

ECV® (Energy comparison value)



**Das ECV®-Messverfahren ist heute der neue
Massstab, um eine Effizienzsteigerung in einem
gesamten Stromnetz nachweisen zu können!**

Das Messverfahren zum Nachweis der Energieeffizienzsteigerung beim einer zentralen Energieeffizienzeinrichtung!

Ein elektrisches Netz eines Unternehmens (gesamtes Gebäude) ist sehr komplex und energetische Vergleiche sehr schwierig. Aufgrund der unterschiedlichen Lastprofile, verursacht durch die ständig ändernden Produktionsabläufe und Betriebszustände sowie klimatischen Einflüsse ist es schwierig vergleichbare Verhältnisse herzustellen. Der elektrische Energiebezug in einem gesamten elektrischen Verbrauchernetz ist keinem Zeitpunkt gleich, da die elektrischen Verbraucher permanent ein- und ausgeschaltet werden. Das Ziel bei der Entwicklung des Messverfahrens lag dabei die Randbedingungen bzw. ein Referenzwert definieren zu können.

Die Messbarkeit ist das entscheidende Kriterium!

Um eine Effizienz nachweisen zu können ist es also erforderlich eine Vergleichsmessung machen zu können. Da es bisher kein Referenzwert oder Maßstab gab, war eine Messung einer Effizienzverbesserung am zentralen Einspeisepunkt eines elektrischen Netzes für die Fachwelt somit nicht möglich.

Viele Fachexperten haben sich bereits damit beschäftigt!

Schaut man in der Fachliteratur nach, findet man verschiedene Artikel über Methodenansätze, um eine Effizienzverbesserung ermitteln zu können. Bei allen diesen Methoden, zielte jedoch keiner auf das vergleichen von Energiedichten in einem bestimmten Zeitfenster ab. Alle bisherigen Ansätze sind zwar von der Art identisch, jedoch hat man immer die bezogene Leistungswerte verglichen und berechnet. Zu diesem Thema und deren Methoden hat sich die Fachhochschule Offenburg Prof. Dr.-Ing. Jörg Bausch intensiv befasst. Keiner der bisherigen Messmethoden die in der Fachliteratur gefunden wurden, hatte den gleichen Ansatz wie wir. Mehr Informationen und Nachweis deren Methode finden sie auch in unserem Dokument der Hochschule Offenburg.

Ziel von unserem ECV® (Energy comparison value)

Da der Kunde letztendlich den Verbrauch in kWh bezahlt, lag bei uns von Beginn an der Fokus darauf ein Messverfahren zu entwickeln, dass die Reduzierung der Energieverluste in kWh belegen kann. Nach fast 10 Jahren Forschung und Analysen in der Energie- und Messtechnik, ist uns der Durchbruch gelungen. Gegen der Meinung der Fachwelt, konnte mit dem ECV(Energievergleichswert) ein Bezugswert ermittelt werden, der es ermöglicht, Energiemessungen in einem bestimmten Zeitfenster zu vergleichen . Das spezielle daran ist, dass diese Energiemessung unabhängig von der Branche, dem Gebäude, den angeschlossenen Verbrauchern und somit vom Lastprofil durchgeführt werden kann.

So erhalten wir unser Kriterium in der Messbarkeit: ***ein gemessener Wert mit einem bereits bekannten Wert verglichen zu können.***

Für die Umsetzung einer Effizienzmaßnahme ist die Messbarkeit das entscheidende Kriterium. Darin liegt aber auch die große Herausforderung. Alle bisher bekannten Stromeinsparmaßnahmen beziehen sich auf einzelne elektrische Verbraucher, Verbrauchergruppen mit eindeutigen Systemgrenzen oder Prozess- und Verhaltensanpassungen. Diese sind in der Regel einfach zu messen bzw. zu belegen. Da unser Fokus auf dem gesamten elektrischen Verbrauchernetz liegt und es bisher kein geeignetes Messverfahren gab, musste diese entwickelt werden.

Wichtig ist in jedem Projekt die Ermittlung des Energievergleichsfaktors, der als Referenzwert massgeblich ist. Dieser wird innerhalb von 24 Stunden durch einen einfachen Vergleich von 5 Minuten Energiebezügen ermittelt.

Um ein besseres Verständnis für diese spezielle Energiemessung zu bekommen, haben wir die nachfolgende Dokumentation erstellt.



Wenn ein Ventilatormotor exakt 1000W Wirkleistung benötigt und auf die Sekunde genau 1 Stunde läuft, bezieht er genau 1 kWh.

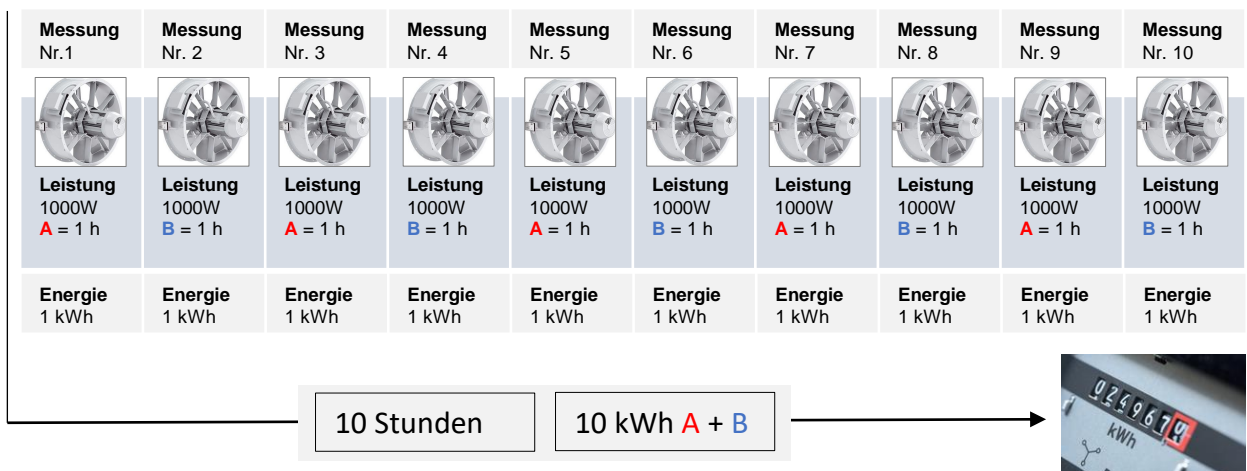


Läuft der Ventilatormotor 10 Stunden lang unter gleichen Bedingungen, dann wäre der Energiebezug 10 x 1 kWh = 10 kWh



kWh = Zeit x Leistung

Der gesamte Energiebezug in 10 Stunden bei gleichbleibender Leistung von 1000 Watt sind 10 kWh. Wir teilen diese 10 kWh in Stundenabschnitte ein, in je 10 gleiche Teile und bezeichnen die Energiebezüge fortlaufend und abwechselnd in Werte **A** und Werte **B**. Weiter werden diese Abschnitte nummeriert, die erste Energiemessung mit der Nummer 1 und die letzte Energiemessung mit der Nummer 10.

