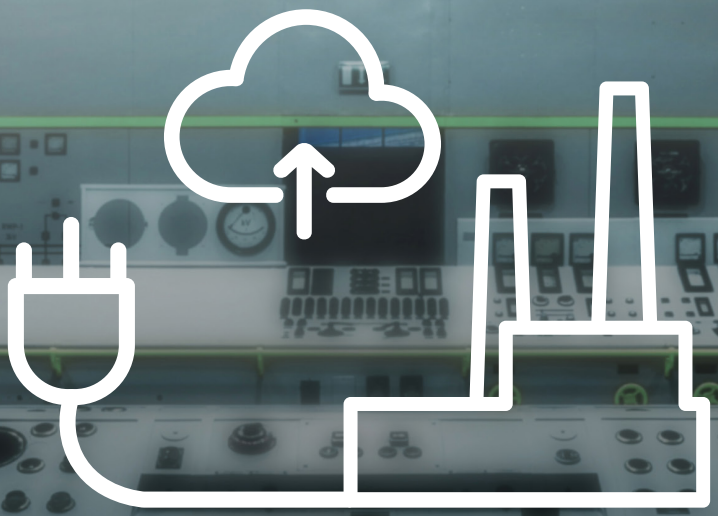
Transferdokumentation



GREEN Factory

Cloud-basierte Optimierung des Energieangebots und Prozesssteuerung

CLOUDMALL
BADEN-WÜRTTEMBERG

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU

Cloud Mall Baden-Württemberg

TRANSFERDOKUMENTATION FÜR DEN PRAXISPILOTEN „GREEN FACTORY“

Cloud-basierte Optimierung des Energieangebots und Prozesssteuerung durch den Einsatz der GREEN Factory-Applikation von KUMAVISION AG und in-integrierte informationssysteme-GmbH

Öffentliche Version vom 23. Oktober 2019

Beteiligte Partner

- Fraunhofer IPA
- in-integrierte informationssysteme GmbH (IN-GmbH)
- KUMAVISION AG

Autoren

- Thomas Kugel (KUMAVISION AG)
- Olga Meyer (Fraunhofer IPA)
- Dirk Oehler (IN-GmbH)
- Greg Rauhöft (Fraunhofer IPA)
- Daniel Stock (Fraunhofer IPA)

Inhalt

1 Management Summary ... 3
2 Einführung ... 4
2.1 Ausgangssituation und Motivation ... 4
2.2 Ziele und Nutzen der Zielgruppen ... 6
2.3 Lösungsansatz ... 8
3 Projektrahmen ... 9
3.1 Konsortium und Rollen ... 9
3.2 Notwendige Ressourcen sowie Kompetenzen ... 9
4 Inhaltliches ... 10
4.1 Ist-Situationsanalyse ... 10
4.2 Anforderungen ... 12
4.3 Konzepte ... 14
4.3.1 Anwendungsgebiet ... 14
4.3.2 Anwendungsfälle ... 15
4.3.3 Cloud-Architektur ... 18
4.3.4 Cloud-Plattformen ... 19
4.3.5 Cloud-Services ... 22
4.3.6 Prototypkonzept ... 24
4.4 Prototypen und (Teil-)Lösungen ... 26
4.5 Geschäftsmodelle ... 27
4.6 Herausforderungen bei der Umsetzung ... 29
5 Integration und Kooperation zwischen den beteiligten Unternehmen ... 30
5.1 Organisatorisches ... 30
5.2 Strategisches ... 30
5.3 Technisches ... 31
5.4 Rechtliches ... 31
6 Resümee ... 32
6.1 Rolle der Cloud ... 32
6.2 Lessons Learned ... 32
6.3 Ausblick ... 33
7 CMBW-Projektdarstellung ... 35
8 Kontakt ... 36

1 Management Summary

Energieeinsparungen sind für viele kleine- und mitteständische Unternehmen ein wichtiges Thema. Die steigenden Energiepreise werden für ein mittelständisches Fertigungsunternehmen immer mehr zu einem kritischen Kostenfaktor. Hinzu kommen Gesetze und Standards, die zusätzliche Energieeinsparungen von Unternehmen einfordern. Auch die Anforderungen den Nachweis über CO^2/NOx-Ausstoß zu erbringen und/oder Energiebilanzen zu erstellen, werden anspruchsvoller und kostenintensiver. Insbesondere, mit Blick auf die aktuelle Situation im Klimawandel steigt die Notwendigkeit die bisher weitgehend vernachlässigten Faktoren, wie Energiebedarfe, CO^2/NOx etc. bei der Produktions- und/oder Logistikplanung in gleicher Weise wie Mensch, Maschine und Material in Ressource- und Produktionsplanungsprozessen zu berücksichtigen.

Das *Enterprise Ressource Planning* (ERP) System ist das Herzstück jedes produzierenden Unternehmens, das diese Aufgabe übernehmen könnte, da diese alle wichtigen Kernprozesse der Geschäftsressourcenplanung wie Finanz- und Personalwesen, Logistik, Produktionsplanung und -steuerung regelt. Heutzutage, bei der vermehrten Erzeugung von Energie durch die Individualisierung der Produkte muss das ERP System in der Lage sein, sich auf Schwankungen der Energiepreise einstellen zu können.

In dem Praxispiloten GREEN Factory entwickeln die Unternehmen KUMAVISON AG und in-integrierte informationssysteme GmbH zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA eine „energiebewusste“ ERP-Branchenlösung, die sich den Energieverbrauchprognosen bedingt und eine optimale Produktionsplanung ansteuert. Dabei wird eine Erweiterung des ERP, mit beliebig vielen sog. sekundären Arbeitsgängen, sämtliche energie- bzw. schadstoffrelevanten Kennzahlen verwalten und für die Arbeitsvorbereitung, Kalkulation, Bewertung und Kapazitätssteuerung berücksichtigen. Durch die kontinuierliche Überwachung und genauen Messung der Produktionsfaktoren mit der GREEN Factory Applikationslösung werden Schwachstellen und Optimierungspotentiale sowohl im Energieverbrauch, als auch bei der Schadstoffreduzierung identifiziert und geeignete Energieeffizienzmaßnahmen systemseitig vorgeschlagen und je nach Konfiguration auch automatisiert umgesetzt.

Der größte Mehrwert von GREEN Factory entsteht dadurch, dass die für die Produktion relevanten Energiedaten und die damit verbundenen jeweils aktuellen Kosten in Zukunft maßgeblich die Produktionsplanung beeinflussen und somit zur Reduzierung des bisherigen Energiebedarfs und Schadstoffausstoßes beitragen. Dies bedingt eine Beeinflussung der Produktionsplanung des ERP in Verbindung mit dem geeigneten Energiemanagementsystem.

2 Einführung

GREEN Factory ist einer der Praxispiloten aus dem Bereich Produktion und wurde im Rahmen des Förderprojekts Cloud Mall Baden-Württemberg (Cloud Mall BW) (siehe auch Kapitel 7) durchgeführt. Die folgenden Abschnitte erläutern die Ausgangssituation und Ziele des Pilotenprojekts und geben notwendige Details für die technische Umsetzung der Integration zwischen den betroffenen Unternehmenslösungen.

2.1 Ausgangssituation und Motivation

Die Ausganssituation kann detailliert anhand der folgenden Herausforderungen beschrieben werden, denen sich sowohl die GREEN Factory-Anbieter als auch –Anwender aktuell stellen müssen.

Herausforderung: Ausrichtung der Produktion an die Klimaziele 2030

> *„Schäden durch Abschmelzen von Schnee und Eis, Anstieg des Meeresspiegels, Ausweitung von Trockenzonen, Extremwetter und steigender Verlust von Artenvielfalt und Lebensräumen an Land und im Meer können nur noch durch erhebliche und bereits in den kommenden zehn Jahren wirksame Anstrengungen begrenzt werden.“ (Leopoldina, Adhoc-Stellungnahme, Juli 2019)*

So fordert aktuell die Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina in ihrer Ad-hoc-Stellungnahme „Klimaziele 2030: Wege zu einer nachhaltigen Reduktion der CO_2-Emissionen“ sozialverträgliche und innovationsfördernde Sofortmaßnahmen zum Klimaschutz. Demnach soll der durchschnittliche CO_2-Ausstoß generell in allen Bereichen bis spätestens 2030 deutlich sinken. So sind die innovativen Lösungen und Technologien, die den minimalen Energieverbrauch als Ziel setzen, im Hinblick auf Klimaschutzpolitik aktuell von sehr großer Bedeutung.

Herausforderung: Hohe Produktionskosten durch die steigenden Energiepreise

Die steigenden Energiepreise werden für ein mittelständisches Fertigungsunternehmen immer mehr zu einem kritischen Kostenfaktor. Auch die Anforderungen den Nachweis über CO^2/NOx-Ausstoß zu erbringen und/oder Energiebilanzen zu erstellen, werden anspruchsvoller und kostenintensiver. Insbesondere, mit Blick auf die aktuelle Situation im Klimawandel, steigt die Notwendigkeit die bisher weitgehend vernachlässigten Faktoren, wie Energiebedarfe, CO^2/NOx etc. bei der Produktions- und/oder Logistikplanung in gleicher Weise wie Mensch, Maschine und Material in Ressource- und Produktionsplanungsprozessen zu berücksichtigen. Das *Enterprise Ressource Planning* (ERP) System ist das Herzstück jedes produzierenden Unternehmens, das diese Aufgabe übernehmen könnte, da diese alle wichtigen Kernprozesse der Geschäftsressourcenplanung wie Finanz- und Personalwesen, Logistik, Produktionsplanung und -steuerung regelt.

Herausforderung: Innovative Bereiche des ERP-Systems

Neben den üblichen Leistungszielen Zeit, Kosten und Qualität in der Planung sind weitere Zielgrößen, wie Energiekosten und CO2-Emissionen, zu integrieren. Diese finden bisher kaum oder nur teilweise Berücksichtigung. Der Grund hierfür liegt in den fehlenden Informationen über den Bezug und den Einsatz des Produktionsfaktors Energie.

Durch IoT oder Industrie 4.0 und den damit verbundenen Themen der diversen Schnittstellentechnologien können ERP-Systeme auf völlig neuartige Datenbereiche zugreifen. Die Verarbeitung der Daten erfolgt in Echtzeit, da Services in der Cloud direkt in Verarbeitungsprozesse des ERP-Systems integriert werden können. Damit kann automatisiert auf kurzfristige Engpässe und Ereignisse in der Produktion reagiert werden. Das ERP kann die Plan- und Auftragsdaten direkt an die Maschinen übergeben und so direkt die Produktion steuern.

Durch diese Möglichkeiten verändert sich aber auch die Architektur der ERP-Lösungen – weg vom Monolithen, hin zu serviceorientierten Architekturen (bedarfsgerechte Konfektion von Bausteinen und Services). Vor diesem Hintergrund lassen sich nun ganz neue Anforderungen in der Funktionalität eines ERP-Systems umsetzen.

Herausforderung: Fehlende notwendige Technologiebasis und standardisierte Schnittstellen

Heutzutage setzen ERP Anwender-Unternehmen oft noch veraltete Technologien für ihre Ressourcen- und Produktionsplanung ein. In der Regel handelt es sich um monolithische und wenig flexible ERP-Systeme. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen nutzen zum größten Teil diverse Insellösungen, die nur Teilbereiche eines ERP Systems abdecken, die oft nicht voll integrativ, dafür aber in der Regel preislich deutlich niedriger ausfallen. Nicht selten mangelt es bei solchen Lösungen an dem fehlenden Digitalisierungsgrad. Dabei sind die nötigen Schnittstellen in der Unternehmens-IT häufig nicht vorhanden oder verlangen spezielle IT-Kenntnisse von einem Anwender.

Für ERP-Anbieter bedeutet das wiederum, die Lösungen weitgehend zu standardisieren und mit zusätzlichen Aufgaben zu erweitern, um mehr Flexibilität und Funktionalität dem Anwender anzubieten. Von großem Interesse sind die funktionalen Anwendungen des ERP-Systems, die individuell konfiguriert und flexibel auf die sich kontinuierlich ändernden Produktionsaufträge angepasst werden können oder kostengünstige Vorteile und Kostenersparnisse anbieten.

Herausforderung: Notwendige Migration der IT-Architekturen

Immer mehr kleine und mittelständische Unternehmen setzen sich zum Ziel, ihre alten ERP-Systeme durch Cloud-fähige Lösungen zu ersetzen, um marktfähig zu bleiben und die Anforderungen der Digitalisierung zu ermöglichen. Die Digitalisierung bricht die Kommunikationswege der Automatisierungspyramide auf. Eine direkte Kommunikation zwischen ERP hat sich zum Trend der neuen Ära entwickelt. Dies verlangt von den ERP-Anbietern ihre Systeme und Schnittstellen auf neue Standards und Plattformökonomie-Anforderungen anzupassen und neue Lizenzmodelle anzubieten (z.B. Pay per Use).

