



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Vermarktung industrieller Nachfrageflexibilität über die Energiesynchronisationsplattform

Die Transformation zu einer nachhaltigen Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Energien geht aufgrund der Wetterabhängigkeit von Wind und Sonne mit einem zunehmend volatileren Stromangebot einher. Dies stellt eine Herausforderung für die Balance zwischen Stromangebot und -nachfrage im Stromnetz dar. Es müssen Lösungen entwickelt werden, welche das Stromnetz durch die Synchronisation von Stromnutzung und -erzeugung kosteneffizient stabilisieren und so die Versorgungssicherheit gewährleisten.

Eine Lösung, die notwendige Flexibilität im System bereitzustellen, um lokale beziehungsweise zeitliche Differenz zwischen Angebot und Nachfrage zu verringern, ist die Anpassung von energieintensiven Produktionsprozessen und branchenübergreifenden Querschnittstechnologien an die schwankende Stromerzeugung. Das Kopernikus-Projekt SynErgie betrachtet technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Aspekte industrieller Nachfrageflexibilität und erarbeitet Technologien und Lösungen, um den Energiebedarf der deutschen Industrie effektiv mit dem volatilen Energieangebot zu synchronisieren. Um das Flexibilitätspotenzial der Industrie nutzen zu können, nimmt die Informations- und Kommunikationstechnik eine Schlüsselrolle zur Verbindung der Produktion und Produktionsinfrastruktur mit dem Markt- und Stromsystem ein. Im Rahmen von SynErgie wird hierzu die Energiesynchronisationsplattform entwickelt, welche die Energieflexibilitätsvermarktung durch deren Standardisierung und Automatisierung einer Vielzahl von Unternehmen zugänglich macht.

Die Nutzung von Energieflexibilität führt für Unternehmen zu verbesserten Konditionen in der Energiebeschaffung und trägt durch die Bereitstellung von zusätzlichen Flexibilitätskapazitäten zur Stabilisierung des Stromsystems bei. Erfahren Sie in diesem Leitfaden mehr über die Möglichkeiten der Flexibilitätsvermarktung über die Energiesynchronisationsplattform.

Weitere Informationen zum Projekt-Synergie finden Sie hier: [Website des Synergie-Projekts](#)





Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Die Energiesynchronisationsplattform (ESP)

Die Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) bietet die daten- und kommunikationstechnischen Grundlagen für die automatisierte Nutzung und Vermarktung von Energieflexibilität in Produktionsprozessen und Produktionsinfrastruktur als Antwort auf volatile Energieangebote. Durch die entwickelte Energiesynchronisationsplattform, welche eine branchenübergreifende Lösung zum automatisierten und standardisierten Energieflexibilitätshandel darstellt, trägt die IKT zur Synchronisierung der industriellen Energienachfrage mit dem zunehmend fluktuierenden Energieangebot bei. Unternehmen sind Energiekunden, aber auch Lieferanten von Flexibilitätspotenzialen. Akteure in Markt- und Stromsystemen sind u.a. Energielieferanten und Netzbetreiber, können aber auch Kunden für Flexibilitätspotenziale sein.

### Die Energiesynchronisationsplattform

Um die Domänen Markt und Produktion zueinander zu bringen und dabei die Komplexität des Gesamtsystems mit der Vielzahl an Akteuren beherrschbar zu machen, ist die Energiesynchronisationsplattform aus aufeinander abgestimmten Unternehmensplattformen und einer Marktplattform zusammensetzt. Technologien und Methoden, die für jeweils nur eine Seite relevant sind, bleiben so geschützt, ohne das Gesamtsystem in seiner Leistungsfähigkeit und Transparenz zu beeinträchtigen.

### Die Unternehmensplattform

### Die Marktplattform

Das Energieflexibilitätsdatenmodell stellt die Grundlage für die Kommunikation von Flexibilitäten zwischen Unternehmen und Energiemärkten dar.

### Das Energieflexibilitätsdatenmodell

Für die Bereitstellung und Orchestrierung von Energieflexibilität sind verschiedene Services auf der Unternehmensplattform notwendig. Damit Unternehmen Flexibilität vermarkten können, werden auch über die Marktplattform verschiedene Services bereitgestellt und ausgeführt. Diese unterstützen die Unternehmen in verschiedenen Aspekten der Flexibilitätsbereitstellung, der Flexibilitätsbewertung und des Energieflexibilitätshandels.

### Services auf der Energiesynchronisationsplattform

Informationen zur Energiesynchronisationsplattform und ihren Teilplattformen finden Sie auf den folgenden Seiten.

Eine ausführliche Darstellung bietet außerdem das Diskussionspapier „[Referenzarchitektur der Energiesynchronisationsplattform](#)“.



[zurück](#)

[weiter](#)



## Die Energiesynchronisationsplattform (ESP)

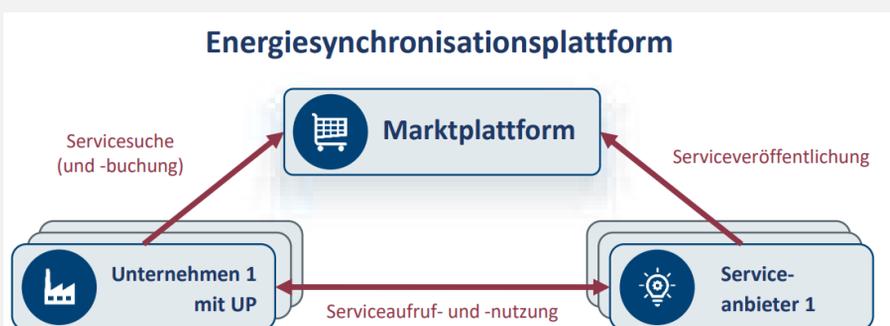
### Ziele und Vision:

Die Energiesynchronisationsplattform automatisiert und standardisiert den gesamten Prozess des Energieflexibilitätshandels von der Maschine bis zu den Vermarktungsservices. Der Fokus der ESP liegt darauf, Services zur Flexibilisierung der energieintensiven Industrie und der Flexibilitätsvermarktung bereitzustellen, um die Industrie bei der aktiven Teilnahme an Energiemärkten zu unterstützen. Dies kann einerseits als Energiekunde erfolgen, welchem die ESP eine akkuratere und schnellere Bedarfsplanung ermöglicht, andererseits als Anbieter und Lieferant von Energieflexibilitätspotenzial. Die Aufgabe der Energiesynchronisationsplattform besteht darin, die Möglichkeiten von energieflexiblen Fabriken effizient mit den aktuellen und zukünftigen Anforderungen und Bedarfen des Markt- und Stromsystems zu verknüpfen. Dabei gilt es, neben dem Angebot eines abrufbasierten, nachfrageseitigen Lastausgleichs eine effiziente Beschaffung über die unterschiedlichen Energiemärkte (Strombörse, Regelleistungsmarkt, lokale Märkte, etc.) in einem System mit einem hohen Anteil fluktuierender, erneuerbarer Energieträger zu etablieren.

### Das Konzept:

Das Konzept der Energiesynchronisationsplattform beschreibt die Architektur aus Komponenten, Schnittstellen und Datenmodellen zur Automatisierung und Standardisierung des Energieflexibilitätshandels von der Maschine bis zu Vermarktungsservices sowie die Integration der relevanten Stakeholder. Die Energiesynchronisationsplattform beschreibt damit das Zusammenspiel mehrerer Unternehmensplattformen und einer zentralen Marktplattform. Eine Unternehmensplattform bietet hierfür in einer Service-orientierten Infrastruktur die notwendigen Funktionalitäten für die informationstechnische Anbindung und die Ansteuerung von energieflexiblen Produktionsprozessen und -infrastruktur. Die Marktplattform ist eine multilaterale Plattform für den Energieflexibilitätshandel durch eine Service-Broker-Architektur, welche die Anbindung und Ansteuerung von vermarktungsrelevanten Services ermöglicht.

Die Energiesynchronisationsplattform sieht mehrere parallel existierende Unternehmensplattformen vor, welche z. B. die Flexibilität von angeschlossenen energieflexiblen Anlagen und Prozessen bereitstellen. Für die Bereitstellung und Orchestrierung sind verschiedene Services auf der Unternehmensplattform notwendig. Demgegenüber steht als Intermediär eine mit allen Unternehmensplattformen über eine uniforme Schnittstelle kommunizierende Marktplattform. Durch den Aufbau der Marktplattform als multilaterale Plattform wird für Unternehmen der Zugriff auf eine Vielzahl existierender und zukünftiger Märkte sowie Plattformen und Services unterstützt. Damit Unternehmen Flexibilität vermarkten können, werden auch über die Marktplattform verschiedene Services vermittelt. Die Services unterstützen die Unternehmen in verschiedenen Aspekten der Flexibilitätsbewertung und des Energieflexibilitätshandels.



Das Zusammenspiel der Komponenten der Energiesynchronisationsplattform. [Quelle](#)

[zurück](#)

[weiter](#)



## Die Unternehmensplattform

Die UP ist der zweite Plattfortmtyp innerhalb der ESP. Sie stellt das modulare, serviceorientierte, sichere und nach außen gekapselte IKT- System innerhalb eines Industrieunternehmens dar. Erstens finden in der UP die Aufnahme, Zusammenführung, Analyse und Optimierung von Prozess- und Produktionsdaten statt. Zweitens werden Systeme, Anlagen und Komponenten energiesynchron gesteuert und geregelt. Die UP ermöglicht dadurch einen energieflexiblen Ablauf der Produktion. Drittens ermöglicht die UP eine Kommunikation zur MP und zu externen Services, um die Vermarktung von Energieflexibilität zu ermöglichen. Die UP strebt durch unterschiedliche Betriebskonzepte – On-Premises, in der Cloud oder hybrid eine hinreichende Skalierbarkeit an, um sich an die Bedürfnisse der Industrieunternehmen anpassen zu lassen.

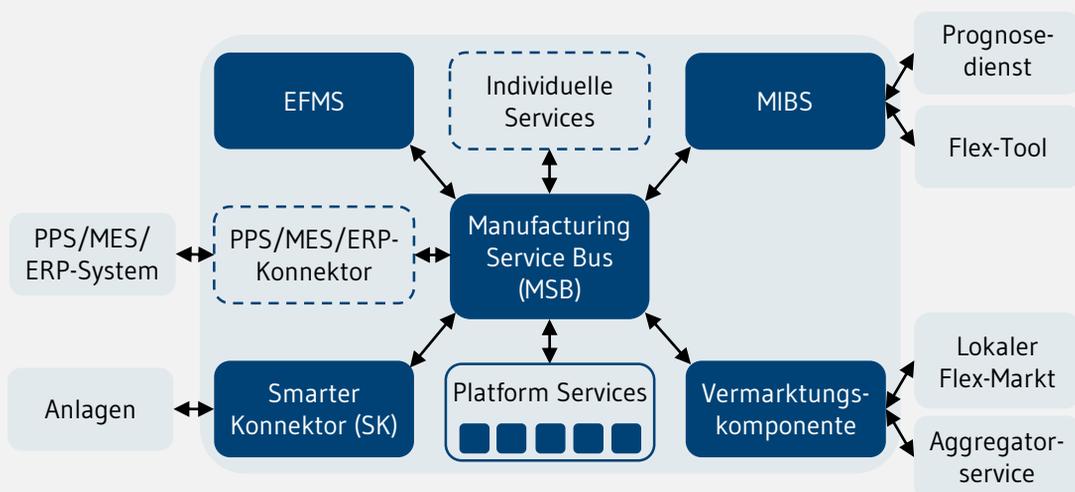
Im Kontext der UP gibt es verschiedene Rollen, die zu berücksichtigen sind.

Plattformteilnehmer sind Industrieunternehmen, die Energieflexibilität bereitstellen können. Sie nutzen Services (»Apps«) unterschiedlicher Hersteller auf der UP mit dem Ziel, eine passende Unterstützung für den energieflexiblen Betrieb ihrer Produktionsprozesse zu finden.

Der Plattformbetreiber stellt den Betrieb der Plattform zur Bereitstellung von Services sowie die Grundfunktionalitäten zur Serviceautomatisierung und Orchestrierung sicher.

Serviceanbieter entwickeln Serviceanwendungen (»Apps«) und stellen diese bereit, um den Funktionsumfang der UP zu erweitern.

Die nachfolgende Abbildung zeigt den generellen Aufbau der UP samt Schnittstellen zu unternehmensinternen Systemen und zu marktseitigen Diensten. Systeme und Anlagen können auf der UP über Konnektoren bzw. spezifische Services eingebunden werden. Dargestellt werden die softwareseitigen Kernkomponenten der UP (blau hervorgehoben), die für den Betrieb der UP zur Erfassung und Kommunikation von Energieflexibilität zwischen Maschinen und marktseitigen Services benötigt werden. Zum anderen gibt es weitere optionale Services, die in den Kommunikationsprozess innerhalb der UP eingebunden werden können. Zur Kommunikation zwischen den einzelnen Komponenten und Services wird hauptsächlich das EFDM verwendet.





## Die Unternehmensplattform

Der Manufacturing Service Bus (MSB) ist die zentrale Komponente der UP. Über den MSB werden Informationen zwischen Services und Komponenten verteilt (hauptsächlich EFDMs). Es ist eine Middleware, an die bestehende IT-Services angeschlossen werden können. Der MSB unterstützt dabei verschiedene offene und standardisierte Kommunikationsprotokolle.

Der Smarte Konnektor (SK) ist die Integrationskomponente für die zusätzliche Einbindung von proprietären Protokollen. Als Softwareschnittstelle ermöglicht der SK Steuerungsdaten mit IT-Systemen und Cloud-Komponenten zu verbinden und damit Steuerungs- und Energiedaten aus unterschiedlichen Quellen zu integrieren. Nach einer umfangreichen Konfiguration erstellt der SK aus den ausgelesenen Daten Energieflexibilitätsdatenmodelle (EFDM) und setzt deren Erbringung (Steuerung) nach einer erfolgten Vermarktung um.

Der Energieflexibilitätsmanagementservice (EFMS) dient als Repository für die vom SK oder anderen Services erstellten EFDM-Objekte des Industrieunternehmens. In seiner weiteren Funktion als Broker, übermittelt der EFMS die EFDM-Objekte über den MSB an daran interessierte Services (Vermarktungsservice, Optimierungsservice etc.) weiter.

Konnektoren für Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme (PPS), Manufacturing Execution Systems (MES) und Enterprise Resource Planning (ERP) ermöglichen die Einbeziehung von Daten, die auf einer höheren Ebene der Automatisierungspyramide erfasst und von bestimmten individuellen Services angefragt und genutzt werden. Die Datenbereitstellung geschieht hierbei nicht zwingend über das EFDM.

Der Marktinformationsbeschaffungsservice (MIBS) ermöglicht die Beschaffung von Informationen aus über die MP vermittelten Services zur Nutzung auf der UP (z. B. Informationen zu Strompreisentwicklungen). Der MIBS fungiert dabei als Schnittstelle für die Anbindung dieser externen Services.

Die Vermarktungskomponente ermöglicht die Kommunikation zwischen UP und über die MP vermittelten Vermarktungsservices (z. B. Aggregator-Flexibilitätshandel). Die Vermarktung von zuvor in der UP ermittelter Energieflexibilität kann in dieser Komponente manuell angestoßen werden oder vollautomatisiert geschehen. Der Vorteil aus Nutzersicht ist hier, dass der Vermarktungsprozess unabhängig vom Zielmarkt einheitlich und in einem zentralen System gesteuert wird. Die Vermarktungskomponente übernimmt im Hintergrund die vermarktungsservicespezifische Kommunikation und die nötige Transformation zwischen EFDM und vermarktungsservicespezifischem Datenmodell. Die Transformation wird von einem entsprechenden Vermarktungsadapter in der Vermarktungskomponente durchgeführt.

