

Abschlussarbeit im 7-semesterigen
Studiengang Energiewirtschaft
zur Erlangung des akademischen Grades
„Bachelor of Science (B.Sc.)

THESIS (PO 2011)

Titel

Rechte und Pflichten von Akteuren in Flexibilitätsmärkten

Verfasser

Sarah Aphram

Matrikel

73 11 01

Einzureichen am

24. November 2015

Referent

Prof. Dr. -Ing. Klaus-Martin Graf

Korreferent

Prof. Dr. Kerstin Hooß

Die Arbeit wurde erstellt
in Kooperation mit

Eingang im Sekretariat W am
(Stempel des FBs)

Abschlussarbeit im 7-semesterigen
Studiengang Energiewirtschaft
zur Erlangung des akademischen Grades
„Bachelor of Science (B.Sc.)

Ehrenwörtliche Erklärung

THESIS (PO 2011)

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig erstellt und keine anderen, als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Soweit ich auf fremde Materialien, Texte oder Gedankengänge zurückgegriffen habe, enthalten meine Ausführungen vollständige und eindeutige Verweise auf die Urheber und Quellen. Alle weiteren Inhalte der vorgelegten Arbeit stammen von mir im urheberrechtlichen Sinn, soweit keine Verweise und Zitate erfolgen.

Mir ist bekannt, dass ein Täuschungsversuch vorliegt, wenn die vorstehende Erklärung sich als unrichtig erweist.

.....
Datum, Unterschrift VerfasserIn

Sperrvermerk

Mit der Ausleihe der Arbeit an Dritte bin ich **nicht** einverstanden

.....
Datum, Unterschrift VerfasserIn

ODER

Einverständniserklärung

Mit der Ausleihe der Arbeit an Dritte bin ich einverstanden

.....
Datum, Unterschrift VerfasserIn

Inhaltsverzeichnis

I. Abbildungsverzeichnis	I
II. Tabellenverzeichnis	II
III. Abkürzungsverzeichnis	III
1. Einleitung	1
1.1. Problemstellung.....	2
1.2. Zielsetzung.....	3
1.3. Vorgehensweise.....	3
1.4. Stand der Forschung	4
2. Flexibilitätsmärkte und ihre Produkte	5
2.1. Was sind Flexibilitäten?.....	5
2.2. Dringlichkeit von Flexibilitätsmärkten	8
2.3. Mögliche Funktionsweise eines Flexibilitätsmarktes.....	10
2.4. Produktangebot in Flexibilitätsmärkten	17
3. Konzepterstellung	20
3.1. Mögliche Marktausprägungen	20
3.2. Vor- und Nachteil der Marktausprägungen	21
3.3. Spezifizierte Marktausprägung	23
4. Akteure in Flexibilitätsmärkten	25
4.1. Akteure und ihre Eigenschaften.....	25
4.2. Interaktionen der einzelnen Akteure.....	29
4.3. Hierarchien und Abhängigkeiten	31
5. Geschäftsprozesse	33
5.1. Relevante Datensätze	34
5.2. Registrierung der Marktteilnehmer	35
5.2.1. Rechte und Pflichten der Akteure.....	36
5.2.2. Prozessmodellierung.....	38
5.3. Anbindung von FA und Anmeldung der Flex-Nutzer	41
5.3.1. Rechte und Pflichten der Akteure.....	43
5.3.2. Prozessmodellierung.....	44

5.4. Angebote und Anfragen	46
5.4.1. Rechte und Pflichten der Akteure	48
5.4.2. Prozessmodellierung	49
5.5. Angebotsmatching	52
5.5.1. Rechte und Pflichten der Akteure	53
5.5.2. Prozessmodellierung	54
5.6. Handelsabschluss	55
5.6.1. Rechte und Pflichten der Akteure	57
5.6.2. Prozessmodellierung	57
5.7. Leistungserbringung	59
5.7.1. Rechte und Pflichten der Akteure	60
5.7.2. Prozessmodellierung	62
5.8. Nachweis & Zahlung	63
5.8.1. Rechte und Pflichten der Akteure	65
5.8.2. Prozessmodellierung	66
5.9. Dokumentation	67
6. Erforderliche Verträge und ihre Inhalte	68
6.1. Vertragsarten und ihre Vertragspartner	68
6.2. Vertragsinhalte der Rahmenverträge und Einzelvereinbarungen	69
6.2.1. Direkter Flexibilitäts-Vermarktungs-Rahmenvertrag und EV	70
6.2.2. Indirekter Flexibilitäts-Vermarktungs-Rahmenvertrag und EV	73
6.2.3. Flexibilitäts-Handels-Rahmenvertrag und EV	75
7. Fazit und Ausblick	77
IV. Anhang	IV
V. Literaturverzeichnis	V

I. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das energiepolitische Zieldreieck.....	1
Abbildung 2: Flexibilität als Schlüssel des wandelnden Energieversorgungssystems.....	6
Abbildung 3: Das Netzampelkonzept.....	9
Abbildung 4: Grafische Darstellung eines Flexibilitätsmarktes.....	11
Abbildung 5: Die vier Regelzonen Deutschlands.....	14
Abbildung 6: Die vier Regelzonen Deutschlands.....	14
Abbildung 7: Marktakteure der heutigen Stromversorgung.....	15
Abbildung 8: Schematische Darstellung einer Netzzelle	16
Abbildung 9: Schnittstellen zwischen den Instanzen	23
Abbildung 10: Akteure im Flexibilitätsmarkt	25
Abbildung 11: Interaktionen zwischen den Akteuren.....	29
Abbildung 12: Grafische Darstellung der Akteure im Flexibilitätsmarkt.....	30
Abbildung 13: Hierarchie zwischen den Akteuren	31
Abbildung 14: Geschäftsprozesse in Flexibilitätsmärkten	33
Abbildung 15: BPMN - Registrierung eines FA-Betreibers.....	38
Abbildung 16: BPMN - Registrierung eines Flex-Nutzers	39
Abbildung 17: BPMN - Registrierung eines Aggregators.....	40
Abbildung 18: BPMN - Anbindung der FA an das FMS.....	44
Abbildung 19: BPMN - Anmeldung des Flex-Nutzers auf der Handelsplattform.....	45
Abbildung 20: BPMN - Flexibilitätsangebote	49
Abbildung 21: BPMN - Flexibilitätsanfragen	50
Abbildung 22: BPMN - Plausibilitätsprüfung	51
Abbildung 23: Vereinfachte Darstellung eines Angebotsmatchings	52
Abbildung 24: BPMN - Angebotsmatching.....	54
Abbildung 25: Vertragsbeziehungen zwischen Anfragern und Anbietern	55
Abbildung 26: BPMN - Handelsabschlüsse des Plattformbetreibers	57
Abbildung 27: BPMN - Handelsabschlüsse des Aggregators.....	58
Abbildung 28: Energie- und Datenflüsse.....	60
Abbildung 29: BPMN - Leistungserbringung	62
Abbildung 30: Nachweis und Geldflüsse.....	64
Abbildung 31: BPMN - Nachweis & Zahlung	66
Abbildung 32: Vertragsbeziehungen Rahmenverträge	69
Abbildung 33: Vertragsbeziehungen Einzelvereinbarungen.....	70

II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Flexibilitätsarten in verschiedenen Formen	8
Tabelle 2: Begriffsdefinitionen	10
Tabelle 3: Übersicht - Merkmale für den Anfrager	19
Tabelle 4: Übersicht - Anforderungen an den Anbieter	19
Tabelle 5: Vor- & Nachteile der Marktausprägungen	22
Tabelle 6: Zuordnung der Akteure zu definierten Rollen.....	26
Tabelle 7: Relevante Datensätze	34
Tabelle 8: Zusammenfassung des Prozesses Registrierung	36
Tabelle 9: Zusammenfassung des Prozesses Anbindung und Anmeldung	42
Tabelle 10: Zusammenfassung der Prozesse Angebote und Anfragen.....	47
Tabelle 11: Zusammenfassung des Prozesses Angebotsmatching	53
Tabelle 12: Zusammenfassung des Prozesses Handelsabschluss	56
Tabelle 13: Zusammenfassung des Prozesses Leistungserbringung	60
Tabelle 14: Zusammenfassung des Prozesses Nachweis & Zahlung	65
Tabelle 15: Zusammenfassung des Prozesses Dokumentation	67
Tabelle 16: Erforderliche Rahmenverträge	68
Tabelle 17: Erforderliche Einzelvereinbarungen	69

III. Abkürzungsverzeichnis

#	Nummer
AP	Arbeitspreis
auto	automatisch
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
BHKW	Blockheizkraftwerk
BIKO	Bilanzkreiskoordinator
BK	Bilanzkreis
BKV	Bilanzkreisverantwortlicher
BMJV	Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BNetzA	Bundesnetzagentur
BPMN	Business Process Model and Notation
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
dyn.	dynamisch
ebd.	ebenda
EE	Erneuerbare Energien
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EV	Einzelvereinbarung
evtl.	eventuell
FA	Flexibilitätsanlage
FA-B	Flexibilitätsanlagen-Betreiber
FHP	Flexibilitätshandelsplattform
Flex	Flexibilität
Flex4Energy	Flexibilitätsmanagement für die Energieversorgung der Zukunft
Flex-Nutzer	Flexibilitätsnutzer
FMS	Flexibilitätsmanagementsystem
Hz	Hertz
IESE	Institut für experimentelles Software Engineering
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik

iNES	Intelligentes Verteilnetz-Management-System
ISE	Institut für Solare Energiesysteme
i.V.m.	In Verbindung mit
Kap.	Kapazität
kf	kurzfristig
KW	Kraftwerk
kWh	Kilowattstunden
LF	Lieferant
LP	Leistungspreis
MDL	Messdienstleister
mf	mittelfristig
Mrd.	Milliarden
MS	Mittelspannung
MSB	Messstellenbetreiber
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
NS	Niederspannung
OTC	Over the counter
Pmax	Maximalleistung
pot.	potentiell
PV	Photovoltaik
RV	Rahmenvertrag
SAG	Starkstromanlagen Aktiengesellschaft
StromNZV	Stromnetzzugangsverordnung
TSO	Transmission System Operator
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
VDE	Verband der Elektrotechnik
Vgl.	Vergleich
VKWB	Virtueller Kraftwerksbetreiber
VNB	Verteilnetzbetreiber
VNG	Verteilnetzgebiet
WIK	Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste

1. Einleitung

Die deutsche Energiepolitik unterzieht sich einem rapiden Wandel. Bereits kurze Zeit nach der gewaltigen Atomkatastrophe an der japanischen Ostküste im März 2011, hat die deutsche Bundesregierung die Abschaltung aller Atomkraftwerke bis 2022 gesetzlich beschlossen und sich zudem das nationale Ziel gesetzt bis zum Jahr 2050 einen Anteil von 80% erneuerbarer Energien (EE) in die Stromversorgung zu integrieren (vgl. BMJV 2015). Der Wendepunkt dieser Entwicklung, weg von konventionellen, hin zu erneuerbaren Energien ist unter dem Begriff der Energiewende bekannt. Trotz ihrer Einführung müssen die drei wesentlichen Ziele der Energiepolitik, die in Abbildung 1 dargestellt werden, weiterhin gewährleistet werden:



Abbildung 1: Das energiepolitische Zieldreieck (Eigene Darstellung nach BMWi 2012)

Das Ziel der **Umweltverträglichkeit** wird durch den Wandel von einer konventionellen, hin zu einer regenerativen Energieversorgung erreicht (vgl. WIK 2015: 4). Aus dieser Entwicklung heraus sollen die Energiepreise jedoch weiterhin **wirtschaftlich** für alle Akteure bleiben. Die **Versorgungssicherheit** basiert zunehmend nicht mehr auf zentraler, sondern auf dezentraler Energieerzeugung (ebd.). Die Energiewende hat dazu geführt, dass sich das stetige Erzeugungsangebot von konventionellen Erzeugungsanlagen hin zu einem fluktuierenden wetterabhängigen Erzeugungsangebot entwickelt hat (ebd.). Aufgrund der stark zunehmenden Integration EE-Anlagen ins Stromnetz, stehen die beteiligten Akteure, abhängig voneinander, der Herausforderung gegenüber, die Netzstabilität weiterhin zu gewährleisten. Neben der volatilen Erzeugung aus EE schwankt zudem die Nachfrage und damit einhergehend die Strompreise (vgl. WIK 2015: 4). Um dieser Herausforderung entgegenzuwirken, wurden und werden bereits Lösungsansätze entwickelt. Das heutige

Stromnetz soll nunmehr als Smart Grid intelligenter genutzt werden (ebd.). Das Gleichgewicht von Stromerzeugung und Stromverbrauch soll stets kosten- und energieeffizient sowohl für die Erzeuger als auch die Verbraucher sein. Hier muss neben einer netzseitigen Lösung auch eine marktseitige Lösung gefunden werden. Daher muss der Markt ebenfalls intelligent gestaltet werden. In verschiedenen Forschungsgruppen werden verschiedene Ansätze zur Entwicklung eines Smart Markets erarbeitet. Um die Lösungen erfolgreich in die Praxis umsetzen zu können, sind die Schlüssel des Problems unter anderem Flexibilitäten (vgl. WIK 2015: 4).

Mit dem Lösungsansatz von Flexibilitäten beschäftigt sich das Forschungsprojekt „Flex4Energy“, das das Ziel verfolgt, ein „Flexibilitätsmanagementsystem für die Energieversorgung [...] (der) Zukunft zu schaffen (StoREgio 2015: 1). Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderte Forschungsprojekt ist aus einer Initiative des Vereins StoREgio Energiespeichersysteme e.V.¹ entstanden (ebd.). Die Projektpartner sind neben dem Darmstädter Energieversorgungsunternehmen Entega, der Forschungsorganisation Fraunhofer ISE & IESE und der Batteriehersteller adstec auch die Hochschule Darmstadt (ebd.).

1.1. Problemstellung

Die verstärkte Integration erneuerbarer Energien in das Verteilnetz führt dazu, dass das Stromnetz an seine kapazitiven Grenzen stößt. Diesem Problem könnte mit dem Ausbau des Verteilnetzes entgegen gewirkt werden (vgl. SAG 2015). Neben hohen Investitionskosten löst dieser Ansatz jedoch nicht die Problematik abweichender Erzeugungs- bzw. Verbrauchsprognosen zur tatsächlichen Ist-Situation (ebd.). Die heutige Netzsituation kann flüchtig in zwei Phasen aufgeteilt werden. Zum einen in die Phase, in der die Stromversorgung nach gesetzlich vorgegebenen Regularien auf physikalischer und wirtschaftlicher Ebene gesichert ist (vgl. BDEW 2015: 6). Zum anderen in die Phase, in der die Stromversorgung aufgrund unvorhergesehenen Ereignissen Netzinstabilitäten aufweist und hier nur die ÜNB mittels netzstabilisierender Maßnahmen gesetzlich befugt sind die Netzstabilität wieder herzustellen (vgl. VDE 2014: 45). Eine dazwischen liegende Phase und ein dafür definierter Markt bestehen heute noch nicht. In den bestehenden Phasen sind die Rechte und Pflichten der beteiligten Marktakteure in Gesetzen und Beschlüssen definiert.

¹ StoREgio beschäftigt sich mit „Energiemanagement und Anwendung stationärer Energiespeichersysteme in Smart Grids“ (StoREgio 2015)

Die genannte Übergangsphase soll jedoch neu integriert werden, indem Flexibilitätsmärkte erstellt werden (vgl. BDEW 2015: 6). Hierbei sollen die in unterschiedlicher Weise miteinander agierenden Akteure beschrieben und ihren Zuständigkeiten zugeordnet werden, um den Handel von Flexibilitäten zu gewährleisten. Gehen die Akteure diesen Rechten und Pflichten nach, wird im besten Fall einer drohenden Netzüberlastung entgegen gewirkt werden können.

1.2. Zielsetzung

Diese Arbeit soll als Bestandteil des Forschungsprojektes „Flex4Energy“ dienen, in der das Thema „**Rechte und Pflichten der Akteure in Flexibilitätsmärkten**“ ausgearbeitet wird. Hierdurch soll letztlich eine Grundlage für Rechte und Pflichten der Akteure in Flexibilitätsmärkten geschaffen werden, die in der Zukunft bestenfalls für die Realisierung dieser Marktform eingesetzt werden. Das konkrete Ziel der Arbeit ist es zunächst die entsprechenden Akteure und ihre Rollen an dezentralen Flexibilitätsmärkten zu identifizieren und zu beschreiben. Eine zielführende Fragstellung soll beantworten **wer diese Akteure sind und welche Rollen sie in dezentralen Flexibilitätsmärkten einnehmen**. Im weiteren Schritt wird ein Konzept erstellt, das die weitere Frage beantworten soll, **welche Rechte, Pflichten und Zuständigkeiten die identifizierten Akteure anhand logischer Strukturierung von Geschäftsprozessen haben**.

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird nicht detailliert auf die technische Umsetzung der Kommunikation mittels Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) der Akteure in Flexibilitätsmärkten eingegangen, da sich der Fokus der Arbeit lediglich auf die theoretisch mögliche Umsetzung von Rechten und Pflichten der Akteure bezieht.

1.3. Vorgehensweise

Die Arbeit soll im ersten Schritt das Verständnis dafür schaffen, warum Flexibilitätsmärkte in der heutigen Entwicklung der Stromversorgung eine tragende Rolle einnehmen werden. Der Begriff Flexibilität wird in der Stromwirtschaft in verschiedenen Zusammenhängen genutzt, wobei es hierfür noch keine allgemeingültige Definition gibt. Daher werden im zweiten Kapitel der Nutzen von Flexibilitätsmärkten und die auf ihnen gehandelten Produkte anhand eines bereits entwickelten Netzampelkonzepts beschrieben. Mögliche Marktformen werden in Kapitel drei anhand von Vor- und Nachteilen beschrieben, um in einem weiteren Schritt die für die Konzepterstellung zugrundeliegende Marktform näher zu beschreiben. Darauf aufbauend werden in Kapitel vier die aus dem Forschungsprojekt

entwickelten Rollen charakterisiert und zu den einzelnen bereits bestehenden Akteuren des heutigen Strommarkts zugeordnet. Weiterhin werden in Kapitel fünf die Rechte, Pflichten und Zuständigkeiten der jeweiligen Akteure anhand essenzieller Geschäftsprozesse identifiziert. Abschließend wird im sechsten Kapitel auf mögliche Vertragsarten und -inhalte eingegangen.

1.4. Stand der Forschung

Bereits im Jahr 2013 hat der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft eine Roadmap veröffentlicht, die realistische Schritte zur Umsetzung von Smart Grids in Deutschland betrachtet. Der BDEW kam zu dem Schluss, dass die Grundlage für eine erfolgreiche Etablierung eines Smart Grids die Einführung einer Netzampel sei (vgl. BDEW 2013). Aufbauend darauf publizierte der BDEW ein Diskussionspapier zur Ausgestaltung der kritischen gelben Ampelphase, die hier auch als Übergangs- oder Hybridphase bezeichnet wird (vgl. VDE 2014: 44).

Im Jahr 2014 präsentierte das Unternehmen SAG ein intelligentes Verteilnetz-Management-System (kurz iNES). SAG entwickelte im Ergebnis „die erste ganzheitliche Systemlösung und (eine) Smart Grid Systemplattform für die dezentrale Netzführung und Netzautomatisierung“ (SAG 2015). Die Netzflüsse werden in Echtzeit überwacht (vgl. CleanThinking 2015). In kritischen Netzsituationen wird ein Ausgleich mit den bestehenden Erzeugern und Verbrauchern gewährleistet (ebd.)

Im selben Jahr nahm sich der Verband der Elektrotechnik (VDE) der Problematik an und entwickelte das Konzept Regionaler Flexibilitätsmärkte. Das Ergebnis des Konzepts ist, dass Verteilnetzgebiete in weitere kleinere Einheiten unterteilt werden, um in kleineren Netzgebieten Flexibilitäten regional zu handeln (vgl. VDE 2014: 44). Diese Forschung korreliert vom Grundgedanken mit dem Forschungsprojekt „Flex4Energy“, daher werden sich hier Überschneidungen wiederfinden.

2. Flexibilitätsmärkte und ihre Produkte

In diesem Kapitel wird die theoretische Basis für Flexibilitätsmärkte geschaffen. Es wird zunächst darauf eingegangen, was unter Flexibilitäten in der Stromversorgung zu verstehen ist, da in der Literatur noch keine allgemeingültige Definition existiert (Kap. 2.1.). Weiterhin wird auf die Entwicklung der Dringlichkeit von Flexibilitäten eingegangen und in das Netzampelkonzept positioniert (Kap. 2.2.). Weiter wird eine mögliche Funktionsweise eines Flexibilitätsmarktes beschrieben (Kap. 2.3.), um in einem weiteren Schritt relevante Flexibilitätsprodukte, die auf Flexibilitätsmärkten gehandelt werden zu beschreiben (Kap. 2.4.).

2.1. Was sind Flexibilitäten?

Die allgemeingültige Bedeutung von Flexibilität in Enzyklopädien ist das „Maß für die Anpassungsmöglichkeit an geänderte Bedingungen“ (Wirtschaftslexikon 2015). Laut des Grünbuchs des BMWi ist so eine geänderte Bedingung der Unterschied zwischen der tatsächlichen Stromerzeugung bzw. -verbrauch im Stromnetz zum prognostizierten Fahrplan (vgl. BMWi 2014: 18). Weiter konkretisiert der BDEW Flexibilitäten als „Maßnahme, [...] (diese) Unterschiede von Stromangebot und -nachfrage auszugleichen“ (BDEW 2015: 13).

Dieser zunehmende Unterschied resultiert aus der jüngsten Entwicklung der Stromversorgung von einer zentralen, konventionellen und kontinuierlichen gesicherten Versorgung zu einer dezentralen, regenerativen und fluktuierenden Versorgung (vgl. WIK 2015: 4). Diese Entwicklung ist unter anderem dem deutschen Atomausstieg bis 2022, dem damit einhergehenden Kompensationsbedarf und dem Voranschreiten der Energiewende, die die Integration von EE in die Stromversorgung vorgibt, geschuldet. Hohe Einspeisevergütungen und der gesetzlich festgelegte Einspeisevorrang für Strom aus EE haben zu einem rapiden Ausbau von EE-Anlagen geführt, wodurch der heutige deutsche Strommix einen beachtlichen Anteil an EE vorweisen kann. Im Jahr 2014 stammten 25,8% der gesamten Stromerzeugung Deutschlands aus EE (Agentur für Erneuerbare Energien 2014). Die Kehrseite der Medaille ist die erhöhte Einspeisung in das regionale Verteilnetz. Bereits im Jahr 2011 wurden 72% der installierten EE-Anlagen an die unteren Netzebenen (MS & NS) angeschlossen (vgl. BNetzA 2011: 23). Aus dieser Entwicklung heraus bedeutet dies, dass bei sonnigen und/oder windigen Tagen bereits auf lokaler Netzebene ein Erzeugungsüberschuss besteht.

Die Energiewirtschaft steht hier vor einer schwierigen Herausforderung, welche darin besteht, die Stromversorgung, trotz genannter Entwicklung, zu gewährleisten und somit einer Netzüberlastung entgegenzuwirken. Um diese Problematik zu lösen, kommen netzseitig Smart Grids und marktseitig Smart Markets in Betracht (WIK 2015: 4). Das Gleichgewicht von Stromerzeugung und Stromverbrauch soll dabei nicht nur stets ausgeglichen, sondern auch kosten- und energieeffizient für die Erzeuger und die Verbraucher sein (ebd.). Um diese Lösungen jedoch realisieren zu können, gelten unter anderem Flexibilitäten als Schlüssel für dieses Problem (ebd.). Abbildung 2 fasst die Transformation des Energiesystems in einer Grafik zusammen.

