

Prüfung zur Eignung der Plattform „FORCAM FORCE(TM)“
hinsichtlich der Unterstützung von
Anforderungen nach DIN EN ISO 50001:2018 Energiemanagementsysteme

Organisation:	FORCAM GmbH	Audittermin: 22.2.22, 26.4.22, 13.5.22	Branchen-Code: EAC 33
Mitgeltende Unterlagen:	<ul style="list-style-type: none">• DIN EN ISO 50001:2018 (im Folgenden ISO 50001)• Checkliste gem. BAFA-Merkblatt ems_merkblatt_mindestanforderungen_software (20.12.2016) Stand 11.01.2018 bleibt gültig• Plattform FORCAM FORCE mit den Modulen IIoT, Edge, SaaS –Version 5.11 und 5.12.• Auditplan entfällt, da wie in Abschnitt 1.2 genannt vorgegangen wurde• Die eingesehenen Nachweise sind in Abschnitt 1.2 genannt.		
Teilnehmer:	Holger Liebmann, Jürgen Vischer, Bernd Neininger (FORCAM) Katja Winkelmann (Auditor GUTcert)		

Auditergebnis:

In einem Audit hat das Unternehmen Forcam GmbH nachgewiesen, dass die „Plattform FORCAM FORCE mit den Modulen IIoT, Edge, SaaS –Version 5.11 und 5.12. die Einführung und Aufrechterhaltung von Energiemanagementsystemen nach ISO 50001:2018 insbesondere der Kapitel 6.2 bis 6.6 sowie 9.1 der ISO 50001:2018 unterstützt.

Berlin, den 14.07.2022



Katja Winkelmann
Auditleiter
Tel.: 030 369980-15 Durchwahl
E-Mail: k.winkelmann@wiac.de

Durch die Zertifizierungsstelle geprüft am



Digital unterschrieben
von Sarah Stenzel
Datum: 2022.07.27
15:49:01 +02'00'

**GUT Zertifizierungsgesellschaft für
Managementsysteme mbH Umweltgutachter**
Eichenstraße 3 b, 12435 Berlin
Tel. +49 30 2332021-52
E-Mail: sarah.stenzel@gut-cert.de

Original: GUTcert

Kopie: Organisation

1. Aufgabenstellung/ Prüfungsauftrag

1.1. Auftrag/ Auditziel

Die GUTcert wurde beauftragt, zu überprüfen, wie die „Plattform FORCAM FORCE mit den Modulen IIoT, Edge, SaaS –Version 5.11 und 5.12 die Einführung und Aufrechterhaltung von Energiemanagementsystemen auch nach ISO 50001:2018 insbesondere der Kapitel 6.2 bis 6.6 sowie 9.1 hinsichtlich Erfassung, Analyse, Visualisierung und Überwachung sowie der Berechnung von Einflussfaktoren, Prognosen und Ausgangsbasis-Daten unterstützt.

Die ISO 50001:2018 richtet sich an die betriebliche Organisation von Unternehmen zum Thema Energiemanagement und nicht an Softwaretools, die für diese Organisation als Hilfsmittel verwendet werden. Gleichwohl sind diese EDV-Hilfsmittel essenziell für ein erfolgreiches Managen des Themas „Verbesserung der energiebezogenen Leistungen“ in einem Unternehmen.

Das GUTcert-Zertifikat soll in Verbindung mit dem Auditbericht anzeigen, dass und welche Hilfen eine Software für die Umsetzung der ISO 50001:2018 im Betrieb zur Verfügung stellt.

1.2. Vorgehensweise/ Prüfungsablauf

Die Prüfung erfolgte im Rahmen eines Audits unter Zuhilfenahme von MS Teams Videokonferenztechnik mit Echtzeit Bildschirmteilung auf die Produktions-Software FORCAM FORCE, so wie sie im realen Produktionsumfeld im Einsatz ist auf Basis eines Forcam Academy-Systems.

Das Audit hat sich auf die Funktionalitäten beschränkt, die im Zusammenhang mit der Unterstützung eines Energiemanagement nach ISO 50001:2018 sowie der Berechnung von Einflussfaktoren, Prognosen und Ausgangsbasis-Daten stehen.

Es wurden Leistungen in den folgenden drei Gruppierungen auditiert, deren Feststellungen im Abschnitt 3 dieses Berichts dargestellt werden:

- **Hintergrund zur Firma und Software** (Zweck/ Herkunft, Aufbau/Architektur (monolithisch oder micro-Service-Ansatz), Modularität, An-/Einbindung in vorhandene Lösungen (REST-API, Standards, Datenbankmodell), Synchronisierung (Zuverlässigkeit von Daten))
- **Anwendung zum Normzweck** (Struktur/SEU, Energieflusserfassung/Darstellung, Datenpunkte mit Stammdaten, Rohdaten erfassen und anzeigen für absolute (Energie-) Verbräuche und Einflussfaktoren aus internen und externen Quellen, Planung Datenerfassung, Bereinigung, Analyse von Zeitreihen als virtuelle Punkte oder Workflows, EnPI-Bildung, Monitoring und Reporting, Dokumentation von Analysen, Zuständen, Vergleichsdaten, Triggern, Ziel- und Aktionsplanung, Zielerreichungsbewertung, Punkte der BAFA-Checkliste)
- **Service-Qualität** (Revisionssichere Speicherung von Rohdaten, Zugangs-, Zugriffs-Sicherheit (Datensicherheit), Entwicklungs-Qualität, Lizenzmodell (Software-a-a-S, Plattform-a-a-S, Hardware-a-a-S), Kundendienst/Service-Qualität: Schulung, Customizing, After-Sales-Dienstleistungen)

Dieser Bericht bildet die wesentlichen Ergebnisse der in den verschiedenen Prüfungsschritten gewonnenen Erkenntnisse ab. Er erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit zu den weiteren Einsatz- Möglichkeiten der Software. Die hier aufgezeigten Ergebnisse der Prüfung sind als Gesamteindruck zu verstehen.

Eingesehene und berücksichtigte Dokumente/ Softwaremodule (Auszug)

Dokument/ Inhalt
Produktbeschreibungen/ Sales Dokumente (komprimierte Darstellung der Playbooks) 4-Pager, 1-Pager, etc.
Playbooks in 4 Sichten (Executive View, Management View, Blueprint View, System View) Powerpoint-Präsentationen über den Nutzen der Software in den jeweiligen Unternehmens- ebenen
Manufacturing Value Landing Page.pptx
Force Complete EN v 30.pptx

2. Zusammenfassung der Ergebnisse

Das Audit wurde in mehreren Sitzungen durchgeführt, in denen zuerst der Hintergrund der Firma und Software sowie Themen der Service-Qualität und zuletzt deren Anwendung und Hilfe-stellungen zum Normzweck auditiert wurden. Als Zusammenfassung der Ergebnisse aus Abschnitt 3 dieses Berichtes und der darin enthaltenen Detail-Bewertungen (Fazit-Abschnitte in den jeweiligen Unterkapiteln) lässt sich feststellen, dass die durch das System FORCAM FORCE IIoT aufgezeichneten und dargestellten Daten eine verlässliche Grundlage für die Unterstützung eines Energiemanagementsystemen nach ISO 50001:2018 bilden.

Übergeordnetes Ziel der Software ist es, Produktions- und Prozessdaten zu erfassen, zu interpretieren (zuzuordnen) und in einem Manufacturing Execution System (MES-System) darzustellen, damit die Basis für den kontinuierlichen Verbesserungsprozess schaffen. Für die verstärkte Automatisierung von Prozessen sowie Schaffung von Transparenz und Datengrundlagen ist es nach Ansicht von FORCAM eine Fokussierung auf die Datenerfassung an neuralgischen Punkten notwendig.

FORCAM FORCE legt daher den Fokus auf das kontinuierliche Aufzeichnen von relevanten Prozessdaten (Energie, Wasser, Druck, Temperatur etc.) aus der Produktion bzw. angebundener Maschinen. Prozessdaten stehen für alle Arten von Messwerten des Prozesses bzw. der Maschine, welche über die Maschinensteuerung (SPS) bzw. der an der Steuerung angebundener Sensorik erfasst werden. Die Erfassung von Daten ist völlig herstellerunabhängig und auf die moderne Datenerfassung und Steuerung in der IOT-Welt ausgerichtet. Die drei rollenbasierten Oberflächen für Worker-, Workbench- und Office-Client liefern die für die Produktionssteuerung und –Analyse notwendigen Daten und Analysen.

Es wurde begonnen, diesen Fokus um die Unterstützung von Energiemanagement-Aufgaben zu erweitern.

Eine Stärke des Systems liegt in der Berücksichtigung, dass unterschiedliche Betriebsbereiche unterschiedliche Anforderungen und Sichten auf erhobene Daten und deren Darstellungen haben. Die Freiheitsgrade, mit denen beliebige Objekte (Maschinen, Maschinengruppen) hierarchisch einander zugeordnet und in verschiedenen Hierarchien (kaskadierten Gruppierungen) eingebunden werden können, ermöglichen es, auch eine Sicht für das Energiemanagement mit seinen SEU und spezifischen Ansichten und Auswertungen zu generieren und mit Betriebszuständen und Auslastungsparametern zu normieren.

Eine weitere und ggf. die eigentliche Stärke der Software ist es, den jeweiligen Mitarbeitern am Arbeitsplatz und im Management anzuzeigen, wie effizient sie die Maschinen aktuell nutzen bzw. wie effizient die Produktion geplant und die Planung umgesetzt wird und wo Ressourcen-/ Energie-Einsparungen möglich sind.

Die Analysen von Einflussfaktoren und Bildung von EnPI können mit speziellen und individuellen Anpassungen im Bereich des Reporting unterstützt werden, sind aber noch nicht standardmäßig implementiert. Dies gilt auch für die Nachweisführung zur Steigerung von Energieeffizienz und Energieeinsparungen.

Aktuell werden Normierungen, EnPI- und Baseline-Bildungen sowie statistische Auswertungen für das Energiemanagement (z.B. Berechnungen von Prognosen und Nachweisführungen zur Verbesserung der energiebezogenen Leistungen) nur mit Zusatz-Modulen von Partnerfirmen, die nicht im Zertifizierungsumfang enthalten sind, unterstützt.

Durch die umfangreichen Möglichkeiten zu Reportgenerierung können absolute Verbräuche je Betriebszustand und Auslastung für alle Einzelverbraucher und aggregiert für Verbrauchergruppen dokumentiert werden. Weitere Normierungen können durch Eingriffe in die Programmierung beim Customizing oder nachträglich durch die Consultants von FORCAM eingefügt werden.

Fazit

Das FORCAM FORCE-System (Frontendversion/ Backendversion: 5.11 ff) unterstützt die Einführung und Aufrechterhaltung von Energiemanagementsystemen auch nach ISO 50001:2018 hinsichtlich der Erfassung, Visualisierung und Überwachung von Energiedaten. Normierungen von Verbräuchen sind zum Teil bereits implementiert oder können bei der Systemanpassung eingerichtet werden. Analysen, Prognosen und Nachweisführung werden durch externe Zusatzmodule ermöglicht, die aber nicht im Standard-Lieferumfang und diesem Prüfungsumfang enthalten sind.

3. Ergebnis der Prüfungen im Detail

3.1. Hintergrundinformationen

3.1.1. Firma

FORCAM ist heute einer der weltweit führenden Lösungsanbieter im Bereich Fertigungssteuerung im industriellen Internet der Dinge (IIoT).

Die Firma wurde 2001 von ehemaligen SAP-Mitarbeitern mit Sitz in Friedrichshafen gegründet. Mit der Entwicklung der ersten, vollständig webbasierten und serverzentrierten Produktionssoftware wurde das Daimler Motorenwerk Untertürkheim als erster Groß-Kunde gewonnen (erste Webbasierte MES-Lösung; Manufacturing Execution System), die in den Jahren 2007, 2008 und 2012 die Auszeichnung „Factory of the Year“ erhielten

2006 erhielt die Firma für seine Fabrik-Software FACTORY FRAMEWORK zum ersten Mal den renommierten Innovationspreis des Landes Baden-Württemberg, wuchs international und brachte 2010 das Nachfolger-Produkt FORCAM FORCE auf den Markt, dass 2016 als weltweit erste Smart Factory Starter Kit für den Mittelstand (als „Industrial IoT-Plattform FORCAM FORCE“) weltweit vertrieben wird. Bis 2020 erhielt FORCAM zum zweiten Mal diesen Preis sowie Auszeichnungen als einer der 100 innovativsten Mittelständler Deutschlands sowie als führender Plattformanbieter im Bereich IIoT.

Seit 2014 liegt der Hauptsitz in Ravensburg. Daneben gibt es Geschäftsstellen in St. Leon-Rot, Cincinnati (USA), Rugby (England) und Shanghai (China). Weltweit arbeiten ca. 220 Mitarbeiter aus ca. 15 Nationen an 6 Standorten für FORCAM. Heute ist FORCAM Technologie bei großen wie mittelständischen Unternehmen im Einsatz – darunter Airbus, Audi, BMW, BorgWarner, Daimler, KUKA, Pratt&Whitney, Schaeffler und Swarovski. Mehr als 100.000 Maschinen weltweit werden mit FORCAM Technologie in ca. 350 installierten IT-Systemen überwacht & optimiert.

FORCAM benennt seine Unternehmenswerte als „Offenheit, Zuverlässigkeit und Wertschätzung“. Daher ist auch die IIoT-Plattform-Lösung offen für alle Systeme und Partner-Applikationen und -Anwendungen. Seit 2021 wurde das Konzept für die ganzheitliche Digitalisierung der Fabrik zur hier – mit Fokus auf Energierelevante Features – behandelten Plattform weiterentwickelt.

3.1.2. Software – Entstehungshintergrund, Zweck

Der Ursprung von FORCAM FORCE liegt in der Entwicklung einer ersten vollständig webbasierten und serverzentrierten Produktionssoftware MES-Lösung vor 20 Jahren. Dabei stand zunächst die Unterstützung bei der digitalen Transformation der Kunden auf dem Weg zu Industrie 4.0 / IIoT im Vordergrund. Als eine logische Konsequenz, sollen nun Daten für die energetische Bewertung und das Monitoring aus Energieeffizienz-Sicht zur Verfügung gestellt und Analysen unterstützt werden.

FORCAM FORCE IIOT versteht sich als die erste ganzheitliche IIoT-Lösung für Digitalisierung der Fabrik. Die Plattform dient als zentrale Datendrehscheibe in der Fabrik und hilft bei der Analyse, Planung und Optimierung von Fertigungsprozessen. Durch den streng modularen Aufbau lässt sich die Lösung an individuelle Bedürfnisse und Ziele anpassen, wie

- Standardisierter Maschinenanbindung & ERP-Integration
- Digitalem Abbild der Fabrik durch einheitliches Datenmodell
- Echtzeit-Analysen, Planung & Optimierung mit integrierten MES-Apps
- Nahtlose Integration aller IT-Lösungen via offene Schnittstellen
- Automatisierte Workflows mit Apps von Microsoft Power Automate

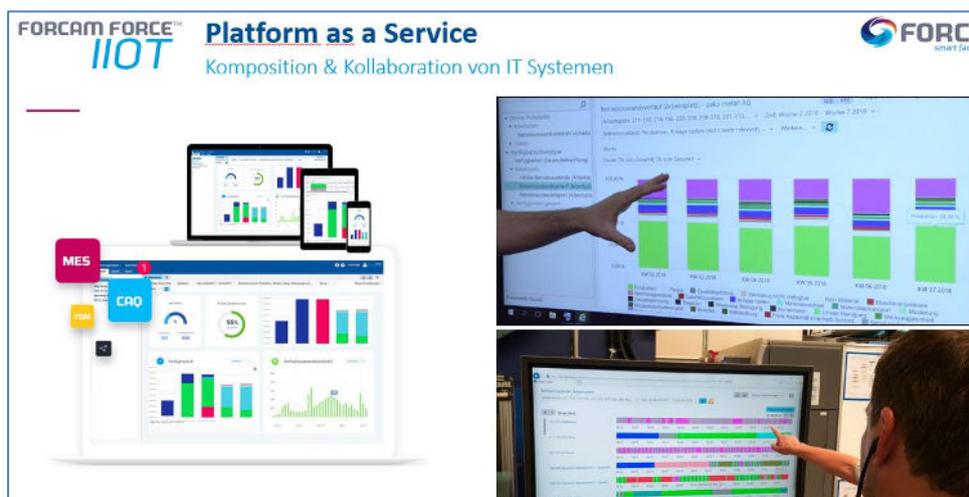


Abbildung 1: Übersicht der Kompositions- und Auswert-Möglichkeiten der FORCAM FORCE IIoT

Für die verstärkte Automatisierung von Prozessen sowie Schaffung von Transparenz und Datengrundlagen ist es nach Ansicht von FORCAM eine Fokussierung auf die Datenerfassung an neuralgischen Punkten notwendig. FORCAM FORCE legt daher den Fokus auf das kontinuierliche Aufzeichnen von relevanten Prozessdaten (Energie, Wasser, Druck, Temperatur etc.) aus der Produktion bzw. angebundener Maschinen. Prozessdaten stehen für alle Arten von Messwerten des Prozesses bzw. der Maschine, welche über die Maschinensteuerung (SPS) bzw. der an der Steuerung angebundene Sensorik erfasst werden.

Die Prozessdatenerfassung gewährt dem Anwender einen Überblick über den Verlauf und die Einstellung von Warn- und Eingriffsgrenzen, welche zur Überwachung eingesetzt werden können. Die Prozessdatenerfassung bildet die Grundlage für weitere Use Cases im Rahmen von Energiemanagement und Traceability.

In einer theoretisch optimalen Welt läuft die Produktion wie geplant mit den geplanten Einsatzzeiten, Mengen und Verbräuchen. Die Realität enthält aber viele Abweichungen vom Plan wie z.B. Unterbrechungen, in denen mehr Ressourcen als geplant aufgewendet werden (siehe Abbildung 31). Das Erkennen dieser Verschwendung und der Abweichungen ist ein Hauptmerkmal der Software

Das Energiemonitoring dabei ist ein kleiner Teil eines umfangreichen Manufacturing Executive Systems (MES).

