

Messung und Beurteilung der Ist-Situation des elektrischen Energieverbrauches

Was ist der finanzielle Mehrwert einer Messung und Beurteilung der Ist-Situation des elektrischen Energieverbrauches eines Unternehmens?

Gemäß der DIN EN 16247-1, Teil 1 ist ein Energieaudit eine systematische Inspektion und Analyse des Energieeinsatzes und des Energieverbrauchs einer Anlage, eines Gebäudes, eines Systems oder einer Organisation mit dem Ziel, Energieflüsse zu untersuchen, Ergebnisse der Analyse des IST-Zustandes darzustellen und Potentiale für Energieeffizienzverbesserungen daraus zu identifizieren.

Dieses Energieaudit ist von allen Unternehmen, die mehr als 250 Mitarbeiter beschäftigen, einen Umsatz von mehr als 50 Mio. Euro erwirtschaften oder eine Bilanzsumme von über 43 Mio. Euro verzeichnen, durchzuführen. Hiervon ausgenommen sind lediglich Unternehmen, die ein professionelles Energiemanagementsystem oder ein validiertes Umweltmanagementsystem eingeführt haben.

Unabhängig davon, ob Ihr Unternehmen von dem Energieaudit nach DIN EN 16247-1 betroffen ist oder nicht, fakt ist, dass nach Angaben des Umweltbundesamts der elektrische Energieverbrauch mit einem Anteil von 30,8 % der zweitgrößte Energieverbrauch in der Industrie darstellt (siehe Abbildung 1).

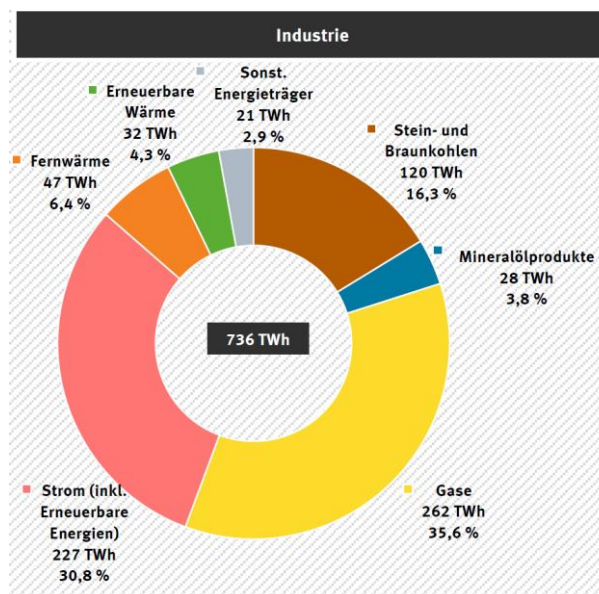


Abbildung 1. Endenergieverbrauch 2018 nach Sektoren und Energieträgern.

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2018, Stand 10/2019

Der Strompreis für kleine Gewerbe mit einem Jahresverbrauch von 50.000 kWh liegt seit 2016 bei 21,2 Cent pro Kilowattstunde. Mittlere Gewerbebetriebe mit einem Verbrauch von 2 bis 20

Mio. kWh zahlten im Schnitt bei 15,6 Cent/kWh. Diese Unternehmen profitieren vor allem von geringeren Umlagen, Steuern und Netzentgelten. Der Strompreis für Gewerbeanschlüsse ist im 10-Jahresverlauf um 7% gestiegen.

Der Gewerbestrompreis setzt sich aus 3 Bestandteilen zusammen:

24% für Stromerzeugung, 28% für die Netzentgelte, 48% staatlich veranlasste Steuern, Abgaben und Umlagen.



Abbildung 2. Strompreis für Gewerbe in Deutschland
Quelle: <https://strom-report.de/strompreis-gewerbe/>

Aufgrund des stetigen Ausbaus des Übertragungsnetzes, das zur Integration erneuerbaren Energien notwendig ist und aufgrund der steigenden EEG-Umlagen ist abzusehen, dass die Strompreise für Gewerbe in Deutschland weiter steigen werden. Aus diesem Grund spielt eine Reduzierung des Energieverbrauchs eine immer wichtigere Rolle.