Herausforderung: Cloudbasierte ERP-Systeme für die Produktion und Entwicklung neuer Geschäftsmodelle für KMU

Vor kurzem hat sich für ERP-Anbieter ein Trend zur Migration von On-Premise-Lösungen, i. e. Servicebetrieb im Rechenzentrum des Kunden, zu Cloud-Based-Lösungen entwickelt. Die letzteren sind Cloud-Computing-Modelle „*Software as a Service*“, oder kurz SaaS, die als Software-Dienstleistung in einer beliebigen Cloud-Umgebung platziert sind und dem Kunden unter den nutzungsabhängigen oder zeitraumbezogenen SaaS-Verträgen angeboten werden. Wie sich solche maßgeschneiderten Lösungen auf die individuellen Bedürfnisse von ERP in einem KMU auswirken, soll noch stärker untersucht werden.

Herausforderung: Industrial Internet of Things

Auf Produktionsebene vollzieht sich mit Internet of Things ein Wandel in der Anbindung, Überwachung und Steuerung von Maschinen. Waren diese früher nur vor Ort wart- und steuerbar, ist es mittlerweile möglich diese per Fernzugriff zu steuern und zu überwachen. Neue Technologien wie z.B. 5G oder OPC-UA unterstützen diesen Trend, und ermöglichen die stetige Vernetzung der Maschinen untereinander und gegenüber anderen Systemen. Die Herausforderung ist dabei, dass viele der Maschinen noch nicht über offene Schnittstellen und standardisierte Protokolle verfügen, damit auf diese zugegriffen werden kann. Verschiedene Retrofitting Szenarien sind in der Entwicklung diese Probleme kostengünstig zu lösen.

Herausforderung: Big Data und Künstliche Intelligenz im Bereich ERP

Das Thema Künstliche Intelligenz (KI) in Bezug auf ERP-Systeme steht noch ganz am Anfang in der Entwicklung. Zurzeit werden zahlreiche Forschungsprojekte sowohl deutschlandweit als auch auf der Europäischen Ebene aufgerufen, die in den nächsten Jahren anlaufen und die nötige Erfahrungen mit der Industrie teilen können. ERP ist einer der größten Akteure in der gesamten Produktionskette, der massive Datenmengen an Informationen für die komplizierten Vorgänge bearbeitet. Demzufolge, ist der Einsatz von KI-Anwendungen zur Unterstützung der Unternehmensprozesse, i. e. Prozessoptimierung, in diesem Bereich von großem Interesse und soll detailliert untersucht werden. Gerade bei den KMUs stellt das Training der KI-Algorithmen eine Herausforderung dar, da kleine und mittelständische Unternehmen oft keine ausreichende Datenmenge haben, um von KI-Auswertungen zu profitieren.

2.2 Ziele und Nutzen der Zielgruppen

Die GREEN Factory Lösung richtet sich in erster Linie an kleine und mittlere produzierende Betriebe mit relativ hohem Energieverbrauch (Großverbraucher) und mit großen Potentialen zur Minimierung der Energiebedarfe. Im **Fokus der GREEN Factory** steht die Integration von Energiedaten von der Produktionsebene in die Planung (ERP). Dies soll zu einer frühzeitigen Reduzierung der Energiekosten führen. Somit werden gerade kleinen und mittleren Unternehmen folgende Vorteile ermöglicht:

- Reduktion der Produktionskosten durch effizienten Verbrauch der Energieressourcen
- Gewinnung von mehr Transparenz über den Energieverbrauch bei den Fertigungsprozessen
- Erstellung von Ad-hoc Analysen über die vorhandenen Energiebilanzen im Unternehmen und echtzeitnahes und bedarfsgerechtes Treffen von optimalen Entscheidungen in der Ressourcenplanung unter Berücksichtigung von Energiebedarf

- Erreichen einer unmittelbaren Reaktionsfähigkeit gegenüber den Kunden (Kundenaufträgen) und Energie-Lieferanten
- Produktivitätssteigerung durch Vermeidung von Betriebsunterbrechungen und Minimierung von Produktionsstillständen
- Optimierung von Kapazitätsplanung des Unternehmens in Bezug auf Kosten, Zeit, Effizienz
- Einführung neuartiger Dienstleistungen, die auf innovative und standard-konforme Cloud-Architekturen abgestimmt sind
- Ausbau weitführender Vernetzung im eigenen Betrieb und Integration neuer Geschäfts-modelle, in Form von SaaS-Leistungen

Darüber hinaus können viele Lösungsansätze auch für Unternehmen mit dem wenig energieintensiven Verbrauch von Interesse sein. Hierzu werden folgende **drei Nutzergruppen** identifiziert:

Im Kontext von GREEN Factory bilden **die produzierenden Unternehmen** die größte Verbrauchergruppe. Im Zentrum des Projektes steht die Identifikation von Energiekennzahlen (z.B. aktueller / prognostizierter Energiebedarf) und die operative Umsetzung im Bereich der Produktionsplanung und Steuerung. In automatisierten Bereichen, dient ERP als zentraler Stakeholder, im Gegensatz dazu werden in nicht automatisierten Bereichen die Mitarbeiter, Produktionsleiter, u. a. die manuellen Tätigkeiten durchführen, als Stakeholder bezeichnet.

Weitere Nutzergruppen sind (zukunftsorientierte) **Akteure aus der Logistik und Transportbranche**. Im weiteren Sinne umfasst diese Gruppe diverse Dienstleister mit Elektromobilität. Als Beispiel können Betriebe genannt werden, die neue Arten von Mobilitätskonzepten nutzen und ihren Betrieb auf Elektrofahrzeuge aufbauen. Hier gehören Transportfahrzeuge in der Produktion, auch Fahrzeuge für Personenbeförderung und Nahverkehr, die mit Elektroantrieb gesteuert werden, dazu.

Eine weitere Gruppe umfasst die **beliebigen Unternehmen**, die Fahrzeuge mit Elektromobilität einsetzen. In dieser Zielgruppe befinden sich Unternehmen, die eine große Fahrzeug-Flotte von Elektro-Autos betreiben, wie beispielsweise städtische Entsorgungs- und Wasserbetriebe. So können diese Unternehmen die GREEN Factory Lösung nutzen, um optimal und kosteneffizient die Ladezyklen der Elektro-Fahrzeuge zu planen.

Für **KUMAVISON** ergeben sich folgende Vorteile

- Wertschöpfung durch attraktive Serviceangebote und Erweiterung des Dienstleistungs-spektrums
- Erweiterung der ERP-Software um ergänzende Module
- Erweiterung des Produktportfolios und Gewinnung neuer Kunden durch Angebot der Zusatz-dienste

Für die **In-GmbH** ergeben sich folgende Vorteile:

- Erweiterung des Produktportfolios und Identifizierung neuer Mehrwertdienste mit etablierten Lösungen durch Service-to-Service Integration
- Aufbau von Know-How zur Unterstützung und Beratung von bestehenden und neuen Kunden bei der Entwicklung von innovativen Lösungen von zukunftsrelevanten Themen
- Identifizierung und Erprobung von neuen Technologien zur Umsetzung der Anwendungsfälle

2.3 Lösungsansatz

Die Lösung wurde systematisch in mehreren Schritten erarbeitet. Zunächst wurden die technischen Anforderungen (IST- und TO-BE-Analyse) identifiziert. Dabei fand die Analyse der Gesamt- und Teilsysteme und ihrer Schnittstellen (Services, Plattformen und die verwendeten Technologien), sowie die Erarbeitung der Anforderungen und Untersuchung der Anwendungsfälle statt. Wichtige Rahmenbedingungen hierbei sind Flexibilität der Schnittstellen, Modularität, Ersparnisse bei der nachfolgenden Integration- und Entwicklungsarbeiten. Berücksichtigung von GREEN Factory Kundenanforderungen spielte bei der Analyse eine der wichtigsten Rollen.

Im zweiten Schritt erfolgte die Konzeptionsphase. Hier wurden folgende Aspekte betrachtet, wie Geschäftsmodelle und Prozesse, Architektur- und Service-Integration Konzepte. In dieser Phase werden die grundlegenden Komponenten in einer Architektur beschrieben und die zentralen Integrationsschnittstellen, Datenmodelle und Szenarien festgelegt. Nicht zuletzt wurden hier im Detail die Service-Komponenten und deren Funktionalitäten, sowie die Auswirkungen der Soll-Vorgabe-Kurve (SVK) konzipiert, die letztendlich die relevanten Energiedaten und –Kennzahlen an ERP anhand der prognostizierten Daten übermittelt.

Die eigentliche physische Integration auf dem Software-Layer erfolgte bei der Entwicklung und Aufbereitung. Hier werden die Schnittstellen anforderungsgemäß entwickelt und getestet.

Wie die Anwendungsfälle in Wirklichkeit in einer Fabrik funktionieren können, wird beispielhaft an einer Demoanlage gezeigt. Die Migration in den realen Betrieb wird im Praxispilot auf der konzeptionellen Ebene gespiegelt und durch entsprechende Anforderungen abgedeckt. Diese Arbeitsabschnitte sollen noch in den zukünftigen Projekten weiterentwickelt werden.

3 Projektrahmen

3.1 Konsortium und Rollen

Die Idee zur GRREN Factory (dt. „Grüne Fabrik“) wurde von **KUMAVISION AG** mit dem Hauptsitz in Markdorf (am Bodensee) ins Leben gerufen. Das Unternehmen beschäftigt rund 380 Mitarbeiter über mehrere Standorte. Die Einreichung erfolgte zusammen mit der Firma in-integrierte informationssysteme GmbH (**IN-GmbH**). Die IN-GmbH mit Hauptsitz in Konstanz ist seit 1989 auf integrierte, transparente und optimierte Geschäftsprozesse spezialisiert. Sie unterstützt Unternehmen bei der Digitalisierung und Industrie 4.0 Vorhaben auf Basis von innovativen Methoden, Produkten und kundenspezifischen Softwarelösungen.

Der Kontakt zwischen Unternehmen kam über **Fraunhofer IPA**. Dort stellte sich in der gleichen Zeit die In-GmbH vor, mit dem Ziel, ihre bisherigen Ansätze zum Thema „Energieoptimierung für die Industrie“ zu vertiefen und diverse Initiativen zu Industrie 4.0 bei der Optimierung sinnvoll und erfolgreich zu unterstützen.

3.2 Notwendige Ressourcen sowie Kompetenzen

KUMAVISION AG steuerte mit der Cloud-Plattform ein benötigtes Ökosystem für den Praxispiloten bei. Zusätzlich stellte das Unternehmen die ERP-Lösung für die Prototypisierung zur Verfügung sowie erweiterte die Komponenten mit zusätzlichen Modulen in der GREEN Factory Applikation. Im Projekt waren Experten aus mehreren Bereichen involviert.

IN-GmbH brachte in diesem Projekt ihre Kompetenzen im Bereich Systemarchitektur, Systemintegration, Schnittstellendesign und Lösungsberatung ein, sowie ihre Expertise im Bereich Energiemanagement und –Optimierung.

Fraunhofer IPA als Cloud Mall BW Partner unterstützte KUMAVISION und in-GmbH aufgrund der Expertise bei der Anforderungs- und Anwendungsanalyse, der Konzeption, Entwicklung der Integrationsszenarien und innovativen Geschäftsmodellen sowie bei der umfassenden Dokumentation der Projektinhalte.

Das **Projektmanagement** im Praxispilot wurde von Fraunhofer IPA koordiniert. Die Praxispilotpartner übernahmen jedoch die Leitung der Arbeitspakete für die Entwicklung (KUMAVISION) und die Prototypische Umsetzung (in-GmbH).

4 Inhaltliches

4.1 Ist-Situationsanalyse

Im Rahmen des Praxispiloten wurde eine umfassende Ist-/Soll-Situationsanalyse mit Hinblick auf die zehn wichtigsten Aspekte von GREEN Factory durchgeführt und in drei Kategorien aufgeteilt: (1) AS-IS oder die aktuelle Situation, (2) TO-BE oder die Soll-Situation und (3) Aktionen für die Umsetzung im Praxispilot.

1.	**Insellösungen und Ökosysteme**
AS-IS:	Bisher gibt es vorwiegend Insellösungen für ERP und Energiemanagementservices, die nur einzeln als Servicelösungen existierten. Die Steuerung und Vorhersage des Energieverbrauchs des klassischen Energiemanagements ist ein Thema, das klassische ERP-Systeme bisher nicht berücksichtigt haben.
TO-BE:	Durch die intelligente Verknüpfung der beiden Services auf Basis von Cloud Computing lösen sich etablierte Wertschöpfungsketten auf und es entstehen innovative Zusatzleistungen in der Produktionsplanung in einem Unternehmen. Insbesondere, lassen sich spezifische Vorprognosen für den Energieverbrauch ermitteln und als Entscheidungshilfe in der Planung später berücksichtigen.
Aktionen:	▪ Service-Integration ▪ Interoperabilität
2.	**Wertschöpfung und Architekturen**
AS-IS:	Durch die engen und zahlreichen Verknüpfungen mit anderen Systemen und Prozessen, gehören die ERP-Systeme immer noch zu den Produkten, die ein KMU selten austauscht oder aktualisiert. Oft spricht man hier über starre Architekturen.
TO-BE:	ERP (GREEN Factory) unterstützt Lösungen auf Basis von Cloud Computing, durch die verschiedene Services mit einfachen Mitteln integriert und vernetzt werden sollen, die von den beteiligten KMU allein nicht oder nur schwer umsetzbar gewesen wären.
Aktionen:	▪ Cloudbasierte Architekturen ▪ Modularität der Lösung ▪ Benutzerfreundlichkeit
3.	**Plattformökonomie**
AS-IS:	Der Markt für IT Services und Plattformen ist groß und unübersichtlich und die Kommunikation zwischen den Plattformen ist schwierig zu realisieren. Individuelle Lösungen sind auf verschiedenen Plattformen verteilt, deren Wartung und Betrieb zeit- und kostenaufwendig ist.
TO-BE:	Wirtschaftsumfeld und optimale technische Integrität, z.B. Eigenschaft, den Dienst auf unterschiedlichen IT-Plattformen betreiben zu können sowie die Möglichkeit zur Anbindung unterschiedlicher IT-Plattformen und Services.

