



SIEMENS



Totally Integrated Power

# Technische Schriftenreihe Ausgabe 11

Energiemanagement-Norm DIN EN ISO 50001

# Anlass, Ziel und Vorgehensweise der DIN EN ISO 50001

## Anlass der Entstehung

Unternehmen<sup>1</sup> verschiedener Arten und Größen wollen zunehmend ihren Energieverbrauch reduzieren. Diese Forderung wird getrieben von der Notwendigkeit bzw. dem Wunsch:

- Kosten zu reduzieren,
- die Auswirkungen steigender Energiekosten zu reduzieren,
- selbstaufgelegte oder staatlich auferlegte Emissionsziele einzuhalten,
- die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu reduzieren und
- das Ansehen des Unternehmens hinsichtlich gesellschaftlicher Verantwortung zu stärken.

Zudem wollen Staatsregierungen zunehmend Treibhausgasemissionen ihrer Bürger und Industrien reduzieren und beschließen immer häufiger gesetzliche Auflagen mit dem Ziel der Emissionsreduzierung.

Treibende Staaten waren China, Dänemark, Irland, Japan, Südkorea, die Niederlande, Schweden, Thailand und die USA welche diverse Energiemanagementstandards, -spezifikationen und -vorschriften entwarfen.

In der Folge entwickelte das Europäische Komitee für Normung (CEN) die *EN 16001:2009 Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung* als erste internationale Energiemanagementnorm. Sie wurde im Juli 2009 veröffentlicht und im April 2012 durch die ISO 50001 ersetzt.

Seit 2008 entwickelte die amerikanische Stelle zur Normung industrieller Verfahrensweisen zusammen mit seinem brasilianischen Partner ABNT die ISO 50001. Unterstützt wurden sie von Experten aus über 40 Staaten. Dank der engen Zusammenarbeit mit den europäischen ISO-Mitgliedsstaaten konnte man viele Themen und Inhalte aus der vorangegangenen Norm EN 16001 übernehmen und in die neue Norm ISO 50001 eingliedern.

Seit dem 17. Juni 2011 gilt die ISO 50001:2011 *Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung*.

## Ziel der Norm

Das wesentliche Ziel der Norm ist es, die energiebezogene Leistung und die Energieeffizienz kontinuierlich zu verbessern sowie Energieeinsparungen zu erzielen. Dies geschieht durch einen systematischen Ansatz, der Unternehmen bei dem Aufbau von Systemen und Prozessen unterstützen soll.

Ein konsequentes Energiemanagement hilft Unternehmen ungenutzte Energieeffizienzpotenziale zu erschließen und zielgerichtete Maßnahmen umzusetzen. Sie profitieren von Kosteneinsparungen und leisten einen wesentlichen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz, beispielsweise durch die dauerhafte Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Das aktuelle Energiekonzept der Bundesregierung sieht zudem vor, dass ein Energiemanagementsystem die notwendige Voraussetzung für steuerliche Vergünstigungen darstellt.

Die Mitarbeiter und speziell die Führungsebene sollen durch die Norm für ein gradliniges und langfristiges Energiemanagement sensibilisiert werden. Auf diesem Weg können Einsparpotenziale ausgeschöpft und zudem Wettbewerbsvorteile sowie ein enormer Imagegewinn für das Unternehmen geschaffen werden.

---

<sup>1</sup> Die ISO 50001 verwendet in diesem Zusammenhang den Begriff „Organisationen“.



# Für den Planer relevante Phasen

## Einführung und Umsetzung

Zweifelsohne sind alle vier Hauptprozesse eines PDCA-Zyklus wichtig für einen erfolgreichen kontinuierlichen Verbesserungsprozess, jedoch scheint auf den ersten Blick der Prozess der Einführung und Umsetzung ("Do") am wichtigsten zu sein.

Die in der Planungsphase ausgeführten Schwerpunkte werden in der Phase der Einführung und Umsetzung weiter beschrieben. Die einzusetzenden Messgeräte, deren Genauigkeit und Einbaupositionen sowie deren Auswertesysteme sind eindeutig zu spezifizieren.

## Fähigkeiten, Schulung, Bewusstsein

Neben dem Automatisierungsgedanken wird auch der Mensch als Teil des Unternehmens, der den Energieeinsatz beeinflussen kann, berücksichtigt.

Die ISO 50001 erwartet hier eine ausreichende Befähigung der im oder für das Unternehmen tätigen Personen. Diese kann durch geeignete Ausbildung, durch Schulung, Kenntnisse oder Erfahrung erlangt werden. Alle Mitarbeiter und Personen, die im Namen des Unternehmens arbeiten, müssen nicht nur

verstehen, wie wichtig es ist, entsprechend dem EnMS zu handeln, sondern sie müssen sich auch ihrer Einflussmöglichkeiten bewusst werden, um aktiv Einsparungen zu erkennen und durch ihre Handlungen umzusetzen.

Hier werden entsprechend die Zielgruppen für Schulungen und Schulungsinhalte definiert.

## Kommunikation

Bei der Einführung und Umsetzung ist auch die Kommunikation mit zu berücksichtigen. Die unternehmensinterne Kommunikation ist zwingend zu beschreiben, die externe Kommunikation bei Bedarf. Im Weiteren ist deren Inhalt und zeitliche Aktualisierung zu dokumentieren.

Die Einführung und Umsetzung eines Prozesses zum Einreichen von Verbesserungsvorschlägen hinsichtlich des EnMS ist dagegen verpflichtend und ist somit zwingend einzuführen.

Alle Mitarbeiter müssen informiert und in die strategische Ausrichtung des Unternehmens bezüglich Energiethemen mit einbezogen werden.

## Dokumentation

Eine normgerechte Dokumentation umfasst die Hauptbereiche

- Geltungsbereich und Grenzen des EnMS,
- Energiepolitik,
- strategische und operative Energieziele sowie Aktionspläne für deren Erreichung,
- Dokumente und Aufzeichnungen.

## Ablauflenkung

Aus den strategischen und operativen Energiezielen sowie den definierten Aktionsplänen leiten sich die Ablaufpläne ab. Hierin wird beschrieben, welche Anlagen/Standorte, Prozesse, Systeme und Einrichtungen auf den Energie-

bedarf Einfluss nehmen und wie ein verbesserter Betrieb ermöglicht werden kann. Dazu zählen auch Instandhaltungsmaßnahmen, die einen effizienteren Anlagenbetrieb ermöglichen.

## Auslegung

Anlagen leben, sie werden erweitert, umstrukturiert, rückgebaut. Innerhalb dieser Planungen muss direkt

die energetische Optimierung und eine entsprechende Ablauflenkung mit erstellt werden.

## Beschaffung von Energiedienstleitungen, Produkten, Einrichtungen und Energie

Die Norm beschreibt nicht nur den betriebsinternen Verbesserungsprozess sondern erwartet auch die Betrachtung der eingekauften Ressourcen. Das heißt, alle Zulieferer sind von den Aktivitäten zu unterrichten und können auch gezwungen werden entsprechende Unterlagen / Kennwerte für die gelieferten Mengen zur Verfügung zu stellen.

Sind zum Beispiel die CO<sub>2</sub> Emissionen laut Ziel der Energiepolitik zu reduzieren, müssen die Stromlieferanten den CO<sub>2</sub> Anteil je gelieferter Kilowattstunde offenlegen. Der Einkauf kann jetzt den optimalen Lieferanten auswählen.

## Überwachung, Messung und Analyse

Eine grundlegende Anforderung an die Überprüfung ist die Sicherstellung, dass in geplanten Zeitabständen die Vorgaben überwacht, gemessen und analysiert werden.

In diesem Schritt wird speziell auf die einzelne Anwendung Bezug genommen, welche Energieart mit welchen Messungen erfasst und dokumentiert wird. Der Istwert und der zu erwartende Zustand werden beschrieben, dies beinhaltet auch EnPIs (Energy Performance Indicators).