Die Platform Services sind technische Basisdienste der UP. Dazu gehören z. B. das Identitäts- und Berechtigungsmanagement oder ein Repository für installierte und installierbare Services (»Apps«).

Darüber hinaus gibt es weitere individuelle Services, die je nach Anwendungsfall eingesetzt werden können. Dazu gehören z. B. verschiedene Optimierungsservices und der Merge-Service.

Der Merge-Service ist ein Beispiel für einen individuellen Service. Dieser kombiniert (aggregiert) einzelne Energieflexibilitäten und teilt (disaggregiert) kombinierte Energieflexibilitäten wieder in ursprüngliche Energieflexibilitäten auf. Dies gilt sowohl für Flexibilitätsräume als auch -maßnahmen. Dadurch können viele kleine Energieflexibilitäten gemeinsam auf einem Energiemarkt vermarktet werden, wodurch sich das vermarktbar Energieflexibilitätspotenzial erhöht. Der Einsatz des Service verringert darüber hinaus die Komplexität nachgelagerter Optimierungsprobleme. Somit kann der Merge-Service zu einer Steigerung ökonomischer Nutzbarkeit der Energieflexibilitätspotenziale innerhalb eines Industrieunternehmens beitragen.



## Die Marktplattform

Die MP ist eine der beiden Plattfortmtypen innerhalb der ESP. Sie kann als multilaterale Plattform bezeichnet werden, da sie mehrere unabhängige Parteien miteinander verbindet. Diese Parteien bieten flexibilitätsorientierte Services an bzw. nutzen diese. Beispiele für solche Services sind Prognosesysteme, Energieflexibilitätshandelsservices von Aggregatoren sowie Services für lokalen Energieflexibilitätshandel und können von jeder interessierten Partei angeboten werden. Die MP konzentriert sich auf Industrieunternehmen als Energieflexibilität bereitstellende Instanzen und als Nutzer der Plattform und deren angebotenen Services.

Die MP verfolgt zwei Hauptziele. Das erste Ziel ist sowohl die Herstellung eines einfachen, aber effektiven ersten Kontaktes als auch die lose Kopplung zwischen Industrieunternehmen und Serviceanbietern. Als erste Anlaufstelle bietet die MP den Industrieunternehmen die Möglichkeit, sich über Services zu informieren (Welche Services gibt es? Was macht der Service? Welche Anforderungen sind für die Nutzung des Services zu erfüllen?) und Services zu identifizieren, die für ihr Industrieunternehmen von Interesse sein könnten. Das zweite Ziel der MP besteht darin, die Kommunikation und Interaktion zwischen den Services und den in die ESP integrierten Industrieunternehmen zu ermöglichen. Daher fungiert die MP als Vermittler zwischen Industrieunternehmen und Serviceanbietern. Durch die Vielzahl an konkurrierenden Services, die über eine lose Kopplung mit der MP verbunden sind, sollen Lock-in-Effekte vermieden werden. Zudem ermöglicht die MP eine Interaktion und Vernetzung zwischen Services untereinander, sodass Services andere Services innerhalb der MP nutzen können (Value Co-Creation). Mit diesen Zielen wird eine interoperable und multilaterale Plattform angestrebt, die auf Energieflexibilität ausgerichtet ist.

Für ein ganzheitliches Verständnis ist es ebenfalls notwendig, spezifische Aspekte zu nennen, die von der MP nicht abgedeckt werden. Die MP legt beispielsweise nicht fest, welche Art von Service sich mit der MP verbinden. Dennoch muss ein Serviceanbieter die Registrierung seines Service bei der MP beantragen, um diesen über die MP anzubieten zu können. Der Serviceanbieter ist ebenfalls für den Betrieb des Services verantwortlich. Das bedeutet, dass die MP die Services nicht selbst anbietet, sondern deren Vermittlung. Nach der initialen Kontaktherstellung über die MP findet die weitere, technische Kommunikation direkt zwischen UP und Service statt. Durch diese Form der Architektur soll ein Kommunikationsflaschenhals vermieden werden. Durch das Vermeiden der Kommunikation von Energieflexibilität über die MP kann die Einstufung der MP als kritische Infrastruktur zur Bündelung bzw. Steuerung elektrischer Leistung ebenfalls vermieden werden. Dennoch ist es möglich, dass andere Teile der ESP als kritische Infrastruktur eingestuft werden können.



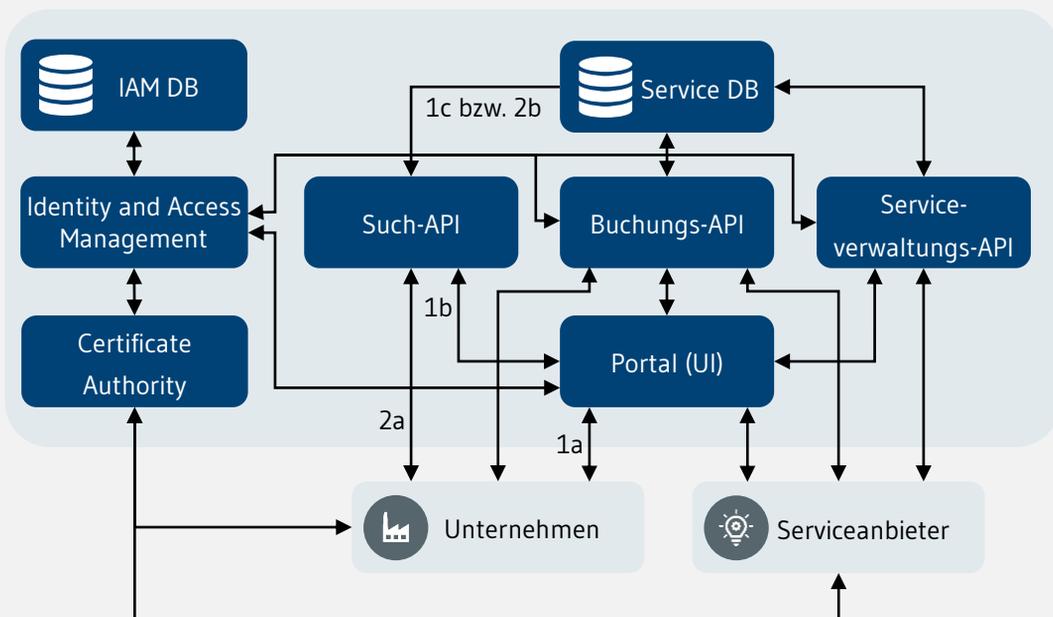
## Die Marktplattform

Im Rahmen des Konzepts der MP gibt es vier Hauptakteure, die zu berücksichtigen sind: Der Marktplattform-Betreiber konzentriert sich auf den Betrieb und die Überwachung der MP. Serviceanbieter registrieren ihre Services auf der MP und können andere Services in Anspruch nehmen. Industrieunternehmen verfügen über die tatsächlichen Energieflexibilitätpotenziale und sind über ihre jeweilige UP die Hauptnutzer von Services.

Weitere Servicenutzer sind weitere Unternehmen, die mit einem Service interagieren könnten, wie z. B. ein Netzbetreiber.

Die Interaktion von Industrieunternehmen und Serviceanbietern mit spezifischen Komponenten der MP zeigt die nachfolgende Abbildung in einer vereinfachten Form. Der erste Schritt für Serviceanbieter ist das Anbieten ihrer Services auf der MP. Sobald die Services auf der MP veröffentlicht sind, können Industrieunternehmen nach den am besten für sie geeigneten Services suchen. Die Suche kann dabei entweder manuell über die Website der MP (Portal mit User Interface (UI)) erfolgen (1a und indirekt 1b) oder direkt mittels einer Such-API (2a). In beiden Fällen wird auf die in einer Datenbank (DB) liegenden Service-Beschreibungen zugegriffen (1c bzw. 2b). Wenn das Industrieunternehmen einen interessanten Service auf der MP findet, kann es den Service über die MP beschaffen. Für die Erbringung des Service wird eine direkte Verbindung zwischen dem Service und der UP hergestellt. Die Vermittlung bei der Buchung ist optional und setzt voraus, dass der Serviceanbieter seine Serviceschnittstelle mit einem geeigneten API-Gateway verwaltet.

Neben den Schnittstellen für die Kernfunktionalitäten gibt es auch Komponenten zur Absicherung der Plattform und des ESP-Ökosystems. Das Identity and Access Management (IAM) sorgt dafür, dass die meisten Aktionen auf der MP nur von autorisierten Entitäten durchgeführt werden können. Lediglich die Suche nach Services ist ohne Identifizierung und Autorisierung möglich, d. h. öffentlich zugänglich. Die Certificate Authority in der MP ist die Grundlage für die SynErgie-Public-Key-Infrastruktur (PKI). Damit können plattform-, unternehmens- und serviceübergreifend Identitäten bestätigt und Vertrauens- und Sicherheitsfunktionalitäten umgesetzt werden.

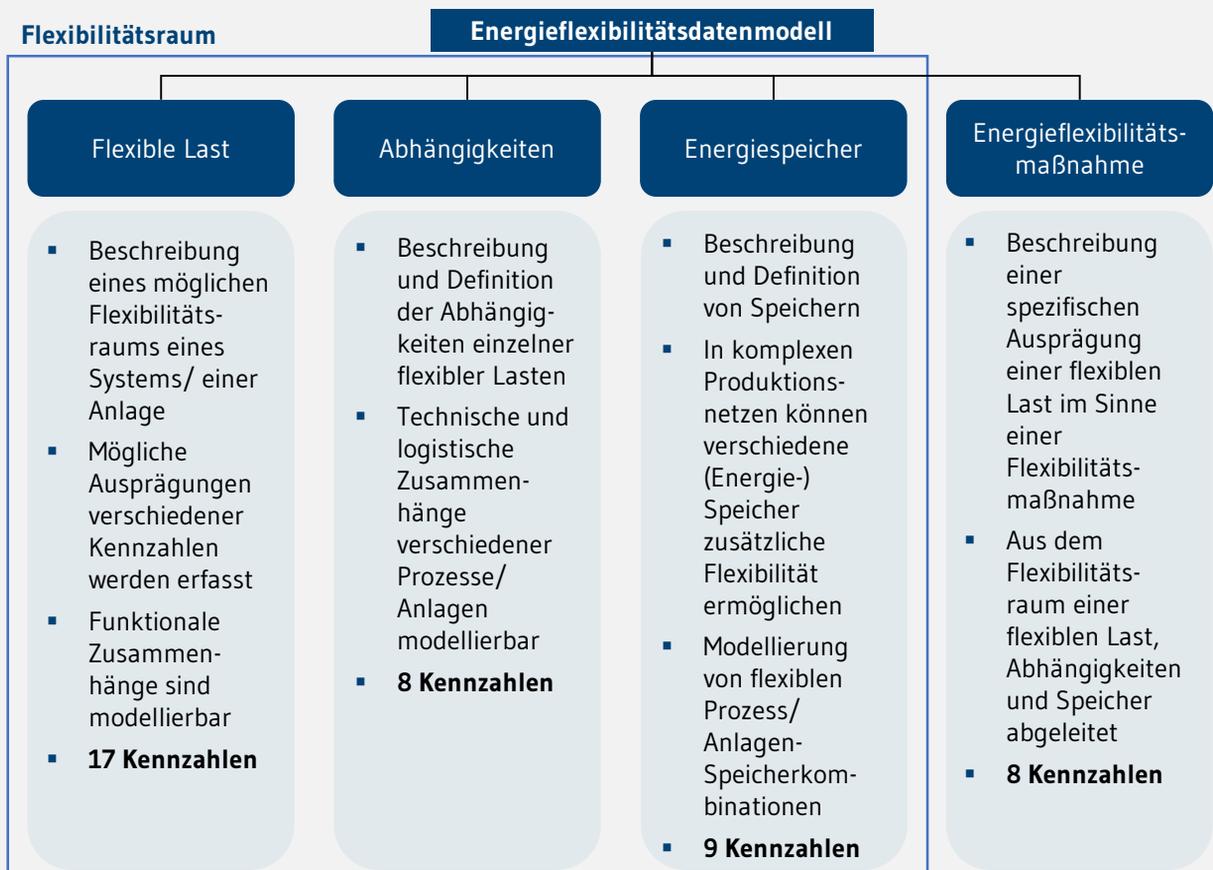




## Das Energieflexibilitätsdatenmodell (EFDM)

Das Energieflexibilitätsdatenmodell stellt die Grundlage für die Kommunikation von Flexibilitäten zwischen Unternehmen und Energiemärkten dar. Es bildet durch seine standardisierte Form den zentralen Dreh- und Angelpunkt der Energiesynchronisationsplattform. Aufgebaut ist das Energieflexibilitätsdatenmodell aus diversen Kennzahlen, um den Lastgang bzw. die Flexibilität energieflexibler Produktionsanlagen zu beschreiben. Ein Energieflexibilitätsdatenmodell beschreibt generisch mit Hilfe von Kennzahlen und technischen Parametern die potentiellen Möglichkeiten eines energieflexiblen Systems seine Leistung vom Referenzbetrieb zu variieren. Dieses technische energieflexible System wird mit den Klassen „flexible Last“, „Energiespeicher“ und „Abhängigkeit“ modelliert.

Über die Ausprägung der Kennzahlen der genannten Klassen werden die Freiheitsgrade der Energieflexibilität beschrieben und eingeschränkt. Damit werden die zulässigen Möglichkeiten, die das System zur Leistungsvariation besitzt, als Flexibilitätsraum beschrieben. Neben den drei genannten Klassen gibt es im EFDM auch die Klasse „Energieflexibilitätsmaßnahme“, die eine konkrete Leistungsänderung des Systems innerhalb seines Flexibilitätsraums beschreibt. In Summe besteht das EFDM aus 42 Kennzahlen, zu denen beispielsweise die möglichen Leistungszustände, die nutzbare Speicherkapazität eines Speichers, Reaktionszeiten, Kosten oder die temporäre Gültigkeit zählen. Die Kennzahlen des EFDMs können je nach IT-Systemen und Digitalisierungsgrad der Fabrik manuell oder (halb-)automatisch bestimmt werden. Durch die generische Beschreibung von Energieflexibilitäten ist das EFDM unabhängig von marktseitigen oder regulatorischen Änderungen und damit für das zukünftige Strom- und Marktsystem gerüstet.





## Das Energieflexibilitätsdatenmodell (EFDM)

Für die Kennzahlen des definierten Datenmodells wurde eine Ausfüllhilfe erarbeitet und in Form einer WebApp umgesetzt, welche über die Unternehmensplattform bereit gestellt wird. Diese fragt den Nutzer nach relevanten Informationen bezüglich technischer und organisatorischer Restriktionen von Anlagen des Produktionsprozesses sowie der Produktionsinfrastruktur. Daraus werden im Anschluss die Berechnungsregeln der einzelnen Kennzahlen des Datenmodells hergeleitet. Sollten innerhalb der Berechnungsregeln Sensordaten bzw. Zustandsdaten von Anlagen benötigt werden, müssen diese dabei in der standardisierten Nomenklatur des Smarten Konnektors beschrieben werden. Dies gewährleistet eine direkte Nutzung der Berechnungsregeln auf dem Smarten Konnektor, welcher die Berechnungsregeln anschließend zur Verfügung gestellt bekommt.

