


Energieanalyse

Version 5.12

Handbuch

 Dokument: Handbuch - Energieanalyse.docx

 Freigabedatum: 14.11.222

 Dokumentversion: 2

 Autor: HLiebmann/ABöer

Inhaltsverzeichnis

1	Konzept	3
2	Reports.....	4
2.1	Leistungsanalyse	4
2.1.1	Energieverbrauch pro Arbeitsplatz.....	4
2.1.1.1	Konzept der Kumulation.....	6
2.1.2	Energieverbrauch pro Material	7
2.1.3	Energieverbrauch pro Betriebszustand	9
2.1.4	Meistverbrauchende Arbeitsplätze	10
2.1.5	Lastverlauf	12
3	Konfiguration.....	14
3.1	Energiety-Konfiguration	14
3.2	Signal-Konfiguration.....	15
3.3	Controller-Konfiguration	15
4	Energieaggregationservice	16
4.1	Verteilung der Energieverbrauchswerte auf Zeitabschnitte	16
4.2	Verteilung der Energieverbrauchswerte auf mehrere Arbeitsvorgänge	17
4.3	Aggregation von Energiewerten einer Maschinenlinie	18
4.4	EAS de-/aktivieren	19
4.5	Aggregation von Linienarbeitsplätzen.....	20
5	Anhang	22
5.1	Abkürzungen.....	22
5.2	Abbildungsverzeichnis.....	23

1 Konzept*

FORCAM FORCE IIOT ist in der Lage, den Energieverbrauch von Arbeitsplätzen zu messen und darzustellen. Die Daten können dabei pro Material oder Betriebszustand angegeben werden. Zugrundeliegend für die Aufbereitung von Reports sind Energiedaten.

Energiedaten sind Prozessdaten, die einen Energieverbrauch darstellen. Der Verbrauch repräsentiert dabei einen bestimmten Energietyp (z. B. elektrische Energie, komprimierte Luft usw.), die über Arbeitsplätze und Betriebszustände verteilt sind.

Prozessdaten werden durch die SPS von Maschinen gesammelt und in eine NoSQL-Datenbank (MongoDB) geschrieben und anschließend durch den Energieaggregationservice aggregiert (zeitgesteuert, ausgelöst durch einen konfigurierbaren CRON-Job). Für jeden Arbeitsplatz werden Energiezeitstrahlen in die relationale Datenbank geschrieben. Das Reporting bezieht Daten aus dieser Datenbank und stellt sie grafisch dar.

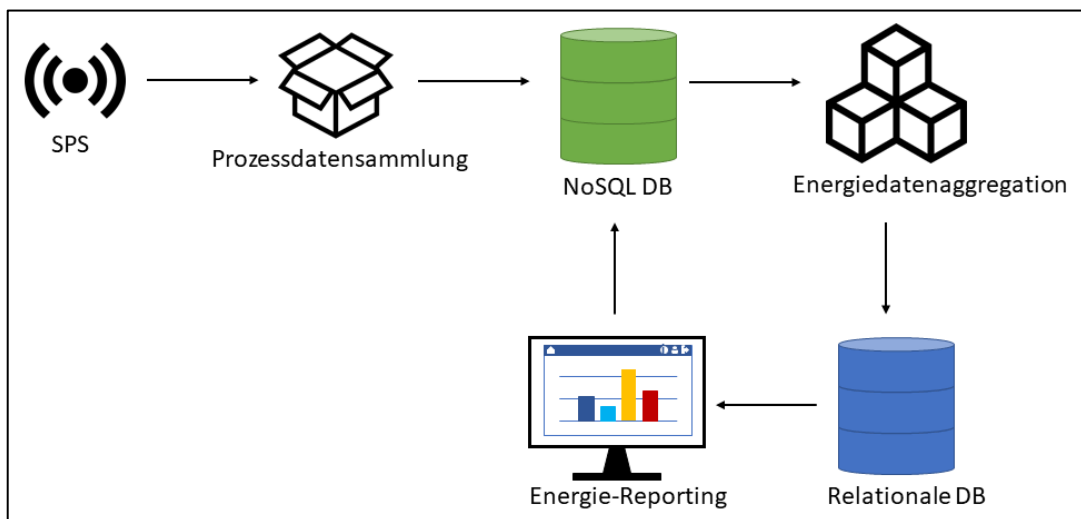


Bild 1: Vereinfachte Architektur der Energieanalyse

* Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Text verallgemeinernd das generische Maskulinum verwendet. Diese Formulierungen umfassen jedoch gleichermaßen alle Geschlechter und sprechen alle gleichberechtigt an.

2 Reports

In FORCAM FORCE IIOT können Energiedaten auf verschiedene Weise visualisiert werden. Die Leistungsanalyse liefert unter **Energiedatenerfassung** Reports, die den Energieverbrauch von Arbeitsplätzen, Material und Betriebszuständen darstellen. Es ist hier auch möglich, meistverbrauchende Arbeitsplätze z. B. einer Maschinenlinie als Kreisdiagramm anzuzeigen.

Die Prozessdatenvisualisierung stellt Werte von Prozessdaten dar. Zusätzlich sind die Grenzwerte der Verletzungsregeln abgebildet.

2.1 Leistungsanalyse

2.1.1 Energieverbrauch pro Arbeitsplatz

Pfad (Office): Leistungsanalyse > Reporting > Reports > Energiedatenerfassung > Energieverbrauch pro Arbeitsplatz

Dieser Multi-Report zeigt den Energieverbrauch für jeden ausgewählten Arbeitsplatz als Säulendiagramm oder Tabelle an.

