

Eine neue Ära im Energiesektor

OpEx reduzieren und gleichzeitig Nachhaltigkeit erreichen

Den meisten Unternehmen fehlt heute eine wirksame Strategie, ihren Energieverbrauch zu steuern und die Kosten unter Kontrolle zu halten. Dieser Beitrag hilft Energie- und Anlagenmanagern zu verstehen, warum datengesteuerte Energiemanagementlösungen zur Optimierung von Effizienz, Verfügbarkeit und Umweltverträglichkeit an Zugkraft gewinnen.

Wachstum des Energieverbrauchs

Um im Wettbewerb bestehen zu können und ihre operative Leistung zu optimieren, müssen Organisationen und Unternehmen neue Pläne, unter Nutzung digitaler Technologien wie das Internet der Dinge (IoT), aufstellen. Die Gebäude, in denen wir leben und arbeiten, haben einen Anteil von mehr als 42 % am weltweiten Energieverbrauch durch Heiz-, Kühl- und Beleuchtungssysteme [1]. In den nächsten 25 Jahren wird der weltweite Energiebedarf voraussichtlich um über 40 % steigen, was die Notwendigkeit von Energieeffizienz und Nachhaltigkeit deutlich macht. Das starke Wachstum der Energienachfrage beeinflusst die Komplexität der Energieverteilungssysteme auf allen Ebenen. Die Stromnetze werden immer dynamischer, um Distributed Energy Resources (DER) zu verwalten, während private und öffentliche Unternehmen die Herausforderung anneh-

men, Umgebungen zu schaffen, die sich selbst tragen können.

Darüber hinaus sind mehr als die Hälfte der Stromausfälle in Gebäuden, sowohl im gewerblichen als auch im industriellen Bereich, auf Probleme mit Geräten und schlechten elektrischen Verteilungssystemen zurückzuführen, die mehr Strom verbrauchen als nötig. Angesichts dieser Situation besteht heute mehr denn je die Notwendigkeit, den Energieverbrauch und die Kosten zusammen mit der Zuverlässigkeit der Stromversorgung zu optimieren (Bild 1). Dies gilt insbesondere für kritische Bereiche wie Gebäude des Gesundheitswesens, Rechenzentren, öffentliche Infrastruktur und Produktionsanlagen mit kontinuierlichen Prozessen.

Die durch das IoT ermöglichte Digitalisierung ist von zentraler Bedeutung, um das Wachstum des Energiebedarfs und die damit verbundenen Herausforderungen zu unterstützen. Produktivitätssteigerungen auf Grundlage von Daten bei gleichzeitiger Verbrauchs- und

Kostensenkung könnte Organisationen dabei helfen, ökologische Nachhaltigkeit durch geringere Emissionen zu erreichen. Daten in nutzbare Erkenntnisse umzuwandeln, kann Wege zur Verbesserung aufdecken und Organisationen dabei unterstützen, Effizienzlücken zu erkennen und Risiken zu mindern.

Messen und Überwachen elektrischer Systeme

Häufig haben Organisationen weder die Kontrolle über ihren Energieverbrauch noch eine Methodik, um über den Betrieb ihres Standortes oder Gebäudes zu informieren. Um den vollen Nutzen aus der Digitalisierung ziehen zu können, müssen Organisationen zunächst verstehen, wie und wieviel Energie verbraucht wird. Daher besteht der erste und wichtigste Schritt im Energiemanagement darin, das Verhalten der elektrischen Anlage genau zu identifizieren. Durch die Visualisierung von Daten in Echtzeit oder in aggregierter Zeit können Kunden ihr elektrisches Verteilersystem besser verstehen und erkennen, wo die Ineffizienzen liegen (Bild 2).

Die Messung liefert Energiemanagern und Betreibern zuverlässige Informationen über den Energieverbrauch, in Echtzeit oder aggregiert. Meistens werden Muster der Energieverschwendung durch ein Energiedaten- und Analyse-Grundgerüst in Verbindung mit einem robusten Anlagenenergiemodell aufgedeckt, die andernfalls unmöglich zu erkennen wären. Darüber hinaus kann, je nach den Bedürfnis-

1 Konzeptionelle Smart City, die verteilte Energieressourcen wie Sonnen- und Windenergie nutzt



Quelle: ABB

Quelle: ABB



2 Hypothetische Darstellung der Energieaufnahme eines Gebäudes über einen typischen Tag

sen der Organisation, das Hinzufügen von weiteren Messpunkten die Genauigkeit deutlich erhöhen. Das ermöglicht detaillierte Einblicke in die Anlage auf Grundlage von mehr Daten für Optimierungsmaßnahmen. Die Zähler sollten auf verschiedenen Ebenen der Anlage installiert werden, damit die Messung einzelner Lasten oder Lastgruppen (homogen) mindestens 70 % des Stromverbrauchs darstellen kann.