In der Analyse dieser Vorgaben ist das Vorgehen sowie die Einhaltung des erwarteten Zustands aufzuarbeiten und schriftlich niederzulegen.

Bei der Erstellung des Planes zur Energiemessung legt die ISO 50001 Wert darauf, bestehende Messungen zu integrieren. Unter Messungen wird aber nicht nur die reine Messtechnik sondern auch deren Messwertaufbereitung, Messwertkommunikation, Datenkonsolidierung bis hin zu Datendokumentation (Grafiken, Tabellen) verstanden.

Innerhalb des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses kann sich eine Anpassung der Mess- und Zählrichtungen ergeben. Insbesondere wenn sich im Rahmen der energetischen Bewertung ergibt, dass hinsichtlich wesentlicher Energiemengen keine verlässlichen Aussagen bezüglich zeitlicher oder funktionaler Verteilung möglich sind.

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.

Die Ergebnisse von Überwachung, Messung und Analyse sind zu dokumentieren.

## Nichtkonformitäten, Korrekturen, Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen

Wird eine Anforderung aus der Einführung und Umsetzung nicht erfüllt, spricht man von einer Nichtkonformität.

Im Falle einer Nichtkonformität müssen die Gründe dafür ermittelt, bewertet, sowie Korrekturen und zugehörige Maßnahmen eingeleitet werden um ein erneutes Auftreten der Nichtkonformität zu verhindern. Die Norm versteht unter Korrektur eine Maßnahme zur Beseitigung einer erkannten Nichtkonformität und unter Korrekturmaßnahme eine Maßnahme zur Beseitigung der Ursache einer

erkannten Nichtkonformität. Unter Vorbeugemaßnahmen versteht die Norm alle Maßnahmen zur Beseitigung der Ursache einer möglichen Nichtkonformität.

Auf jeden Fall sind Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen zu dokumentieren.

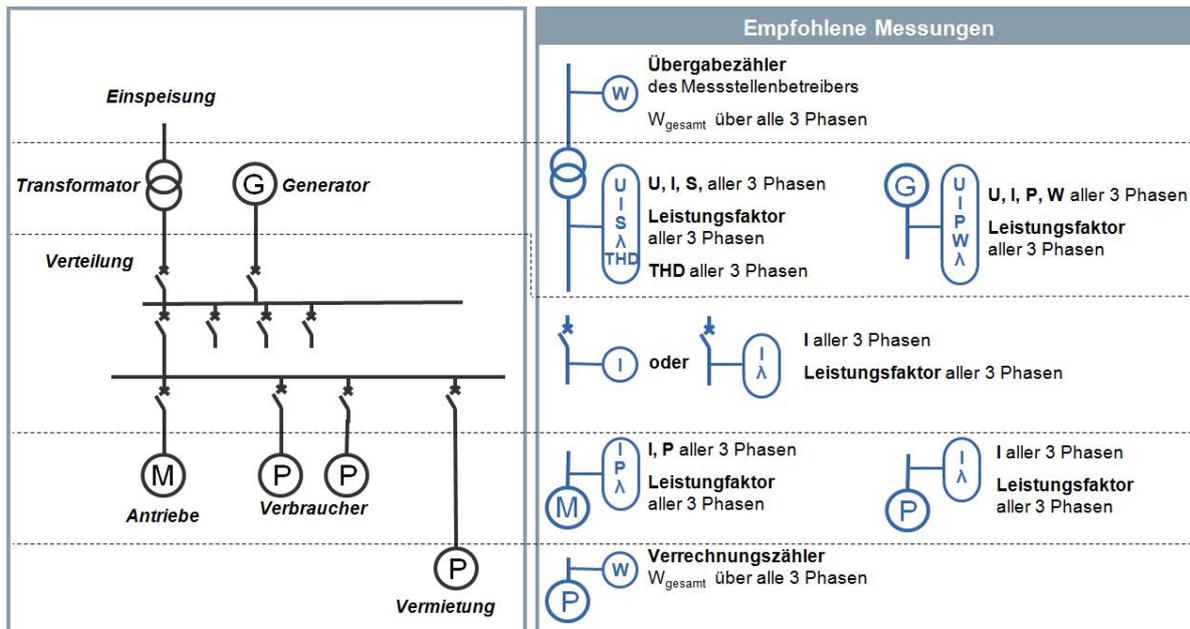
Die Wirksamkeit der eingeleiteten Maßnahmen muss überprüft werden. Dies kann schlimmstenfalls Auswirkungen bis hin zur Änderung des Energiemanagementsystems beinhalten.

# Beratung in den relevanten Phasen

## Beratung bei Einführung und Umsetzung

Schon zur Einführung und Umsetzung des EnMS können Berater maßgeblich beitragen.

Sie können den Kunden helfen die Messpunkte zu definieren, die Messintervalle festzulegen und die interne Kommunikation zu beschreiben, um aufzuzeigen, welche Information für wen innerhalb des Unternehmens nützlich ist.



Die Beratung umfasst dabei auch die Auswahl der Messgeräte und deren Platzierung innerhalb der Energieverteilung. Es sollten auf jeden Fall Einspeisungen sowie große Verbraucher messtechnisch erfasst werden.

Alle Einspeisungen für Areale, die weitervermietet werden sollen, benötigen kommunikationsfähige Energiezähler. Sollen die Messwerte zu Rechnungslegung dienen, sind Energiezähler mit MID-Konformitätskennzeichen einzusetzen (MID = Measuring Instruments Directive; Messgeräte-richtlinie).

Die Dimensionierung von Einspeisung, Transformatoren und Generatoren erfolgt nach ihrer Scheinleistung  $S$  in kVA. Für die Schienen, Kabel, Schutz- und Schaltkomponenten der elektrischen Verteilung sind die Ströme  $I$  in A ausschlaggebend. Verbraucher gehen grundsätzlich mit ihrer Wirkleistung  $P$  in kW und dem zugehörigen Leistungsfaktor  $\lambda$  in die Verteilungsdimensionierung ein. Sollen diese Größen der Planungsgrundlagen während des Betriebes nachgewiesen werden, sind entsprechende Messeinrichtungen vorzusehen. Bei der Verrechnung der verbrauchten Energie auf diverse Kostenstellen ist zusätzlich die Arbeit beziehungsweise Energie  $W$  in kWh innerhalb der Einspeisung und bei dem jeweils zu verrechnenden Verbraucher zu erheben.

Ein Generator wird wie ein Transformator behandelt, wobei zusätzlich die erzeugte Arbeit  $W$  in kWh zu messen ist. Bei vermieteten Flächen wird nach Energieverbrauch  $W$  in

kWh abgerechnet. Ein Energiezähler erfasst den Verbrauch, wobei bereits bei der Planung geklärt werden sollte, inwieweit der Zähler ein geeichter Verrechnungszähler sein muss.

Für die Transparenz beim Anlagenbetrieb ist es sinnvoll, am Transformator, zusätzlich zu der oben bereits erwähnten Scheinleistung, die Spannung  $U$  in V, den Strom  $I$  in A, den Leistungsfaktor und den Total-Harmonic-Distortion (THD)-Anteil (Summe aller Oberschwingungen, jeweils für die Spannung als auch für den Strom) zu messen. Im Verteilungsnetz ist eine einmalige Spannungsmessung direkt unterhalb des Transformators ausreichend. Für die Verteilungsnetze nach dem Transformator genügt es, den Spannungsfall zu kennen. Bei der Dimensionierung des Spannungsfalls wird ausgehend vom maximal zu erwartenden Strom der Nachweis erbracht, dass an jedem letzten Verbraucher die Spannung innerhalb der erlaubten Grenzen von maximal +10 %/-14 % bleibt. Dabei gibt die IEC 60038 (VDE 0175-1) für die Wechselstromnetze mit einer Nennspannung zwischen 100 und 1.000 V eine zulässige Abweichung von  $\pm 10\%$  vor und verweist auf den zusätzlich zulässigen Spannungsfall von 5 % in einer unmittelbar von einem öffentlichen Energieversorgungsnetz gespeisten Niederspannungsanlage und 8 % in einer von einem privaten Energieversorgungsnetz gespeisten Niederspannungsanlage, wie in IEC 60364-5-52 (DIN VDE 0100-520, Anhang G, informativ) beschrieben.