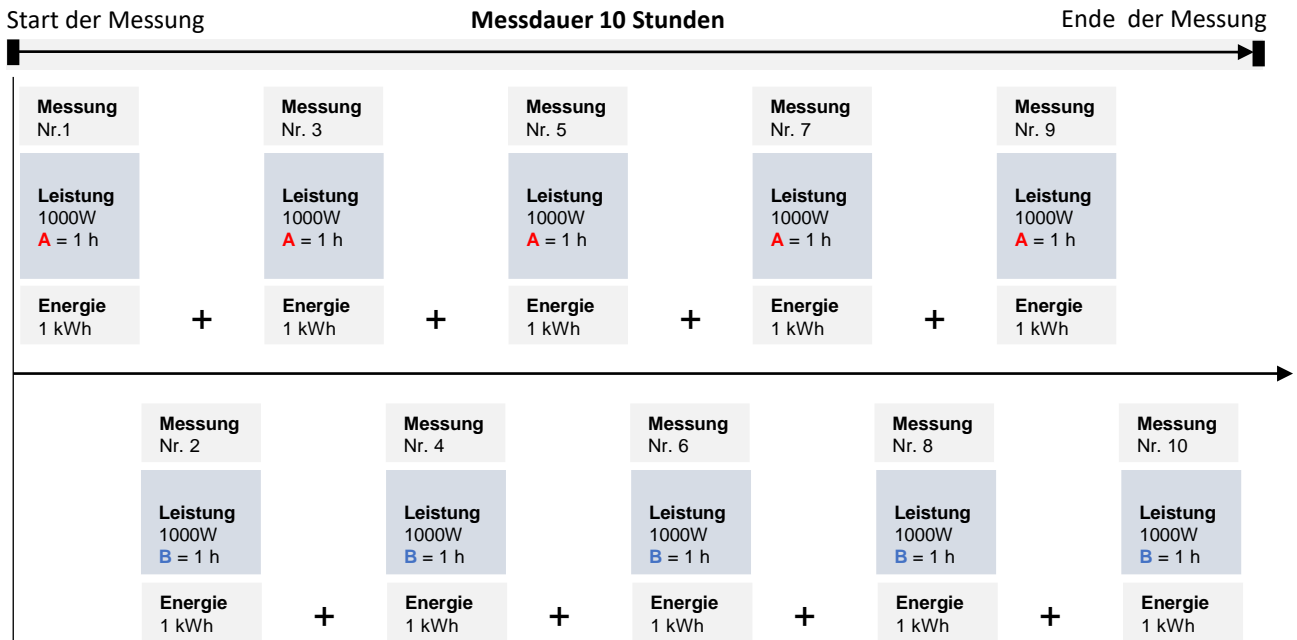


10 Energiemessungen aufgeteilt in A und B

Grafische Darstellung: Aufteilung der 10 kWh in gleiche Zeitabschnitte von je 1 Stunde.

A = Nr. 1 + 3 + 5 + 7 + 9

B = Nr. 2 + 4 + 6 + 8 + 10



ECV BEI DIESEM BEISPIEL IST 0.00%

▪ **ENERGIE** ist der Energiebezug in Kilowattstunden kWh

Wert A = 5 kWh

▪ **VERGLEICH** Differenz von Wert B zu Wert A

Wert B = 5 kWh

▪ **FAKTOR** errechnete Differenz in Prozent %

0.00%

Berechnung: Bezogene Energie in 10 Stunden: 10 kWh
 Differenzberechnung zwischen A und B: $A \ 5 \text{ kWh} - B \ 5 \text{ kWh} = 0.0 \text{ kWh}$
 Gegenüberstellung und Abweichung in Prozente: $B \text{ zu } A = 0.0 \%$

Da die Wirkleistung immer 1000 Watt und die Energiemessung genau gleich lang war, ist die Differenz zwischen A und B des Energiebezugs 0,00%.

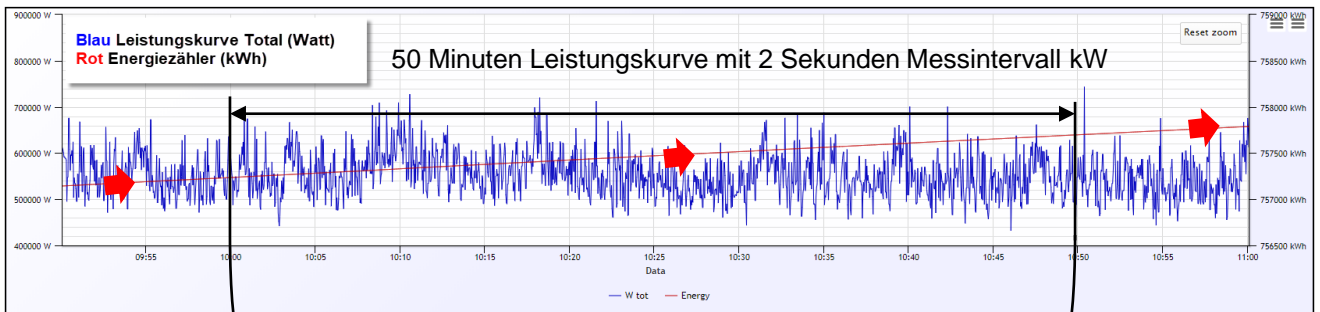
10 Energiemessungen in 50 Minuten

Mit dieser Messmethode kann in jedem stromintensiven Unternehmen den ECV ermittelt werden. Der Unterschied liegt darin, dass bei einem Unternehmen mit hunderten elektrischen Verbrauchern Arbeitsprozesse und Wirkleistungen permanent verändert werden. Dementsprechend verändert sich auch der Energieverbrauch (Kilowattstunden) in Bruchteilen von Sekunden. Das bedeutet, dass der bezogene Energieverbrauch in Kilowattstunden nie gleich sein wird.