Haben Sie bereits den monatlichen Energieverbrauch Ihres Unternehmen analysiert?

Die Messung und Datenerfassung der Energieverbräuche ist der erste Schritt in Richtung Identifizierung potenzieller Maßnahmen zur Reduktion des elektrischen Energieverbrauches. Sehr häufig wird allerdings das Informationsgehalt der Daten nicht extrahiert, sodass eine wirkliche Analyse der Daten nicht stattfindet.

Obwohl die finanziellen und ökologischen Vorteile einer Energieverbrauchreduktion selbstverständlich sind, zeigt die Erfahrung, dass in der Praxis die Unternehmen aus zeitlichen Gründe selten dazu kommen, die elektrischen Energieverbräuche zu beurteilen.

Haben Sie aus dieser Analyse potenzielle Maßnahmen identifiziert, die zur Energieverbrauchreduktion führen können?

Wenn Sie diese Frage mit „ja“ beantworten, sind Sie auf jeden Fall gut unterwegs. Es soll allerdings im Hinterkopf behalten werden, dass die Energieeffizienz ein kontinuierlicher Prozess ist. Selbst Unternehmen, die über ein Energiemanagementsystem nach ISO-50001 verfügen, sind dazu verpflichtet, eine kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz nachzuweisen. So soll durch Messung des elektrischen Energieverbrauches und deren Datenauswertung in regelmäßigen Abständen nach potenziellen Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz gesucht werden.

Welche weitere Vorteilen können aus einer Beurteilung des Energieverbrauches gezogen werden?

Unter dem Begriff „Energieverbrauch“ wird i.d.R. die aufgenommene Wirkleistung multipliziert mit der Dauer der Aufnahme gemeint. Es ist aber darauf zu achten, dass in Wirklichkeit nicht nur Wirkleistungen durch die Leitungen fließen, sondern auch die sogenannte Blindleistung.

Die Blindleistung erzeugt keine Arbeit, sondern trägt zu höheren Verlusten bei. Sie ist Teil des Unterschieds zwischen Wirkleistung und Scheinleistung und reduziert daher den Leistungsfaktor. Diese Form der Leistung wird z.B. durch die Induktivität eines Motors erzeugt. Im Gewerbe mit einer hohen Anzahl von Motoren ist z.B. davon auszugehen, dass ein hoher Blindleistungsverbrauch vorhanden ist. Dieser Blindleistungsverbrauch lässt sich durch eine Phasenverschiebung zwischen der Spannung (U) und dem Strom (I), wie in der Abbildung 3 dargestellt, erkennen. Aus der Phasenverschiebung zwischen U und I wird der sogenannte Leistungsfaktor ($\cos\varphi$) berechnet, der verwendet wird, um den Anteil von Blindleistung an der gesamten Leistung eines Netzes zu beschreiben.