Es erfolgt die schrittweise Eingabe der einzelnen Datenmodellklassen „Flexible Last“, „Abhängigkeit“ und „Speicher“. Abschließend kann aus dem generierten Flexibilitätsraum eine Flexibilitätsmaßnahme erzeugt werden.

Hierbei müssen die Benutzer, bspw. der Energiemanager, die Kennzahlen für die gewählten Anlagen manuell eintragen. Aus den Eingaben wird das EFDM in der vorgesehenen standardisierten Form abgespeichert und kann somit dem Smarten Konnektor zur Verfügung gestellt werden. Der gesamte Prozess verringert den Aufwand für die Anlagenverwalter / Betreiber und bietet so einen klaren Mehrwert für eine Teilhabe an der ESP.



Energiesynchronisationsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

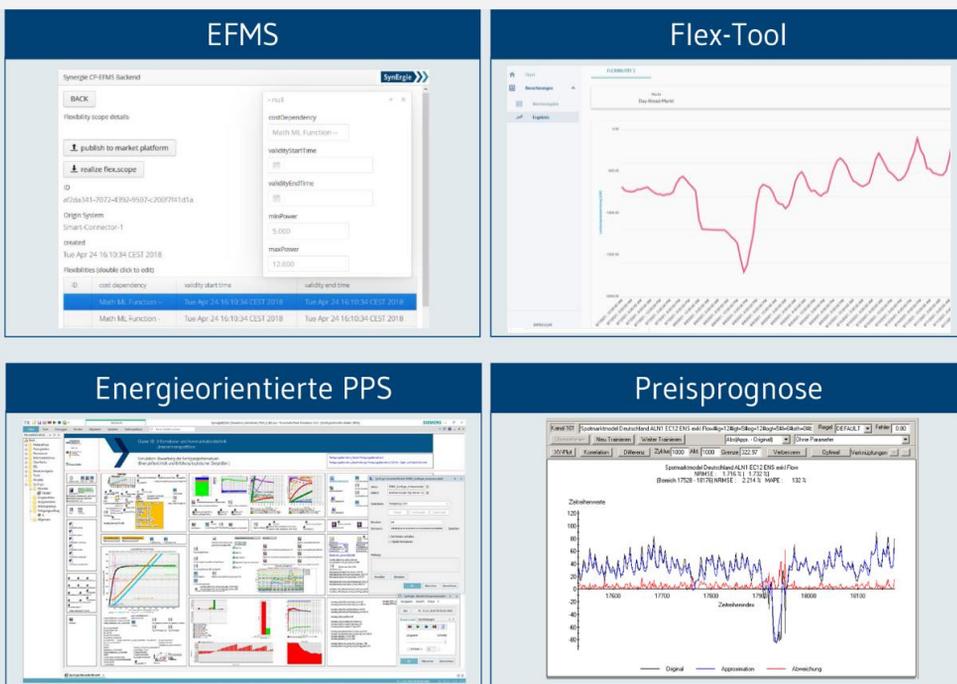
Befähigung zur Teilnahme

Kontakte

## Services auf der Energiesynchronisationsplattform

Services auf der UP und MP unterstützen Unternehmen dabei, den wirtschaftlichen Einsatz von Flexibilität zu optimieren. Für die effiziente Nutzung von Energieflexibilität ist eine Optimierung auf verschiedenen Ebenen abhängig von Planungshorizonten, zeitlicher Auflösung und maximal zulässigen Laufzeiten notwendig. Die Modularität der ESP erlaubt es Unternehmen, je nach Rahmenbedingungen und Anforderungen des betrachteten Zielprozesses oder der Infrastruktur, einzelne Ebenen der Optimierung flexibel zu implementieren.

Abhängig vom Anwendungsfall sind verschiedene Services notwendig, die individuell zusammengestellt und verknüpft werden können. Erste Services für die Markt- und Unternehmensplattform wurden bereits konzipiert und entwickelt sowie über die Servicekataloge der beiden Plattformen bereitgestellt.





Energiesynchronisationsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur Teilnahme

Kontakte

## Services auf der Energiesynchronisationsplattform

Je nach Komplexität des Anwendungsfalls muss auch die Komplexität der genutzten Services sowie deren Zusammenstellung angepasst werden. Die genutzten Services lassen sich in unternehmensplattformseitige und marktseitige Services einteilen.

**Unternehmensseitige Services** (auch individuelle Services genannt) sind individuell je nach Unternehmen und Anwendungsfall in die Unternehmensplattform integrierbar und lassen sich in die folgenden Kategorien einteilen:

- Produktionsplanung und -Steuerung
- Energieflexibilitätspotentialerfassung
- Lastmanagement
- Energieflexibilitätsmerging
- Bewertung von Produktionsrisiken
- Optimierungsservices

**Externe marktseitige Services** sind über die MP auffindbar und können Industrieunternehmen für die Bewertung, Nutzung und Vermarktung von Energieflexibilität zugänglich gemacht werden. Diese lassen sich in drei Kategorien einteilen:

- Über *Services zur Informationsbeschaffung* können Marktinformationen bezogen werden, wie z.B. historische Strompreiszeitreihen bzw. Strompreisprognosen verschiedener Energiemärkte.
- Über *Services zur Energieflexibilitätsbewertung* kann Energieflexibilität ökonomisch bewertet werden und z.B. ein optimaler Vermarktungszeitpunkt auf einem Energiemarkt bestimmt werden.
- Über *Services zur Energieflexibilitätsvermarktung* kann Unternehmen indirekt ein Zugang zu einem Energiemarkt ermöglicht werden, wie z.B. durch Services von Aggregatoren.

Eine Übersicht bestehender Services finden Sie hier:



[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Nutzen der ESP

Übergeordnetes Ziel der ESP ist es, den Prozess des Energieflexibilitätshandels von der Maschine bis zu den vermarktungsseitigen Services und somit die Nutzung industrieller Nachfrageflexibilität als Option zur Bereitstellung der im Energiesystem notwendigen Flexibilität zu automatisieren und standardisieren. Für die Fabrik als Endverbraucher sind darüber hinaus Anreize für den Einsatz und die Vermarktung von Energieflexibilität notwendig. Die entsprechenden Anreize sind abhängig von den Zielen, die mit der Nutzung von Energieflexibilität verfolgt werden.

Ziele bei der Umsetzung von Energieflexibilität

Mehrwert der ESP

[zurück](#)

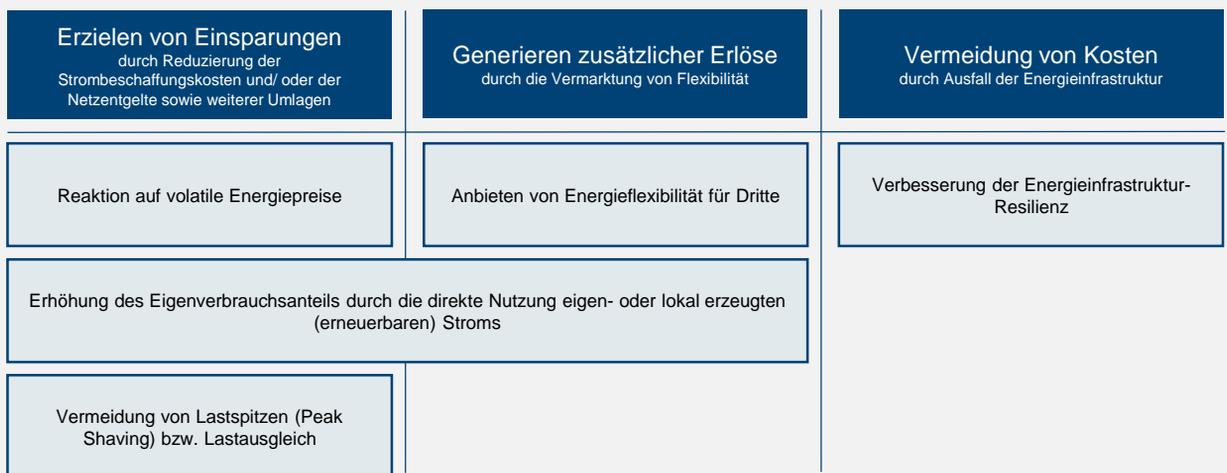
[weiter](#)



## Ziele bei der Umsetzung von Energieflexibilitätsmaßnahmen

Es gibt verschiedene Ziele, welche mit der Umsetzung von Energieflexibilität in industriellen Systemen verfolgt werden können. Diese lassen sich in das Erzielen von Einsparungen, das Generieren zusätzlicher Erlöse und die Vermeidung von Kosten strukturieren.

Diesen Kategorien lassen sich wiederum einzelne Unterziele zuordnen. Eine Analyse des Unternehmens hinsichtlich Marktzugängen, Verträgen mit Netzbetreibern und Lieferanten sowie dem internen Energiemanagement bringt Aufschluss über die Erreichbarkeit und den Mehrwert dieser Unterziele.



- **Reaktion auf volatile Energiepreise:** Optimierung der Energiekosten der Fabrik, z.B. durch Anpassung des Verbrauchs an Preisschwankungen der Energy-only-Märkte
- **Externes Anbieten von Energieflexibilitäten:** Energieflexibilität kann in Kombination mit der Produktionsplanung, direkt oder über einen Aggregator, in Märkten für Systemdienstleistungen angeboten werden
- **Maximierung des Eigenverbrauchs:** Nutzung der Energieflexibilität, um den Produktionsprofilen lokaler (innerhalb des Werksgeländes) oder nahe gelegener Kraftwerke zu entsprechen. Dadurch können Energiekosten gesenkt werden.
- **Maximierung der Nutzung erneuerbarer Energien:** CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der Fabrik kann reduziert werden, indem durch Energieflexibilität der Verbrauch so angepasst wird, dass die Nutzung von erneuerbaren Energien vor Ort oder in der Nähe maximiert wird. Somit können indirekte Treibhausgas-Emissionen der Fabrik reduziert und potenzielle emissionsbezogene Kosten gesenkt werden.
- **Peak-Shaving (Lastspitzenglättung) und Lastausgleich des Strombedarfs:** Vermeidung der Notwendigkeit überdimensionaler Kapazitäten für die Versorgung von Spitzenlasten und somit Senkung der Nutzungsentgelte durch Reduzierung der Spitzenbedarfe
- **Verbesserung der Qualität der elektrischen Leistung:** Verbesserung des Gesamtleistungsfaktors einer Anlage, bspw. durch Maximierung des Volllastbetriebs der Elektromotoren, kann Stromkosten senken
- **Verbesserung der Energieinfrastruktur-Resilienz:** Erhöhung der Kapazität der Energieinfrastruktur, um sich schnell von Störungen zu erholen und die Versorgung von kritischen Lasten aufrechtzuerhalten, Vermeidung von potentiellen Kosten durch Ausfall der Energieinfrastruktur



Energiesynchronisationsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur Teilnahme

Kontakte

## Ziele bei der Umsetzung von Energieflexibilitätsmaßnahmen

Das SynErgie-Schnell-Check-Tool ermöglicht es Interessenten aus der Industrie und der breiten Öffentlichkeit, Informationen über die Einsatzmöglichkeiten von Energieflexibilität und deren Erlösmöglichkeiten zu erfahren. Dabei fungiert das Schnell-Check-Tool als erste Anlaufstelle, um Informationen zu Vermarktungsmöglichkeiten von Energieflexibilität einfach und verständlich zu erhalten. Dazu werden die Einsatzmöglichkeiten von Energieflexibilität anhand der vier übergeordneten Bereiche Netzentgeltoptimierung, Lastverschiebung am Spotmarkt, Eigenerzeugung sowie Systemdienstleistung aufbereitet und um einzelne Tools für erste Abschätzungen erweitert.

KOPERNIKUS  
SynErgie PROJEKTE  
Die Zukunft unserer Energie

HOME NETZENTGELTOPTIMIERUNG LASTVERSCHIEBUNG EIGENERZEUGUNG SYSTEMDIENTLEISTUNGEN

SYNERGIE SCHNELL-CHECK TOOL

OPTIMIEREN SIE IHRE ENERGIEKOSTEN UND NUTZEN SIE VORTEILE DURCH DEN EINSATZ VON ENERGIEFLEXIBILITÄT

WIR HELFEN IHNEN BEI DER ÖKONOMISCHEN BEWERTUNG

Energiekosten betragen oftmals einen nicht unerheblich großen Teil der gesamten Kosten Ihres Unternehmens. Ermitteln Sie mit unseren Online-Tools und Informationsservices, welche Möglichkeiten zur Kosteneinsparung bestehen und wie viel Potenzial für Kosteneinsparungen möglich wäre. Das Spektrum an Maßnahmen reicht von der Netzentgeltoptimierung, der aktiven Nutzung von Energieflexibilität zur Vermarktung an verschiedenen Energie- und Flexibilitätsmärkten bis hin zur Optimierung Ihrer Eigenerzeugung. Ermitteln Sie in wenigen Schritten, mit welchen Kosten, Kosteneinsparungen und Erlösen Sie durch die Einführung und Nutzung von Energieflexibilität überschlägig kalkulieren können. Mit konzeptionellen Berechnungen können Sie direkt selbst abschätzen, ob sich der Einsatz von Energieflexibilität lohnt und welche Maßnahmen geeignet für Ihr Unternehmen sind.

Das SynErgie Schnell-Check Tool. [Link zum Tool](#)

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

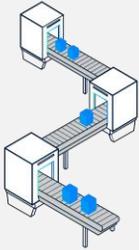
Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

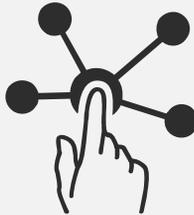
## Mehrwert der ESP

Neben der Erreichung monetär orientierter [Ziele der Umsetzung der Energieflexibilität](#) bietet die ESP einen Mehrwert für verschiedene Bereiche des Unternehmens, die nachfolgend aufgeführt werden.

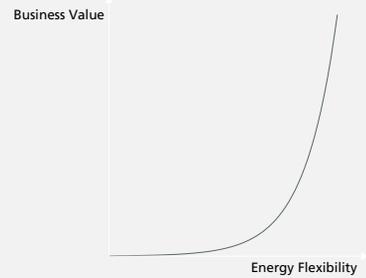
Transparenz



Offenheit



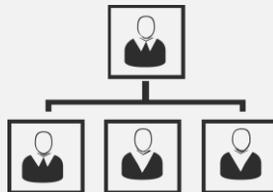
Flexibilität als Geschäftsmodell



Nachhaltigkeit



Organisationsstruktur



Interoperabilität



[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

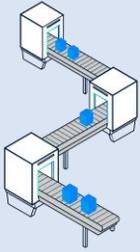
Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

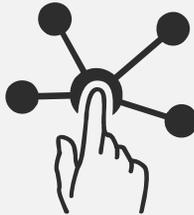
Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

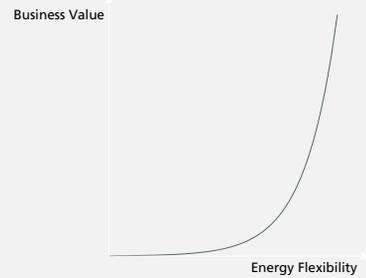
Transparenz



Offenheit



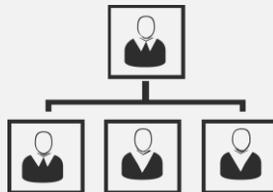
Flexibilität als Geschäftsmodell



Nachhaltigkeit



Organisationsstruktur



Interoperabilität



Die Nutzung von digitalen Technologien, Sensorik und Aktorik, wie sie im Rahmen von IoT oder Industrie 4.0 Verwendung finden, führt zur Generierung von Expertenwissen über Zusammenhänge und das Verhalten von Produktionsprozessen. So entstehen tiefere und neue Einblicke in Ihre Produktion und Produktionsinfrastruktur und den Energieeinsatz und es wird eine Basis für das betriebliche Energiemanagement geschaffen.

