netz- und Systemintegrität sicherzustellen. Beispiele zur Sicherstellung der Netz- und Systemintegrität im intelligenten Elektrizitätsversorgungssystem sind die Sicherung der Grundversorgung, der Qualität und der Daten. Folglich ermöglicht der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien eine mehrschichtige Übertragung bestehend aus elektrischer Energie und Informationen. Dies eröffnet neue Perspektiven für die Flexibilisierung der Energieversorgung.

Grundsätzlich weisen produzierende Unternehmen das Potenzial auf, Produktionsprozesse zu verlagern, um Flexibilität bereitzustellen. Die Kenntnis über derartige Flexibilitätspotenziale ist bei Unternehmen nur teilweise vorhanden.

Die vorliegende DIN SPEC grenzt sich von DIN EN ISO 50001:2011-12, *Energiemanagementsysteme — Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung* ab, in der der Fokus auf der Systematisierung eines Energiemanagements liegt.

1 Anwendungsbereich

Diese DIN SPEC legt ein Referenzmodell fest, welches Unternehmen systematisch aufzeigt, welche Aspekte bei der Identifikation, Bewertung und Nutzung von Energieflexibilität zu beachten und zu untersuchen sind. Das Referenzmodell unterstützt dabei die Kommunikation von Energieinformationen und -wissen sowie eine Bewertung des Energieverbrauchsverhaltens mit Hinblick auf die Energieflexibilität, um Grundlagen für eine Teilnahme am intelligenten Elektrizitätsversorgungssystem (en: Smart Grid) zu schaffen. In die Bewertung werden relevante Stell- und Plangrößen im Energie- und Lastmanagement bzw. in der Produktionsplanung und -steuerung einbezogen.

Diese DIN SPEC richtet sich an industrielle Verbraucher, die daran interessiert sind, am Spot- sowie Regelenenergiemarkt zu partizipieren. Diese DIN SPEC richtet sich zudem an Energiedienstleister, da energierelevante Industrieunternehmen der DIN SPEC 91366 folgend zukünftig Flexibilitätsoptionen realisieren können, die einen signifikanten Einfluss auf Fahrpläne und Lastflüsse haben.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Energiemanagement

vorausschauende, organisierte und systematisierte Koordinierung von Beschaffung, Wandlung, Verteilung und Nutzung von Energie zur Deckung der Anforderungen unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Zielsetzungen

[QUELLE: VDI 4602 Blatt 1:2007-10, Begriff „Energiemanagement“]

3.2

Energieflexibilität

Fähigkeit einer energie- bzw. leistungsrelevanten Erzeuger-, Verbraucher- oder Speicheranlage, sich schnell und mit geringem finanziellem Aufwand an Markt- oder Systemsignale des Energiesektors anzupassen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die in diesem Dokument beschriebenen Energieflexibilitätsoptionen werden im Folgenden mit „Energieflexibilität“ oder „Flexibilitäten“ abgekürzt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Bedarf an Dienstleistungen dieser Art entsteht durch die steigenden Erzeugungsmengen aus erneuerbaren Energiequellen, die dezentral ins Netz einspeisen und teilweise über lange Übertragungswege den Endkunden bedienen. Der Einsatz von Flexibilität kann dazu beitragen, überlastete Netzstränge zu entlasten und somit Netzengpässen entgegenzuwirken. Dabei kann der Leistungsbezug stärker in Tiefpreisperioden verlagert werden, um zu möglichst geringen Kosten die industriellen Prozesse zu betreiben. Gleichzeitig wird ein intensiver Stromverbrauch in Hochpreisperioden vermieden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Um netzdienliche Energieflexibilität in produzierenden Unternehmen ökonomisch und betriebswirtschaftlich sinnvoll zu gestalten, sollte die Durchführung des Lastmanagements mit den primären Unternehmenszielen vereinbart werden. Dabei fließen zusätzlich energierelevante Zielgrößen in die Planung und Ausführung von Prozessabläufen ein. Als Anbieter dieser netzdienlichen Energieflexibilität kommen verstärkt Leistungsentnahme und -speicherung in energieintensiven Produktionen in Frage. Auf diese Weise wird der Bedarf an Regelleistung in Zukunft verringert, da ein Großteil der Ungleichgewichte zwischen Erzeugung und Verbrauch durch den aktiven Einsatz der industriellen Energieflexibilität ausgeglichen werden kann. Die weiterhin verbleibende Regelleistung charakterisiert sich hingegen durch die reaktiven sowie automatisierten Maßnahmen, welche anhaltenden Ungleichgewichten entgegenwirken, um die Netzfrequenz der Regelzone stabil zu halten.