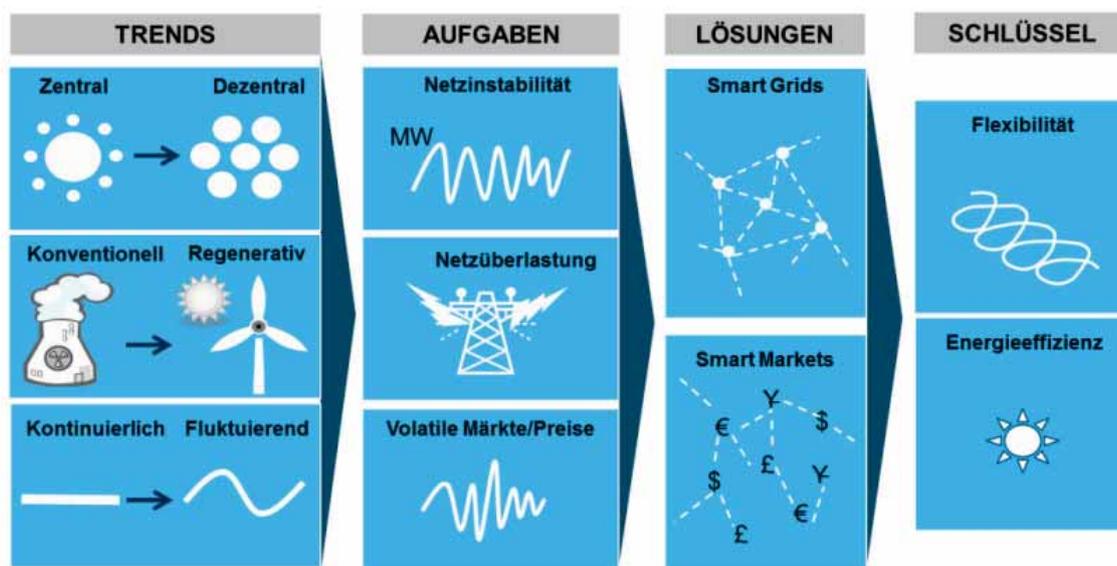


Abbildung 2: Flexibilität als Schlüssel des wandelnden Energieversorgungssystems (WIK 2015)

Weiterhin sprechen sowohl der BDEW als auch das BMWi von Flexibilitätpotentialen. Diese können sowohl „auf Erzeugungsseite (als auch) auf Nachfrageseite, durch Speicher oder über Netze wirken.“ (BDEW 2015: 13). Auf Erzeugungsseite wird die Stromproduktion an die Verbrauchs- und Erzeugungsschwankungen angepasst (vgl. BMWi 2014: 18). In Zeiten eines Verbrauchsüberschusses mit wetterabhängigem Erzeugungsdefizit aus Erneuerbaren Energien, wird zum Ausgleich Strom aus konventionellen Anlagen erzeugt. Im gegensätzlichen Fall eines Verbrauchsdefizits, in Zeiten eines Erzeugungsüberschusses aus Erneuerbaren Energien, werden diese abgeregelt (ebd.). Hier wird von der systemdienlichen Flexibilität gesprochen, da der Einsatz von Flexibilitäten zum Erhalt der Netzstabilität dient (vgl. BDEW 2015: 3).

Auf der Nachfrageseite kann der Stromverbraucher zu Zeiten niedriger Einspeisung aus Erneuerbaren Energien seinen Verbrauch angepasst reduzieren (vgl. BMWi 2014: 18). Gegenteilig kann dieser in Zeiten hoher EE-Einspeisung seinen Verbrauch verlagern (ebd.). Hier wird von der marktdienlichen Flexibilität gesprochen, da der Einsatz von Flexibilitäten zu Preisvorteilen für den Endverbraucher beim Handel von volatilen Preisen führen kann (vgl. BDEW 2015: 3).

Mit der steigenden Anzahl von EE-Anlagen im Stromnetz gerät dieses an seine Grenzen. Um die Netzstabilität weiter zu gewährleisten, gibt es zwei Möglichkeiten:

- 1) Die Netzbetreiber bauen ihre Netze flächendeckend aus oder**
- 2) sie nutzen Flexibilitäten als intelligenten Ausgleichsmechanismus.**

Die zweite Möglichkeit dient dazu Netzschwankungen intelligent entgegen zu wirken (ebd.). Flexibilitäten könnten somit aufkommende Netzschwankungen ausgleichen und dabei regional die Netzfrequenz und lokal die Netzspannung halten. Mittels Bottom-up-Verfahren werden Defizite oder Überschüsse bereits auf der untersten Netzebene beseitigt. Hierbei wird von der netzdienlichen Flexibilität gesprochen, da der Einsatz von Flexibilitäten zur Kontrolle kritischer Netzsituation in lokalen Netzsegmenten dient (vgl. BDEW 2015: 3).

Konkrete Beispiele für diese Flexibilitäten sind zum einen Erzeugungsmodule, Lasten, Energiespeicher, aber auch Netzübergabepunkte (vgl. Flex4Energy 2015a). Da der erzeugte Strom nahezu in Lichtgeschwindigkeit zum nächsten Verbraucher fließt, kann bei einem Erzeugungsüberschuss die überschüssige Kapazität an Kuppelstellen, die zwei Netze miteinander verbinden, für einen Ausgleich sorgen (ebd.). Als Erzeugungsmodule gelten die klassischen thermischen Kraftwerke, Pumpspeicherkraftwerke, Gasturbinen, Brennstoffzellen, BHKW, Biogasanlagen, Biomassekraftwerke, Notstromaggregate und weitere Erzeuger. Zu den Lasten zählen unter anderem Endverbraucher, die bspw. den Einsatz ihrer Haushaltsgeräte anpassen oder Elektroautos, die in Zeiten von Stromüberschuss beladen werden oder umgekehrt (ebd.). Auch Energiespeicher können flexibel genutzt werden, indem bspw. überschüssiger Strom aus Wind in Gas (Power-to-Gas) umgewandelt oder aber in verschiedenen Batteriespeicherarten zwischengespeichert wird (ebd.).

Für das Projektvorhaben können nicht alle genannten Flexibilitäten berücksichtigt werden. Tabelle 1 fasst die einzelnen Flexibilitätsformen zusammen.

Flexibilitätsart	Flexibilitätsform
Erzeuger	Thermische Kraftwerke, Pumpspeicherkraftwerke, Gasturbinen, Brennstoffzellen, BHKW, Biogasanlagen, PV-Speicher
Lasten	Verschiebbarer Einsatz von Industrieprozesse und/oder Haushaltstechnologien
Strom-Speicher	Batteriespeicher (bspw. Redox-Speicher, Lithium-Ionen-Speicher,...)

Tabelle 1: Flexibilitätsarten in verschiedenen Formen (Eigene Darstellung nach Flex4Energy 2015a)

2.2. Dringlichkeit von Flexibilitätsmärkten

Die oben genannte Maßnahme des Netzausbaus zur Lösung dieser herausfordernden Entwicklung der Stromversorgung wird im weiteren Verlauf nicht näher betrachtet, da sich der Ausbau der Verteilnetze als zu kostenintensiv herausstellt (vgl. SAG 2015). Die Kosten für den Netzausbau bis zum Jahr 2020 betragen geschätzt rund 27 Mrd. € (ebd.). Zudem liegt die Zeitspanne, in der das Netz maximal ausgelastet ist, bei rund 30h über das Jahr verteilt (ebd.). Der Nutzen im Verhältnis zu den entstehenden Kosten ist zu gering, um die Maßnahme des Netzausbaus weiter zu betrachten.

Die zweite Maßnahme Flexibilitäten als Ausgleichsmechanismus intelligent zu nutzen, um Netzschwankungen entgegen zu wirken, sieht auch der BDEW als eine realisierbare Möglichkeit. Die im Jahr 2013 veröffentlichte Roadmap greift die Problematik auf, dass es neben dem Ausbau des Verteilnetzes die Möglichkeit gibt Flexibilitätsnachfrage an einem Handelsplatz zu vermarkten (vgl. BDEW 2013: 4). Gegenüber dieser Nachfrage steht ein hohes ungenutztes Flexibilitätsangebot, das die Einführung eines Netzampelkonzepts zur Etablierung eines Smart Grids voraussetzt (ebd.)

Das Konzept dieser Ampel ist grundsätzlich keine vollkommene Neuerung. In der heutigen Stromversorgung kann wesentlich davon gesprochen werden, dass die Stromversorgung entweder physikalisch und wirtschaftlich problemlos verläuft oder aber, dass die Stromversorgung aufgrund einer unvorhersehbaren kritischen Netzsituation und Systeminstabilität gefährdet ist. Tritt letzteres ein müssen die ÜNB nach § 13 und § 14a EnWG „die Gefährdung oder Störung durch 1. netzbezogene Maßnahmen [...] insbesondere durch Netzschaltungen und 2. (durch) marktbezogene Maßnahmen, wie [...] vertraglich vereinbarte abschaltbare und zuschaltbare Lasten [...] beseitigen.“ Besteht im anderen Fall kein Netzengpass, dominiert das Prinzip des wirtschaftlichen Austauschs von Angebot und Nachfrage auf bestehenden Handelsplätzen zwischen etablierten Marktakteuren (vgl. VDE 2014: 45).

Die Neuerung des bestehenden Systems liegt darin, dass die Netzsituation nicht mehr in „problemlos“ und „gefährdet“ aufgeteilt wird, sondern, dass zusätzlich eine Übergangsphase zwischen diesen beiden Phasen geschaltet werden soll. Abbildung 3 veranschaulicht das Netzampelkonzept des BDEW, welches das Netz in diese drei genannten Phasen unterteilt.

Die heute bestehenden beiden Phasen werden in das Netzampelkonzept übernommen. In der grünen Phase des problemlosen Netzbetriebs, dominieren die gängigen Marktmechanismen in Form des Wettbewerbs (ebd.: 46). Der Netzbetreiber greift weder in die Netz- noch die Marktsituation ein (ebd.).

Das Gegenstück dieser Phase ist die rote Ampelphase. Hier ist die Systemstabilität gefährdet, denn es existiert bereits in einem bestimmten Netzsegment ein Netzengpass. Es wird entweder zu viel Strom ins Netz eingespeist und zeitgleich zu wenig verbraucht oder zu wenig Strom ins Netz eingespeist und zeitgleich zu viel verbraucht. Die ÜNB sorgen zunächst nach § 6 (2) StromNZV mit ausgeschriebener Regelleistung für einen Ausgleich dieses Ungleichgewichts (Regelleistung.net 2015). Sollte diese Maßnahme nicht ausreichen, ist der betroffene ÜNB in dem kritischen Netzgebiet seiner Regelzone verpflichtet Erzeuger zu- oder abschalten (vgl. BMJV 2005).

Die Neuerung besteht darin, dass die Netzampel auf gelb schaltet, sobald ein potenzieller Netzengpass droht. Hier muss der Netzbetreiber Flexibilitätsoptionen auf entwickelten Handelsplattformen bilateral mit den Marktpartnern, die Flexibilitäten anbieten, nachfragen (vgl. VDE 2014: 54). Wie und wo diese Interaktion stattfindet, ist bis zu diesem Zeitpunkt nicht definiert. Einzige Festlegung ist, dass es sich hier um ein Smart Market handelt, welcher lokale Märkte mit lokalem Energiemanagement verbinden muss (vgl. Doleski et al. 2014: 379).

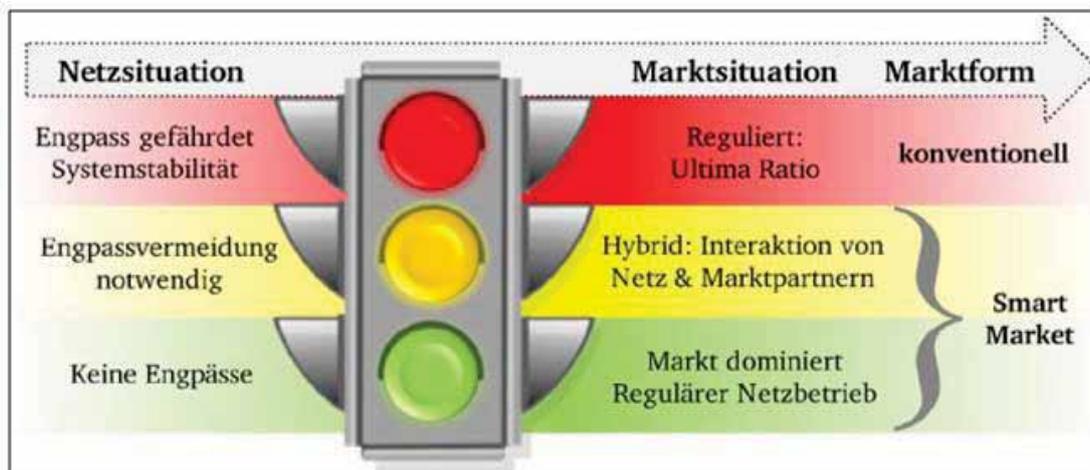


Abbildung 3: Das Netzampelkonzept (VDE 2014)

2.3. Mögliche Funktionsweise eines Flexibilitätsmarktes

Das Ziel des Projekts „Flex4Energy“ ist es, eine Handelsplattform für Flexibilitäten zwischen verschiedenen Akteuren, anhand definierter Rechte und Pflichten zur Vermeidung des Eintritts der roten Ampelphase, zu entwickeln. Für die Entwicklung eines Flexibilitätsmarkts werden neue Rollen und Begriffe definiert werden, die in Tabelle 2 beschrieben werden. Abbildung 4 greift diese Begriffe auf und veranschaulicht die Umgebung eines Flexibilitätsmarkts mit den elementaren Akteuren.

Begriff	Definition
Netzzelle	Geografisch abgegrenztes Gebiet innerhalb eines VNG ² , mehrere Netzzellen in einem VNG möglich, keine geografische Überschneidung.
Subzelle	Liegt virtuell (wie ein Bilanzkreis) über einer Netzzelle, keine geografische Abgrenzung, mehrere Subzellen in einer Netzzelle möglich.
FA-Betreiber ³	Betreiber einer Anlage, die Flexibilität anbieten kann. Dazu gehören neben Erzeugern auch Verbraucher und Speicher.
FA ³	Flexibilitätsanlage, die in der Lage ist ihre Erzeugung, Verbrauch oder Speicherverhalten nach zielgerichteten Steuersignalen zu verändern.
FMS ⁴	Flexibilitätsmanagementsystem: Rechenzentrale jeder Subzelle, das alle in dieser Subzelle bestehenden FA zusammenfasst und Flexibilitätsangebote an die FHP weiterleitet.
Aggregator	Betreiber eines FMS, Vertragspartner der FA-Betreiber und der Plattformbetreiber.
FHP	Flexibilitätshandelsplattform: Bündelung der Flexibilitätsangebote aller in einer Netzzelle bestehenden FMS, Vermarktung an Flex-Nutzer.
Plattformbetreiber	Betreiber einer FHP, Vertragspartner der Flex-Nutzer und Aggregatoren (auch FHP-Betreiber).
Flex-Nutzer ³	Nutzer und Anfrager von Flexibilitäten, Kunde auf der FHP.

Tabelle 2: Begriffsdefinitionen (Eigene Darstellung nach Flex4Energy 2015b)

Das Konzept des Projektes sieht vor ein Verteilnetz in mehrere geografisch voneinander abgegrenzten Netzzellen zu untergliedern (vgl. StoREgio 2015: 5). Ebenso wie ein Verteilnetz, ist eine Netzzelle ein Verbund sowohl von Erzeuger- als auch von Verbrauchereinheiten (ebd.).

² Es wird angenommen, dass eine Netzzelle nur einem VNG entspricht, da sich der organisatorische Aufwand andernfalls erhöhen würde.

³ Keine offizielle Abkürzung, eigene Annahme

⁴ Verschiedene Ausprägungen des FMS möglich

Jede Netzzelle ist mit dem existierenden Leitungsnetz verbunden (ebd.). In den Netzzellen können unterschiedliche Erzeuger, (Groß-)Verbraucher oder Speicher mit unterschiedlichen Profilen existieren. Jede Netzzelle ist wiederum in mindestens eine virtuelle Subzelle untergliedert. Die kleinste Einheit in diesem Konzept ist, wie heute bereits definiert, ein Zählpunkt einer Erzeugungs- oder Verbrauchsanlage, die jeweils einer Subzelle mittels Zählpunkt eindeutig zugeordnet ist. Bestehende Erzeuger und Verbraucher können sich innerhalb einer Subzelle intern ausgleichen (ebd.). Kann oder soll dieser Ausgleich nicht vollständig zellenintern erfolgen, entsteht ein Flexibilitätsangebot innerhalb einer Subzelle, das über das FMS durch den zuständigen Aggregator auf einer Flexibilitäts-handelsplattform gehandelt und von einem Flex-Nutzer angefragt wird. Somit entsteht ein Flexibilitätsmarkt.

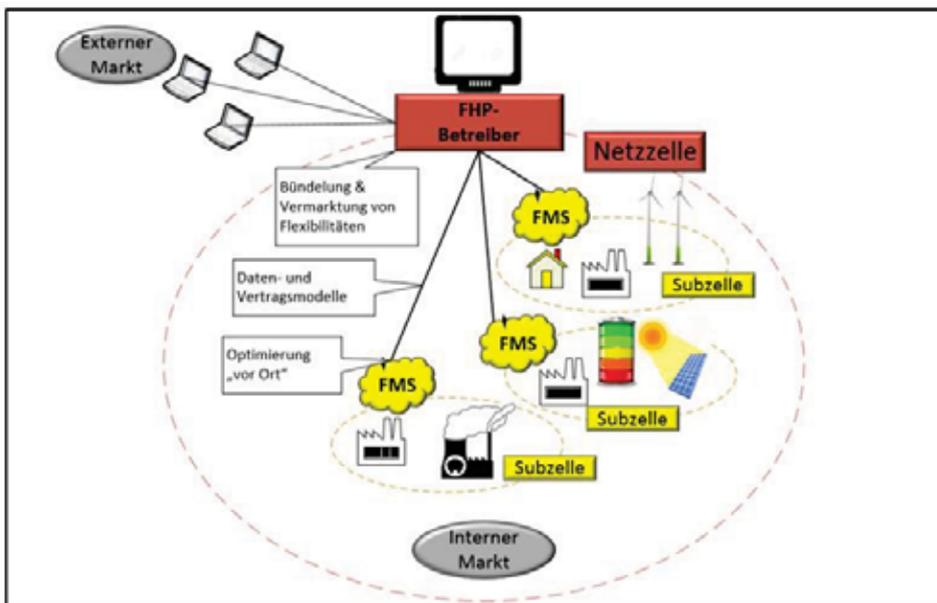


Abbildung 4: Grafische Darstellung eines Flexibilitätsmarktes (StoREgio 2015)

Beschreibung einer möglichen Funktionsweise

Wie in Abbildung 4 zu sehen, existieren mehrere Strom erzeugende, verbrauchende oder speichernde Einheiten in den Subzellen, die im Folgenden FA genannt werden (Flex4Energy 2015b). Diese werden von ihren Betreibern über einen Aggregator an ein FMS angeschlossen (ebd.). Ein FMS fasst alle FA einer Subzelle zusammen und berechnet als „Rechenzentrale“ das gesamte Flexibilitätsangebot dieser Subzelle zu einer bestimmten Zeit über eine bestimmte Menge (ebd.). In jeder Netzzelle existiert eine FHP, die von verschiedenen FMS innerhalb der Netzzelle die bestehenden Flexibilitätsangebote erhält

(ebd.). Die FHP bündelt und sortiert diese Angebote und ordnet sie mittels Algorithmus⁵ einer passenden Flexibilitätsanfrage innerhalb der Netzzelle zu (ebd.). Wurden Angebot und Anfrage erfolgreich zugeordnet, entsteht ein Handelsabschluss auf Basis von Daten- & Vertragsmodellen (ebd.). Einerseits schließen die Aggregatoren mit den FA-Betreiber, die ihre Anlagen an ein FMS anbinden möchte, einen Flexibilitäts-Vermarktungs-Rahmenvertrag ab, um Flexibilitäten anbieten zu können. Andererseits werden alle Flex-Nutzer, die zu einer bestimmten Zeit Flexibilität nutzen wollen, für die Teilnahme auf der FHP registriert. Ihnen wird ein Angebot nach gegebenen Kriterien zugeordnet. Die Flex-Nutzer schließen zudem einen Flexibilitäts-Handels-Rahmenvertrag mit dem Plattformbetreiber ab. Als Schnittstelle zwischen den Anbietern und den Nachfragern von Flexibilitäten schließen die Aggregatoren mit den Plattformbetreibern jeweils einen Flexibilitäts-Vermarktungs-Rahmenvertrag miteinander ab. Somit entsteht innerhalb jeder Netzzelle ein Flexibilitätsmarkt (ebd.).

Die Verbindungen der einzelnen FMS zur FHP sind über Kommunikationsgateways verschlüsselt, um die Datensicherheit zu gewährleisten. Darüber hinaus ist die FHP über ein Gateway an externe Märkte angeschlossen, um ungenutztes Flexibilitätspotenzial, über die FHP hinweg, an anderen Märkten zu vermarkten (ebd.).

Einordnung in das heutige Bilanzkreismanagement

Die deutsche Stromversorgung ist als Verbundnetz organisiert (vgl. Konstantin 2013: 454ff). Hierbei gelangt der Strom physikalisch über Stromleitungen und wirtschaftlich über den Handel an Handelsplätzen vom Erzeuger zum Verbraucher (ebd.). Seit der Liberalisierung 1998 agieren viele verschiedene Akteure auf physikalischer und wirtschaftlicher Ebene gesetzlich regelt miteinander (ebd.). Im Gegensatz zu Gas kann Strom nicht in Transport-Leitungen zwischengespeichert werden (ebd.). Daher müssen Erzeugung und Verbrauch stets ausgeglichen sein, was dadurch gelingt, dass Erzeuger ihre Erzeugung nach dem prognostizierten Verbrauch ausrichten (ebd.). Wird tatsächlich mehr verbraucht als prognostiziert, liegt ein Erzeugungsdefizit bzw. Verbrauchsüberschuss vor (ebd.). Wird tatsächlich weniger verbraucht als prognostiziert, liegt ein Erzeugungsüberschuss bzw. Verbrauchsdefizit vor (ebd.). In beiden Fällen liegen Verbrauch und Erzeugung nicht im Gleichgewicht, was dazu führt, dass die Netzfrequenz nicht mehr in dem Toleranzbereich

⁵ Die Zusammensetzung dieses Algorithmus wird zurzeit im Rahmen einer Master-Arbeit näher formuliert, daher wird im Laufe dieser Arbeit nicht weiter darauf eingegangen.

zwischen 49,8 Hz und 50,2 Hz liegt (ebd.). Die Folge dessen ist eine Netzüberlastung, die einen Zusammenbruch der Stromversorgung nach sich zieht (ebd.).

Um dies zu vermeiden, ist das deutsche Verbundnetz in vier Regelzonen organisiert, die geografisch den Übertragungsnetzgebieten entsprechen (ebd.). Wie nachfolgend in Abbildung 5 zu sehen ist, wird eine Regelzone von einem ÜNB betrieben. Dieser nimmt auf wirtschaftlicher Ebene die Rolle des Bilanzkreiskoordinators (BIKO) ein. Der ÜNB ist primär für die Frequenzhaltung verantwortlich, die mit Hilfe der untergelagerten Netz- und Marktteilnehmer gewährleistet werden muss (ebd.).

Jede Regelzone ist wiederum in mehrere geographisch voneinander getrennten Verteilnetzgebiete, die von den VNB betrieben werden, unterteilt (vgl. Tennet TSO 2013). Der zuständige VNB muss alle prognostizierten und gemessenen Energiemengen in seinem Verteilnetzgebiet eindeutig zu den jeweiligen Bilanzkreisen zuordnen und diese dem BIKO weiterleiten (ebd.).

Ein Bilanzkreis ist „ein virtuelles Energiemengenkonto“ (Tennet TSO 2015), welches über eine gesamten Regelzone alle ein- und ausspeisenden Energiemengen, die von einem Erzeuger über einen Händler, Lieferanten oder Dienstleister gekauft und an Verbraucher verkauft werden, zusammenfasst. Jede der vier Regelzonen ist in mehr als 100 Bilanzkreise unterteilt (vgl. Ströbele 2012: 257). Bilanzkreise liegen in einer Regelzone virtuell übereinander und dürfen nicht als geografisch abgetrennte Region verstanden werden. Um erzeugte und verbrauchte Energiemengen eindeutig zuordnen zu können, ist jeder Erzeuger und Verbraucher mit einer Zählpunktbezeichnung gekennzeichnet (ebd.). Ungeachtet von der Anzahl der Kunden muss jeder Händler, Lieferant oder Dienstleister einen Bilanzkreis führen. Daher können viele kleine Bilanzkreise (Unter-Bilanzkreise) als einen größeren Bilanzkreis zusammengefasst werden (ebd.). Diese müssen in den erzeugten und verbrauchten Mengen stets ausgeglichen sein. Das bedeutet, dass die gesamte eingekaufte Erzeugungsmenge auch an genügend Abnehmer verkauft werden muss. Um diesen Ausgleich gewährleisten zu können, wird pro Bilanzkreis ein Bilanzkreisverantwortlicher (BKV) ernannt. Dieser fasst die gesamte Erzeugung und den gesamten Verbrauch innerhalb seines zu verantwortenden Bilanzkreises in Fahrplänen zusammen. Ergibt sich eine Lücke zwischen Erzeugung und Verbrauch, muss der BKV für den Ausgleich sorgen (vgl. Tennet TSO 2013). Alle in einer Regelzone existierenden BKV leiten ihre Fahrpläne an den zuständigen BIKO weiter, wobei Überschüsse und Defizite in Bilanzkreisen untereinander ausgeglichen werden können (Verteilungseffekt) (vgl. Ströbele 2012: 259). Ergibt sich in Summe trotz dessen eine Abweichungen zwischen Erzeugung und Verbrauch, wird

diese Bedarfslücke wirtschaftlich mittels Ausgleichsenergie ausgleichen und dem dafür verantwortlichen BKV in Rechnung stellt (ebd.).