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

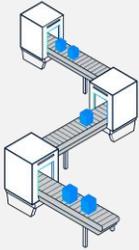
Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

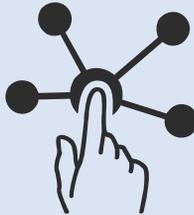
Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

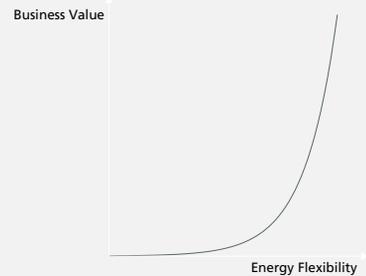
Transparenz



Offenheit



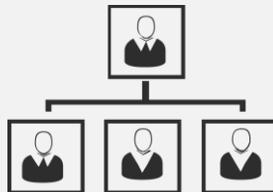
Flexibilität als Geschäftsmodell



Nachhaltigkeit



Organisationsstruktur



Interoperabilität



Auf Seiten der Unternehmensplattform können proprietäre Produkte integriert werden. Marktplattformsseitig wird der Wettbewerb zwischen den einzelnen (Service-) Anbietern durch die standardisierte Kommunikation und die Vermarktung von Flexibilität erhöht. Durch den erhöhten Wettbewerb ist eine zunehmend steigende Qualität mit verbessertem Preis-Leistungs-Verhältnis zu erwarten, welche dem Flexibilitätsanbieter bei der Vermarktung nochmals entgegenkommt. Die ESP verhindert zudem unternehmens- sowie marktseitige langfristige Vendor-Lock-In-Effekte. Durch die Integration von Flexibilität sowie die Standardisierung von Informationsflüssen und Schnittstellen schafft die ESP weitgehende Transparenz für die Vermarktung von Energieflexibilität und ermöglicht einen einfachen Zugang der Flexibilitätsanbieter zu neuen Services und Vermarktungsmöglichkeiten.

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

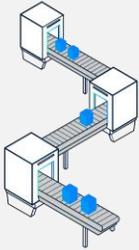
Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

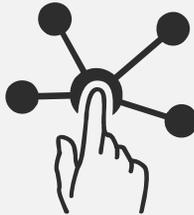
Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

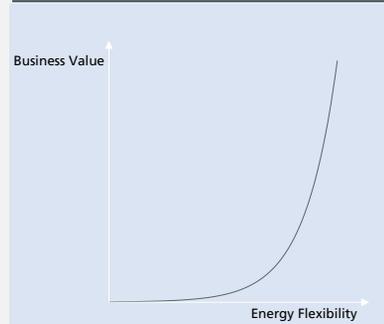
Transparenz



Offenheit



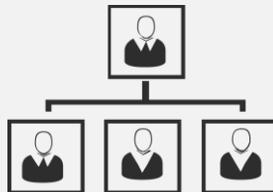
Flexibilität als Geschäftsmodell



Nachhaltigkeit



Organisationsstruktur



Interoperabilität



Durch den Einsatz von Flexibilität können neben einer Senkung der Strombeschaffungskosten, z. B. durch die Minimierung von Lastspitzen oder der Verschiebung des Stromverbrauchs hin zu Zeiten mit niedrigeren Strompreisen, weitere Erlöse mit dem Einsatz von Flexibilitäten für beispielsweise Systemdienstleistungen erwirtschaftet werden. Die informationstechnische Unterstützung der ESP mit Services auf der UP und MP ermöglicht es, die Wirtschaftlichkeit des Flexibilitätseinsatzes auf die individuellen Anforderungen und Gegebenheiten anzupassen und zu optimieren.

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

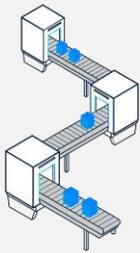
Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

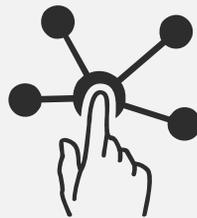
Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

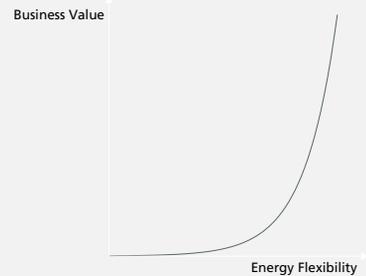
Transparenz



Offenheit



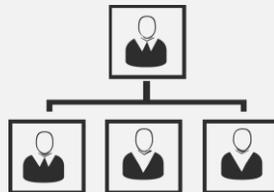
Flexibilität als Geschäftsmodell



Nachhaltigkeit



Organisationsstruktur



Interoperabilität



Bei produzierenden Industrieunternehmen gewinnt der Begriff der „Nachhaltigkeit“ zunehmend an Bedeutung. Sowohl ökologische, ökonomische als auch soziale Nachhaltigkeit sind Kriterien, an denen Unternehmen gemessen und von Investoren bewertet werden (Unruh et al. 2016; Birkel et al. 2019). Mit dem Einsatz von Energieflexibilität und damit einhergehender IT werden zu großen Teilen die Aspekte ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit adressiert. Durch die Flexibilisierung des Energieverbrauchs können mit der Verschiebung des Verbrauchs hin zu Zeiten mit erhöhtem Aufkommen von Erneuerbaren Energien die Treibhausgasemissionen gesenkt werden. Gleichzeitig sinken die Strombeschaffungskosten durch eine gezielte Ausnutzung von volatilen Strompreisen (Schott et al. 2019). Nichtsdestotrotz werden auch soziale Aspekte der Nachhaltigkeit, wie beispielsweise im zuvor aufgeführten Punkt – Stärkung der Organisationsstruktur – abgedeckt.

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisationsplattform (ESP)

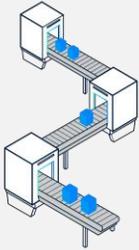
Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

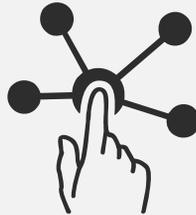
Befähigung zur Teilnahme

Kontakte

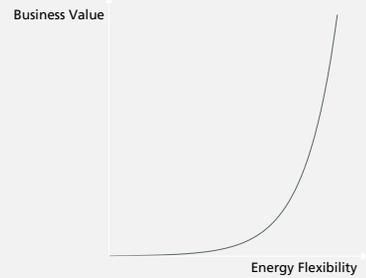
Transparenz



Offenheit



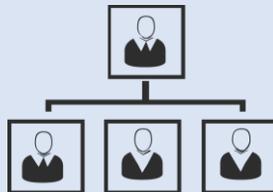
Flexibilität als Geschäftsmodell



Nachhaltigkeit



Organisationsstruktur



Interoperabilität



Die Auseinandersetzung mit Flexibilität und der Einführung zielgerichteter IT stärkt die abteilungsübergreifende Zusammenarbeit und das Rollenverständnis in der Organisation – die häufig vorzufindenden Silostrukturen können aufgebrochen werden. Bei den Prozessen der Flexibilitätsvermarktung sind eine Reihe von Abteilungen, von der technischen Instandhaltung bis hin zur Schichtplanung der Produktion, involviert. Das abteilungsübergreifende Zusammenspiel fördert neben dem Ziel der energieflexiblen Fabrik den unternehmensinternen Austausch und bietet Potenzial für Prozessoptimierungen in jeglicher Hinsicht.

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

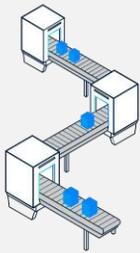
Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

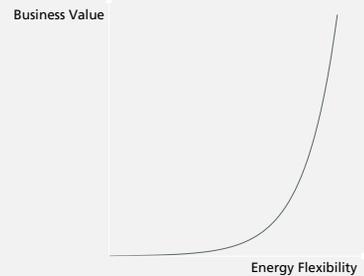
Transparenz



Offenheit



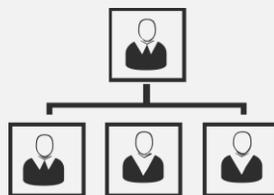
Flexibilität als Geschäftsmodell



Nachhaltigkeit



Organisationsstruktur



Interoperabilität



Bei der Implementierung der ESP wurde besonderes Augenmerk auf eine offene Gestaltung der Schnittstellen unter Verwendung etablierter Standards gelegt, um diese mit geringem Aufwand in bestehende Systemlandschaften zu integrieren. Durch den integrativen Charakter der ESP werden die Funktionalitäten bestehender IT-Systeme weiterhin verwendet und um die Zielgröße Energieflexibilität erweitert. Dadurch bleiben etablierte Prozesse erhalten, wodurch Kosten und Effizienzeinbußen durch Umrüstungen und Mitarbeiterumschulungen vermieden werden. Mit standardisierten Schnittstellen zwischen UP und MP sowie vermittelten Services reduziert sich der Implementierungsaufwand zur Flexibilitätsvermarktung. Folglich reduziert sich die Kopplung und damit die Komplexität von Informationssystemen zum Handel von Energieflexibilität. Zudem lassen sich neue innovative Services, welche den Funktionsumfang der ESP erweitern, durch Unternehmen selbst oder durch Independent Software Vendors unabhängig vom Plattformbetreiber entwickeln und anderen Plattformteilnehmern zur Verfügung stellen. Neben den Vorteilen der ESP ist für zukünftige Produktions-IT-Systeme eine offenere Gestaltung zur vollumfänglichen Integration erstrebenswert. Zwar existieren an unterschiedlichen Stellen Teillösungen zur Automatisierung, insbesondere die übergreifende Vernetzung und Aggregation von Daten und Informationen sind jedoch in Unternehmen oftmals mangelhaft.

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## IT-Sicherheit

Sicherer Zugang von Unternehmen zur Marktplattform

Sichere Anbindung neuer Services

Sicherheitskonzept

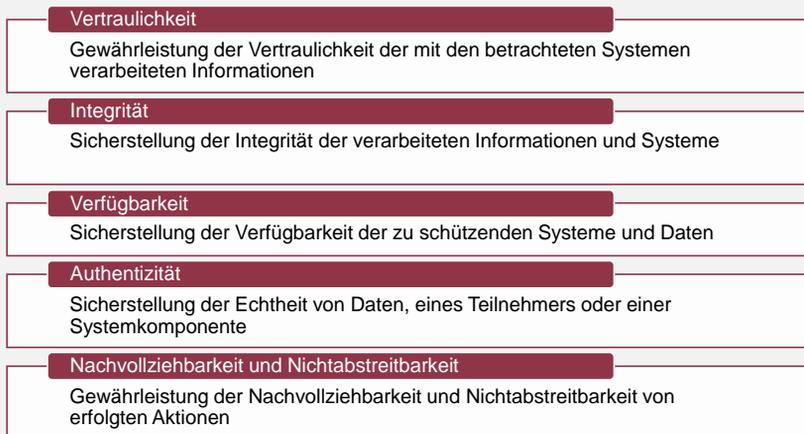
[zurück](#)

[weiter](#)



## Sicherer Zugang von Unternehmen zur Marktplattform

Für den sicheren Zugang von Unternehmen zur Marktplattform gilt es die folgenden Schutzziele und Grundwerte mit geeigneten technischen Maßnahmen zu garantieren:



Hierzu wurden Sicherheitsaspekte sowohl aus Sicht eines Unternehmens/einer Unternehmensplattform (Perspektive 1) als auch aus Sicht des Marktplattformbetreibers (Perspektive 2) berücksichtigt.



### Perspektive 1

- Schutz der Kommunikation zwischen Marktplattform und Unternehmensplattform gegen Abhören, damit Dritte nicht auf sensible Daten Zugriff erhalten (Vertraulichkeit)
  - Schutz der Daten vor Änderungen durch Dritte (Integrität)
- Verschlüsselung über TLS (Transport Layer Security) zur Sicherstellung von Vertraulichkeit und Integrität

### Perspektive 2

- Marktplattform muss erkennen, ob für die Kommunikation mit einem Unternehmen eine Berechtigung vorliegt und welche(s) Unternehmen/ Unternehmensplattform mit ihr kommuniziert
- Authentifizierung durch Clientzertifikate für die Authentifizierung von Unternehmen an der Marktplattform

Während der erstmaligen Registrierung wird ein Unternehmen mittels Zwei-Faktor-Authentifizierung eindeutig identifiziert und authentifiziert. Hierzu sind die folgenden Schritte notwendig:

1. Registrierung an der Marktplattform mit Unternehmensname, E-Mail-Adresse und Anschrift; dabei Erzeugung von Benutzernamen und Passwort
2. Bestätigung der E-Mail-Adresse sowie Überprüfung der Eingabedaten mit dem Handelsregister
3. Versand eines Aktivierungslinks auf dem Postweg (Medienbruch)
4. Zertifikatsgenerierung und – ausstellung: Erstellung von X.509-Zertifikaten mittels PKI

Die Kommunikation zwischen Unternehmen und Marktplattform wird mittels der X.509-Zertifikate und TLS-Verschlüsselung vor dem Zugriff/Abhören durch Dritte geschützt. Zur Vergabe von Zertifikaten an Unternehmen verfügt die Marktplattform über eine eigene Public Key-Infrastruktur.

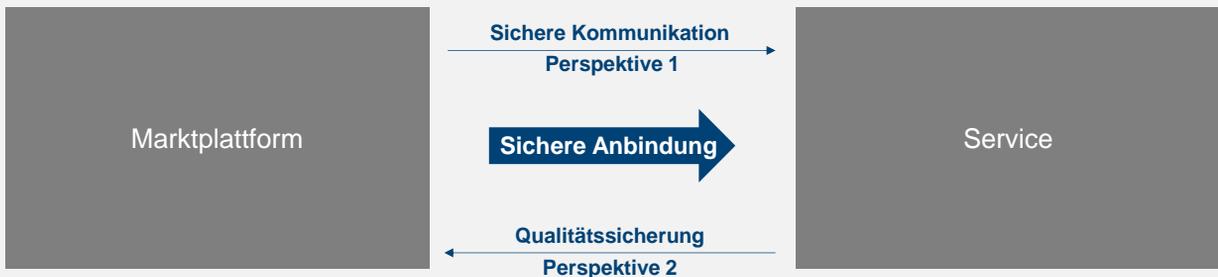


## Sichere Anbindung neuer Services

Neben der Sicherstellung der sicheren Kommunikation zwischen Service und der Marktplattform wurde auch ein Konzept erarbeitet, welches optional von Unternehmen und Services verwendet werden kann, um entsprechend der IT-Schutzziele zu kommunizieren.

Mithilfe des erarbeiteten Konzepts des sicheren Zugangs von Services zur Marktplattform wird sichergestellt, dass Sicherheitsaspekte sowohl aus Sicht eines Service-(providers) als auch aus Sicht des Marktplattformbetreibers adressiert und umgesetzt werden. Durch die Zwei-Faktor-Authentifizierung während der erstmaligen Registrierung wird ein Unternehmen eindeutig identifiziert und authentifiziert. Mit der Überprüfung der Eingabedaten mit dem Handelsregister, dem Versand eines Aktivierungslinks auf dem Postweg (Medienbruch) und durch eine PKI erstellte X.509-Zertifikate wird die Identifikation und Authentifizierung von Unternehmen sichergestellt. Die Kommunikation zwischen Unternehmen und Marktplattform wird mittels der X.509-Zertifikate und TLS-Verschlüsselung vor dem Zugriff/Abhören durch Dritte geschützt.