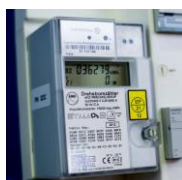
Abbildung der bezogenen Wirkleistung kW (blau) / Energieverbrauch kWh (rot) Messdatenerfassung alle 2-Sekunden. Der Abschnitt (schwarz eingerahmt) sind 50 Minuten von 10.00-10.50 Uhr. Die bezogene Wirkleistung ändert sich in dieser Zeit permanent. (min. 450.000 Watt /max. 700.000 Watt).

Wir betrachten das gesamte elektrische Netzwerk eines Gebäudes bzw. Unternehmens als ein elektrischer Verbraucher.

Permanente Veränderung der bezogenen Wirkleistung und des Energiebezugs in kWh in einem Unternehmen. Die ständige Veränderung der Arbeitsprozesse mit den unterschiedlichsten elektrischen Verbrauchern ergeben keine lineare Wirkleistung und demzufolge auch kein gleichbleibender Energiebezug in kWh.



Variable Leistung 450'000 – 700'000 Watt



Variabler Energiebezug kWh!

Vergleich 10 Stunden 1 Ventilatormotor zu 50 Minuten Maschinenpark

Theorie immer gleich!



EIN Verbraucher **EIN** Energiezähler immer die gleiche Leistung und gleicher Energiebezug.



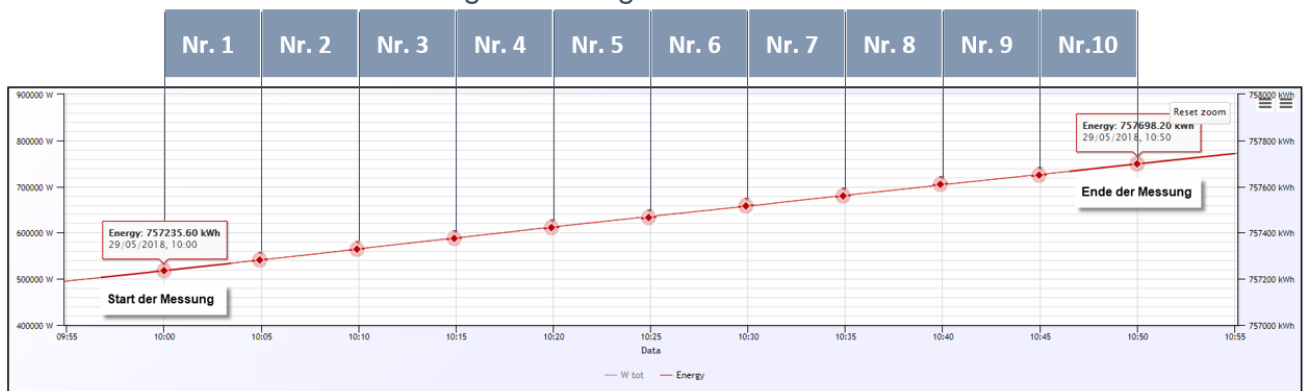
Praxis nie gleich!



VIELE Verbraucher **EIN** Energiezähler nie die gleiche Leistung nie der gleiche Energiebezug!



10 fortlaufende Energiemessungen in 5 Minuten Abschnitte



Datum / Zeit	Energiezählerstand	Energiebezug in kWh	Messungen
29/05/2018 10.00.00	757235.60		
29/05/2018 10.05.00	757282.40	46.80 kWh Wert A	Nr. 1
29/05/2018 10.10.00	757329.90	47.50 kWh Wert B	Nr. 2
29/05/2018 10.15.00	757377.50	47.60 kWh Wert A	Nr. 3
29/05/2018 10.20.00	757425.30	47.80 kWh Wert B	Nr. 4
29/05/2018 10.25.00	757471.10	45.80 kWh Wert A	Nr. 5
29/05/2018 10.30.00	757515.60	44.50 kWh Wert B	Nr. 6
29/05/2018 10.35.00	757562.40	46.80 kWh Wert A	Nr. 7
29/05/2018 10.40.00	757608.10	45.70 kWh Wert B	Nr. 8
29/05/2018 10.45.00	757652.90	44.80 kWh Wert A	Nr. 9
29/05/2018 10.50.00	757698.20	45.30 kWh Wert B	Nr. 10