3.1.3. Systemseitiger, technischer Software-Aufbau (Architektur)

Übergeordnetes Ziel der Software ist es, Produktions- und Prozessdaten zu erfassen, zu interpretieren (zuzuordnen), und in einem MES-System darzustellen, damit die Basis für den kontinuierlichen Verbesserungsprozess schaffen.

Die FORCAM FORCE IIOT bildet die hier auditierte Plattform mit folgenden modularen Manufacturing Executive Systems -Bausteinen (MES-Apps) (siehe Abbildung 2):

- FORCAM FORCE BRIDGE
- FORCAM Planning
- FORCAM Track & Trace
- FORCAM Sustainability
- FORCAM Document Control
- FORCAM Productivity

Die Plattform ist modular aufgebaut und kann mit diversen, weiteren Funktionen von FORCAM und externen Herstellern erweitert werden. Hierfür wurden ein FORCAM – und ein Partner Marketplace eingerichtet.

Für eine sinnvolle Produktions- und Energieauswertung braucht es die Basis FORCAM FORCE BRIDGE, sowie die Module FORCAM Productivity (Produktionsreports und KPIs) und FORCAM Sustainability.

Grundlage jeder Implementierung ist die Maschinen- und Zählererfassung über die FORCAM FORCE EDGE (siehe Abbildung 3) als Bestandteil der FORCAM FORCE BRIDGE.

Die FORCAM FORCE EDGE bietet neben den technischen Protokollen zur Erfassung von Zählern und Anlagen auch Maschinenhersteller spezifische Protokolle, was das Auslesen von Energiezählern direkt aus den Anlagen erlaubt (siehe Abbildung 4).



Abbildung 2: Übersicht der FORCAM FORCE IIoT-Bausteine

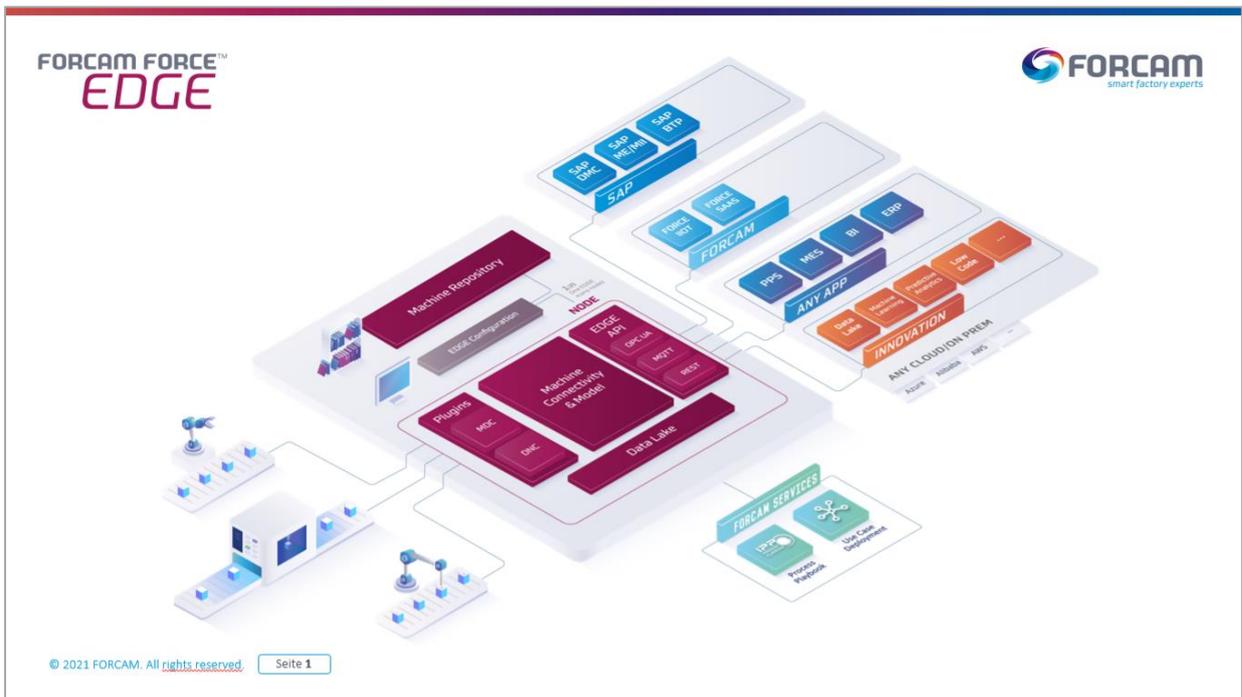


Abbildung 3: FORCAM EDGE mit Signalerfassung über diverse Protokolle hinweg, mit „Maschinen Bibliothek“ (Repository) mit vordefinierten, hersteller-individuellen Metainformationen zum Datentransfer und Normierungsoption als Bestandteil der FORCAM BRIDGE



Abbildung 4: alle üblichen Daten-Protokolle werden bedient und können verarbeitet werden

Neben diesen direkten „Maschinen-Informationen“ können diverse, weitere Informationen zu Anlagenzuständen, Verbräuche, Auslastungen und Einflussfaktoren über andere Module der FORCAM FORCE erfasst werden (siehe Abbildung 5).

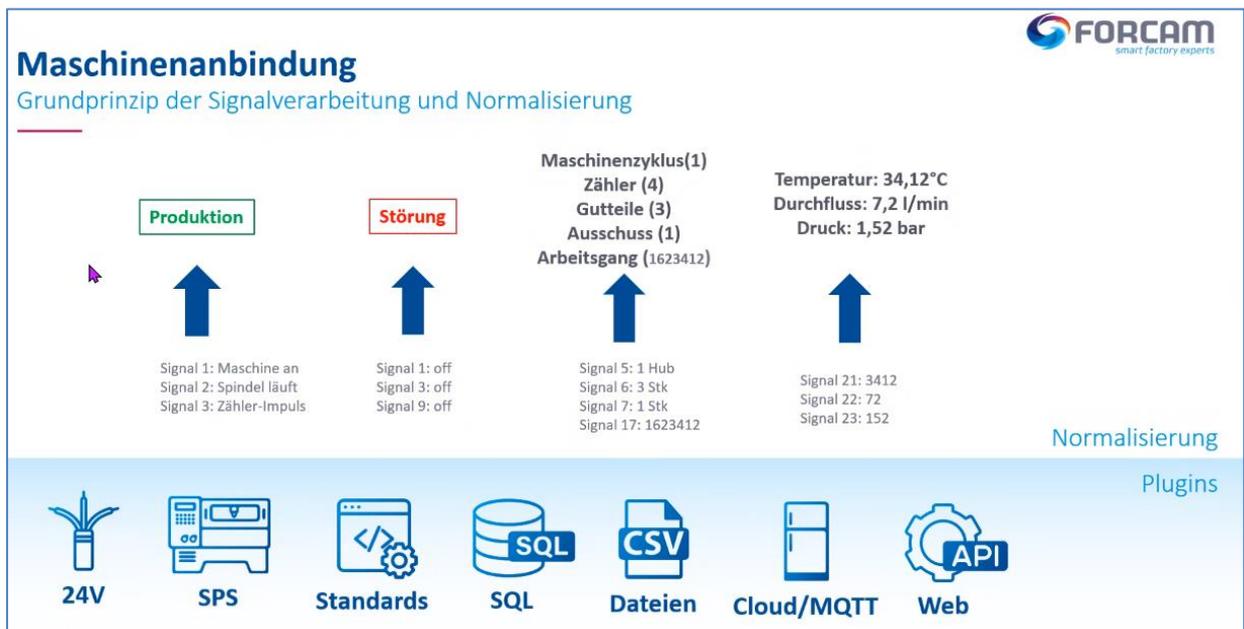


Abbildung 5: Erfassung von Anlagenzuständen, Verbräuche, Auslastungen und Einflussfaktoren über die Module der Plattform FORCAM FORCE

Grundlage für ein produktionsbasiertes Energiemonitoring sind die Produktionsreporte erweitert um die Zählerwerte mit ihrer Skalierung sowie energetischen Bedeutung. Das Abbildung 6 zeigt links die Produktion und rechtes die Zähleraufbereitung. Beides wird dann miteinander verbunden.

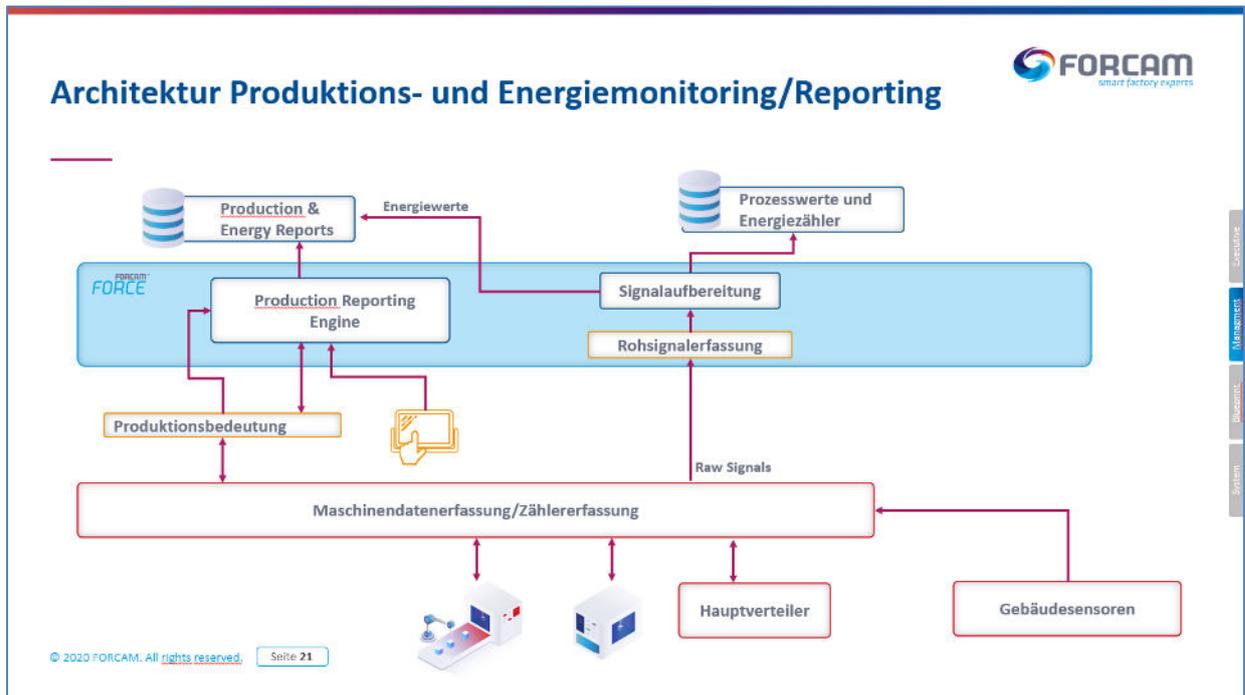


Abbildung 6: Darstellung des Datenmodells zur Visualisierung des Datenflusses (links die Produktion und rechtes die Zähleraufbereitung).

In Abbildung 7 ist dargestellt, wie Rohdaten einem Verbrauchstyp zugeordnet, mit Faktoren zur kWh Umrechnung/Fehlerrate erweitert und dann mit den Produktionsdimensionen Arbeitsplatz, Arbeitsplatzstatus sowie Auftrag, Arbeitsgang, Material verknüpft werden.

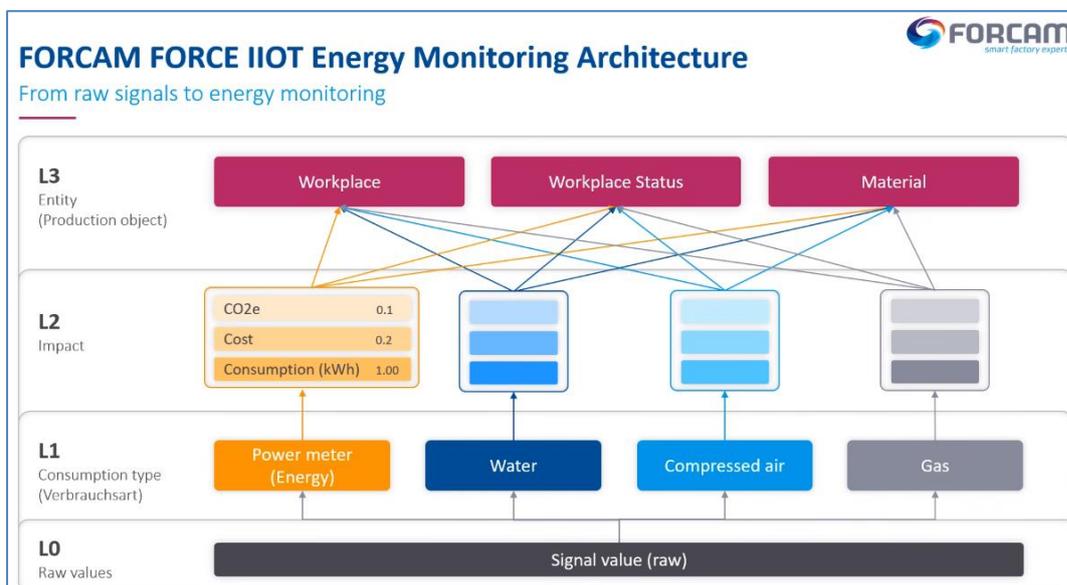


Abbildung 7: Ebenen der Datenerarbeitung und –Monitoring

Die Daten werden in 4 Stufen aufbereitet:

L0: ist die reine Zahl, die übertragen wird (Rohdaten)

L1: ist die Zuordnung zur Verbrauchsart,

L2: als Kategorisierung von Verbrauchsarten, Vereinheitlichung von Faktoren (Normierung von Messgrößen: mW, kW, MW, sowie Übersetzung in z.B. qm, Liter in kWh)

L3: die Verortung in der Anlage. Erweiterung der Auswertung in Produktionsrelevante Gesichtspunkte, wie Anlagen-, Betriebszustands- Auftrags-, und / oder Materialbezug.

Die weitere Aufbereitung der Energiedaten erfolgt über die Zusammenarbeit mit der Firma MSG, in deren Modul die Energiedaten weiter in Richtung Sustainability Management Reports bis hin zu Auswertungen zur Analyse sowie Monitorings für Scope 1-3-Verbräuche zur Berechnung des CO₂-Fußabdruckes eines Produkts oder Unternehmens aufbereitet werden (siehe Abbildung 8).



Abbildung 8: Aufbereitung der Daten für die energetische Bewertung im Zusammenspiel mit der Partnerfirma MSG

3.1.4. Anwenderseitiger Softwareaufbau (Oberfläche, Funktionalitäten)



Abbildung 9: Verortung der Landingpage der FORCAM FORCE IIoT innerhalb von FORCAM FORCE

In der Forcam FORCE IIoT gibt es 3 verschiedene, rollenbasierte Oberflächen.

- 1) **Worker-Client** für die Sicht am Produktionsarbeitsplatz. Hier können neben der Abarbeitung von Aufträgen/Arbeitsgängen auch Energie und Prozesswerte sowie aggregierte Energiereports dargestellt werden.
- 2) Der **Office Client** dient primär der Darstellung von Produktions-, Energiereports, online Visualisierungen der Fertigung, sowie Dashboards.
- 3) **Workbench-Client** zum Einrichten der FORCAM-Umgebung

Werkersicht

Das Forcam Shopfloor-Terminal (Worker-Client), direkt in der Produktionsfläche (an der Anlage) zeigt dem Anlagenfahrer (Werker) auf seinem Monitor, ob er seine Anlage im Energie-Effizienten Bereich fährt bzw. was seine Anlage gerade an Energie verbraucht. Hierzu gibt es pro Arbeitsplatz eine Anzeige-, Auswert-Möglichkeit der konfigurierten Prozessdaten im Verhältnis zu jeweiligen Vorgaben (Prozessgrenzen), und bei deren Verletzung Warnhinweise.