Es hat sich gezeigt, dass Verbesserungen, die auf der Messung basieren, den Energieverbrauch um bis zu 45 % reduzieren [2]. Doch während die meisten Organisationen die Bedeutung der Messung und Überwachung verstehen, setzen nur wenige Organisationen eine effektive Strategie für das Energiemanagement um. Organisationen führen tatsächlich in der Regel unabhängige und unkoordinierte Projekte durch, die aufgrund mangelnder Kenntnisse und Methoden meist klein und kurzfristig sind. Ein solcher Ansatz führt zu Ergebnissen, die weit unter den Erwartungen liegen. Die Energieüberwachung wird als wenig wertvoll angesehen, obwohl sich ein gut organisiertes Mess- und Überwachungssystem aufgrund niedrigerer Energie- und Wartungskosten und vernachlässigbarer Stromausfälle in kurzer Zeit amortisieren würde.

Messtechnologien, die aus Effizienzgründen zur Überwachung eines Gebäudes eingesetzt werden, können auf die Wasser-, Gas- und Wärmemessung ausgeweitet werden und bieten so eine umfassende Visualisierung, die ein Gesamtbild der Betriebsbedingungen vermittelt. Neben Sensoren, die Zustände wie Temperatur, Druck oder Feuchtigkeit erfassen, beginnen Analysen und z. T. Techniken des maschinellen Lernens (ML) eine wichtige Rolle zu spielen. Sie können dazu beitragen, das Energiesystem tiefergehend und auch unerwartete Verhaltensweisen besser zu verstehen. Das Benchmarking des Energieverbrauchs und der elektrischen Systemparameter basiert

in der Regel auf der Betrachtung des ganzen Jahres, wobei der Vergleich verschiedener Jahreswerte am wichtigsten ist. Kurzzeitanalysen, wie z. B. Monatsvergleiche, können auch für die Identifizierung spezifischer Ereignisse in einem bestimmten Zeitraum wertvoll sein. Benchmarking kann allerdings ohne konstante Anwendung nicht genau sein: Eine kontinuierliche Überwachung ist notwendig, um festzustellen, ob eine Stichprobe einen guten oder schlechten Zustand darstellt. Ein solcher Ansatz ist auch die Grundlage für energieeffiziente Prozesse und Strategien in Produktionsumgebungen.

Beispielsweise bieten Energieleistungskennzahlen (EnPI), die meist zum Erwerb von Zertifizierungen oder als Grundlage für Energieaudits verwendet werden, das größte Potential, Wege und Auswirkungen von Eingriffen zu erkennen – aber nur, wenn sie kontinuierlich und strukturiert ermittelt werden. Angenommen eine Verbesserung der Energieeffizienz um 5 % mit Hilfe eines installierten Messsystems [3] hat eine ebenso große Stromersparnis zur Folge. Wenn bei einem industriellen Produktionsstandort einer Organisation (mit Solardach) beispielsweise Energiekosten von durchschnittlich 800 000 Euro pro Jahr entstehen können, beträgt die Kostenersparnis dann 40 000 Euro. Durch die Messung und Überwachung des elektrischen Verteilersystems kann die Organisation also Tausende Euro pro Jahr einsparen.

Ohne Zugang zu Daten ist die Diagnose und das Beheben von Problemen für Organisationen ineffizient. Wenn ein Gerät beispielsweise nicht korrekt funktioniert, beauftragt der Werksleiter oder Energiemanager Wartungspersonal, um den Fehler zu untersuchen. Während ein mechanischer Defekt noch behoben werden kann, führt ein unbekanntes Problem (z. B. Spannungsunsymmetrie), möglicherweise zu Rätselfällen sowie zu unnötigem Aufwand an Zeit und Kosten ohne

Resultate. Der Zugang zu Daten und zuverlässige Informationen verkürzen die Zeit, die zur Identifizierung und Behebung der Störung benötigt wird.