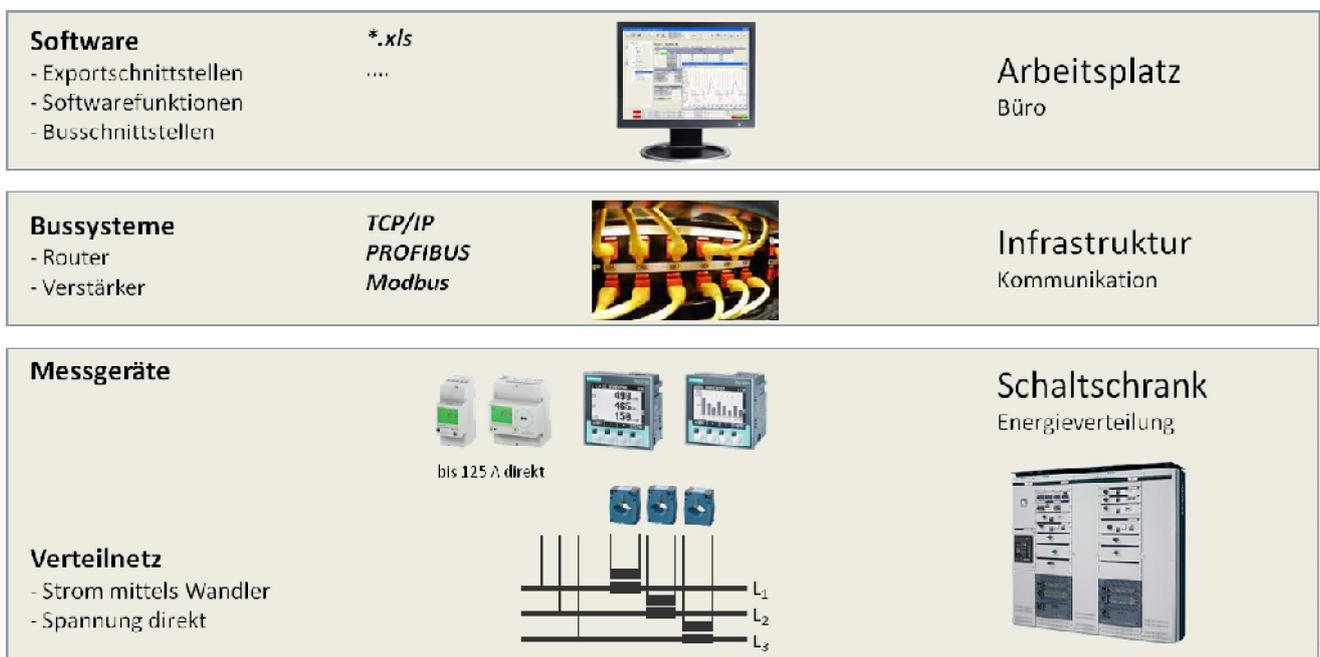
## Equipment für Energietransparenz und Energiemanagement

Siemens bietet Multifunktionsmessgeräte (7KM PAC), Zähler (7KT) und Messgeräte zur Energiequalität (SICAM P bzw. Q) an. Spannungen können innerhalb der Niederspannung direkt von den Messgeräten erfasst werden, Ströme 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.

Neben den reinen Messgeräten verfügen heute auch Motorschutz- und Steuergeräte (SIMOCODE) sowie Schutzgeräte (3WL, 3VL, NJ) über Messfunktionen.

Neben den elektrischen Messungen bietet das SITRANS-Spektrum Messungen nicht elektrischer Medien an.

Zur Übertragung der Messwerte für die weitere Auswertung, Analyse und Archivierung wird eine Infrastruktur von Bussystemen benötigt, z. B. TCP/IP, PROFIBUS oder Modbus. Hier wird üblicherweise auf die existierende Buslandschaft zurück gegriffen.



## Software für Energietransparenz und Energiemanagement

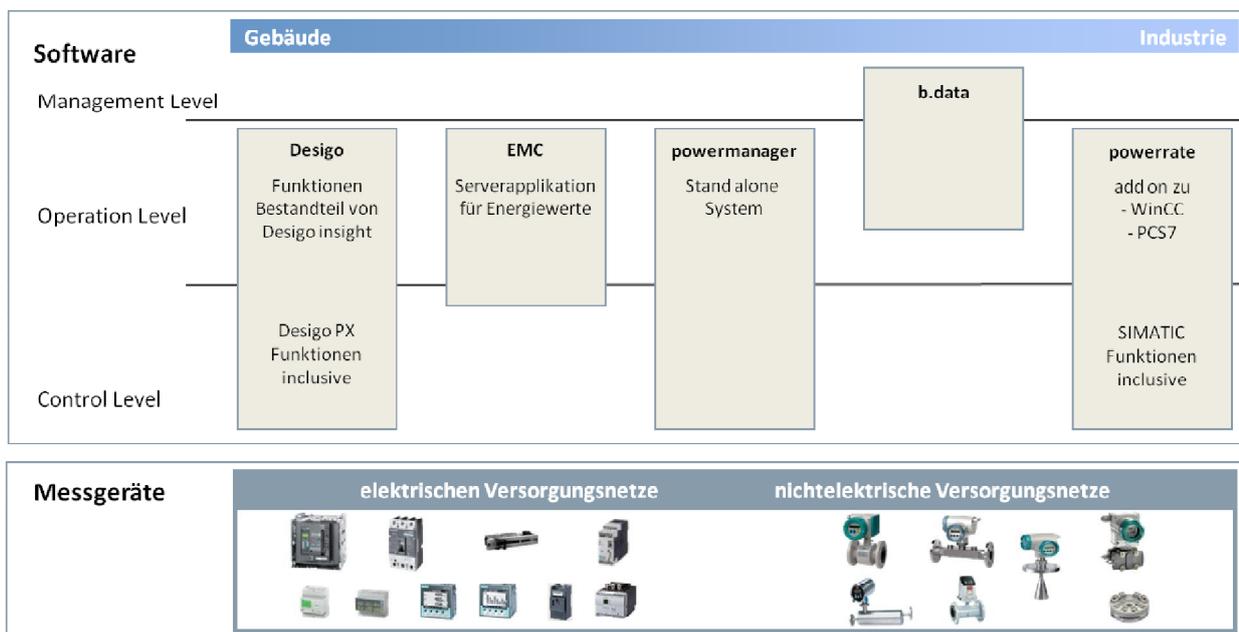
Siemens hat verschiedene Softwarepakete für unterschiedliche Anwendungen entwickelt.

Für Gebäude hat die Division Building Technologies DESIGO für den gesamten Bereich der Gebäudetechnik und EMC (Energy Monitoring and Controlling) als eine Serverapplikation für Energiewerte entwickelt. DESIGO hat direkten Zugriff auf die Messgeräte, wobei EMC eine Datenbankschnittstelle besitzt.

B.data und powerrate kommen aus der Industrie, wobei B.data neben dem Operation Level auch Teile eines Management Levels abdeckt. Powerrate als WinCC- bzw. PCS7-Applikation kann über die SIMATIC direkt auf die Messwerte zugreifen. Nur hier ist ein Lastmanagementsystem verfügbar.

Der powermanager als ein Stand-alone-System hat einen direkten Zugriff auf die Messungen und ermöglicht eine Transparenz der Energieflüsse.