Messdauer
50 Minuten

Energiebezug:
757698.2-757235.6 =
462.60 kWh

Kontrolle:
Energiebezug A + B =
462.60 kWh

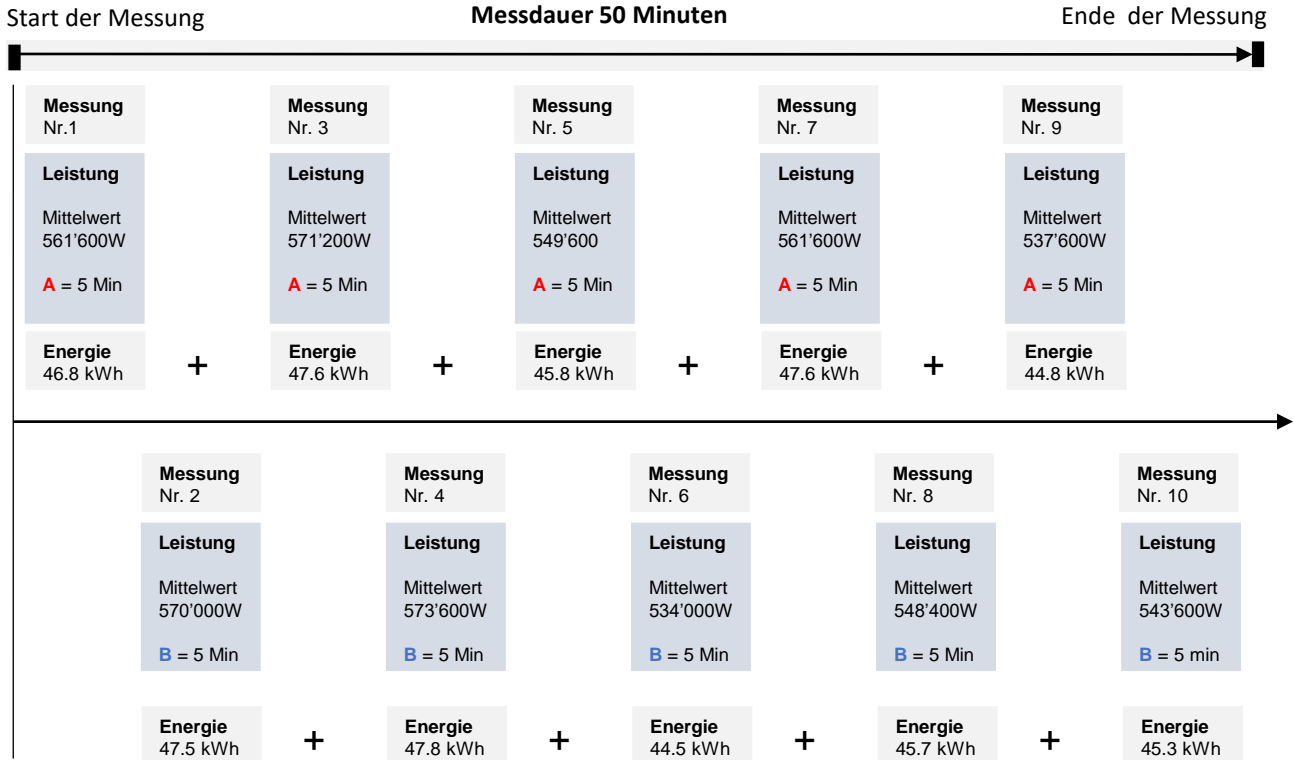
10 Energiemessung
in je 5 Minuten Abschnitte

10 Energiemessungen mit variabler Leistung (Watt)

Grafische Darstellung: Aufteilung der 462,6 kWh in gleiche Zeitabschnitte von je 5 Minuten.

A = Nr. 1 + 3 + 5 + 7 + 9

B = Nr.2 + 4 + 6 + 8 + 10



Ergebnis der 10 Energiemessungen

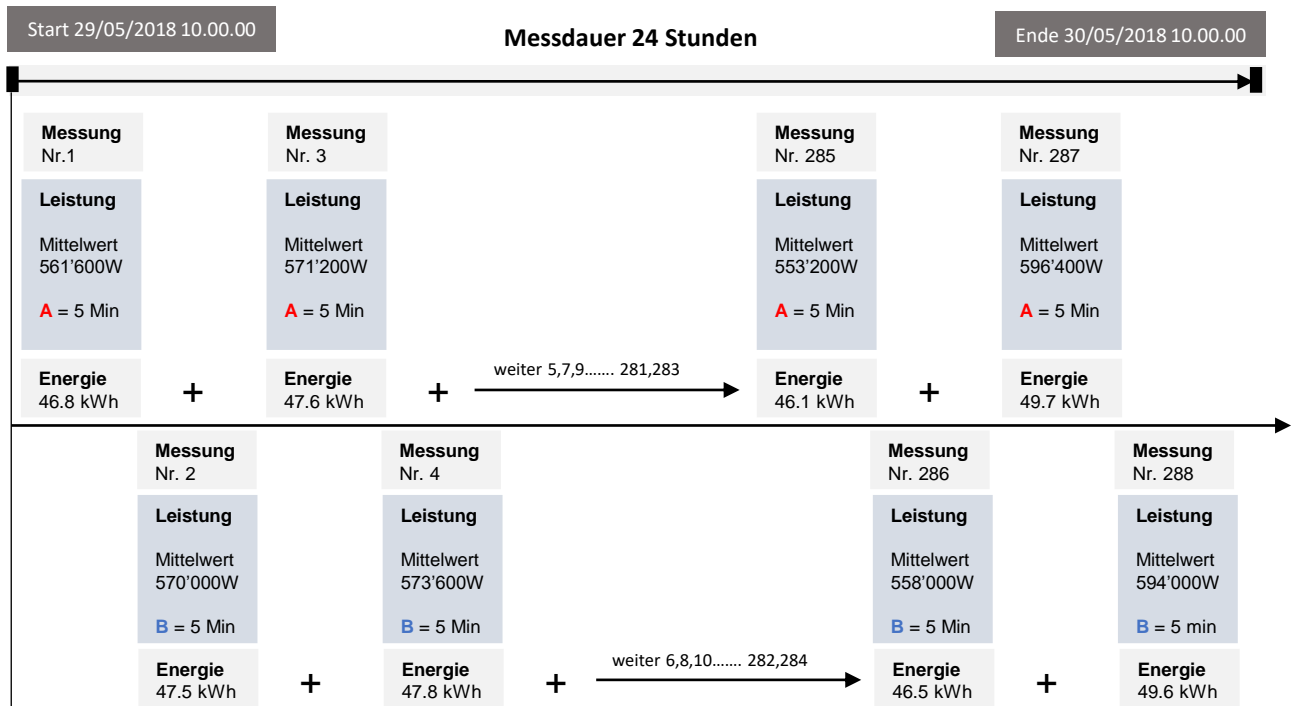
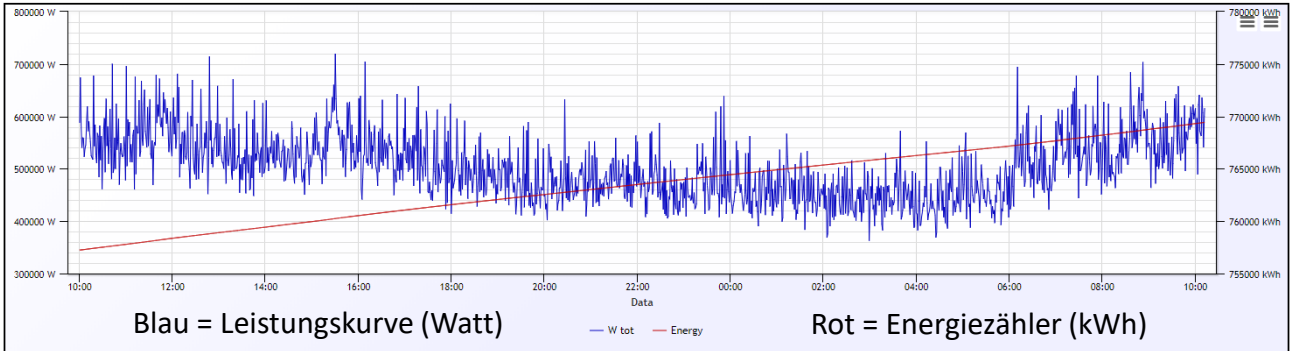
▪ ENERGIE ist der Energiebezug in Kilowattstunden kWh	A =231.80 kWh	B =230.80 kWh
▪ VERGLEICH Differenz von Wert B zu Wert A	B-A = 230.80-231.80 = - 1 kWh	
▪ FAKTOR errechnete Differenz in Prozent %	230.8 - 231.8 : 231.8 x 100 =	
ECV TM	- 0.43%	