Aktionen:	▪ Geschäftsmodelle ▪ Portabilität und Integrität
4.	**Systemsicherheit**
AS-IS:	IT Sicherheit wird häufig vernachlässigt. Kommunikation und Datenbanken sind häufig nicht ausreichend gesichert.
TO-BE:	Der GREEN Factory Ansatz legt Wert auf verschlüsselte Kommunikation und setzt auf State-of-the-Art Technologien.
Aktionen:	Sicherer Informationsaustausch zwischen den Service-Komponenten
5.	**Kundenorientierung**
AS-IS:	Die Produktionskosten verringern sich durch die Reduzierung der Energiekosten. Damit können sich die KMU Wettbewerbsvorteile verschaffen und Kosten sparen.
TO-BE:	Kunden sind in der Lage auf die ständig steigenden Energiekosten kurzfristig zu reagieren.
Aktionen:	▪ Optimierung und Einsparungs-Potenzial aus Kundensicht
6.	**Nachhaltigkeit und Ökologische Anforderungen**
AS-IS:	Die Einführung von einem Energiemanagementsystem nicht nur in einem energie-intensiven Unternehmen sondern auch in einem KMU wird zunehmend zur Voraus-setzung.
TO-BE:	Durch das systematische Monitoring und Planung des Energieverbrauchs, leistet GREEN Factory einen Beitrag zum Umweltschutz und unterstützt KMUs bei deren Umsetzung.
Aktionen:	▪ Nachhaltigkeit und Reduzierung der direkten und indirekten CO2-Emissionen des Unternehmens berücksichtigen
7.	**Datentransparenz und Sicherheit**
AS-IS:	Individuelle Lösungen führen zu heterogenen und redundanten Daten, die auf verteilten Systemen liegen. Deren Nutzung wird dadurch für neue Anwendungen unnötig erschwert.
TO-BE:	In Rahmen der Service-to-Service Integration wird die Datenhoheit vorab bei der Bekanntmachung der beiden Services geklärt, sodass immer nur ein zentrale Daten-speicher verantwortlich ist.
Aktionen:	▪ Verbesserung von Transparenz über Energieverbrauch ▪ schnelle Erfassung und exakte Vermessung neuer Produktionsfaktoren
8.	**Standardisierte Schnittstellen**
AS-IS:	Heutzutage stehen Kunden vor der Herausforderung, auf die neuen Technologien, insbe-sondere cloudbasierte Anwendungen, umzusteigen und diese in die Unternehmens-IT einzuführen. Dazu haben Kunden oft die Möglichkeiten, sich über die neuesten Techno-logien für die Optimierung und Einsparungs-Potenzial in Ihrem Betrieb zu informieren, wenden diese Technologien wegen diversen Gründen (Angst, Ressourcenmangel etc.) aber selten an. Dabei zögern diese Unternehmen noch oder sehen keinen Bedarf daran,

	die IT-Mitarbeiter einzustellen. So werden, z.B. für die Implementierung der Schnittstellen, die IT-Fachkräfte extern und oft für viel Geld beauftragt.
TO-BE:	GREEN Factory Kunden sind in der Lage flexibler und effizienter auf diese Herausforderungen zu reagieren, da das Angebot und Nutzung von GREEN Service Lösung durch standardisierte offene Schnittstellen und Protokolle erfolgt.
Aktionen:	▪ Agilität, Konformität und Integrität ▪ Kundenfreundliche Technologie
9.	**Flexible Geschäftsmodelle**
AS-IS:	Neue Geschäftsmodelle berücksichtigen die IST Situation eines Unternehmens nicht. Jeder Anwendungsfall wird unabhängig von bestehenden Services als neues Projekt umgesetzt.
TO-BE:	Die Lösung orientiert sich an flexiblen Liefermodellen, indem GREEN Factory als Zusatzfunktion den Kunden angeboten werden kann. Dies wird durch Modularität und Flexibilität der Lösung technologisch erreicht.
Aktionen:	▪ Reduzierung der Kosten, schnellerer ROI
10.	**Fertigungssteuerung und Einspar-Potentiale**
AS-IS:	Energie- und Prognosedaten werden derzeit nicht für die Planung berücksichtigt. Eine automatische Steuerung der Anlage auf Basis von Ereignissen findet nicht statt.
TO-BE:	Fokus aus effektive Planung von Start- und Laufzeiten zur Spitzenlastzeiten und Einsparung von Energiekosten durch optimale Gestaltung des Maschinenparks. Einsparungen bei Strom-, Wartungs- und Verschleißkosten der Anlagen
Aktionen:	▪ Schnellere autonome Produktionssteuerung auf Basis von Ereignisketten

4.2 Anforderungen

In der Anforderungsanalyse werden die gesamten Anforderungen an das zu entwickelnde System ermittelt und strukturiert. Dabei wird zwischen sogenannten **funktionalen Anforderungen (FR)** und **nicht-funktionalen Anforderungen (NFR)** unterschieden (ISO 25010). Weiterhin sind die Anforderungen in **Kategorien** aufgeteilt. Jede Kategorie ist mithilfe eines Schlüsselworts gekennzeichnet. Die **Beschreibung** beinhaltet wichtige Charakteristiken, Eigenschaften oder Qualitäten eines Systems oder Software. Die **betroffene Komponente** ist die Komponente, an die die Anforderung gestellt ist. Man unterscheidet zwischen zwei **Aktionen** o.a. Maßnahmen: (1) MUSS – zwingende Maßnahmen und (2) SOLL – sekundäre Wichtigkeit.

ID	Kategorie	Beschreibung	Komponente / Aktion / Typ
FR01	Data	ERP-Service sendet die Parametrierung der Soll-Vorgabekurve an Energiemanagementservice.	ERP (MUSS)
FR02	Data	Die Parametrierung der Soll-Vorgabekurve erfolgt generisch nach drei Parametern: Planungszeitraum, Update-Zyklus, zeitliche Auflösung der Soll-Vorgabekurve. (*Weitere Optionen sind denkbar und sollen in Betracht gezogen werden, falls nötig*).	ERP (MUSS)
FR03	Data	Energiemanagementservice sendet einen Ergebnisvektor der Soll-Vorgabekurve mit zwei Variablen an ERP-Service. Die Variablen sind durch Parametrierung festgelegt. Der Ergebnisvektor ist durch zwei Parameter (Zeit und maximaler verfügbarer Energieverbrauch) definiert.	EnMS (MUSS)
FR04	Data	Der Ergebnisvektor wird durch den Energiemanagementservice erstellt. Kleinste Auflösung soll nicht unter 15 min liegen. Die Auflösung wird bei Parametrisierung festgelegt.	EnMS (MUSS)
FR05	Portabilität und Interoperabilität	Ermöglichen der Eigenschaft, den Dienst auf unterschiedlichen IT-Plattformen betreiben zu können sowie die Möglichkeit zur Anbindung unterschiedlicher IT-Plattformen und Services.	EnMS (SOLL)
FR06	Identitäts- und Berechtigungsmanagement, Interoperabilität	Service-Agreement: Initiale Bekanntmachung der Services (Stammdaten-, Schnittstellenaustausch, Event-Definition): Vorausgesetzt.	ERP/EnMS (SOLL)
FR07	Interoperabilität	Strompreisprognosen werden in Energiemanagementservice über Open API Service eingespielt, z.B. öffentlich zugänglicher Server	EnMS (SOLL)
FR08	Interoperabilität	Wetterprognosen werden in Energiemanagementservice über Open API Service eingespielt, z.B. öffentlich zugänglicher Server	EnMS (SOLL)
FR09	Kommunikationssicherheit	Sicherer Informationsaustausch zwischen den Service-Komponenten	Plattform (MUSS)
FR10	Identitäts- und Berechtigungsmanagement	Absichern der Autorisierung und Authentifizierung von integrierten Cloud-Diensten zur Vermeidung von unberechtigtem Zugriff	Plattform (MUSS)
FR11	Informationssicherheit	Zuverlässigkeit wird durch eine offline Lösung unterstützt	EnMS (SOLL)
FR12	Agilität, Konformität und Integrität	Offene Schnittstellen für Integration /Standardisierte Schnittstellen (z.B. REST)	IT-Plattform (MUSS)
FR13	Data	Energiebedarf muss in der Produktionsplanung berücksichtigt werden. Folgende Kennzahlen werden berücksichtigt: Verbrauch in kW pro Arbeitsgang	ERP (MUSS)

ID	Kategorie	Beschreibung	Komponente / Aktion / Typ
FR14	Identitäts-management	Energiekosten verursachergerecht zuzuordnen (*Voraus-setzung: mehrere Kunden*)	EnMS (SOLL)
NFR01	Kundensicht: Skalierbarkeit	Integration von Anlagen und Maschinen (KPIs)	Kunde/ERP (SOLL)
NFR02	Kundensicht: Optimierung	Energieoptimierungs-Potenziale aus Kundensicht (Vergleich der Energiekennzahlen)	Kunde/ ERP/ EnMS (MUSS)
NFR03	Kundensicht: Optimierung	Transparenz über Energieverbrauch, schnelle Erfassung und exakte Vermessung	Kunde/ ERP/ EnMS (MUSS)
NFR04	Kundensicht: Einspar-Poten-tial	Erwartete Kostenreduzierung und Einspar-Potential durch bedarfsgerechte Energieverwaltung (Vermeidung von Lastspitzen) und kapazitive Feinplanung der Produktions-güter	Kunde/ ERP/EnMS (MUSS)
NFR05	Nachhaltigkeit und Ökologie	Nachhaltigkeit und Reduzierung der direkten und indirek-ten CO2-Emissionen des Unternehmens	Kunde/ ERP/EnMS (SOLL)

4.3 Konzepte

4.3.1 Anwendungsgebiet

Das GREEN Factory Anwendungsgebiet in einem Unternehmen erfasst mehrere Systeme, die energie-bezogene Daten speichern, bearbeiten und transportieren (Abbildung 1). Um die Energieeffizienz zu ermitteln, soll die Erfassung des Ist-Verbrauchs und, auf dessen Basis auch ein Soll-Ist-Vergleich der Daten, durchgeführt werden. So können die wichtigen Energiekennzahlen für den Energieverbrauch ermittelt werden.

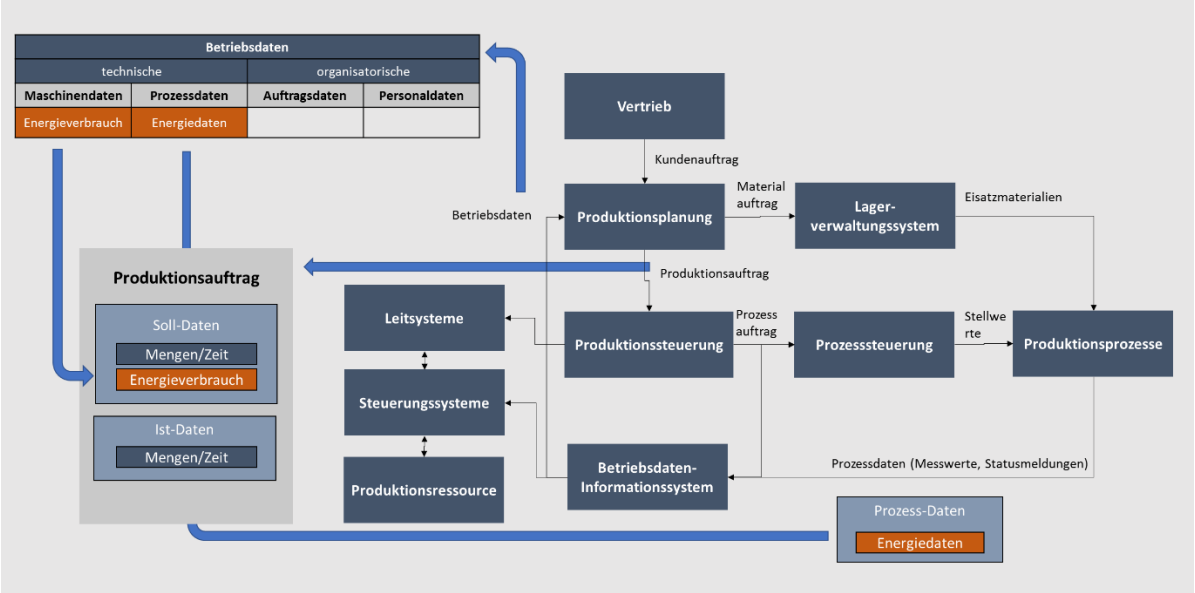


Abbildung 1: Energiedaten-Life-Cycle in GREEN Factory

ERP Systeme erfassen keine direkten Datenrückflüsse aus der Anlage, sondern bekommen die Daten von den Betriebsdatenerfassungssystemen (BDE Systeme). Diese sind dafür zuständig, die Betriebsdaten, also Ist-Daten über Zustände und Prozesse im Betrieb, zu sammeln. Im Rahmen von Betriebsdatenerfassung werden auch die Maschinendaten und Prozessdaten erfasst, insbesondere Verbrauch an Energie und diverse Prozessparameter einschließlich der Energiedaten für die Planung genutzt werden und zum anderen die Energieverbrauchsdaten mit den Plandaten abgeglichen werden.