Dabei sind zwei Perspektiven zu berücksichtigen: Die Anbindung eines Services muss sicher sein (Perspektive 1). Zudem muss sichergestellt werden, dass die angebotenen Services erforderliche Anforderungen erfüllt (Perspektive 2).



### Perspektive 1

Die Kommunikation zwischen der Marktplattform und einem Service sollte bestmöglich gegen Abhören (Vertraulichkeit) und Veränderung (Integrität) geschützt werden. In vorhergehenden Meilensteinen wurde eine Verschlüsselung über TLS als geeignet identifiziert. Um die Authentizität von Marktplattform und Service bei der Kommunikation sicherzustellen, werden Zertifikate von der Root-CA der Marktplattform verwendet.

### Perspektive 2

Um die Akzeptanz der Plattform zu erhöhen, muss die Qualität der Services sichergestellt werden. Um die Qualität der Services zu bestätigen, wird den Services ein Zertifikat durch die Marktplattform ausgestellt, welches die Erfüllung von den Qualitätsmindestanforderungen belegt. Je nach Entwicklungsstadium und Reifegrad der Marktplattform sind die Mindestanforderungen an die Services unterschiedlich. Im Produktivsystem sind dann die Anforderungen, resultierend aus der Einstufung der Services nach dem jeweiligen Sicherheits-Level.



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

### Sichere Anbindung neuer Services

Um die Kommunikation zwischen den Unternehmensplattformen und den Services nach den IT-Schutzziele sicherzustellen, kann die von der Marktplattform zur Verfügung gestellte Identitätsinfrastruktur in Verbindung mit der TLS-Verschlüsselung genutzt werden. Die Marktplattform stellt den Unternehmen und den Serviceprovidern Zertifikate bereit, welche genutzt werden, um sich gegenüber der Marktplattform zu authentifizieren. Dies kann auch zur gegenseitigen Authentifizierung genutzt werden.

Die Verwendung des Identity-Services der Marktplattform ist optional. Wenn Unternehmen und Service entscheiden, die Infrastruktur nicht zu nutzen, können diese über eine eigene bilaterale Lösung kommunizieren.

Technisch wird die Public-Key-Infrastruktur der Marktplattform genutzt. Die Unternehmensplattform nutzt das von der Root-CA (Marktplattform) erhaltene Intermediate-Zertifikat, um sich gegenüber dem genutzten Service zu authentifizieren. Der Service nutzt wiederum das erhaltene End-Entity-Zertifikat, um sich gegenüber dem nutzenden Unternehmen zu authentifizieren.

Um den Nutzern der Marktplattform ein funktionsfähiges und qualitatives Angebot zur Verfügung zu stellen, werden die Services von der Marktplattform überprüft, ob die Mindestanforderungen (z.B. Registrierungspflicht, Bereitstellen von Dokumentationen,...) erfüllt werden.

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisationsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur Teilnahme

Kontakte

## Sicherheitskonzept

Das Sicherheitskonzept beinhaltet die Definition von IT-Sicherheitsmaßnahmen um eine Risikominimierung zu erzielen. Die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen leiten sich aus der Bestimmung des Sicherheitslevels für alle Softwarekomponenten der ESP (Services und Kernkomponenten) und des Threat-Modelings mit der Ermittlung möglicher Angriffe ab.

### Sicherheitslevel

Über das Sicherheitslevel wird festgelegt, welche Anforderungen zu erfüllen sind, um einen bestimmten Grad an Sicherheit zu erlangen. Mit dem Sicherheitslevel ist ein ausgewogenes Verhältnis zwischen der erforderlichen Sicherheit und den Kosten der Maßnahmen zu erwirken. Der Sicherheitslevel wird mittels des Schutzniveaus und der Risikostufe in einer Matrix ermittelt.

### Threat-Modeling

Threat-Modeling ist ein Prozess zur Bestimmung von Sicherheitsanforderungen. Der Fokus liegt auf der Fragestellung, welche Gefahren bei der Verwendung der Software aufgetreten können. Unter Gefahr werden alle ungewollten Ereignisse und Interaktionen mit negativen Auswirkungen verstanden. Darauf aufbauend werden Gegenmaßnahmen zur Reduktion von Risiken und deren potenziellen Schäden abgeleitet.

Ein sogenanntes Security-Life Cycle Management begleitet dann die Plattformen und Services in allen Entwicklungs- und Betriebsphasen. Der Lebenszyklus begleitet die Produkte von der ersten Idee bis zur Entsorgung bzw. Deinstallation. Die Anforderungen an die Sicherheitslevel variieren dabei zwischen den unterschiedlichen Lebensphasen (vgl. Abbildung unten rechts), je nach angestrebten Sicherheitslevel.

Es betrachtet die sicherheitsrelevanten Aspekte der Services und damit die Aufrechterhaltung des Sicherheitsniveaus von der ersten Idee über die Umsetzung, den Betrieb, bis hin zur Außerbetriebnahme. Dadurch wird eine kontinuierliche Berücksichtigung von Sicherheitsbelangen gewährleistet.

Das Security-Life Cycle Management verfolgt die folgenden allgemeinen Ziele:

- Schutz des Kunden durch sichere Software
- Reduzierung der Anzahl an Schwachstellen und Verringerung des Schweregrads von Vorfällen
- Berücksichtigung von Compliance-Anforderungen
- Proaktiv, vorausschauend Anforderungen definieren
- Eliminieren von Redundanzen, Koordination der Prozesse und Steigerung der Produktivität
- Kostenreduktion: Fehlerbehebung nach dem Release sind deutlich teurer als während der Entwicklung
- Steigerung des Vertrauens



[Quelle und weitere Informationen](#)

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Befähigung zur Teilnahme

Voraussetzungen

Identifikation von Energieflexibilitätsmaßnahmen

Schritte zur Umsetzung

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisationsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur Teilnahme

Kontakte

## Voraussetzungen



Technische Voraussetzungen



Rechtliche Voraussetzungen



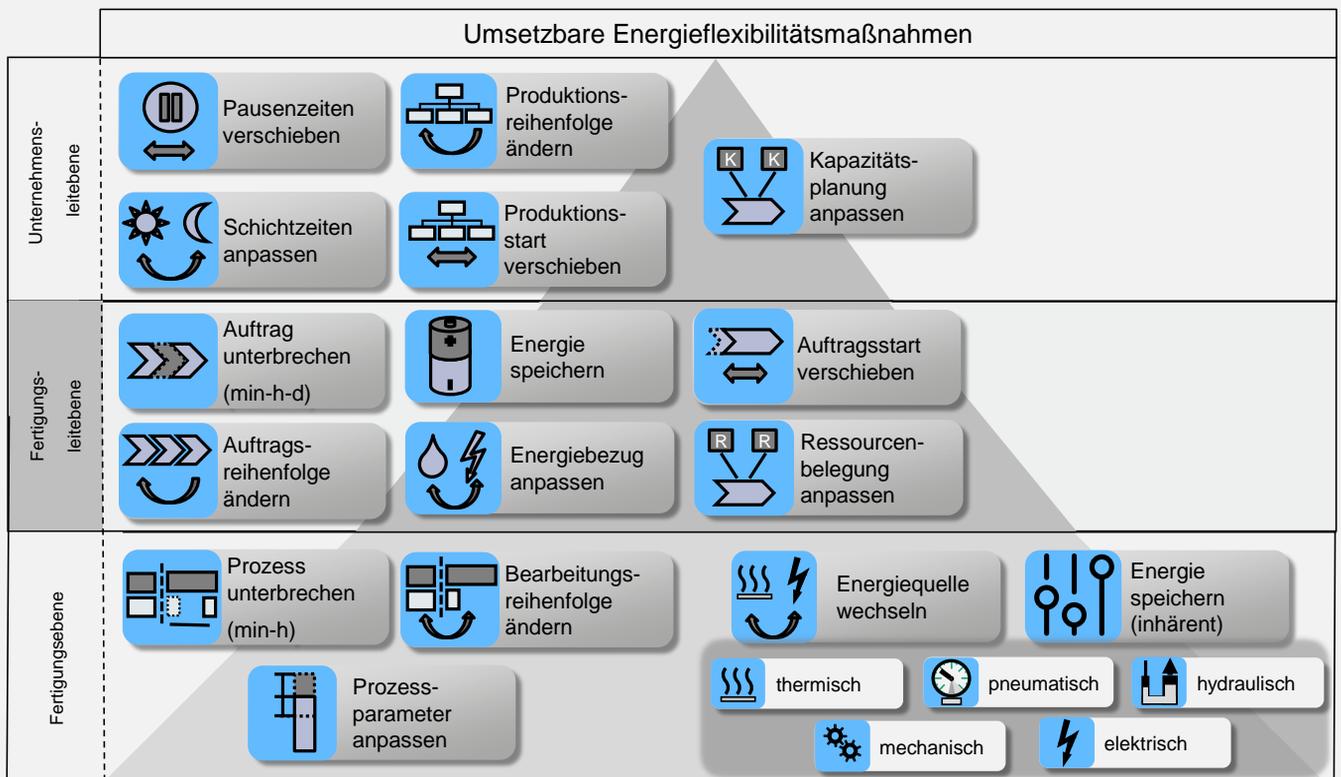
Infrastrukturelle Voraussetzungen



Organisatorische Voraussetzungen

Eine essentielle Voraussetzung beim Einsatz von Energieflexibilität ist das Vorhandensein von Energieflexibilitätsmaßnahmen im Produktionssystem. Deren technisches Potenzial bestimmt maßgeblich alle weiteren wirtschaftlichen Potenziale und Vermarktungsmöglichkeiten.

Flexibilitätsmaßnahmen sind unternehmensindividuell und u.a. abhängig von der jeweiligen Branche, den eingesetzten Anlagen und organisatorischen Aspekten. Generelle Energieflexibilitätsmaßnahmen lassen sich dennoch definieren und strukturieren. Nachfolgend sind umsetzbare Energieflexibilitätsmaßnahmen anhand der Automatisierungspyramide aufgeführt.



[Quelle und weitere Informationen](#)

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisationsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur Teilnahme

Kontakte

## Voraussetzungen



Technische Voraussetzungen



Rechtliche Voraussetzungen

Gesetze

Verordnungen



Infrastrukturelle Voraussetzungen



Organisatorische Voraussetzungen

Hinsichtlich der Vermarktung von Flexibilität existieren verschiedene Gesetze auf der nationalen Ebene, welche für die Vermarktung von Energieflexibilität relevant sind. Die nachfolgende Tabelle führt eine Auswahl mit Inhalt und Beschreibung der Relevanz auf.

Gesetz	Inhalt des Gesetzes	Relevanz für Energieflexibilität
Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)	Das Gesetz definiert die Rahmenbedingungen für eine sichere, preisgünstige, verbraucherfreundliche und umweltverträgliche Versorgung mit Strom und Gas. Es reguliert die Strom- und Gasversorgungsnetze, um einen unverfälschten Wettbewerb zu garantieren und setzt das europäische Recht im Bereich der leitungsgelassenen Energieversorgung um.	Das EnWG trifft zentrale Festlegungen über Aufgaben verschiedener Rollen im Stromsystem und definiert somit Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz von Flexibilität zur Systemstabilisierung.
Stromsteuergesetz (StromStG)	Das Gesetz regelt die Besteuerung von Strom sowie die Ermäßigung oder die Befreiung von der Steuer unter bestimmten Voraussetzungen.	Die Stromsteuer ist ein maßgeblicher Bestandteil des Strompreises für die meisten Verbraucher. Eine Änderung der Stromsteuer kann das Preissignal der Strommärkte und somit die Anreize für Flexibilität daher maßgeblich beeinflussen.
Messstellenbetriebsgesetz (MsbG)	Das Gesetz regelt insbesondere den Einbau und Betrieb intelligenter Messsysteme (Smart Meter) sowie die energiewirtschaftliche Kommunikation von Messwerten.	Erst durch intelligente Messsysteme kann Flexibilität wirtschaftlich durch Stromverbraucher verwertet werden. Der großräumige Smart-Meter-Rollout schafft die technischen Voraussetzungen, um auch die Flexibilität von kleinen Verbrauchern zu erschließen.
Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)	Mit dem Gesetz soll die Weiterentwicklung von Technologien aus erneuerbaren Energien gefördert werden und Kostensenkungen erreicht werden.	Durch das EEG werden die Rahmenbedingungen für die volatilen Einspeiser beschrieben und damit mittelbar auch der Bedarf an Flexibilität im Stromsystem beeinflusst.

Quelle: Meilensteinbericht IV.1.3.1

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisationsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur Teilnahme

Kontakte

## Voraussetzungen



Technische Voraussetzungen



Rechtliche Voraussetzungen

Gesetze

Verordnungen



Infrastrukturelle Voraussetzungen



Organisatorische Voraussetzungen

Hinsichtlich der Vermarktung von Flexibilität existieren weiterhin mehrere Verordnungen auf der nationalen Ebene, welche für die Vermarktung von Energieflexibilität relevant sind. Die nachfolgende Tabelle führt eine Auswahl mit Inhalt und Beschreibung der Relevanz auf.

Verordnung	Inhalt der Verordnung	Relevanz für Energieflexibilität
Stromnetzzugangsverordnung (StromNZV)	Die Verordnung regelt die Bedingungen für die Einspeisung von elektrischer Energie in die Stromnetze sowie die zeitgleiche Entnahme von Strom an räumlich davon entfernten Entnahmestellen, sowie Ausgleichs- und Bilanzkreismanagement.	Die Festlegungen zum Ausgleichs- und Bilanzkreismanagement setzen die zentralen Anreize für Verbraucher, den mit dem Fahrplan kommunizierten Baseline-Lastgang einzuhalten.
Stromnetzentgeltsverordnung (StromNZV)	Die Verordnung regelt die Methode zur Bestimmung der Entgelte für den Zugang zu den Übertragungs- und Verteilnetzen (Netzentgelte), für die Durchleitung von Strom zu den Verbrauchern sowie für dezentrale Einspeisungen.	Die Netzentgelte und mögliche Reduzierungen sind ein wichtiger Faktor, den Unternehmen bei der Flexibilitätsvermarktung immer berücksichtigen müssen.
Abschaltbare Lastenverordnung (AbLaV)	Zweck der Verordnung ist die Erschließung von Lastmanagementpotenzialen für die Sicherheit des Stromversorgungssystems auf Übertragungsnetzebene.	Mit dieser Verordnung wurde ein zusätzliches Vermarktungsinstrument für große Lasten geschaffen, womit eine hohe Relevanz für SynErgie gegeben ist.
Netzreserveverordnung (NetzResV)	Die Verordnung regelt das Verfahren der Beschaffung der Netzreserve, den Einsatz von Anlagen in der Netzreserve sowie Anforderungen an Anlagen in der Netzreserve.	Im Fall von Eigenerzeugung von Strom kann bei großen Kraftwerken die Notwendigkeit bestehen, dass diese Anlagen für die Netzreserve vorgesehen werden und nicht für anderweitige Flexibilität verfügbar sind.
Anreizregulierungsverordnung (ARegV)	Die Verordnung enthält die Bestimmung der Entgelte für den Zugang zu Stromversorgungsnetzen, sowie Bestimmungen zur Ermittlung der zulässigen Erlösobergrenze des Netzbetreibers aus den Netzentgelten.	Durch die Anreizregulierung werden aktuell Flexibilitätseinsätze von Verteilnetzbetreibern außerhalb des Netzausbaus verhindert. Für die Umsetzung lokaler Flexibilitätsmärkte bedarf es hier Reformen.
Niederspannungsanschlussverordnung (NAV)	Regelt die allgemeinen Bedingungen, zu denen Netzbetreiber Letztverbraucher an ihr Niederspannungsnetz anschließen, sowie Vorgaben zum Inhalt des Netzanschlussvertrags.	Gegebene Leistungsgrenzen die in den Netzanschlussverträgen festgelegt sind, können unter Umständen eine erhöhte Flexibilitätsvermarktung verhindern, selbst wenn die technische Kapazität noch nicht ausgereizt ist.
Durchschnittsstrompreisverordnung (DSPV)	Die Verordnung legt fest, wie die durchschnittlichen Strompreise für die Berechnung der Stromkostenintensität in der besonderen Ausgleichsregelung berechnet werden.	Die besondere Ausgleichsregelung kann zu einer Reduzierung der EEG-Umlage führen, womit die Preissignale besser beim Verbraucher ankommen und somit die Anreize für Flexibilität erhöht werden.