Feststellung der 10 Energiemessungen

Trotz den 10 unterschiedlichen Energiebezügen konnte nur eine sehr kleine Differenz (Energievergleichsfaktor) festgestellt werden.

Fortlaufende 5-Minuten Energiemessungen während 24 Stunden

Die Grafik zeigt das Lastprofil (Wirkleistung in kW) in einem produzierenden Unternehmen mit einem grossen Maschinenpark. Nun wird der Energievergleichsfaktor innerhalb von 24 Stunden ermittelt. Die fortlaufenden Energiemessungen (288) in Zeitfenstern von 5 Minuten mit dem Wert **A** und Wert **B** werden geteilt und am Schluss addiert und gegenseitig verglichen. Das ergibt in Summe **144xA** und **144xB** Energiemessungen. Die Wirkleistung schwankt zwischen 380'000 bis 775'000 Watt.



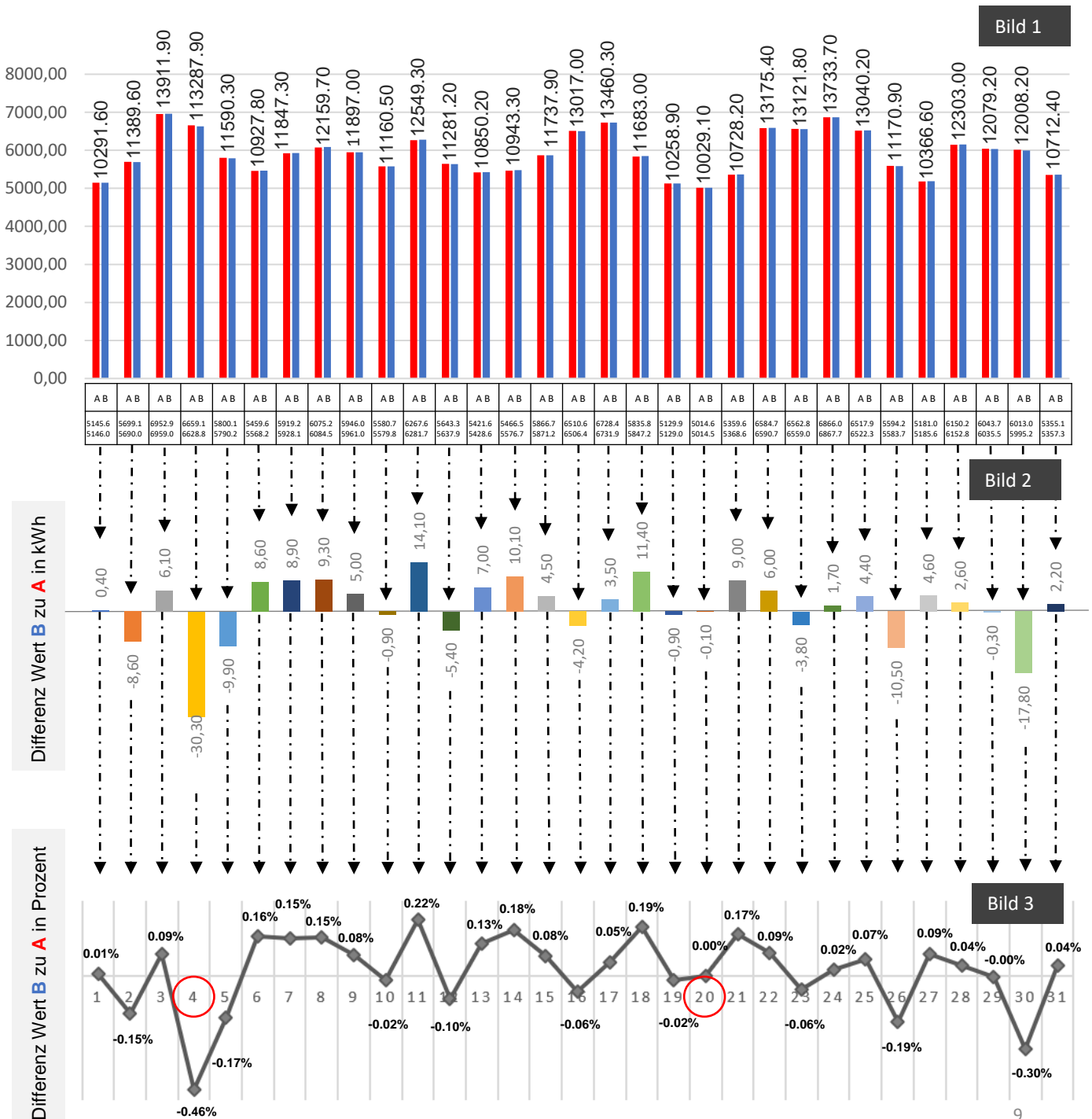
ENERGIE ist der Energiebezug in Kilowattstunden	A=6039.5 kWh	B=6039.8 kWh
VERGLEICH Differenz zwischen Wert B zu Wert A	B-A = 6039.8-6039.5 = 0.3 kWh	
BERECHNUNG DES ECV - FAKTOR wieviel sich der Wert B gegenüber den Wert A in Prozent verändert hat.	6039.8 - 6039.5 : 6039.5 x 100 =	
DER BEI DIESER MESSUNG IST DER ECV™	0.0049%	

Wie verhält sich der ECV - Wert während 31 Tagen in einem stromintensiven Unternehmen?