4.3.2 Anwendungsfälle

Die Anwendungsfälle beschreiben die Basisfunktionalität der GREEN Factory Applikation und stehen für alle Nutzer zur Verfügung. Folgende **Rollen** sind in Anwendungsfällen beteiligt:

- KUMAVISION AG (ERP Service, IT-Plattform)
- In-GmbH (Energiemanagementservice EnMS mit integrierten Services wie Prognoseservice, Wetterprognoseservice, Strompreiseprognoseservice auf der IT-Plattform)
- KUVAVISION-Kunde (Kunde)

Folgende Anwendungsfälle wurden identifiziert:

/UC-001/ Rahmenbedingungen

/UC-002/ Anwendungsfall im Bereich Betriebsüberwachung

/UC-003/ Anwendungsfall im Bereich Lastspitzenmanagement

Rahmenbedingungen

Use Case ID:	UC-001
Use Case Name:	Rahmenbedingungen
Ziel:	Anzeige von historischen und prognostizierten Lastgängen / Produktionsaufträge: - Aufnahme der IST Energieflüsse (Strom, Wärme, Kälte ideal pro Arbeitsgang) beim Kunden und benötigter Verbrauchern und Energiemengen in den Arbeitsgängen - Detaildarstellung der Erzeugungsanlagen - Detaildarstellung von Produktionsaufträgen und benötigter Verbraucher
Akteure:	Kunde, ERP Service, EnMS, IT-Plattformen
Auslöser:	Kunde
Häufigkeit:	selten
Invarianten:	-
Vorbedingungen:	1. Kunde ist bereits integriert und hat Zugang zum GREEN Factory Service. 2. Die Ressourcen sind bereits integriert. 3. Die Stücklisten und Arbeitsgänge sind bereits vorhanden. 4. Integration von ERP Service und IT-Plattform (Microsoft Azure Services) besteht. 5. EnMS Integration in sphinx open besteht. 6. Initiale Bekanntmachung (Service-Agreement) zwischen ERP und EnMS wurde ausgeführt. 7. EnMS hat Zugriff auf IST-Daten und hat ein neues Projekt angelegt. 8. ERP verifizierte den Kunden und bildete die Ressourcen ab (Parametrierung). Der Energiebedarf wurde pro Arbeitsgang hinterlegt.
Nachbedingungen:	1. Relevante Kundeninformationen und -Schnittstellen sind bekannt. 2. Kundenressourcen sind in ERP abgebildet. 3. Alle Systeme sind fehlerfrei miteinander integriert.
Normaler "Flow":	1. Ein Kunde triggert den GREEN Factory Service. 2. Die Anwendung wird ausgeführt.
Variation (optional):	→(Vorbedingungen): (optional) Service-Agreement zwischen ERP Service und EnMS wurde nicht durchgeführt. ERP Service und EnMS führen initiale Bekanntmachung (Service-Agreement) durch und tauschen die relevanten Anmeldeinformationen aus. →Schritt 2: (optional) Daten sind über IoT Hub verfügbar
Relevanz:	obligatorisch

Anwendungsfall im Bereich Betriebsüberwachung

Use Case ID:	UC-002
Use Case Name:	Anwendungsfall im Bereich Betriebsüberwachung
Ziel:	Betriebssicherung, Erkennung von Fehlerverhalten, Vergleichswertanalyse Einzelüberprüfungen des Energiebedarfs der aktuellen Produktionsaufträge - Vergleich der aktuellen Energieflüsse mit vergangenen Energieflüssen (Vortag) und vorab eingestellten Sollkurven - Überprüfung der prognostizierten Energieflüsse (basierend auf Wetterprognose) für die nächsten 7 Tage - Überprüfungen der Liste von Grenzwertüberschreitungen (Alerting) - Überprüfung der eingeplanten Produktionsaufträge auf Basis der Energiedaten und Sollkurven
Akteure:	ERP, EnMS, Wetterprognoseservice, Strompreisprognoseservice, Prognoseservice
Auslöser:	ERP Service
Häufigkeit:	regelmäßig
Invarianten:	Die Parametrierung der Soll-Vorgabekurve erfolgt in zeitlichen Abständen von einer Stunde.
Vorbedingungen:	1. Die Rahmenbedingungen des UC-01 sind erfüllt.
Nachbedingungen:	Der Ergebnisvektor der Soll-Vorgabekurve wurde erstellt und ERP bereitgestellt.
Normaler "Flow":	1. ERP Service erstellt die Parametrierung der Soll-Vorgabekurve und stellt diese dem EnMS bereit. Die Parametrierung der Soll-Vorgabekurve erfolgt anhand der 3 Parameter: Planungszeitraum, Update-Zyklus, zeitliche Auflösung der Soll-Vorgabekurve. 2. EnMS triggert die aktuellen Energieverbrauchsdaten von den Ressourcen und legt die Historie an. 3. EnMS fragt die aktuellen Wetterprognosen und Strompreisprognosen ab. 4. EnMS erstellt eine Anfrage an den Prognoseservice und versendet die relevanten Daten. 5. Der Prognoseservice analysiert Daten anhand den Historie-Werten (Energieberichte), den aktuellen Realwerten (Energiesystemdaten) und den aktuellen Wetterprognosen. 6. Der Prognoseservice erstellt die aktuelle Energieverbrauchsprognose 7. EnMS berechnet und versendet den Ergebnisvektor der Soll-Vorgabekurve mit zwei Variablen an ERP Service. *8. → Loop zu Schritt 2*
Variation 1:	
Relevanz:	obligatorisch

4.3.3 Cloud-Architektur

Im Rahmen von Industrie 4.0 werden immer mehr Maschinen, IT- und Produktionssysteme miteinander vernetzt. Heutzutage ist die IT-Landschaft eines klein und mittelständischen Unternehmens sehr heterogen und zeichnet sich durch Entwicklungen diverser Anbieter sowie Insellösungen, die teilweise proprietär und infolge aufwendiger Programmierungen entstanden sind aus. Insbesondere für Unternehmen im Mittelstand stellt die Vernetzung der Produktionssysteme untereinander sowie mit der Office-IT als große Herausforderung dar. Oft fehlen die nötigen IT-Ressourcen, Qualifikationen, um die nötigen Schritte einzuleiten.

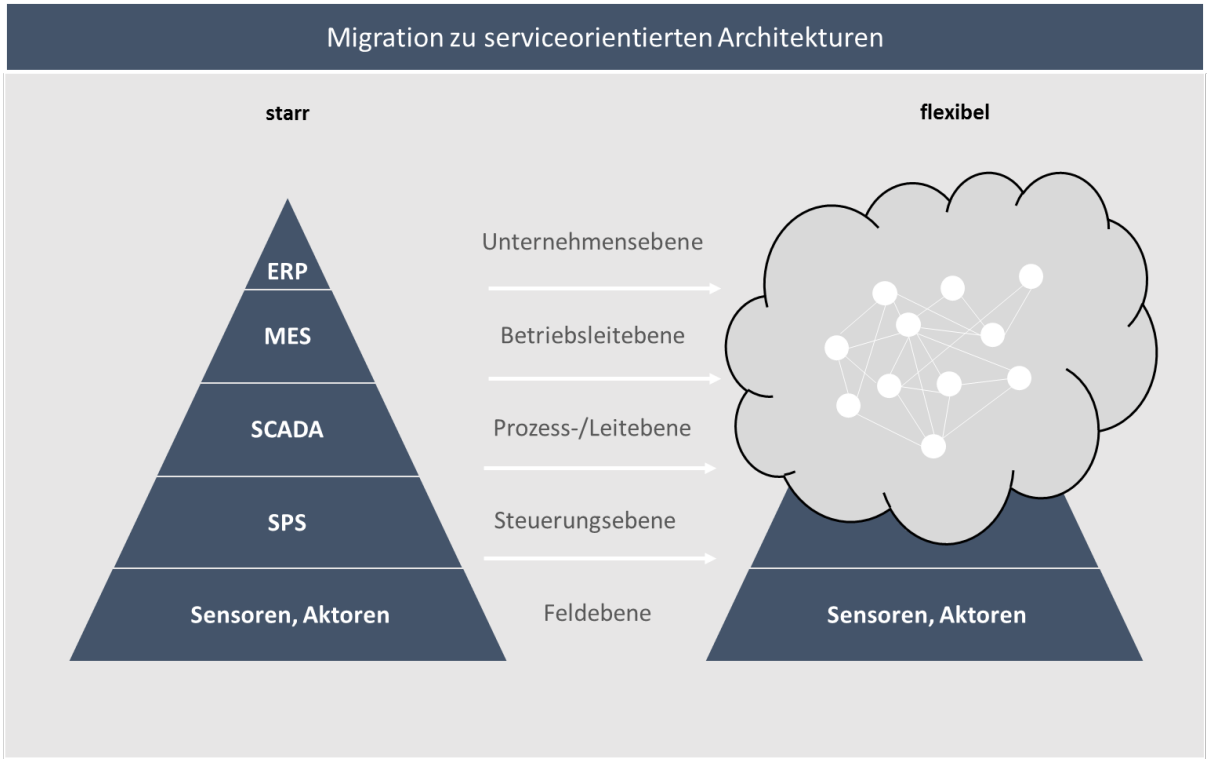


Abbildung 2: Migration zu serviceorientierten Architekturen (Quelle: basiert auf ZVEI, „Antrieb 4.0 - Vision wird Realität“)

GREEN Factory setzt auf Industrie 4.0-konforme IT-Landschaften und innovative Cloud-Architekturen, die dem Anwender eine standardisierte Migration von starren zu flexiblen Architekturen ermöglichen. Die Architektur umfasst alle wichtigen Komponenten und zeigt die Schnittstellen und Interaktionen zwischen den vernetzten Systemen. Da GREEN Factory Microsoft Azure Plattform als eine Cloud-Technologie einsetzt, ist die Architektur-Struktur dementsprechend kompatibel aufgebaut.

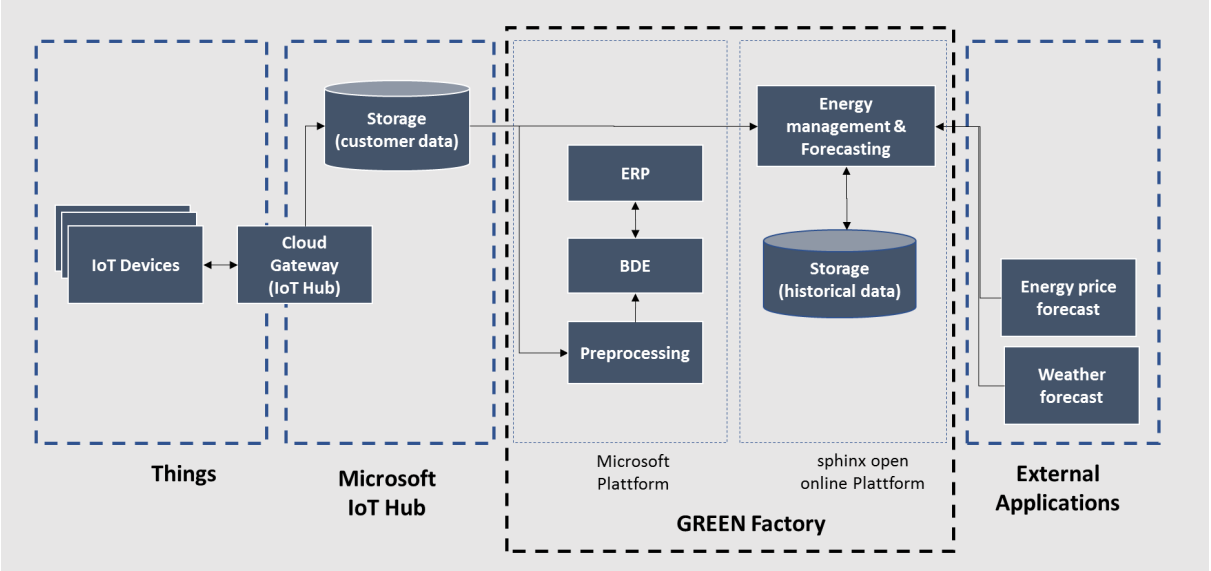


Abbildung 3: GREEN Factory Cloud-Architektur und Integrationsszenario

„Things“ sind die physischen Komponenten, wie die Produktionsmaschinen, die energiebezogene Daten mittels eines Smartmeters oder Zählers einsammeln und über ein Cloud Gateway (Azure IoT Hub) an die für die GREEN Factory-relevanten Microsoft Dienste weiterleiten. Cloud Gateway übernimmt die bidirektionale Kommunikation zwischen Things/IoT-Geräten und Azure und leitet die Daten zum Pre-Processing und an den Energiemanagementservice weiter.