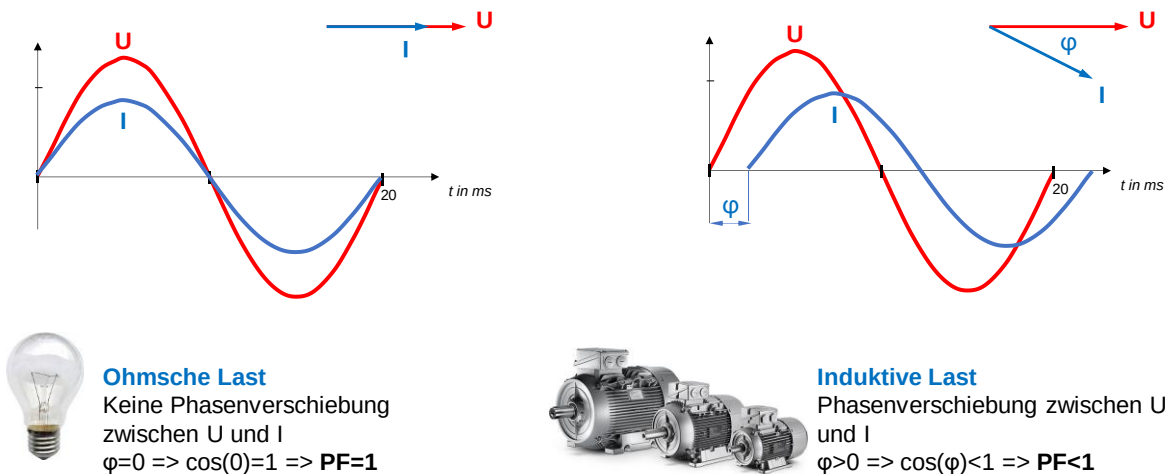


Abbildung 3. Schematische Darstellung der Phasenverschiebung zwischen Spannung (U) und Strom (I)

Der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ quantifiziert auf der dezimalisierten Zahlenskala 0 ... 1 das trigonometrische Verhältnis zwischen der Wirkleistung und der Scheinleistung unter der Voraussetzung, dass Strom und Spannung praktisch sinusförmig sind. In einem Stromkreis mit einem Leistungsfaktor von 1,0 entspricht das dem Leistungsbedarf der Leistung. Unter realen Bedingungen ist die Wirkleistung (kW) in der Regel geringer als die Scheinleistung (kVA). Der Unterschied, das Verhältnis kW/kVA, wird Leistungsfaktor ($\cos \varphi$) genannt.

Energieversorgungsunternehmen erheben häufig eine zusätzliche Gebühr, wenn der $\cos \varphi$ unter 0,95 abfällt. Einige Energieversorgungsunternehmen verlangen sogar die Einhaltung höherer Werte.

Hat Sie sich Ihr Unternehmen mit dem Thema Blindleistung beschäftigt?

Häufig wird die Frage mit „Nein“ beantwortet. Der Grund dafür ist, dass es vor allem in Deutschland sehr selten vorkommt, dass Gewerbekunden für ihren Blindleistungsverbrauch bezahlen müssen. Im Netzanschlussvertrag ist ein gewisses Kontingent am Blindleistungsbedarf vorhanden, für den keine zusätzliche Gebühren bezahlt werden müssen. Aus diesem Grund, beschäftigen sich die meisten Gewerbekunden nicht mit der Auswertung Ihrer Blindleistungsbedarfes.

Kann der Blindleistungsverbrauch finanzielle und technische Auswirkungen mit sich bringen?

Der Fluss von Blindleistungen führt zur zusätzlichen Belastung der Betriebsmittel (Kabel, Transformatoren, etc.). Durch die Blindleistungen fließen zusätzliche Ströme durch die Komponenten, welche zu einer zusätzlichen Erwärmung (bzw. Verluste) führen. Diese thermische Belastung kann beispielsweise zur Folge haben, dass der vorhandene Querschnitt eines Kabels nicht vollumfänglich für die Wirkleistung genutzt werden kann. Manche Netze sind überdimensioniert, sodass die zusätzliche Belastung aufgrund von Blindleistung nicht wirklich relevant ist. Es kann aber vorkommen, dass bei bestimmten Netzabschnitten die Blindleistung zu betrieblichen Einschränkungen führen kann. Daher ist es ratsam, eine Beurteilung der Blindleistungssituation durchzuführen.

Eine Reduktion des Blindleistungsbedarfes spiegelt sich wieder in der Reduktion der Verlustleistung von Transformatoren, Kabeln, etc. Somit kann sich eine Reduktion des Blindleistungsbedarfes positiv auf die Energieeffizienz auswirken.

Welche weiteren technischen Merkmale der Energieversorgung könnten sich auf den elektrischen Energieverbrauch eines Unternehmens auswirken?