Nach dem gleichen Muster wird nun ein Monat (31 Tage) lang mit Zeitfenstern von **5 Minuten-Abschnitten** gemessen und verglichen.

Bild 1: Aufteilung des Energiebezugs kWh in Werte **A** und Werte **B** pro 24 Stunden.

Bild 2: Differenz in kWh zwischen Werte **A** und Werte **B**. Die grösste Differenz an Tag Nr. 4 bei 11'387.9 kWh mit 30.30 kWh oder mit dem Energievergleichsfaktor (Bild 3) von -0.46%. Die kleinste Differenz an Tag Nr. 20 bei 10'029.10 kWh mit 0.10 kWh und einem Energievergleichsfaktor von 0.00%



Endergebnis

31 Tage lang wurde in einem stromintensiven Unternehmen gemessen und analysiert. Kein Produktionstag war identisch mit einem anderen. Insgesamt wurden in diesen 31 Tagen 366.720,4 kWh elektrische Energie bezogen.

Der ECV - (Mittelwert in diesen 31 Tagen) wurde mit der fortlaufenden 5 - Minuten Energievergleichsmessung ermittelt.

Anzahl Energiemessung:

A = 4'464 x 5 Minuten = 22'320 Minuten (372 Std.)

B = 4'464 x 5 Minuten = 22'320 Minuten (372 Std.)

A = 183.350.80 kWh	B = 183.369.60 kWh
$B - A = 183.369.60 - 183.350.80 = 18.80 \text{ kWh}$	
$B - A : B \times 100 = \text{Energievergleichsfaktor in \%}$	
$18.80 : 183.369.60 \times 100 =$	
ECV Wert	0.010%

G
E
S
A
M
T

E
n
e
r
g
i
e



Ermittlung des ECV-Wert in 16 stromintensiven Unternehmen während 31 Tagen.

Das gleiche Messverfahren wurde in vielen weiteren Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen durchgeführt.

Zahlen und Fakten dazu:

- Gesamt Energiebezug 3.766.931 kWh
- Anzahl Energiemessungen à 5 – Minuten = 142.848 Anzahl Messungen
- Anzahl Messungen A = 71.424
Anzahl Messungen B = 71.424

A = 1.882.807 kWh

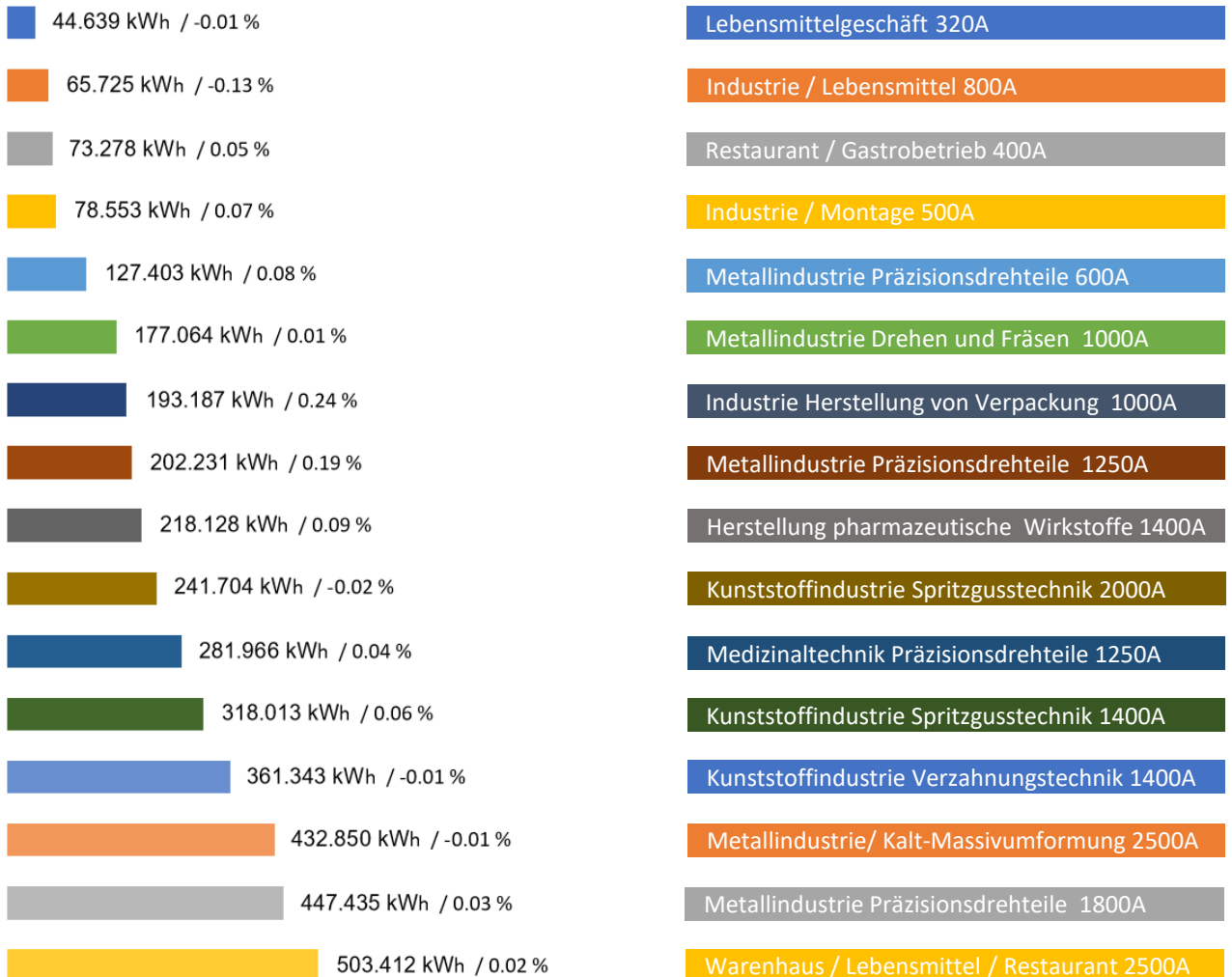
B = 1.884.124 kWh

B – A = 1.884.124 kWh – 1.882.807 kWh = 1.317 kWh

B – A : B x 100 = Energievergleichsfaktor in % über alle 16 Anlagen während 31 Tagen

1.884.124 kWh – 1.882.807 kWh : 1.884.124 kWh x 100 = 0.069%

ECV – Wert 0.069%



Warum der ECV Messert als Energieeffizienznachweis?