Intelligente Energieoptimierung

Neben der Überwachung kommt der intelligenten Energieoptimierung eine wichtige Funktion zur Maximierung der Effizienz zu. Diese Optimierung des Energieverbrauchs zum maximalen Nutzen für Mensch und Umwelt besteht aus drei parallelen Strategien:

- Energieeinsparung
- Steuerung der Reaktion auf die Nachfrage
- Nutzung erneuerbarer Energiequellen.

Somit löst die Energieoptimierung mehrere Herausforderungen, die sich nicht nur auf das elektrische Verteilungssystem, sondern auch auf das Lastmanagement auswirken. Eine fortschrittliche Energieoptimierungslösung ermöglicht Nachhaltigkeit durch aktives Management der Standortausrüstung (was zur Reduzierung der CO₂-Emissionen beiträgt) und die Dezentralisierung der Energieerzeugung. Intelligente Energieoptimierung kann dem Kunden helfen, Energie in Verbindung mit einem dynamischen Stromnetz und verteilten Energieressourcen zu nutzen und gleichzeitig den Wechsel von fossilen Brennstoffen zu umweltfreundlicheren Energiequellen zu fördern. Sie kann daher die Schaffung intelligenter Netze (und letztendlich „intelligenter Städte“) innerhalb von Gewerbe- und Industriestandorten unterstützen und die Verantwortung für die Energieerzeugung und den Beitrag zum Markt dezentralisieren. Mehrere Studien [4], [5] sagen voraus, dass Energieoptimierungslösungen zu Energie- und Kosteneinsparungen von bis zu 25 % führen können – zum Beispiel durch Verlagerung oder Abbau von Lasten – und damit die Amortisationsdauer der Investitionen einer Organisation dramatisch verkürzen. In unserem hypothetischen Beispiel könnte die Einführung einer intelligenten Energieoptimierungslösung zu einer niedrigeren Energierechnung – etwa 200 000 Euro pro Jahr – sowie zu potentiellen Einnahmen führen, wenn der Energieüberschuss in das Stromnetz eingespeist wird.

Facility-Management über Elektrizität hinaus

Als komplexes System wird ein Gewerbe- oder Industriestandort über weitere Energiequellen wie Brennstoffe, Dampf, Wärme, Druckluft [6] sowie andere Versorgungseinrichtungen (Was-

ser, Gas) verfügen. Diese Quellen sollten auch dem Zweck der Effizienz dienen. Häufig werden Key Performance Indicators (KPIs) für diese Quellen in Energie-Audits (Untersuchungen zur Priorisierung der effektivsten Einsparmöglichkeiten bei Energie und anderen Versorgungseinrichtungen) mit einbezogen.