Ein weiterer Aspekt, der mit dem elektrischen Energieverbrauch im Zusammenhang steht, ist die Oberschwingungssituation. Oberschwingungen sind zusätzliche Frequenzen, die ganzzahlige Vielfache der Grundschwingung (50 Hz) sind.

Oberschwingungen entstehen durch Betriebsmittel / Geräte mit nichtlinearer Kennlinie wie etwa Transformatoren, Leuchtstofflampen sowie leistungselektronische Betriebsmittel (Gleichrichter, Thyristoren usw.). Weiterhin entstehen Oberschwingungen in Schaltnetzteilen in Fernsehgeräten, Computer, LED-Beleuchtungen usw., die mit zunehmendem Einsatz betrieben werden.

Gerade in der Industrie werden häufig drehzahlgeregelte Antriebe, die mit Frequenzumrichtern ausgestattet sind, verwendet. Diese Art von Antrieben erzeugen Oberschwingungen.

Im Hinblick auf den elektrischen Energieverbrauch ist das Vorhandensein von Oberschwingungen unerwünscht. Einerseits fließen aufgrund von Oberschwingungen zusätzliche Ströme durch die Komponenten, wie die Blindleistung, die zu zusätzlicher Erwärmung (bzw. Verluste) führen. Andererseits kann sich die elektrische Energieaufnahme von Antrieben erhöhen. Manche Oberschwingungen erzeugen ein Drehfeld im Motor, der sich in die entgegengesetzte Richtung des 50 Hz Feldes dreht. Diese Oberschwingungen haben dadurch einen bremsenden Effekt, der durch eine erhöhte elektrische Aufnahme kompensiert werden muss. Daher kann eine Reduktion der Oberschwingungssituation dazu beitragen, elektrische Energie zu sparen.

Unser Dienstleistungskonzept

Wir als Dienstleister sind auf den Bereich der elektrischen Energieversorgung spezialisiert. Wir bewerten den elektrischen Energieverbrauch von allen möglichen Blickwinkeln, um alle realisierbaren Energiesparmöglichkeiten zu identifizieren.

Das Konzept (Ablauf siehe Abbildung 4) ist so flexible ausgelegt, dass die Beurteilung der Ist-Situation des elektrischen Energieverbrauches entweder auf bereits vorhandenen Messdaten (Wirkenergie, Wirkleistung) des Kunden oder auf Leistungsmessungen, die von unseren Experten durchgeführt werden, basiert. Die Daten werden durch eine von der Firma Göbel entwickelte Software ausgewertet. Bei der Datenauswertung werden die Zeitverläufe der Daten dargestellt. Im Zusammenarbeit mit dem Kunden werden diese Daten anschließend plausibilisiert und statistisch ausgewertet. Eine Mustererkennung wird durchgeführt, um die Verhaltensmuster (Wirkleistung von Verbrauchern) mit Berücksichtigung des Zeitpunktes (Zeitstempel), die zur Überschreitung bestimmter Energieverbräuche führen, zu identifizieren. Eine beispielhafte Eingang-Ausgang Topologie für die Mustererkennung ist in der Abbildung 5 dargestellt.