Wir betrachten das gesamte elektrische Netzwerk eines Gebäudes bzw. Unternehmens. Der Messpunkt befindet sich nach dem Mittelspannungstransformator auf der Niederspannungsseite und umfasst somit das gesamte, elektrische Verbrauchernetz. Durch die Analyse unzähliger Leistungskurven und Energieverbräuche in unterschiedlichsten Branchen und Unternehmen mit enorm schwankenden Verbräuchen, konnte trotz allen Einflüssen ein Energievergleich gemacht werden. Durch die Feststellung dieser Kennzahl, den wir ECV –Wert nennen, kann heute in stromintensiven Unternehmen

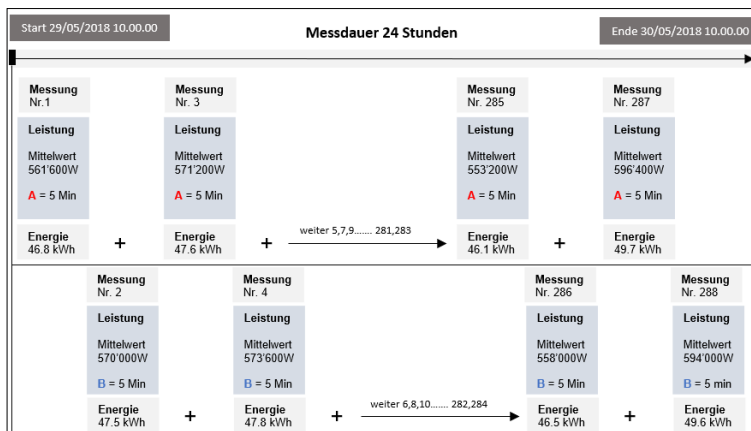
mit unterschiedlichen Produktionsabläufen, ein elektrischer Energievergleich in Kilowattstunden (kWh) durchgeführt werden.

Weiter wurde festgestellt, dass mit diesem Messverfahren der ECV Wert immer nahezu 0 Prozent ist.

Wie unsere Beispiele der 16 Unternehmen zeigen, lag die kleinste Abweichung bei -0.01% und die höchste bei 0.24%. Der Mittelwert aller Messungen lag bei 0.069%

Was bedeutet der ECV Messwert für die elektrische Energieeffizienz?

Wird durch eine elektrotechnische Massnahme in einem gesamten elektrischen Verbrauchernetzwerk den Wert **A** oder Wert **B** verändert, muss diese Wirkung messbar sein.



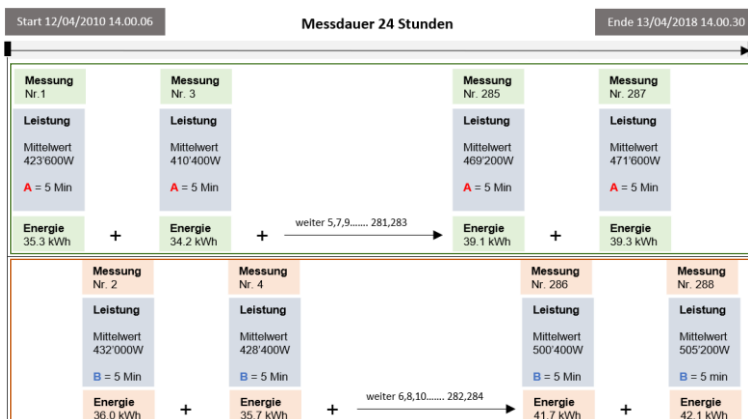
288 Messungen werden verglichen **ohne** Wirkung einer Effizienztechnologie
144 x A gegenüber **144 x B**