So fasst die GREEN Factory nicht nur die Microsoft Azure Services (inclusive ERP und BDE Systeme) zusammen, sondern nutzt die standardisierte Schnittstelle zu sphinx open online Plattform, wo die Daten (i. e. historische Daten) gespeichert, verarbeitet und analysiert werden.

Dienste, welche die nötigen Daten über die Energiepreisprognosen und Wettervorhersagen liefern, interagieren als externe Komponenten mit der GREEN Factory und sind von öffentlichen Servern über die standardisierten Schnittstellen erreichbar.

4.3.4 Cloud-Plattformen

Um die neuen Anforderungen von Industrie 4.0 gerecht zu werden, rückt die Konzeption und Umsetzung der Integrationsschicht in den Mittelpunkt. Die *Integrationsschicht* ist eine virtuelle Ebene, die die Integration zwischen mehreren IT-Diensten und *Cloud-Plattformen*, i. e. Microsoft Azure Plattform und sphinx open online Plattform, darstellt. Hier werden verschiedene Anwendungen, Systeme und IT-Umgebungen für den Austausch von Daten und Prozessen über unterschiedliche Cloud-Technologien und API-Werkzeugen miteinander verbunden.

Microsoft Dynamics NAV (Navision)/Business Central

Microsoft Dynamics NAV (NAVISION) ist eine Unternehmensverwaltungslösung für kleine und mittelständische Organisationen, die zum Automatisieren und Optimieren von Geschäftsprozessen dient. Dynamics NAV enthält Funktionalität für allgemeine Geschäftsvorgänge in kleinen und mittelständischen Unternehmen und umfasst Standardfunktionen, die flexibel von dem Unternehmen angepasst werden können.

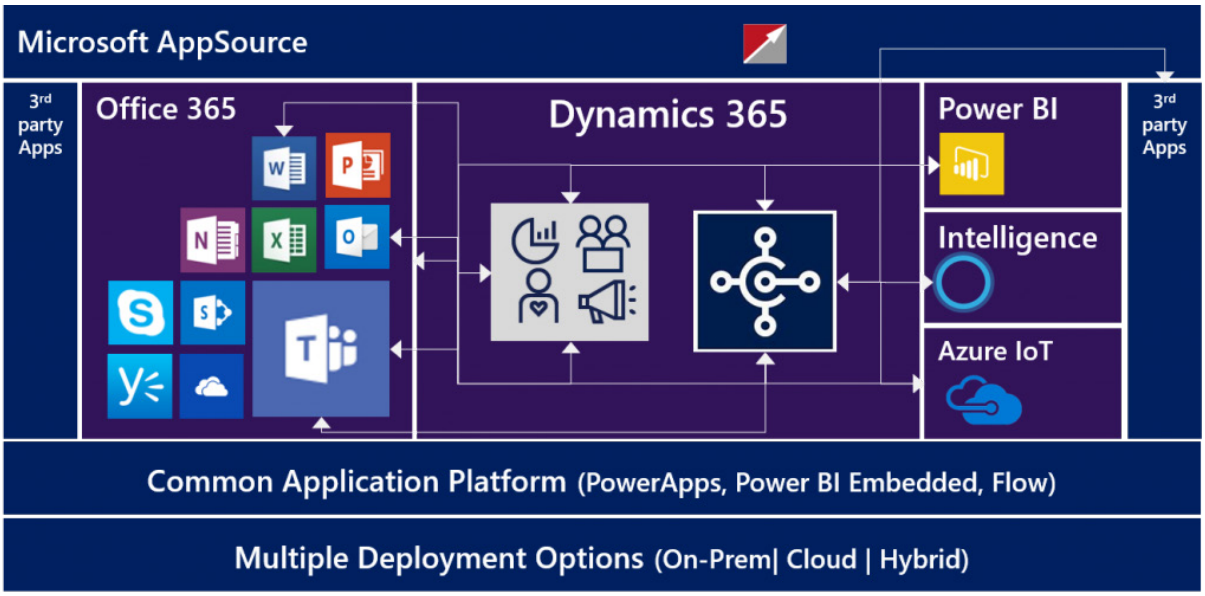


Abbildung 4: Navision Unified Platform (Quelle: KUMAVISION AG)

Die Software wird von Microsoft lokalisiert, übersetzt und unterstützt und bildet die Basis der KUMAVISION ERP-Lösung. Die ERP-Software Microsoft Dynamics NAV ist modular aufgebaut und kann lokal („on-premise“) als auch in der Cloud-Umgebung aufgesetzt werden.

Im Bereich Produktion werden solche Aufgaben wie Definieren der Produktionsressourcen und ihrer Kapazität, Planen von Abläufen, Produktionsplanung von Fertigungskomponenten und Ausführen von Fertigungsabläufen unterstützt. Im Bereich *Planung* wird das Planen der erforderlichen Fertigungsabläufe realisiert, inklusive der Berechnung des Produktionsplans und der Materialbedarfe auf Basis des tatsächlichen und des geplanten Bedarfs.

Sphinx open online Plattform

Die *sphinx open online Plattform* ist eine offene Plattform für die IoT-basierte Anwendungen der Firma in-GmbH. Das zentrale Integrationselement der Plattform basiert auf dem zugrundeliegenden Konzept „Model in the Middle™“ (MoiM), wobei die Use Case relevanten Informationen aus diversen Datenquellen, wie z.B. Sensoren, Aktoren, Geräten oder Anwendungen, in generischen Datenpunkten abgebildet werden. Der Datenaustausch kann bidirektional erfolgen und auf bestimmte Ereignisse, wie z.B. Hinzufügen weiterer Objekte, Prognoseanalysen oder Berechnungen, zur Laufzeit reagieren.

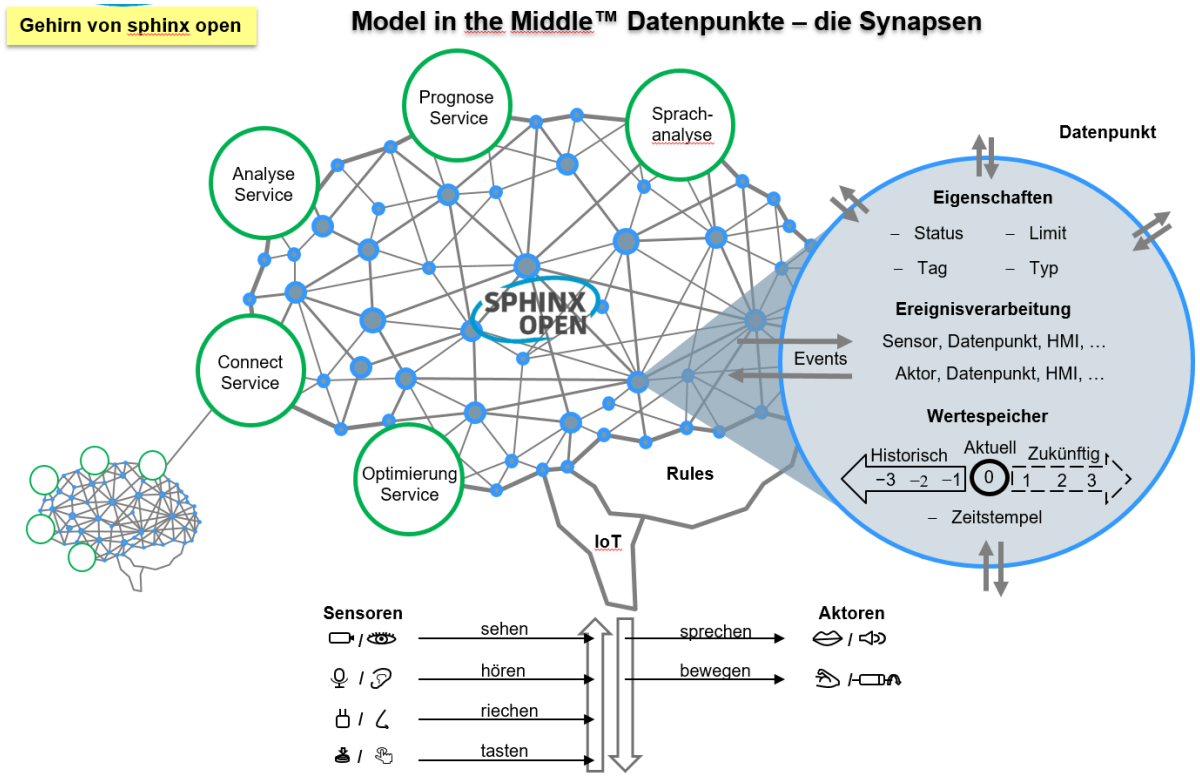


Abbildung 5: Model in the Middle™ von sphinx open Plattform (Quelle: IN-GmbH).

Durch lose Kopplung von Services und externen Anbietern sowie kurze Realisierungszeiten durch kontinuierliche Erweiterungsmöglichkeiten, unterstützt das MoiM die Anforderungen mit einem hohen Flexibilitätsbedarf und kurzen Änderungszyklen.

Der *sphinx open Server* leistet über sphinx open Adapter die parallele Anbindung zu verschiedenen Datenquellen, die wiederum von optionalen Services genutzt werden können. Der sphinx open Server unterstützt den cloudbasierten Betrieb und ist grundsätzlich Betriebssystemneutral (Ausführung in Windows oder Linux Umgebung).

Eine Auswahl an *Standard-Adaptern und –Konnektoren*, realisiert über Standardschnittstellen wie OPC UA, MODBUS, WebServices, MQTT u. a., ermöglicht eine schnelle Anbindung von Hardware und Software-Komponenten mit geringerem Aufwand.

Zur Unterstützung von Analytics und Reporting Diensten und Speicherung sowie Langzeitarchivierung von zeitlichen Verläufen wird der *History Service* eingesetzt. Der History Service ist verbunden mit dem sphinx open Server und verfügt über eine RESTful API.

Kernfunktionalitäten der *sphinx open online Plattform* sind:

- Visualisierungswerkzeuge und Zugriff auf Ereignisse und Kerngrößen aus diversen Datenquellen
- Sichere Datenverwaltung und Datentransfer sowie zentrale Administration
- Standardisierte Schnittstellen sowie Adaptern und Konnektoren
- Realisierung kundenspezifischer Integrationsszenarien

- Einheitliche Lösung für verschiedene Anwendungsgebiete
- Adaptive Erweiterung mit Zusatzservices über WebService APIs

4.3.5 Cloud-Services

In diesem Abschnitt werden nun die Cloud-Services einzeln beschrieben, die für die GREEN Factory konzipiert und prototypisch entwickelt wurden.

ERP Service

Im Folgenden werden die Funktionalitäten und Bestandteile des ERP Services ausführlich beschrieben.

Stücklisten und Arbeitspläne beschreiben die produktionsbezogenen Strukturen und Abläufe. So bildet eine *Stückliste/Arbeitsplan* die Grundlage für die Fertigungsaufträge und die Ressourcenkalkulation.

Ein *Arbeitsplan*, oder auch *Fertigungsplan,* beschreibt den Durchlauf eines Produktes vom Rohmaterial über verschiedene Arbeitsvorgänge und Fertigungseinrichtungen bis hin zum fertigen Produkt. Ein Arbeitsplan besteht aus mehreren Arbeitsvorgängen, i. e. die Arbeitsschritte zur Fertigung des Produkts, die standardgemäß nacheinander abgearbeitet werden müssen.

Für jeden *Arbeitsvorgang* werden die Details der Tätigkeiten in der Produktionsmaschine oder -anlage festgelegt und mit weiteren Informationen ergänzt, wie z.B. die kalkulierten Rüstzeiten, Stückzeiten, Kostenstelle und die beteiligte Produktionsressource. Zusätzlich, werden im Arbeitsplan die verwendeten Arbeitsmittel, Material und Werkzeuge angegeben[1].

Die *Ist-Fertigungszeit* eines Arbeitsvorganges wird als Summe aus den Zeiten geplanter Fertigungsvorgänge (Stückzeit multipliziert mit Losgrößenmenge) ermittelt. Dabei werden die Rüstzeiten pro Fertigungslos nur einmal berechnet. Sind die Ist-Fertigungszeiten bekannt, können die Ist-Fertigungskosten ermittelt werden und die Kosten auf die Produktionsmaschinen und -anlagen verteilt werden.

Die Arbeitspläne berücksichtigen auch die Ermittlung von *Plan-Fertigungszeiten* und damit auch eine Planung und Optimierung der Kapazitätsauslastung der einzelnen Produktionsmaschinen. Pro Entwurf können unterschiedliche Arbeitspläne zum Einsatz kommen.

Die Engpassplanung umfasst die berechneten Engpässe und sämtliche Kapazitätsstellen mit begrenzten Ressourcen. Die Daten werden weitergeleitet und für die Feinplanung verwendet.