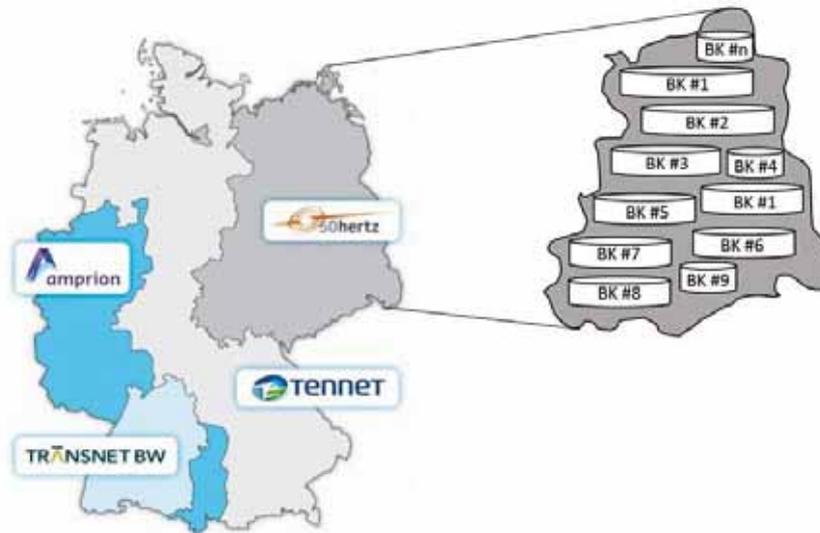


Abbildung 5: Die vier Regelzonen Deutschlands (Eigene Darstellung nach Soptim 2015)

Konnten die angemeldeten Fahrpläne aus Erzeuger- und/oder Verbrauchersicht tatsächlich nicht eingehalten werden, ist der ÜNB auf physikalischer Ebene dafür verantwortlich diese Lücke zwischen Erzeugung und Verbrauch mittels Regelenergie zu decken (vgl. Ströbele 2012: 257ff). Wie Abbildung 6 veranschaulicht, werden alle tatsächlichen Ein- und Ausspeisungen in allen BK der Regelzone summiert und untereinander ausgeglichen (ebd.). Sollte ein BK ein Erzeugungsüberschuss, ein anderer BK aber ein Erzeugungsdefizit vorweisen, gleichen sie sich in Summe aus (ebd.). Wenn alle BK summiert ein negatives Saldo ergeben, so hat die Regelzone ein Erzeugungsdefizit (ebd.). Anderes gilt, wenn die Summe aller BK positiv ist. In dem in Abbildung 6 verwendeten Beispiel, ergibt sich für die gesamte Regelzone ein positives Erzeugungsergebnis, was bedeute, dass der verantwortliche ÜNB diesen Überschuss mittels negativer Regelenergie ausgleichen muss (ebd.).

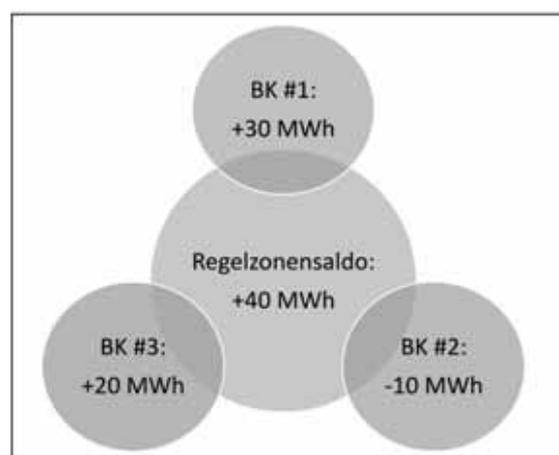


Abbildung 6: Die vier Regelzonen Deutschlands (Eigene Darstellung nach Soptim 2015)

Wie deutlich geworden sein sollte, liegt die Schwierigkeit der Stromversorgung darin, dass Strom nicht nur vom Erzeuger zu mehreren Verbrauchern fließt, sondern dass die ein- und ausgehenden Strommengen den Akteuren eindeutig zugeordnet und letztlich abgerechnet werden müssen.

In Abbildung 7 sind die Marktakteure jeweils der physikalischen und wirtschaftlichen Ebene zugeordnet. Das physikalische Gebiet des ÜNB ist sein Übertragungsnetz (Welter 2015). Seine Verantwortung liegt in der Instandhaltung und dem Ausbau des Netzes. Auf wirtschaftlicher Ebene nimmt er die Rolle des Bilanzkreiskoordinators ein (ebd.). Hierbei ist er für den Ausgleich zwischen Erzeugung und Verbrauch innerhalb seiner Regelzone verantwortlich. Die Verteilnetze liegen in der Hand der vielen kleinen VNB, die wirtschaftlich für die Bilanzierungsgebiete zuständig sind (ebd.). Hierbei können ein oder mehrere Verteilnetzgebiete einem VNB zugeordnet sein. Die kleinste Einheit auf physikalischer Ebene ist der Netzanschluss, der vom MSB betrieben wird (ebd.). Dieser kümmert sich um den Einbau und die Instandhaltung der Messgeräte. Auf wirtschaftlicher Ebene ist der Zählpunkt die kleinste Einheit, die einem Verbraucher eindeutig zugeordnet ist. Der Zählpunkt wird von einem Lieferanten mit Strom beliefert und von einem MDL abgelesen. Zwar ist es den Stromkunden aufgrund der Liberalisierung erlaubt ihren MSB & MDL selbst zu wählen, doch übernimmt der zuständige VNB in den meisten Fällen diese Rolle. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird von dieser Tatsache ausgegangen. Der Anlagen-Betreiber steht zwischen diesen Ebenen, da dieser einerseits den Strom erzeugt und mittels Netzanschluss ins Netz einspeist (ebd.). Andererseits fließt der Strom mittels Stromhändler an einen Verbraucher, der mittels Zählpunkt eindeutig identifiziert wird. Alle von einem Lieferanten belieferten Zählpunkte werden in einem Bilanzkreis zusammengefasst.

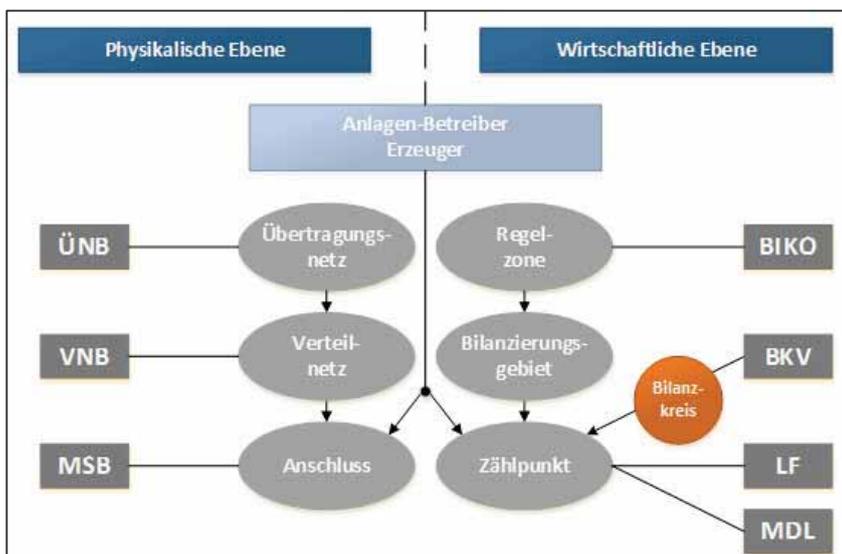


Abbildung 7: Marktakteure der heutigen Stromversorgung (Welter 2015)

Die zu Beginn des Kapitels genannte Netzampel positioniert sich auf der Ebene der Verteilnetze (vgl. VDE 2014: 44). Da die Forschungsstudie des VDE stark in selbige Richtung wie die des Projekts „Flex4Energy“ geht, wird vereinfacht davon ausgegangen, dass die vom VDE entwickelten „Netzaggregationsbereiche“ (VDE 2014: 67) den zuvor beschriebenen Netzzellen entsprechen. Da Flexibilitäten in diesem Fall ortsgebundene Defizite bzw. Überschüsse auf Erzeuger- und/oder Verbraucherseite ausgleichen, darf sich keine virtuelle Netzzelle vorgestellt werden. Denn die Lokalität einer Netzzelle kann geographisch einem bestimmten Netzsegment zugeordnet werden. Daher muss, wie in Abbildung 8 veranschaulicht, jede Netzzelle über eine Netzampel kontrolliert werden.

Jede dieser Netzzellen ist in kleineren Subzellen organisiert, die virtuell einer Netzzelle zugeordnet wird. Genauso wie es innerhalb einer Regelzone zu einem internen Ausgleich zwischen den BK kommen kann, können sich Subzellen untereinander ausgleichen.

In den grünen Netzzellen stimmt die tatsächliche Erzeugung mit dem tatsächlichen Verbrauch überein. In der roten Netzzelle liegt ein Engpass, aufgrund von überhöhter Erzeugung mit zu niedrigem Verbrauch bzw. überhöhtem Verbrauch mit zu niedriger Erzeugung vor, was die Systemstabilität gefährdet.

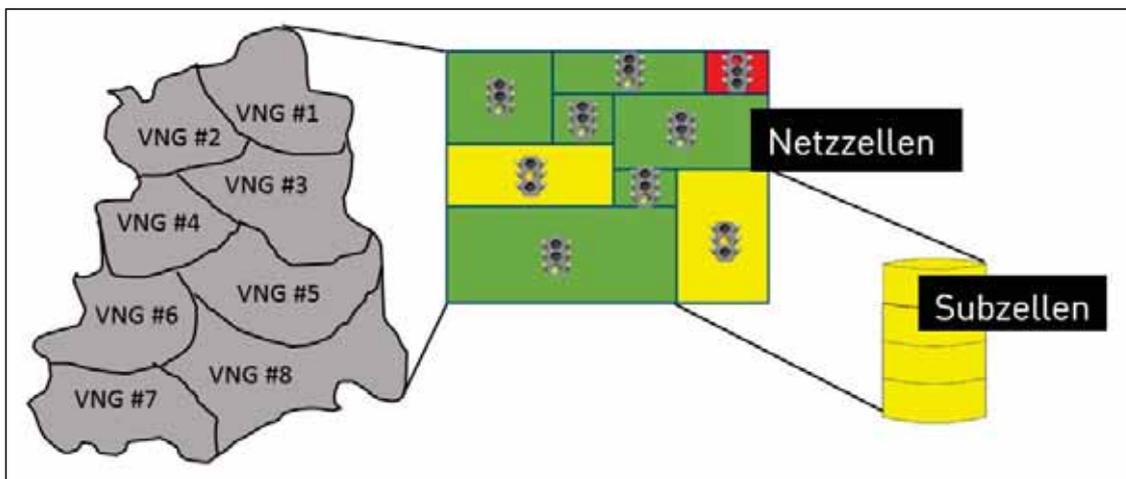


Abbildung 8: Schematische Darstellung einer Netzzelle (Eigene Darstellung nach VDE 2014 & Flex4Energy 2015b)

In den gelben Netzzellen wird mit einem Netzengpass gerechnet. Hierbei sollen, über Flexibilitätsmärkte, auf physikalischer und wirtschaftlicher Ebene mit den jeweiligen Akteuren, Flexibilitätsprodukte angeboten und gehandelt werden, die auf die jeweilige Netzsituation angepasst sind und zu einer Stabilisierung der Netzsituation führen soll.

2.4. Produktangebot in Flexibilitätsmärkten

Die auf einem Flexibilitätsmarkt angebotenen Produkte, dienen dazu auf verschiedene Weise ein Ungleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch lokal auszugleichen. Dieses Ungleichgewicht kann entweder bereits im Voraus oder erst im Nachhinein erkannt worden sein. Daher werden auf dem Flexibilitätsmarkt zwei verschiedene Produktkategorien mit jeweils verschiedenen Produkten festgelegt. Wie in den Tabellen 3 und 4 zusehen, ergeben sich verschiedene Merkmale für den Flexibilitätsanfrager sowie verschiedene Anforderungen an den Flexibilitätsanbieter (vgl. Flex4Energy 2015d).

Es existieren:

- 1) **Fahrplan-Produkte:** theoretisch im Vorhinein definierbar
- 2) **Adaptive Produkte:** im fortlaufenden Betrieb anpassbar

Beide Produktkategorien, mit ihren untergeordneten Produkten, werden im Folgenden genannt und kurz erläutert. Die detaillierte Beschreibung der technischen Umsetzung der einzelnen Produkte ist kein Bestandteil dieser Arbeit.

1) Fahrplan-Produkte sind stets im Vorhinein geplante Produkte, bei welchen die benötigte Menge mittels Fahrplan vereinbart wird (ebd.). Über diesen Fahrplan erfolgt eine Abrechnung mit dem zuvor vereinbarten Arbeitspreis (ebd.). Die Produkte werden aufgeteilt in:

1.a) Vorgegebener Leistungsfahrplan

1.b) Netzzellenausgleich

Das Produkt **Leistungsfahrplan** ist ein Standardprodukt, das bereits auf Märkten fern ab von Flexibilitätsmärkten gehandelt wird (ebd.). Daher spielt für den Anbieter dieses Produkts die Lokalität keine Rolle. Aufgrund der Planung gemäß eines Fahrplans wird das Produkt automatisch abgerufen (ebd.). Gleiches gilt für den **Netzzellenausgleich**. Bei diesem Produkt spielt die Lokalität jedoch eine elementare Rolle (ebd.). Denn dieses Produkt besteht so noch nicht auf dem Energiemarkt. Die Besonderheit hierbei ist der lokale Bezug einer Flexibilität zu einer Netz- bzw. Subzelle. Damit erlaubt das Produkt einen physikalischen Ausgleich der entsprechenden Zellen (ebd.).

2) Adaptive Produkte unterscheiden sich von den genannten Fahrplan-Produkten insoweit, als dass eine bestimmte Menge an Flexibilität zunächst reserviert und ein unvorhersehbarer Zeitpunkt der Anwendung mit einer Vergütung vereinbart wird (ebd.). Diese Produkte werden angepasst an die Situation eingesetzt, daher wird hier von „adaptiven Produkten“ gesprochen.

Diese unterteilen sich wiederum in drei verschiedene Mechanismen, die jeweils noch einmal in verschiedene Produkte bzw. Systemdienstleistungen unterteilt werden:

2.a) Adaptive Produkte mit Regelkreis

2.b) Adaptive Produkte mit (potentiellen) Abruf

2.c) Adaptive Produkte mit dynamischen Regelkreis

Unter den **Produkten mit Regelkreis** ist die Messung bestimmter Parameter einer Anlage vor Ort gemeint (ebd.). Hierbei werden folgende Messgrößen einer Anlage mittels vor Ort Messung gemessen: Frequenz, Spannung und Phasensymmetrie (ebd.). Die Strom-Menge, die ein Anbieter für die Frequenz-, Spannungshaltung und Phasensymmetrierung bereitstellt, ist offen (ebd.). Im Gegensatz zur Frequenzhaltung müssen die Lokalität der Strom-Leitung bei einem Spannungsabfall bzw. -anstieg und die Lokalität einer Phase zur Phasensymmetrierung bekannt sein (ebd.). Der Anfrager dieses Produktes ist daran interessiert, den Sollwert innerhalb eines Regelbands der Frequenz, Spannung oder des Phasenfaktors mittels automatischen Abruf zu erreichen (ebd.). Jede dieser Systemdienstleistung wird mit dem Leistungspreis abgerechnet (ebd.).

Die **Produkte mit potentiellen Abruf** sind wiederum keine Neuerung zu bereits bestehenden Produkten. Das Produkt Regelleistung bspw. ist ein Produkt, das bereits auf dem Regelenergiemarkt von den vier ÜNB angefragt wird. Das Produkt Engpassmanagement ist im Grunde dem Produkt Regelleistung gleich, jedoch besteht hier ein lokaler Bezug zur Netz- bzw. Subzelle (ebd.). Entsteht lokal ein Engpass, kann dieser Engpass mittels zugeordneter FA in dem betroffenen Netzsegment gezielt mittels Flexibilitäten behoben werden (ebd.). Die reservierte Menge an Flexibilität wird vom Anfrager beider Produkte manuell abgerufen (ebd.). Bereits bei der Reservierung einer Flexibilität ohne Abruf erhält der Flexibilitätsanbieter einen Leistungspreis und bei tatsächlichem Abruf einen Arbeitspreis (ebd.).

Das dritte Produkt dieser Produktkategorie ist ein **Produkt mit dynamischen Regelkreis**. Ähnlich wie bei den Produkten mit potentiellen Abruf, sichert sich ein Anfrager Flexibilität zu (ebd.). Diese kann zum Zwecke der Erreichung einer bekannten Leistungsgröße (Option: Leistungsvorgabe) oder aber eines bestimmten Messwertes (Option: Messwertvorgabe) dienen (ebd.). Dabei ist dem Anbieter die Flexibilitätsmenge zur Einhaltung der Leistungsmenge bekannt (wird vorgegeben) (ebd.). Bei Regelung einer lokalen Größe mittels vorgegebenem Messwert ist, ähnlich wie bei den oben beschriebenen Produkten mit Regelkreis, die tatsächlich erbrachte Arbeit schwer zu ermitteln. Daher wird das Produkt mit

der Option Messwertbereitstellung mit dem Leistungspreis und mit der Option Leistungsvorgabe zusätzlich mit dem Arbeitspreis abgerechnet (ebd.).

Produkt / Systemdienstleistung		Merkmale für den Anfrager				
		Abruf	Reaktionszeit des Systems	Sollwert	Bilanzierung	
Fahrplan-Produkte	Leistungsfahrplan	auto		(Fahrplan)	Fahrplan	
	Netzzellenausgleich	auto	mf (<45min)	(Fahrplan)	Fahrplan	
Adaptive Produkte	Mit Regelkreis	Frequenzhaltung	auto		Frequenz	
		Spannungshaltung	auto		Spannung	
		Phasensymmetrierung	auto		Faktor	
	Mit (pot.)	Engpassmanagement	manuell	kf (<1min)	(Leistung)	Fahrplan
		Regelleistung	manuell	kf (<1min)	(Leistung)	Fahrplan
	Mit dyn. Regelkreis	Option: Leistungsvorgabe	dynamisch	kf (<1min)	Leistung, dynamisch	Fahrplan
Option: Messwertbereitstellung		dynamisch	kf (<1min)	Messwert, dynamisch		

Tabelle 3: Übersicht - Merkmale für den Anfrager (Flex4Energy 2015d)

Produkt / Systemdienstleistung		Anforderungen an den Anbieter					
		Eigene Messung	Prognose	Menge	Lokalität	Abrechnung	
Fahrplan-Produkte	Leistungsfahrplan			Bekannt (mf)		AP	
	Netzzellenausgleich			Bekannt (mf)	Ja (VNB)	AP	
Adaptive Produkte	Mit Regelkreis	Frequenzhaltung	Ja (U)	Ja	Offen		LP
		Spannungshaltung	Ja (f)	Ja	Offen	Ja (Leitung)	LP
		Phasensymmetrierung	Ja	Ja	Offen	Ja (Phase)	LP
	Mit (pot.) / Abruf	Engpassmanagement		Ja	Bekannt (kf)	Ja (Leitung)	LP, AP
		Regelleistung		Ja	Bekannt (kf)	Ja (VNB)	LP, AP
	Mit dyn. Regelkreis	Option: Leistungsvorgabe		Ja	Bekannt (kf)	je nach Anwendungszweck	LP, AP
Option: Messwertbereitstellung			Ja	Offen	Ja (Leitung)	LP	

Tabelle 4: Übersicht - Anforderungen an den Anbieter (Flex4Energy 2015d)

3. Konzepterstellung

Die Entwicklung eines Flexibilitätsmarktes setzt voraus, dass im Vorhinein eine mögliche Eingrenzung bzgl. des Handels von Flexibilitäten besteht. Damit können grundsätzliche Aufgaben der Akteure bereits vordefiniert und in der weiteren Entwicklung von Flexibilitätsmärkten genutzt werden. Bei der Erstellung eines Konzepts für den Handel von Flexibilitäten in einem Flexibilitätsmarkt, werden in diesem Kapitel zunächst die drei in Frage kommenden Marktausprägungen vorgestellt (Kap. 3.1.). Im nächsten Schritt werden diese mit einander verglichen und mögliche Vor- und Nachteile der Ausprägungen gegenübergestellt (Kap. 3.2.), um dann im letzten Schritt das Handels-Modell zu beschreiben, auf welches sich im weiteren Verlauf der Arbeit konzentriert wird (Kap. 3.3.).

3.1. Mögliche Marktausprägungen

In der heutigen Energiewirtschaft wird Strom entweder an der Strombörse oder außerbörslich auf dem OTC-Markt (Over-the-Counter) gehandelt (vgl. Energie-Lexikon 2015). Das börsenorientierte Vermarktungsmodell sieht die deutsch Strombörse in Leipzig als öffentlich zugängliche Einrichtung zur Vermarktung von Strom (ebd.). Die Strombörse ist ein Energy-Only-Markt, da hier unter Aufsicht lediglich Strommengen in kWh gehandelt werden (ebd.). Üblicherweise treffen Angebote und Anfragen auf diesem Markt ein, die aufgrund der Strommenge und des Preises mit einander vermarktet werden (ebd.). Die verschiedenen Börsenprodukte werden neben deutschen Anbietern auch von internationalen Händlern auf dem Markt angeboten (ebd.). Auch die Nachfrageseite ist international gemischt (ebd.). Hierdurch eröffnet sich ein enormes Produktangebot für Nachfrager. Im Gegensatz zu langfristig gehandelten Produkten an der Börse, existiert neben dem Energy-Only-Markt der außerbörsliche Handel von Strom (ebd.).

Dieser wird auch OTC-Markt genannt. Dieser Markt besteht außerhalb der Börse und geschieht ohne eine Aufsichtsbehörde. Die Ausprägung des OTC-Marktes kann nach zwei Möglichkeiten ausgerichtet sein (ebd.). Die erste Möglichkeit ist die Zusammenführung von Käufer und Verkäufer über einen Broker, der hier als Vermittler zu verstehen ist (ebd.). Wie bei einem Immobilien-Makler werden Kontrakte zwischen den einzelnen Akteuren vermittelt (ebd.). Hierbei kann er zwischen dem Erzeuger und dem Händler oder zwischen dem Händler und dem Nachfrager Verträge vermitteln. Mit der tatsächlichen Lieferung hat der Makler im Nachhinein nichts mehr zu tun (ebd.) Er ist lediglich für die Vermittlung des Kaufvertrags zwischen den Akteuren zuständig. Nach erfolgreichem Vertragsabschluss,

fällt der Makler bei dem Liefervertrag als aktive Rolle raus und erhält seine im Maklervertrag vereinbarte Provision.

Die zweite Möglichkeit zur Zusammenführung von Anbietern und Nachfragern ist der direkte Vertragsabschluss zwischen den Akteuren ohne Einbindung eines Maklers. Die Suche nach einem Vertragspartner geschieht hier eigenständig und auf eigene Gefahr. Zu beachten ist jedoch, dass es eine Vielzahl von konkurrierenden Akteuren auf außerbörslichen Handelsplattformen gibt.

3.2. Vor- und Nachteil der Marktausprägungen

Jede der genannten Marktausprägungen hat ihre Vor- und Nachteile, die in Tabelle 5 zusammengefasst dargestellt sind.