Säulendiagramm

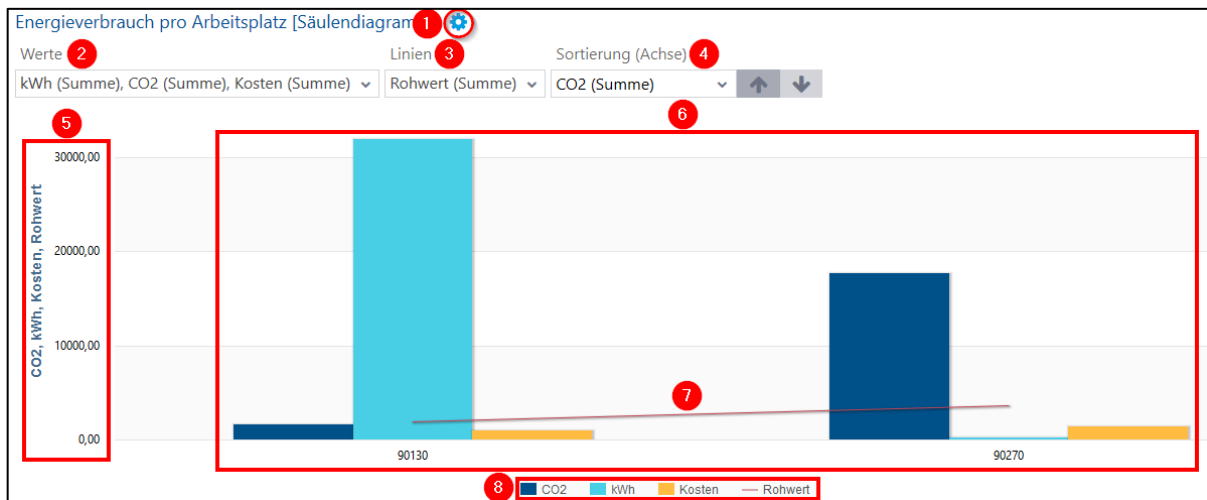


Bild 2: Energieverbrauch pro Arbeitsplatz als Säulendiagramm

- (1) Blendet den Zusatzfilter für Werte, Linien und Sortierung ein
- (2) Auswahl eines oder mehrerer Werte, die je als Säule dargestellt werden sollen (z. B. kWh, CO₂ usw.).
Jeder Wert ist als kumulierte oder nicht-kumulierte Summe darstellbar (siehe Abschnitt 2.1.1.1).
- (3) Auswahl eines Wertes, der über Arbeitsplätze gelegt werden kann, um einen bestimmten Vergleich oder Unterschied zu visualisieren.
Die Linie ist nur bei der Auswahl von mehreren Arbeitsplätzen verfügbar, da sie ein Vergleichsinstrument ist. Werden mehrere Werte ausgewählt, erscheinen mehrere Linien in der Darstellung.
- (4) Sortiert die Arbeitsplätze entlang der X-Achse nach dem ausgewählten Wert auf- oder absteigend.
Beispiel: Ist hier CO₂ aufsteigend ausgewählt, wird der Arbeitsplatz mit dem niedrigsten CO₂-Wert auf der X-Achse ganz links positioniert, gefolgt vom Arbeitsplatz mit dem nächsthöheren Wert rechts daneben usw.
- (5) Y-Achse mit Zahlen, die sich an den ausgewählten Werten orientieren.
Beispiel: Ein Arbeitsplatz verbraucht 400 kWh Strom, 1700 Nm³ CO₂ und verursacht 6.000 \$ Kosten. Die Y-Achse muss alle drei Werte abbilden können und reicht daher von 0 bis 6.000.
- (6) Verbrauchswerte als Säulen für alle ausgewählten Arbeitsplätze.
Jede Säule stellt einen Verbrauchswert dar und ist entsprechend hoch.
D. h. die Säule für einen Stromverbrauch von 400 kWh reicht bis zur Zahl 400 an der Y-Achse.
- (7) Linie, die über mehreren Arbeitsplätzen liegt, um einen zusätzlichen Wert vergleichend darzustellen (siehe (3))
- (8) Legende des Säulendiagramms.
Jeder Eintrag steht für einen Verbrauchswert, der durch eine Säule repräsentiert wird. Durch Klicken auf einen Eintrag werden alle entsprechenden Säulen aus- oder eingeblendet.

Tabelle

Arbeitsplatz ^	Verbrauchsart	Kosten %	CO2 %	kWh %	☰
90130	Stromverbrauch	37,86%	8,72%	98,09%	
90130	Wasserverbrauch	3,56%	0,02%	0,8%	
90270	Stromverbrauch	43,42%	23,34%	0,7%	
90270	Wasserverbrauch	15,16%	67,92%	0,41%	
		100%	100%	100%	

Bild 3: Energieverbrauch pro Arbeitsplatz als Tabelle

Jede Zeile der Tabelle zeigt den Energieverbrauch *eines* Arbeitsplatzes für *eine* Verbrauchsart an. Der Arbeitsplatz kann jedoch auch eine Arbeitsplatzlinie repräsentieren. Die angegebenen Werte sind beim jeweiligen Energietyp konfiguriert (siehe Abschnitt 3.1).

Die einzelnen Spalten können über das Icon am rechten oberen Eck der Tabelle ein- oder ausgeblendet werden.

2.1.1.1 Konzept der Kumulation

„Kumuliert“ bedeutet hier das Aufsummieren einzelner Werte bei der Darstellung.

Beispiel: Zum Zeitpunkt 1 werden 12 Energie-Einheiten verbraucht, zum Zeitpunkt 2 14 Einheiten und zum Zeitpunkt 3 16 Einheiten.

Das Schaubild gibt den jeweiligen Wert pro Zeitpunkt als Säule wieder. Die Kurve spiegelt nicht die bloßen Werte wider, sondern ihre Kumulation: In Zeitpunkt 1 liegt nur ein Wert vor und die Kurve liegt auf der Säule. Bei Zeitpunkt 2 kommt ein weiterer Wert hinzu und wird als zweite Säule mit einem Wert von 14 dargestellt. Die Kurve kumuliert diesen Wert, d. h. häuft die beiden bisherigen Werte auf und erreicht dadurch einen Wert von 26 (12 + 14). Dies entspricht dem Gesamtwert (Gesamtverbrauch) zu diesem Zeitpunkt. Kommt in Zeitpunkt 3 ein weiterer Wert hinzu, steigt die Kurve erneut an, indem dieser Wert ebenfalls angehäuft wird. Die Kurve erreicht den Wert 42 (26 + 16), was dem Gesamtwert zum Zeitpunkt 3 entspricht.

i Die Summierung erfolgt als Teil des SQL-Statements dieses Reports. Die Kumulation ist rein optisch.

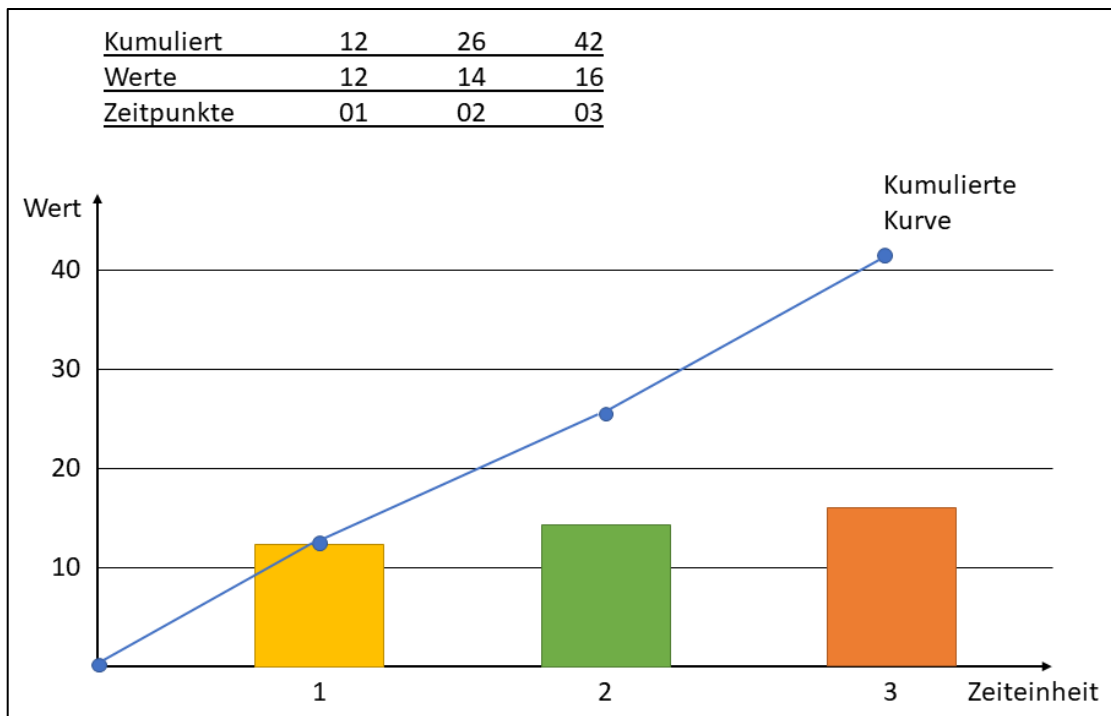


Bild 4: Konzept der Kumulation

2.1.2 Energieverbrauch pro Material

Pfad (Office): Leistungsanalyse > Reporting > Reports > Energiedatenerfassung > Energieverbrauch pro Material

Dieser Multi-Report zeigt den Energieverbrauch für jedes ausgewählte Material als Säulendiagramm oder Tabelle an.