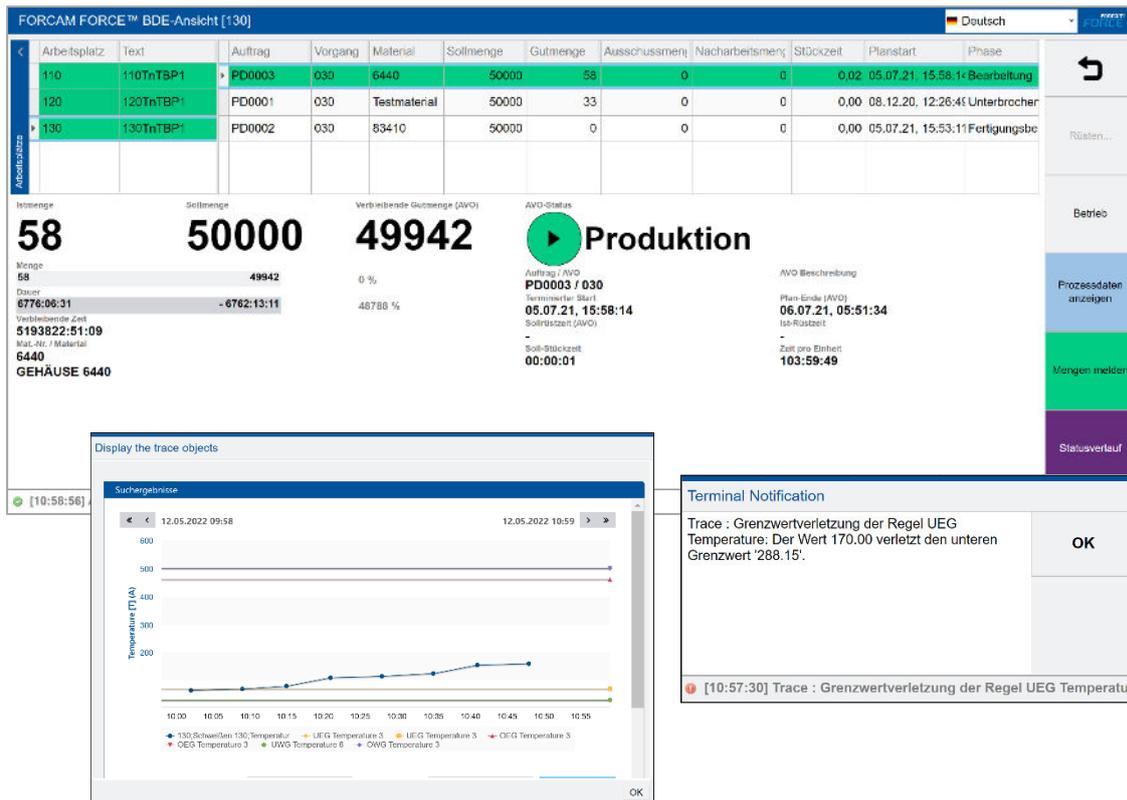


Abbildung 10: Beispielsicht Worker-Client für Werker vor Ort in Produktion mit festgelegten Grenzwertbereichen (Process-Range, die auch Energie-Effizienzbereiche sein können)

Workbench-Client

Workbench-Client dient zum Customizing; Anlegen und Verwalten von "Stammdaten" und "Konfigurationen" in der FORCAM-Anwendung



Abbildung 11: der Workbench-Client enthält das Management von Arbeitsplätzen, Arbeitsvorgängen, die Stammdatenverwaltung, Vergabe von Rechten und Rollen, und deren Konfigurationsmöglichkeiten.

Office-Client

Im Office Client ist der Fokus auf Auswertungen, Analysen und das Reporting gelegt. Hier beginnt die Sicht auf die energetische Bewertung und deren Anzeigeoptionen in (Energie-)Reports, in Dashboards und Hallen-Visualisierungen. Auch die Rückverfolgbarkeit der Produktion mit Auswertung derer Prozessdaten liegt hier.

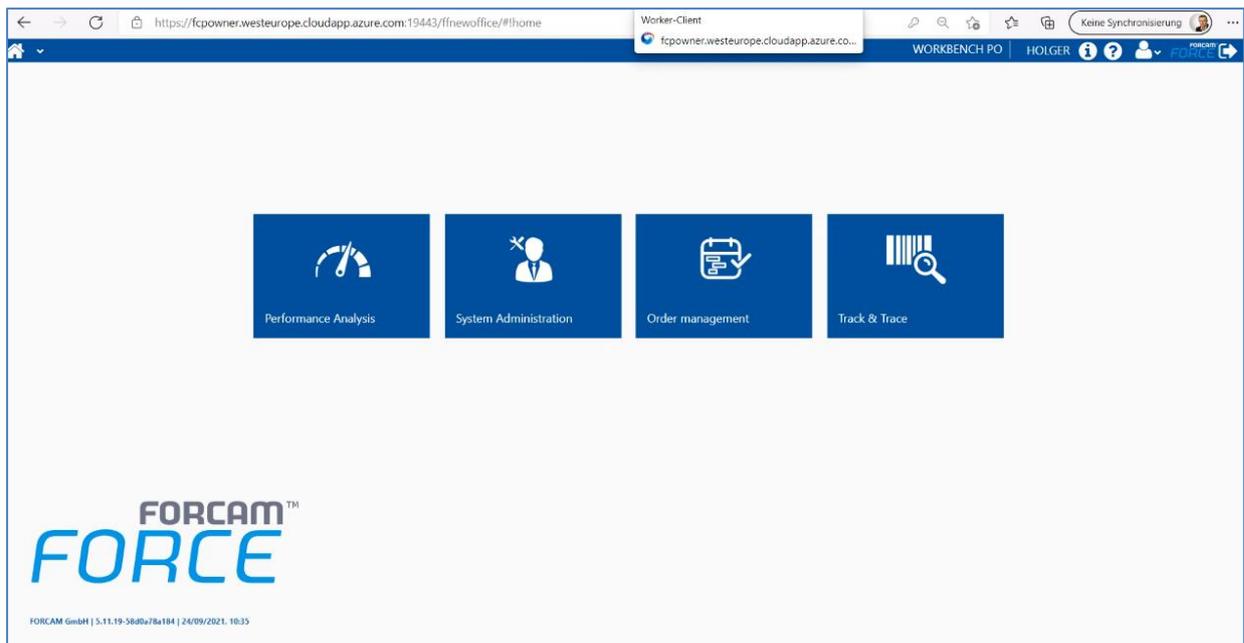


Abbildung 12: Office-Client mit Auftragsverwaltung, System- Administrator bzgl. der Analysetools, Leistungs-Analysen (Performance-Analyse)

In der Leistungsanalyse findet man Menüpunkte, die ca. 120 verschiedene Reports für Auswertungen enthalten. Diese können in Dashboards gemeinsam angezeigt und so bestimmte Abhängigkeiten dargestellt werden. Dies kann auch in Layout-Visualisierungen gleich in den Hallen-Kontext gebracht werden.

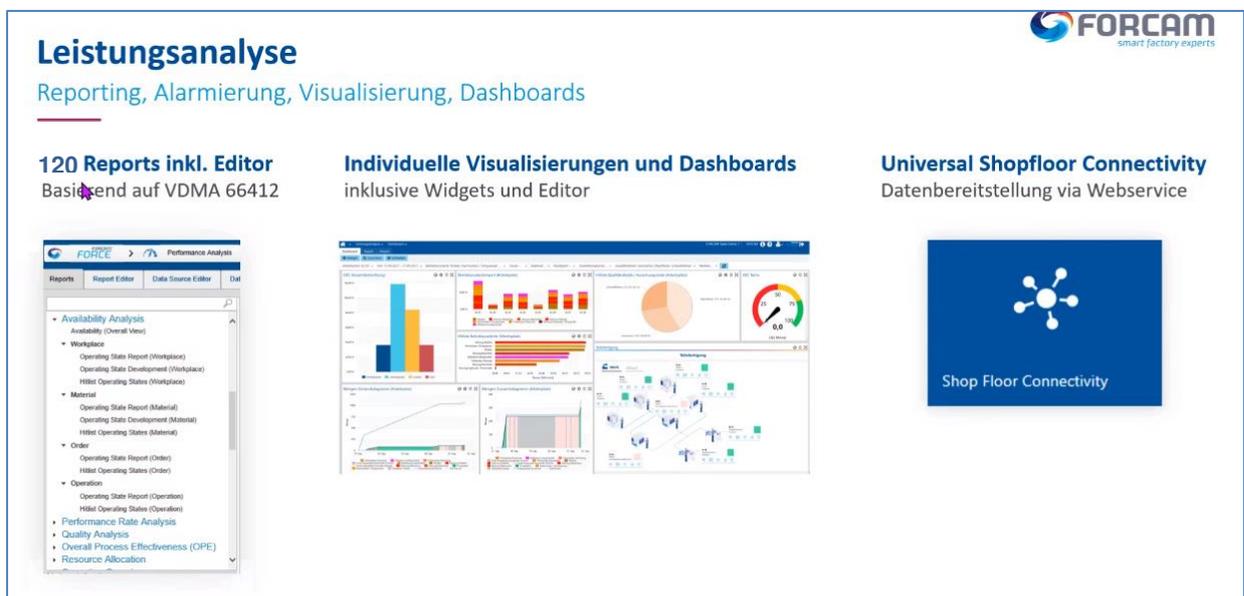


Abbildung 13: Produktionsanalyse (ca. 120 vordefinierte Auswertungen (Reports) sowie ein Editor und Dashboard-System helfen, die notwendigen Daten zu monitoren

Aus der Office-Sicht heraus gelangt man über die Kachel „Leistungsanalyse“ in drei verschiedene Arten von Darstellungen auf die in Abschnitt 3.2.3 weiter eingegangen wird:

- Reports
- Visualisierung
- Dashboards

3.2. Unterstützung der Umsetzung von Normanforderungen

In diesem Abschnitt werden insbesondere Hilfestellungen zur Umsetzung der Normanforderungen der ISO 50001:2018 im Betrieb genannt, die die Software bereits zur Verfügung stellt (im System bereits integrierten Hilfen für das Energiemanagement).

Funktionen und Hilfen, die durch den Anwender selbst oder durch nachträgliches customizing/programmieren eingefügt werden können, können als „optional erweiterbar“ genannt werden.

Die einzelnen Normanforderungen, deren Umsetzung durch Software unterstützt werden kann, wurden entlang des üblichen Datenflusses in folgenden Unterkapiteln gruppiert:

- 3.2.1 Datenerfassung und Strukturierung
- 3.2.2 Datenqualität und Fehleranalyse (Rohdatenaufbereitung zu Basisdaten)
- 3.2.3 Überwachung von Werten (Vergleichende und Trend-Darstellungen, Alarmierung)
- 3.2.4 Berechnungen und ggf. statistische Analysen
- 3.2.5 Planung und Steuerung von Aufgaben und Arbeiten
- 3.2.6 Dokumentation von /Reporting zu Daten, Anforderungen, Aufgaben, ...
- 3.2.7 Daten-Speicherung und Datensicherheit

Die Norm-Anforderungen werden zu Beginn jedes Unterkapitels stichwortartig gelistet. Anschließend werden die Hilfestellungen zu ihrer Umsetzung durch die Software erläutert und im Fazit zu jedem Unterkapitel bewertet.

3.2.1. Datenerfassung und Strukturierung

Norm-Anforderungen – zur Datenerfassung
<ul style="list-style-type: none"> – Datenerfassung (6.3 a)1), 6.6) und Zuordnung (6.3 b), c)2), 6.6) – Plan für die Datensammlung mit welchen Daten (als Energiefluss), wie, wie oft, wie aufbewahren (6.6) – Plan für die Überwachung (Methoden zur Überwachung, Messung, Analyse und Bewertung) (9.1.1 b)-d)) – Energiedaten-Erfassung (Rohdatenerfassung) (6.3, 6.6) – Für jede SEU die relevanten Variablen messen zur EnPI Normierung (6.4) – Strukturierung der Verbraucher und Definition von SEUs (6.3)

Die „Planung der Energiedatensammlung“ erfolgt über die Module Sustainability und Track&Trace (siehe Landing Page Abbildung 9). Diese werden rollenbasiert über die Oberflächen des Werker-Terminals, des Office-Client und der Workbench gesteuert/bedient.

Die Zeitreihen können in allen Zeitintervallen erfasst werden, die die Messhardware und Performance der Implementierung zulassen. Um Systemüberlastungen zu vermeiden, kann eingestellt werden, ob Livedaten mitgeschrieben werden oder nur bei Wertänderungen inkremental hochgerechnet werden soll.

Unter „virtuelle Arbeitsplätze“ können einzelne Zähler oder berechneten Werten angelegt werden. Je nach Kundenwunsch können „Arbeitsplätze“ auch anders benannt werden z.B. „Hauptverteiler xy“ für einen Zähler, der sich auf die Energieverteilung bezieht.

Die Verbraucher können in jede Sicht (siehe Kapitel 3.1.4) oder Hierarchien oder Gruppen verortet werden (Abbildung 14). Diese Hierarchien können in allen folgenden Auswertungen als Filter weiterverwendet werden (siehe Abbildung 15). Die Hierarchien sind frei konfigurierbar.

In der Hierarchischen Darstellung können auch mehrere Werke in einem „System“ zusammengefasst werden. Wenn je „System“ ein Werk verarbeitet werden sollen, können diese „Systeme“ über die API in ein externes Reporting-Tool verbunden werden (z.B. für PowerBI, Qlick,).

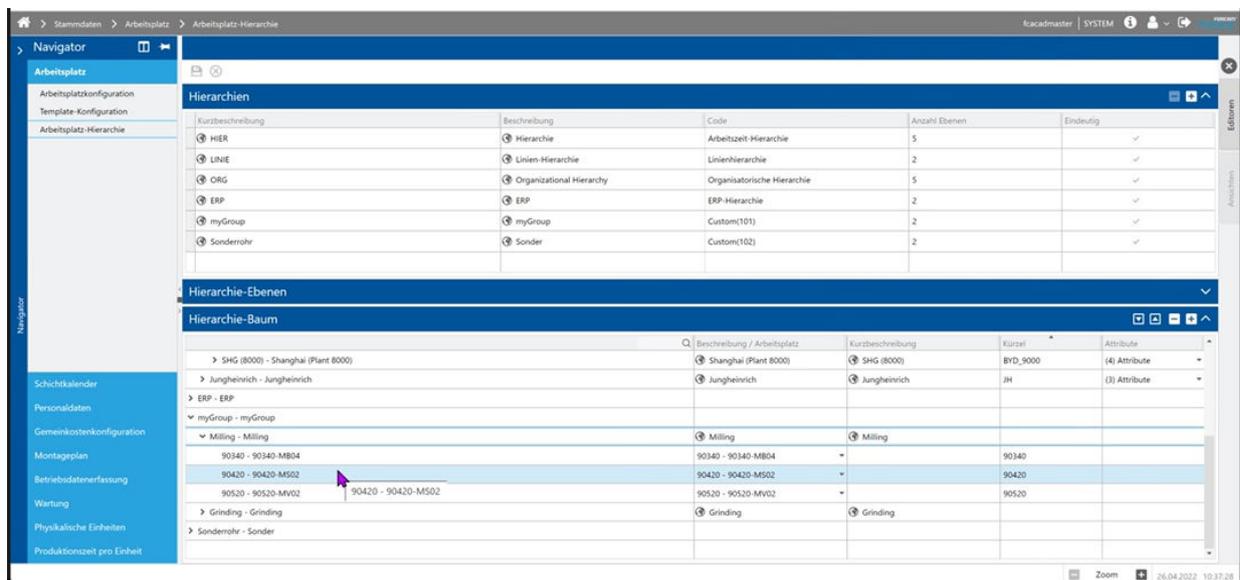


Abbildung 14: Ansicht mit hier z.B. 6 für verschiedene Zwecke/ Sichten definierte Hierarchien sowie einer Teilansicht des Hierarchie-Baums

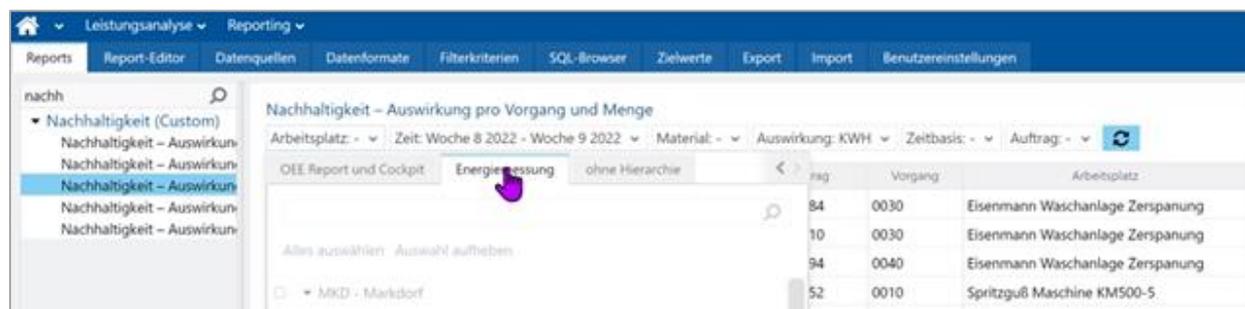


Abbildung 15: Die Abbildung zeigt die Möglichkeit z.B. in den Reportings zu wählen, nach welcher Hierarchie und Hierarchieebene gefiltert werden soll.

Die Hierarchie wird aktuell händisch eingerichtet. Ihre Strukturierung richtet sich an dem Aufbau der Produktionsstätte aus, indem die Maschinen (Verbraucher) zu Gruppen (Arbeitsplätzen) zusammengestellt werden. Für die einzelnen Maschinen (-gruppen) gibt es zur Anbindung der Anlagen verschiedene Hersteller vordefinierte Templates, die in der IIOT bzw. über FORCAM EDGE Maschine Repository erreichbar sind.

Das granulare Element (der Verbraucher, das Objekt) ist in der FORCAM-Sprache ein „Arbeitsplatz“. Durch die Kombination von mehreren Verbrauchern, Zählern oder anderen logischen Gruppierungen veränderte sich dieser Begriff und kann heute sowohl eine einzelne Sensorgruppe als auch Verbraucher und Verbraucherguppen bezeichnen.