Die Vorteile, die mit dem **börsenorientierten** Handel einhergehen, sind zunächst die Vielzahl an Anbietern und Nachfragern, die über die deutschen Grenzen hinaus am Energy-Only-Markt beteiligt sind. Dieser ist ein nach dem Börsengesetz organisierter Handelsplatz, der jedoch einer Genehmigung bedarf (vgl. Niedrig 2008). Eine Aufsichtsbehörde reguliert die Börse, wodurch sie transparenter als andere Märkte ist (ebd.). Die Produktpalette, die auf der Börse von nationalen und internationalen Händlern, angeboten werden, ist sehr umfangreich. Die Verträge, die an der Börse abgeschlossen werden, sind langfristiger Natur und können bis zu sechs Jahre in die Zukunft abgeschlossen werden (ebd.). Händler, die eine Börsenzulassung besitzen, um an der Börse agieren zu dürfen, müssen das Risiko absichern, dass sie gekaufte bzw. verkaufte Mengen tatsächlich abnehmen bzw. zur Verfügung stellen können (ebd.). Händler müssen daher eine Sicherheit an der Börse hinterlegen, um dieser Gefahr entgegen zu wirken (ebd.). Neben den beiden genannten Nachteilen, ist die Anonymität der Akteure zu nennen. Denn ein Vertragsabschluss kommt ohne Wissen über den Anbieter oder dem Anfrager zu Stande (ebd.).

Bei dem außerbörslichen **Makler-Modell** ist der Makler auch unter dem Namen Broker bekannt. Der einzige Nachteil, der sich hier ergibt, ist die Zahlung einer Maklerprovision, die sich meist am Verkaufspreis orientiert (vgl. Jura Forum 2013). Dennoch kann sich auf die Marktkenntnisse eines Maklers verlassen werden (ebd.). Seine Professionalität erhält dieser über hohe Erfahrungswerte, die ein erfahrungsloser Marktteilnehmer erst mühsam erarbeiten muss (ebd.). Somit geht mit der Inanspruchnahme eines Maklers, der unter anderem gesetzlich zur Neutralität verpflichtet ist, eine hohe Zeitersparnis einher (ebd.).

Die zweite Möglichkeit des außerbörslichen Handels in Form des konkurrierenden Händlermodells gibt den Akteuren unabhängige Vertragsfreiheit (vgl. Energie-Lexikon 2015). Hierbei können die Beteiligten Vertragsdetails frei verhandeln. Auch auf einer außerbörslichen Handelsplattform findet sich eine Vielzahl von Händlern, die miteinander direkte bilaterale Verträge verhandeln (ebd.). Die Vielzahl der Anbieter und Nachfrager erlaubt es, dass sich Anfrager zu selbst bestimmten Preisen finden, wobei sich die Preise am OTC-Markt stark an den Börsenpreisen orientieren (ebd.). Jedoch braucht keiner der Akteure eine Zulassung, um Mengen handeln zu können (ebd.). Lediglich müssen die Händler Bilanzkreise führen, um ihre ein- und verkauften Mengen zu bilanzieren. Nachteilig bei diesem Modell ist, dass der außerbörsliche Handel keine öffentliche Einrichtung ist, die durch bestimmte Behörden unter Aufsicht steht, daher ist dieser Markt intransparent als andere (ebd.).

Börsenorientierter Handel	Außerbörslicher Handel	
	Konkurrierendes Händlermodell	Makler-Modell
Vorteile	Vorteile	Vorteile
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Vielzahl an Anbietern und Nachfragern auf einem Markt ⇒ organisierter und transparenter Handel nach dem Börsengesetz ⇒ reguliert durch Aufsichtsbehörde ⇒ viele verschiedene handelbare Produkte ⇒ langfristige Vertragsabschlüsse ⇒ abgesichertes Risiko 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Vertragsfreiheit ⇒ Höhere Händleranzahl ⇒ bilaterale Geschäfte ⇒ keine Zulassung nötig ⇒ keine Hinterlegung einer Sicherheit ⇒ verschiedene Preise ⇒ Käufer und Verkäufer bekannt ⇒ direkter Vertragspartner 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Marktkenntnisse ⇒ Erfahrungswerte ⇒ Zeitersparnis ⇒ Neutralität
Nachteile	Nachteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ anonymer Handel ⇒ Börse gilt als Geschäftspartner ⇒ Händler benötigen Börsenzulassung ⇒ Risikoabsicherung: Hinterlegung einer Sicherheit 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ keine Risikoabsicherung ⇒ keine öffentliche Einrichtung ⇒ intransparent ⇒ Preismanipulationsgefahr ⇒ hohe Konkurrenz 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Maklerprovision

Tabelle 5: Vor- & Nachteile der Marktausprägungen (Eigene Darstellung nach Energie-Lexikon & Jura Forum)

3.3. Spezifizierte Marktausprägung

Die für die Entwicklung eines Flexibilitätsmarktes gewählte Marktausprägung, konzentriert sich auf das konkurrierende Händlermodell, das sowohl eine Vielzahl von verschiedenen Händlern auf einer Handelsplattform (netzzellenintern) als auch eine Vielzahl von Plattformbetreibern (netzzellenübergreifend) erlaubt.

In diesem speziellen Fall aggregiert ein Händler viele kleine dezentrale Anlagen und agiert als Aggregator auf der Handelsplattform, auf der sich netzzellenintern mehrere Händler bzw. Aggregatoren wiederfinden. Weiterhin können Aggregatoren netzzellenübergreifend Flexibilität auf anderen FHP anbieten. Das Merkmal der Vertragsfreiheit und des Bekanntheitsgrad des Käufers und Verkäufers besteht auf direkter und indirekter Weise.

Der FA-Betreiber schließt einen Vertrag mit einem Aggregator ab. Diese beiden Akteure sind sich bekannt. Weiter schließt der Aggregator einen Vertrag mit dem Handelsplattformbetreiber, der die Vermarktung der Flexibilität des FA-Betreibers beinhaltet. Im letzten Schritt schließt der Flex-Nutzer einen Vertrag mit dem Handelsplattformbetreiber, um die von einem FA-Betreiber angebotene Flexibilität zu nutzen. Somit besteht indirekt eine Vertragsbeziehung zwischen dem FA-Betreiber und dem Flex-Nutzer über den Aggregator und dem Plattformbetreiber. Jedoch kennen sich diese beiden Akteure nicht direkt. Das Merkmal der Vertragsfreiheit besteht zwischen den FA-Betreiber und dem Aggregator, dem Aggregator und dem Plattformbetreiber und zwischen dem Plattformbetreiber und dem Flex-Nutzer. Zusammengefasst bedeutet dies, dass alle FA von mehreren Aggregatoren registriert sind. Jeder Aggregator und jeder Flex-Nutzer sind wiederum bei dem Handelsplattformbetreiber registriert. Somit bestehen zwischen den Akteuren verschiedene Schnittstellen, die in Abbildung 9 dargestellt werden.

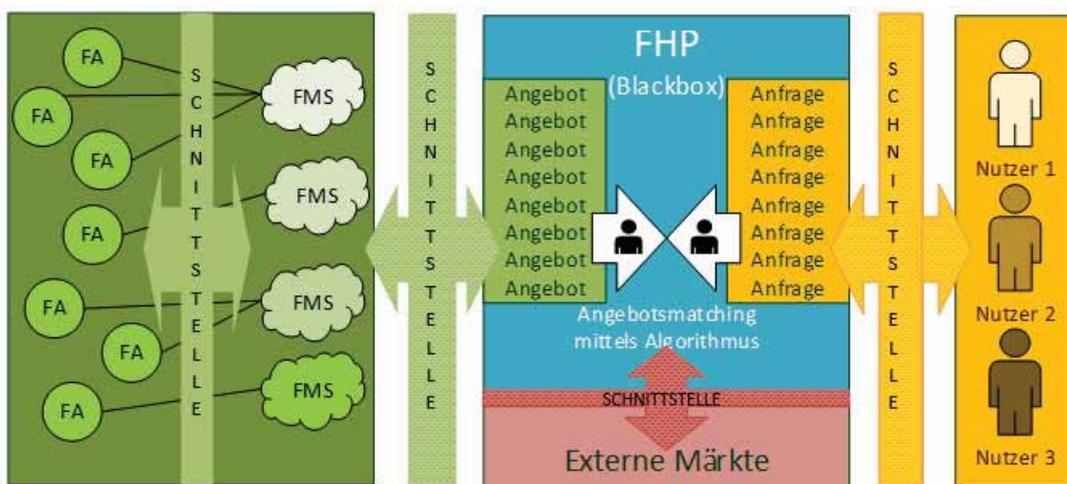


Abbildung 9: Schnittstellen zwischen den Instanzen (Eigene Darstellung nach Flex4Energy 2015e)

Schnittstellen zwischen den Instanzen

FA↔FMS

Eine FA ist physikalisch an einem FMS angeschlossen (vgl. Flex4Energy 2015e). Hierbei werden einerseits Bewegungsdaten ausgetauscht, um bspw. den Status oder die Bereitschaft der FA überprüfen zu können oder aber um die FA hoch- oder runterzuschalten (ebd.). Das Steuersignal wird über das FMS nur an die eine bestimmte FA weitergegeben, die über einen Vertrag geregelt Flexibilität anbieten muss (ebd.). Weiterhin werden zwischen den beiden Instanzen Flexibilitätpotenziale in Form Flexibilitätsangebote von ausgetauscht, die für die Weiterleitung an die FHP nötig sind (ebd.). Andererseits werden hier Abrechnungsdaten ausgetauscht, um den Mehrwert der Teilnahme an einem Flexibilitätsmarkt zu gewährleisten (ebd.).

FMS↔FHP

Von einem FMS werden die Bewegungsdaten und die Flexibilitätsangebote an die FHP weitergeleitet, die in einem nächsten Schritt mittels Algorithmus einer Flexibilitätsanfrage zugeordnet wird (ebd.). Sobald eine Zuordnung erfolgreich war, leitet die FHP diesen Handelsabschluss dem zuständigen FMS weiter, um in einem nächsten Schritt abrechnungsrelevante Daten austauschen zu können (ebd.).

FHP↔Flex-Nutzer

Über die Schnittstelle zwischen FHP und den Flex-Nutzer können Flexibilitätsanfragen auf die FHP eingestellt werden (ebd.). Dabei werden die Stammdaten der Flex-Nutzer benötigt, die bei der späteren Zahlung benötigt werden.

FHP↔Externe Märkte

Sollte ein Angebot keiner passenden Nachfrage zugeordnet werden können, ist der Plattformbetreiber in der Lage selbst als Flex-Nutzer Flexibilitätsangebote einzukaufen und diese über eine Schnittstelle auf externen Märkten (Regelleistungsmarkt, Börse, OTC-Markt) anzubieten (ebd.).

4. Akteure in Flexibilitätsmärkten

Im folgenden Kapitel werden im ersten Schritt die Akteure eines Flexibilitätsmarktes mit ihren Eigenschaften dargestellt (Kap. 4.1.), um im nächsten Schritt auf die Interaktionen bestimmter Akteure einzugehen und dabei die vertraglichen Beziehungen darzustellen (Kap. 4.2.). Im letzten Schritt werden die Akteure in ihrer zugeordneten Rolle im Flexibilitätsmarkt zusammengefasst, um hierbei auf ihre Abhängigkeiten einzugehen (Kap.4.3.).

4.1. Akteure und ihre Eigenschaften

Die Akteure eines Flexibilitätsmarktes existieren teilweise bereits im heutigen Strommarkt, jedoch nehmen sie dort eine andere Rolle ein, als sie es in einem Flexibilitätsmarkt tun. Auf der einen Seite des Flexibilitätsmarkts steht, wie auf allen üblichen Märkten, ein Anbieter, der ein bestimmtes Gut anbietet. Auf der anderen Seite steht ein Nachfrager, der ein bestimmtes Gut anfragt. Der Anbieter von Flexibilitäten ist derjenige, der seine Anlage flexibel regeln kann, um mehr oder weniger Strom zu bestimmten Zeiten gegen Entgelt zu erzeugen, verbrauchen oder zu speichern. Der Nachfrager innerhalb eines Flexibilitätsmarktes ist wiederum derjenige, der zu einer bestimmten Zeit mehr oder weniger Strom als geplant benötigt, die er auf dem Flexibilitätsmarkt nachfragt. Hierbei ist er in der Rolle eines Flex-Nutzers. Die angebotene Flexibilität kann der FA-Betreiber entweder selbst oder über einen Aggregator auf dem Flexibilitätsmarkt veräußern. In dieser Arbeit wird davon ausgegangen, dass der FA-Betreiber Flexibilität nur über den Aggregator auf einem Flexibilitätsmarkt anbietet. Das bedeutet, dass der Anbieter von Flexibilität zusammengefasst ein FA-Betreiber und ein Aggregator darstellt. Die Nachfrager auf der anderen Seite stellen ihre Anfragen nach Flexibilität auf der FHP ein, auf der sich gleichzeitig eingestellte Flexibilitätsangebote der Flexibilitätsanbieter wiederfinden. Das Zusammenreffen von Angebot und Nachfrage geschieht also auf der Handelsplattform, dabei ist der Plattformbetreiber in der Pflicht passende Angebote und Anfragen zu zuordnen. Abbildung 10 veranschaulicht das beschriebene System.

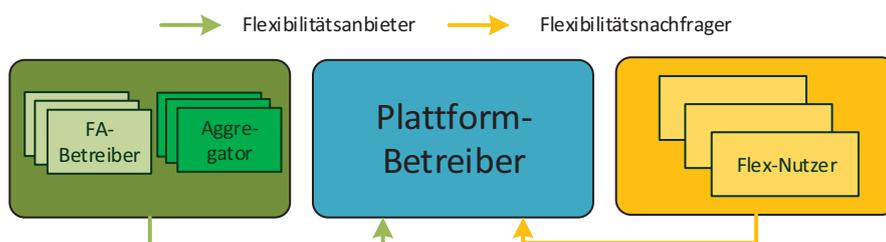


Abbildung 10: Akteure im Flexibilitätsmarkt (Eigene Darstellung nach Flex4Energy 2015b)

Die verschiedenen Rollen, die in einem Flexibilitätsmarkt existieren, werden in Tabelle 6 den passenden Akteuren des heutigen Strommarktes zugeordnet.

Rolle	Akteur	Beschreibung
FA-Betreiber	Anlagen-Betreiber	Jeder Betreiber einer flexiblen dezentralen Erzeuger-, Verbraucher- oder stromspeichernden Anlage.
Aggregator	Händler, Lieferant, Direktvermarkter, VKWB	Händler, der Flexibilität gewinnbringend gemäß Vereinbarungen mit den Anlagen-Betreibern auf der Handelsplattform veräußert.
Plattformbetreiber	Externer Dritter	Betreiber einer Handelsplattform, der für die Zusammenführung von Angebot und Nachfrage Gebühren erhält.
Flex-Nutzer	VNB, BKV, Lieferant	<p>Auf physikalischer Ebene: VNB, der Flexibilität für bestimmte Netzsegmente seines VNG zu bestimmten Zeiten anfragt.</p> <p>Auf wirtschaftlicher Ebene: BKV, Lieferant, die ihre BK oder Stromeinkauf ausgleichen wollen.⁶</p>

Tabelle 6: Zuordnung der Akteure zu definierten Rollen (Eigene Darstellung)

Ein **FA-Betreiber** kann jeder Anlagenbetreiber sein, der mit dem flexiblen Einsatz seiner Anlage verschiedene Flexibilitätsprodukte umsetzen kann. Die Voraussetzung dafür ist, dass für dezentrale Anlagen aus EE ein Stromeinspeisevertrag und für alle anderen Anlagentypen ein Netzanschluss-, Netznutzungs-, Anschlussnutzungs- und Stromliefervertrag besteht (KNS mbH 2014). Ein FA-Betreiber kann selbst als Händler von Flexibilitäten auf der Handelsplattform agieren. Da hier jedoch weitere Voraussetzungen, wie bspw. Führung eines BK, nötig sind, wird der Übersichtlichkeit halber davon ausgegangen, dass die Vermarktung von Flexibilitäten nur über einen Aggregator durchgeführt wird. Eine weitere wichtige Voraussetzung ist die Durchführung des Präqualifikationsverfahrens. Ähnlich wie das Verfahren für die Teilnahme am Regelleistungsmarkt können FA erst dann problemlos Flexibilitäten auf der Handelsplattform anbieten, wenn die Bedingungen dieses Tests erfüllt sind.

Ein **Aggregator** fasst viele kleine dezentrale Anlagen, zu einem großen Flexibilitätsangebot mit nennenswerten Leistungswert, das über ein FMS auf einer FHP angeboten wird,

⁶ Für diese Arbeit kommen erst mal nur VNB als Flex-Nutzer in Betracht.

zusammen. Diese Vorgehensweise gleicht einem heutigen Virtuellen Kraftwerk. Unterschied hierbei ist, dass FA innerhalb einer Subzelle zusammengeschlossen werden, die in lokaler Nähe zu einander stehen, um innerhalb der Netzzelle, in der sie sich befinden, Netzschwankungen auszugleichen. In einem Flexibilitätsmarkt können mehrere Aggregatoren existieren, die in Konkurrenz zueinander stehen, da sie als Händler auf einer Handelsplattform verschiedene Angebote eingeben. Wie bereits beschrieben, ist ein Händler in der Pflicht einen BK zu führen, bei dem alle ein- und ausgehenden Strommengen bilanziert werden. Als Aggregator können bestehende Stromhändler, -lieferanten oder Virtuelle Kraftwerksbetreiber auf einem Flexibilitätsmarkt agieren.

Ein **Plattformbetreiber** stellt eine Plattform zu Verfügung, auf der Flexibilitätsangebote und -anfragen eingehen, die der Betreiber verpflichtet ist zusammenzuführen. Da mehrere Netzzellen nebeneinander existieren, stehen sich auch Plattformbetreiber konkurrierend gegenüber, da Aggregatoren die freie Auswahl haben, auf welcher FHP sie Flexibilität vermarkten. Voraussetzung ist jedoch, dass sie FA in der jeweiligen Netzzelle innerhalb einer Subzelle von dem Aggregator aggregiert werden. Die Rolle eines Plattformbetreibers existiert in dieser Form noch nicht. Zwar betreiben bspw. die ÜNB eine Handelsplattform für Regelleistung, doch sind sie zu dieser Maßnahme gesetzlich verpflichtet. Es besteht der Gedanke, dass VNB zu den Plattformbetreibern eines Flexibilitätsmarkts ernannt werden könnten, jedoch ist hier zu beachten, dass Betreiber eines Stromnetzes, gesetzlich nicht gleichzeitig dem Stromvertrieb nachgehen dürfen (Unbundling), da sich hier die Gefahr ergibt, dass sie als gleichzeitiger Nutzer von Flexibilitäten, aus Eigeninteresse das billigste Angebot für sich auswählen. Daher ist für diese Rolle ein neuer unabhängiger Akteur erforderlich, der ebenfalls einen eigenen BK führen muss.

Ein **Flex-Nutzer** kann zum einen ein BKV sein, der durch den kurzfristigen Handel von Flexibilitäten versucht seinen BK auszugleichen. Ein Stromlieferant, der sich beim Stromkauf verschätzt hat und sich mit den letzten Strom-Mengen eindeckt. Oder aber er ist ein VNB, der aufgrund seiner Rolle im Strommarkt die Schwachstellen seines Verteilnetzes (Netztopologie) kennt und vorsorglich aufgrund von Erfahrungswerten der Annahme ist, dass an bestimmten Stellen Flexibilität benötigt wird. Daher kann ein VNB mehr als nur eine Flexibilitätsanfrage an die Handelsplattform stellen, da sich in seinem VNG mehrere Schwachstellen befinden können, die sich lokal an verschiedenen Netzleitungen befinden⁷. Somit können die VNB mit der Reservierung und Abrufung von lokalen Flexibilitäten

⁷ Nach welcher Methodik die genaue Schwachstelle im Netz identifiziert wird, ist in weiteren Studien zu definieren.

Netzschwankungen mittels Bottom-up-Ausgleich einen Beitrag dazu leisten, dass z.B. Netzengpässe auf den überregionalen Netzebenen gesenkt werden.

Damit die Ermittlung eines Flexibilitätsangebots eines Aggregators berechnet werden kann, ist jeder Aggregator gleichzeitig Betreiber eines **Flexibilitätsmanagementsystems** (FMS). Dieses System stellt die zentrale Steuerung aller in einer Subzelle existierenden FA dar, indem es alle FA physikalisch anschließt. Mit den anlagenbezogenen Daten, Fahrplänen und Preisfestlegungen der einzelnen FA-Betreiber bzgl. der Vermarktung von Flexibilitäten, kann das FMS das gesamte in seiner Subzelle existierende Flexibilitätsangebot berechnen. Im Rahmenvertrag zwischen dem FA-Betreiber und dem Aggregator werden Preise für die Vorhaltung und der tatsächlichen Erbringung von Flexibilitäten vereinbart. Nach welchen Berechnungsformeln der Preis zustande kommt, ist zu diesem Zeitpunkt des Projekts noch nicht definiert.

Fest steht jedoch, dass eine erfolgreiche Zusammenführung von Angebot und Nachfrage unter Berücksichtigung aller nötigen Kriterien auf der Handelsplattform unter Nutzung eines Algorithmus stattfindet. Nach Eintreffen der Angebote aller Aggregatoren, werden diese Flexibilitätsangebote zunächst auf der Handelsplattform gebündelt und im Falle eines Angebotsmatchings vermarktet. Sobald ein Matching erfolgreich zustande kam, werden Einzelvereinbarungen zwischen den Akteuren geschlossen. Dieser Handelsabschluss reserviert eine Flexibilität zur vereinbarten Zeit und muss bei Abruf der Flexibilität die vereinbarte Leistung voll leisten. Sollte einem Flexibilitätsangebot keine passende Anfrage zugeteilt werden können, da zu den gegebenen Kriterien keine Nachfrage existiert, vermarktet der Handelsplattformbetreiber das Flexibilitätsangebot über ein Gateway der Handelsplattform an externe Märkte weiter.

4.2. Interaktionen der einzelnen Akteure

Üblicherweise kann die Funktionalität eines Marktes erst durch Interaktion verschiedener Akteure gewährleistet werden. Verträge zwischen den einzelnen Akteuren dienen dabei als Rahmenbedingungen, die das Verhalten der Akteure mit Rechte und Pflichten definieren.

Abbildung 11 stellt die Beziehungen der einzelnen Akteure zueinander dar. Jeder Akteur hat mindestens eine Beziehung zu einem weiteren Akteur.

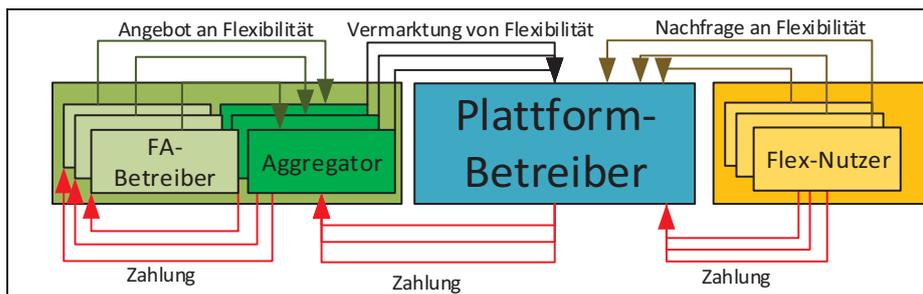


Abbildung 11: Interaktionen zwischen den Akteuren (Eigene Darstellung)

Die erste eintretende Interaktion ist das Anbieten von Flexibilität durch einen FA-Betreiber an einen Aggregator. Eine FA kann zu einem Zeitpunkt nur an einen Aggregator Flexibilität anbieten, jedoch kann ein Aggregator mehr als eine FA an sein FMS innerhalb einer Subzelle anschließen. Weiterhin besteht die Möglichkeit für den Aggregator weitere FA an ein weiteres FMS in weiteren Subzellen innerhalb anderer Netzzellen anzuschließen. FA werden an das FMS geschlossen, um einen Gewinn aus der Veräußerung auf der Handelsplattform für den FA-Betreiber und den Aggregator zu erzielen. Daher ist die zweite wichtige Interaktion die Weitervermarktung von Flexibilitätsangeboten durch den Aggregator an einen oder mehreren Plattformbetreibern. Dabei ist zu beachten, dass das Flexibilitätsangebot einer Subzelle auch nur bei dem einen Plattformbetreiber der Netzzelle, in der sich die Subzelle befindet, vermarktet werden kann. Dabei erhält der Plattformbetreiber mindestens ein oder mehrere Flexibilitätsangebote von einem oder mehreren Aggregatoren. Die darauffolgende Interaktion entsteht zwischen dem Plattformbetreiber und dem Flex-Nutzer. Denn das Flexibilitätsangebot wurde an die Plattform weitergeleitet, damit ein Nutzer diese letztlich in Anspruch nehmen kann. Hier kann der Plattformbetreiber mehrere eingehende Angebote an einen oder mehrere Flex-Nutzer weiterleiten. Aber ein Flex-Nutzer kann seine Flexibilitätsanfrage nur bei dem Plattformbetreiber anfragen, in dessen Netzzelle er sich befindet. Die letzte abschließende Interaktion zieht sich vom Flex-

Nutzer wieder zurück zum Flexibilitätsanbieter. Hier steht nämlich eine Zahlung der genutzten Flexibilität aus. Da der Plattformbetreiber und der Aggregator auch Gewinne aus der Vermarktung erzielen, geht der Zahlungsfluss vom Flex-Nutzer über den Plattformbetreiber zum Aggregator und letztlich zum FA-Betreiber. Der Plattformbetreiber erhält, neben der vereinbarten Vergütung, auch eine Handelsgebühr von den Flex-Nutzern. Der Plattformbetreiber ist in der Pflicht alle an einer Anfrage teilgenommenen Aggregatoren mit der vereinbarten Vergütung zu vergüten. Hierbei erhalten die Plattformbetreiber ebenfalls eine Handelsgebühr von allen Aggregatoren. Weiterhin muss jeder Aggregator allen FA-Betreibern, die planmäßig Flexibilität erbracht haben, die vereinbarte Vergütung auszahlen. Abbildung 12 veranschaulicht die Beziehungen unter den beteiligten Akteuren.