Alle Systeme sind nicht nur für die Erfassung und Darstellung elektrischer Messwerte ausgelegt, sondern es sind alle Energiearten darstellbar.



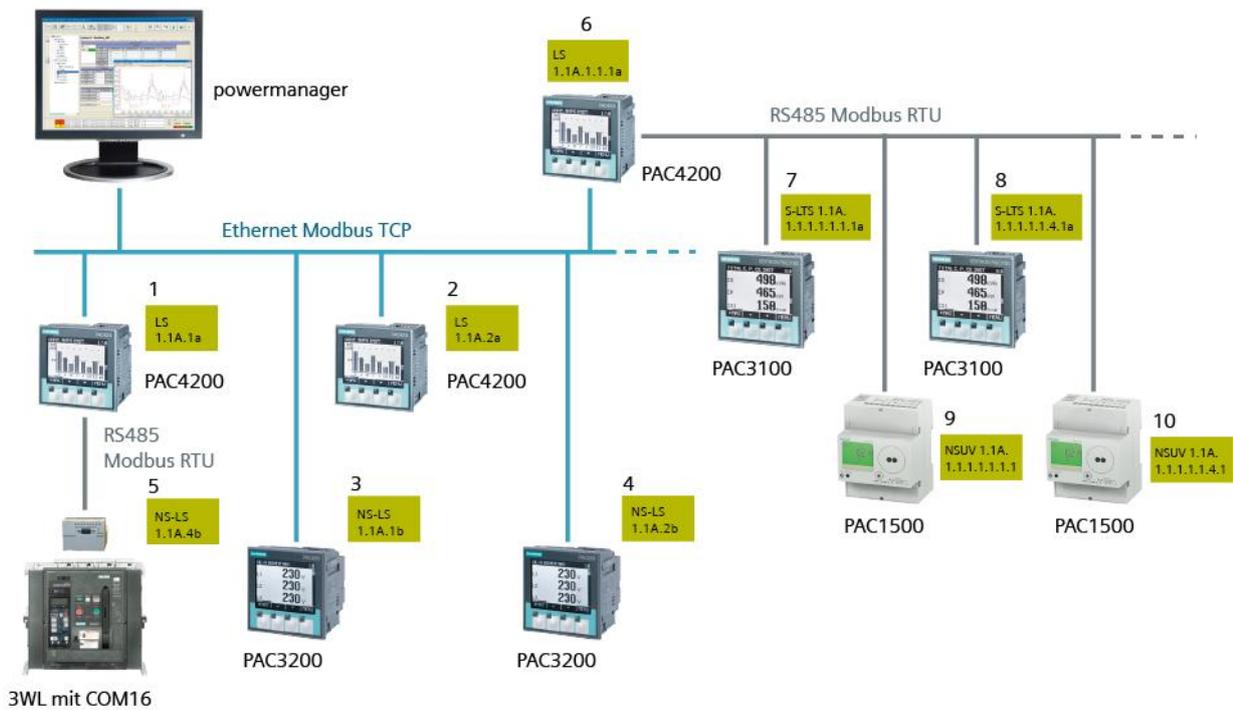
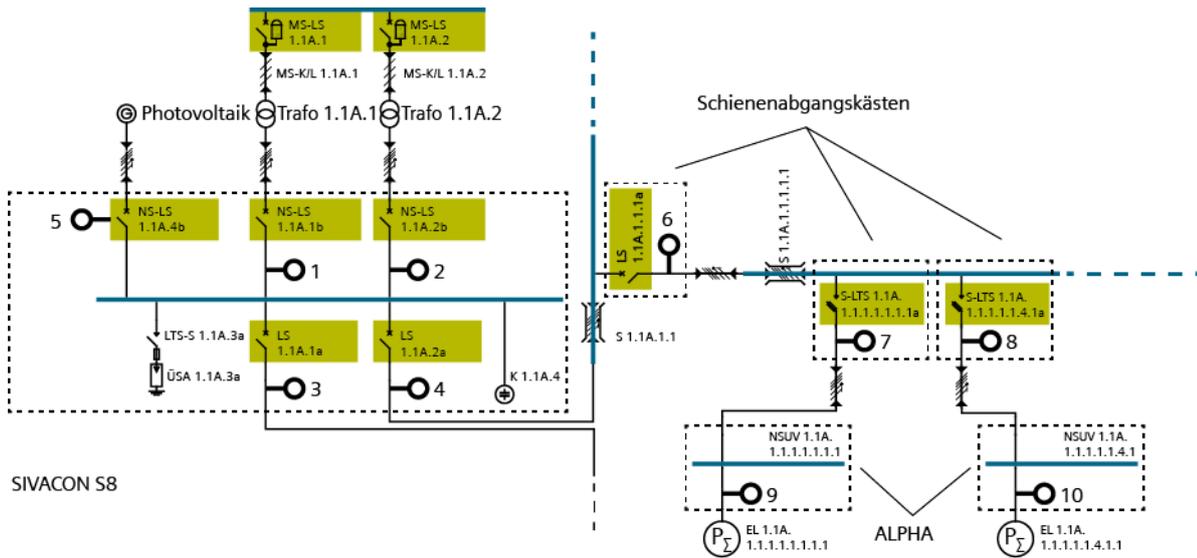
## Power-Management Konzept

Um eine Energietransparenz mit Hilfe von Darstellungen, Kennwerten und Auswertungen realisieren zu können, wird ein Konzept für ein Power-Management-System erstellt, das exemplarisch auf eine Verteilungsebene und einen Etagenverteilerstrang beschränkt ist. Dabei wird auf die Projektierung mit SIMARIS design zurückgegriffen. Die Kernelemente sind ausschnittsweise dargestellt. Weitere Etagen können analog angefügt werden, desgleichen weitere Etagenverteiler.

Für die Eingänge der Schaltanlage SIVACON S8 werden Multifunktionsmessgeräte des Typs 7KM PAC4200 gewählt, da eine Aufzeichnung der Power Quality erfolgen soll. Zudem ist für die Kommunikationsanbindung an die Datenleitungen im Gebäude eine Ethernet-Verbindung nötig. Dafür wird die Gateway-Funktion von 7KM PAC4200 genutzt. Die Auswertung der übermittelten Daten erfolgt auf einem Windows-PC mit Hilfe der Software powermanager.

Zwischen den Feldern erfolgt die Kommunikation zum Gateway per Modbus RTU. Die Photovoltaikanlage wird messtechnisch über den offenen Leistungsschalter 3WL mit einer für Modbus geeigneten COM16-Baugruppe eingebunden. An den beiden Ausgängen der Schaltanlage SIVACON S8 überwachen zwei 7KM PAC3200 die Versorgungsdaten.

Da von jeder Etage aus die Daten per Ethernet an die Software powermanager übertragen werden, ist dazu jeweils ein 7KM PAC4200 als Gateway nötig. Dieses misst nicht nur die Daten des Ebenenverteilers, sondern leitet auch die per Modbus übermittelten Informationen aus den einzelnen Schienenabgangskasten (Messgeräte 7KM PAC3100) und Installationsverteilern (3-Phasen-Zähler 7KT PAC1500) weiter.



## Beratung für Überwachung, Messung und Analyse

Überwachung, Messung und Analyse sind die Aufgaben während des Betriebes.

In dieser Phase kann Siemens sein Know-how einbringen und über die Transparenz, durch die Aufarbeitung und zielgerichtete Darstellung der Messwerte, die Grundlage für die Analyse schaffen.

Hier muss herausgefunden werden, wie was kontrolliert wird und welche Zeitzyklen für die Kontrolle angemessen sind. Z. B. könnten die Ganglinien tages- und schichtbezogen dargestellt werden.

Für die Überwachung sollte man sich darüber im Klaren sein, wie die Messwerte verarbeitet werden sollen.