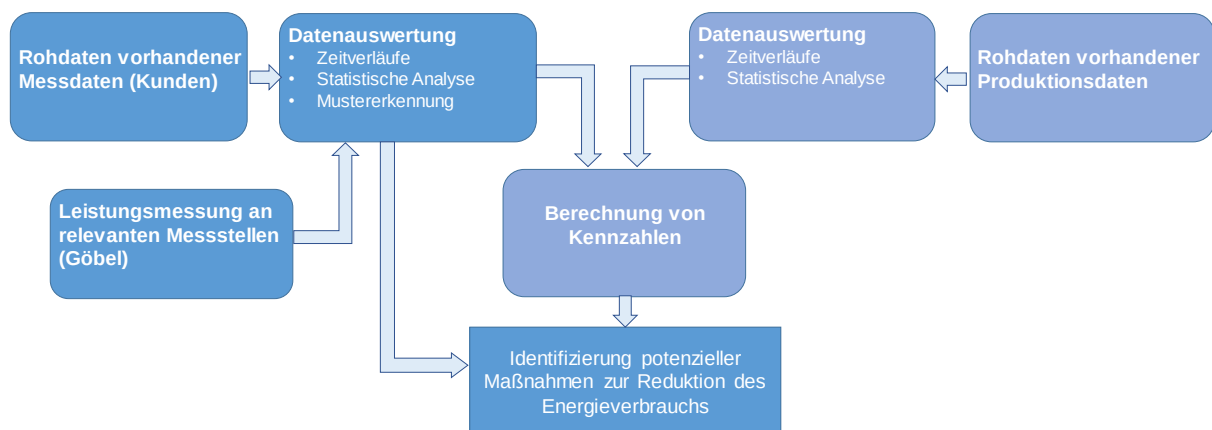


Abbildung 4. Ablauf zur Messung Beurteilung der Ist-Situation im elektrischen Energieverbrauch



Abbildung 5. Beispielhafte Eingang-Ausgang Topologie für die Mustererkennung

Alternativ können Produktionsdaten mit einbezogen werden. Der Vorteil der Berücksichtigung von Produktionsdaten liegt darin, dass aus der Kombination von Daten des elektrischen Energieverbrauches und Produktionsdaten eine Berechnung von betrieblichen Energiekennzahlen (z.B. spezifischer Energieverbrauch) erfolgen kann.



Unsere Service-Pakete

Die Hubert Göbel GmbH bietet die Beurteilung der elektrischen Energieverbräuche in drei Paketen an:

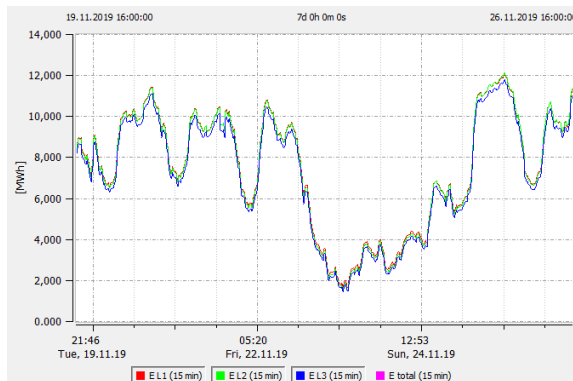
Service-Paket Basic BEE1	Service-Paket Advanced BEE2	Service-Paket Premium BEE3
✓ Auswertung der vorhandenen Wirkenergiedaten ✓ Verhaltensmuster des Energieverbrauches	✓ Auswertung der vorhandenen Wirkenergiedaten ✓ Verhaltensmuster des Energieverbrauches ✓ Ableitung von Maßnahmen zur Reduktion des elektrischen Energieverbrauches	✓ Auswertung der vorhandenen Wirkenergiedaten ✓ Verhaltensmuster des Energieverbrauches ✓ Auswertung der Produktionsdaten ✓ Berechnung von Kennzahlen ✓ Ableitung von Maßnahmen zur Reduktion des elektrischen Energieverbrauches

Zusatzleistungen, die individuell je nach Kundenwunsch bestellt werden können

Kennung	Beschreibung
BEE4	Messung des elektrischen Energieverbrauches (Leistungen, Leistungsfaktor, Energie)
BEE5	Messung der Verlustleistung von Transformatoren

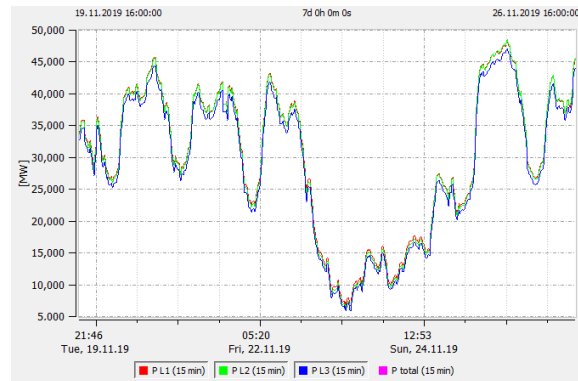
Anwendungsbeispiel 1: Messung des elektrischen Energieverbrauches

Dieses Beispiel zeigt eine einwöchige Messung des elektrischen Energieverbrauches (15 Minutenwerte). Es wurden nicht nur die Wirkenergie sondern auch die Wirk- und Blindleistungen gemessen. Die Verzerrungsblindleistung, die aufgrund von Oberschwingungen im Netz entsteht, wurden ebenfalls gemessen.