3.3

Lastmanagement

beschreibt die flexible Steuerung von Stromverbrauch, um den unternehmensindividuellen Strombezug zu optimieren (innerbetriebliches Lastmanagement) oder die Stabilisierung des Energieversorgungssystems zu unterstützen (überbetriebliches Lastmanagement)

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Rahmen des Lastmanagements wird von lastsenkenden, lasterhöhenden oder lastverschiebenden Steuerungsmöglichkeiten gesprochen. Während lastsenkende oder lasterhöhende Maßnahmen die kurzfristige Reduktion oder Erhöhung des Stromverbrauchs adressieren, beschreibt die Lastverschiebung alle Maßnahmen, um Verbräuche zu anderen Zeitpunkten anfallen zu lassen. Das Lastmanagement führt folglich nicht immer zu einer Stromverbrauchsreduktion. Das Lastmanagement stellt für Unternehmen eine Kostenreduktionsquelle durch Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen dar.

3.4

Regelleistung

wird von den Übertragungsnetzbetreibern benötigt, um das Leistungsgleichgewicht zwischen Stromerzeugung und -verbrauch innerhalb einer Regelzone zu erhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: In Deutschland unterscheiden sich verschiedene Regelleistungsprodukte hinsichtlich des Abrufprinzips (automatisch oder manuell) und ihrer zeitlichen Aktivierung. Die Beschaffung erfolgt als Ausschreibungswettbewerb am deutschen Regelleistungsmarkt.

3.5

intelligentes Elektrizitätsversorgungssystem

(en: Smart Grid)

Elektrizitätsversorgungssystem, das den Austausch von Informationen, Steuer- und Regeltechnik, verteiltes Rechnen sowie zugehörige Sensoren und Stellglieder nutzt, um das Verhalten und die Aktionen der Nutzer des Versorgungsnetzes sowie anderer Akteure zu berücksichtigen und eine nachhaltige, wirtschaftliche sowie sichere Elektrizitätsversorgung sicherzustellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Intelligente Elektrizitätsversorgungssysteme können zukünftig eine zuverlässige Vernetzung von zunehmend regenerativen Energiequellen, Energiespeichern und industriellen wie privaten Verbrauchern sicherstellen. Eine solche intelligente Vernetzung in einem Smart Grid hilft zudem die CO₂-Ziele der Energiewende zu erreichen und Alternativen zum kostenintensiven Umbau des Stromnetzes zu finden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Echtzeiterfassung von volatiler Stromerzeugung, die genaue Prognose des Verbrauchs sowie die intelligente Verteilung des Stromes unter Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien bilden die Basis intelligenter Elektrizitätsversorgungssysteme.

3.6

Spotmarkt

bietet die Möglichkeit, Energie kurzfristig zu handeln, das heißt für den Folgetag (Day-Ahead) oder für den aktuellen Tag (Intra-Day)

Anmerkung 1 zum Begriff: An der europäischen Strombörse sind beispielsweise Stromprodukte bis zu einer Auflösung von einer Viertelstunde handelbar. Diese Produkte werden zum Ausgleich von Bilanzkreisabweichungen genutzt.