Säulendiagramm

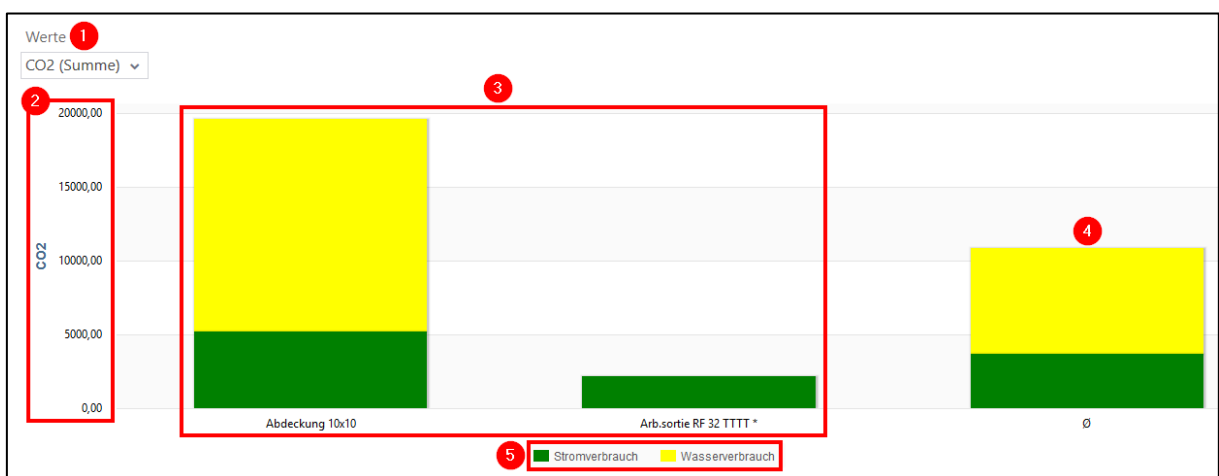


Bild 5: Energieverbrauch pro Material als Säulendiagramm

Reports

- (1) Auswahl eines Wertes, der als Säule dargestellt werden soll (z. B. kWh, CO₂ usw.)
- (2) Y-Achse mit Zahlen, die sich an dem ausgewählten Wert orientieren
- (3) Verbrauchswerte als Säulen für alle ausgewählten Arbeitsplätze.
 Jede Säule setzt sich aus mehreren Verbrauchsarten zusammen (wenn verfügbar), die anteilmäßig aufgeteilt sind.
 Beispiel: Ein Material hat einen gesamten CO₂-Verbrauch von 10.000 Nm³. Davon gehen 2.500 Nm³ auf den Stromverbrauch und 7.500 Nm³ auf den Wasserverbrauch zurück. Die Säule für dieses Material besteht dann zu 1/3 aus dem Stromverbrauch und zu 2/3 aus dem Wasserverbrauch.
- (4) Säule mit dem durchschnittlichen Wert aller ausgewählten Materialien
- (5) Legende des Säulendiagramms.
 Jeder Eintrag steht für einen Energietyp. Durch Klicken auf einen Eintrag wird der entsprechende Energietyp im Diagramm aus- oder eingeblendet.

Tabelle

Material	Verbrauchsart	Kosten	CO ₂	kWh	Rohwert	
Arb.sortie RF 32 TTTT *	Stromverbrauch	1289,56	2210,67	41450,00	1842,22	
Abdeckung 10x10	Stromverbrauch	1316,48	5265,93	263,30	2632,97	
Arb.sortie RF 32 TTTT *	Wasserverbrauch	120,31	6,02	336,88	601,57	
Abdeckung 10x10	Wasserverbrauch	431,53	14384,20	143,84	1438,42	

Bild 6: Energieverbrauch pro Material als Tabelle

Jede Zeile der Tabelle zeigt den Energieverbrauch *eines* Materials für *eine* Verbrauchsart an. Die angegebenen Werte sind bei dem jeweiligen Energietyp konfiguriert (siehe Abschnitt 3.1). Die einzelnen Spalten können über das Icon am rechten oberen Eck der Tabelle ein- oder ausgeblendet werden.

2.1.3 Energieverbrauch pro Betriebszustand

Pfad (Office): Leistungsanalyse > Reporting > Reports > Energiedatenerfassung > Energieverbrauch pro Betriebszustand

Dieser Multi-Report zeigt den Energieverbrauch für jeden ausgewählten Betriebszustand als Säulendiagramm oder Hitliste an.

Säulendiagramm

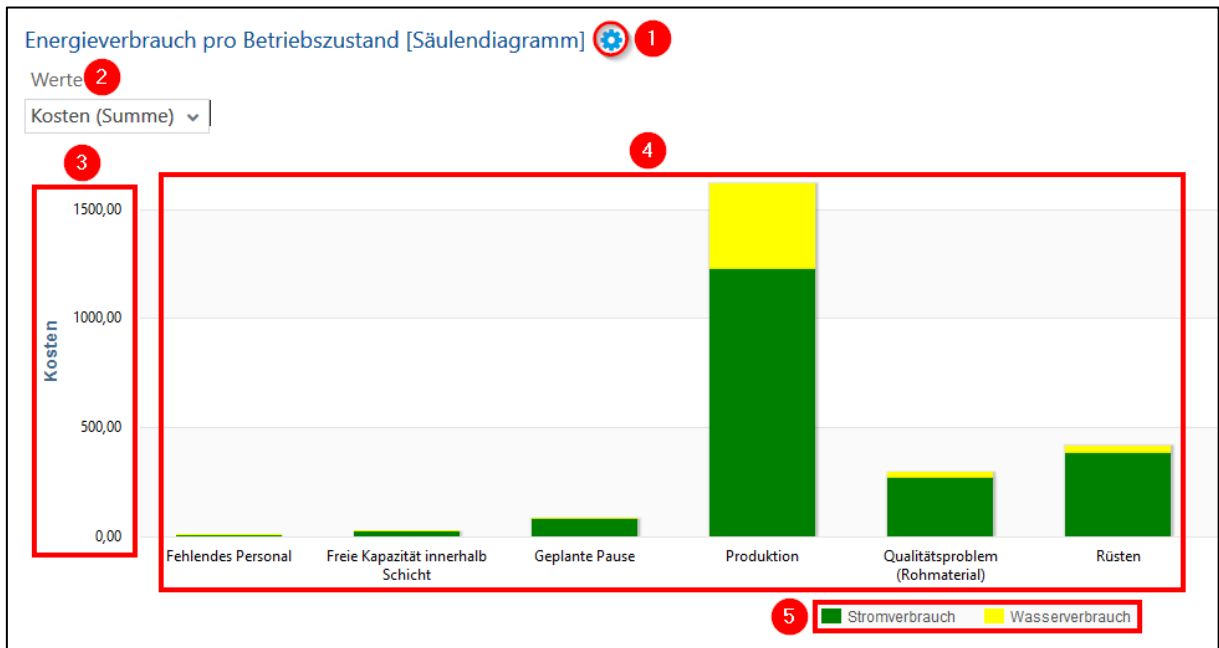


Bild 7: Energieverbrauch pro Betriebszustand als Säulendiagramm

- (1) Blendet den Zusatzfilter für Werte ein
- (2) Auswahl eines Wertes, der als Säule dargestellt werden soll (z. B. kWh, CO₂ usw.)
- (3) Y-Achse mit Zahlen, die sich an dem ausgewählten Wert orientieren
- (4) Verbrauchswerte als Säulen für alle ausgewählten Betriebszustände.
Jede Säule setzt sich aus mehreren Verbrauchsarten zusammen (wenn verfügbar), die anteilmäßig aufgeteilt sind.
Beispiel:
Ein Betriebszustand verursacht Kosten i. H. v. 1600 \$. Davon gehen 1200 \$ auf den Stromverbrauch und 400 \$ auf den Wasserverbrauch zurück. Die Säule für diesen Betriebszustand besteht dann zu 1/3 aus dem Stromverbrauch und zu 2/3 aus dem Wasserverbrauch.
- (5) Legende des Säulendiagramms.
Jeder Eintrag steht für einen Energietyp. Durch Klicken auf einen Eintrag wird der entsprechende Energietyp im Diagramm aus- oder eingeblendet.