Somit sind die Kernfunktionalitäten des ERP:

- die Erstellung der Arbeitspläne
- die energiebezogene Kapazitätsplanung
- die Fertigungsabwicklung
- die Vor- und Nachkalkulation (Ist- und Soll-Fertigungszeiten)

[1] https://de.wikipedia.org/wiki/Arbeitsplan

Energiemanagementservice

Der Energiemanagementservice basiert auf der etablierten sphinx open online Lastspitzenmanagement (LMS) Lösung (sphinx open LEM). Im Kern kann der regelbasierte LMS der in-GmbH auf Basis der IoT-Plattform sphinx open online mit Daten der Gebäudeleittechnik sowie flexibel einsetzbaren Energieverbrauchern und Erzeugern arbeiten und diese regelbasiert so steuern, dass Grenzwerte beim Energiebezug nicht überschritten werden. Dieser Service kann durch Prognosedienste erweitert werden, um einen höheren Grad der Energieeffizienz zu erreichen. Die Kombination aus regelbasierter Steuerung angereicht mit Machine Learning sorgt für die größtmöglichen Einsparungspotentiale bei gleichzeitiger Systemstabilität und Robustheit, da die Regeln sicherstellen, dass fehlerhafte Prognosen nicht zu Systemfehlern führen können.

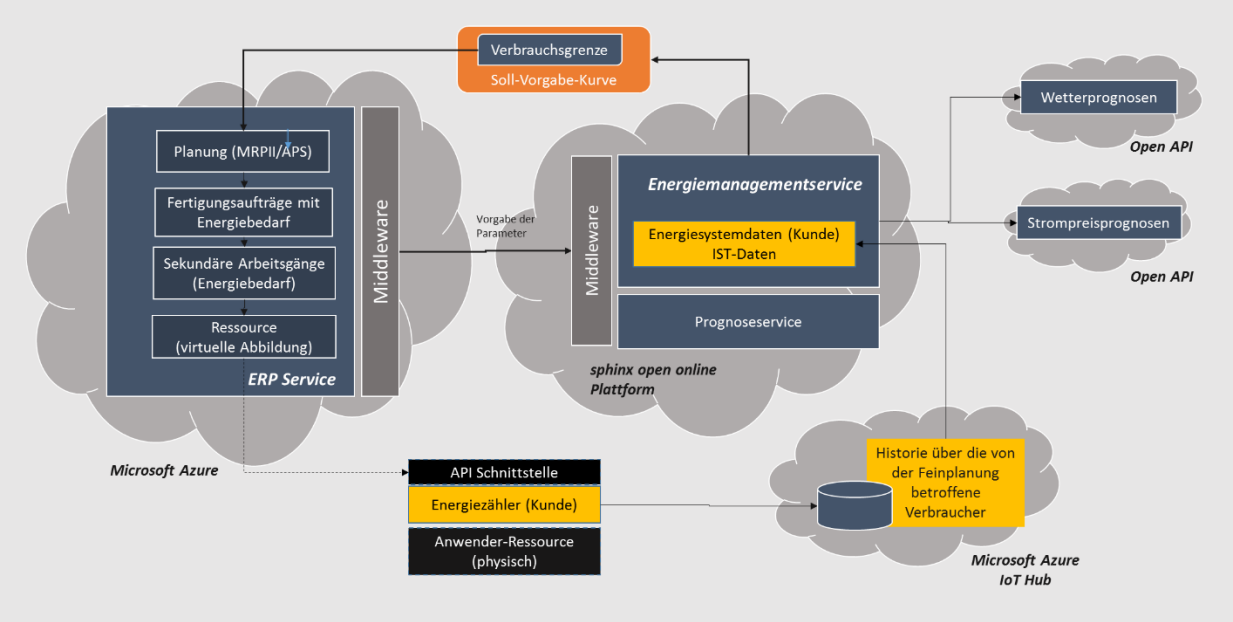


Abbildung 6:Energiedaten und Soll-Vorgabekurve

Der Energiemanagementservice in GREEN Factory erstellt anhand von vergangenen und prognostizierten Stromverbräuchen von verschiedenen Produktionslinien, eine Energiekapazitätskurve (Soll-Vorgabekurve) die als planbare Ressource vom ERP Service konsumiert wird. Die Kernfunktionalitäten des Energiemanagementservices können wie folgt zusammengefasst werden:

- Berechnung und Analyse von individuellen Energieleistungskennzahlen sowie außergewöhnlichen Verbrauchswerten (z.B. Überschreiten von Schwellwerten)
- Erstellung zuverlässiger Vorhersagen für ERP-Service anhand externer Prognosedaten (Wetterprognosen und Strompreisprognosen)
- Flexible Reporting-Funktion

Konzept zur Service-Agreement

Im Zentrum von GREEN Factory stand das Problem, dass verschiedene Services mit einander vernetzt werden müssen, um Mehrwertdienst zu generieren. Während die technische und fachliche Verknüpfung mit etablierten Methoden als gelöst anzusehen ist, zeigte sich früh in den Diskussionen, dass ein

zentrales Problem gelöst werden muss, dass durch die zunehmend verteilten Services und Dienstleistungen immer mehr an Bedeutung gewinnt. Denn ohne führendes System ist nicht klar, welche der Services die Verantwortung über die Daten und die Funktionalitäten übernimmt. Dieses Problem wurde konzeptionell erfasst und in Form eines Service Agreements skizziert, dass verschiedene Ausgangsbedingungen berücksichtigt. Folgende Ausgangsbedingungen wurden identifiziert:

1. *Keine der Services ist beim Kunden bereits in Benutzung.* In diesem Fall müssen sich die Services gegenseitig bekannt machen und unter einander klären wer den Lead übernimmt. Dies entspricht der klassischen Umsetzung einer neuen IT-Lösung bei dem der Kunde sehr stark mit eingebunden werden muss, was Fragen der Datenhaltung und Zugänge angeht.
2. *Genau ein Service ist beim Kunden in Benutzung.* In diesem Fall können weitere Services sich an dem für den Kunden bereits bekannten Service anmelden, der Lead bleibt beim bereits etablierten Service. Im Idealfall müssen keine weiteren Daten freigegeben werden. Nach der Registrierung kann der neue Dienst direkt verwendet werden.
3. *Mehrere Services sind unabhängig voneinander beim Kunden in Benutzung.* Dieser Fall tritt auf, wenn der Kunde die bereits existierenden Services miteinander vernetzen will, um Mehrwerte zu generieren, z. B. wenn er ein ERP und Energiemanagementservice aktiv nutzt, aber noch nicht im Kontext, wie es in GREEN Factory gezeigt wird. In diesem Fall muss besonders die Datenhoheit geklärt werden, da es wahrscheinlich ist, dass beide Services auf gleiche Datenbestände zugreifen.

Für GREEN Factory selbst wurde ein bestehendes Service-Agreement vorausgesetzt.

4.3.6 Prototypkonzept

Die prototypische Umsetzung wird durch die Industrie 4.0 Modellfabrik von Fischertechnik gezeigt. Diese soll die Grundfunktionalitäten demonstrieren, die in den Anwendungsfällen konzipiert sind. Die Modellfabrik besteht aus mehreren Komponenten, die an einer realen Fabrik angelehnt sind und mittels SPS Steuerung programmiert werden. Die Fabrik ist über ein OPC-UA Server mit der sphinx open online Plattform verbunden und kann darüber gestartet und gestoppt werden.

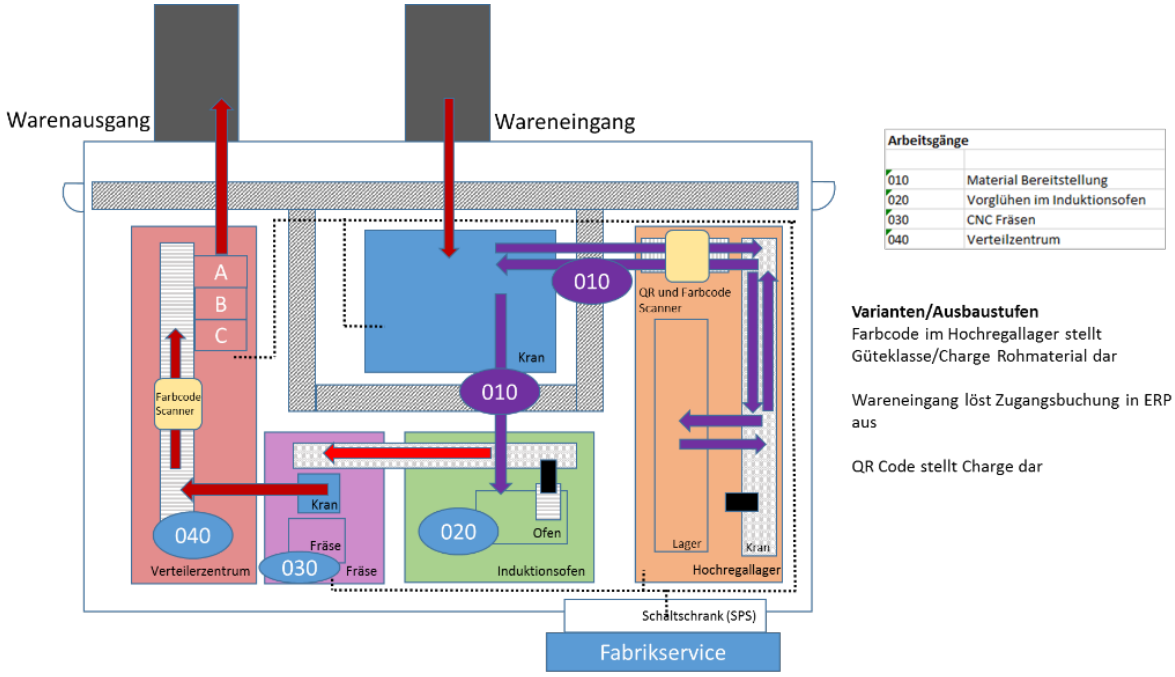


Abbildung 7: Industrie 4.0 Modellfabrik Architektur

Die Komponenten sind:

- Hochregallager mit verschiedenen farblich codierten „Produkten“ oder Materialien
- Kran dient dazu, die Werkstücke zwischen den Komponenten zu transportieren
- Ofen simuliert das Härten von Werkstücken
- Fräse simuliert CNC Fräsen
- Verteilzentrum mit Farbsensor zur Identifizierung der Werkstücke und Verteilung in die jeweiligen Lager

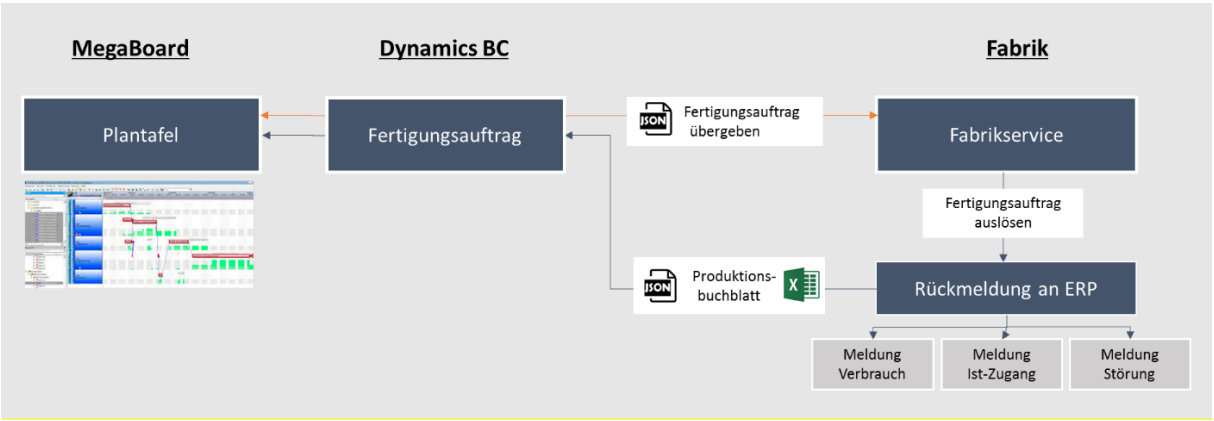


Abbildung 8: Szenario Beschreibung

Für GREEN Factory wurde folgendes **Szenario** verwendet:

Der ERP Service plant einen Fertigungsauftrag und sendet diesen an die Fabrik. Bei der Planung berücksichtigt das ERP den Energiebedarf für den Fertigungsauftrag und gleicht diesen mit der verfügbaren Energie ab (Soll-Vorgabe Planung). Mit dem Fertigungsauftrag wird auch der Energiebedarf für diesen Auftrag an die Fabrik übermittelt. Die Fabrik verarbeitet den Fertigungsauftrag und löst ihrerseits einen Produktionsauftrag aus. Die Fabrik startet autonom die Produktion und nach Beendigung teilt es dem ERP Service das Ende des Produktionsauftrags mit.

Der Energiemanagementservice überwacht die Energieverbräuche während der Produktion und erstellt daraufhin die Soll-Vorgabekurve. Um ein realistischeres Szenario zu bilden, wurden weitere Energieverbraucher simuliert, z.B. Licht, Heizung oder Küche.

Das Ergebnis vom Prototyp sollte sein, das die Fabrik autonom durch Auslösen eines Fertigungsauftrags gestartet wird und nach Beendigung der Produktion wichtige Kennzahlen an den ERP Service zurücksendet. Der ERP Service erhält vom Energiemanagementservice eine Soll-Vorgabekurve die zur Planung verwendet werden kann.