Quelle: Meilensteinbericht IV.1.3.1

[zurück](#)

[weiter](#)



## Voraussetzungen



### Technische Voraussetzungen



### Rechtliche Voraussetzungen



### Infrastrukturelle Voraussetzungen



### Organisatorische Voraussetzungen

Der Einsatz der Unternehmensplattform erfordert definierte Schnittstellen zur Datenübertragung zu bestehenden Systemen eines Unternehmens. Nachfolgende Kriterien erläutern die Anforderungen am Beispiel der Produktionsinfrastruktur.

Der **Vernetzungsgrad der Produktionsinfrastrukturkomponente** gibt an, ob die betrachtete Komponente automatisierungstechnisch an eine übergeordnete Kommunikationseinheit (wie z.B. ein Fertigungsleitsystem oder Enterprise Resource Planning System) angebunden ist. Ist der Vernetzungsgrad der Komponente hoch, ist sie grundsätzlich mit einem geringeren Aufwand energieflexibel einsetzbar.

Die **Art der verbauten Sensoren**, mit der die Produktionsinfrastruktur ausgestattet ist, ist entscheidend zur Ausschöpfung vorhandener Energieflexibilitätspotenziale. Zur automatisierungstechnischen Anbindung und zur energieflexiblen Ansteuerung durch die Unternehmensplattform muss fehlende Sensorik identifiziert und gegebenenfalls nachgerüstet werden.

**Steuerungsfunktionen oder Regelkreise**, welche bereits implementiert oder hinterlegt sind, müssen bei der Ansteuerung durch die übergeordnete Unternehmensplattform beachtet werden, um Energieflexibilitätsmaßnahmen gezielt einzusetzen.

Ein **Konzept zur Datenverarbeitung** unter Berücksichtigung der Steuerungsfunktionen und des Vernetzungsgrads der Produktionsinfrastruktur erstellt werden. Dabei muss erfasst werden, wo und mit welcher Genauigkeit Sensordaten erfasst und weiterverarbeitet werden, um zu identifizieren, wo Daten in zu grober Form vorliegen.

[Quelle und weitere Informationen:](#) SynErgie Buch 2019, S. 354 ff.



## Voraussetzungen



### Technische Voraussetzungen



### Rechtliche Voraussetzungen



### Infrastrukturelle Voraussetzungen



### Organisatorische Voraussetzungen

Zur Durchführung einer energieflexiblen Produktion sind eine Reihe von Akteuren der Unternehmen einzubinden. Dies ist durch strategische, taktische und operative Maßnahmen begründet, die in der betrieblichen Praxis zum Tragen kommen.

Auf der **strategischen Ebene** ist die Unternehmens- und Werksleitung einzubinden. Sie trifft Entscheidungen zu übergeordneten Zielgrößen, wie benötigte Investitionen und Marktzugängen. Der Betriebsrat vertritt dabei die Arbeitnehmerseite und ist einzubinden, wenn z.B. Flexibilisierungsmaßnahmen Auswirkungen auf die Arbeitszeitregelungen haben oder sonstige Einschränkungen entstehen.

Die **taktische Ebene** enthält die Beschaffung. Diese hat die Material- und Energiebeschaffung zu verantworten und daher ggf. Anpassungen durch Flexibilitätsmaßnahmen vorzunehmen. Der Vertrieb ist dann einzubeziehen, wenn Flexibilisierungsmaßnahmen Auswirkungen auf Liefertermine bewirken.

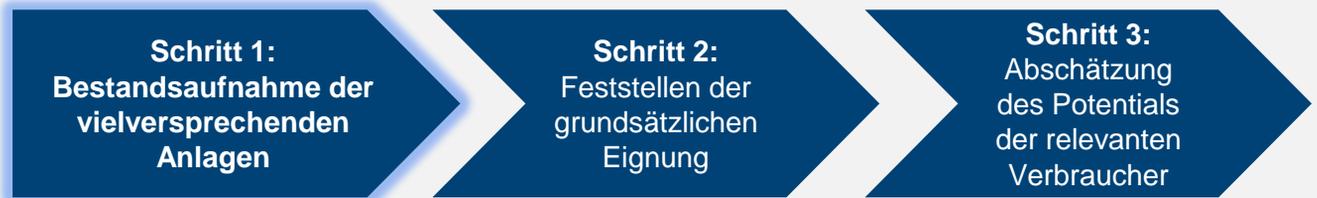
Die **operative Ebene** bilden die Produktionsplanung und –steuerung (PPS), das Energiemanagement sowie die Produktion selbst. Dabei kommt der PPS die Koordination von Aufträgen zu und damit die Abstimmung zwischen logistischen Zielen und den durch den Anlageneinsatz entstehenden Energieverbrauch mit möglichen Flexibilisierungsmaßnahmen. Das Energiemanagement plant und betreibt die Erzeugungs- und Verbrauchseinheiten und hat daher Auswirkungen auf den Lastgang des Unternehmens. Eine Koordination mit der PPS ist häufig erforderlich. Die Produktion setzt die Maßnahmen der PPS um und ist daher aktiv einzubeziehen.

[Quelle und weitere Informationen](#)



## Identifikation von Energieflexibilitätsmaßnahmen

Um die mögliche Energieflexibilität der eigenen Prozesse und damit die Potentiale einer Teilnahme an der ESP abschätzen zu können, kann auf die im Folgenden beschriebene methodische Vorgehensweise zurückgegriffen werden.



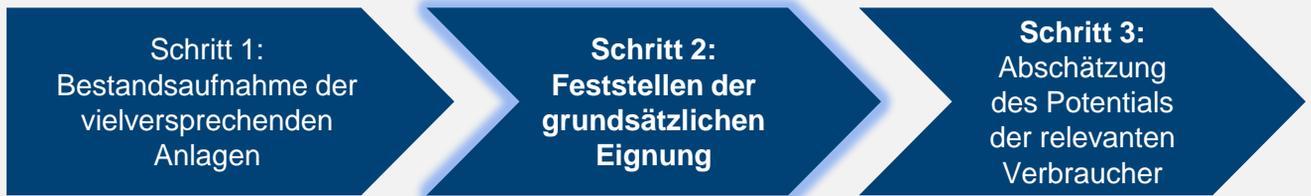
### Schritt 1: Bestandsaufnahme von vielversprechenden Anlagen:

- Auflistung der Anlagen, die ggf. für eine Flexibilisierung in Frage kommen (bspw. Energiewandler, Nutzenergiespeicher, Produktspeicher)
- Prädestiniert sind hierbei Anlagen mit hohem elektrischen Energiebedarf und Verbraucher, die Prozesse mit einem hohen Nutzenergiebedarf versorgen
- Empfehlenswert ist Zurückgreifen auf Analysen aus Energieaudits, bei denen die Hauptenergieverbraucher in der Fabrik identifiziert werden



## Identifikation von Energieflexibilitätsmaßnahmen

Um die mögliche Energieflexibilität der eigenen Prozesse und damit die Potentiale einer Teilnahme an der ESP abschätzen zu können, kann auf die im Folgenden beschriebene methodische Vorgehensweise zurückgegriffen werden.



### Schritt 2: Feststellen der grundsätzlichen Eignung

Anhand von vier Kriterien können interessierte Unternehmen überprüfen, inwiefern ihre Anlagen und Prozesse für energieflexiblen Betrieb geeignet sind. Die Kriterien lauten:

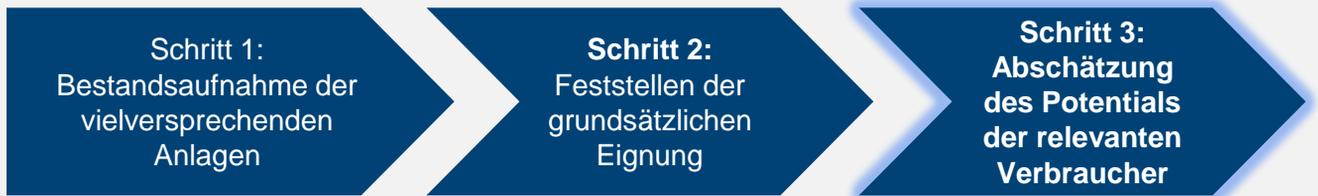
- Prognostizierbarkeit: Bedarf, den die Anlage deckt, muss prognostizierbar sein (z.B. bestimmte Produktmenge, die zu produzieren ist). Ist Prognose nicht möglich, kann das Flexibilitätspotential der Anlage nicht für ein Lastmanagement genutzt werden
- Kontrollierbarkeit: das industrielle System (bspw. ein Produktionsprozess/eine Anlage) muss im Hinblick auf Variationen in seinem Betriebszustand kontrollierbar sein, d.h. der Betrieb der Prozesse sollte zeitlich und mengenmäßig zu einem gewissen Grad wählbar sein
- Kritikalität: Die Qualität des Produktes im Industriesystem und die Kontinuität der Produktionsprozesse sollten sich durch die Änderung des Betriebszustandes nicht verschlechtern
- Entkopplungsgrad: Der Energieinput des Systems sollte zu einem gewissen Grad vom Energieoutput entkoppelt sein, bspw. durch Puffermöglichkeiten im System

Können diese Kriterien zumindest zu einem gewissen Grad bereits erfüllt werden oder durch Aufrüstung nachgebessert werden, besteht eine grundsätzliche Eignung des Industriesystems für den energieflexiblen Betrieb. Im Detail ist diese prinzipielle Eignung mit einem Ansprechpartner abzuklären.



## Identifikation von Energieflexibilitätsmaßnahmen

Um die mögliche Energieflexibilität der eigenen Prozesse und damit die Potentiale einer Teilnahme an der ESP abschätzen zu können, kann auf die im Folgenden beschriebene methodische Vorgehensweise zurückgegriffen werden.



### Schritt 3: Abschätzung des Energieflexibilitätspotentials der relevanten Verbraucher

- Quantifizierung des technischen Flexibilitätspotentials einer Produktionsanlage hängt von zahlreichen Faktoren ab (z.B. aktueller und zukünftiger Nutzenergiebedarf, Anlagenwirkungsgrad, Produktionsauslastung) und ist dementsprechend komplex
- Für eine grobe Abschätzung des technischen Potentials können zwei Indikatoren herangezogen werden:
  - Leistungsindikator (LI): Für erste grobe Priorisierung kann Anschlussleistung der zu flexibilisierenden Anlage herangezogen werden. Bei teillastfähigen Anlagen wird empfohlen, den LI über den gemittelten elektrischen Leistungsbedarf abzuschätzen. Bei Anlagen mit möglichem Energieträgerwechsel ist bivalente Betriebsweise möglich und der Leistungsindikator wird mit der Nennleistung des elektrischen Erzeugers abgeschätzt. Diese Informationen können aufwandsarm von Typenschildern oder technischen Anlagenplänen abgelesen werden.
  - Zeitindikator (ZI): Maß für die Zeit, in der eine Anlage für Flexibilitätseinsatz verfügbar und somit nicht vollständig ausgelastet ist

Nach Anwendung dieser drei Schritte kann qualitativ und zumindest grob quantitativ beurteilt werden, inwiefern einzelne Anlagen für den energieflexiblen Betrieb geeignet sind.



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung &  
Konfiguration  
UP\*

Integration

Einrichtung  
EFMS\*\*\*\*

### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung  
(Funktions-  
nachweis)

Marktplatz-  
auswahl

Inserieren von  
Flexibilität

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

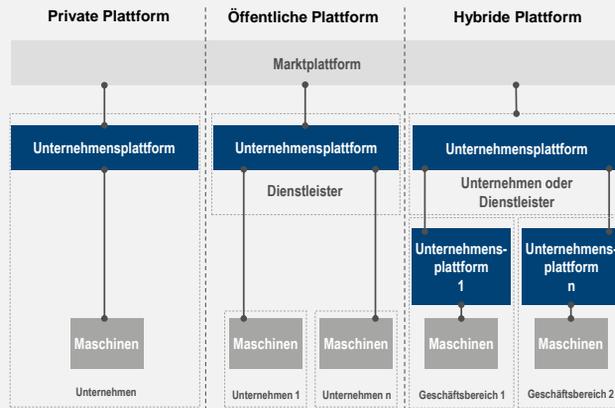
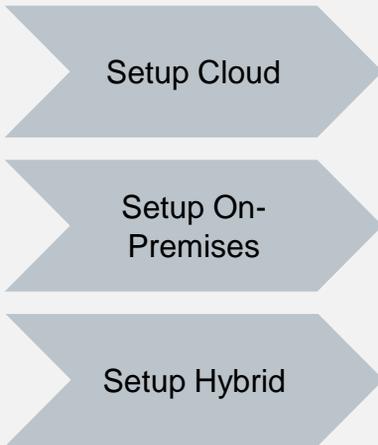
IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform



### Anbindung an die Marktplattform



\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

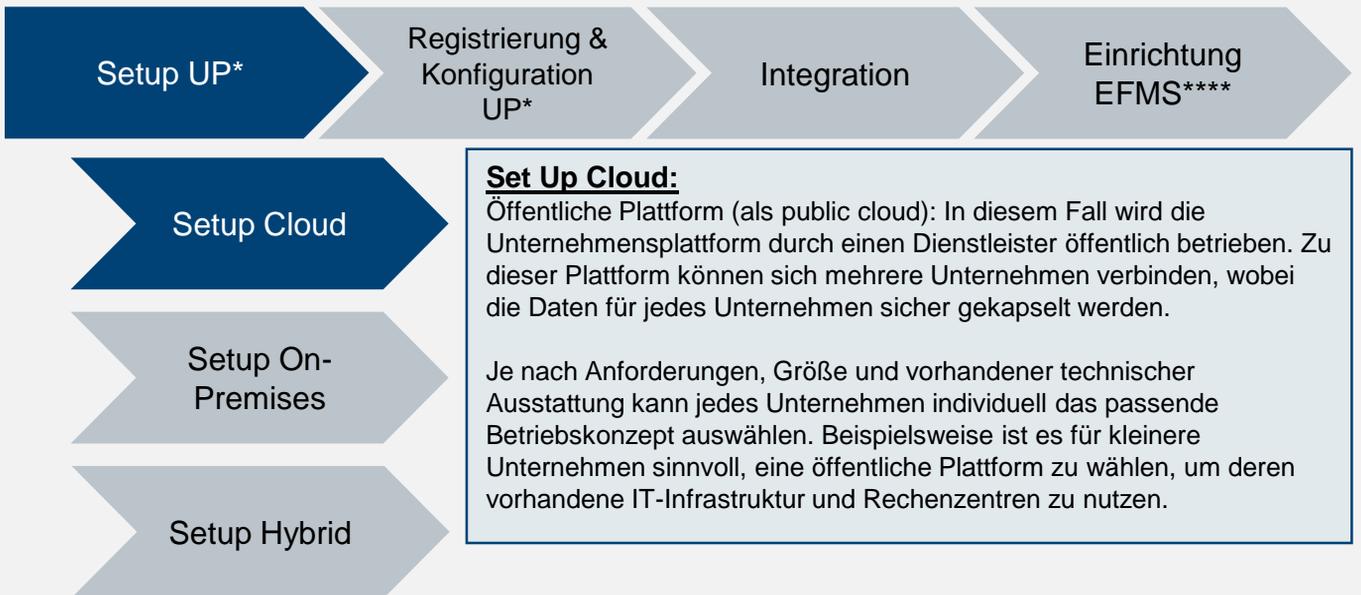
IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform



### Anbindung an die Marktplattform



\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

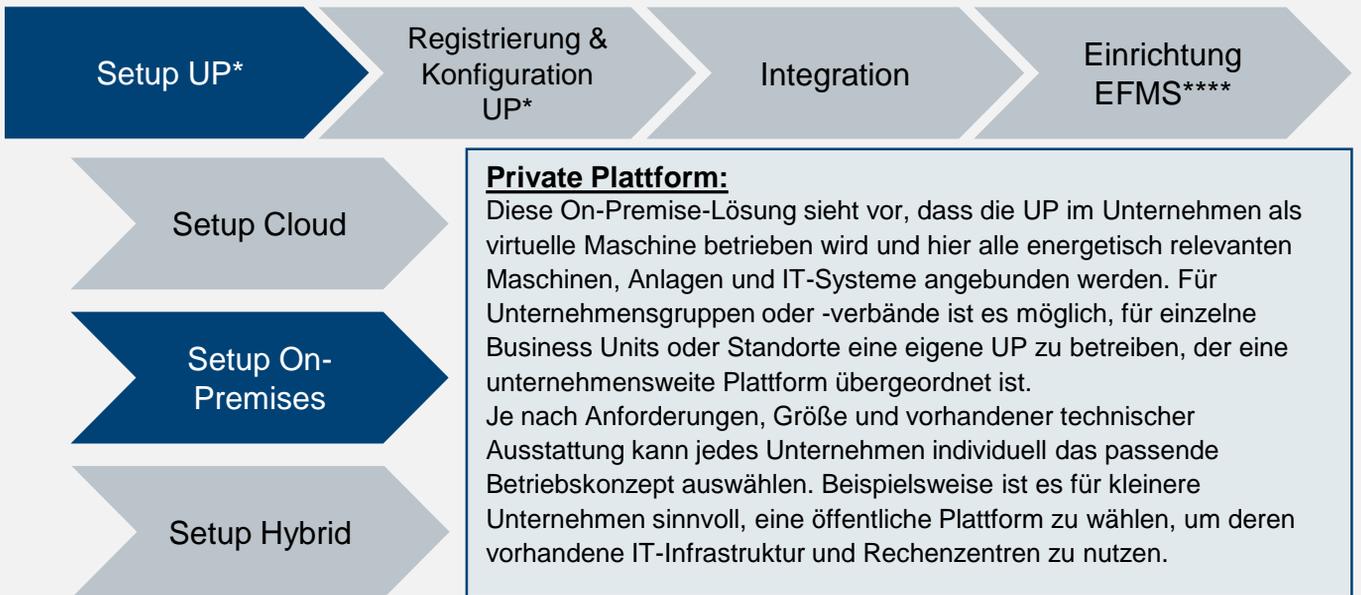
IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform



### Anbindung an die Marktplattform



\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

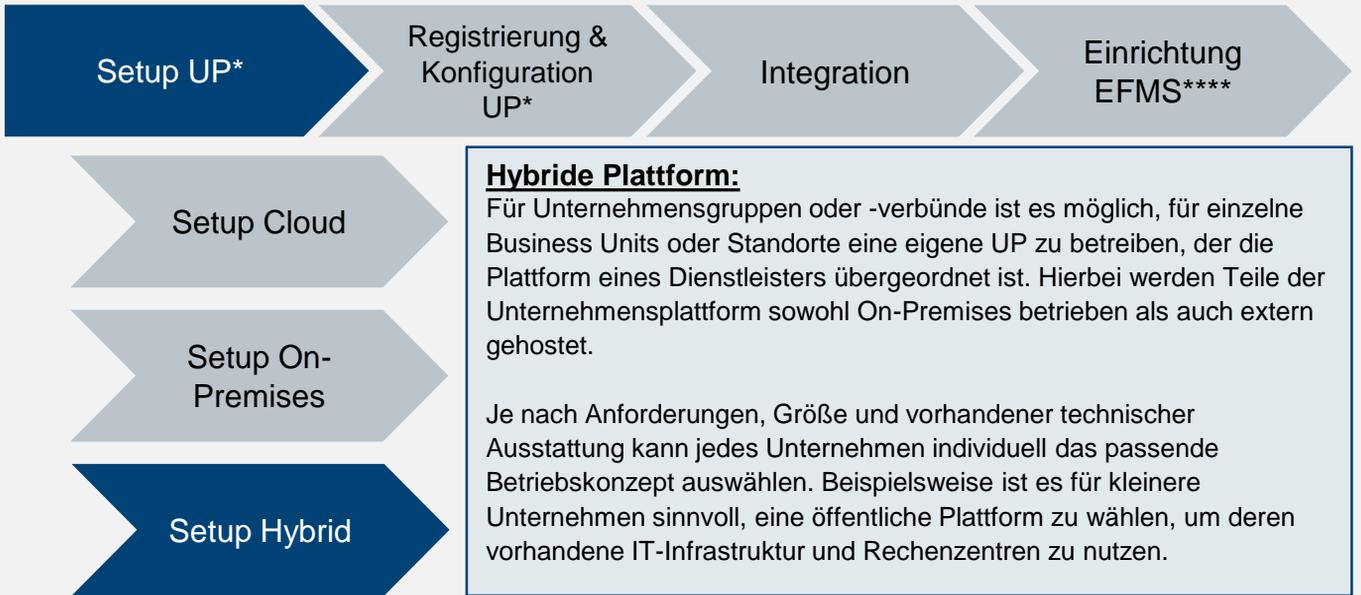
IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform



### Anbindung an die Marktplattform



\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform



### Anbindung an die Marktplattform



\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung &  
Konfiguration  
UP\*

Integration

Einrichtung  
EFMS\*\*\*\*

Zertifikats-  
verwaltung

MP\*\*  
Schnittstelle  
konfigurieren

MIBS\*\*\*  
einrichten

#### **Beantragung und Verwaltung von Nutzerzertifikaten:**

Um den sicheren Zugang von Unternehmen zu gewährleisten, wurde ein Prozess zur Erstellung von Authentifizierungsmerkmalen für eine Zwei Faktor Authentifizierung ausgearbeitet, der neben der Erzeugung von Benutzernamen und Passwörtern einen Aktivierungscode postalisch versendet und X 509 Zertifikate zur eindeutigen Identifizierung und der TLS Verschlüsselung der Kommunikation ausstellt.

### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung  
(Funktions-  
nachweis)

Marktplatz-  
auswahl

Inserieren von  
Flexibilität

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung &  
Konfiguration  
UP\*

Integration

Einrichtung  
EFMS\*\*\*\*

Zertifikats-  
verwaltung

MP\*\*  
Schnittstelle  
konfigurieren

MIBS\*\*\*  
einrichten

#### **MP Schnittstelle konfigurieren:**

Für die Konfiguration der UP/MP Schnittstelle ist eine Registrierung erforderlich. Diese wird von der UP bei der MP angefragt. Ist die Validierung des Antrags auf der MP erfolgreich, werden Mandanten sowie ein Zugang für eine MP-Testumgebung angelegt und die Zugangsdaten an das anfragende Unternehmen versendet. Sofern die Überprüfung des anfragenden Unternehmens erfolgreich ist, werden die UP Mandanten aktiviert und deren Zugangsdaten erzeugt sowie postalisch verschickt.

(Nach Einloggen: Einführung und Tutorial, + Link zur Community)

### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung  
(Funktions-  
nachweis)

Marktplatz-  
auswahl

Inserieren von  
Flexibilität

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung &  
Konfiguration  
UP\*

Integration

Einrichtung  
EFMS\*\*\*\*

Zertifikats-  
verwaltung

MP\*\*  
Schnittstelle  
konfigurieren

MIBS\*\*\*  
einrichten

#### **Marktinformationsbeschaffungsservice einrichten:**

Über den Discovery Service (MP) kann ein Service gefunden, gebucht und die openAPI Konfigurationsdatei heruntergeladen werden (automatisiert oder händisch durch den Energiemanager). Die openAPI Konfigurationsdatei wird in den Service eingespeist (MIBS oder sonstige, beide Alternativen werden in folgenden Folien beschrieben). Der Aufruf von Services kann direkt oder mit dem MIBS als Gateway erfolgen.

### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung  
(Funktions-  
nachweis)

Marktplatz-  
auswahl

Inserieren von  
Flexibilität

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung &  
Konfiguration  
UP\*

Integration

Einrichtung  
EFMS\*\*\*\*

Integration  
IIoT Plattform

Integration  
Geräte mit  
Konnektivität

Integration  
Geräte ohne  
Konnektivität

Integration  
Enterprise  
Systems

### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung  
(Funktions-  
nachweis)

Marktplatz-  
auswahl

Inserieren von  
Flexibilität

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisationsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung &  
Konfiguration  
UP\*

Integration

Einrichtung  
EFMS\*\*\*\*

Integration IIoT  
Plattform

Integration  
Geräte mit  
Konnektivität

Integration  
Geräte ohne  
Konnektivität

Integration  
Enterprise  
Systems

#### Integration IIoT Plattformen:

Über die Middleware der Unternehmensplattform soll die Integration von IoT Edge und Cloud Plattformen sowie Enterprise Applications ermöglicht werden. Hierzu soll auf die W3C Web-of-Things Architecture zurück gegriffen werden, welche die Vereinheitlichung des IoT unter Verwendung etablierter Webtechnologien zum Ziel hat.

Darüber hinaus wurde mit der W3C Web-of-Things Thing Description ein herstellerunabhängiges Objektmodell für den Informationsaustausch ausgewählt, das die Anbindung beliebiger IoT Plattformen unterstützen kann. Dies führt zu einer deutlichen Reduzierung des Integrationsaufwands für Unternehmen, die bereits IoT Plattformen (bspw. im Rahmen von Industrie 4.0 Strategien) betreiben und reduziert damit die notwendigen Investitionen für die Teilnahme an der Energiesynchronisationsplattform, was zu einer höheren Akzeptanz führen kann.

### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung  
(Funktions-  
nachweis)

Marktplatz-  
auswahl

Inserieren von  
Flexibilität

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice



Energiesynchronisationsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung & Konfiguration UP\*

Integration

Einrichtung EFMS\*\*\*\*

Integration IIoT Plattform

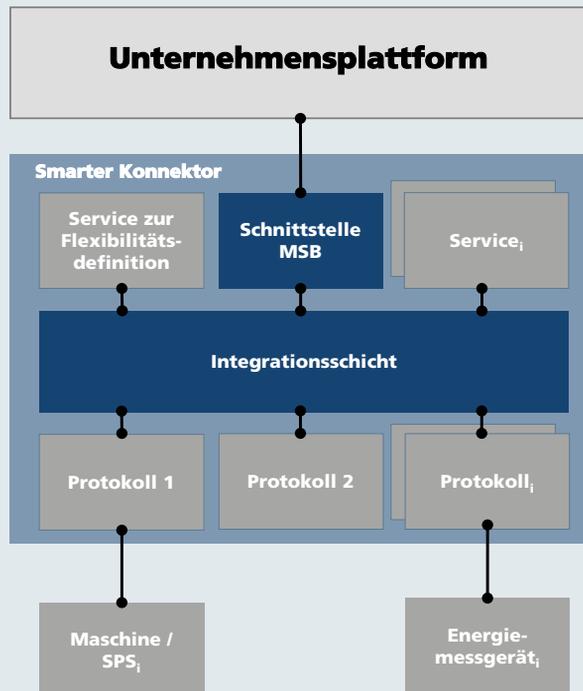
Integration Geräte mit Konnektivität

Integration Geräte ohne Konnektivität

Integration Enterprise Systems

#### Geräteintegration mit vorhandener Konnektivität:

Geräte mit vorhandener Konnektivität können über den Smarten Konnektor angebunden werden. Außerdem ist eine direkte Anbindung der Geräte an die Integrationsschicht (Manufacturing Service Bus) möglich. Hierzu muss die Überführung der Daten in das Energieflexibilitätsdatenmodell gewährleistet sein.



### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung (Funktionsnachweis)

Marktplatzauswahl

Inserieren von Flexibilität

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisationsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung & Konfiguration UP\*

Integration

Einrichtung EFMS\*\*\*\*

Integration IloT Plattform

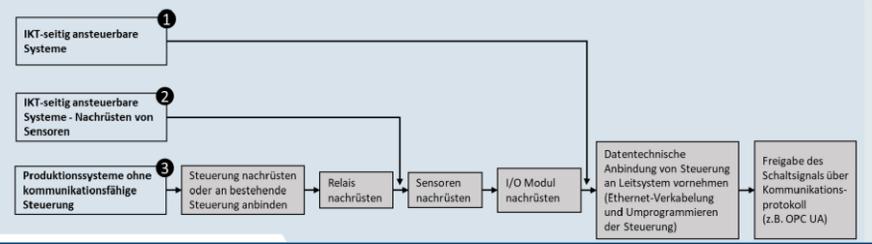
Integration Geräte mit Konnektivität

Integration Geräte ohne Konnektivität

Integration Enterprise Systems

#### Geräteintegration ohne vorhandene Konnektivität:

Geräte ohne vorhandene Konnektivität können durch Nachrüsten des Energieflexibilitäts-Gateways befähigt und angebinden werden.



### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung (Funktionsnachweis)

Marktplatzauswahl

Inserieren von Flexibilität

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung &  
Konfiguration  
UP\*

Integration

Einrichtung  
EFMS\*\*\*\*

Integration  
IIoT Plattform

Integration  
Geräte mit  
Konnektivität

Integration  
Geräte ohne  
Konnektivität

Integration  
Enterprise  
Systems

#### **Integration von Enterprise Systems (Betriebssoftware)**

Bestehende Betriebssoftware (wie beispielsweise ERP-Systeme, MES, CRM-Systeme) können über ein Adapter Framework angebunden werden. Eine Vielzahl an Technologie-, Anwendungs-, Content-, und Big Data Adaptern wird unterstützt. Bevorzugte Protokolle sind HTTPs (REST), MQTT und AMQP.

### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung  
(Funktions-  
nachweis)

Marktplatz-  
auswahl

Inserieren von  
Flexibilität

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung &  
Konfiguration  
UP\*

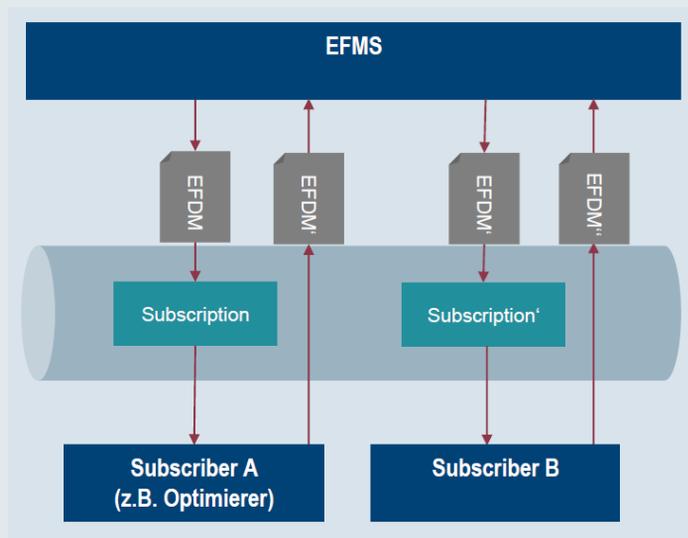
Integration

Einrichtung  
EFMS\*\*\*\*

Einrichtung  
Optimierung

#### Einrichtung Energieflexibilitätsmanagementservice (EFMS)

Der Energieflexibilitätsmanagementservice ist ein Publish/Subscribe Dienst für EFDM Modelle. EFDM Konsumenten registrieren sich beim EFMS und „abonnieren“ die EFDM Modell. Eine mögliche Anwendung des EFMS ist der Aufbau einer flexiblen, lose gekoppelten evolutionären Optimierungskette.



### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung  
(Funktions-  
nachweis)

Marktplatz-  
auswahl

Inserieren von  
Flexibilität

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung &  
Konfiguration  
UP\*

Integration

Einrichtung  
EFMS\*\*\*\*

### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung  
(Funktions-  
nachweis)

Marktplatz-  
auswahl

Inserieren von  
Flexibilität

Nutzerkonto  
auf MP  
anlegen

Verifikation  
der Identität

Erzeugung  
von  
Zertifikaten

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung &  
Konfiguration  
UP\*

Integration

Einrichtung  
EFMS\*\*\*\*

### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung  
(Funktions-  
nachweis)

Marktplatz-  
auswahl

Inserieren von  
Flexibilität

Nutzerkonto  
auf MP  
anlegen

Verifikation  
der Identität

Erzeugung  
von  
Zertifikaten

#### **Nutzerkonto auf Marktplattform anlegen:**

Ist eine Instanz der Unternehmensplattform eingerichtet, erfolgt die Registrierung an der Marktplattform und die Beantragung von Zugangsdaten. Der Benutzer setzt einen Benutzernamen und ein Passwort und stellt einen Zertifizierungsantrag an die Marktplattform

Die Registrierungsanfrage wird über einen Browser unter Angabe des Benutzernamens, eines Passworts, einer Email-Adresse sowie des Unternehmensnamens erstellt.

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung &  
Konfiguration  
UP\*

Integration

Einrichtung  
EFMS\*\*\*\*

### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung  
(Funktions-  
nachweis)

Marktplatz-  
auswahl

Inserieren von  
Flexibilität

Nutzerkonto  
auf MP  
anlegen

Verifikation  
der Identität

Erzeugung  
von  
Zertifikaten

#### **Verifikation der Identität:**

Über einen Adressabgleich mit dem Handelsregister wird die Identität verifiziert und ein Aktivierungscode postalisch an den Benutzer versendet.

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung &  
Konfiguration  
UP\*

Integration

Einrichtung  
EFMS\*\*\*\*

### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung  
(Funktions-  
nachweis)

Marktplatz-  
auswahl

Inserieren von  
Flexibilität

Nutzerkonto  
auf MP  
anlegen

Verifikation  
der Identität

Erzeugung von  
Zertifikaten

#### **Erzeugung von Zertifikaten:**

Der Benutzer gibt den Aktivierungscode auf der Marktplattform ein und generiert Zertifikate zur zukünftigen Authentifizierung. Mit diesem Schritt ist die Registrierung abgeschlossen.

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung &  
Konfiguration  
UP\*

Integration

Einrichtung  
EFMS\*\*\*\*

### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung  
(Funktions-  
nachweis)

Marktplatz-  
auswahl

Inserieren von  
Flexibilität

Funktion der  
UP\* in  
Sandbox-MP\*\*

Funktionstest  
der UP\* in  
Produktiv-MP\*\*

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisationsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung &  
Konfiguration  
UP\*

Integration

Einrichtung  
EFMS\*\*\*\*

### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung  
(Funktions-  
nachweis)

Marktplatz-  
auswahl

Inserieren von  
Flexibilität

Funktion der  
UP\* in  
Sandbox-MP\*\*

Funktionstest  
der UP\* in  
Produktiv-MP\*\*

#### **Funktionstest der Unternehmensplattform in Sandbox-MP:**

Die Marktplattform stellt eine isolierte Testumgebung (MP Sandbox) bereit, die es Unternehmen ermöglicht, Funktionalitäten der Marktplattform zu Integrations-, Entwicklungs-, Test- und Trainingszwecken zu nutzen, ohne die Produktivumgebung der Marktplattform zu beeinflussen. Dabei stellt die Sandbox die gleichen Schnittstellen wie die Produktivumgebung zur Verfügung und simuliert die Prozesse der Marktplattform wie bspw. den Verkauf inserierter Flexibilität.

Die Sandbox ermöglicht es darüber hinaus, die bidirektionale Anbindung zwischen Unternehmensplattformen und Marktplattform technisch zu erproben. Eine erfolgreiche Erprobung ist u.a. Voraussetzung für die operative Teilnahme der Unternehmensplattform an der Marktplattform.

Ist die UP eingerichtet, können Zugangsdaten für die Sandboxumgebung beantragt werden. Dies ermöglicht es Unternehmen, direkt mit der technischen Integration der Marktplattform zu beginnen, ohne auf die Verifizierung der Anmeldung und die Zusendung der Anmeldedaten zur Produktivumgebung zu warten.

Neben der Funktion als Testumgebung unterstützt die MP Sandbox den Prozess zur Anbindung einer Unternehmensplattform an die Marktplattform. Bevor eine Unternehmensplattform am Produktivbetrieb teilnehmen darf, sind zunächst automatisierte Funktionstests durchzuführen. Hierfür sendet die Marktplattform einen Satz durchzuführender Operationen an die Unternehmensplattform. Erst nach erfolgreichem Abschluss aller Operationen wird die Unternehmensplattform zur Qualifikationsprüfung auf das Produktivsystem zugelassen.

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice



Energiesynchronisationsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung & Konfiguration UP\*

Integration

Einrichtung EFMS\*\*\*\*

### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung (Funktionsnachweis)

Marktplatzauswahl

Inserieren von Flexibilität

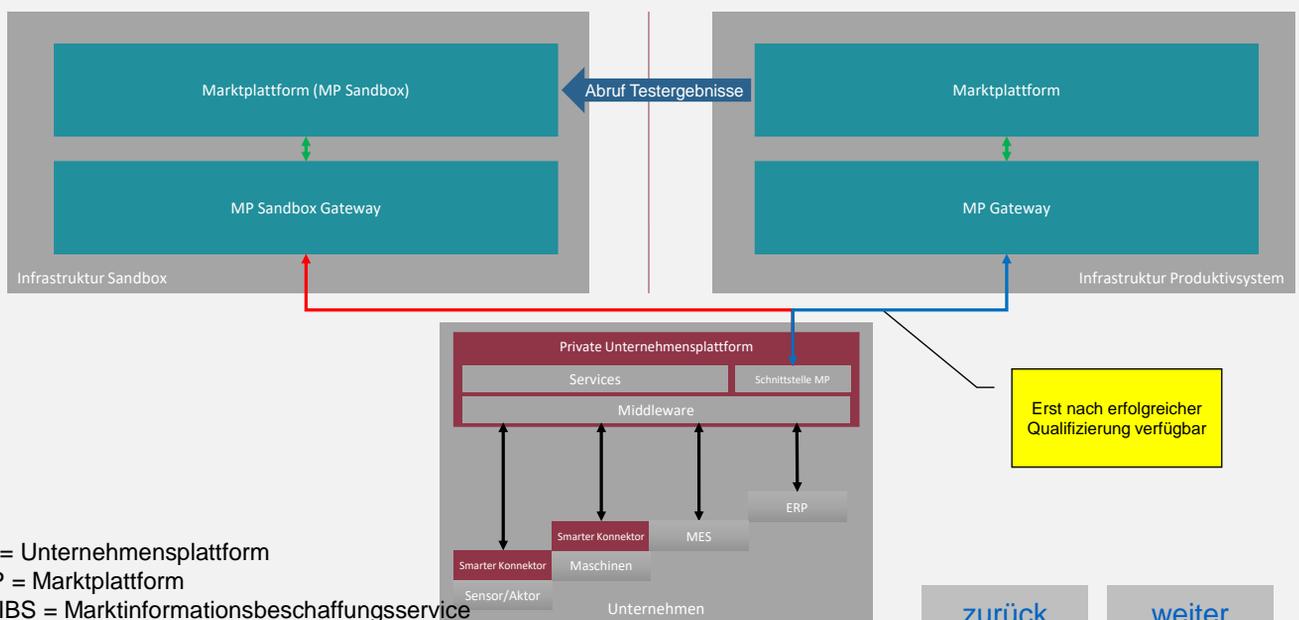
Funktion der UP\* in Sandbox-MP\*\*

Funktionstest der UP\* in Produktiv-MP\*\*

#### **Funktionstest der Unternehmensplattform in Produktiv-MP:**

Nachdem ein automatisierter Funktionstest in der Sandboxumgebung erfolgreich abgeschlossen wurde, kann in der Produktivumgebung eine Qualifikationsprüfung durchgeführt werden. Diese dient der Prüfung der technischen Anbindung zur Produktivumgebung (z.B. Portfreigaben), aber ist inhaltlich äquivalent zu den automatisierten Funktionstests der Sandboxumgebung. War diese erfolgreich, ist die Unternehmensplattform zur Teilnahme an der Marktplattform qualifiziert. Sollte die Qualifikationsprüfung mehrfach fehlschlagen, können die Zugangsdaten gesperrt und ein Prüfprozess initiiert werden.

Sind sowohl technische Prüfung in der Sandbox-UP als auch Qualifizierung in der Produktiv-MP bestanden, ist die UP erfolgreich angebinden und das Unternehmen für den Flexibilitätshandel qualifiziert.



\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung &  
Konfiguration  
UP\*

Integration

Einrichtung  
EFMS\*\*\*\*

### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung  
(Funktions-  
nachweis)

Marktplatz-  
auswahl

Inserieren von  
Flexibilität

Auf der Marktplattform können nun auf Marktinformationen zugegriffen sowie angebotene Services genutzt werden. Das Portal der Marktplattform ist öffentlich über die URL: „<https://synergie.digitalbusinessplattform.de>“ verfügbar.

Für das plattformübergreifende Zusammenspiel von über die MP vermittelten Services mit der UP sind zwei (sequenzielle) Schritte zu durchlaufen. Zuerst müssen auf der UP Informationen zu über die MP angebotenen Services sowie deren Spezifikationen vorliegen. Im zweiten Schritt können die Wunsch-/Zielservices gebucht und aufgerufen werden.

1) Informationsbeschaffung über angebotene Services und deren Spezifikationen auf der MP:

- Service Provider registriert seinen Service auf der MP und stellt die notwendigen Informationen zum Aufruf und Nutzung bereit. Services werden z.B. per REST API aufgerufen.
- Der MIBS auf der UP durchsucht das Serviceangebot der MP automatisiert. Als Ergebnis erhält der MIBS Informationen zu verfügbaren Services und deren Spezifikationen.

2) Servicebuchung und -aufruf (Nutzung eines Services)

- Neben der Beschaffung von Informationen über verfügbare Services ist die Servicebuchung, der Serviceaufruf und die Servicenutzung von zentraler Bedeutung für einen automatisierten Gesamtprozess zur/bei der Flexibilitätsbewertung und -vermarktung
- Über den MIBS oder manuell im Portal/User Interface der MP wird von einem Unternehmen ein Service gebucht. Die Servicebeschreibung und API Dokumentation kann dabei auf der UP/dem MIBS bereits vorliegen (Schritt 1), oder wird bei Abschluss einer Buchung versendet.
- Die MP nimmt die Buchung entgegen und informiert den Service-Provider. Ein Zahlungsprozess kann hier auf der MP oder durch einen Dritten als sequenzieller Schritt nach der Buchung platziert werden.
- Der Service-Provider erstellt für den Servicenachfrager einen persönlichen API Key, um ihm den Zugriff auf den Service zu ermöglichen.
- Der MIBS ruft den Zielservice mit persönlichem API Key und den nach der Servicebeschreibung relevanten Parametern auf
- Der Service übermittelt die Daten/Informationen an den MIBS und schließt den Serviceaufruf ab.

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Schritte zur Umsetzung

### Inbetriebnahme einer Instanz der Unternehmensplattform

Setup UP\*

Registrierung &  
Konfiguration  
UP\*

Integration

Einrichtung  
EFMS\*\*\*\*

### Anbindung an die Marktplattform

Registrierung

Qualifizierung  
(Funktions-  
nachweis)

Marktplatz-  
auswahl

Inserieren von  
Flexibilität

Flexibilitätsinserat auf UP mittels EFMS erstellen  
Inserat von EFDM-Format in Zielformat transformieren  
Flexibilität über Marktplatz-API anbieten  
Bei Buchung von Flexibilität --> Maßnahme umsetzen

\*UP = Unternehmensplattform

\*\*MP = Marktplattform

\*\*\*MIBS = Marktinformationsbeschaffungsservice

\*\*\*\*EFMS = Energieflexibilitätsmanagementservice

[zurück](#)

[weiter](#)



Energiesynchronisa-  
tionsplattform (ESP)

Nutzen der ESP

IT-Sicherheit

Befähigung zur  
Teilnahme

Kontakte

## Leitfaden zur Energiesynchronisationsplattform

Version 1.0 (April 2022)

Anregungen zu diesem Leitfaden oder organisatorische Fragen richten Sie bitte an

Stefan Roth, M.Sc.  
Gruppenleiter Nachhaltige Produktionssysteme  
Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV  
Am Technologiezentrum 10, 86159 Augsburg  
T: +49 821 90678-168  
[stefan.roth@igcv.fraunhofer.de](mailto:stefan.roth@igcv.fraunhofer.de)

Bei Fragen mit Bezug auf die Inhalte dieses Leitfadens wenden Sie sich gerne an

Andreas Schlereth, M.Sc.  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA  
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart  
T: +49 711 970-3721  
[andreas.schlereth@ipa.fraunhofer.de](mailto:andreas.schlereth@ipa.fraunhofer.de)

Bei generellen Fragen und Anregungen zum Kopernikus-Projekt SynErgie steht Ihnen ein [Kontaktformular](#) zur Verfügung.

Weitere Informationen zu den [Kopernikus-Projekten](#)

Weitere Informationen zum Kopernikus-Projekt [SynErgie](#)

### Haftung

Die Nutzung dieses Leitfadens erfolgt auf eigene Verantwortung. Die Autoren übernehmen keine Haftung für Schäden jeglicher Art, die durch die Nutzung des Leitfadens entstehen. Ebenfalls haften sie nicht für unmittelbare oder mittelbare Folgeschäden, Datenverlust, entgangenen Gewinn, System- oder Produktionsausfälle.

[zurück](#)