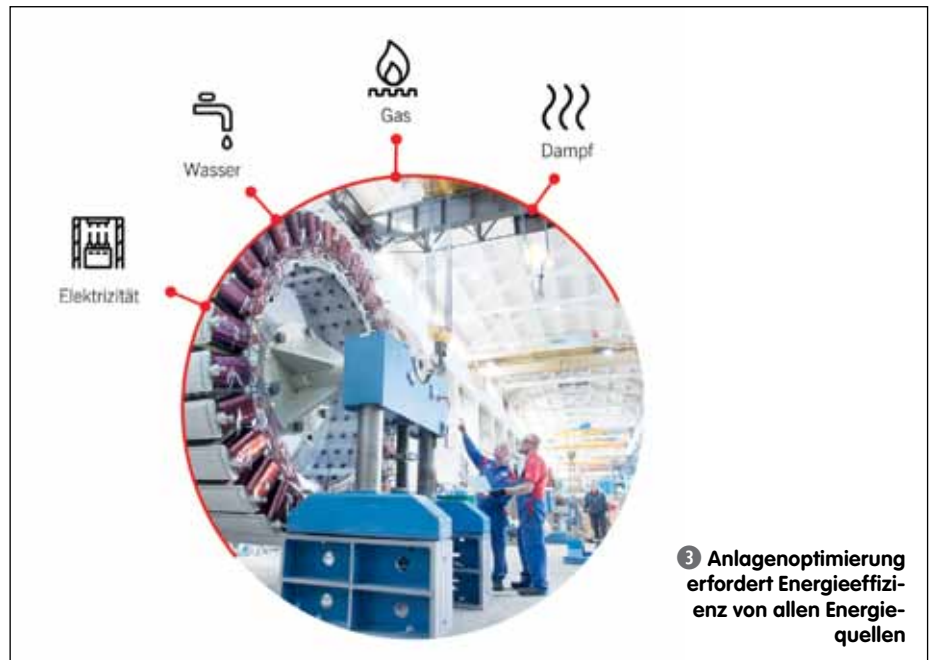
In einem Multi-Energie-/Versorgungsgebäude kann Effizienz durch die Koordination der verschiedenen Quellen sowie durch den Einsatz von Speichertechnologien wie Batterien, Wärmespeicher (Thermal Energy Storage, TES) und Superkondensatoren erreicht werden, wodurch unabhängige Microgrids geschaffen werden können (Bild 3). Daher bietet die Anlagenoptimierung als Ganzes einen wichtigen Ansatz für die effektive Spitzenlastreduzierung des Strom- oder Wärmebedarfs, die effiziente Nutzung erneuerbarer Energien, die kostengünstige Kohlenstoffabscheidung und verteilte Energiesysteme [7]. Die meisten Organisationen sind jedoch noch weit davon entfernt, eine Überwachungs- und Optimierungsstrategie für ihre Anlagen umzusetzen. Zu den Hindernissen gehören die hohen Kosten von Optimierungssystemen sowie die immer noch vorhandenen technologischen Beschränkungen. Sicherlich könnte die Nutzung von Daten verschiedener Energiequellen und Versorgungsunternehmen den Organisationen helfen, ihre anspruchsvollen Umwelt- und Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Die gute Nachricht ist, dass die Digitalisierung mit Hilfe des IoT voranschreitet und sich die Einführung zuverlässiger und kostengünstiger Cloud- oder Hybridangebote einfacher denn je gestaltet.

Vorteile von Management und Überwachung

Wie bereits erwähnt, können Unternehmen mit Stromüberwachungs- und Energiemanagementsystemen durch die kontinuierliche Auswertung ihrer Betriebsdaten erhebliche Kosten- und Wartungseinsparungen erzielen. In den meisten Fällen wirken sich diese Einsparungen direkt auf das Endergebnis der Gewinn- und Verlustrechnung aus. Darüber hinaus kann es noch weitere Vorteile geben, die häufig unterschätzt werden und weniger offensichtlich sind.

Überprüfung der Stromrechnung

Eine Abrechnung enthält in der Regel nur den Stromverbrauch und Strafgebühren. Häufig gibt es für den Kunden keine Möglichkeit, die Richtigkeit zu überprüfen oder eine Analyse dieser Werte vorzunehmen. Dabei kann die



3 Anlagenoptimierung erfordert Energieeffizienz von allen Energiequellen

Quelle: ABB

Installation eines Energiemanagementsystems einfache, aber solide Informationen liefern. Beispielsweise hilft die Möglichkeit, Kilowattstunden und Wirk- bzw. Blindleistung zu messen und diese Daten mit den im Vertrag veröffentlichten Tarifen zu vergleichen und Fehler oder Fehlinterpretationen zu erkennen.

Multi-Utility-Validierung

An einem Gewerbe- oder Industriestandort gibt es in der Regel verschiedene Anbieter für Energie, Wasser und andere Versorgungsleistungen. Die Rechnungen basieren in der Regel auf unterschiedlichen Zeiträumen (z. B. monatlich, zweimonatlich, vierteljährlich usw.) und werden oft nicht genau geprüft oder kontrolliert. Kleine, aber kontinuierliche Leckagen bleiben oft über lange Zeiträume unentdeckt, was zu unerwartet hohen Gebühren führen kann. Die Datenüberwachung kann die Früherkennung von Leckagen unterstützen und beispielsweise durch Warnungen ein rechtzeitiges Eingreifen und Kosteneinsparungen ermöglichen.