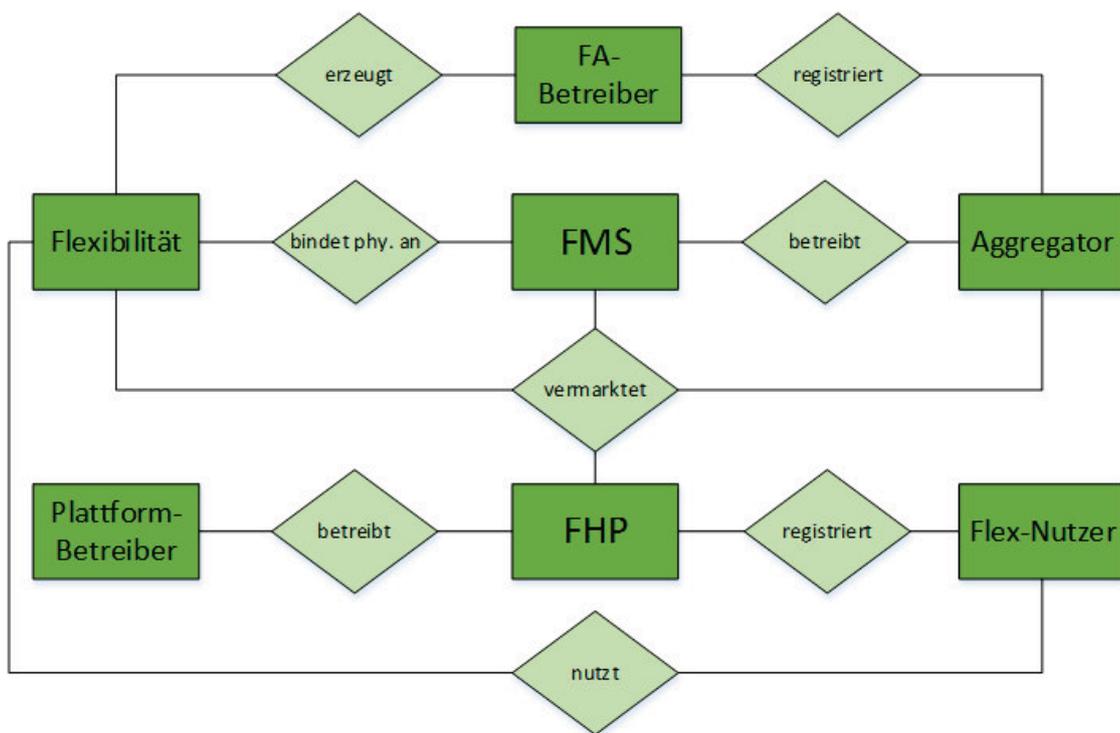


Abbildung 12: Grafische Darstellung der Akteure im Flexibilitätsmarkt (Eigene Darstellung nach Flex4Energy 2015b)

4.3. Hierarchien und Abhängigkeiten

Aus den Interaktionen der einzelnen Akteure können ihre Abhängigkeiten von einander abgeleitet werden. Weiterhin ist eine Hierarchie durch diese Abhängigkeiten zu erkennen, die in Abbildung 13 dargestellt wird.

Angebotsseitig ist der Aggregator von FA-Betreibern abhängig, da dieser ohne FA keine Flexibilitäten auf der Handelsplattform anbieten kann. Gegenteilig könnte der FA-Betreiber unabhängig vom Aggregator Flexibilität auf der Handelsplattform anbieten⁸. Diese Vermarktungsform wird aufgrund entstehender hoher Kosten für kleine FA-Betreiber, die unter anderem durch den Marktzugang entstehen würden, nicht weiter betrachtet.

Nachfrageseitig ist der Flex-Nutzer direkt von dem Plattformbetreiber abhängig, da dieser ihm die Möglichkeit gibt Flexibilitäten zu kaufen. Diese erhält er auf indirekten Wege über den Aggregator und letztlich von FA-Betreibern. Daher ist der Flex-Nutzer primär vom Plattformbetreiber und sekundär vom Aggregator und FA-Betreibern abhängig.

Der Plattformbetreiber selbst ist von niemandem abhängig, da dieser weder Flexibilität anbietet noch Flexibilität nachfragt. Er dient als Verbindungsstück zwischen den Anbietern und den Nachfragern. Sollte sich ein Flexibilitätsangebot oder eine –anfrage ergeben, wenden sich die Akteure in beiden Fällen an den Plattformbetreiber. Dieser stellt lediglich die Plattform (FHP) bereit und ordnet Angebote passenden Anfragen zu.

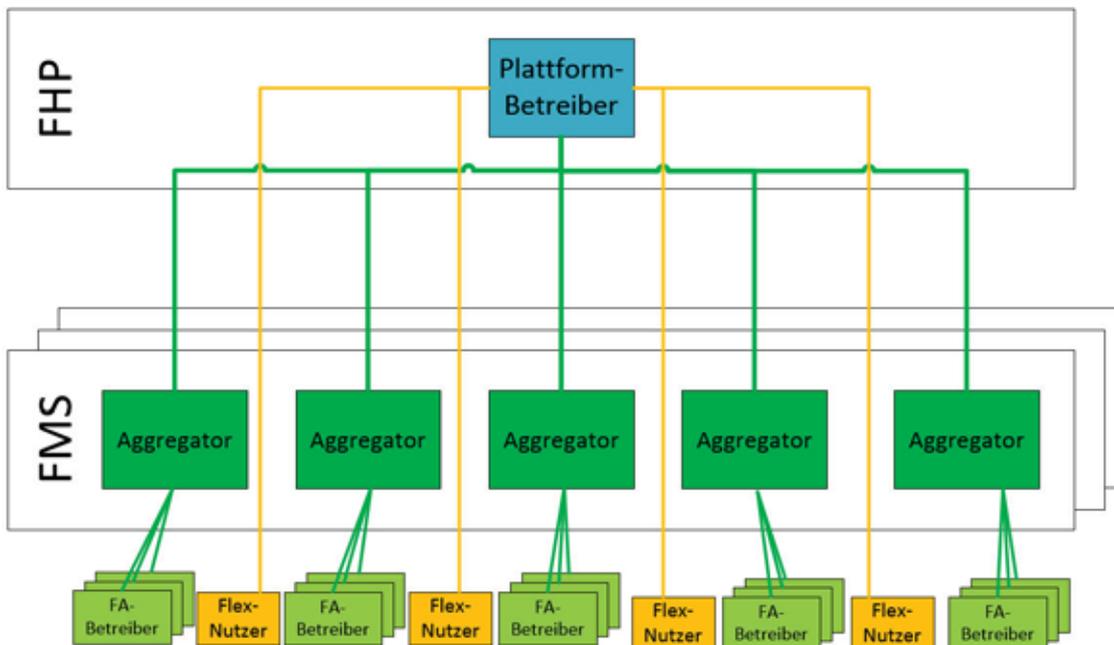


Abbildung 13: Hierarchie zwischen den Akteuren (Eigene Darstellung)

⁸ Bei dieser Variante sollte die FA jedoch eine Größe aufweisen, bei der ein eigenes Bilanzkreis- und Fahrplanmanagement durchgeführt werden muss.

Die Abhängigkeiten in Abbildung 13 zeigen, dass der Plattformbetreiber auf der Ebene seiner Handelsplattform über den übrigen Akteuren eines Flexibilitätsmarktes steht. Die Handelsplattform dient als Art Zentrale, die Angebote und Nachfragen vermittelt und damit einen Gewinn für den Plattformbetreiber erzielt.

Jeder Aggregator steht auf der Ebene seines FMS, das unter den Plattformbetreiber geordnet ist, da diese ihre Angebote an die Handelsplattform weiterleiten. Die FA-Betreiber stehen eine Ebene unter den Aggregatoren, da diese sich einem Aggregator anschließen, um Flexibilität auf der Handelsplattform anzubieten. Die Flex-Nutzer stehen auf selbiger Ebene wie der FA-Betreiber, da sie streng genommen von allen Akteuren eines Flexibilitätsmarktes abhängig sind. Ohne das Flexibilitätsangebot eines FA-Betreibers, der seine Flexibilität über einen Aggregator an eine Handelsplattform weiterleitet, könnten die Flex-Nutzer keine Flexibilität nutzen.

5. Geschäftsprozesse

In diesem Kapitel werden angenommene Geschäftsprozesse vom Angebot einer Flexibilität bis zur Erbringung und Nutzung einer Flexibilität auf einem Flexibilitätsmarkt erläutert. Jeder dieser Prozesse ist in weitere kleine Unterprozesse gegliedert, die nicht einzeln im Detail erklärt werden. Lediglich die Unterprozesse, die für das Gesamtverständnis eines Geschäftsprozesses von Bedeutung sind, werden näher erläutert. Abbildung 14 fasst die Geschäftsprozesse mit ihren wesentlichen Inhalten zusammen.

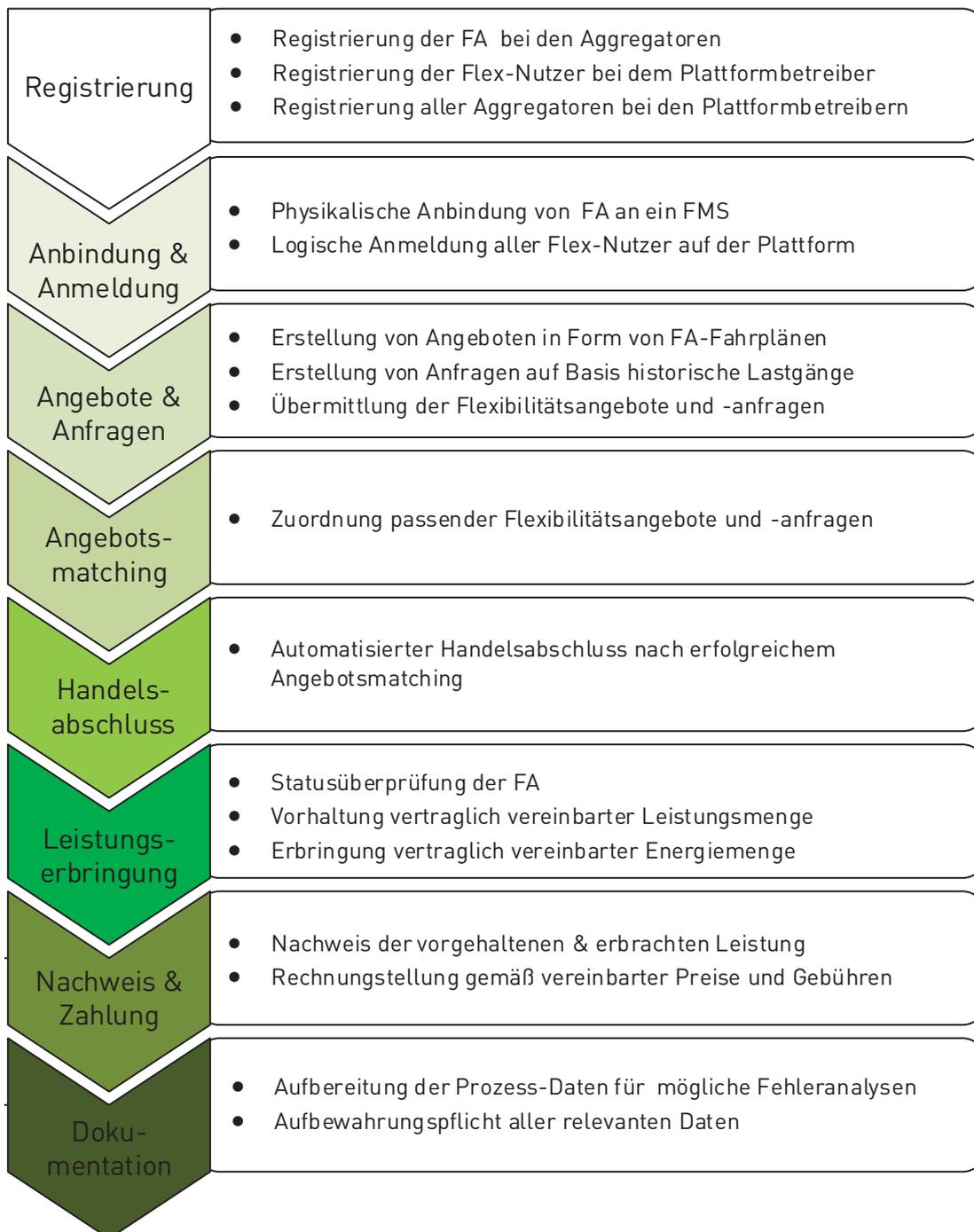


Abbildung 14: Geschäftsprozesse in Flexibilitätsmärkten (Flex4Energy 2015f)

5.1. Relevante Datensätze

Für die in diesem Hauptkapitel folgenden Prozessmodellierungen wurde die Modellierungsmethode BPMN verwendet, die im Anhang näher beschrieben wird. Dieses Unterkapitel fasst alle für die Geschäftsprozesse zugrundeliegenden Datensätze in Tabelle 7 zusammen und beschreibt ihre Inhalte bzw. Zusammensetzungen.

Datensatz	Beschreibung
Anlagenspezifische Daten	Anlagentyp, installierte Leistung, Zählpunktbezeichnung, Spannungsebene, verfügbare Flexibilität, Flexibilitätsmenge, Regelbarkeit/ Reaktionszeiten, Speicherkapazität, Lade- & Entladegradient
Betreiberprofil	Zusammensetzung aus den Stammdaten des FA-Betreibers, den anlagenspezifischen Daten und der Lokalität
Fahrplan	Zusammensetzung aus wartungsbedingten Ausfallterminen, Wetterprognosen, Flexibilitätsdaten
FA-Register	Zusammensetzung aller Betreiberprofile eines Aggregators
Flexibilitätsanfrage	Zusammensetzung aus historischen Lastgängen, Erfahrungswerten und Flexibilitätsdaten
Flexibilitätsangebot	Zusammensetzung aus Fahrplan und Flexibilitätsdaten
Flexibilitätsdaten	Zusammensetzung aus anlagen- bzw. verbraucherspezifischen Daten, Flexibilitätsprodukt, Lokalität und Preisinformationen
Flexibilitätsprodukte	Angebot von Fahrplan- und adaptiven Produkten
Flex-Nutzer-Register	Zusammensetzung aller Nutzerprofile innerhalb einer Netzzelle
Lokalität	Zählpunkt, Ort, Subzelle, Netzzelle, zuständiger ÜNB & VNB
Nutzerprofil	Zusammensetzungen aus den Stammdaten des Flex-Nutzers, den verbraucherspezifischen Daten und der Lokalität
Präqualifikationsbestätigung	Schriftliche Bestätigung zum Bestehen des Präqualifikationsverfahrens
Preisinformationen	Pauschalpreis, LP & AP
Rechnungsdaten	Zusammensetzung aus Flexibilitätsdaten, Flexibilitätsangebot, Flexibilitätsanfrage, Statusprotokoll
Stammdaten	Persönliche Daten des FA-Betreibers und des Flex-Nutzers: Name, Adresse, Bankverbindung
Statusabfrage	Statusprotokoll zur Prüfung der Anlagen-Bereitschaft
Statusprotokoll	Vergangenen Messdaten und Zeitspanne der Anlagen-Bereitschaft
Verbraucherspezifische Daten	Zählpunktbezeichnung, Spannungsebene
Verträge	Zusammensetzung aus Stammdaten, anlagen- bzw. verbraucherspezifischen Daten, Preisinformationen, Flexibilitätsdaten

Tabelle 7: Relevante Datensätze (Eigene Darstellung)

5.2. Registrierung der Marktteilnehmer

Zur Teilnahme am Flexibilitätsmarkt ist es notwendig alle (direkt bzw. indirekt) anbietenden und nachfragenden Akteure bei den zuständigen Betreibern zu registrieren. Dieser Geschäftsprozess nennt sich „Registrierung der Marktteilnehmer“. Hierbei handelt es sich um die eindeutige Zuordnung der Akteure. FA und ihre Betreiber müssen bei einem Aggregator registriert werden. Jeder Aggregator und jeder Flex-Nutzer müssen wiederum bei Handelsplattformbetreibern registriert werden. Zugehörige Subprozesse können unter anderem das Anlegen von Registern der Marktteilnehmer und die Verwaltung der Registrierungsdaten sein.

In einem ersten Schritt stößt der **FA-Betreiber** den Prozess mit der ersten Kontaktaufnahme zu einem Aggregator an. Der Aggregator nennt dem FA-Betreiber, welche Daten er von diesem benötigt. Hierbei leitet der FA-Betreiber dem Aggregator folgende Daten weiter:

- ⇒ **Stammdaten des FA-Betreibers**
- ⇒ **Anlagenspezifische Daten**
- ⇒ **Lokalität**

Mit dem Eingang dieser Daten, die ein Aggregator von mehreren FA-Betreibern einer Subzelle erhält, legt der Aggregator zunächst für jede FA ein Betreiberprofil an und fasst diese dann zu FA-Registern zusammen. Das Ergebnis dieses Prozesses ist die Registrierung von FA und ihren Betreibern in einem FA-Register, das den weiteren Schritt der physikalischen Anbindung der FA an das FMS erlaubt. Nur über diese Registrierung ist es den FA-Betreibern möglich, indirekt und stellvertretend durch einen Aggregator, Flexibilitäten auf der Handelsplattform anzubieten.

Nachfrageseitig stößt ein **Flex-Nutzer** den Prozess der Registrierung auf gleichen Weg durch Kontaktaufnahme beim Plattformbetreiber an. Auch der Plattformbetreiber benötigt folgende nutzerspezifische Daten:

- ⇒ **Stammdaten des Flex-Nutzers**
- ⇒ **Verbraucherspezifische Daten**
- ⇒ **Lokalität**

Sind alle Daten vollständig beim Plattformbetreiber eingegangen, legt der Plattformbetreiber zunächst für jeden Nutzer im Einzelnen ein Nutzerprofil und im Gesamten ein Nut-

zer-Register an, um die Flex-Nutzer eindeutig zu zuordnen. Das Ergebnis dieses Prozesses ist die Registrierung der Flex-Nutzer in einem Nutzer-Register, das den weiteren Schritt der logischen Anbindung des Flex-Nutzers an die Handelsplattform erlaubt.

Weiterhin müssen sich alle Aggregatoren bei den Plattformbetreibern registrieren, in dessen Netzzelle sie die FA registriert haben und Flexibilitätsangebote anbieten können. Es ist also möglich, dass ein Aggregator verschiedene FA aus mehr als einer Subzelle in verschiedenen Netzzellen registriert. Daher muss sich der Aggregator zusätzlich bei jedem Plattformbetreiber der jeweiligen Netzzelle registrieren. Auch hier wird der Prozess mit der direkten Kontaktaufnahme durch den Aggregator bei dem Plattformbetreiber angestoßen. Die benötigten Daten der Aggregatoren für den Handelsplattformbetreiber sind die geführten FA-Register. Erst mit Eingang eines Registers, ist es einem Aggregator möglich die vom FA-Betreiber angebotene Flexibilität als Teil eines Gesamtangebotes gewinnbringend auf der Handelsplattform anzubieten.

Prozess	Registrierung
Prozessgegenstand	Eindeutige Zuordnung der FA, Flex-Nutzer und Aggregatoren bei den zuständigen Betreibern
Unterprozesse	→Anlegen von Profilen in jeweilige Register →Verwaltung der Stammdaten
Beteiligte	FA-Betreiber, Aggregator, Flex-Nutzer, Plattformbetreiber
Interaktionen	FA-Betreiber ↔ Aggregator Aggregator ↔ Plattformbetreiber Flex-Nutzer ↔ Plattformbetreiber
Ergebnis	Registrierung der FA-Betreiber bei den Aggregatoren Registrierung der Aggregatoren beim Plattformbetreiber Registrierung der Flex-Nutzer beim Plattformbetreiber
Datensätze	Stammdaten, Anlagenspezifische Daten, Verbraucherspezifische Daten, Lokalität

Tabelle 8: Zusammenfassung des Prozesses Registrierung (Eigene Darstellung)

5.2.1. Rechte und Pflichten der Akteure

Bei dem Prozess der Registrierung hat der **FA-Betreiber** das Recht einen Aggregator innerhalb der Netzzelle, in der er sich befindet, auszuwählen. Sollte der FA-Betreiber als direkter Flexibilitätsanbieter auf den Flexibilitätsmarkt auftreten wollen, kann er dies unter der Voraussetzung der Bilanzkreis-Führung tun, indem er sich direkt beim dem Handelsplattformbetreiber registriert. Andernfalls muss der FA-Betreiber dem gewählten

Aggregator alle verlangten Daten und Datenänderung vorlegen. Weiter bevollmächtigt der FA-Betreiber den Aggregator seine Flexibilität gemäß der Vereinbarungen im Rahmenvertrag an der FHP zu vermarkten.

Aus den Pflichten der FA-Betreiber ergeben sich Rechte für die **Aggregatoren**. Diese sind berechtigt alle benötigten Daten und vorkommenden Datenänderungen bei den FA-Betreibern anzufragen. Dabei haben die Aggregatoren jedoch die Pflicht erhaltene Daten verantwortungsvoll zu behandeln und in keinem Fall nicht involvierten Akteuren des Flexibilitätsmarktes weiterzuleiten. Dem Aggregator liegt es frei Registrierungsanfragen anzunehmen und dabei FA-Profile mit den benötigten Daten zu erstellen. Diese Profile werden in FA-Registern geführt, die im späteren Verlauf für die ordnungsgemäße BK-Führung der einzelnen Aggregatoren dient. Letztlich muss der Aggregator Flexibilitäten gemäß der Vereinbarungen des FA-Betreibers an der FHP vermarkten, die vollständig im Rahmenvertrag definiert sind, wodurch er den Ansprüchen des FA-Betreibers gerecht werden muss, um selbständig auf der FHP handeln zu können. In Interaktion mit dem Plattformbetreiber haben auch die Aggregatoren freie Wahl, da sich die Marktausprägung auf das konkurrierende Händlermodell konzentriert. Hier muss der Aggregator alle erstellten FA-Register dem zuständigen Plattformbetreiber weiterleiten, in dessen Netzzelle der Aggregator FA anbieten möchte.

Mit dem Recht des **Flex-Nutzers** zur Teilnahme am Flexibilitätsmarkt, ergeben sich für die Nutzer ähnliche Pflichten wie für die FA-Betreiber. Diese müssen alle verlangten Daten an den Plattformbetreiber weiterleiten und Datenänderungen unverzüglich melden. Der Plattformbetreiber ordnet gemäß der Vereinbarung im Rahmenvertrag dem Flex-Nutzer ein passendes Angebot zu.

Die Erteilung dieses Rechts erlaubt es dem **Plattformbetreiber** Handelsabschlüsse auf Basis verbindlicher Angebote des Flex-Nutzers durchzuführen. Daher ist der Plattformbetreiber verpflichtet den Ansprüchen des Flex-Nutzers gerecht zu werden. Der Plattformbetreiber hat jedoch das Recht Anfrager (Flex-Nutzer) wie auch Anbieter (Aggregatoren) bei unvollständigen Registrierungsdaten abzulehnen. Da auch der Plattformbetreiber vertrauliche Daten von den beteiligten Akteuren erhält, ist er in der Pflicht mit diesen vertrauenswürdig umzugehen und diese nicht an Dritte weiterzuleiten.