3.7

Froze Zone der Energieverbrauchsprognose

Zeitintervall in einem Produktionsplan, in dem bei einer Bearbeitung des Plans keine Änderungen möglich sind

4 Charakterisierung der Energieflexibilität in Industrieunternehmen

4.1 Allgemeines

Die Anpassung des Energieverbrauchs an das jeweils aktuelle Energiedargebot kann über drei verschiedene Varianten realisiert werden: Lastsenkung, Lasterhöhung oder Lastverschiebung (siehe Bild 1).

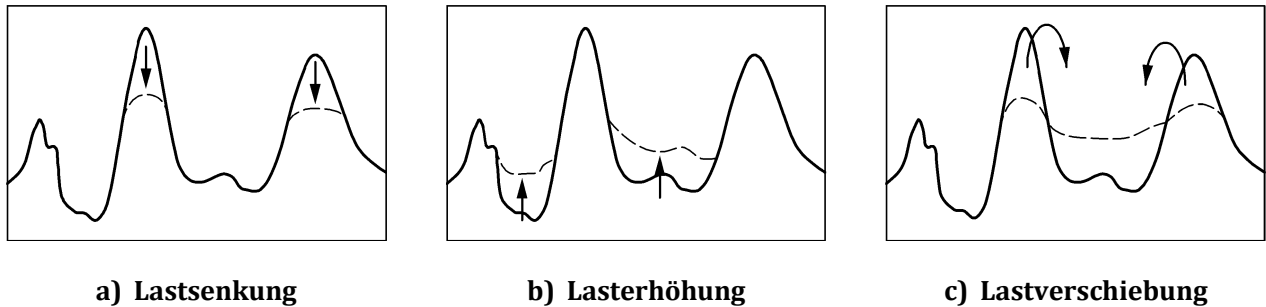


Bild 1 — Varianten des Lastmanagements

Die Lastsenkung bedeutet einen Verzicht auf Energie, ohne diese zeitnah wieder kompensieren zu müssen. Dies ist beispielsweise bei Zementmühlen und Anlagen der Chlor-Alkali-Elektrolyse möglich.

Die Lasterhöhung beschreibt hingegen eine kurzfristige Erhöhung des Energieverbrauchs. Dies geschieht beispielsweise durch Vorgänge, die elektrische Energie speichern oder in andere Energieformen umwandeln.

Die Lastverschiebung ist eine zeitliche Verschiebung des Energiebedarfs. Bei der Lastverschiebung können wiederum zwei verschiedene Ziele verfolgt werden. Zum einen kann die Glättung der Nachfragekurve verfolgt werden, um schnelle Änderungen im Verbrauch zu vermeiden. Zum anderen können schnelle Änderungen in der Lastkurve beabsichtigt werden, um die Nachfrage in Abhängigkeit der Strompreisentwicklung anzupassen. Bei der Lastverschiebung bleibt der Energiegesamtverbrauch innerhalb eines gewissen Zeitfensters gleich.

In allen drei Varianten ist es wichtig, ein kurzfristiges Eingreifen zu ermöglichen. Dies sind bereits gängige Instrumente der Netzbetreiber, um die Stabilität der Netze zu sichern.

Die Leistung, die in einem definierten Zeitraum veränderbar ist, kann als Flexibilität auf bestehenden Märkten (z. B. Spotmarkt, Regenergiemarkt) oder neu zu schaffenden Märkten (z. B. zukünftiger Flexibilitätsmarkt) gehandelt werden.

4.2 Anforderungen an Industrieunternehmen

Unternehmen müssen in der Lage sein ihren Energiebedarf auf Basis der spezifischen Gegebenheiten (z. B. Auftragslage und Auslastungssituation) bestimmen, planen und steuern zu können. Dazu ist es notwendig, dass die Organisation über entsprechendes Personal, Methoden und Instrumente verfügt, um Daten zu erfassen, verarbeiten und kommunizieren zu können. In der Regel wird sich dies im Rahmen der Unternehmenssteuerung verankern lassen, da der Energiebedarf für ein produzierendes Unternehmen eine weitere Anforderung an die Planungs- und Steuerungsprozesse darstellt. Ansprechpartner bzw. Verantwortliche sind in der Aufbauorganisation zu benennen und zu verankern.