Lastprofile verfolgen

Die Verfolgung der Lastprofile hilft, frühe Anzeichen eines schlechten Gerätezustands zu erkennen. Erreicht eine typische Stromlast beispielsweise ab dem Zeitpunkt der Installation um 6 Uhr morgens ihren Höhepunkt und fällt am Ende des Tages wieder ab, unterstützt die Darstellung des Lastprofils eine Veränderung im zyklischen Muster zu erkennen und so ein zugrundeliegendes potentielles Problem

wie einen defekten Kompressor oder eine in der Nacht unbeabsichtigt betriebene Anlage, aufzudecken. Der Datenvergleich kann den Energie- bzw. Anlagenmanager dabei unterstützen, die Situation zu beurteilen und eine Korrektur zu planen, bevor es zu Funktionsbeeinträchtigungen kommt.

Vergleich mehrerer Standorte

Ein Vergleich zwischen verschiedenen Einrichtungen, die sich ähneln, ermöglicht eine Harmonisierung von Betrieb und Kosten. Wenn beispielsweise bei zwei vergleichbaren Produktionslinien in zwei verschiedenen Einrichtungen die Leistung einer Linie unter dem Nennwert liegt und sie mehr Energie verbraucht als die andere, ist dies wohl auf schlecht funktionierende Anlagen zurückzuführen. Der Vergleich von Stromverbrauch und -qualität mehrerer Standorte hilft dabei, das Problem zu lokalisieren und die entsprechenden Korrekturmaßnahmen zu ergreifen.

Maximieren der Anlagenleistung

Häufig auftretende harmonische Verzerrungen, die durch nichtlineare Lasten verursacht werden, können elektrische Komponenten beschädigen. Genauso können Transienten, Schwellungen und Unter-/Überspannungseignisse schädliche Auswirkungen auf Geräte haben. Beispielsweise kann eine nur fünfprozentige harmonische Verzerrung innerhalb von Transformatoren zu einem Kapazitätsverlust von 25 % führen. In ähnlicher Weise resultiert aus großen Unwuchten bei Motoren eine ineffiziente Leistung mit gerin-



Quelle: ABB

4 ABB Ability Energiemanagement Interface

gerem Wirkungsgrad und erhöhter Ausfallwahrscheinlichkeit [8]. Features zum Management der Leistungsqualität in Verbindung mit allgemeinen Geräteinformationen können dazu beitragen, das Problem frühzeitig zu erkennen, sodass Schäden und Ausfallzeiten minimiert oder sogar ganz vermieden werden können.

Energiemanagement als Software-as-a-Service

Noch vor wenigen Jahren beschränkten sich die Betreiber von Gebäuden und Anlagen auf einfache Energieüberwachungssysteme vor Ort. Die meisten damaligen fortschrittlichen Systeme basierten auf komplexen und teuren Lösungen. Nur wenige Systeme ließen sich nachrüsten und fast alle erforderten den Einsatz eines engagierten Teams vor Ort. Außerdem waren nur wenige intelligente Geräte verfügbar, deren Konnektivität auf eine kleine Datenmenge beschränkt war. Darüber hinaus wurden, insbesondere bei Brownfield-Projekten, Messpunkte neben intelligenteren Geräten auf der Grundlage der Lastdimension und nicht auf der Grundlage der Nützlichkeit für die strategische Überwachung des Systems ausgewählt.

In letzter Zeit gab es jedoch eine stetige Zunahme intelligenter Geräte mit höherer Genauigkeit und mehr überwachten Parametern auf dem Markt. Die Betreiber konzentrieren sich, unterstützt durch neue Vorschriften und Zertifizierungen, immer mehr darauf, die richtigen Messpunkte zu identifizieren, um relevante Informationen zu erhalten.

Neue digitale Technologien führen zu einer starken Verlagerung des Marktes hin zu erschwinglichen Hybrid- und Cloud-basierten Lösungen, die durch ein Software-as-a-Service-Modell (SaaS) unterstützt werden und somit Flexibilität in Bezug auf Upgrades, Add-

ons und Preisgestaltung bieten.