5.2.2. Prozessmodellierung

Registrierung der FA

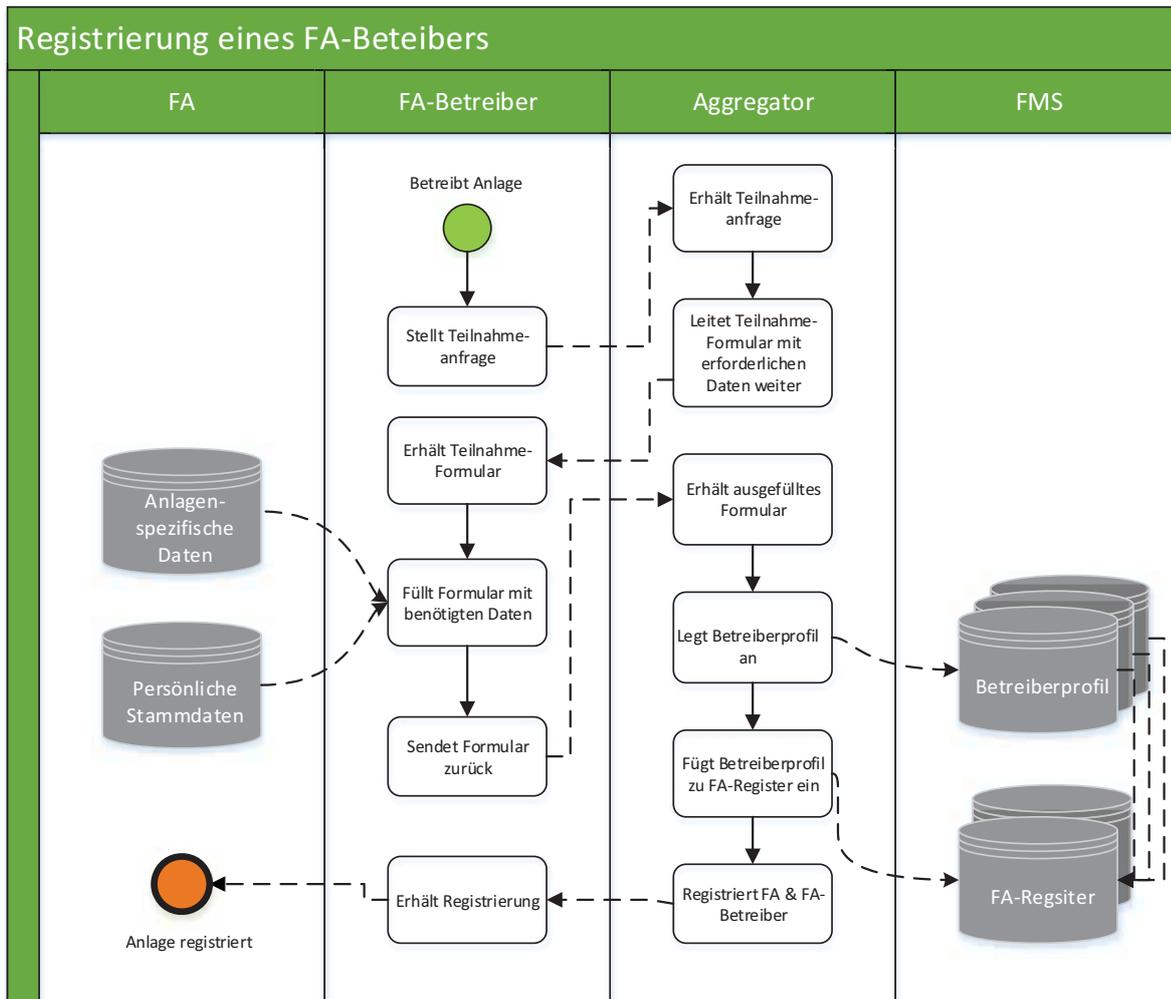


Abbildung 15: BPMN - Registrierung eines FA-Betreibers (Eigene Darstellung)

Prozessschritte

- (1) FA-Betreiber installiert/betreibt eine Anlage
- (2) FA-Betreiber stellt Kontakt zum Aggregator zur Teilnahme am Flexibilitätsmarkt her
- (3) Aggregator erhält eine Teilnahme-Anfrage vom FA-Betreiber
- (4) Aggregator leitet Formular für die erforderlichen Daten an den FA-Betreiber weiter
- (5) FA-Betreiber erhält das Formular, gibt anlagenspezifische Daten und persönliche Stammdaten weiter & sendet dieses an den Aggregator weiter
- (6) Aggregator erhält das Formular und legt mit diesen Daten ein Betreiberprofil für den FA-Betreiber an
- (7) Aggregator legt das Betreiberprofil in das vorgesehene FA-Register an
- (8) FA und FA-Betreiber sind für den Flexibilitätsmarkt registriert

Registrierung eines Flex-Nutzers

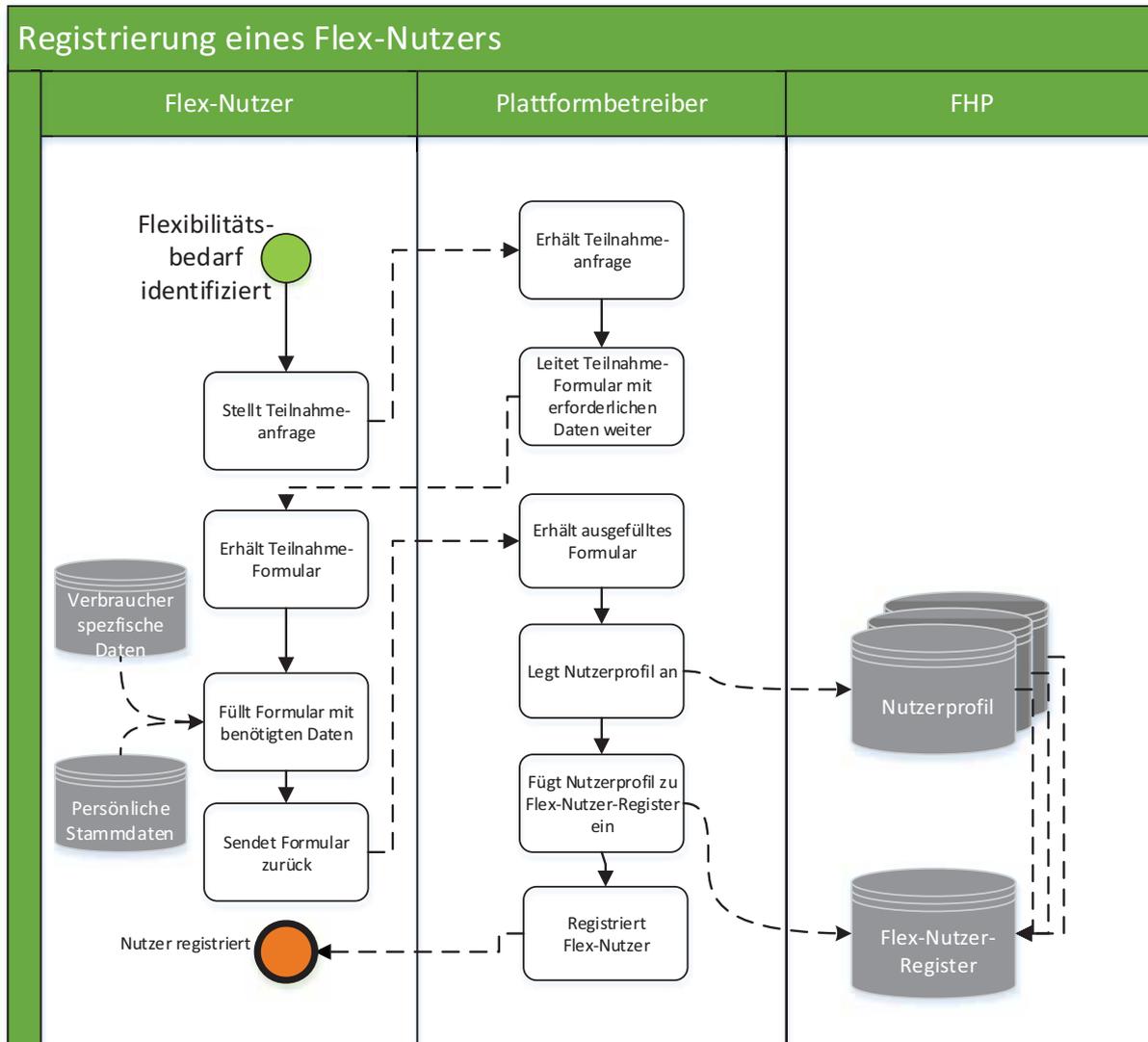


Abbildung 16: BPMN - Registrierung eines Flex-Nutzers (Eigene Darstellung)

Prozessschritte

- (1) Flex-Nutzer stellt Flexibilitätsbedarf fest
- (2) Flex-Nutzer stellt Kontakt zum Plattformbetreiber zur Teilnahme am Flexibilitätsmarkt her
- (3) Plattformbetreiber erhält eine Teilnahme-Anfrage vom Flex-Nutzer
- (4) Plattformbetreiber leitet Formular für die erforderlichen Daten an den Flex-Nutzer weiter
- (5) Flex-Nutzer erhält das Formular, gibt verbraucherstpezifische Daten und persönliche Stammdaten weiter & sendet dieses an den Plattformbetreiber
- (6) Plattformbetreiber erhält das Formular und legt mit diesen Daten ein Nutzerprofil für den Flex-Nutzer an
- (7) Plattformbetreiber legt das Nutzerprofil in das Flex-Nutzer-Register an

(8) Flex-Nutzer ist für den Flexibilitätsmarkt registriert

Registrierung der Aggregatoren

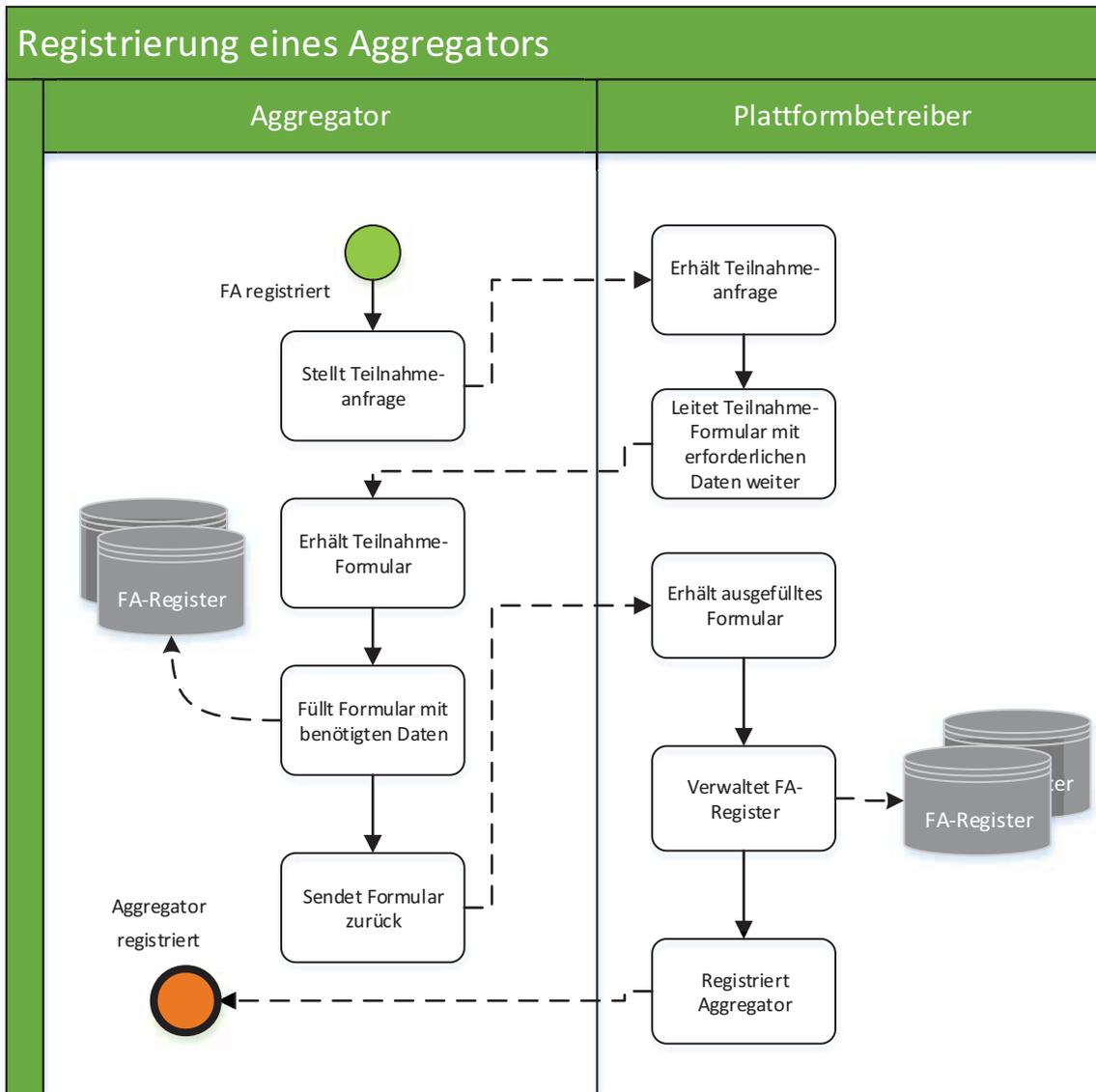


Abbildung 17: BPMN - Registrierung eines Aggregators (Eigene Darstellung)

Prozessschritte

- (1) FA wurden beim Aggregator registriert
- (2) Aggregator stellt Teilnahmeanfrage an den Plattformbetreiber
- (3) Plattformbetreiber erhält eine Teilnahme-Anfrage vom Aggregator
- (4) Plattformbetreiber leitet Formular für die erforderlichen Daten an den Aggregator weiter
- (5) Aggregator erhält das Formular, gibt die FA-Register weiter & sendet dieses an den Plattformbetreiber
- (6) Plattformbetreiber erhält das Formular und verwaltet alle FA-Register

-
- (7) Plattformbetreiber registriert den Aggregator
 - (8) Aggregator ist für den Flexibilitätsmarkt registriert

5.3. Anbindung von FA und Anmeldung der Flex-Nutzer

Der nachfolgende Schritt ist der Prozess zur physikalischen Anbindung der FA an das jeweilige FMS und der Anmeldung der Flex-Nutzer auf der Handelsplattform. Beide Prozesse geschehen über die zuständigen Betreiber der beiden Systeme (FMS & FHP). Die hierbei entstehenden Subprozesse sind zum einen die Herstellung einer Verbindung zwischen der FA und dem FMS, was zur Statusüberwachung, Signalgebung und Protokollierung im späteren Verlauf dient. Ein weiterer Subprozess ist die Durchführung des Präqualifikationsverfahrens der FA. Die Bestätigung dieses Verfahrens benötigt jeder Aggregator, um Flexibilität auf der Handelsplattform anbieten zu können. Diese muss bei Bedarf dem Plattformbetreiber vorgewiesen werden. FA werden zunächst ohne die Durchführung des Präqualifikationsverfahrens beim Aggregator registriert, um darauffolgend das Verfahren über das FMS durchführen zu können. Durch das Präqualifikationsverfahren wird identifiziert, ob und welches Flexibilitätsprodukt angeboten werden kann. FA, die der gleichen Technologie angehören, wie FA, die bereits erfolgreich präqualifiziert sind, müssen nicht mehr im Einzelnen präqualifiziert werden und werden ohne Durchführung des Verfahrens in das FA-Register aufgenommen. Es befähigt eine FA dazu tatsächlich Flexibilität auf der Handelsplattform anzubieten. Ohne ein positives Ergebnis des Verfahrens ist eine FA so lange beim Aggregator registriert bis das Verfahren, aufgrund von Instandsetzung, positiv ausfällt. Ein weiterer Subprozess ist die Präqualifikation zwischen dem Aggregator und dem Plattformbetreiber. Auch hier muss der Aggregator nicht für jede FA separat das Verfahren beim Plattformbetreiber vorweisen. Dennoch muss der Aggregator dem Plattformbetreiber eine stichprobenartige Überprüfung gewährleisten können.

Der Prozess zur physikalischen Anbindung wird durch die Registrierung der FA angestoßen. Ab diesem Zeitpunkt ist der FA-Betreiber in der Lage eine Anbindungsanfrage an den Aggregator zu stellen. Die hierfür benötigten Daten muss der FA-Betreiber dem Aggregator weiterleiten:

- ⇒ **Flexibilitätsdaten**
- ⇒ **Preisinformationen**

Nach Eingang dieser Daten kann der Aggregator mit dem FA-Betreiber einen Flexibilitäts-Vermarktungs-Rahmenvertrag abschließen, der die physikalische Anbindung der FA an das FMS nach sich zieht. Der Anbindungs-Prozess ist mit der physikalischen Anbindung das FMS beendet. Unmittelbar nach dem Ende dieses Prozesses setzt der Unterprozess des Präqualifikationsverfahrens ein. Bei diesem Verfahren zeigt sich, welches Flexibilitätsprodukt eine FA anbieten kann. Aufgrund der erfolgten physikalischen Anbindung der FA erhält das FMS vom Aggregator das Startsignal für die Verfahrensdurchführung. Sollte das Verfahren ein positives Verfahren vorweisen, ist der Prozess beendet. Sollte das Ergebnis negativ ausfallen, wird dem FA-Betreiber die Möglichkeit eingeräumt die FA so zu justieren bis sich ein positives Ergebnis ergibt.

Nachfrageseitig wird der Prozess der logischen Anmeldung eines Flex-Nutzers mit der erfolgreichen Registrierung des Flex-Nutzers angestoßen. Auch hier ist der Flex-Nutzer in der Lage eine Anmeldeanfrage an den Handelsplattformbetreiber weiterzuleiten. Die hierfür benötigten Daten, die der Flex-Nutzer dem Plattformbetreiber weiterleitet, sind selbige wie die des FA-Betreibers. Nach Eingang der Daten kann der Plattformbetreiber einen Flexibilitäts-Handels-Rahmenvertrag mit dem Flex-Nutzer abschließen, der die logische Anmeldung des Flex-Nutzers nach sich zieht.

Anbindung der FA & Anmeldung der Flex-Nutzer	
Prozessgegenstand	Physikalische Anbindung der FA an das FMS und logische Anmeldung der Flex-Nutzer auf der Handelsplattform
Unterprozesse	→ Herstellung einer Verbindung zwischen FA und FMS → Durchführung des Präqualifikationsverfahren
Beteiligte	FA-Betreiber, Aggregator, Flex-Nutzer, Plattformbetreiber
Interaktionen	FA-Betreiber ↔ Aggregator Aggregator ↔ Plattformbetreiber Flex-Nutzer ↔ Plattformbetreiber
Ergebnis	Physikalische Anbindung der FA-Betreiber bei den Aggregatoren mittels Flexibilitäts-Vermarktungs-Rahmenvertrag Logische Anmeldung der Flex-Nutzer beim Plattformbetreiber mittels Flexibilitäts-Handels-Rahmenvertrag
Datensätze	Preisinformationen, Flexibilitätsdaten

Tabelle 9: Zusammenfassung des Prozesses Anbindung und Anmeldung (Eigene Darstellung)

5.3.1. Rechte und Pflichten der Akteure

Bei dem Prozess der physikalischen Anbindung hat der **FA-Betreiber** das Recht nach der Registrierung an das FMS angebunden zu werden. Dafür ist er aber in der Pflicht dem Aggregator über das FMS den Zugang zur FA zu gewähren. Sollte sich eine technische Änderung der FA ergeben, die der Registrierung zugrunde lag, ist der FA-Betreiber in der Pflicht diese dem Aggregator mitzuteilen. Weiterhin vereinbaren Aggregator und FA-Betreiber ein frei gestaltbares Vergütungsmodell, das sich nach der Größe der FA richtet. Kleinere FA können standardisiert eine Einmalzahlung pro Jahr erhalten, wohingegen für größere FA tatsächlich ein LP und AP vereinbart wird. Hier obliegt es dem Aggregator, wie diese Vereinbarung im Rahmenvertrag umgesetzt wird. Weiterhin muss der FA-Betreiber ggf. die Durchführung des Präqualifikationsverfahrens erlauben und bei nicht Bestehen des Verfahrens die FA Instand setzen, um am Flexibilitätsmarkt teilnehmen zu können. Der **Aggregator** muss jede registrierte FA an das FMS anschließen, sofern das Präqualifikationsverfahren ein zufriedenstellendes Ergebnis vorweist. Hierbei hat er das Recht die FA mit dem FMS anzusteuern und die Pflicht einen BK zu eröffnen. Um das gewährleisten zu können, muss er eine Datenverbindung zwischen der FA und dem FMS sicherstellen. Weiterhin hat er das Recht einen LP und AP für die zu erbringende Flexibilität mit Einverständnis des FA-Betreibers festzulegen.

Nach dem die **Flex-Nutzer** beim Plattformbetreiber registriert wurden, haben diese das Recht für die Teilnahme am Flexibilitätsmarkt angemeldet zu werden. Dabei müssen sie alle erforderlichen Daten und möglichen Datenänderungen an den Plattformbetreiber weiterleiten.

Der **Plattformbetreiber** nimmt die Anmeldung des Flex-Nutzers auf und verwaltet diese. Weiterhin muss er eine Daten- und Kommunikationsverbindung zwischen der FHP und den FMS sicherstellen. Dabei muss der Plattformbetreiber die Verfügbarkeit seiner Handelsplattform gewährleisten und ein Fahrplanmanagement umsetzen, um Energiemengen zwischen den BK der Handelspartner auszutauschen.