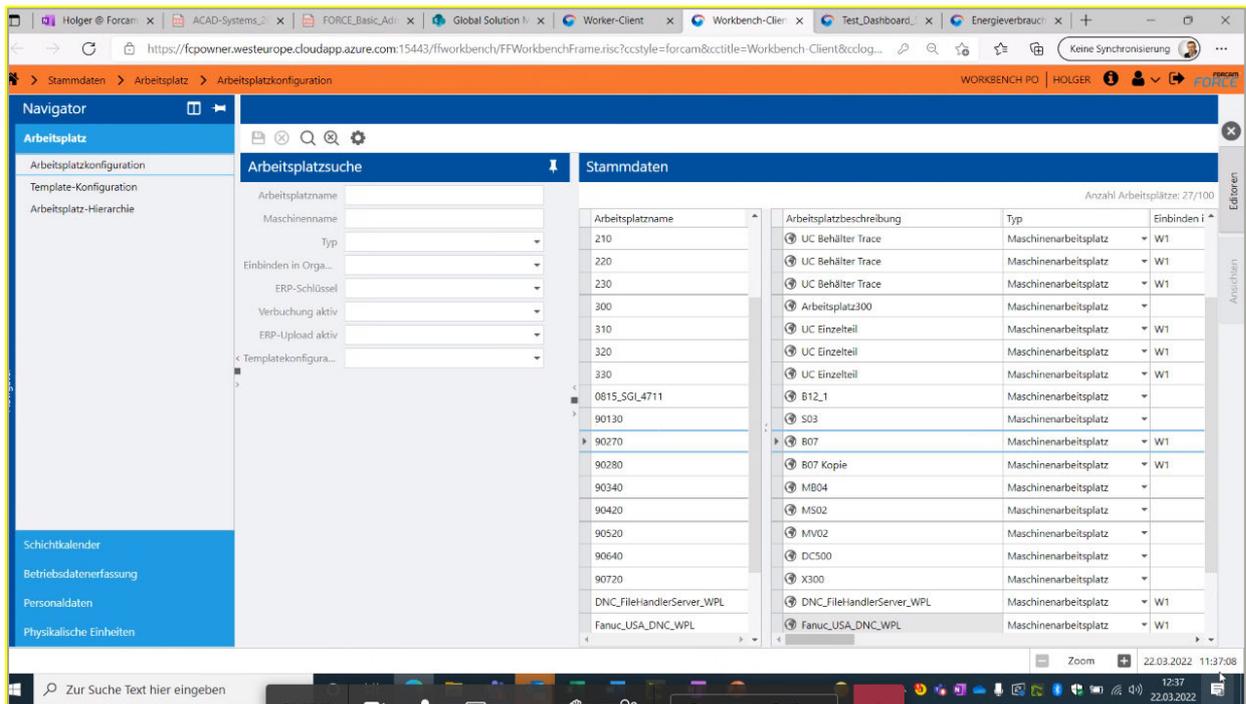


Abbildung 16: Einrichtung eines „Arbeitsplatzes“: hier Übersicht über bereits eingerichtete Arbeitsplätze z.B. Maschinenarbeitsplatz

Arbeitsplätze können wie in Abbildung 16 dargestellt eingerichtet werden. Hierbei können neben der Einbindung in Organisationshierarchie, ERP- und Qualitäts-Parameter sowie Maschinenbezeichnungen und -Beschreibungen (Links) aber auch die Datenquellen festgelegt werden.

SEU können wie folgt sichtbar gemacht werden

Variante 1:

Über die oben beschriebenen Hierarchien lassen sich SEUs beliebig zusammenstellen. Die Anzahl der Gruppen ist beliebig, wobei auch die Erfassungspunkte in verschiedenen Gruppen doppelt auftreten dürfen. Allen Produktions- und Energiereports stehen die Gruppen in den Filtern zur Verfügung.

Variante 2:

In einem beliebigen Report können die vom Kunden als SEU definierten Arbeitsplätze (Verbrauchergruppen) markiert und als neuer Report und Filter definiert werden (siehe Kapitel 3.2.6 zu Reports und Abbildung 17). Diese Filtervoreinstellungen können gespeichert und geteilt werden.

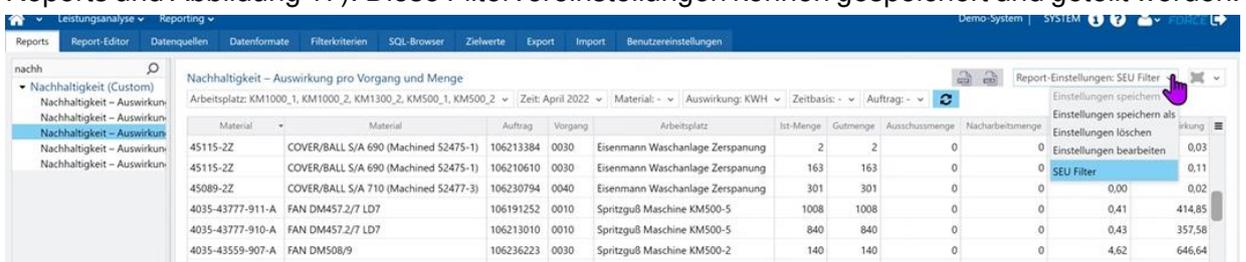


Abbildung 17: Definition von SEU-Filter und Report-Einstellungen

Fazit – zur Datenerfassung

Datenerfassung:

FORCAM FORCE ist für die nahezu universelle Datenerfassung und Gruppierung von Verbrauchern und Einflussfaktoren ausgelegt. Es ist darauf ausgerichtet Daten aus Messeinrichtungen unterschiedlicher Hersteller und unterschiedlicher Entwicklungsstufen zu erfassen sowie aus anderen internen und externen Systemen (z.B. aus der Produktionsplanung, ERP, Internet-Seiten etc.) ergänzende Variablen zu erfassen, die den Energieverbrauch oder die Energieeffizienz beeinflussen und zur Normierung von EnPI erforderlich sind.

Planung der Datensammlung und Überwachung:

Die Verortung und Planung von zu erfassenden Daten erfolgt durch die sehr komplexen Möglichkeiten zur Abbildung der Anlagen und Maschinen durch Einrichtung und Gruppierung von Messpunkten in Listen.

Eine grafikunterstützte Darstellung der Messpunkte entlang des Energieflusses wurde noch nicht angedacht. Damit richtet sich FORCAM FORCE eher an Techniker.

Das Unternehmen sollte prüfen, ob Grafiken ergänzt werden, die das Anzeigen von vorhandenen und geplanten Datenpunkten für interdisziplinäre Plänen und Analysieren mit Fachleuten verschiedener fachlicher Herkunft speziell aus Sicht des Energiemanagements erleichtern.

Strukturierung der Verbraucher und Definition von SEU:

Die Mess- und damit Verbraucherdaten können in mehreren Hierarchien strukturiert, gruppiert und aggregiert werden, so dass auch die Bildung von SEU unterstützt wird.

Umfang der Hilfestellung:

Alle genannten Optionen müssen durch Poweruser oder FORCAM eingerichtet werden.

3.2.2. Datenqualität und Fehleranalyse (Rohdatenaufbereitung zu Basisdaten)

Norm-Anforderungen – zur Datenqualität und Fehleranalyse

- Fehlergrenzen, Genauigkeit der Daten, Wiederholbarkeit der Daten (6.6)
- Dokumentation zur Messung und Überwachung und zu anderen Mitteln zur Feststellung von Genauigkeit und Wiederholbarkeit aufbewahren (z.B. Kalibrierungen, Eichungen) (6.6)

Über die Module Sustainability und Track&Trace kann die Genauigkeit der Datenerfassung (Fehlergrenzen; Messfehler) erfasst werden (siehe Abbildung 18).

Abbildung 18: Eingabemaske für Umrechnungsfaktoren und Messfehler (passend zu in Abbildung 7, Level 2)

Die Darstellung von Fehlerbalken (berechnete Messfehler) über gemessene oder aggregierte Werte ist aktuell noch nicht in der Standardsoftware vorgesehen. In Dashboards könnte dies aber durch Poweruser oder FORCAM-Consultants erzeugt werden, indem Fehlerwerte aus den

Stammdaten der Datenerfassung berechnet und dargestellt werden. Aktuell kann dieses Fehlerintervall aus einer absoluten, prozentualen Genauigkeit berechnet (siehe Abbildung 19).

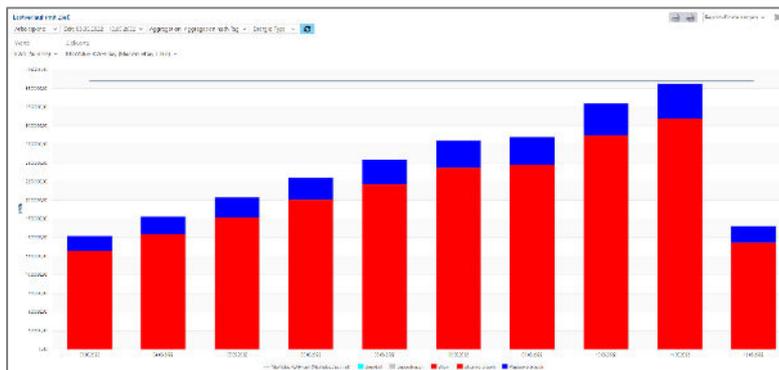


Abbildung 19: kWh Darstellung verschiedener Verbrauchsarten/Tag mit Messfehler pro Verbrauchsart/Tag als % vom Istwert als individuelle Dashboard-Lösung

Es wird noch nicht betrachtet, ob der Fehler sich im Messbereich ändert.

Zählerausfälle werden aktuell nicht automatisch korrigiert; z.B. durch Interpolation zwischen dem letzten und nächsten dynamischen Wert). Der Wert des letzten Zählerstands wird im Zweifel immer wieder ausgelesen und verwendet.

Es können allerdings kundenspezifische Korrekturmechanismen eingerichtet werden, wobei Rohdatenkorrekturen bei Zählerausfällen oder Daten-Ausreißern installiert sind, die z.B. bei nicht eindeutigen Zuordnungen, Wertreihen überspringen, bzw. zurücksetzen können.

Auf der Maschinenanbindungsebene (z.B. im Modul EDGE) gibt es allerdings eine Skriptsprache mit der Zählerüberläufe individuell je Zählerpunkt behandelt werden können (siehe Abbildung 20).

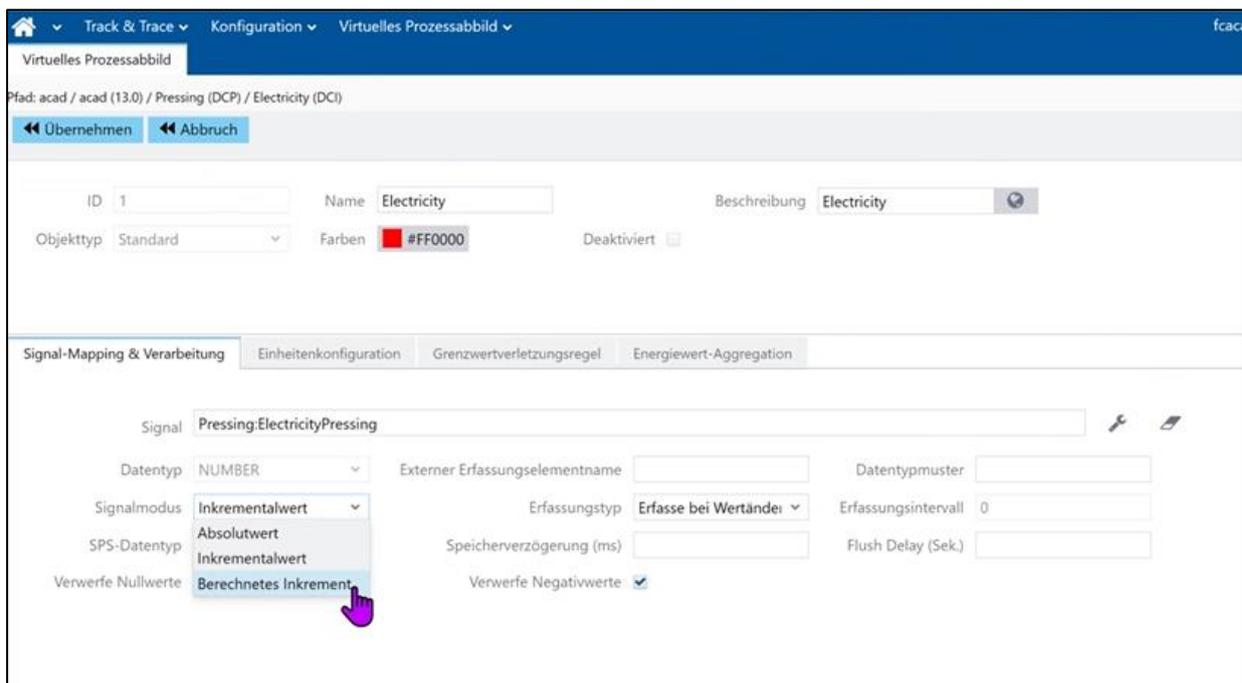


Abbildung 20: Auswahlmöglichkeit zum Umgang mit Zählerüberläufen

Bereinigungen der Daten mit Außereißermethoden (z.B. nach Gubbs), zur Schaffung von Basisdaten werden aktuell nicht standardmäßig angeboten.

Um aus den Rohdaten Basisdaten zu erzeugen, die eine stabilere Auswertung mit statistischen Methoden erlauben, werden aktuell keine vordefinierten, automatische Korrekturen angeboten.

Korrigierte (Roh-)Daten werden aktuell nicht als „automatisch korrigiert“ gekennzeichnet.

Fazit – zur Datenqualität und Fehleranalyse

Fehlergrenzen und Genauigkeit von Daten standen bisher nicht im Fokus von FORCAM FORCE. Sie können aber durch spezielle Programmierung in Dashboard-Grafiken dargestellt werden.

Aktuell werden keine vordefinierten, automatischen Korrekturen von Rohdaten zu Basisdaten angeboten.

Die Anforderungen an die Dokumentation zur Messung und Überwachung und zu anderen Mitteln zur Feststellung von Genauigkeit und Wiederholbarkeit werden aktuell nur durch die Erfassungsmöglichkeit und individuelle Programmiermöglichkeiten unterstützt.

Es sollte geprüft werden, wie eine Messfehlerberechnung erfolgen sollte, um Verbesserungen außerhalb des Messfehlers beweisen zu können bzw. Basisdaten liefern zu können, auf die statische Methoden angewendet werden können.

3.2.3. Überwachung von Werten (Vergleichende und Trend-Darstellungen, Alarmierung)

Norm-Anforderungen – zur Überwachung von Werten

- Vergleich mit früheren Daten (6.3 a)2)
- Daten überwachen bzgl. Wert und Trend der EnPI, Merkmale der SEU (9.1.1 a))
- Vergleich EnPI mit EnBs (6.4)
- Überwachen des tatsächliche gegenüber dem erwarteten Energieverbrauch (9.1.1)
- EnPI-Werte überwachen aus der/ passend zur Aktions- und Zielplanung (9.1.1 a))

FORCAM FORCE ist auf die „Leistungs“-Daten und Steuerung von „Arbeitsplätzen“ bzw. Maschinen und Anlagen ausgerichtet. Dem entsprechend sind die Anzeigen und Visualisierung von Verbräuchen und anderen Daten gestaltet. Aus der Office-Sicht (siehe Abbildung 12) gelangt man über die Kachel „Leistungsanalyse“ in drei verschiedene Arten von Darstellungen:

- **Reports**
- **Visualisierung**
- **Dashboards**

Visualisierung

In der Visualisierung wird die Produktionslandschaft mit ihren Parametern abgebildet; also eine eher räumliche Strukturierung und zeitlich aktuelle (momentane) Sicht (IST-Zustand).

Die Visualisierung ist eine „Maschinen Ansicht“ am realen Layout für die es lokal zugehörige Informationen gibt. Diese Informationen können einzelne Messwerte wie Temperaturen oder Auslastungen sein, aber auch berechnete Werte wie Effizienten (Verbrauch geteilt durch Anzahl) sein. Geschulte User können diese Werte ohne Support einrichten (siehe Abbildung 21).

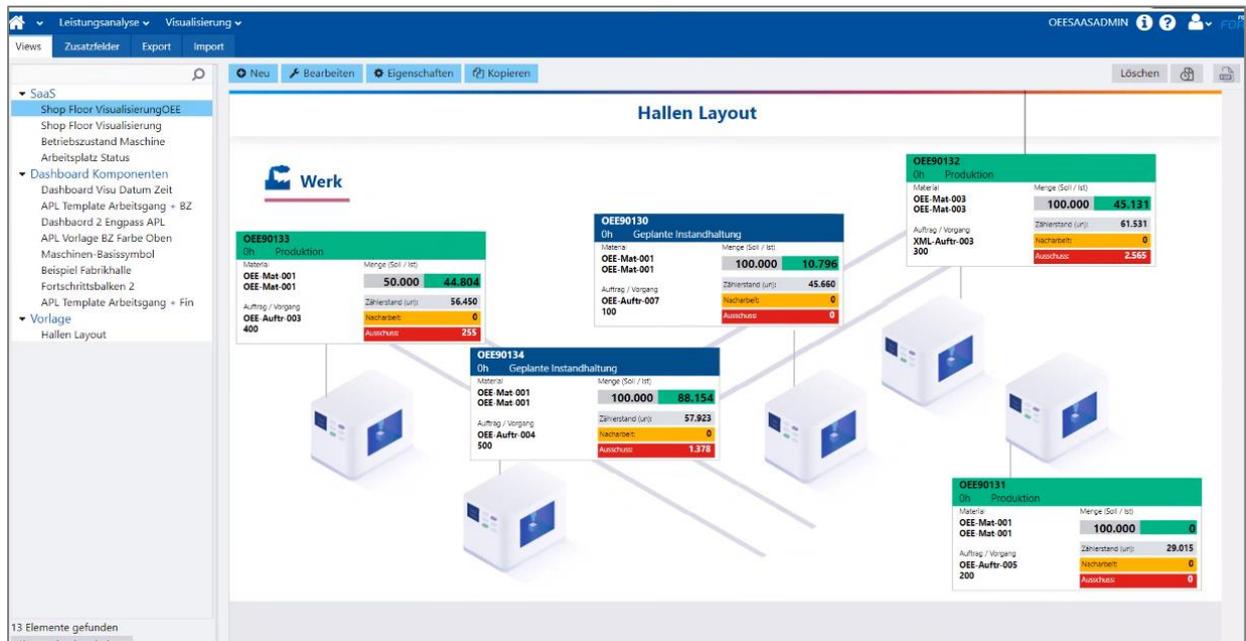


Abbildung 21: Visualisierung eines Kundenspezifischen Layouts, mit Ist-Zustands- und Effizienz-Reports (FORCAM Leistungsanalyse)

Reports

In Reports werden Daten auf Hierarchie-Ebene und in Zeitintervallen sowohl als absolute Daten als auch aggregiert dargestellt. Aggregierten bedeutet hier aufaddiert und ggf. mit Berechnungsfaktoren (Umrechnungsfaktoren in andere Einheiten) versehen. Ferner können hier Durchschnittswerte und prozentuale Werte erzeugt werden.