Es gibt verschiedene Messintervalle mit verschiedenen Darstellungsarten. Auf der rechten Seite sind längere Intervalle wie Tage oder Monate zu finden wie sie in Berichten verwendet werden. Werden die Daten in 15-Minutenintervallen erfasst, sind die Investitionen für Messgeräte und Überwachung höher. Diese Methoden sind jedoch nur passiv und geeignet für Datenauswertungen.

Ist es Ziel ein aktives Lastmanagement zu betreiben, werden die Zyklen noch kürzer, für Istwerte hinunter bis zu mindestens 10 Sekunden. Für die Anwendungen auf der linken Seite haben Messgeräte, Businfrastruktur und Software eine höhere Qualität und verursachen höhere Kosten.

Werden nur Messinstrumente für eine passive Auswertung gesetzt, so ist kein aktives Management mehr möglich. Wenn Messinstrumente für ein aktives Management installiert werden, ist es dagegen immer möglich die Daten für eine passive Auswertungen auszulesen. Es ist wichtig sich dessen bewusst zu sein, wenn die Entscheidung für die Installation der Messgeräte gefällt wird.

Es müssen also schon in der Planungsphase von elektrischen Energieverteilungen alle Messungen, die für die ISO 50001 wichtig sind, mit betrachtet und eingeplant werden. Die Kosten sind wesentlich geringer, wenn durch zielgerichtete Planung die Messungen schon bei der Neuerrichtung implementiert werden, als bei der Nachrüstung während des Betriebes der Anlage.

## Beratung bei Nichtkonformitäten, Korrekturen, Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen

Da in der Phase der Nichtkonformitäten, Korrekturen, Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen das erwartete Ergebnis mit dem verglichen wird, was tatsächlich vorliegt, müssen hier die Abweichungen analysiert, dokumentiert und Konsequenzen gezogen werden. So muss die Fahrweise unter Effizienzgesichtspunkten bewertet und optimiert werden. Dies kann durch den Vergleich von Ganglinien innerhalb verschiedener Betriebsphasen geschehen.

Die Dokumentation der Analysen gliedert sich in die drei Bereiche Verbrauchsverhalten, Nutzungsrhythmus und Hilfsmittel zum Controlling.

### Verbrauchsverhalten

Der Energieverbrauch wird über verschiedene Arten von Ganglinien abgebildet, aus denen anschließend das Verbrauchsverhalten abgeleitet wird.

Ganglinien sind die grafische Darstellung von Messwerten in ihrer zeitlichen Reihenfolge. Auf der x-Achse wird die Zeit, auf der y-Achse werden die Messwerte aufgetragen.

Eine Jahresganglinie beginnt mit dem Messwert des ersten Tages des Jahres um 0:15 Uhr und endet mit dem Wert für den letzten Tag des betrachteten Jahres um 24:00 Uhr. Aufgetragen werden die Mittelwerte im 15-Minuten-Raster, beginnend mit der vollen Stunde. Für Leistungsganglinien wird die mittlere Leistung eines 15-Minuten-Intervalls über dem zugehörigen Zeitraum aufgetragen. Typische Auswertungen, die eine Gangliniendarstellung ermöglicht, sind:

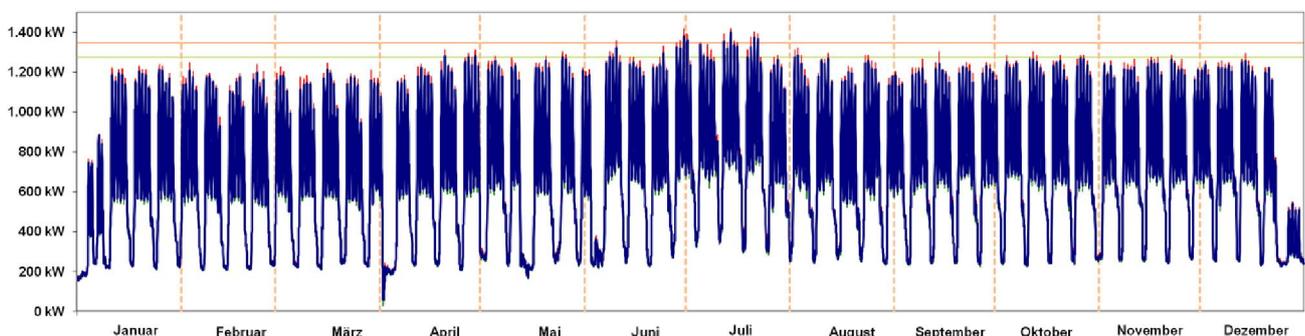
Wann wurden hohe Bezugsleistungen benötigt?

- Zeigt sich ein typisches Verhalten des Energieverbrauchs (z. B. ein typisches Zeit-Leistungs-Muster)?
- Gibt es zeitliche Zusammenhänge mit starken Änderungen bei den Leistungsmesswerten?
- Wie hoch ist die Grundlast?

Je nach Auflösung der zeitlichen Achse werden dabei immer spezifischere Aussagen möglich, beispielsweise zum Verhalten bei Sondersituationen oder Trendaussagen.

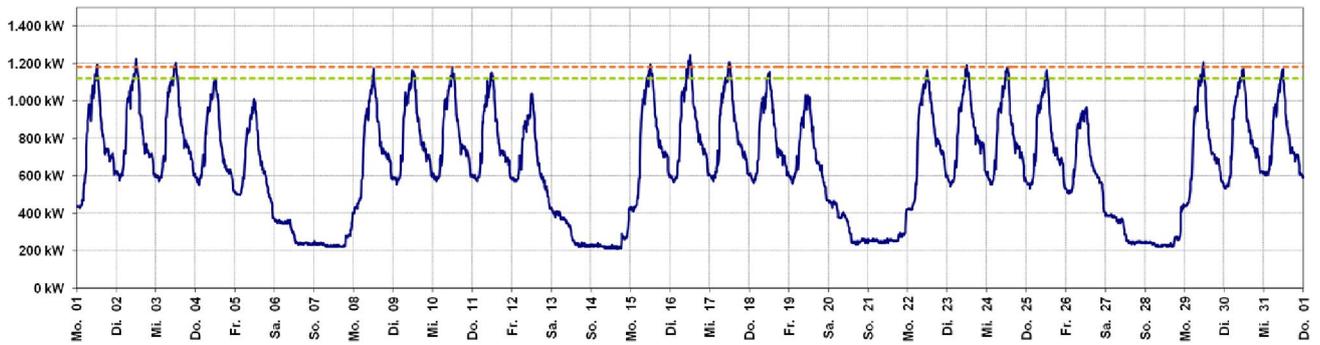
Die Auswertung von Jahresganglinien ist geeignet einen Überblick zu erzeugen über:

- Lastverhalten
- Kontinuität über Monate
- Stromspitzen an einzelnen Zeitpunkten im Jahr
- saisonale Schwankungen
- Betriebsferien und weitere Betriebsbesonderheiten
- Mindestleistungsanforderungen als Leistungssockel



Die grafische Darstellung einer Monatsganglinie kann zur Verdeutlichung eines möglicherweise typischen Verhaltens genutzt werden:

- Ähnlichkeit des Leistungsbezugs
- Kontinuität an den Wochenenden
- Leistungsbezug in den Nächten
- Grundlast
- Feiertage/Brückentage/Wochenenden und weitere Betriebsschließungstage