5.3.2. Prozessmodellierung

Anbindung der FA an das FMS

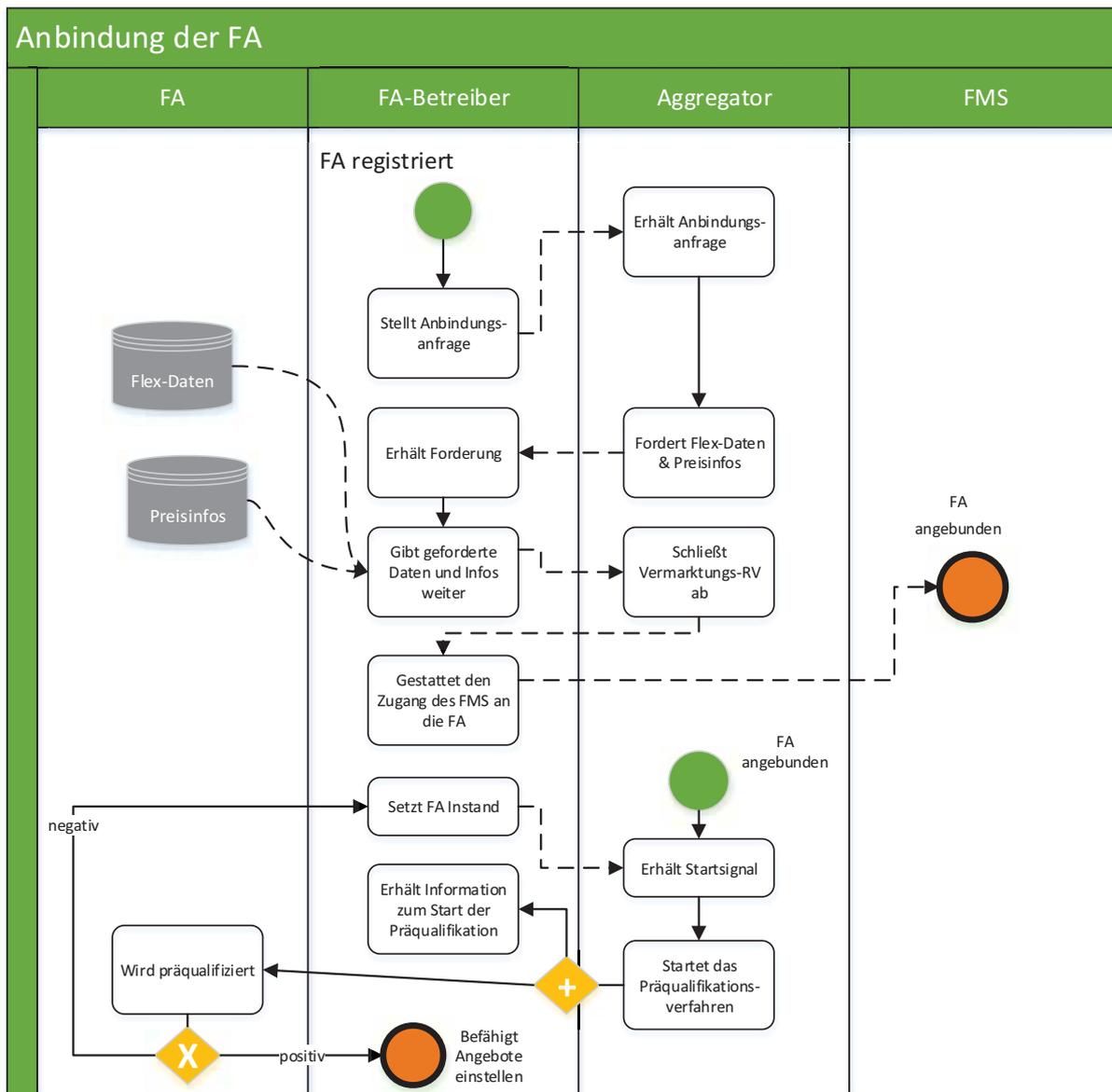


Abbildung 18: BPMN - Anbindung der FA an das FMS (Eigene Darstellung)

Prozessschritte

- (1) FA registriert
- (2) FA-Betreiber stellt Anbindungsanfrage an den Aggregator
- (3) Aggregator erhält Anbindungsanfrage
- (4) Aggregator fordert Flexibilitätsdaten und Preisinformationen
- (5) FA-Betreiber erhält Forderungen und gibt diese weiter
- (6) Aggregator erhält Daten zurück und schließt Vermarktungs-RV mit dem FA-Betreiber
- (7) FA physikalisch an das FMS angebunden

Durchführung des Präqualifikationsverfahrens

- (8) Aggregator erhält das Startsignal und startet das Präqualifikationsverfahren
- (9) Zeitgleich erhält der FA-Betreiber Information über den Start
- (10) Die FA wird präqualifiziert
- (11) Bei negativem Ergebnis setzt der FA-Betreiber die FA Instand
- (12) Aggregator erhält erneut das Startsignal zur Durchführung des Verfahrens
- (13) Bei positivem Ergebnis ist die FA-Betreiber fähig Flexibilitätsangebote einzustellen

Anmeldung des Flex-Nutzers auf der Handelsplattform

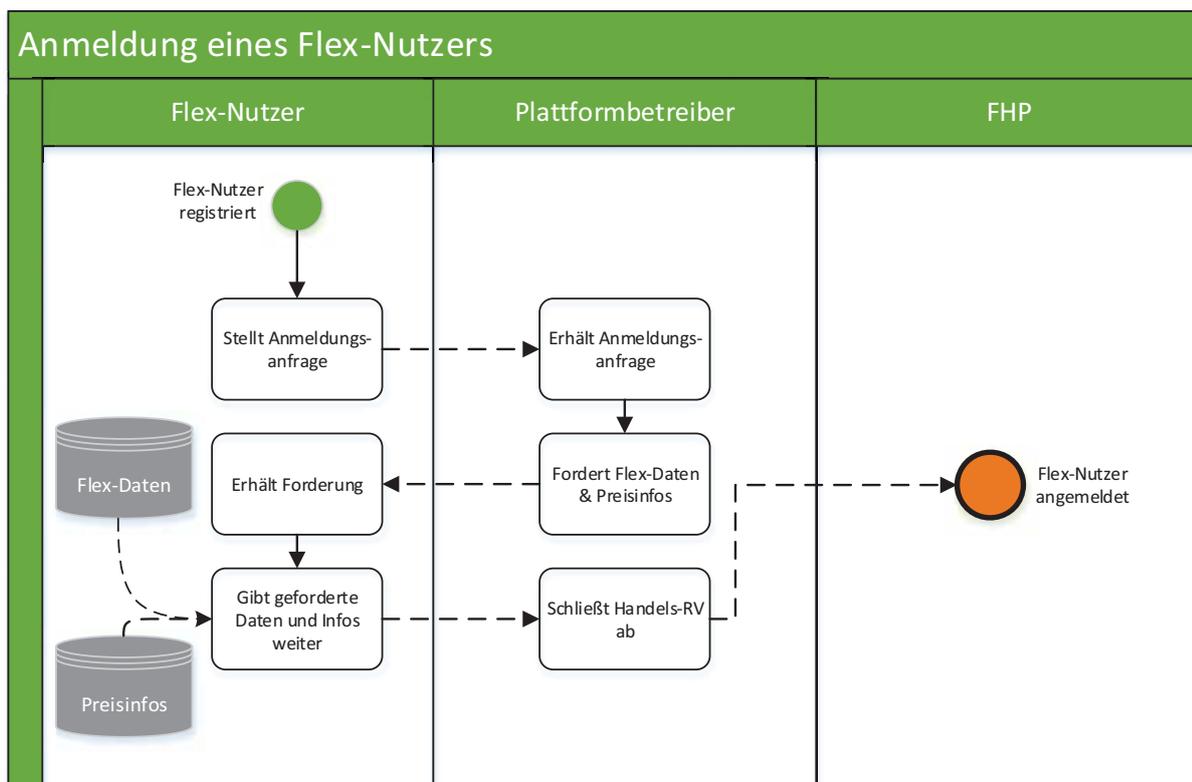


Abbildung 19: BPMN – Anmeldung des Flex-Nutzers auf der Handelsplattform (Eigene Darstellung)

Prozessschritte

- (1) Flex-Nutzer registriert
- (2) Flex-Nutzer stellt Anmeldungsanfrage an den Plattformbetreiber
- (3) Plattformbetreiber erhält Anmeldungsanfrage
- (4) Plattformbetreiber fordert Flexibilitätsdaten und Preisinformationen
- (5) Flex-Nutzer erhält Forderungen und gibt diese weiter
- (6) Plattformbetreiber erhält Daten und schließt Handels-RV mit dem Flex-Nutzer
- (7) Flex-Nutzer auf der FHP angemeldet

5.4. Angebote und Anfragen

Zur Ermittlung eines Flexibilitätspotenzials innerhalb einer Subzelle und eines Flexibilitätsbedarfs innerhalb einer Netzzelle werden Flexibilitätsangebote und Flexibilitätsanfragen erstellt. Angebots- wie nachfrageseitig werden verschiedene Daten benötigt, um Angebote und Anfragen darzustellen. Die erforderlichen Subprozesse sind neben der Erstellung von Angeboten auch die Verwaltung dieser und der eingehenden Anfragen.

Beteiligte Akteure sind hierbei angebotsseitig die FA-Betreiber und der zuständige Aggregator und nachfrageseitig die Flex-Nutzer. Der Plattformbetreiber steht als Verbindungstück zwischen diesen beiden Seiten.

Als Startereignis zur Ermittlung eines Flexibilitätsangebotes dient das positive Ergebnis des Präqualifikationsverfahrens. Diese Bestätigung befähigt den Aggregator ein Angebot zu erstellen. Hierbei muss darauf geachtet werden, dass, je nach Vereinbarung im Rahmenvertrag, entweder der reguläre Betrieb der FA nicht eingeschränkt wird, da die Teilnahme am Flexibilitätsmarkt als Zusatznutzen für den FA-Betreiber dient. Oder aber, dass die FA primär nur flexibilitäts anbietend betrieben wird. In beiden Fällen werden folgende Daten benötigt:

- ⇒ **Wartungsbedingten FA-Ausfälle**
- ⇒ **Flexibilitätsdaten**
- ⇒ **Preisinformationen**

Das Angebot einer FA wird immer am Vortag für den Folgetag erstellt, verschickt und im FMS eingestellt. Der Aggregator verwaltet, ordnet und stellt mit den Angeboten aller FA innerhalb seiner Subzelle das Gesamtangebot der Subzelle zusammen und stellt dieses letztlich auf der Handelsplattform ein. Der Plattformbetreiber überprüft das Angebot auf Plausibilität und leitet je nach Ergebnis dieser Überprüfung eine Rückmeldung an den Aggregator weiter. Sobald die Plausibilitätsprüfung positiv ausfällt, wird das Angebot in der FHP gespeichert und der Prozess der Angebotsabgabe beendet.

Sollte das prognostizierte Angebot bei späterer Leistungserbringung nicht den realen Bedingungen entsprechen, muss der Aggregator das Angebot nachträglich korrigieren. Diese Aufgabe fällt in den Tätigkeitsbereich des Unterprozesses der Verwaltung von Angeboten.

Als Startereignis zur Ermittlung eines Flexibilitätsbedarfs stellen die Flex-Nutzer verbindliche und unverbindliche Flexibilitätsanfragen an den Plattformbetreiber. Der Flexibilitätsbedarf wird mithilfe von historischen Lastgangdaten oder Erfahrungswerten prognostiziert. Bei einer bindenden Anfrage durch den Flex-Nutzer an den Plattformbetreiber werden folgende Daten benötigt:

- ⇒ **Historische Lastgangdaten**
- ⇒ **Erfahrungswerte**
- ⇒ **Preisinformationen**
- ⇒ **Flexibilitätsdaten**

Nach Eingang dieser Daten beim Plattformbetreiber, werden auch diese auf Plausibilität geprüft. In beiden Fällen werden die Flex-Nutzer darüber informiert. Sollten alle Daten vollständig eingegangen sein, entsteht eine verbindliche Anfrage, die der Plattformbetreiber auf die FHP einstellt. Um ein passendes Angebot für die eingestellten Anfragen zu finden, tritt der Prozess des Angebotsmatchings ein.

Im Falle einer unverbindlichen Anfrage stellt der Flex-Nutzer lediglich eine Anfrage die sich entweder nach dem Preis der Flexibilität oder der Menge richtet. Hierbei reserviert der Plattformbetreiber befristet ein Angebot, das für eine kurze Zeit für den anfragenden Flex-Nutzer reserviert wird und im Falle einer Bestätigung zu einer verbindlichen Anfrage umgewandelt wird. Sollte nach Ablauf der Frist keine Bestätigung eingehen, erlischt die Anfrage.

Prozess	Angebote und Anfragen
Prozessgegenstand	Ermittlung von Flexibilitätspotenzialen in Form von Flexibilitätsangeboten Ermittlung von Flexibilitätsbedarf in Form von Flexibilitätsanfragen
Unterprozesse	→Erstellung und Verwaltung von Flexibilitätsangeboten →Ermittlung und Verwaltung von Flexibilitätsanfragen →Plausibilitätsprüfungen von Angeboten und Anfragen
Beteiligte	FA-Betreiber, Aggregator, Flex-Nutzer, Plattformbetreiber
Interaktionen	FA-Betreiber ↔ Aggregator Aggregator ↔ Plattformbetreiber Flex-Nutzer ↔ Plattformbetreiber
Ergebnis	Einstellung von Flexibilitätsangeboten in das FMS Einstellung von Flexibilitätsanfragen auf der Handelsplattform
Datensätze	Wartungsbedingten FA-Ausfälle, Flexibilitätsdaten, Preisinformationen, historische Lastgangdaten, Erfahrungswerte

Tabelle 10: Zusammenfassung der Prozesse Angebote und Anfragen (Eigene Darstellung)

5.4.1. Rechte und Pflichten der Akteure

Die Basis für ein Flexibilitätsangebot sind Angebote, die jeder Aggregator nach vereinbarten Kriterien mit den **FA-Betreibern** erstellt. Dabei hat der FA-Betreiber das Recht die Vorgaben so zu definieren, dass der primäre Anlagenbetrieb nicht eingeschränkt wird. Daher muss der FA-Betreiber vorhersehbare Ausfalltermine bzgl. Wartung oder Instandsetzung dem Aggregator weiterleiten. Sollten sich vor einem Angebotsmatching Änderung am Fahrplan für das abgegebene Angebot seitens des FA-Betreibers ergeben, muss der FA-Betreiber diese zeitnah ändern lassen, damit das Angebot noch rechtzeitig bei der nächsthöheren Instanz am Vortag korrigiert werden kann.

Der **Aggregator** ist berechtigt alle für die Erstellung eines Angebots erforderlichen Flexibilitätsdaten und mögliche Berücksichtigungen vom FA-Betreiber zu erfahren. Weiterhin errechnet der Aggregator Pauschalpreise, LP und AP, die für die FA-Betreiber keine Nachteile ergeben. Das berechnete Gesamtangebot einer Subzelle ist am Vortag des Erfüllungstages durch das FMS auf der FHP einzustellen, um eine zeitnahe Plausibilitätsprüfung zu gewährleisten. Erhält der Aggregator eine Fehlermeldung, ist dieser verpflichtet mögliche Fehler zu beheben, um für das folgende Angebotsmatching noch berücksichtigt werden zu können. Sollte ein ungeplantes Ereignis eintreten, das ein bereits erstelltes Angebot betrifft, hat der Aggregator das Recht vom FA-Betreiber unverzüglich informiert zu werden.

Der **Flex-Nutzer** hat das Recht zunächst unverbindliche Anfragen an die FHP zu stellen, welchen er jedoch innerhalb der Bindefrist zusagen muss. Wenn der Flex-Nutzer eine verbindliche Anfrage stellt und diese gematcht wurde, ist er in der Pflicht diese Flexibilität abzunehmen.

Der **Plattformbetreiber** ist in der Pflicht eingehende Angebote und Anfragen auf der FHP auf Plausibilität zu überprüfen. Sollten diese unvollständig oder unplausibel sein, meldet der Plattformbetreiber dies dem betroffenen Akteur und gibt ihm die Chance die Anfrage oder das Angebot zeitnah zu korrigieren. Sollte dies nicht rechtzeitig erfüllt werden können, werden zu spät eintreffende Angebote und Anfragen abgelehnt.

5.4.2. Prozessmodellierung

Flexibilitätsangebote einstellen

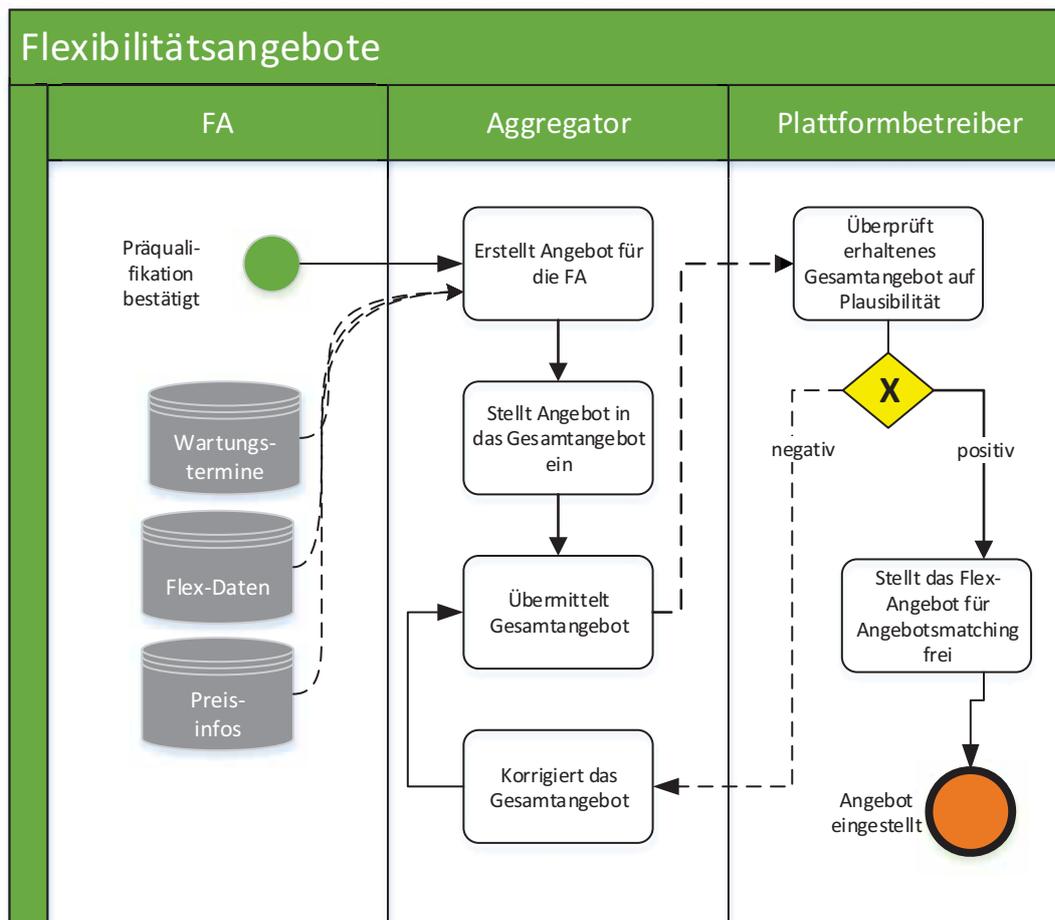


Abbildung 20: BPMN – Flexibilitätsangebote (Eigene Darstellung)

Prozessschritte

- (1) Bestätigung des Präqualifikationsverfahren erhalten
- (2) Aggregator erstellt Angebot der FA unter Berücksichtigung wartungsbedingter Ausfälle, Flexibilitätsdaten und Preisinformationen
- (3) Aggregator erstellt Gesamtangebot der Subzelle und leitet dieses an den Plattformbetreiber weiter
- (4) Plattformbetreiber überprüft Plausibilität
- (5) Plausibilität negativ: Aggregator korrigiert das Gesamtangebot und stellt es wieder ein
- (6) Plausibilität positiv: Angebot wird für das Angebotsmatching freigestellt

Flexibilitätsanfragen einstellen

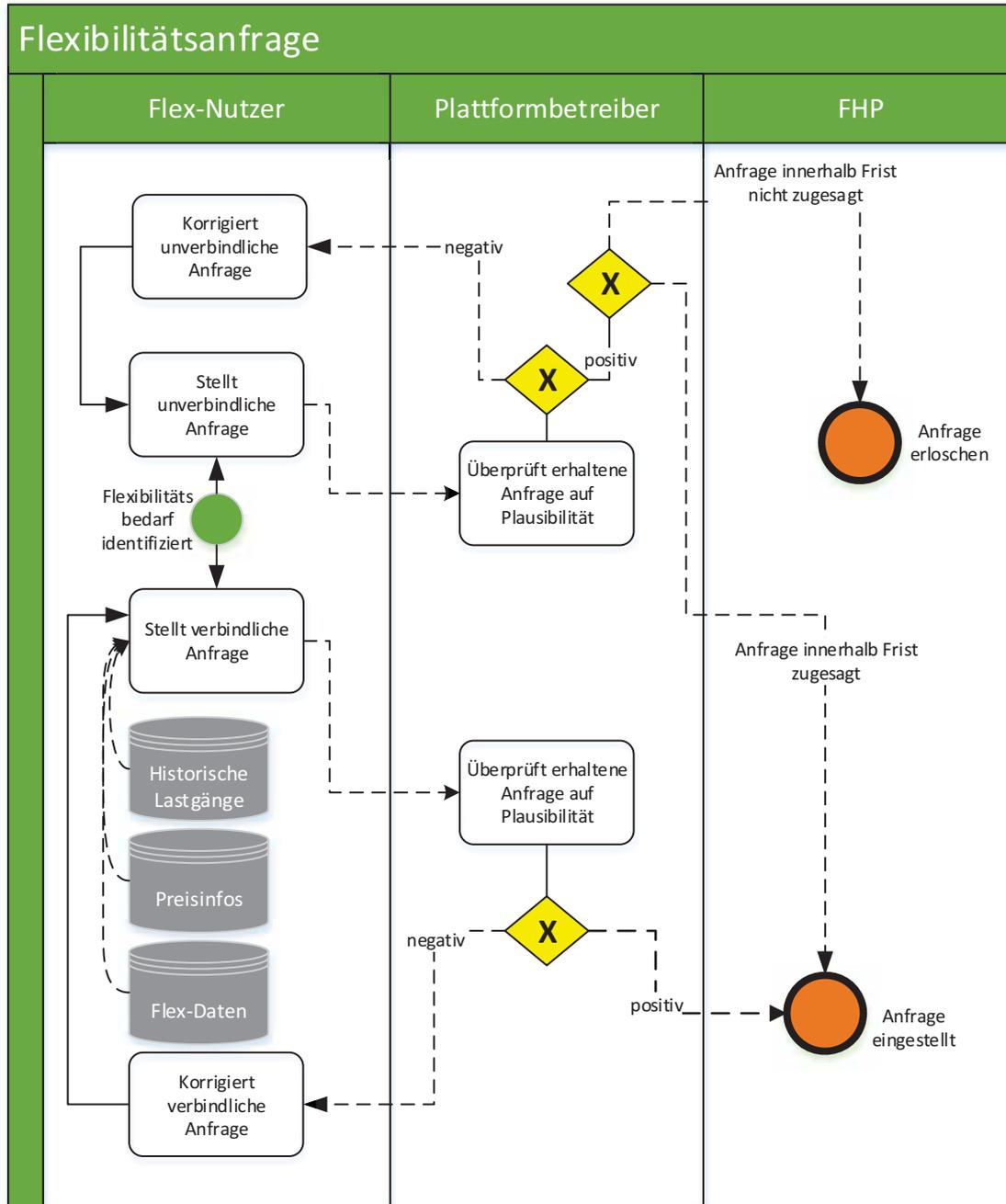


Abbildung 21: BPMN – Flexibilitätsanfragen (Eigene Darstellung)

Prozessschritte

- (1) Flex-Nutzer identifiziert Flexibilitätsbedarf
- (2) Stellt verbindliche Flexibilitätsanfrage an den Plattformbetreiber unter Berücksichtigung historischer Lastgangdaten, Preise und Flexibilitätsdaten
- (3) Plattformbetreiber überprüft Anfrage auf Plausibilität
- (4) Plausibilität positiv: Flexibilitätsanfrage auf der FHP eingestellt
- (5) Plausibilität negativ: Aggregator korrigiert die Anfrage und stellt Anfrage an Plattformbetreiber

- (6) Stellt unverbindliche Flexibilitätsanfrage an den Plattformbetreiber
- (7) Plattformbetreiber überprüft Anfrage auf Plausibilität
- (8) Plausibilität positiv und Frist nicht eingehalten: Flexibilitätsanfrage erlischt
- (9) Plausibilität positiv und Frist eingehalten: Flexibilitätsanfrage auf der FHP eingestellt
- (10) Plausibilität negativ: Flex-Nutzer korrigiert Anfrage und stellt Anfrage an Plattformbetreiber

Plausibilitätsprüfung

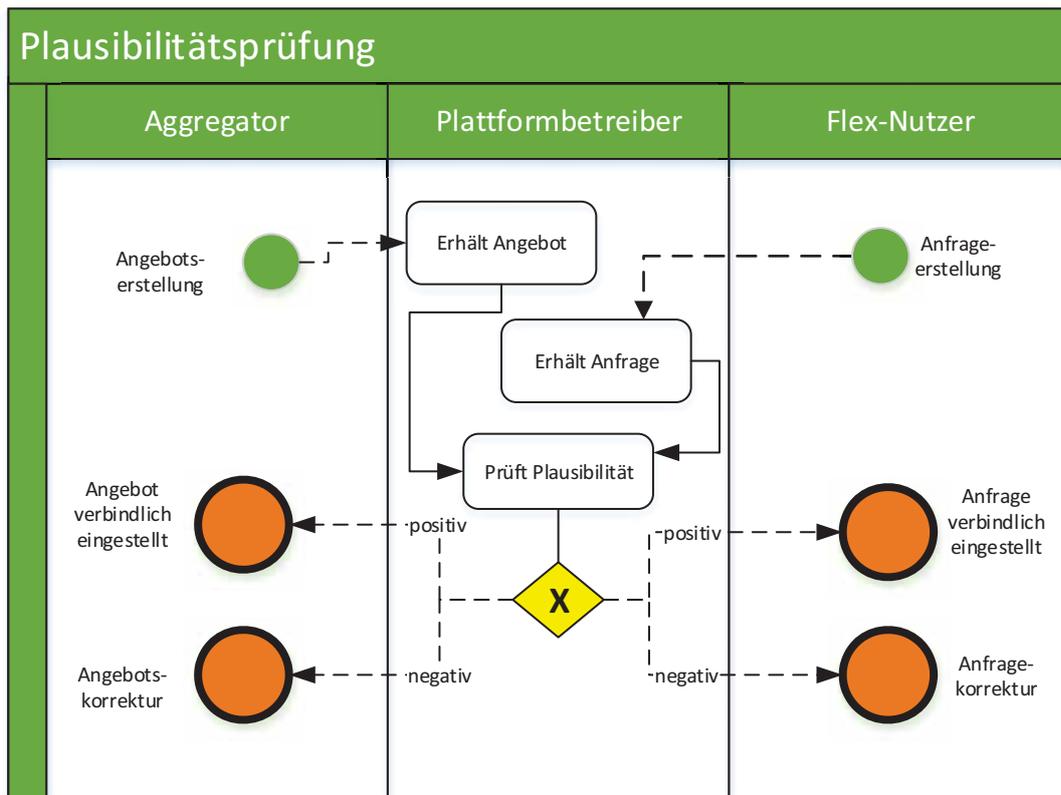


Abbildung 22: BPMN – Plausibilitätsprüfung (Eigene Darstellung)

Prozessschritte

- (1) Flex-Nutzer stellt Anfrage und Aggregator stellt Angebot
- (2) Plattformbetreiber erhält Anfrage und Angebot
- (3) Plattformbetreiber prüft Angebot und Anfrage auf Plausibilität
- (4) Plausibilität positiv: Angebot und Anfrage verbindlich auf FHP eingestellt
- (5) Plausibilität negativ: Angebot und Anfrage werden korrigiert

5.5. Angebotsmatching

Die Zusammenführung von Angeboten und Anfragen wird mit dem Prozess Angebotsmatching beschrieben. Hierbei werden Angebote und Anfragen parallel auf der Handelsplattform eingestellt. Weiter werden eintreffende Angebote und Anfragen nach ihren gegebenen Kriterien sortiert und mittels Algorithmus zueinander sortiert. Die Kriterien gleichen den folgenden benötigten Daten:

- ⇒ **Flexibilitätsprodukt**
- ⇒ **Preisinformation**
- ⇒ **Flexibilitätsdaten**

Das Ergebnis aus dieser Bestimmung ist ein Angebotsmatching, das eine oder mehrere Anfragen mit einem oder mehreren Angeboten erfüllt. Wie genau diese Berechnung mittels Algorithmus formuliert ist, ist in weiteren Studien festzulegen. Zu diesem Zeitpunkt wird, wie in Abbildung 23, davon ausgegangen, dass alle eingehenden Angebote und Anfragen in einer Blackbox aufeinander treffen und nach ihren gegebenen Kriterien zugeordnet werden.