Hitliste

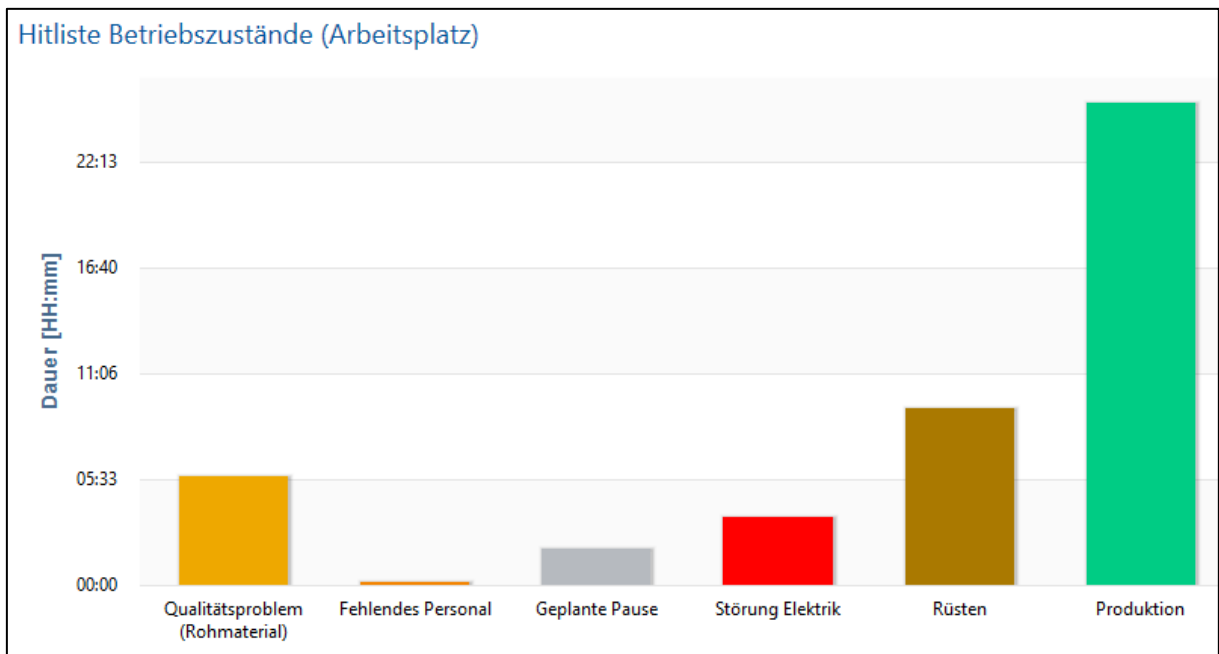



Bild 8: Energieverbrauch pro Betriebszustand als Hitliste

In der Hitliste repräsentiert jede Säule einen Betriebszustand. Je länger der jeweilige Zustand andauert, desto höher ist die Säule. Der Anwender erkennt so auf einen Blick, welche Zustände dominieren.

2.1.4 Meistverbrauchende Arbeitsplätze

Pfad (Office): Leistungsanalyse > Reporting > Reports > Energiedatenerfassung > Meistverbrauchende Arbeitsplätze

Dieser Multi-Report vergleicht den Energieverbrauch mehrerer Arbeitsplätze in einem Kreisdiagramm. Der ausgewählte Wert wird für jeden Arbeitsplatz anteilig dargestellt. Zusätzlich wird der Verbrauch für jeden Arbeitsplatz in einer Tabelle zusammengefasst.

 Das Kreisdiagramm skaliert stufenlos beim kleiner-/größer Ziehen des Browserfensters.

Kreisdiagramm

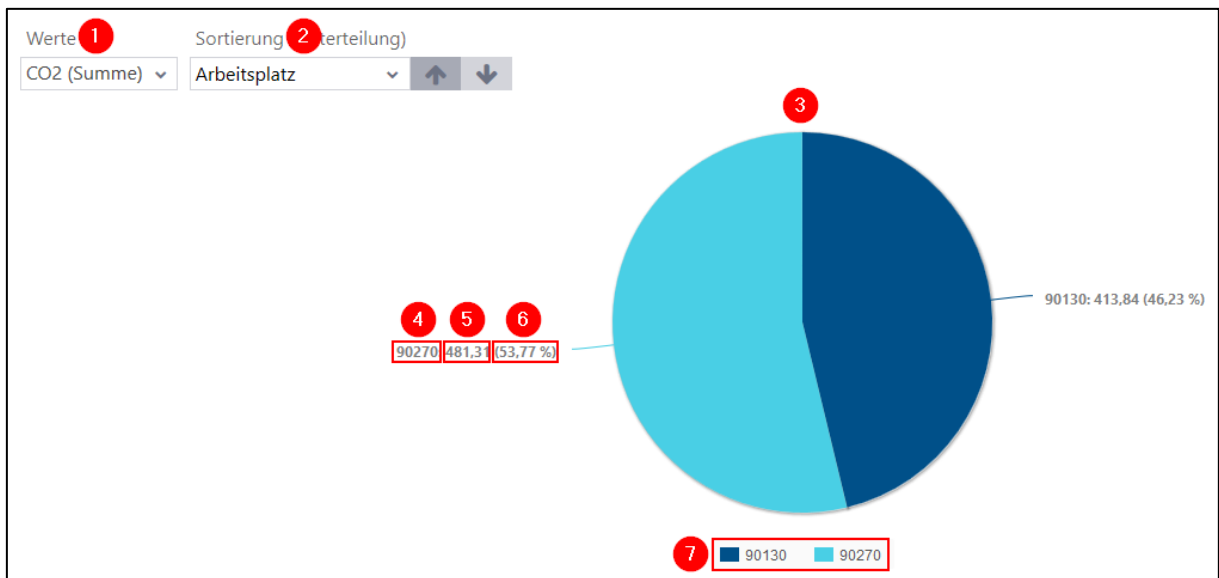


Bild 9: Meistverbrauchende Arbeitsplätze als Kreisdiagramm

- (1) Auswahl eines Wertes, der im Kreisdiagramm dargestellt werden soll (z. B. kWh, CO₂ usw.)
- (2) Sortiert die Arbeitsplätze im Kreisdiagramm nach dem ausgewählten Wert auf- oder absteigend. Bei einer aufsteigenden Sortierung wird beispielsweise der Arbeitsplatz mit dem geringeren Wert rechts positioniert.
- (3) Kreisdiagramm mit der Darstellung des ausgewählten Wertes für alle Arbeitsplätze. Der ausgewählte Wert wird für jeden Arbeitsplatz anteilig dargestellt. D. h. jeder Arbeitsplatz nimmt im Kreisdiagramm so viel Platz ein, wie er im Vergleich verbraucht.
 Beispiel: Die Arbeitsplätze **90130** und **90270** werden gegenübergestellt und haben zusammen einen Gesamtverbrauch von 895,15 Nm³ CO₂. **90270** hat einen Verbrauch von 481,31 Nm³, was anteilig 53,77 % ausmacht. Dieser Arbeitsplatz nimmt im Diagramm daher 53,77 % Platz ein.
- (4) Name des Arbeitsplatzes
- (5) Verbrauchswert des Arbeitsplatzes
- (6) Anteiliger Verbrauch des Arbeitsplatzes gemessen am Gesamtverbrauch aller Arbeitsplätze
- (7) Legende des Kreisdiagramms.
 Jeder Eintrag steht für einen Arbeitsplatz. Durch Klicken auf einen Eintrag wird der entsprechende Arbeitsplatz im Diagramm aus- oder eingeblendet.

Reports

Tabelle

Arbeitsplatz	Verbrauchsart	Kosten %	CO2 %	kWh %	Rohwert %	
90270	Stromverbrauch	40,03%	49,95%	46,6%	37,55%	
90270	Wasserverbrauch	8,85%	3,82%	0,54%	12,45%	
90130	Stromverbrauch	46,7%	46,1%	52,43%	37,55%	
90130	Wasserverbrauch	4,42%	0,13%	0,43%	12,45%	
		100%	100%	100%	100%	

Bild 10: Energieverbrauch pro Arbeitsplatz als Tabelle

Jede Zeile der Tabelle zeigt den Energieverbrauch *eines* Arbeitsplatzes für *eine* Verbrauchsart an. Der Arbeitsplatz kann jedoch auch eine Arbeitsplatzlinie repräsentieren. Die angegebenen Werte sind beim jeweiligen Energietyp konfiguriert (siehe Abschnitt 3.1).