Die Gruppierung für die Berechnungen ist variabel auswählbar je nachdem, wie die Verbraucher und Verbrauchergruppen zuvor entweder hierarchisch aufgebaut wurden oder welcher Kategorie zugeordnet wurde (Material/Produkt, Betriebszustand, Verbrauch, Auslastung, Auftrag/Arbeitsgang).

Eine weitere Gruppierungsmöglichkeit nach Verbrauchsarten (siehe Abbildung 7 Level 1) ermöglicht es, den „Energieträger-Mix und –Verteilung“ (Strom, Gas, Fossile Brennstoffe) je Hierarchieebenen zu addieren und anzuzeigen (siehe Abbildung 22).

Energy Consumption per Workplace [Table]			
Workplace	Consumption Type	kWh	kWh %
120	Air Consumption	1191.88	1.01%
110	Air Consumption	1191.88	1.01%
130	Air Consumption	1191.88	1.01%
120	Electricity Consumption	22938.53	19.44%
110	Electricity Consumption	22938.53	19.44%
130	Electricity Consumption	22938.54	19.44%
110	Gas Consumption	298.31	0.25%
130	Gas Consumption	298.31	0.25%
120	Gas Consumption	298.31	0.25%
130	Water Consumption	14895.45	12.63%
110	Water Consumption	14895.45	12.63%
120	Water Consumption	14895.45	12.63%
		117972.53	100%

Abbildung 22: Verbrauchsarten mit Bezug zum Arbeitsplatz sowie der angefallenen Verbräuche

Über einen Schieberegler im Hierarchie-Pulldown-Menü (siehe Abbildung 23) kann sehr komfortabel festgelegt werden, in welcher Hierarchieebene aggregiert dargestellt werden soll. Der Schieberegler fährt dabei den ganzen zuvor definierten Hierarchiebaum ab.

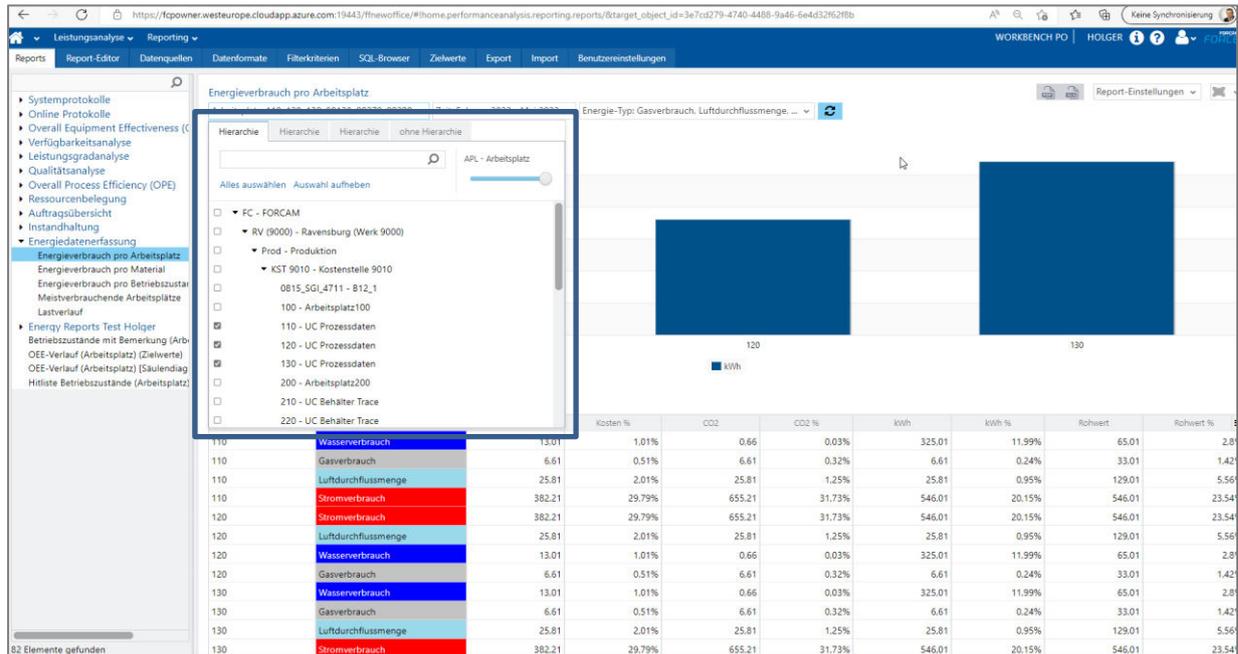


Abbildung 23: Report über den Energieverbrauch je Arbeitsplatz an den ausgewählten Arbeitsplätzen. Die Arbeitsplätze wurden über das Hierarchie-Pulldown-Menü (siehe Registerkarte „Hierarchie“ links oben im Hauptframe) ausgewählt und in der Tabelle und Grafik aggregiert dargestellt. Über den Schieberegler im Hierarchiebaum (blau-umrahmtes Teil-Menü) wurde hier die „Arbeitsplatz“-Ebene ausgewählt.

Das ermöglicht es Organisations-Daten (Verbräuche der gesamten Firma/ des Werkes) je Verbrauchergruppe oder – mit dem gleichen Report – organisationsweit Einzel-Verbräuche oder je SEU zu berechnen und darzustellen

In Reports werden Daten tabellarisch und/oder grafisch z.B. als Balkendiagramme oder Tortendiagramme dargestellt (siehe Abbildung 23 bis Abbildung 26 Abbildung 24).

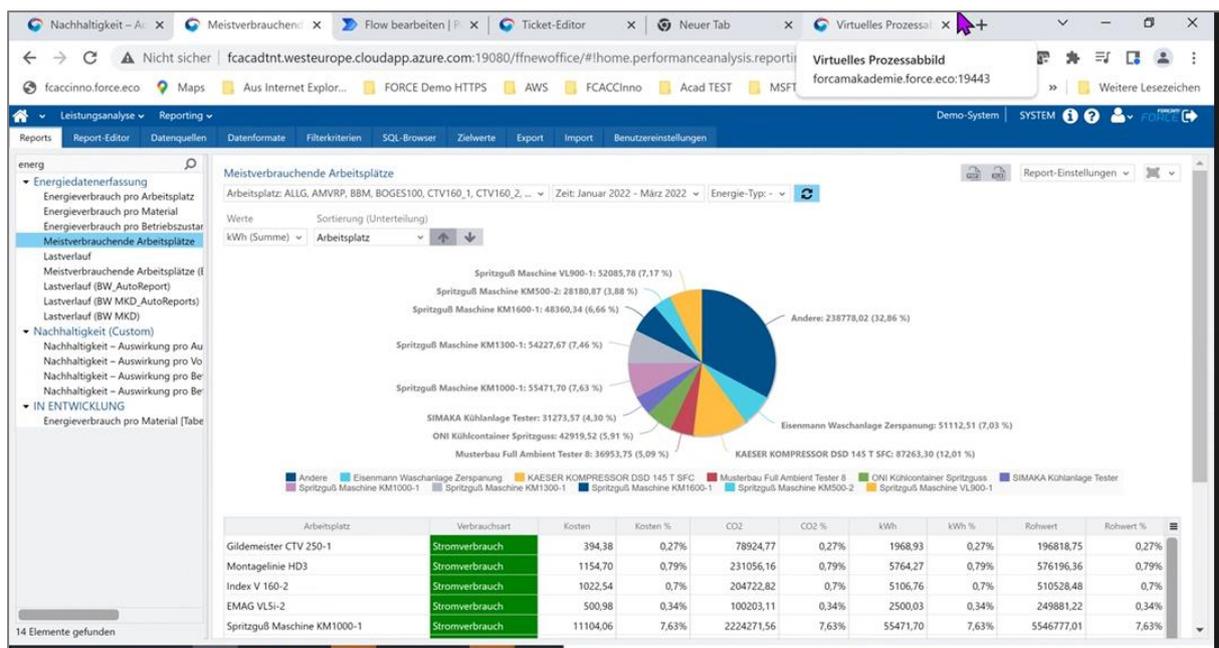


Abbildung 24: Stromverbrauch je Maschine in Relation gesetzt zum Gesamtverbrauch der ausgewählten Arbeitsplätze in einem Produktionsbereich grafisch aufbereitet als Tortendiagramm.

Die Zeitintervalle für aggregierte Reports sind variabel einstellbar mit einer Minimum-Zeit von Tagen oder Schichten. Reports von nicht aggregierten Daten (z.B. Lastverläufe am einzelnen Arbeitsplatz) haben als kleinste Zeiteinheit aktuell 5 Minuten. Es ist zu klären, in welchem Zeitintervall Daten aggregiert werden müssen, um Einflusseffekte darstellen und erkennen zu können.

Durch die Anordnung von 2 Dashboards mit unterschiedlichen Zeiteinteilungen zum gleichen Verbraucher ist es möglich, frühere Daten mit aktuellen Daten eingeschränkt zu vergleichen, so dass die Normanforderung der Analysen zu früheren und aktuellen Energieeinsätzen im Ansatz erfüllt ist.

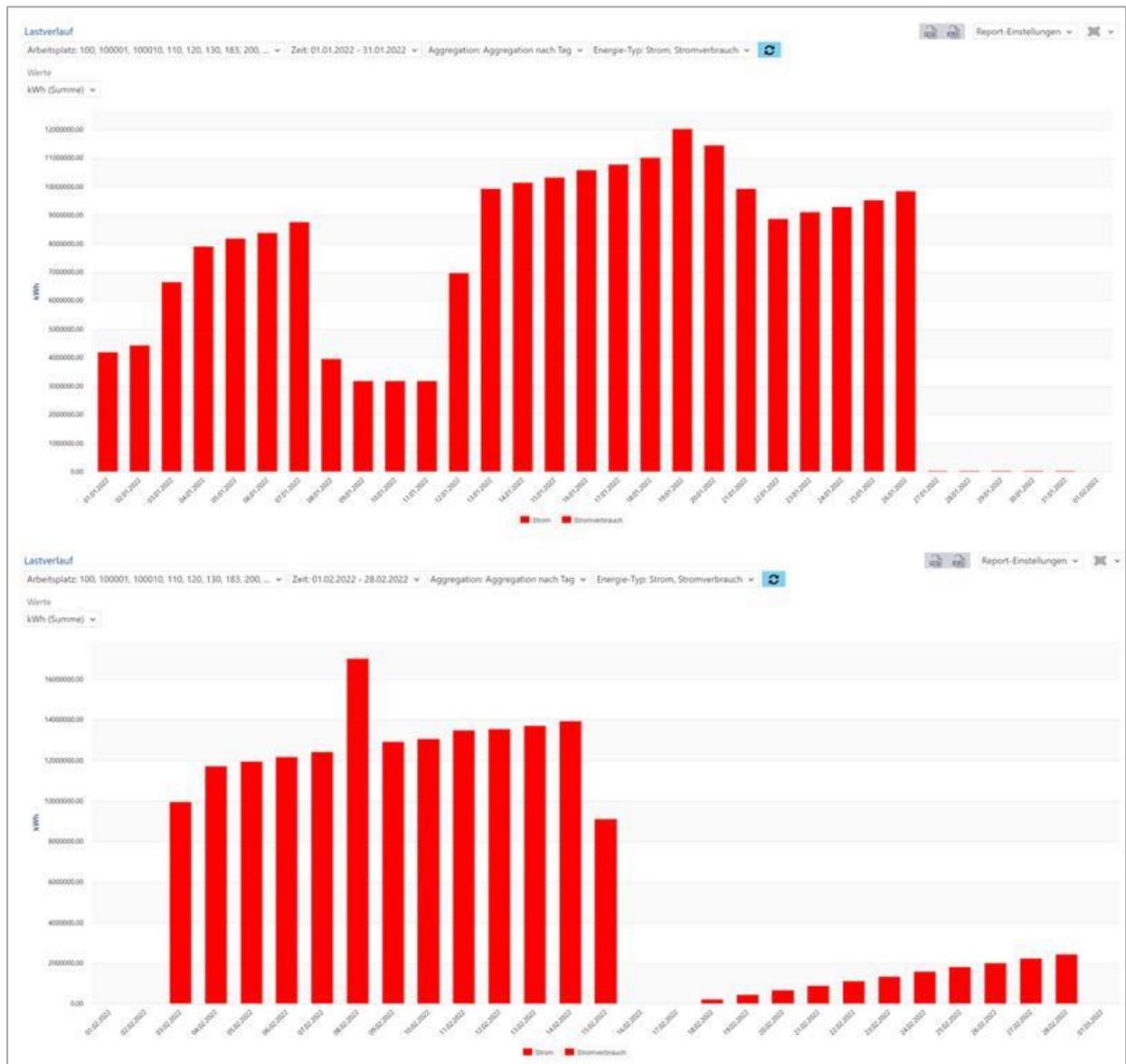


Abbildung 25: Darstellung zum Vergleich mit früheren Daten (hier: Jahresdaten den gleichen Verbrauchers)

Dashboard

Dashboards sind zusammenfassende grafische, tabellarische und andere, berechnete Kennzahlen, die sich aus den Hierarchie-Ebenen oder Zeitintervallen ergeben. Dabei können in den Dashboards zuvor definierte Reports und Visualisierungen beliebig und individuell gruppiert werden. Dashboards können auch externe Webapplikationen enthalten.



Abbildung 26: konfigurierbare Dashboard-Oberfläche mit Kundenindividuellen Reports in der FORCAM Leistungsanalyse

Darstellung des Energieflusses

Energieflüsse könnten in der Visualisierung dargestellt werden. Dies wird jedoch noch nicht standardmäßig angeboten. Der Energiefluss durch die Anlage wird aktuell durch die individuell anzulegenden, hierarchischen Gruppen abgebildet. Hierzu ist noch keine grafische Darstellung in FORCAM FORCE integriert. Entsprechende Module sind über eine Partnerfirma zu integrieren.

Mit einem Zusatzmodul einer Partnerfirma msg. können die Produktions-Energie Sichtung um die GHG Emission Calculations (CO₂-Fussabdruck) für Produkte, Werke oder Unternehmen erweitert werden. Diese beinhalten die Scope 1-3 Emissionen und bieten darüber hinaus auch die Simulation von Szenarien. Abbildung 27 zeigt ein Beispiel aus dem msg. Reporting (als Sankey-Darstellung).

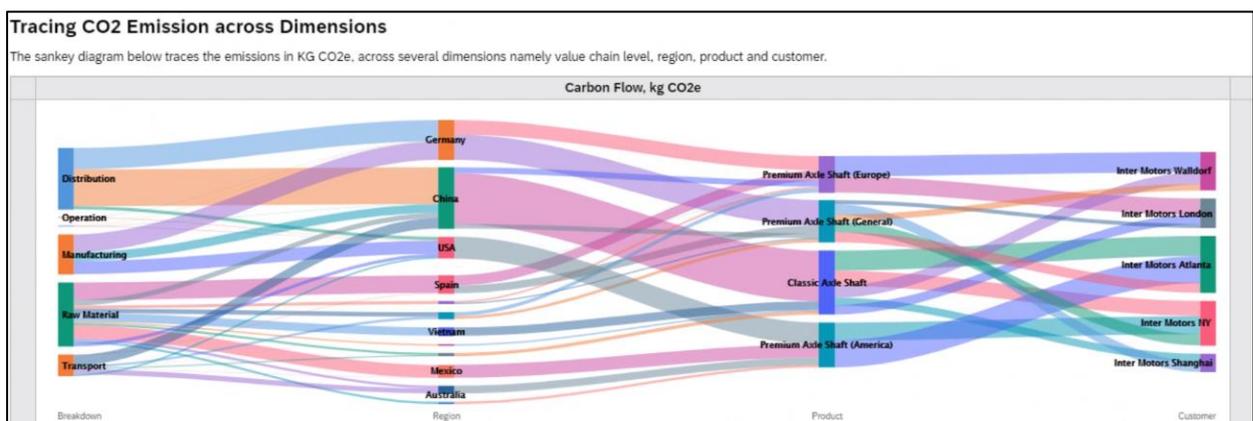


Abbildung 27: Verfolgung der CO₂-Emissionen mit verschiedenen Einflussfaktoren im msg.Partner Modul

Alarmer, Kontrollmechanismen

Alarmgrenzen können aktuell als feste Wert eingestellt werden. Dynamische Alarmgrenzen aufgrund von Abweichungen zu prognostizierten, aus Einflussfaktoren hochgerechneten Verbräuchen sind aktuell nicht implementiert, da für dynamische Alarmgrenzen muss ein Zusatzmodul integriert werden.

Hinweis: Siehe hierzu auch Kapitel 3.5.2 – Wenn man feststellt, dass eine Maschine von ihrem typischen Verhalten abweicht, und in dieses Verhalten dynamische Einflussfaktoren eingehen, hat man den Baustein für dynamische Alarmgrenzen.

Fazit – zur Überwachung von Werten

Die Darstellungsoptionen von FORCAM FORCE sind eindeutig auf die optimierte Steuerung von Maschinen und Anlagen im Sinn von „Arbeitsplätzen“ ausgerichtet.

Dies ist die eigentliche Stärke der Software. Sie ermöglicht es, den jeweiligen Mitarbeitern am Arbeitsplatz anzuzeigen, wie effizient die Maschinen aktuell genutzt werden.

Die hierfür angesetzten, kleinsten Zeitintervalle mit einer Minimum-Zeit von Tagen oder Schichten bzw. bei Lastverläufe von 5 Minuten sind hierauf ausgerichtet, können aber beim customizing angepasst werden. Es ist daher jeweils bei der Implementierung zu klären, in welchem Zeitintervall welche Daten erfasst werden müssen, um Analysen zu Einflussfaktoren und zur Bildung von normierten EnPI durchführen zu können.