$$A=6039.5 \text{ kWh} \quad B=6039.8 \text{ kWh}$$

$$B-A = 6039.8 - 6039.5 = 0.3 \text{ kWh}$$

$$6039.8 - 6039.5 : 6039.5 \times 100 =$$

$$0.0049\%$$



288 Messungen werden verglichen **mit** Wirkung einer Effizienztechnologie
144 x A gegenüber **144 x B**

$$A=4395.0 \text{ kWh} \quad B=4591.6 \text{ kWh}$$

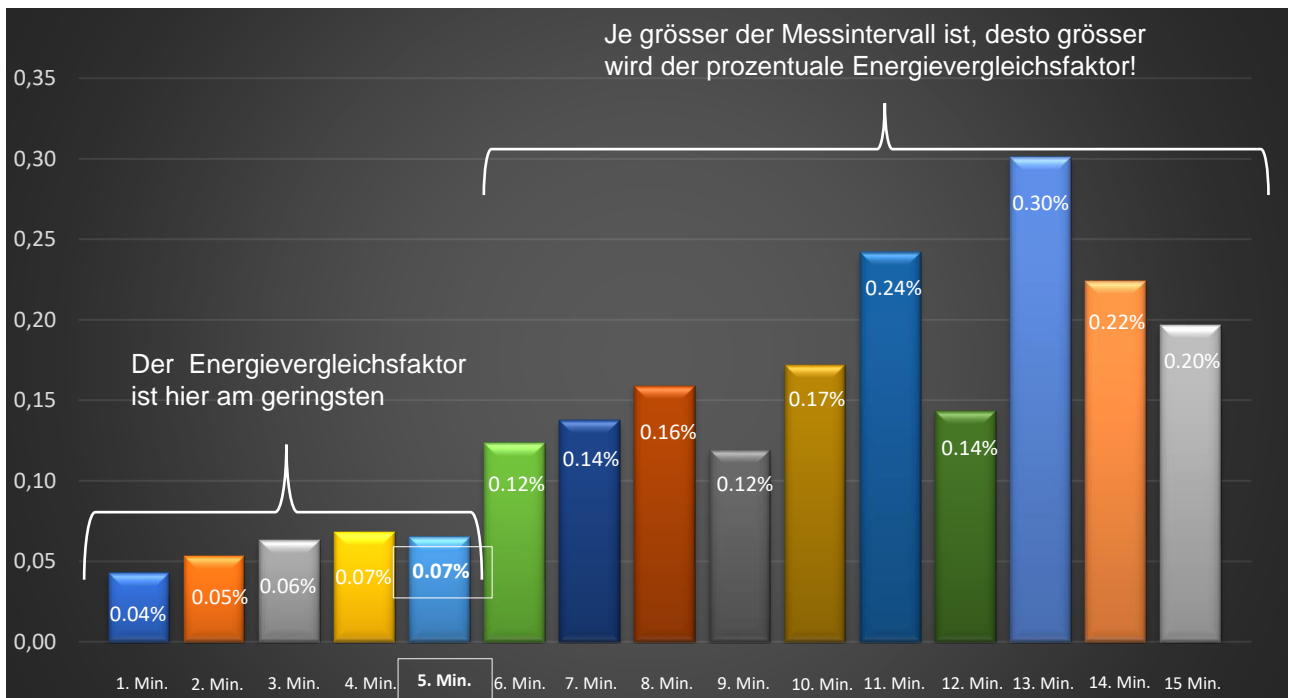
$$B-A = 4591.6 - 4395.0 = 196.6 \text{ kWh}$$

$$4591.6 - 4395.0 : 4591.6 \times 100 =$$

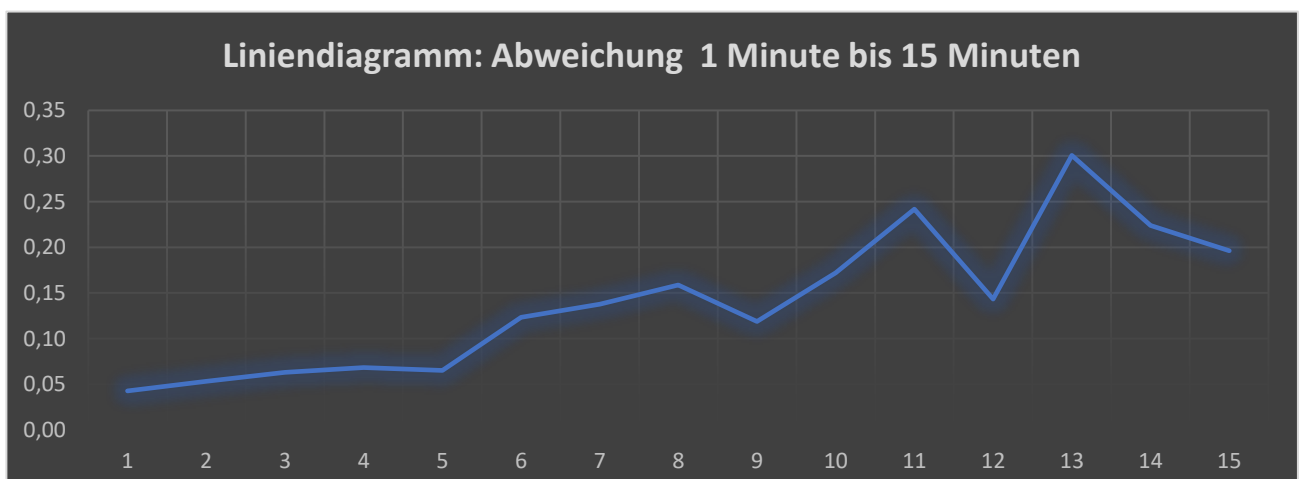
$$4.28\%$$

Der Vergleich und Unterschied der ECV Messwert von 1 Minute bis 15 Minuten in 16 Unternehmen. Messdatenvergleich von Wert B und Wert A mit je 1'849'960 Messungen.

Auf Basis dieser weitreichenden Analysen und Vergleiche mit 16 verschiedenen Unternehmen wurden weitere zahlreiche, neue Erkenntnisse gewonnen. Je kleiner das gemessene Zeitfenster, desto geringer der ECV - Messwert. Es ist klar zu erkennen, dass im Bereich 1 Minute bis 5 Minuten die Unterschiede Wert A und Wert B am geringsten ist. Der Energievergleichsfaktor liegt hier zwischen 0.04 – 0.07 Prozent.



Um eine Effizienzsteigerung in einem gesamten elektrischen Netzwerk messtechnisch nachweisen zu können ist es also erforderlich den Energievergleichsfaktor zu ermitteln und zwar **innerhalb von maximal 5 Minuten**. Dieser gilt dann als Bezugswert für jegliche Effizienzsteigerungsmaßnahme, die direkt nach dem Mittelspannungstransformator installiert und gemessen wird. Der Energievergleichsfaktor über 5 Minuten wird zu ungenau. Beispiel: der 15 Minuten Energievergleichsfaktor gegenüber den 5 Minuten ist um 185% höher.



Warum die 5-Minuten als Masstab?

Das EPplus-System ist mit einem ABB-Lastschalter EMax2 ausgestattet und kann während dem laufenden Betrieb ein und ausgeschaltet werden. Da jede Umschaltung eine hohe Belastung für den Schalter ist, müssen gemäß Herstellerangaben mindestens 5 Minuten zwischen den Schaltungen liegen, damit die einwandfreie Funktion garantiert und gewährleistet werden kann.

Durch dieses patentierte BYPASS-System und der Ermittlung des ECV-Messwert als Referenzwert ist das **Messverfahren** und die Messmethode entstanden. Somit ist es erstmals möglich, überhaupt einen Vergleich **mit** Wirkung oder **ohne** Wirkung einer Effizienztechnologie, (Filter etc.) in einem gesamten elektrischen Verbrauchernetz belegen zu können.

Das Messverfahren kann auf Wunsch des Kunden auch mehrere Male wiederholt werden.