Die einzelnen Spalten können über das Icon am rechten oberen Eck der Tabelle ein- oder ausgeblendet werden.

2.1.5 Lastverlauf

Pfad (Office): Leistungsanalyse > Reporting > Reports > Energiedatenerfassung > Lastverlauf

Dieser Report zeigt den Energieverbrauch von Arbeitsplätzen als Säulendiagramm über einen Zeitraum an.

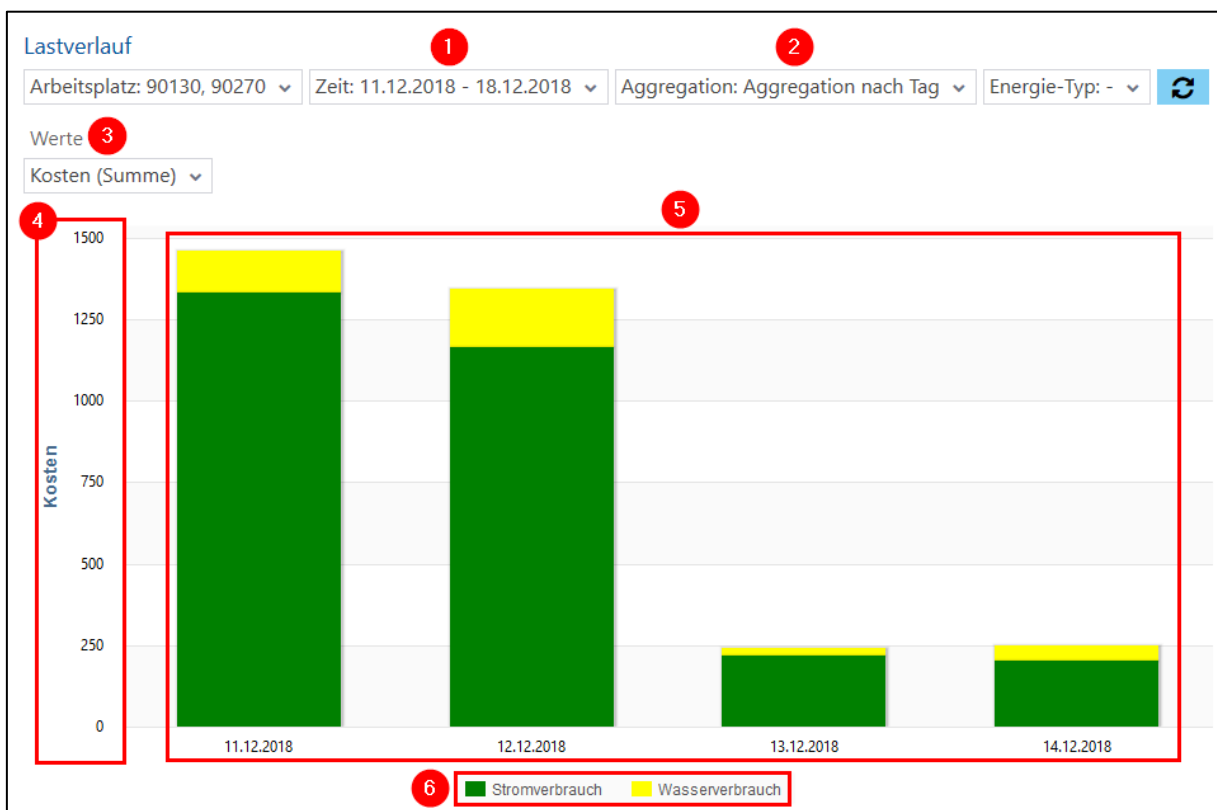


Bild 11: Lastverlauf

Reports

- (1) Zeitfilter.
Der Lastverlauf wird für die hier ausgewählte Zeit angezeigt.
- (2) Filter für Aggregation.
Der Energieverbrauch kann über verschiedene Zeiträume aggregiert werden (z. B. Minuten, Woche, Monat usw.).
- (3) Auswahl eines Wertes, der als Säule dargestellt werden soll (z. B. kWh, CO₂ usw.)
- (4) Y-Achse mit Zahlen, die sich an dem ausgewählten Wert orientieren
- (5) Verbrauchswerte als Säulen für den ausgewählten Zeitraum.
Setzt sich aus mehreren Verbrauchsarten zusammen (wenn verfügbar), die anteilmäßig aufgeteilt sind.
Beispiel: Am 12.12.2018 summiert sich für die ausgewählten Arbeitsplätze ein Energieverbrauch i. H. v. 1347 \$. Davon gehen 1168 \$ auf den Stromverbrauch und 179 \$ auf den Wasserverbrauch zurück. Die Säule für diesen Tag besteht dann zu 2/3 aus dem Stromverbrauch und zu 1/3 aus dem Wasserverbrauch.
- (6) Legende des Säulendiagramms.
Jeder Eintrag steht für einen Energietyp. Durch Klicken auf einen Eintrag wird der entsprechende Energietyp im Diagramm aus- oder eingeblendet.

3 Konfiguration

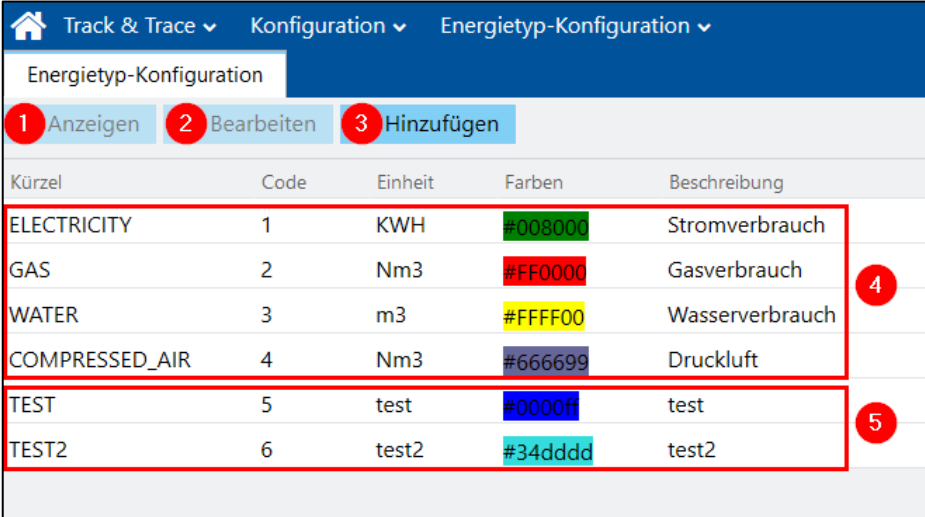
3.1 Energietyp-Konfiguration

Pfad (Office): Track & Trace > Konfiguration > Energietyp-Konfiguration

Energietypen sind Datentypen, die den Energieverbrauch in bestimmte Klassen unterteilen. Standardmäßig sind vier Klassen vordefiniert:

- Stromverbrauch (kWh)
- Gasverbrauch (Nm³)
- Wasserverbrauch (m³)
- Druckluft (Nm³)

Bestehende Energietypen können angezeigt oder bearbeitet werden. Es ist außerdem möglich, eigene Energietypen zu definieren.