Mit FORCAM kann eine Organisation ihre Energiedaten und andere Variablen, die Einfluss auf den Energieverbrauch haben, professionell erfassen und in beliebigen Gruppierungen zusammenfassen. Die Anforderungen des Normabschnitts 6.3 a) und b) werden zum großen Teil unterstützt. Historische Daten können aktuell in einem Dashboard mit 2 Grafiken überlagert werden.

Mit der Plattform können energiebezogene Leistung identifiziert und in geplanten Zeitabständen gemessen, überwacht und analysiert werden. Der Vergleich von Historischen Daten sollten durch einfache Überlagerung von Daten einfacher ermöglicht werden.

Durch die Festlegung der Datenerfassung mit ihren Parametern enthält die Plattform den Plan für die Energiedatensammlung. Durch die Gruppierung in beliebigen Hierarchien können SEU in einer eigenen Hierarchie komfortabel festgelegt und überwacht sowie zu Organisationsdaten aggregiert werden.

Eine wesentliche Darstellung zur Überwachung der „Hauptmerkmale“ bietet die „Visualisierung“. Allerdings sind die durch den Anwender generierbaren Darstellungen z.B. zum Verbrauchsvergleich mit früheren Daten eingeschränkt.

Die Alarmierung erfolgt zurzeit noch über statische Alarmgrenzen.

Dadurch, dass EnPIs und Prognosen nicht im Fokus der Plattform stehen, können die Anforderungen der Norm in Abschnitt „9.1 Überwachung, Messung, Analyse und Bewertung der energiebezogenen Leistung und des EnMS“ nur bezüglich der absoluten Verbräuche normiert um Betriebszustände und Auslastung – also eingeschränkt - erfüllt werden. Die Umsetzung der Anforderungen aus Abschnitt 9.1.1 2) und 4) werden nur mit externem Zusatzmodul unterstützt.

3.2.4. Berechnungen und ggf. statistische Analysen

- Norm-Anforderungen – zu Berechnungen und statistische Analysen**
- Für jede SEU die relevanten Variablen bestimmen 6.3 c)1) (und berücksichtigen 6.4)
 - Energieleistungskennzahlen EnPI (Energy Performance Indicator) definieren (6.4 a))
 - Baselines (EnB; Ausgangsbasen) definieren (Satz an Variablen und zugehörigen Werten für einen angemessenen Zeitraum) (6.5)
 - Normalisierung von EnPI und EnB (6.5)
 - die künftigen Energieeinsätze und Energieverbrauch abschätzen (Prognosebildung und Trendanalyse) 6.3 e)
 - Analysen zur Verbesserung der energiebezogenen Leistung nachweisen (6.4 b), 9.1.1 mit EnPI gegenüber EnB)

Um EnPIs zu berechnen ist es notwendig statische und dynamische Einflussfaktoren zu identifizieren und anschließend die Verbräuche um dynamische Einflussfaktoren zu normieren.

Analysen, welche relevanten Variablen sich wesentlich auf die energiebezogene Leistung auswirken, sind eingeschränkt, da die Überlagerung von Zeitreihen (Verbräuche mit mehreren anderen Zeitreihen) und die Berechnung von Zeitreihen aus mehreren anderen Zeitreihen (Prognosen) nur durch Module einer externen Firma erreicht werden kann.

Methoden zur Ermittlung von Einflussfaktoren z.B. durch Korrelationsanalysen werden aktuell nicht unterstützt.

FORCAM FORCE hat allerdings bereits Normierungen bezüglich der Betriebszustände und Mengen (Stückzahlen) implementiert. Sofern dies die einzigen wesentlichen Einflussfaktoren sind, können hiermit EnPI gebildet werden, die für die Messung und Überwachung ihrer energiebezogenen Leistung geeignet sind und es der Organisation ermöglichen, eine Verbesserung der energiebezogenen Leistung nachzuweisen.

Material	Material	Auftrag	Vorgang	Arbeitsplatz	Ist-Menge	Gutmenge	Ausschussmenge	Nacharbeitsmenge	Auswirkung/Stück	Total Auswirkung
20004762-B	FAN/FAN DRIVE ASSEMBLY 475	106215795	0030	Spritzguß Maschine KM500-3	1	1	0	0	55,25	55,25
20007904Z	CLUTCH MACHINED 882B	106243819	0010	Index V 160-2	4	2	2	0	30,58	122,31
20007651-A	FAN/FAN DRIVE ASSEMBLY 842B	106241440	0040	Spritzguß Maschine KM1600-1	16	16	0	0	11,81	188,97
20005113-A	FAN/FAN DRIVE ASSEMBLY 800	106236213	0040	Spritzguß Maschine KM1300-1	6	6	0	0	10,37	62,21
20009894-A	FAN/FAN DRIVE ASSEMBLY 842B	106194625	0040	Spritzguß Maschine KM1300-1	133	133	0	0	10,37	1378,76
20005172-A	FAN DM630 SD11	106231862	0040	Spritzguß Maschine KM1000-1	14	14	0	0	9,53	133,46
MA-BG 1000	MA Dummy KM 1000	106236221	0020	Spritzguß Maschine KM1600-1	3	3	0	0	8,14	24,42
20006303-A	FAN/FAN DRIVE ASSEMBLY	106217199	0040	Spritzguß Maschine KM1600-1	35	35	0	0	8,02	280,57
20008695-A	FAN/FAN DRIVE ASSEMBLY 882B	106197149	0040	Spritzguß Maschine KM1600-1	40	40	0	0	7,22	288,62
AM-20002736-A	FAN/FAN DRIVE ASSEMBLY 710	106212681	0040	Spritzguß Maschine KM1300-1	28	28	0	0	6,80	190,36
20003949-A	FAN DM594/9 MP9	106236217	0030	Spritzguß Maschine KM1300-1	24	24	0	0	6,58	158,00
20003792-A	FAN DM770/11 RF HD11 TWISTER	106241417	0040	Spritzguß Maschine KM1300-2	45	45	0	0	6,34	285,33
20008547Z	BODY MACHINED.693B (Nacharbeit Gewinde)	106236201	0020	Eisenmann Waschboiler Zerspanung	25	25	0	0	5,78	144,50

Abbildung 28: Darstellung Arbeitsaufträge; hier z.B.:1 Stück wurde gefertigt; Energieverbrauch 55,25 kWh pro Stück; Zeile 2: 4 produzierte Teile, davon 2 Ausschussteile mit 30,58 kWh pro Teil, aber durch den Ausschuss ergeben sich 61 kWh pro Stück Verbrauch; 133 Stück wurden hintereinander produziert, weshalb auch der Energieverbrauch pro Stück auf 10,37 kWh reduziert wurde.

Es kann auch auf Materialart bzw. Produkt sortiert und gefiltert werden und so weitere EnPI durch automatische Reports gebildet werden. Diese Art der Reports kann mit kleinem Programmieraufwand (kleiner 1 Tag) per SQL-Programmierung vom Kunden oder als Dienstleistung von FORECAM erzeugt werden.

Es sind aktuell die in Abbildung 29 genannten Reports mit automatischen Normierungen bereitgestellt.

- ▼ **Energiedatenerfassung**
 - Energieverbrauch pro Arbeitsplatz
 - Energieverbrauch pro Material
 - Energieverbrauch pro Betriebszustand
 - Meistverbrauchende Arbeitsplätze
 - Lastverlauf
- ▶ **Personal**
 - Betriebszustandsverlauf in Prozent
 - Betriebszustandsverlauf in Stunden
 - Häufigkeitsverteilung der Betriebszustände innerhalb des Tages (Tag)
 - Tagesbuch
 - Vorgänge Soll/Ist
 - Betriebszustände mit Bemerkung Tagesbuch
- ▶ **Nicht Standard**
- ▼ **Nachhaltigkeit (Custom)**
 - Nachhaltigkeit – Auswirkung pro Arbeitsplatz
 - Nachhaltigkeit – Auswirkung pro Auftrag und Menge
 - Nachhaltigkeit – Auswirkung pro Vorgang und Menge
 - Nachhaltigkeit – Auswirkung pro Betriebszustand und Energie-Typ
 - Nachhaltigkeit – Auswirkung pro Betriebszustand

Abbildung 29: aktuell bereitgestellte Reports mit automatischer Normierung

Diese konsequente Differenzierung nach Betriebszuständen ist in anderen Softwareplattformen nicht derart differenziert enthalten. Es gibt in anderen Systemen daher auch nur selten Verbrauchs-Kennzahlen je Betriebszustand und damit weniger Möglichkeiten, den Mitarbeitern ihren eigenen Einfluss auf den Verbrauch darzustellen.

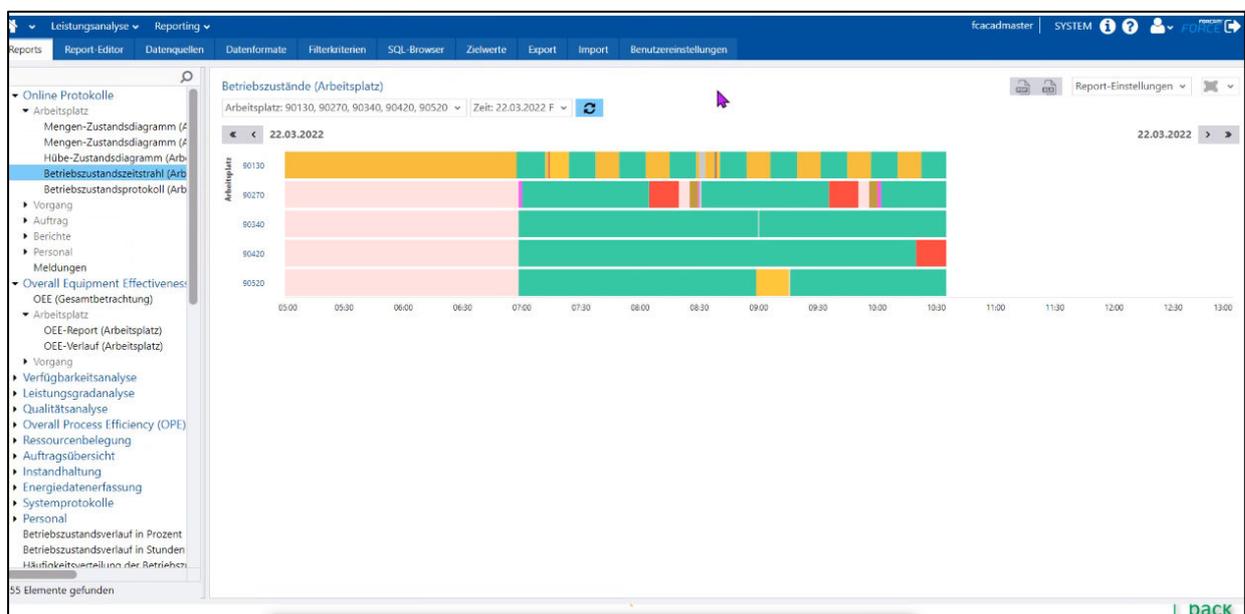


Abbildung 30: Dashboard-Element (Report) über Betriebszustände an einem spezifischen Arbeitsplatz; Damit sind Aussagen möglich: die Maschine, Anlage oder SEU braucht pro Minute Rüstzeit x kWh Strom.

In einer theoretisch optimalen Welt läuft die Produktion wie geplant mit den geplanten Einsatzzeiten, Mengen und Verbräuchen. Die Realität enthält aber viele Abweichungen vom Plan wie z.B. Unterbrechungen, in denen mehr Ressourcen als geplant aufgewendet werden (siehe Abbildung 31). Das Erkennen dieser Verschwendung und der Abweichungen ist ein Hauptmerkmal der Software

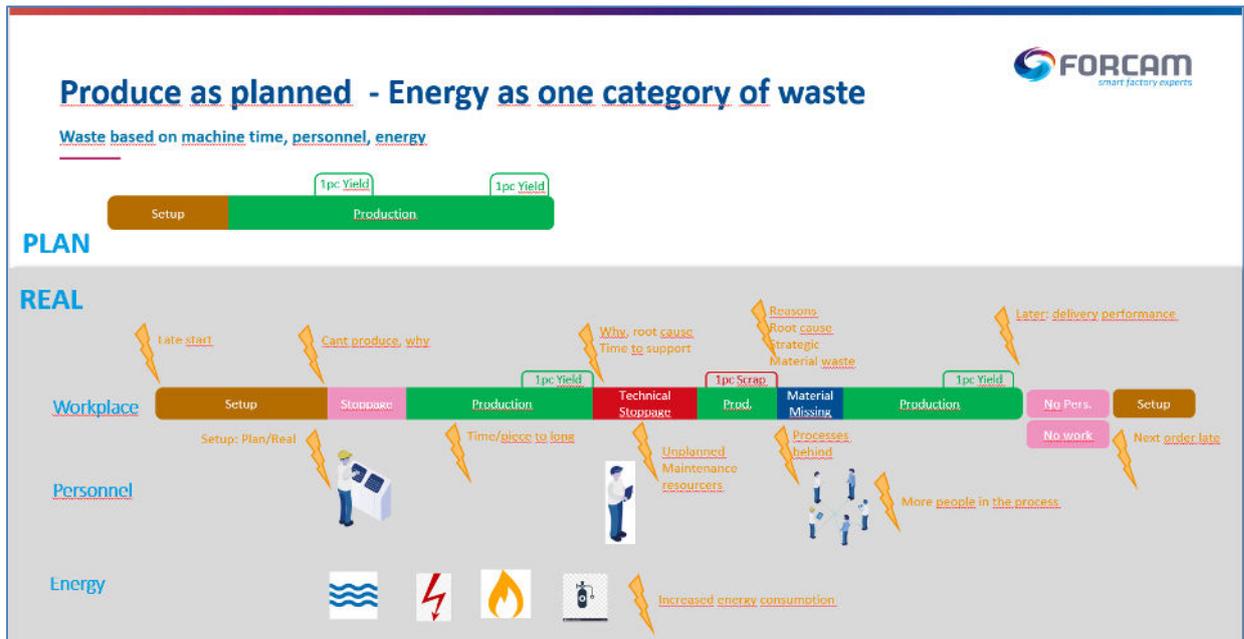


Abbildung 31: geplanter Arbeitsablauf => zu realistischem Ablauf => Verschwendungs-Erkennung; Hier wird dargestellt, wie sich der reale Verbrauch gegenüber dem theoretisch geplanten Verbrauch im „Setup“- und „Produktion“-Zustand verändert. Der tatsächliche Verbrauch durch Stopps, technischen Stopp, Material-Logistik etc. mit einigen Idle-Zeiten verbunden, in denen die Maschinen laufen, ohne zu produzieren. Hierin befinden sich bis zu 80% der Einsparpotentiale. (Grafik aus einer Präsentation nicht aus der FORCAM-Oberfläche heraus)

In der Report-Auswahl-Ansicht sind im Abschnitt „Nachhaltigkeit (Custom)“ sind die absoluten Verbräuche bereits um die Dimensionen Betriebszustand (Verbräuche), Aufträge, Arbeitsgänge und Material erweitert, automatisch normalisiert.

Betriebszustand	Dauer der Phase	Häufigkeit Phase	Durchschnitt pro Stunde	Verbrauch
Produktion	2733.43	982	89,08	243512,26
Freie Kapazität innerhalb Schicht	1394.03	426	57,45	80092,72
Freie Kapazität außerhalb Schicht	1784.00	136	9,39	16760,54
Geplante Pause	235.40	512	63,55	14977,43
MDE Jog	242.35	100	38,83	9419,93
Stillstand unbegründet	03.14	19	2167,41	7023,73
Rüsten	412.00	83	13,10	5395,20
MDE Maschine Aus	03.59	10	791,00	3153,95
Mechanische Reparatur	04.31	24	437,35	1976,65
Rüsten unterbrochen	00.51	9	1449,80	1239,07
Störung Maschine	00.26	1	2678,46	1178,41
Elektrische Reparatur	06.15	3	154,70	969,29
Nachbearbeitung Auftrag	02.32	4	377,07	959,50
Fehlende Verpackung	00.23	1	1063,48	408,89
Maschine unterbrochen während Produktion	00.09	1	616,12	99,09
Erprobung Versuch Muster	00.25	2	176,12	74,15
Vakuum_Problem	00.04	1	935,99	62,92
Keine Verbindung	00.00	1	633663,72	19,89
Fan ablegen	00.04	1	167,56	13,17

Abbildung 32: Produktionsabhängige Verbrauchsberechnung - z.B. während der 2733 Produktionsstunden wurden, ca.90 kWh pro Stunde verbraucht, während in den Idle-Zeiten ("frei Kapazität innerhalb der Schicht") noch 57 kWh pro Stunde verbraucht wurden.

Diese Ansicht (Abbildung 32) kann je nach Hierarchieebene (Arbeitsplatz, Abteilung, ges. Betrieb, ...) aggregiert werden. Sie liefert z.B. Zahlen, mit denen die Mitarbeiter sensibilisiert werden können, ihre Anlagen in Pausenzeiten „herunterzufahren“ oder in einen „Standby-Modus“ zu versehen (siehe hier: Verbrauch 63,55 kWh pro Stunde während Pausenzeiten).

Hochrechnungen (Prognosen, Trendanalysen ...)

In FORCAM FORCE sind diese Auswertungen aktuell nicht enthalten. Sie werden aber hoch komplex in einem Modul einer Partnerfirma zur Verfügung gestellt.

In Produktionszusammenhängen sind lineare Korrelationsanalysen nicht immer zielführend oder anwendbar, da Einschalt-/Einschwingzeiten überwiegen oder die Anzahl der dynamischen Einflussfaktoren zu groß ist. Hier sind analytische, statistische Auswertungen oft unzuverlässig. Prognosen oder Verhaltensanalysen der Anlagen werden daher über ein Zusatzmodul der Partnerfirma INCETEC angeboten. INCETEC stellt ein Modul zur Verfügung, das Maschinen- und Produktionsdaten in einem Machine-Learning-Prozess verarbeiten, um typische Verhaltensweisen der Anlagen zu analysieren (siehe Abbildung 33 und Abbildung 34).