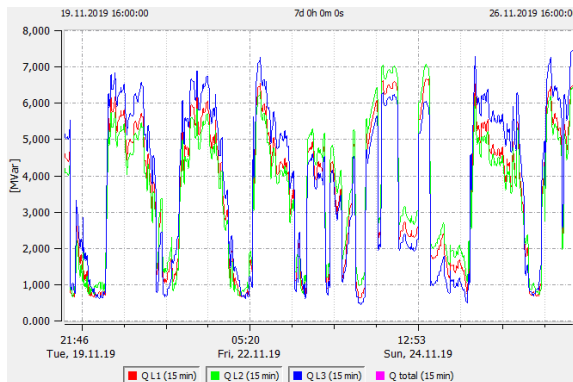


(a) Wirkenergie

Abbildung 6. Wirkenergie und Wirkleistung

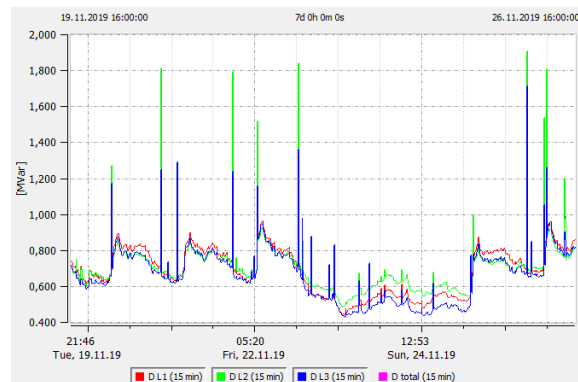


(b) Wirkleistung



(a) Blindleistung

Abbildung 7. Blindleistung und Verzerrungsblindleistung



(b) Verzerrungsblindleistung

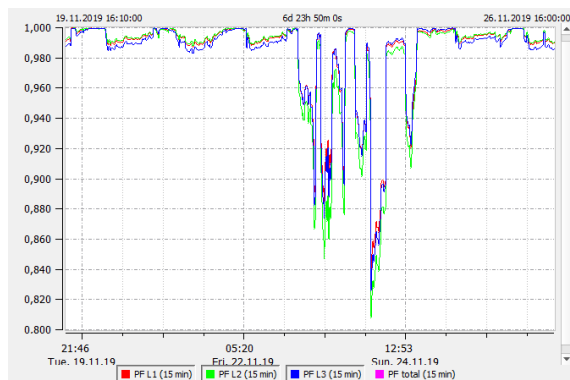


Abbildung 8. Leistungsfaktor ($\cos\phi$)

Anwendungsbeispiel 2: Berechnung von Kennzahlen

Bei diesem Beispiel handelt es sich um eine Auswertung von Messdaten des Kunden. Sowohl die Daten des elektrischen Energieverbrauches als auch die Produktionsdaten wurden vom Kunden zur Verfügung gestellt.

Die Daten wurden nach Plausibilisierung und Bereinigung ausgewertet. Als Kennzahl wurde der spezifische Energieverbrauch verschiedener Maschinen (Energieverbrauch der Maschine pro Produktionsmenge) ausgewertet.

Die Ergebnisse dieser Auswertung sind in der Abbildung 9 dargestellt.

Hier wurde festgestellt, dass die Maschine 14 die schlechteste Energieeffizienz aufweist, weil diese im Vergleich zu den anderen Maschinen für die gleiche Produktionsmenge mehr elektrische Energie verbraucht.