Kürzel	Code	Einheit	Farben	Beschreibung
ELECTRICITY	1	KWH	#008000	Stromverbrauch
GAS	2	Nm3	#FF0000	Gasverbrauch
WATER	3	m3	#FFFF00	Wasserverbrauch
COMPRESSED_AIR	4	Nm3	#666699	Druckluft
TEST	5	test	#0000ff	test
TEST2	6	test2	#34dddd	test2

Bild 12: Konfigurationsseite für Energietypen

- (1) Zeigt den ausgewählten Energietyp in einem Folgefenster an. Die Daten sind nur einsehbar und können nicht bearbeitet werden.
- (2) Zeigt den ausgewählten Energietyp in einem Folgefenster an. Die Daten können bearbeitet werden.
- (3) Fügt einen neuen Energietyp hinzu. Mit einem Stern versehene Felder sind Pflichtfelder.
- (4) Standardmäßig verfügbare Energietypen
- (5) Individuell konfigurierte Energietypen

3.2 Signal-Konfiguration

Jegliche Signalwerte von Maschinen können über die DCU empfangen und in die Datenbank von FORCAM FORCE IIOT geschrieben werden. Die Werte werden unter anderem für die Energieanalyse verwendet.

In der Controller-Konfiguration wird zunächst ein Signal konfiguriert. Dessen Werte werden im Rahmen der Energiedatenverdichtung als Energieverbrauchswerte interpretiert.

- Für eine detaillierte Anweisung zur Konfiguration eines Controllers, siehe das Handbuch **Stammdaten und Systemkonfiguration**.

3.3 Controller-Konfiguration

Pfad (Workbench): Stammdaten > Arbeitsplatz > Arbeitsplatzkonfiguration > Controller-Konfiguration

Die Konfiguration eines Controllers kann aus technischen Gründen variieren. Unten ist der Controller **Welding1** mit den Signalen **Gun Vacuum** und **HV Demand** beispielhaft für einen Arbeitsplatz konfiguriert.

Signal-Konfiguration	
<ul style="list-style-type: none"> Welding1 <ul style="list-style-type: none"> Gun Vacuum HV Demand 	Controller: Welding1 Name: <input type="text" value="Gun Vacuum"/> Signalgruppe: <input type="text"/> Typ: <input type="text" value="IW"/> Werttyp: <input type="text" value="N"/> Adresse: <input type="text" value="1"/> Verz. (ein): <input type="text"/> Totzone: <input type="text"/> Bemerkung: <input type="text"/>

Bild 13: Beispielhafte Konfiguration von Signalen

4 Energieaggregationservice

Prozessdatenwerte werden in wiederkehrenden Zeitabschnitten empfangen. Der Energieaggregationservice (EAS) bearbeitet einen Zeitraum, der mehrere Zeitstempel und Prozessdatenwerte umfasst.

Beim ersten Aggregationszyklus generiert der EAS Energieslots, in denen die Energieverteilung berechnet wird. Diese Slots werden dann für den jeweiligen Arbeitsplatz auf Vorgangs- und Arbeitsplatzzeitstrahlen heruntergebrochen.

4.1 Verteilung der Energieverbrauchswerte auf Zeitabschnitte

In der nachfolgenden Abbildung werden jeweils Zeitabschnitte mit einer maximalen Länge von 5 Minuten gebildet. Die Zeitabschnitte können kürzer ausfallen, wenn sich der Arbeitsplatzstatus ändert oder ein neuer Energieverbrauchswert von der Maschine bzw. dem Energiemessgerät geliefert werden.

Der grüne Balken zeigt die Verdichtung von Energieverbrauchswerten eines Arbeitsplatzes an. Der orangefarbene Balken verdeutlicht, was bei einem „Recoding“ passiert. Recoding bedeutet hier das erneute Berechnen/Aggregieren von Energieverbrauchswerten für bereits erfasste Werte.

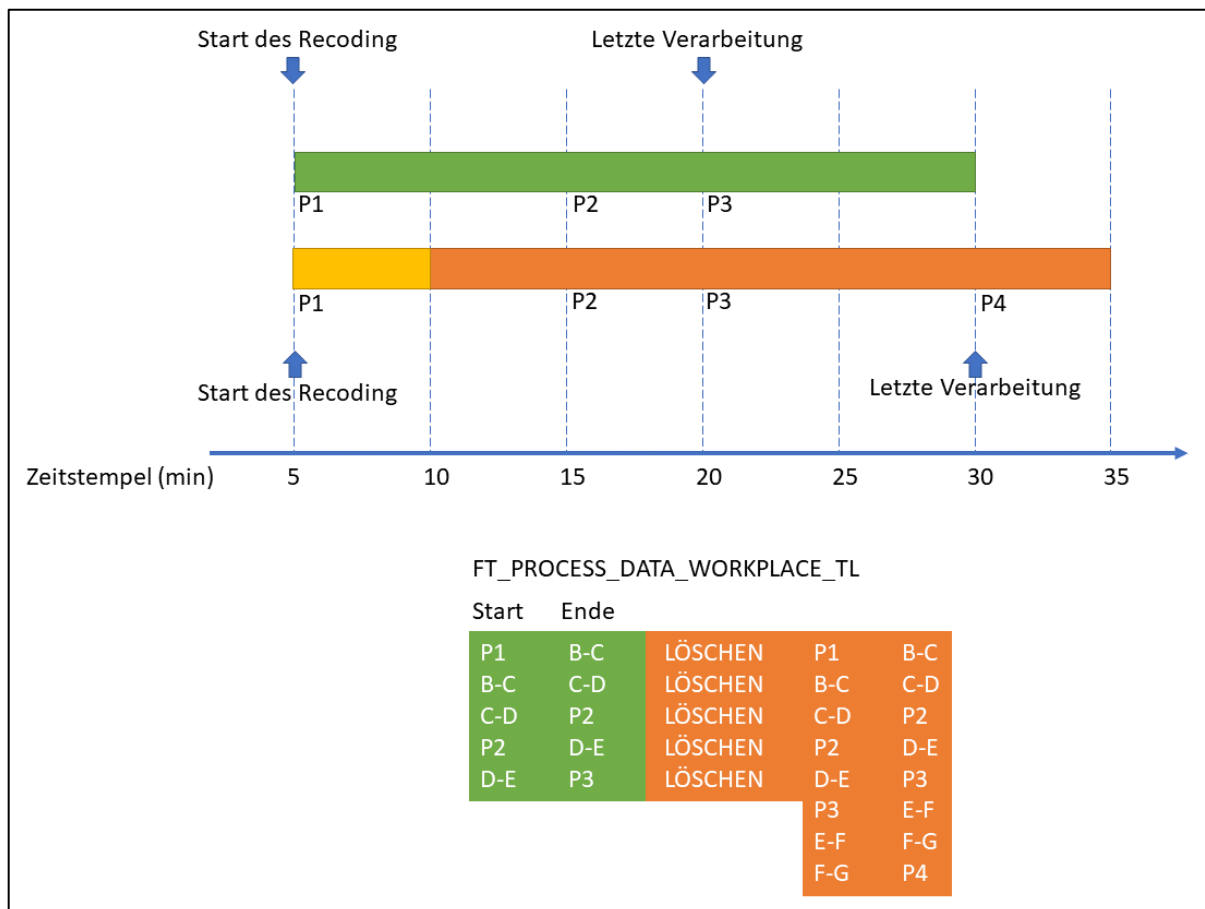


Bild 14: Recoding beim EAS

Der EAS findet die Prozessdatenwerte P1, P2 und P3 in diesem Zeitraum in der Prozessdatensammlung der MongoDB. Hier wurden sie als normale Prozessdaten aufgezeichnet. P1, P2 und P3 sind hier beispielsweise Werte für Stromverbrauch. Diese Werte sind hier absolute Werte eines Energiemessers, der streng monoton steigt. P1, P2 und P3 liegen jeweils zwischen den Zeitstempeln.

Nun werden die folgenden beispielhaften Energieslots generiert:

P1 zu B-C, d.h. ein Zeitraum vom Zeitstempel von P1 zum Zeitstempel B-C.