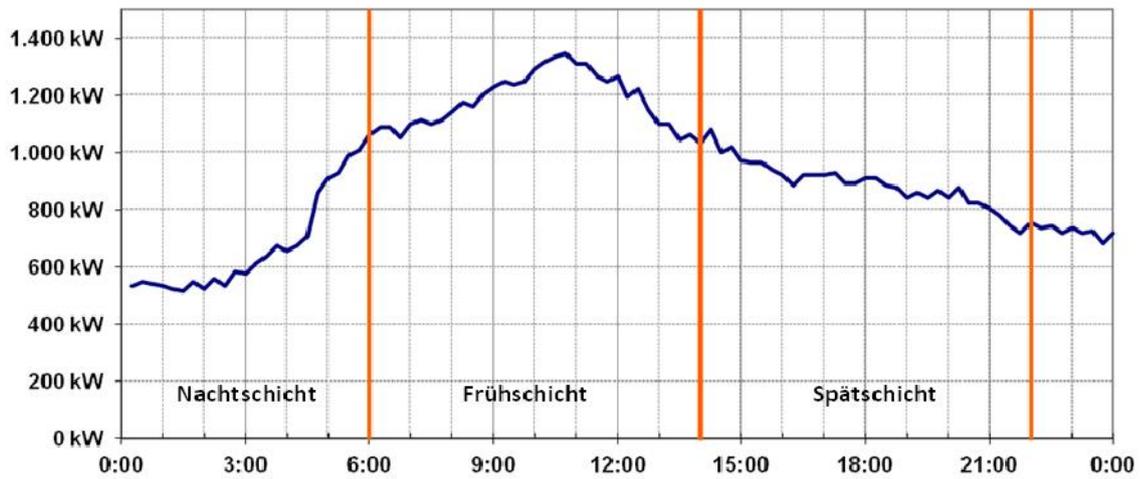
Bei der Wochenganglinie werden tagesspezifische Unterschiede deutlich:

- Tagesbedarf
- Tagesschwankungen
- Typisches Schichtverhalten
- Bedarfsspitzen



Bei den Tagesganglinien werden einzelne 15-Minuten-Intervalle aufgetragen, damit zum Beispiel folgende Zeitpunkte erkennbar werden:

- Genaue Darstellung des Tagesbedarfs und Änderungszeitpunkte
- Pausen
- Schichtwechsel



## Nutzungsrhythmus

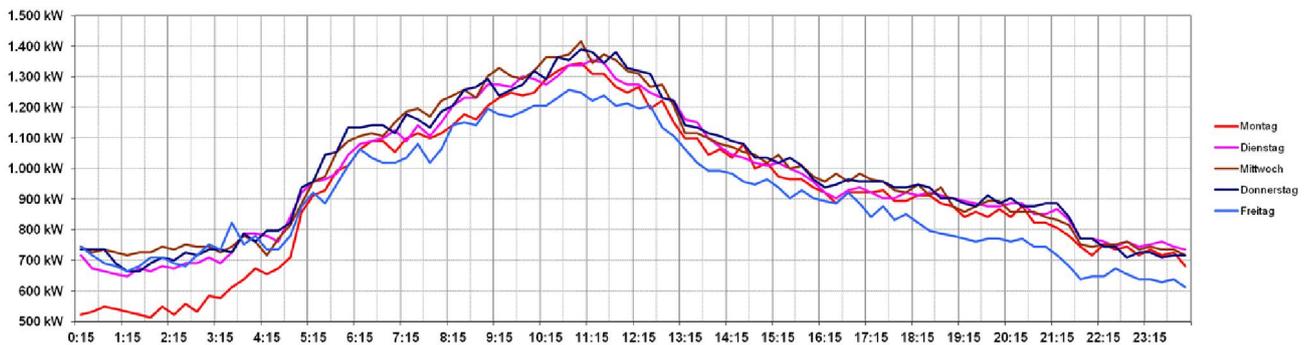
Zur Bewertung der Kontinuität des Energiebezuges werden die Ganglinien verschiedener Tage über 24 Stunden aufgetragen.

Die Zusammenführung der Daten in überlagerte Ganglinien ermöglicht nun noch mehr Aussagen bezüglich des Nutzungsrhythmus.

Beim Überlagern von Ganglinien werden gleiche Zeitabschnitte (z. B. Tage, wie hier) in einer Graphik dargestellt. Sie liefern den Beweis dafür, ob das Verbrauchsverhalten

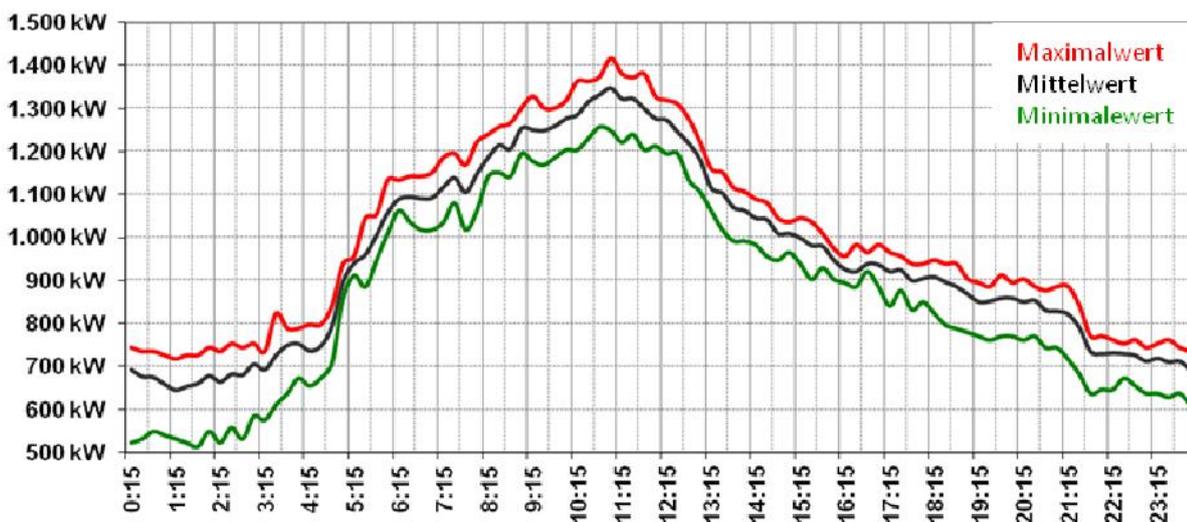
innerhalb der betrachteten Zeiträume wirklich ähnlich sind. Definierte Zeiträume können auf Monate, Wochen, Tage, aber auch auf Feiertage, Brückentage oder Betriebsferien bezogen sein.

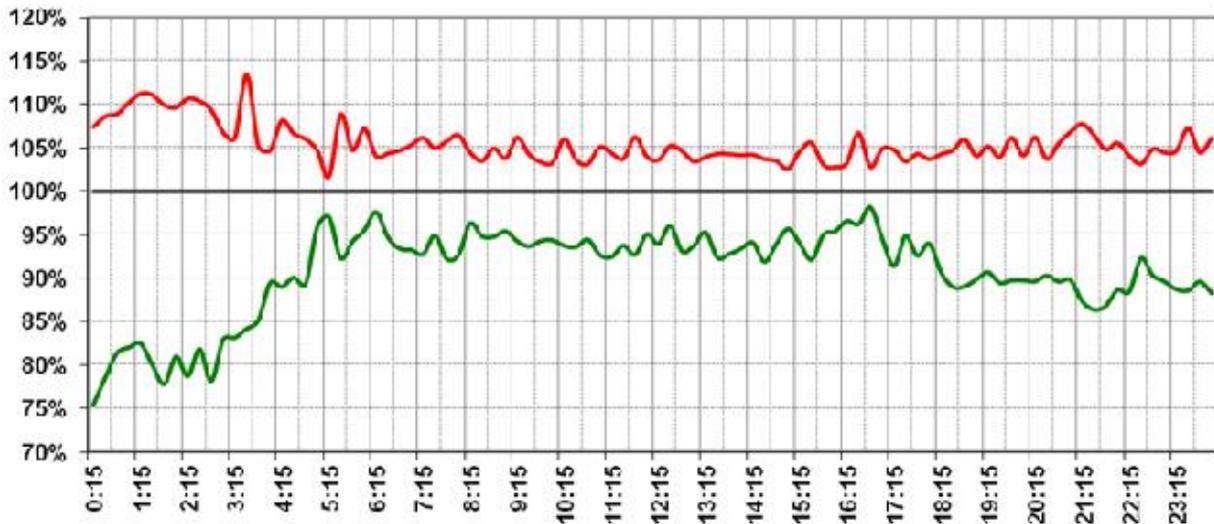
Bei dieser Graphik ist anhand des kontinuierlichen Kurvenverlaufs der Arbeitstage von Montag bis Freitag deutlich zu erkennen, dass der Verbrauch an den Wochentagen über 24 Stunden hinweg ähnlich ist. Spitzen und Täler treten zur gleichen Zeit auf.