4.4 Prototypen und (Teil-)Lösungen

Die meiste Zeit wurde für die Umsetzung für die fachliche Verknüpfung zwischen ERP Ebene und Produktionsebene genutzt, aus der die Schnittstellenbeschreibung abgeleitet wurden. Die technische Umsetzung ging, aufgrund der Nutzung von etablierten Lösungen und nachdem die Schnittstellen klar definiert wurden, zügig voran.

Die Modellfabrik und ihre Anbindung an sphinx open online waren bereits vor diesem Projekt umgesetzt. Für GREEN Factory wurden die Komponenten angereichert mit simulierten Energieverbrauchsdaten. Es wurden 2 REST Services implementiert. Einmal zwischen ERP Service und Fabrik Service, um ein Fertigungsauftrag zu konsumieren und Kennzahlen, sowie Benachrichtigungen zum Fabrikstatus zu verschicken. Der Energiemanagementservice wurde implementiert und besteht aus einer REST Schnittstelle, die die Soll Vorgabe Kurve bereitstellt und einer Schnittstelle zur Fabrik, um die Energieverbräuche während der Produktion abzugreifen.

Für die Umsetzung wurde auf die Anbindung von weiteren Services verzichtet, da dies nur für einen konkreten Kunden Sinn gemacht hätte. Für das Proof-of-Concept war es ausreichend mit simulierten Daten zu arbeiten.

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass ein ERP Service eine Fabrik autonom ansteuern kann. Dadurch wäre es denkbar, dass künftig auch „Fabrik as a Service“ möglich wäre und die Fabrikbesitzer ihrer Produktionskapazitäten als Dienstleistungen anbieten.

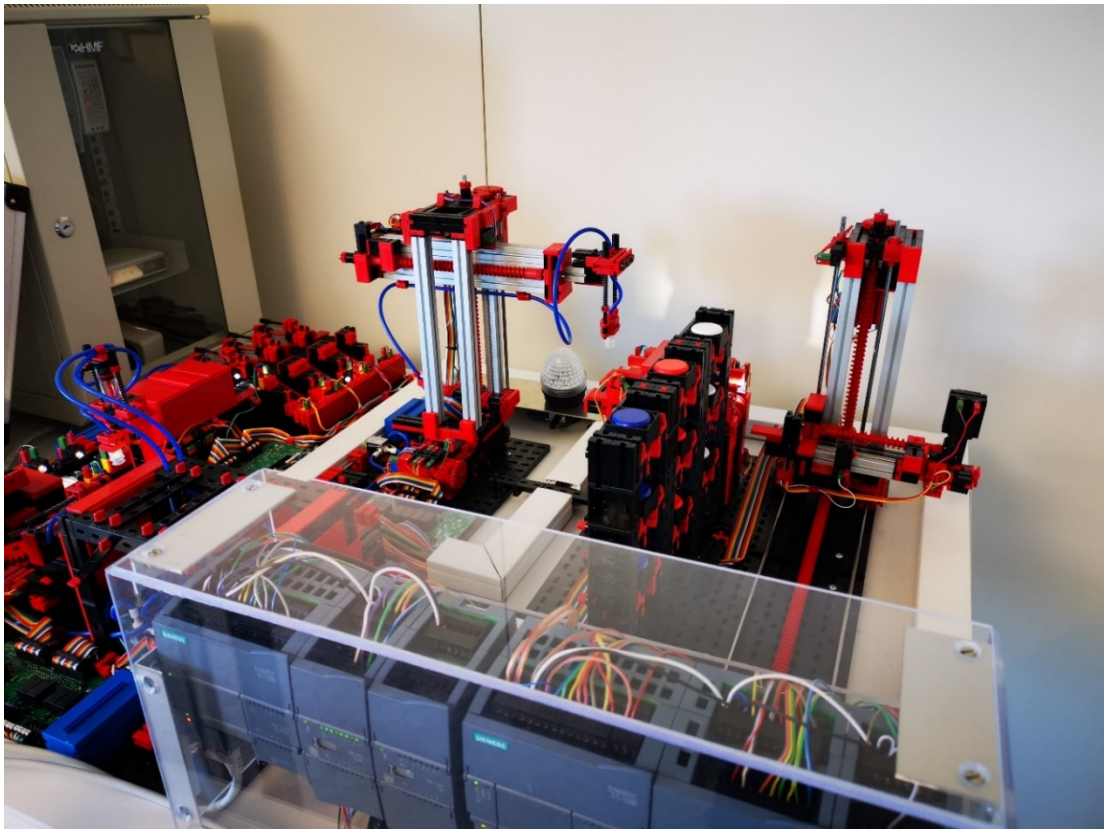


Abbildung 9: GREEN Factory Demonstrator (Modellfabrik)

4.5 Geschäftsmodelle

Es wurden zwei weitere denkbare Integrationsszenarien zu dem in dem Praxispiloten beschriebenen Szenario (Abbildung 3) identifiziert. Abhängig von den Integrationsszenarien ergeben sich unterschiedliche Geschäftsmodelle in Bezug auf Kundenintegration und Servicenutzung.

Im Gegensatz zu Integrationsszenario 1 (Abbildung 3) betrachtet das Integrationsszenario 2 (Abbildung 10) den Anwendungsfall, bei dem nicht der Azure IoT Hub Dienst, sondern ein beliebiger IoT Hub eines beliebigen Anbieters in die Architektur integriert wird, z.B. einer in der Nutzung von einem Kunden. Dabei werden die relevanten Kundendaten in der Datenbank auf dem gleichen Server gespeichert. Die Schnittstellen zu der Datenbank müssen mit dem GREEN Factory standardisiert, konzepiert und entwickelt werden, sodass eine nahtlose Integration zwiuschen den GREEN Factory Komponenten und dem IoT Hub (Datenbank mit relevanten Kundendaten) erfolgen kann.

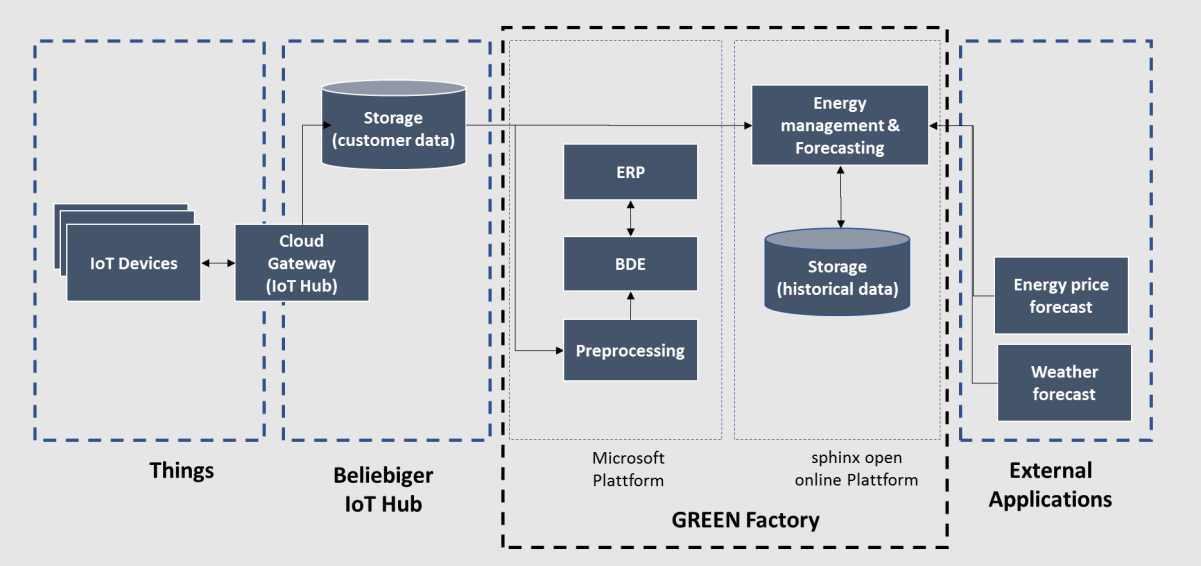


Abbildung 10: GREEN Factory Integrationsszenario 2

Integrationsszenario 3 (Abbildung 11) betrachtet den Anwendungsfall, in dem Things direkt über einen Cloud Gateway GREEN Factory Applikation mit den sphinx open online Plattform verbunden sind. Dort erfolgt auch die Speicherung der Daten, sowohl die historischen als auch die relevanten Kundendaten. So hat der Preprocessing-Service den Zugang zu den relevanten Kundendaten über die standardisierte Schnittstelle zwischen der Microsoft Azure Plattform und sphinx open online Plattform. Der Energiemanagementservice bedient sich aus zwei Datenbanken und greift auf den externen Service zu, um die relevanten Daten für die Vorhersagen zu bekommen.

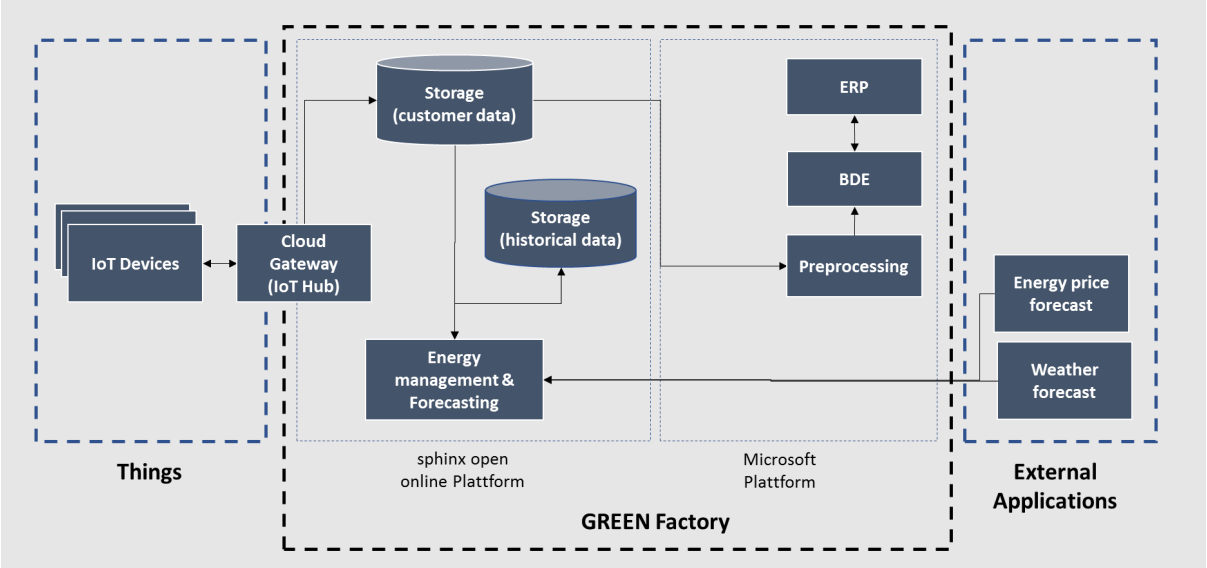


Abbildung 11: GREEN Factory Integrationsszenario 3

4.6 Herausforderungen bei der Umsetzung

Für die Umsetzung bestanden hinsichtlich von Hardware und Software keine großen Probleme, da konsequent auf offene Lösungen und Standards gesetzt wurde.

Die größten Herausforderungen in diesem Projekt bestanden in der fachlichen Zusammenführung, der beiden Unternehmenswelten ERP und Produktionsebene. Es war bereits frühzeitig das enorme Potential erkennbar, wenn diese zusammengeführt werden, aber es bedeutete auch das verschiedene Schnittstellen und Datenmodelle, die bisher nur für Produktionsebene konzipiert wurden, angepasst werden mussten.

Leider gestaltete es sich enorm schwierig Kunden für dieses Pilotprojekt zu finden, was unter anderem an der Kürze des Projektes, aber auch an dem weit fortgeschrittenen Denkansatz liegt. Viele unserer Kunden sind gerade im Stadium des Aufbaus von digitalen Diensten und daher von der Infrastruktur noch nicht so weit, Mehrwertdienste, wie im Rahmen von GREEN Factory konzipiert, zu nutzen.

5 Integration und Kooperation zwischen den beteiligten Unternehmen

5.1 Organisatorisches

Die Organisation in Bezug auf die Kooperation der Projektpartner im Praxispilot hatte bereits bei der Auftaktveranstaltung strukturiert begonnen und wurde so auch effektiv und effizient durch das gesamte Projekt weitergeführt. Es wurden Projektrollen definiert, ein technisches sowie ein organisatorisches Team gebildet und Termine für alle Projektmonate vereinbart. Alle Partner waren somit stets informiert, wie der Status der aktuellen Entwicklungen ist und welche Termine und Aufgaben anstehen. Die Fortschritte und Zwischenergebnisse wurden von Beginn an dokumentiert. Die Fraunhofer ownCloud wurde als gemeinsame Dateiablage verwendet.

Die gesamte Vorgehensweise im Praxispilot wurde als sehr positiv im Projekt empfunden. Dies und das Zusammenbringen und die Integration von Fachexperten, Hardware-/Softwareexperten sowie Anforderungs¬analyse-Experten hat zu einem gemeinsamen Projekterfolg geführt. GREEN Factory Applikation konnte zeitgemäß prototypisch umgesetzt werden. Die Transferdokumentation wurde im Detail erstellt.