Der Energieverbrauch mit der Menge P2-P1 wird auf folgende Zeitslots verteilt:

P1 zu B-C, B-C zu C-D und C-D zu P2.

Im zweiten Zyklus der Energieaggregation (orangefarbener Balken) werden die Prozessdatenwerte P1, P2, P3 und P4 verarbeitet.

Der Wert P1 wird hinzugefügt, um eine Mindestzeitraum Von 60 Minuten abzudecken.

Der Energieaggregationszyklus basiert auf einem löschen/einfügen-Prinzip.

D. h. die Zeitlinie von P1 zu P3 wird gelöscht, anschließend wird die Zeitlinie von P1 bis P4 neu erstellt.

Recoding ist notwendig, da sich insbesondere die Status des Maschinenzeitstrahls oder des Arbeitsvorgangszeitstrahls geändert haben könnten. So kann ein Werker einen unbegründeten Stillstand umkodieren, um den tatsächlichen Grund des Stillstands anzugeben. Ebenso kann ein Stillstand aber auch zeitlich gesplittet und unterschiedliche Statusdetails angegeben werden.

Das Ziel des EAS ist es, die Energieverbrauchswerte auf die einzelnen Arbeitsplatzphasen bzw. Arbeitsvorgangsphasen korrekt aufzuteilen. Erst diese Aggregation und Verteilung der Energieverbrauchswerte ermöglicht zielgerichtete und aussagekräftige Reports.

4.2 Verteilung der Energieverbrauchswerte auf mehrere Arbeitsvorgänge

In der nachfolgenden Abbildung wird die Verteilung von Energiewerten eines Arbeitsplatzes auf mehrere parallellaufenden Fertigungsaufträge beispielhaft dargestellt.

Angenommen, alle 5 Minuten müssen 100 kWh verteilt werden. Der Arbeitsplatz (bzw. die Maschinen, die in FORCAM FORCE IIOT mit diesem Arbeitsplatz assoziiert sind) verbraucht demnach alle 5 Minuten 100 kWh an elektrischer Energie. Dieser Energieverbrauch wird pro Energiedatenslot, der maximal 5 Minuten lang ist, auf die aktiven Arbeitsvorgänge der angemeldeten Fertigungsaufträge verteilt. Die Intention ist, den Energieverbrauch verursachergerecht zu verteilen.

Auf einen Arbeitsvorgang/Fertigungsauftrag werden nur dann Energieverbrauchswerte verteilt, wenn sich der entsprechende Arbeitsvorgang in einer aktiven Phase befindet. Ein Arbeitsvorgang, der sich z. B. in der Phase **Rüsten** befindet, konsumiert keine Energie, sondern erst in einer aktiven Phase (i. d. R. **Produktion**).

Gibt es in einem Zeitslot keinen aktiven Arbeitsvorgang, wird der Energieverbrauch anonym – d. h. ohne Bezug zu einem Fertigungsauftrag - auf dem Arbeitsplatz erfasst.

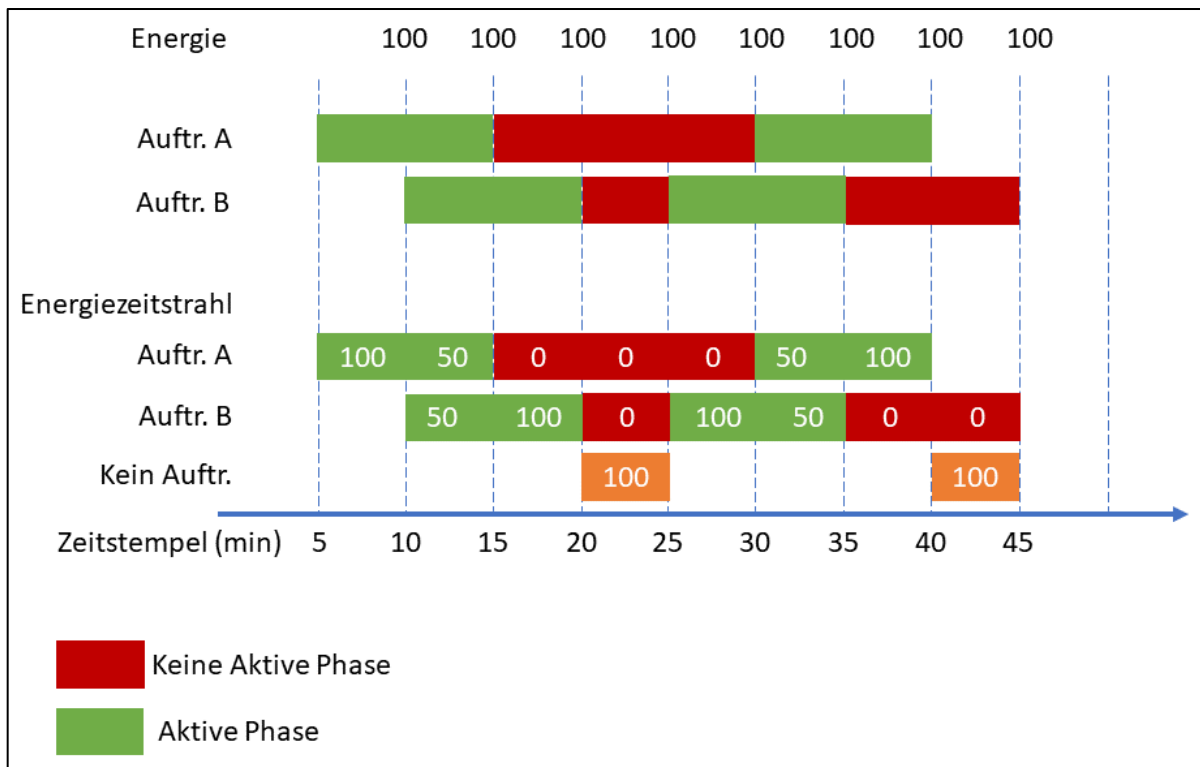


Bild 15: Verteilung der Energieverbrauchswerte auf mehrere Vorgänge

4.3 Aggregation von Energiewerten einer Maschinenlinie

In einigen Fertigungsprozessen werden Bauteile auf Maschinenlinien gefertigt.

In FORCAM FORCE IIOT wird eine Maschinenlinie mit einem eigenen Arbeitsplatz modelliert, der die Maschinenlinie repräsentiert. Die Teilnehmer der Maschinenlinie werden ebenfalls als Arbeitsplätze modelliert und einer gemeinsamen Arbeitsplatzhierarchie zugeordnet.

Die Energieverbrauchswerte werden wie zuvor beschrieben auf die einzelnen Arbeitsplätze verteilt. Zusätzlich wird die Summe der Energieverbrauchswerte der Einzelarbeitsplätze aber auf den Arbeitsplatz verteilt, der die Maschinenlinie repräsentiert.

4.4 EAS de-/aktivieren

Pfad (Workbench): Konfigurationen > System > FORCAM FORCE IIOT > Konfigurationen > Module > Tracing > Energiedatenverdichtung

Der Energieaggregationservice kann in der Workbench aktiviert oder deaktiviert werden. Die Aggregation basiert auf der Berechnung des EAS. Standardmäßig läuft die Berechnung immer alle 5 Minuten ab. Berechnet werden dabei die Werte der letzten Stunde.