Die Kurve für die absolute Abweichung wird von der Hüllkurve der überlagerten Tagesganglinien abgeleitet. Dafür werden drei Kurven erstellt: Die rote Maximumkurve, die schwarze Durchschnittskurve und die grüne

Minimumkurve. In dieser Abbildung zeigen sich nur minimale Abweichungen, aber es können noch keine konkreten Aussagen getroffen werden. Dafür ist die Darstellung der relativen Abweichung notwendig.





Dabei wird der Mittelwert auf 0 % gesetzt. Anschließend werden die Minimal- und Maximalwerte als prozentuale Abweichung vom Mittelwert dargestellt. Es fallen Abweichungen zwischen +10 und -25 % auf. Die größten Abweichungen treten zwischen 18 und 6 Uhr auf. Beim Verfolgen des Ursprungs zeigt sich, dass die Abweichungen zwischen 0 und 6 Uhr vom Montag und zwischen 18 und 24 Uhr vom Freitag stammen.

Es ist angebracht, bezüglich dieser Abweichungen Nachforschungen anzustellen und herauszufinden, wo diese herkommen.

Hier sollte überprüft werden, ob in der Fahrweise Anpassungen gemacht werden können, indem die Mitarbeiter durch Best Practice Sharing vom besten Leitstandfahrer lernen.

## Hilfsmittel zum Controlling

Die Hilfsmittel für das Controlling sind u. a. Kennwerte, die einen Überblick und Vergleiche für zyklische Reporte liefern, um z. B. die ISO 50001 zu erfüllen, für KPIs und EnPIs.

Kennwerte spiegeln die Eckpunkte der Betrachtung wider.

Basis der Kennwerte stellen die ¼-h-Messwerte dar. In Tabellen und Grafiken werden monats- bzw. jahresbezogen die Maximalwerte, Mittelwerte (arithmetischer Mittelwert) und Minimalwerte aufgelistet.

Die Arbeit wird monats- und jahresbezogen sowohl absolut als auch kumuliert ausgewiesen.

Die Nutzungsdauer als Quotient von Arbeit und maximaler Bezugsleistung wird monats- und jahresbezogen in Stundenwerten dargestellt. Die prozentualen Angaben errechnen sich aus den Stunden der Nutzungsdauer bezogen auf die Monats- bzw. Jahresstunden.

Zur Bewertung der verbrauchten Arbeit ist die Tagesanzahl je Monat und den jeweiligen Arbeitstagen aufgelistet.

	Januar 2010	Februar 2010	März 2010	April 2010	Maer 2010	Dezember 2010	Jahr 2010
<b>Bezugsleistung</b>							
- max	1.240 kW	1.249 kW	1.244 kW	1.311 kW	1.302 kW	1.293 kW	1.417 kW
- mittel	559 kW	630 kW	655 kW	638 kW	630 kW	625 kW	576 kW
- min	151 kW	204 kW	208 kW	27 kW	27 kW	221 kW	27 kW
<b>Arbeit</b>							
kumuliert	415.553 kWh	427.277 kWh	487.242 kWh	459.244 kWh	505.946 kWh	599.750 kWh	5.922.888 kWh
<b>Peak (Load)-Anteil</b>	2,22	1,96	1,90	2,05	2,05	2,07	2,10
<b>Nutzungsdauer</b>							
- in Stunden	335 h	342 h	392 h	350 h	350 h	360 h	4.180 h
- % vom Monat	45%	51%	53%	49%	49%	48%	48%
<b>CO<sub>2</sub> Foot print</b>							
600 g CO <sub>2</sub> /kWh	249 t CO <sub>2</sub>	256 t CO <sub>2</sub>	292 t CO <sub>2</sub>	276 t CO <sub>2</sub>	276 t CO <sub>2</sub>	279 t CO <sub>2</sub>	3.554 t CO <sub>2</sub>
<b>Verbrauch</b>							
NFG 42.300 qm							
monatlich	9,82 kWh/qm	10,10 kWh/qm	11,52 kWh/qm	10,86 kWh/qm	10,86 kWh/qm	10,99 kWh/cm	140 kWh/qm NFG
kumuliert	9,82 kWh/qm	19,93 kWh/qm	31,44 kWh/qm	42,30 kWh/qm	42,30 kWh/qm	140,02 kWh/qm	

Die monatlichen Kennwerte für den Energieverbrauch sind hier graphisch als grüne Balken aufgetragen. Die roten Dreiecke stehen für den maximalen Leistungsbezug. Das

Verhältnis zwischen Verbrauch und maximaler Leistung ist umso besser, je näher die Dreiecke an den Balken liegen.



Bei den n höchsten Jahres-/ Monatsbezugswerten sind die Werte tabellarisch mit ihren absoluten Leistungswerten in ihrer absteigenden Reihenfolge aufgetragen.

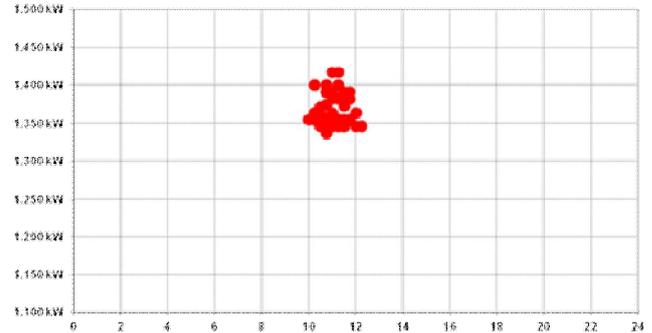
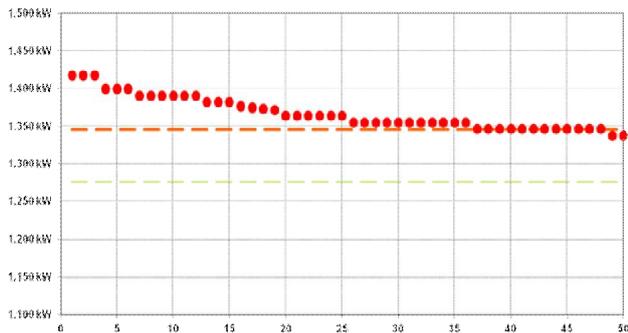
In der Spalte Datum/Uhrzeit ist deren zeitliches Auftreten dokumentiert. Die Leistungswerte der Spitzenminderung beziehen sich auf den größten ¼-h-Wert. Die Differenz der höchsten n Werte bezieht den letzten der n höchsten Werte auf den höchsten ¼-h-Wert.

In der Grafik ist auf der x-Achse die Reihenfolge der n höchsten Werte aufgetragen, auf der y-Achse die ¼-h-Leistungswerte.

Als kontinuierliche Linien sind noch die Spitzenminderungen um 5 und 10 % eingezeichnet.

Bei der Tagesverteilung ist die zeitliche Verteilung der n größten Werte innerhalb des Tages und deren Häufung dargestellt. Bei der Tagesverteilung der n höchsten Werte ist auf der x-Achse die Uhrzeit in vollen Stunden, auf der y-Achse die Leistung aufgetragen.

Diese beiden Grafiken dienen der Beurteilung, ob es sich lohnen würde ein Lastmanagement in Erwägung zu ziehen.