Demensprechend lässt sich aus einer Auswertung diese Art ableiten, dass ein mögliches Ersetzen der Maschine 14 durch eine energieeffizientere Maschine eine potenzielle Maßnahme zur Reduktion von Energiekosten darstellt.

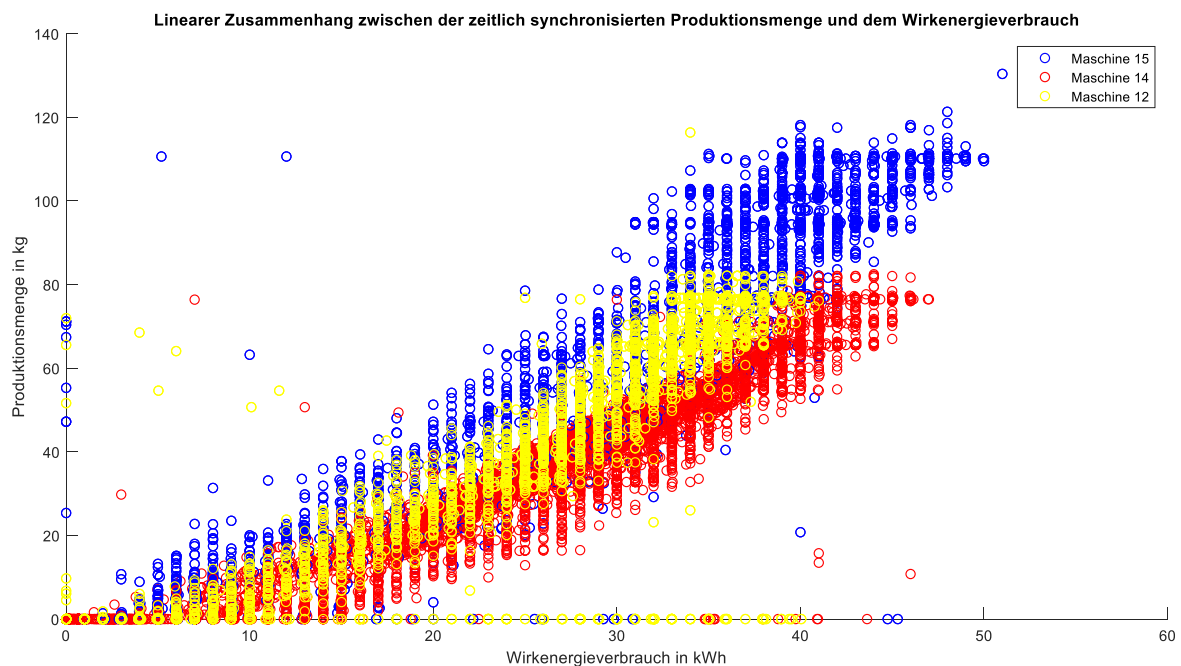


Abbildung 9. Streudiagramm des spezifischen Energieverbrauches verschiedener Maschinen



Ihre Vorteile

- ✓ Sie erhalten eine detaillierte Messung des Energieverbrauchs und die Auswertung der Messdaten aus einer Hand.
- ✓ Sie bekommen nicht nur eine Bewertung des elektrischen Energieverbrauchs sondern auch eine technische Bewertung der Qualität Ihrer Stromversorgung (Netzqualität).
- ✓ Sie erhalten eine neutrale und objektive Meinung, die komplett unabhängig von dem Verkauf von Geräten/Software ist.

Gerne führen wir eine unverbindliche Demo-Messung durch, um Ihnen die Dienstleistungen vorzustellen. Nehmen Sie einfach Kontakt mit uns auf!

Ansprechpartner

Dr. Juan Velásquez

Tel. +49 2383 6189 692

Mobil +49 1520 9710 283

j.velasquez@hgmes.de

Hubert Göbel GmbH

Siemensstraße 42

D-59199 Bönen

www.hgmes.de

[LinkedIn / Xing](#)