System	Bezeichner	Wert
<ul style="list-style-type: none"> ▼ FORCAM FORCE™ <ul style="list-style-type: none"> ▼ Konfigurationen <ul style="list-style-type: none"> > Allgemein ▼ Module <ul style="list-style-type: none"> > Runtime > Workbench > Worker ▼ Tracing <ul style="list-style-type: none"> LRK Daten-Poller Trace-Austauschdaten-Poller Maximale Ebenenanzahl Virtuelles Prozessabbild Trace-Cache-Warming Trace-Buchungskonfiguration Energiedatenverdichtung > Webservices 	<ul style="list-style-type: none"> ▼ Energiedatenverdichtung <ul style="list-style-type: none"> Verdichtungsdienst aktiv <input checked="" type="checkbox"/> Alle X Stunden umkodieren 1 Zeitraum für Umkodierung (Std.) 24 Verdichtungsintervall für Arbeitsplatz (Minuten) 5 Verdichtungsintervall für Linienarbeitsplatz (Minuten) 5 	

Bild 16: Konfiguration der Energiedatenverdichtung in der Workbench

Tabelle 1: Konfigurationsparameter des Energieaggregationservice

Parameter	Erklärung
Verdichtungsdienst aktiv	Ist ein Haken gesetzt, ist der EAS aktiv.
Alle X Stunden umkodieren	Bestimmt den Zeitintervall in Stunden, nach welchem die Werte neu berechnet werden sollen (standardmäßig 1). D. h. i. d. R. werden die letzten 24 Stunden einmal stündlich berechnet.
Zeitraum für Umkodierung (Std.)	Bestimmt den Zeitraum in Stunden, der neu berechnet werden soll (standardmäßig 24)
Verdichtungsintervall für Arbeitsplatz (Minuten)	Bestimmt, nach wie vielen Minuten die Verteilung der neuen Energieverbrauchswerte seit der letzten Verteilung für einen Einzelarbeitsplatz stattfindet
Verdichtungsintervall für Linienarbeitsplatz (Minuten)	Bestimmt, nach wie vielen Minuten die Verteilung der neuen Energieverbrauchswerte seit der letzten Verteilung für einen Linienarbeitsplatz stattfindet

4.5 Aggregation von Linienarbeitsplätzen

Pfad (Workbench): Stammdaten > Arbeitsplatz > Arbeitsplatz-Hierarchie

Der EAS kann den Energieverbrauch von Linienarbeitsplätzen berechnen. Der Linienarbeitsplatz selbst hat keinen Energieverbrauch. Er ist ein virtueller Arbeitsplatz, der physisch nicht existiert. Er repräsentiert lediglich die Linie als Ganzes.

Bei der Aggregation eines Linienarbeitsplatzes wird der Verbrauch jedes einzelnen Arbeitsplatzes der Linie summiert. Die Summe des Verbrauchs aller Arbeitsplätze wird als Verbrauch der Linie berechnet.

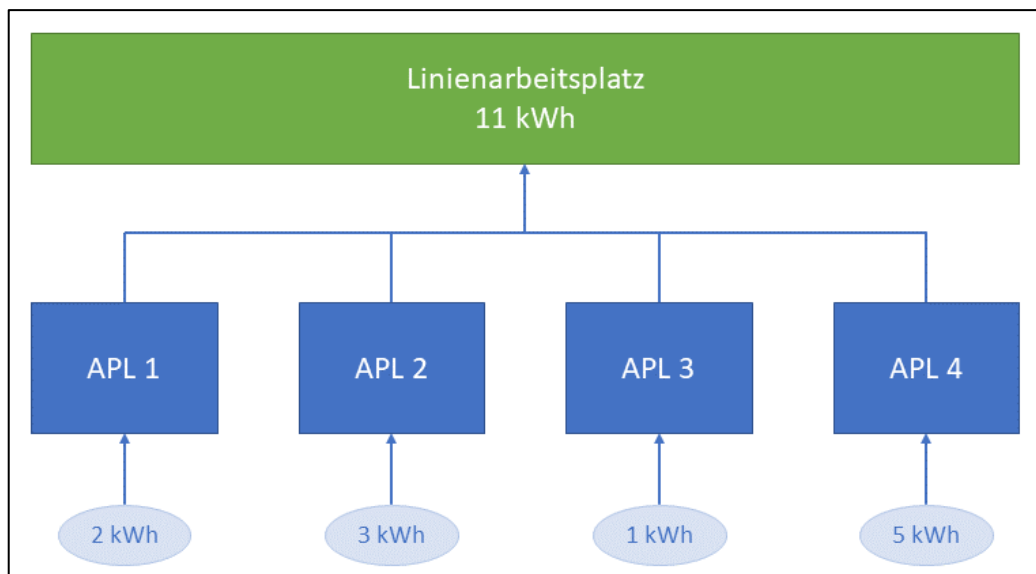


Bild 17: Aggregation bei einem Linienarbeitsplatz

Um einen Arbeitsplatz- bzw. Vorgangszeitstrahl für einen Linienarbeitsplatz berechnen zu können, muss dieser in der Hierarchie-Konfiguration als Arbeitsplatz definiert werden.

i Für die Konfiguration eines Arbeitsplatzes bzw. einer Hierarchie, siehe das Handbuch **Stammdaten und Systemkonfiguration**.

Kurzbeschreibung	Beschreibung	Code	Anzahl Ebenen
ERP-HIER	ERP-Hierarchie	ERP-Hierarchie	2
DNC-HIER	DNC-Hierarchie	DNC-Hierarchie	6
ORG	ORG	Organisatorische Hierarchie	2

#	Attributname	Beschreibung	Wert
1	Linienarbeitsplatz	Linienarbeitsplatz	WP-Standard-07 - WP-Standard-07 (150-A1-A1)

Kurzbeschreibung	Beschreibung	Code	Anzahl Ebenen
Line WP - Line WP	Line WP	Line WP	(1) Attribut
WP-Standard-09 - WP-Standard-09	WP-Standard-09 - WP-Standard-09	WP-Standard-09	
WP-Standard-08 - WP-Standard-08	WP-Standard-08 - WP-Standard-08	WP-Standard-08	

Bild 18: Konfiguration einer Linienhierarchie

5 Anhang

5.1 Abkürzungen

Tabelle 2: Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Beschreibung
APL	Arbeitsplatz
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DB	Datenbank
DCU	Collection Unit (Datenerfassungseinheit)
DEP	Datenerfassungspunkt
EAS	Energieaggregationservice
kWh	Kilowattstunde
m ³	Kubikmeter
ms	Millisekunden
Nm ³	Normkubikmeter
PDE	Prozessdatenelement
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
SFT	Shop Floor Terminal

5.2 Abbildungsverzeichnis

<i>Bild 1: Vereinfachte Architektur der Energieanalyse</i>	<i>3</i>
<i>Bild 2: Energieverbrauch pro Arbeitsplatz als Säulendiagramm</i>	<i>5</i>
<i>Bild 3: Energieverbrauch pro Arbeitsplatz als Tabelle</i>	<i>6</i>
<i>Bild 4: Konzept der Kumulation</i>	<i>7</i>
<i>Bild 5: Energieverbrauch pro Material als Säulendiagramm</i>	<i>7</i>
<i>Bild 6: Energieverbrauch pro Material als Tabelle</i>	<i>8</i>
<i>Bild 7: Energieverbrauch pro Betriebszustand als Säulendiagramm</i>	<i>9</i>
<i>Bild 8: Energieverbrauch pro Betriebszustand als Hitliste</i>	<i>10</i>
<i>Bild 9: Meistverbrauchende Arbeitsplätze als Kreisdiagramm</i>	<i>11</i>
<i>Bild 10: Energieverbrauch pro Arbeitsplatz als Tabelle</i>	<i>12</i>
<i>Bild 11: Lastverlauf</i>	<i>12</i>
<i>Bild 12: Konfigurationsseite für Energietypen</i>	<i>14</i>
<i>Bild 13: Beispielhafte Konfiguration von Signalen</i>	<i>15</i>
<i>Bild 14: Recoding beim EAS</i>	<i>16</i>
<i>Bild 15: Verteilung der Energieverbrauchswerte auf mehrere Vorgänge</i>	<i>18</i>
<i>Bild 16: Konfiguration der Energiedatenverdichtung in der Workbench</i>	<i>19</i>
<i>Bild 17: Aggregation bei einem Linienarbeitsplatz</i>	<i>20</i>
<i>Bild 18: Konfiguration einer Linienhierarchie</i>	<i>21</i>