Der Markt für Energiemanagement- und Leistungsüberwachungssysteme verändert sich radikal. Für industrielle, gewerbliche und private Anwendungen entstehen zusehends IoT-Plattformen für das Energiemanagement. Durch die Erschließung von Cloud-Infrastrukturen ermöglichen diese Plattformen überall und jederzeit den sofortigen, unbegrenzten

und globalen Zugang zu Informationen zu einem erschwinglichen Preis. Komplexere Analysen können mit einer höheren Datenmenge in kürzerer Verarbeitungszeit reibungslos ablaufen. Dadurch liegen Rückmeldungen und Ergebnisse früher vor, was zu mehr Effizienz, Innovation und Wertschöpfung führt. Mit nur wenigen Klicks und minimalen Investitionen können Betreiber von einer einfachen Basis-Energiemanagementlösung mit Dashboards für die Anzeige des Echtzeit-Energieverbrauchs, Warnmeldungen für anormale Bedingungen und detaillierte Berichte zu einer anspruchsvolleren Version mit Funktionen wie fortschrittlicher Stromanalyse, Analyse der Stromqualität, Stromprognose und intelligenten Warnmeldungen wechseln (Bild 4). Mit diesen „intelligenten“ Funktionen erhalten Betreiber die wertvollen Informationen, die sie für ihre spezifische Anwendung oder ihr spezielles System benötigen.

Die Zukunft des Energiemanagements anpacken

Die Zukunft der Energie wird neue Wertschöpfungsketten umfassen, die durch digitale Technologien mit permanentem, multidirektionalem Datenfluss miteinander verbunden sind. Alle Beteiligten werden ihren eigenen Wert in das System einbringen und eine höhere Gesamteffizienz auf allen Ebenen, von der Produktion bis zum Endverbraucher, sicherstellen. Einfache oder komplexe Energiemanagementsysteme werden in diesem sich verändernden Ökosystem eine zentrale Rolle spielen und versprechen, durch verbesserte Effizienz, Ausbeute und Anlagenverfügbarkeit einen enormen ROI zu erzielen.

Die digitale Transformation wird auch Technologien der künstlichen Intelligenz (KI) und des maschinellen Lernens (ML) umfassen. Diese fortschrittlichen Technologien werden

entwickelt, um kommerzielle und industrielle Gebäude dabei zu unterstützen, ungeplante Verhaltensweisen oder notwendige Wartungen vorherzusagen, die nicht nur mit dem Energieverbrauch, sondern auch mit der Energiequalität und der Zuverlässigkeit der Anlagen zusammenhängen, was zu einer noch höheren Energieeffizienz führt. Zu den fortschrittlichsten Anwendungen werden branchenspezifische Lösungen gehören, die die Möglichkeit bieten, zukünftige Technologien zu integrieren.

Energieeffizienz wird von Tag zu Tag mehr zu einem strategischen Vermögenswert – ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal im Wettbewerb und ein starker Mehrwert zur Förderung von Wachstum und Rentabilität.

Neben der notwendigen Änderung an der bestehenden Energieinfrastruktur ist für die meisten Organisationen ein grundlegendes Umdenken erforderlich, um von den digitalen Technologien der nächsten Generation zu profitieren. Die Zeit für diesen Wandel ist nun gekommen. Schließlich haben Organisationen auch eine soziale Verantwortung, effizienter, grüner und nachhaltiger zu werden. Da die Nachfrage nach Energie wächst, wird das intelligente Energiemanagement ein grundlegender Bestandteil unserer Zukunft sein.

Nico Torfells

Literatur

- [1] IEA.org, Webverweis: <https://www.iea.org/data-and-statistics> Abruf: 23.06.2020
- [2] EIA – Energy Efficiency Report, Webverweis: <https://www.eia.gov/consumption/reports.php#/T100> Abruf: 23.06.2020
- [3] Carbon Trust Organization – Reports, Webverweis: <https://www.carbontrust.com> Abruf: 23.06.2020
- [4] Energy Foundation – Reports, Webverweis: <https://www.ef.org> Abruf: 23.06.2020
- [5] European Online Journal of Natural and Social Sciences 2014; Vol. 3, No. 3 Special Issue on Environmental, Agricultural, and Energy Science, Webverweis: <https://european-science.com/eojnss/issue/view/19> Abruf: 23.06.2020
- [6] ISO 50001 – 2018, Webverweis: <https://www.iso.org/standard/69426.html> Abruf: 23.06.2020
- [7] Capacity Optimization for Electrical and Thermal Energy Storage in Multi-Energy Building Energy Systems, ICAE 2018, Webverweis: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610219301936> Abruf: 23.06.2020
- [8] Energy Management Handbook, The Fairmont Press, Inc. 7th Edition, Webverweis: https://www.academia.edu/33324894/Energy_Management_Handbook_7th_Ed_Doty_and_Turner_Fairmont_Press_2009_03_Oct_2009_pdf Abruf: 23.06.2020