5.2 Strategisches

Mit der GREEN Factory verfolgt **KUMAVISION** sehr wichtige strategische Ziele, darunter

- Einsatz und Weiterentwicklung von Cloud-ERP und Cloud-Services als Wachstumstreiber
- Weiterausbau der Position als Lösungspartner für mittelständische Unternehmen, die solche Technologien wie IoT, Künstliche Intelligenz und Cloud-Services im Fokus haben und Innovation aufbauen wollen
- Technologiezugänglichkeit und Unterstützung der Kunden aus Fertigungsindustrie beim Technologiesprung und
- Konsequentes weiteres Vorantreiben von Transformation der KUMAVISION von einem ERP-Anbieter zu einem Plattform-Anbieter

Gekoppelte Digitale Services sind aus **IN-GmbH** Sicht die Basis für neue Wertschöpfungsketten. Die Kopplung einer IoT Plattform mit einem ERP-System auf Basis von On-Premises (Edge) und der Cloud verteilten Services, bietet die Möglichkeit einer durchgängigen Digitalisierung vom Kundenauftrag über den Produktionsauftrag bis zum fertigen Produkt. Durch die Kombination von diversen Services, wie Daten aus der Produktion, aus dem ERP und Wetterprognosen, können beispielsweise Energiekosten gesenkt werden.

Durch das Projekt sollten wichtige Erkenntnisse bei der Kopplung von verteilten digitalen Services im Bereich der Produktion gesammelt werden. Nach der theoretischen Aufbereitung sollen mit einem realen Proof of Concept Erfahrungen bei derartigen Lösungen gesammelt werden. Ziel ist es, entsprechende Services und Kopplungen möglichst zeitnah und nutzbringend Kunden anbieten zu können. Hinzu kommt, dass diese Services über eine Vermarktungsplattform angeboten werden und IN-GmbH dort als innovativer Anbieter präsentieren kann.

Diese Architektur ist zukunftsweitend und bietet ein hohes Nutzenpotenzial. Daher erhofft man sich aus dieser Kooperation insbesondere neue Kunden und weitere Serviceanbieter, die das Potenzial erkennen und Projekte realisieren und gemeinsam davon profitieren. Das Unternehmen hat den Anspruch, einen solch hohen Nutzen z.B. durch Energiekosteneinsparungen zu erzeugen, dass sich so ein Projekt für den Kunden schnell rechnet.

Unabhängig vom kurzfristigen Erfolg ist IN-GmbH davon überzeugt, dass dies der richtige Weg ist und werden diesen mit unseren Produkten und Leistungen konsequent weiterverfolgen. Wichtig ist nun, dass sich Pilotkunden finden, welche die Verfahren und Serviceprodukte in der Praxis anwenden, so dass sich diese dort bewähren und gemeinsam mit den beteiligten Partnern weiterentwickeln. Wichtig dafür ist auch die Vermarktung und auch das Angebot der Cloudmall.

5.3 Technisches

Bei der Entwicklung wurde auf agile Methoden zurückgegriffen. Die technischen Anforderungen wurden am Anfang analysiert, insbesondere wurden diese in der Entwicklungsphase detailliert analysiert und bei der prototypischeren Umsetzung umgesetzt. Dies diente als eine gute Grundlage für die Integrationsschicht und beschleunigte die technische Integration zwischen zwei Plattformen.

Die technische Umsetzung wurde planmäßig realisiert und wurde von Experten von beiden Unternehmen kräftig unterstützt.

Da sphinx open online und den Model-in-the-Middle Ansatz des IN-GmbH auf generische Datenstrukturen und offene Standards setzt, waren die technischen Anforderungen schnell und unproblematisch um zu setzen.

5.4 Rechtliches

Für die Zusammenarbeit innerhalb des Praxispiloten wurden von allen Beteiligten die Cloud Mall BW Teilnahmebedingungen unterzeichnet. Diese Regeln zusammengefasst die Zusammenarbeit im Projekt und Aspekte der Vertraulichkeit, den Umgang mit Ergebnissen und Einräumung von Nutzungsrechten, die Vorgehensweise bei Veröffentlichungen sowie Gewähr und Haftung bei der Durchführung des Praxispiloten. Für weitere Kooperationen von Unternehmen nach einem Praxispiloten kann ein in Cloud Mall BW erstellter Leitfaden für die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen dienlich sein.

6 Resümee

6.1 Rolle der Cloud

Mit der Entwicklung der Software-Applikation GREEN Factory und ihrer Integration in die Cloud-basierte Plattform Microsoft Dynamics 365 konnte KUMAVISION neue XaaS-Modell-Lösungen mit flexiblen Zusatzservices für ihre Kunden erkunden. Die Cloud-Architekturen leisteten dabei die nötigen Werkzeuge, um die software-orientierten Lösungen mit minimalem Aufwand zu integrieren und dem Kunden über die standardisierten Schnittstellen zur Verfügung zu stellen.

Produktionsaufträge und Maschinen sowie weitere Optimierungsdienste im Unternehmen lassen sich durch Cloud-Technologie effizient verbinden und dezentral steuern. KUMAVISION strebt ein hoher Grad an Automatisierung und Autonomie bei der Anwendung für ihre Kunden an. So lassen sich in der Zukunft die Prozesse durch die Cloud-Technologien und generische Industrie 4.0-conforme Cloud-Architekturen in dem Wertschöpfungsnetzwerk dynamisch unterstützen, inklusive der Planung und Steuerung, und flexibel mit weiteren Zusatzmodulen erweitern.

6.2 Lessons Learned

In Folge der intensiven Praxispilotarbeit wurden wertvolle Erfahrungen gesammelt.

Praxispilotunternehmen

- *Organisatorisch* – Da die IPA sich um die Organisation und Dokumentation gekümmert hat, konnten wir unsere Zeit voll auf die Umsetzung des Projektes konzentrieren. Ebenso waren der Open Day und der noch geplante Workshop ideale Möglichkeiten mit neuen Kunden in Kontakt zu kommen und unser Idee zu präsentieren und wertvolles Feedback zu bekommen.
- *Technisch* – Das Projekt hatte keine besonderen technischen Anforderungen.
- *Thematisch* - Der rege Austausch mit KUMAVISION hat gezeigt, dass es zwar enormes Potential gibt bei der Zusammenführung beider Services, aber auf fachlicher Ebene viele Dinge geklärt und auch erklärt werden mussten. Das Projekt bot eine ideale Plattform, um Ideen auszutauschen und mit Experten von IPA zu evaluieren.

Mit der Entwicklung der Software-Applikation GREEN Factory und ihrer Integration in die Cloud-basierte Plattform Microsoft Dynamics 365 Business Central konnte KUMAVISION neue XaaS-Modell-Lösungen mit flexiblen Zusatzservices für ihre Kunden erkunden. Die Cloud-Architekturen leisten dabei die nötigen Werkzeuge, um die software-orientierten Lösungen mit minimalem Aufwand zu integrieren. Und dem Kunden über die standardisierten Schnittstellen zu Verfügung zu stellen.

Die Anforderungen der GREEN Factory können als App zur Verfügung gestellt. Somit kann der Service passend zur Dynamics 365 Architektur integriert werden.

Neuartige Simulationen bzw. Verbrauchsmodelle der Produktionsprozesse unter Berücksichtigung des Energiebedarfs können bedarfsgerecht integriert werden. Diese können zur energieoptimierten Planung von Fertigungsprozessen eingesetzt werden.

Denkbar sind Verbrauchsmodelle für Anlagen oder Maschinen, die es ermöglichen, für einzelne Produkte und Aufträge Planlastprofile zu erstellen.

Durch KI wird es möglich, Verbrauchsmodelle für neue Produkte und Fertigungsverfahren zu erzeugen.

Eine stufenweise Umsetzung einer Green-Factory ist möglich. Auch wenn noch keine Ist-Daten Erfassung vorhanden ist, kann eine Planung des Energiebedarfs in einer ersten Stufe umgesetzt werden. Diese Planung kann dann schrittweise verfeinert werden. Denkbar sind Simulation nach Energieform oder der Unterscheidung nach erneuerbaren vs. fossilen Energien.

Die Daten der Planung können in eine Kostenrechnung überführt bzw. kombiniert und hier zur Optimierung genutzt werden (Kostenersparnisse).

Insgesamt bietet die GREEN Factory ganz neue Möglichkeiten die Betriebskosten zu optimieren bzw. zu reduzieren.

Produktionsaufträge und Maschinen sowie weitere Optimierungsdienste im Unternehmen lassen sich durch Cloud-Technologie effizient verbinden und dezentral gesteuert. KUMAVISION strebt einen hohen Grad an Automatisierung und Autonomie bei der Anwendung für ihre Kunden an. So lassen sich in der Zukunft die Prozesse durch die Cloud-Technologien und generische Industrie 4.0-konforme Cloud-Architekturen in dem Wertschöpfungsnetzwerk dynamisch unterstützten, inklusive der Planung und Steuerung, und flexibel mit weiteren Zusatzmodulen (Apps) erweitern.

IPA

- *Organisatorisch* – Alle Attribute eines Projekts sollen von Anfang an gut abgestimmt und laufend dokumentiert werden. Die Skizzendetaillierung, die der Projektverlauf organisatorisch und planerisch unterstützt, spielt eine wichtige Rolle und dient als eine sehr gute Orientierung für die geplanten Aktionen.
- *Technisch* – Regelmeetings / Scrums auf einer wöchentlichen Basis fördern den Austausch zwischen den beteiligten Praxispilotpartnern und unterstützen die Agilität in der Entwicklungsphase und bei der prototypischen Umsetzung.
- *Thematisch* - Im Laufe des Praxispiloten konnten Experten ihr Wissen in dem Thema aufbauen und mit strategischen Zielen des IPA kombinieren.

6.3 Ausblick

Das Thema „Energiemanagement“, insbesondere mit Hinblick auf die Energieeffizienz sowie Energieeinsparungen durch optimale Ressourcenplanung in einem Unternehmen, gewinnt heutzutage an Bedeutung und wird weiter mit großer Sorgfalt umgangen. Das Anwendungsfeld von GREEN Factory ist sehr spannend und hat große Potentiale für die Weiterentwicklung.

Obwohl die prototypische Entwicklung und die Testphase bereits abgeschlossen sind, arbeiten Unternehmen an dem Konzept weiter. Fraunhofer IAO wird in den nächsten Monaten die Unternehmen bei der weiteren konzeptionellen Entwicklung für den Prognoseservice (optimale Szenarien für die Anbindung externer Services) mit Expertenwissen unterstützen. Diese Arbeiten wurden wegen zeitlicher

Verfügbarkeit des CMBW Experten nach dem Projektende verschoben. Dies hatte aber keinen Einfluss auf die Projekthauptziele sowie Prototypentwicklung.

Insbesondere IN-GmbH konnte mit diesem Projekt einen ersten Proof-of-Concept zeigen, was die Anbindung von ERP Services möglich macht. Der Showcase mit der Modellfabrik soll daher ausgebaut werden, um die noch offenen Anforderungen aus diesem Projekt zu evaluieren.

Darüber hinaus planen die Praxispilotpartner, die in diesem Transferdokument vorgestellten Themenfelder und Technologien, für GREEN Factory in weiteren Projekten auszubauen. Beispielsweise können die flexiblen Integrationsprozesse der Produktionsressourcen, in einem realen Umfeld bei einem Anwender untersucht und realisiert werden.

7 CMBW-Projektdarstellung

Im Gemeinschaftsprojekt Cloud Mall Baden-Württemberg (Cloud Mall BW) werden Potenziale und Möglichkeiten von Cloud Computing für den Mittelstand in Baden-Württemberg identifiziert und ausgeschöpft. Kleinen und mittleren Cloud-Serviceanbietern und -anwendern wird ein Rahmen geboten, um untereinander Kooperationen zu schließen, das eigene Netzwerk zu stärken und dadurch aktiv Wettbewerbsvorteile auszubauen. Kooperative Ideen kleiner und mittlerer Cloud-Services oder Cloud-Plattformanbieter werden gezielt in Praxispiloten vorangetrieben und personell und fachlich vom Cloud Mall BW-Projektteam unterstützt.

Das Gemeinschaftsprojekt wird vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg gefördert. Beteiligt sind das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), sowie das Institut für Enterprise Systems an der Universität Mannheim (InES) und bwcon research GmbH (bwcon). Unterauftragnehmer des Projekts sind Trusted Cloud und das Institut für Arbeitswissenschaften und Technologiemanagement (IAT) der Universität Stuttgart. In der Projektlaufzeit ist die Durchführung von bis zu vierzig Praxispiloten geplant.

8 Kontakt

Gerne können die Vertreter der Praxispilotpartner bei Fragen und Anmerkungen zum Praxispilot oder zu Inhalten direkt angesprochen werden:

KUMAVISION AG

Thomas Kugel

Thomas.Kugel@kumavision.com

www.kumavision.com

in-integrierte informationssysteme GmbH

Dirk Oehler

dirk.oehler@in-gmbh.de

www.in-gmbh.de

CMBW - Projektleiter des Praxispiloten

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Olga Meyer

olga.meyer@ipa.fraunhofer.de

Weitere Information zum Thema Praxispiloten finden Sie unter der Projektwebsite:
https://cloud-mall-bw.de/