Sind entsprechende organisatorische Voraussetzungen, wie Ressourcenplanung, Ressourcensteuerung sowie Controlling vorhanden und etabliert, ist der Schritt zur Energiebetrachtung und Energieverbrauchsprognose überwiegend technischer Natur. Das Unternehmen muss technisch und ökonomisch in der Lage sein, in den am Energiemarkt vorherrschenden Planungszyklen und -dauern, sinnvoll agieren zu können.

Bezogen auf einzelne Betriebsmittel der Produktion gibt es Prozessparameter, die die Eignung zur Nutzung von Energieflexibilität beeinflussen. Prozessparameter wie Unterbrechbarkeit und Verschiebbarkeit sind auf die mögliche Dauer und Häufigkeit hin zu untersuchen. Aus der Nennleistung und Regelbarkeit ergibt sich die Höhe der Laständerung. Der Leistungsgradient erschließt sich aus der Reaktionszeit und der möglichen Regelbarkeit der jeweiligen Anlage.

Für Unternehmen mit komplexeren Prozessen und Produkten, die unter anderem anlagenübergreifende Restriktionen hinsichtlich der Prozessparameter berücksichtigen müssen, wird typischerweise ein übergreifendes Produktionsplanungs- und -steuerungssystem angewendet. Dabei rückt die Betrachtung der Anlagenparameter in den Hintergrund und die Parameter des Produktionssystems in den Vordergrund.

4.3 Erfassen von Energieverbrauchsdaten

Voraussetzung für die Prognose des Energieverbrauchs eines Unternehmens ist die Kenntnis darüber, welche elektrische Leistung Produktionsschritte oder Produkte benötigen. Je nach Art des Geschäfts kann die Ermittlung des Energieverbrauchs analytisch, aus den einzelnen am Produktionsprozess beteiligten Entitäten, oder statistisch, aus der Prognose der Vergangenheitswerte, abgeleitet werden. Dazu wird vorausgesetzt, dass zur Herstellung eines Produkts oder zur Erbringung einer Dienstleistung innerhalb einer bestimmten Zeit auf bestimmten Betriebsmitteln eine vorhersagbare Energie innerhalb eines geeigneten Toleranzbands verbraucht wird.

Die Prognose des Energieverbrauchs kann sich aus zeitbezogenen und mengenbezogenen Komponenten zusammensetzen. Für eine analytische Erfassung ist eine möglichst granulare und dem einzelnen Verbraucher nahe Messung anzustreben, um eine Zuordnung des Verbrauchs zu einzelnen Produktionsschritten zu ermöglichen. Der Energieverbrauch einzelner Betriebsmittel der Produktion wird kontinuierlich zu definierten Zeitpunkten gemessen und kann den erzeugten Produkten eindeutig zugeordnet werden, sodass daraus zeit- und mengenbezogene Komponenten für die Energieverbrauchsprognose ableitbar sind.

Der Energieverbrauch von Betriebsmitteln, der beispielsweise nicht direkt der Produkterzeugung zugeordnet werden kann, wird erfasst und ist gegebenenfalls in Abhängigkeit vom Betriebszustand des Betriebsmittels (z. B. Anlagen oder Werkzeuge) vorhersagbar. Der Energieverbrauch der nicht einer bestimmten Anlage zugeordnet werden kann, wird erfasst und ist gegebenenfalls tages- und jahreszeitabhängig vorhersagbar. Für indirekte Verbräuche sollte ein geeigneter Verteilungsschlüssel angewendet werden, damit eine produktbezogene Zuordnung ermöglicht wird.