Hierzu stellt FORCAM dem Machine-Learning-Prozess die vollständige Produktionshistorie, die Energetischen Rohdaten, die angereicherten Energiewerte (Verbrauchsarten/Faktoren) sowie beliebige Prozesswerte (z.B. Außentemperatur-Zähler) zur Verfügung.

Da neben der Historie auch der geplante Auftragsvorrat vorliegt, lassen sich ebenfalls Prognosen für die Zukunft sowie Warnungen für zu erwartende Lastspitzen hochrechnen.



Abbildung 33: Das Beispiel für das Modul INCETEC Smart zeigt detaillierte Auswertung von erfassten Prozessdaten, die über KI-Module in der Lage sind Qualitätsanomalien vorherzusagen (Dieses Modul ist nicht im Standardumfang von FORCAM FORCE enthalten)

KI-gestützte Qualitätssicherung

Beispiel: Strangguss für Edelmetalle

50 Parameter: Temperatur, Druck, Durchfluss, Stromstärke, Geschwindigkeiten, Fehlercodes, ...

Vorhersage von Anomalien in der Produktqualität

- Modellierung von Qualitätsleistungsindikatoren
- Korrelation zwischen Produktionsqualität, Sensorsignalen und Produktionsbedingungen

Mehrwert:

- Identifizierung der wichtigsten qualitätsbeeinflussenden Faktoren
- Frühzeitige Warnung vor kritischen Entwicklungen

© 2023 incontext technology. All rights reserved. Page 16

Abbildung 34: Beispiel für Vorhersagen von Produktqualitäten, die auch zur Vorhersage von Energieverbräuchen verwendet werden können. (Dieses Modul ist nicht im Standardumfang von FORCAM FORCE enthalten)

Vergleichs-/Ausgangsbasen (Baselines), Nachweis von Einsparungen

Aktuell werden keine Baseline-Definitionen und Dashboards/ Reports zum Nachweis von Einsparungen angeboten.

Fazit – zu Berechnungen und statistische Analysen

FORCAM FORCE ist auf die aktuellen Verbrauchs- und Leistungsdaten sowie die Steuerung von „Arbeitsplätzen“ bzw. Maschinen und Anlagen.

Im implementierten Auswertungsumfang sind bereits Einflussfaktoren wie Betriebszustände und Auslastungen enthalten und können gut ausgewertet werden.

Die Differenzierung nach Betriebszuständen ist in anderen Softwareplattformen nicht derart differenziert enthalten. Es gibt in anderen Systemen daher auch keine derartig genauen Verbrauchs-Kennzahlen je Betriebszustand und damit weniger Möglichkeiten, den Mitarbeitern ihren eigenen Einfluss auf den Verbrauch darzustellen. Diese Funktionalität sollte für das Energiemanagement nicht unterschätzt werden, da sehr viel Einspar- und Effizienz-Potentiale in der Steuerung der einzelnen Arbeitsplätze durch den einzelnen Mitarbeiter liegt.

Die Anforderungen des Abschnitt 6.3 c) werden damit zum Teil oder nach customizing erfüllt.

Die bereits implementierten Analysefunktionen sind weniger auf statische Analysen von Energieverbräuchen, deren Einflussfaktoren, EnPI-Normierung, Prognoseberechnungen und Baselines ausgerichtet. Dem entsprechend sind die Anzeigen und Visualisierung von Verbräuchen und anderen Daten gestaltet.

Umfangreiche Analysen für die Bestimmung der Einflussfaktoren (relevante Variablen mit Einfluss auf den Energieverbrauch) für die einzelnen SEU können aktuell nur mit Unterstützung der Consultants von FORCAM und Nutzung von Partner-Software implementiert werden.

Die von der Norm in Abschnitt „6.4 Energieleistungskennzahlen“ geforderten Analysen werden daher nur eingeschränkt und für die heutigen Analyseanforderungen nicht unterstützt.

Die einzelnen Bereiche, in denen Einsparungen geplant und nachgewiesen werden sollen, können durch Aggregieren und Gruppierungen der Verbrauchsdaten zu SEU überprüft werden. Hierbei sind Fehlerfortpflanzungen noch nicht berücksichtigt, so dass Einsparungen unter Umständen durch Messfehler überlagert und unsichtbar werden.

Die von der Norm in Abschnitt 6.3 e) zur energetischen Bewertung geforderte Abschätzung der künftigen Energieverbräuche (Bildung von Prognosen) wird aktuell von FORCAM nicht selbst unterstützt. Hierzu bedarf es eines Zusatzmoduls einer Partnerfirma.

Die alternative Methode Einsparungen über Zeitreihenanalysen nachzuweisen, wird aktuell nur über ein Zusatzmodul der Partnerfirma INCETC möglich. Aktuell können Einsparungen nicht als Vergleich zwischen prognostizierten und IST-Werten für FORMCAM FORCE nachgewiesen werden.

Die Verbesserung der energiebezogenen Leistung durch Vergleichen des EnPI-Wertes bzw. der EnPI-Werte (mit der entsprechenden energetischen Baseline) wird aktuell nicht unterstützt.

Über die umfangreichen Reporting-Funktionen könnten Ergebnissen der Überwachung und Messungen sehr gut dokumentiert werden.

Hinweis: Es sollte geprüft werden, wie Reports erweitert oder anders als bisher verwendet werden können. Hierzu müssen durch den User mehrere, „beliebige“ Zeitreihen mit Faktoren multipliziert und addiert und als neue Zeitreihe dargestellt werden können. Alternativ könnten auch Grafiken erstellt werden, die auf der x-Achse andere Einheiten vorsehen als Zeiteinheiten (Best-Practice-Darstellungen).

3.2.5. Planung und Steuerung von Aufgaben und Arbeiten

Norm-Anforderungen – zur Planung und Steuerung von Aufgaben und Arbeiten

- **Chancen zur Verbesserung** der energiebezogenen Leistung bestimmen und priorisieren 6.3 d), **Risiko- und Chancenabwägung**
- **Aktionsplanung** (Planung von Verbesserung, Projektplanung) (6.2)
- **Einbindung** in Geschäftsprozesse (6.2.3)
- Bewertung der Einhaltung rechtlicher Anforderungen und anderer Anforderungen (9.1.2)
- Wartungs- und Instandhaltungsmanagement (8.2)
- Einkaufsparameter (8.2, 8.3)
- Für jede SEU **die Personen** ermitteln, die auf die SEUs Einfluss haben 6.3 c)3)
- Aufgaben und EnPI-Werte überwachen aus der/ passend zur Aktions- und Zielplanung (9.1.1 a))
- Energetische Bewertung in festgelegten Zeitabständen aktualisieren 6.3.

FORCAM FORCE enthält ein umfangreiches Ticket System zum Reporting von Problemen und Aufgaben sowie ein Maßnahmenhandling auch mit mehreren Maßnahmen inkl. Verantwortliche Person und Zieldatum. Die Dokumentation von Anfangszuständen und erreichten Ergebnissen ist durch Hinterlegen von Bildern, Screenshots usw. möglich. Das Ticket System lässt sich via API oder Microsoft Power Automate mit externen Ticket Systemen verknüpfen.

Tickets können vom User am Arbeitsplatzterminal, im Office Client oder über externe Tools angelegt werden.

FORCAM FORCE IIOT – Shopfloor Management (Tickets)

Welche Mehrwerte ergeben sich durch den Einsatz der Lösung?

Computer Sound einschließen

Strategisch

- Priorisierung der Top-Probleme
- Informations- und Eskalationsmanagement
- Integration in bestehende SFM-Prozesse

Operativ

- Kommunikation auf Basis von Daten
- Problemlösung & Gemba wird nicht ersetzt
- Unmittelbare Dokumentation & Kommunikation

Abbildung 35: Ticketsystem - Tickets können an verschiedensten Stellen erzeugt werden (am Arbeitsplatz, in einem Drittsystem,) Wartungsvorgänge, Störungsbehebung

Home > Auftragsmanagement > Ticket

Ticket-Editor
Maßnahmen
Ticket-Klassen Editor
Ticket-Status Editor
Ticketschlüssel-Editor

Speichern
Schließen

Ticket Nummer
574

Titel *
Forcam Energy Taskforce 1 floor Q1 2022

Verursacher

Beschreibung *
Plan ist die Verbräuche im 1 Stock in Q1 um 30% zu reduzieren

Status
Neu

Priorität *
Hoch

Ticket-Klasse
Energie Management

Attribute Anhänge Maßnahmen Historie

Arbeitsplatz Datum Schicht

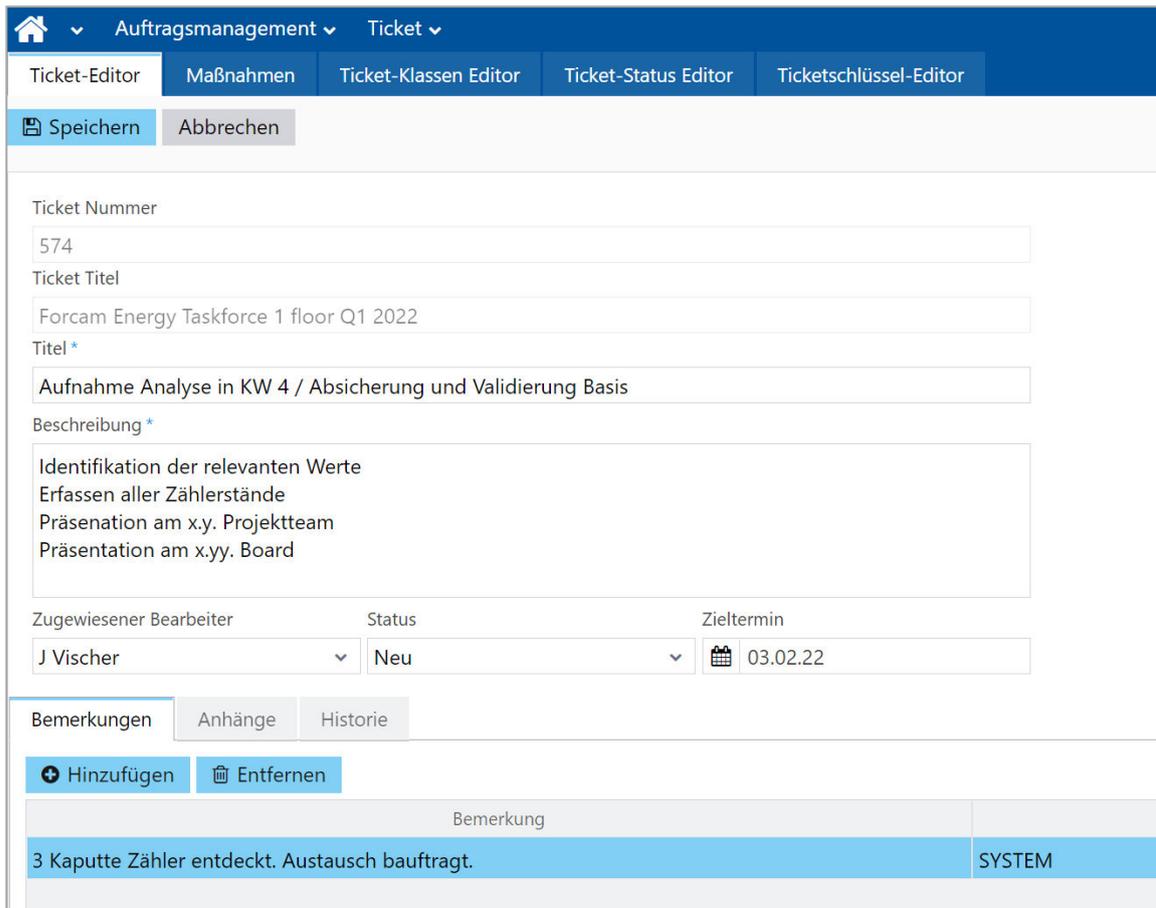
- 21.12.21 -

Auftrag Material

- -

er

Abbildung 36: Beispiel Ticketerstellung eines fiktiven Ticket Nr. 574: Anzeige mit Status, Priorität, Klasse und den zugehörigen Attributen, Anhängen, Maßnahmen und der dazugehörigen Historie



Ticket-Editor Maßnahmen Ticket-Klassen Editor Ticket-Status Editor Ticketschlüssel-Editor

Speichern Abbrechen

Ticket Nummer
 574

Ticket Titel
 Forcam Energy Taskforce 1 floor Q1 2022

Titel *
 Aufnahme Analyse in KW 4 / Absicherung und Validierung Basis

Beschreibung *
 Identifikation der relevanten Werte
 Erfassen aller Zählerstände
 Präsentation am x.y. Projektteam
 Präsentation am x.yy. Board

Zugewiesener Bearbeiter: J Vischer Status: Neu Zieltermin: 03.02.22

Bemerkungen Anhänge Historie

+ Hinzufügen Entfernen

Bemerkung	
3 Kaputte Zähler entdeckt. Austausch aufträgt.	SYSTEM

Abbildung 37: Beispiel Maßnahmen zu einem fiktiven Ticket Nr. 574

Diese Option wurde bisher noch nicht zur Aktionsplanung oder zur Bewertung der Einhaltung rechtlicher Anforderungen und anderer Anforderungen (9.1.2) oder Wartungs- und Instandhaltungsmanagement im Rahmen von Energiemanagementsystemen eingesetzt. Daher liegen keine entsprechenden Beispiele vor.

Fazit – zur Planung und Steuerung von Aufgaben und Arbeiten

Die Bestimmung von Chancen zur Verbesserung der energiebezogenen Leistung sowie deren Priorisierung, Bewertung der Einhaltung rechtlicher Anforderungen und anderer Anforderungen, Wartungs- und Instandhaltungsmanagement und Einkaufsparameter liegt nicht im Fokus eines Manufacturing Execution System wie FORCAM FORCE. Hierzu sind die Anbindung an ERP- und andere Systeme vorhanden, mit denen diese Themen besser umgesetzt werden können.

Die im Rahmen des Energiemanagement geforderte „Aktionsplanung“, deren Überwachung sowie die Widervorlage zur Aktualisierung der Energetische Bewertung in festgelegten Zeitabständen wäre mit dem umfangreiches Ticket System in FORCAM FORCE allerdings möglich, wurde aber noch nicht angewendet.

Die von der Norm geforderte Einbindung der Belange des EnMS in die Geschäftsprozesse ist in jedem Fall gegeben – allein schon durch die intensive Darstellung von Ressourcen, die in der Realität gegenüber der Planung verbraucht werden.

Die Ermittlung von Personen/ Funktionen für jede SEU, die auf die SEUs Einfluss haben, ist durch die Zuordnung der Arbeitsplätze möglich.

3.2.6. Dokumentation von /Reporting zu Daten, Anforderungen, Aufgaben, ...

Norm-Anforderungen – zu Dokumentation /Reporting
<ul style="list-style-type: none"> – Änderungshistorie - Anpassung der „energetischen Bewertung“ in Folge größerer Änderungen bei Anlagen/Standorten, Einrichtungen, Systemen oder Energie nutzenden Prozessen (Wie werden Änderungen dokumentiert?) / Reporting, mit dem Datenstrukturen, Daten, Auswertungen und Parameter als Dokument 6.3, – Plan für die Datensammlung, –Analyse und Bewertung dokumentieren, Versionierungen oder Ablaufdatum (6.6) – Überwachungen zur Genauigkeit (6.6) – Das Verfahren zur Bestimmung und Aktualisierung der EnPI(s) dokumentieren (6.4) – EnPI müssen dokumentiert werden (6.4) – EnB Anpassung muss dokumentiert werden (6.5) – Relevante Variable bzgl. der SEU (6.6 a)) – Energieverbräuche bzgl. SEU und Organisation (6.6 b)) – Betriebliche Kriterien bzgl. der SEU (6.6 c)) – Statische Faktoren (6.6 d)) – Daten aus Aktionsplänen (6.6 e)) – Ergebnissen der Überwachung und Messungen und der Reaktion darauf (9.1.1) – Ergebnissen der Bewertung der Einhaltung von Anforderungen und allen ergriffenen Maßnahmen (9.1.2) – Ziele für relevante Funktionen und Ebenen (6.2) – Aktionspläne (6.2)

Alle Daten werden generisch im System gespeichert, so dass im Nachgang alle möglichen Reports erstellt und ausgelesen werden können. Diese sind im Autoreport an jeweilige Nutzer zu beliebigen Zeiten in beliebigen Sequenzen versendbar.



Abbildung 38: Beispiel zum Erstellen von Reports, die in verschiedenen Ausführungen / Dateien, Zeiten, und Sequenzen erstellt, versendet und reportet werden können.

Die Reports in der FORCAM FORCE sind im Editor durch geschulte User kundenspezifisch konfigurierbar.