1/4h Wert	Datum / Uhrzeit	
1.417 kW	Mi. 30.06.10 11:00	KW 26
1.417 kW	Mi. 14.07.10 11:00	KW 28
1.417 kW	Mi. 14.07.10 11:15	KW 28
1.399 kW	Mi. 14.07.10 10:15	KW 28
1.399 kW	Mi. 14.07.10 10:45	KW 28
1.399 kW	Mi. 21.07.10 11:15	KW 29
1.390 kW	Do. 01.07.10 11:00	KW 26
1.390 kW	Mo. 12.07.10 10:45	KW 28
1.390 kW	Mi. 14.07.10 11:45	KW 28
1.390 kW	Mi. 21.07.10 10:45	KW 29
1.390 kW	Mi. 21.07.10 11:30	KW 29
1.390 kW	Do. 22.07.10 10:45	KW 29
1.382 kW	Do. 01.07.10 11:15	KW 26

<b>Monatsmax.</b>	1.417 kW
<b>Spitzenminderung</b>	
um 5% auf	1.346 kW
um 10% auf	1.275 kW
<b>Differenz max. zum 50. Wert</b>	80 kW
	5,63%

## Analyse der nachgeordneten Abgänge

Sollten sich innerhalb dieser Auswertungen Unregelmäßigkeiten herausstellen, so sind weitergehende Analysen angebracht. Eine vergleichende Betrachtung der nachgeordneten Abgänge hilft bei der Eingrenzung der Ursache der Auffälligkeiten.

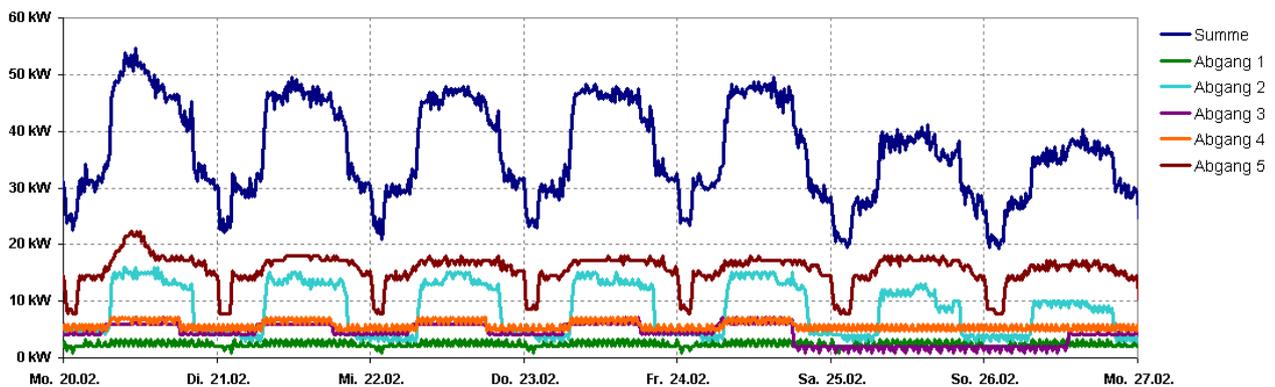
Die untenstehenden beiden Graphiken zeigen die Ganglinien eines Abgangs (Summe) und dessen Unterabgänge (Abgang 1 bis 5).

Betrachtet man in Graphik 1 ausschließlich die Summenganglinie, so zeigt sich grundsätzlich ein kontinuierliches Verhalten.

Erst durch die Untersuchung der Unterabgänge stellt sich heraus, dass die höhere Spitze am Montag überwiegend durch einen Peak des Abgangs 5 erzeugt wird.

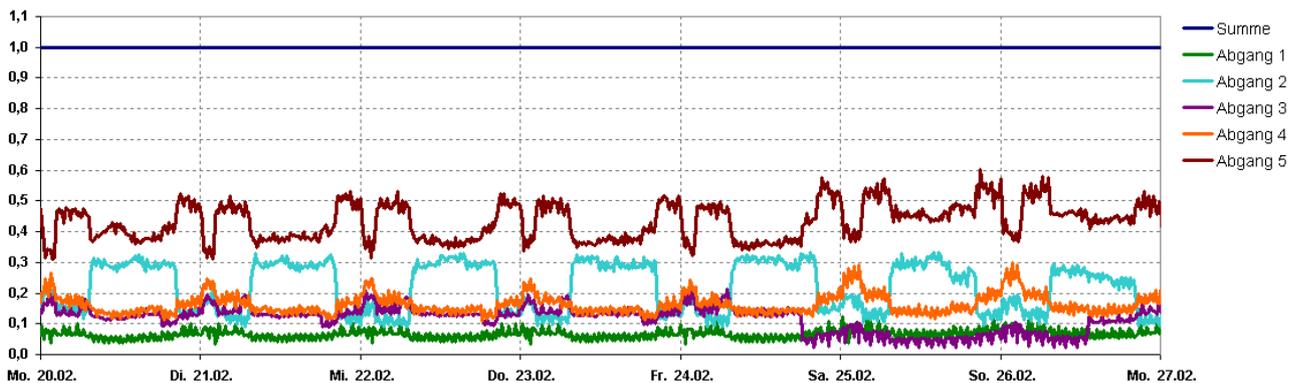
Erst durch diese Aufgliederung wird ersichtlich, wo verschiedene Effekte herrühren. Mit diesem Wissen können nun Nachforschungen an den entsprechenden Abgängen angestellt und bei Bedarf Optimierungen eingeführt werden.

Diese Darstellung ist immer dann sehr aufschlussreich, wenn sich bestimmte Prozesse anstatt parallel auch zeitlich versetzt betrieben werden können, womit sich eine Reduzierung der Leistungsspitzen ergibt.



Um die prozentualen Anteile der Abgänge an der Einspeisung zu visualisieren bietet sich die relative Darstellung an.

Die Summe der Abgänge entspricht 100 % und die Unterabgänge sind dazu in Relation gesetzt.



## Fazit

Die zielgerichtete Darstellung der gemessenen Daten in verschiedene Kurven und Graphiken ist das Wesentliche bei der Herstellung von Transparenz. Dies gilt nicht nur für eine Messreihe, sondern auch für die Energieflüsse innerhalb der Anlage. Für eine Erstanalyse ist es ausreichend die Messreihe der Einspeisung zu untersuchen.

Für die Interpretation der Tabellen, Kurven und Ganglinien ist zusätzlich noch das Know-how des Anlagenbetriebes notwendig.

Bindet man in diese Betrachtung noch die Aussagen der Energiepolitik und -planung ein, ergeben sich die eventuellen Nichtkonformitäten.

Das Wissen über Produktion bzw. Anlagennutzung liegt beim Kunden. Die zielgerichtete Datenaufarbeitung ist Bestandteil der Datenerfassung und -auswertung. Das Know-how beider Komponenten macht ein erfolgreiches Energiemanagement auf Basis der ISO 50001 aus.

Um diese Norm einzuhalten, ist es unerlässlich, mit Hilfe regelmäßiger Energiedatenauswertungen Transparenz zu erzeugen. Mit dieser Basis können Optimierungen gezielt umgesetzt werden. Bei Siemens können die TIP-Planerbetreuer dabei unterstützen, diese Analysen anzufertigen und zu interpretieren.

### Weitere Literatur:

Reese, K. (2012). DIN EN ISO 50001 in der Praxis, Vulkan-Verlag GmbH, Essen, Deutschland

Siemens AG  
Infrastructure & Cities Sektor  
Low and Medium Voltage  
Mozartstr. 31c  
91052 Erlangen  
Deutschland

E-Mail: [Consultant-support.tip@siemens.com](mailto:Consultant-support.tip@siemens.com)

September 2014  
Änderungen vorbehalten

© 2014 Siemens. Alle Rechte vorbehalten.  
Die Informationen in dieser Broschüre enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss ausdrücklich vereinbart werden.