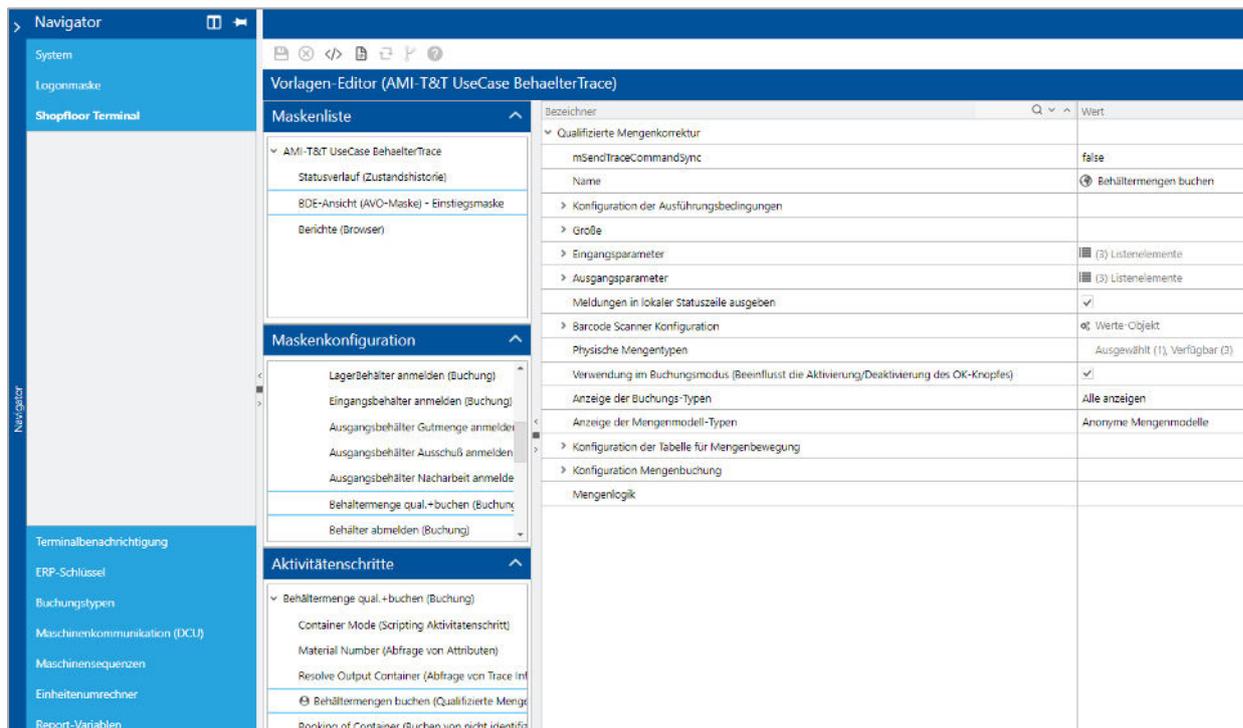


Abbildung 393: ein Beispiel aus dem Vorlagen Editor, worin geschulte Nutzer selbst Templates erstellen und verwalten können

Fazit – zu Dokumentation /Reporting

Da die Konfigurationen dokumentiert werden können, wird die Anforderung an die Dokumentation des „Plans für die Datensammlung, –Analyse und Bewertung“ unterstützt.

Ferner können Energieverbräuche bzgl. SEU und Organisation, Betriebliche Kriterien bzgl. der SEU und statische Faktoren durch Reportings dokumentiert werden.

Da EnPI, EnB, Aktionspläne und Maßnahmen, Ziele für relevante Funktionen und Ebenen nicht im Fokus eine Manufacturing Execution System wie FORCAM FORCE liegen, werden sie auch nicht unterstützt. Allerdings helfen die Anbindungen an entsprechende ERP-Anwendungen hierbei.

3.2.7. Daten-Speicherung und Datensicherheit

Norm-Anforderungen – zu Datensicherheit

Umgang mit dokumentierten Informationen/ Lenkungsvorgaben für die Dokumentation (7.5.2)

- Kennzeichnung von Messungen, Reports, Plänen, Auswertungen (7.5.2 a))
- Kennzeichnung externer Informationen (7.5.2)
- Angemessenes Format (7.5.2 b))
- Angemessener Freigabemechanismus (7.5.2)
- Verfügbarkeit (7.5.2)
- Schutz vor Verlust der Vertraulichkeit (7.5.2)
- Schutz vor unsachgemäßem Gebrauch (7.5.2)
- Schutz vor Verlust der Integrität (7.5.2)

- Verteilung, Zugriffsregelungen (7.5.2)
- Auffindbarkeit (7.5.2)
- Verwendbarkeit, Erhalt der Lesbarkeit (7.5.2)
- Versionierungen, Änderungshistorie (7.5.2)
- Archivierung (7.5.2)

Forcam hat die Zertifizierung zur Datensicherheit / ISO 27001 abgeschlossen. Die Anforderungen an Verfügbarkeit, Schutz, Verteilung, Zugriffsregelungen, Erhalt der Lesbarkeit etc, sind damit eingehalten.

Das Zusatzmodul FORCAM FORCE Document control bietet die Möglichkeit Dokumente versioniert abzulegen. Dies können Normblätter, Vorgaben, Produktinformationen, Sicherheitsinformationen, Installationsanleitungen in beliebigem Format sein.

Die Dokumente können in der FORCAM Force Workbench gepflegt oder von Drittsystemen über die API versorgt werden.

Die Bereitstellung der Dokumente im FORCAM FORCE ist im Worker-Terminal, in der Workbench, oder in Drittsystemen möglich.

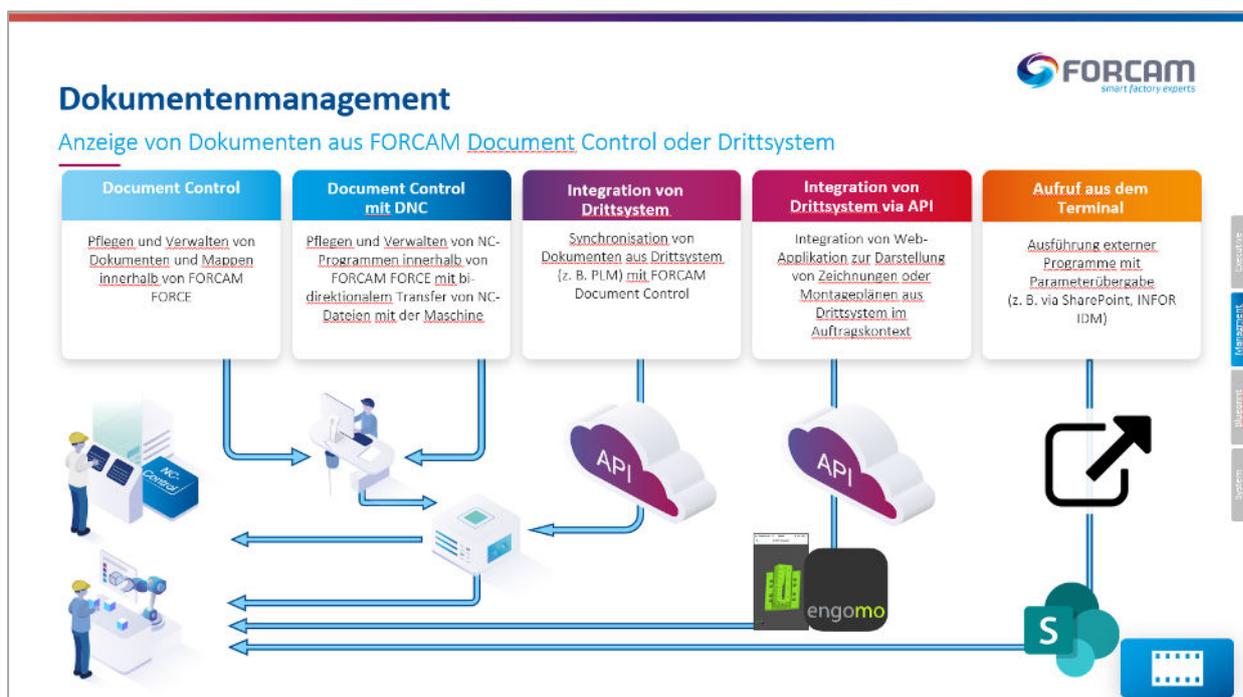


Abbildung 40: Dokument Control in der FORCAM FORCE IIOT

Das Dokumenten-Verwaltungssystem bietet Versionierungen und dynamischer Zuordnung auf Arbeitsplätze und Materialien und Aufträgen

Fazit – zur Daten-Speicherung und Datensicherheit

Durch die Zertifizierung nach DIN EN ISO/IEC 27001:2017- IT-Sicherheits-Management-Systems stellt FORCAM sicher, dass die Anforderungen an Verfügbarkeit, Schutz, Verteilung, Zugriffsregelungen, Erhalt der Lesbarkeit erfüllt werden.

Die Kennzeichnung und Auffindbarkeit von Informationen wird durch das Document Control-Modul sichergestellt und unterstützt.

3.3. Service-Qualität

3.3.1. Entwicklungsmanagement

Der Entwicklungsprozess berücksichtigt die Aspekte der Qualitätssicherung der Software mit Hilfe von vier Quality Gates.

- QG1: Definition of Done (Scrum Prozess: Prozess_DEV_8-15_Prozess Development Main Scrum_V4; FB_DEV_8-38_Definition of Done_V2)
- QG2: Code Review durch Pull Request (Azure)
- QG3: Product Owner (PO) Abnahme anhand von Akzeptanzkriterien, die in der Business Spezifikation definiert sind
- QG4: Produkt Management (PM) Abnahme anhand von Vorführung der POs und der Software Tests
- Details zur Qualitätssicherung werden in Prozessanweisungen im QM System definiert. Dieses ist nach ISO 9001 zertifiziert.
- Regelmäßige Main- und Patch Releases (aufeinanderfolgende Sprints)
- Über das Testmanagementsystem werden Testspezifikationen, Testpläne erstellt, gemonitort und reportet. Darüber hinaus wird während der Entwicklung über einen Pull Request der Code validiert.
- Für den Entwicklungs- und BugFixing-Workflow und die Dokumentation werden Confluence und JIRA genutzt (Prozess ergänzt um Bug Handling-Prozess).

3.3.2. Kundenservice, After-Sales-Angebote

Forcam bietet im Rahmen des Technical & Service Supports eine umfassende Bibliothek an Service-Unterlagen, Trainings-Videos, Benutzer und Administratoren Schulungen, welche in mehrtägigen online-Veranstaltungen angeboten werden.

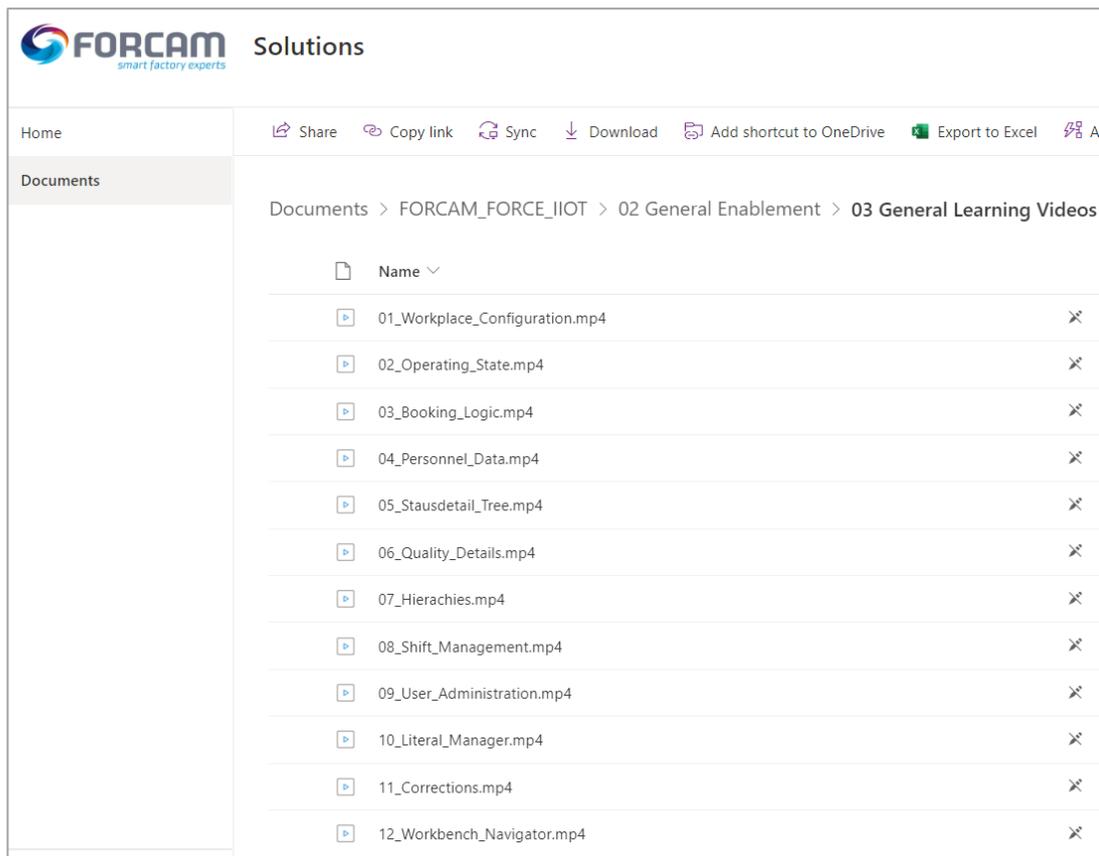


Abbildung 44: Beispiele für Trainings und Supportangebote

3.3.3. Lizenzmodell / Hosting-Lösungen

Aktuell wird FROCAM für das Energie-Monitoring als "Plattform-as-a-Service"-Dienstleistung angeboten.

Die FORCAM FORCE EDGE (siehe oben im Kapitel 3.2.1 Architektur-Module) liegt immer in der Produktionsumgebung (Halle). Die weitere Verarbeitung erfolgt im Module FORCAM FORCE. DIE FORCE kann sowohl lokal beim Kunden auf performanten Servern laufen als auch in einer Cloud-Umgebung betrieben werden (siehe Abbildungen 15; EDGE/FORCE = 4 und 6).

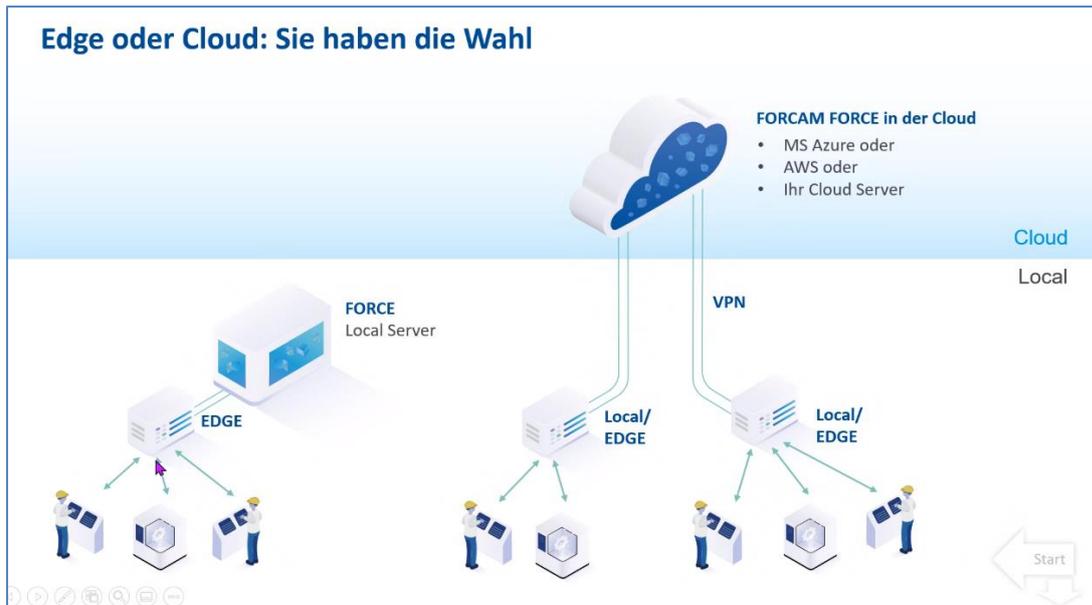


Abbildung 41: Individuelle Umgebungen, in denen FORCAM laufen kann

Die Lizenzgebühren richten sich nach ausgewählten Modulen, sowie Anzahl der Erfassungsorte (Assets, Equipment). Erfassungsorte können Sensoren, Arbeitsplätze, Anlagen, Linien, Gebäude, Hauptverteiler sein.

Grundlage jeder Implementierung ist die Maschinen- und Zählererfassung über die FORCAM FORCE EDGE. Für eine sinnvolle Produktions- und Energieauswertung braucht es die Basis FORCAM FORCE BRIDGE, sowie die Module FORCAM Produktivität (Produktionsreports und KPIs) und FORCAM Sustainability.

<input checked="" type="checkbox"/>	FORCAM FORCE BRIDGE
↓	
<input checked="" type="checkbox"/>	FORCAM PRODUCTIVITY
↓	
<input type="checkbox"/>	FORCAM PLANNING
↓	
<input type="checkbox"/>	FORCAM DOCUMENT CONTROL
↓	
<input type="checkbox"/>	FORCAM SUSTAINABILITY
↓	
<input type="checkbox"/>	FORCAM TRACK & TRACE
↓	CHIna Product Special
←	SPECIAL EDITIONS

Abbildung 42: Auszug Modelle FORCAM FORCE

FORCAM Bridge	FORCAM Shopfloor	FORCAM Analytics	FORCAM Planning
Maschinendaten FORCAM	Betriebsdaten FORCAM	Leistungsanalyse FORCAM	Feinplanung FORCAM
FORCAM Planning	FORCAM Personnel	FORCAM Process	FORCAM Traceability
Plantafel & Leitstand FORCAM	Personalzeit FORCAM	Prozessdaten FORCAM	Traceability FORCAM
FORCAM Energy	FORCAM Documents	FORCAM Ticketing	FORCAM Edge
Energiemonitoring FORCAM	Dokumentenmgmt. FORCAM	Ticketsystem FORCAM	EDGE Konnektor FORCAM

Abbildung 9: Übersicht über die wesentlichen FORCAM Apps, die als Erweiterungsoptionen in der FORCAM FORCE zur Verfügung stehen

Abbildung 10: Der Marktplatz für Ihren digitalen Shopfloor – FORCAM bietet eigene Apps und Module, genauso ist FORCAM offen für Zusammenarbeit mit Partnern, wie derzeit bereits mit msg., Inctec, CAQ, accenture, etc...

FORCAM ferner einen Smart Factory Starter Kit für den Mittelstand als FORCAM FORCE SAAS und SAP Digital Manufacturing (Digitale Fabrik mit SAP DMC, ME & SAP MII) zur Verfügung.

3.4. Punkte der BAFA-Checkliste

Die BAFA-Checkliste vom 11.01.2018 bleibt gültig. Die Anforderungen der BAFA-Checkliste werden fast vollständig umgesetzt.