Mit der Zuordnung eines Angebots zu einer Anfrage werden Einzelvereinbarungen zu den Rahmenverträgen abgeschlossen. Der Flex-Nutzer reserviert sich somit für den angefragten Zeitraum das gematchte Flexibilitätsangebot.

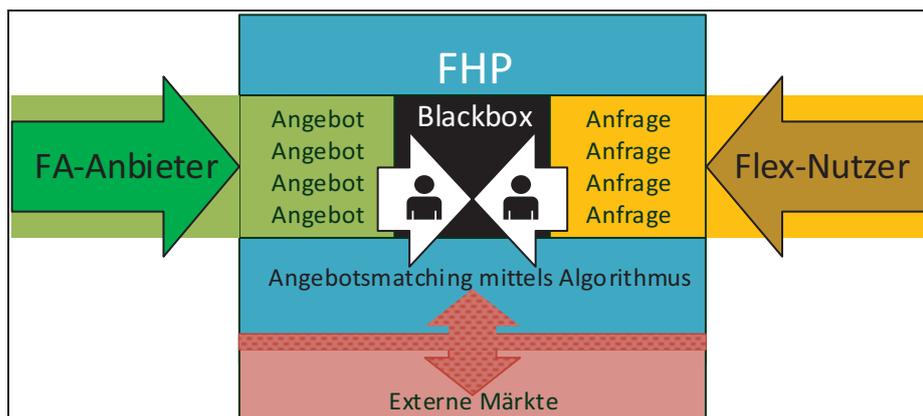


Abbildung 23: Vereinfachte Darstellung eines Angebotsmatchings (Eigene Darstellung nach Flex4Energy 2015e)

Prozess	Angebotsmatching
Prozessgegenstand	Zuordnung passender Angebote und Anfragen mittels hinterlegten Algorithmus und anschließendem Matching
Unterprozesse	→Abgleich von Flexibilitätsangeboten/-anfragen
Beteiligte	FA-Betreiber, Aggregator, Flex-Nutzer, Plattformbetreiber
Interaktionen	FA-Betreiber ↔ Aggregator Aggregator ↔ Plattformbetreiber Flex-Nutzer ↔ Plattformbetreiber
Ergebnis	Reservierung von Flexibilitätsprodukten durch passende Zuordnung von Angebot und Anfrage
Datensätze	Flexibilitätsprodukt, Preisinformation, Flexibilitätsdaten

Tabelle 11: Zusammenfassung des Prozesses Angebotsmatching (Eigene Darstellung)

5.5.1. Rechte und Pflichten der Akteure

Sobald ein Angebot oder eine Anfrage erfolgreich zugeordnet wurden, werden die betroffenen Akteure mit dem Abschluss der Einzelvereinbarungen informiert. Die **Aggregatoren** sind dabei in der Pflicht die FA zu überwachen und auf den Folgetag vorzubereiten. Diese Vorbereitung gewährleistet jeder Aggregator über eine Datenverbindung zwischen seinem FMS und der FA. Weiterhin müssen die Aggregatoren die Kommunikationsverbindung zwischen FMS und der FHP überwachen und bei Störungen schnellstmöglich wiederherstellen.

Der **Plattformbetreiber** ist in der Pflicht die Verfügbarkeit seiner Plattform zu gewährleisten und bei erfolgreichen Angebotsmatchings den betroffenen Flex-Nutzern und Aggregatoren Einzelvereinbarungen weiterzuleiten. Sollte der Fall eintreten, dass ein Angebot keiner Anfrage zugeordnet werden konnte, da die gegebenen Kriterien keiner Anfrage passend waren, steht es dem Plattformbetreiber frei offene Angebote selbst zu erwerben, um diese an externen Märkten zu vermarkten.

5.5.2. Prozessmodellierung

Angebotsmatching

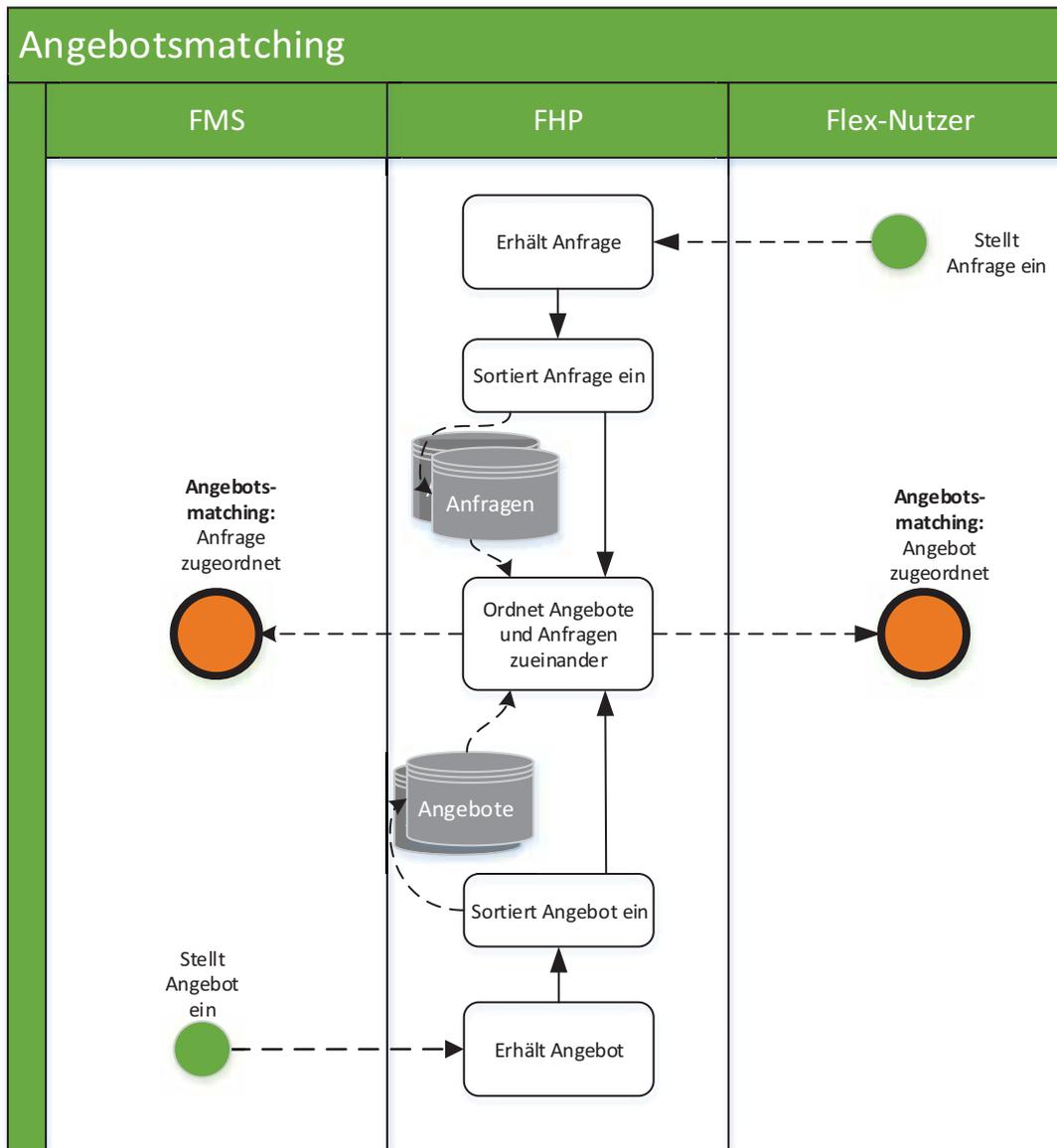


Abbildung 24: BPMN – Angebotsmatching (Eigene Darstellung)

Prozessschritte

- (1) Angebote und Anfragen werden eingestellt
- (2) Der Plattformbetreiber erhält Angebote und Anfragen
- (3) Der Plattformbetreiber sortiert die Angebote und Anfragen ihrer Kriterien nach
- (4) Der Plattformbetreiber gleicht Angebote und Anfragen miteinander ab und ordnet passende Angebote und Anfragen zueinander mittels Angebotsmatching
- (5) **Angebotsmatching:** erfolgreiche Zuordnung von Angeboten zu Anfragen

5.6. Handelsabschluss

Mit erfolgreichem Angebotsmatching entsteht ein automatisierter Handelsabschluss zwischen den betroffenen Akteuren. Dabei ist zu beachten, dass Rahmenverträge zwischen den Akteuren bereits abgeschlossen wurden. Bei einem Angebotsmatching werden ggfs. nur noch weitere Einzelvereinbarungen zwischen den Akteuren geschlossen, die noch nicht in den Rahmenverträgen vereinbart wurden. Bei diesem Prozess entstehen zum einen Einzelvereinbarungen zwischen dem Plattformbetreiber und den Flex-Nutzern, weiterhin zwischen dem Plattformbetreiber und den betroffenen Aggregatoren und letztlich zwischen den Aggregatoren und den FA-Betreibern, wenn hierbei nicht bereits alle nötigen Vereinbarungen im Rahmenvertrag festgehalten wurden⁹. Bei den Verträgen und Vereinbarungen ist darauf zu achten, dass vereinbarte Inhalte, zwischen den Flex-Nutzern und dem Plattformbetreiber, zwischen den Aggregatoren und dem Plattformbetreiber und den Aggregatoren und den FA-Betreibern, wie Flexibilitätsdaten, Preise und Lokalität übereinstimmen.

Wie in Abbildung 25 zu sehen, sind die Akteure, die direkte bzw. indirekte Verträge und EV abgeschlossen haben, mit identischen Farben umrandet. In diesem Beispiel ist zu erkennen, dass es möglich ist, dass eine Flexibilitätsanfrage zu mehr als einem Flexibilitätsangebot geordnet werden kann. Gegenteiliges ist ebenfalls möglich. Weiterhin ist es möglich, dass ein Angebot für eine oder sogar mehrere Anfragen ausreicht.

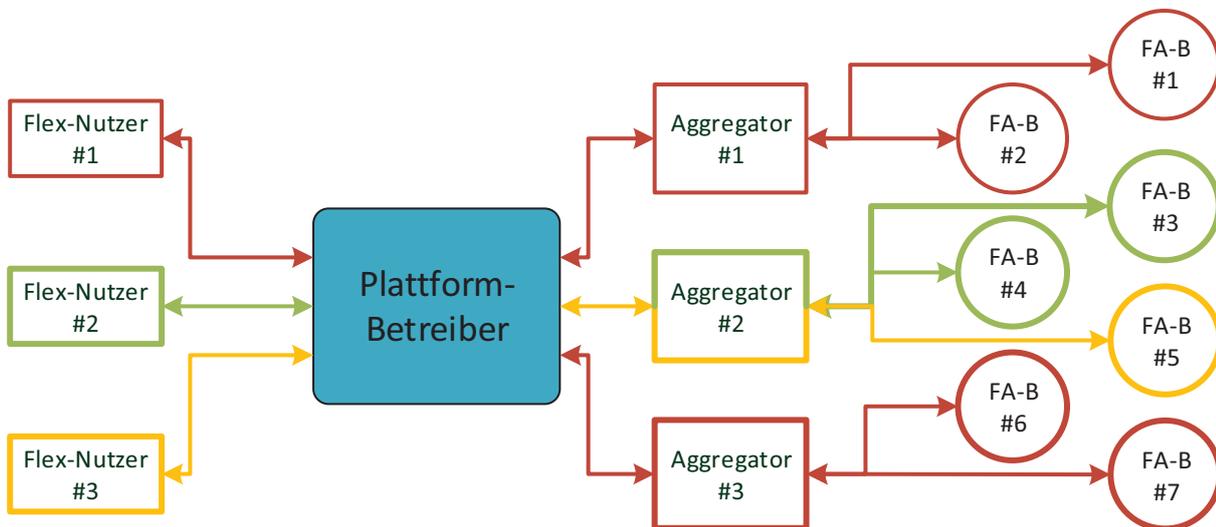


Abbildung 25: Vertragsbeziehungen zwischen Anfragern und Anbietern (Eigene Darstellung)

⁹ Dies ist der Fall, wenn es sich um kleine FA handelt, bei denen der Aufwand zu hoch wäre bei jedem Angebotsmatching mit jedem FA-Betreiber im Einzelnen EV zu vereinbaren.

Konkret bedeutet das, dass die Anfrage von Flex-Nutzer #1 zu den Angeboten von Aggregator #1 und #3 zugeordnet wurde. Dabei entstehen, neben dem RV zwischen den Flex-Nutzern und mit dem Plattformbetreiber bzgl. der Flexibilitätsnutzung, auch EV mit selbigem. Weiterhin bestehen jeweils RV und EV zwischen dem Plattformbetreiber und den Aggregatoren #1 und #3, da ihre Angebote zur Anfrage des Flex-Nutzers #1 zugeordnet wurden. Die Vertragsinhalte bzgl. des Flexibilitätsprodukts, der Preise (LP & AP) und der Lokalität sind identisch. Sollten die Aggregatoren #1 und #3 nicht bereits alle EV in den RV mit den am Angebot beteiligten FA-Betreibern abgeschlossen haben, schließt Aggregator #1 mit selbigen Vertragsinhalten EV mit FA-B #1 und FA-B #2. Aggregator #3 schließt ebenfalls EV mit FA-B #6 und FA-B #7 ab¹⁰.

Wie aus diesem Beispiel zu erkennen ist, ergeben sich direkte Verträge und Vereinbarungen zwischen den Flex-Nutzern und dem Plattformbetreiber, zwischen dem Plattformbetreiber und den Aggregatoren und zwischen den Aggregatoren und den FA-Betreibern. Durch die Übernahme der Vertragsinhalte ergeben sich zwischen den zugeordneten Flex-Nutzern zu den FA-Betreibern indirekte Verträge zwischen Anbieter und Nachfrager.

Prozess	Handelsabschluss
Prozessgegenstand	Automatisierter Vertragsabschluss zwischen den passenden Anbietern und Anfragern
Unterprozesse	-/-
Beteiligte	FA-Betreiber, Aggregator, Flex-Nutzer, Plattformbetreiber
Interaktionen	FA-Betreiber ↔ Aggregator Flex-Nutzer ↔ Plattformbetreiber Aggregator ↔ Plattformbetreiber Indirekt: FA-Betreiber ↔ Flex-Nutzer
Ergebnis	Vertraglich vereinbartes Flexibilitätsprodukt
Datensätze	Flexibilitätsprodukt, Preisinformationen, Lokalität

Tabelle 12: Zusammenfassung des Prozesses Handelsabschluss (Eigene Darstellung)

¹⁰ Nähere Beschreibung der RV und EV folgen in Kap. 6

5.6.1. Rechte und Pflichten der Akteure

Sobald ein Angebotsmatching eintritt, haben alle EV, die in RV zwischen FA-Betreibern und dem Aggregator bereits vereinbart wurden, Bestand. Dabei sind die FA-Betreiber verpflichtet die Anlagenbereitschaft für den Folgetag zu gewährleisten, der für die folgende Leistungserbringung erforderlich ist. Nach dem Matching werden weiterhin EV zwischen Aggregator und Plattformbetreiber vereinbart, in denen neben dem LP auch ein AP vereinbart worden ist. Jede EV sind nur i.V.m. den zuvor abgeschlossenen RV gültig.

5.6.2. Prozessmodellierung

Handelsabschlüsse des Plattformbetreibers

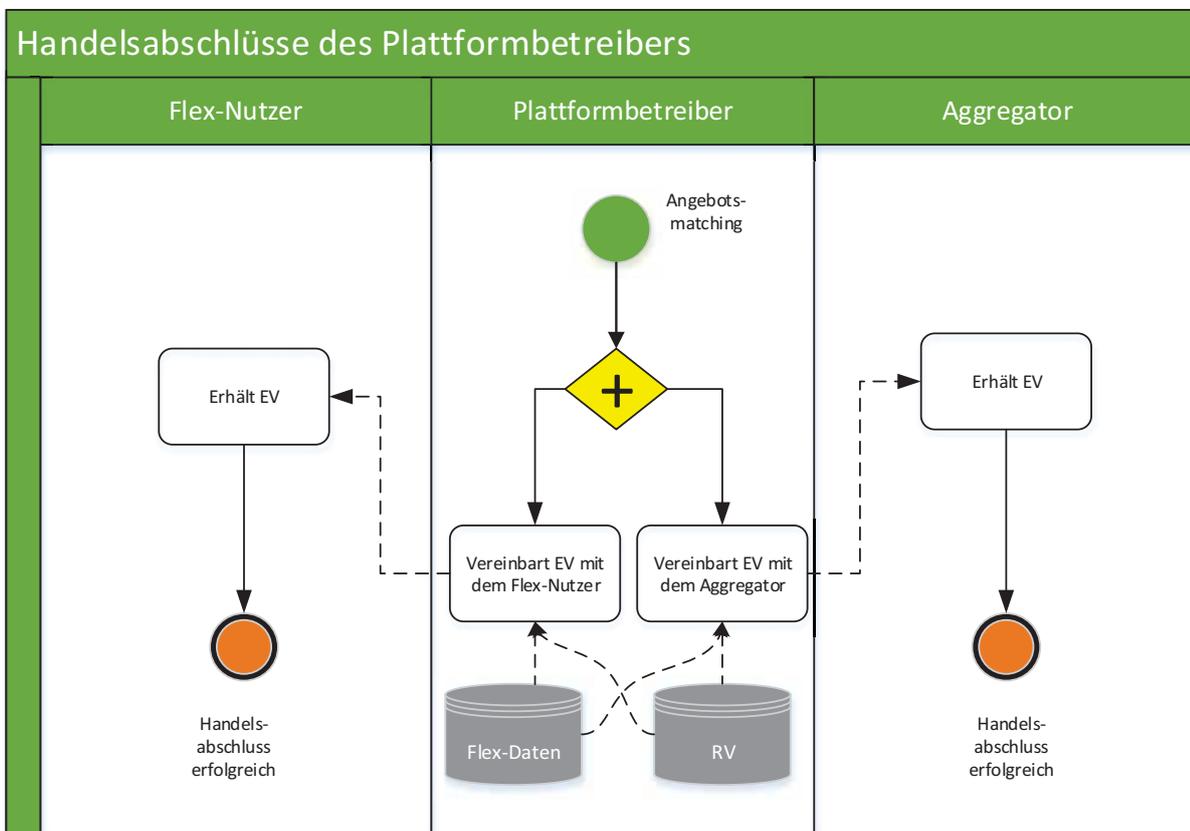


Abbildung 26: BPMN - Handelsabschlüsse des Plattformbetreibers (Eigene Darstellung)

Prozessschritte

- (1) Angebotsmatching auf der Handelsplattform erfolgt
- (2) Plattformbetreiber ergänzt RV mit EV mit dem Aggregator, dessen Angebot gematcht wurde
- (3) Plattformbetreiber ergänzt RV mit EV mit dem Flex-Nutzer, dessen Anfrage gematcht wurde
- (4) Der Flex-Nutzer und der Aggregator erhalten diese EV

(5) **Handelsabschluss:** RV und EV für den Flex-Nutzer und den Aggregator sind abgeschlossen

Handelsabschlüsse des Aggregators

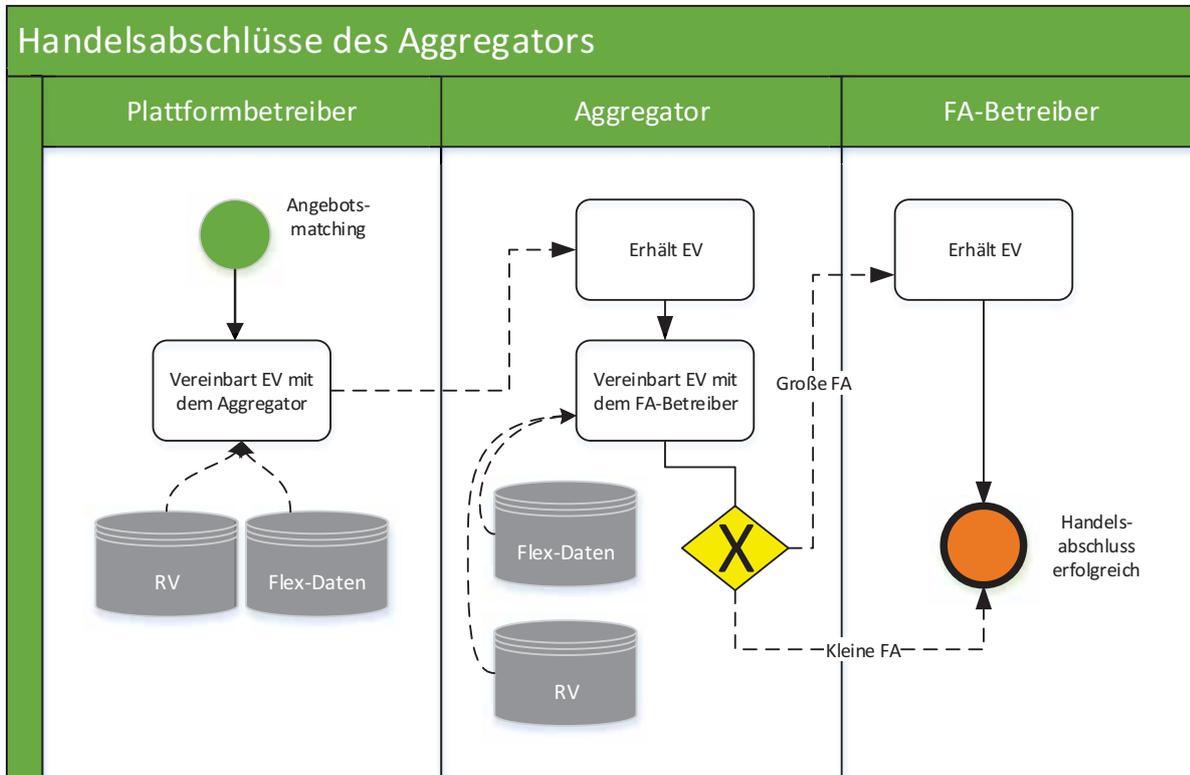


Abbildung 27: BPMN - Handelsabschlüsse des Aggregators (Eigene Darstellung)

Prozessschritte

- (1) Angebotsmatching auf der Handelsplattform erfolgt
- (2) Plattformbetreiber vereinbart EV mit dem Aggregator unter Berücksichtigung der Flexibilitätsdaten und des RV
- (3) Aggregator erhält die EV und vereinbart EV für den FA-Betreiber
- (4) Bei großer FA erhält der FA-Betreiber die EV
- (5) Handelsabschluss: FA-Betreiber erhält die EV
- (6) Bei kleinen FA haben die Vereinbarungen im RV bereits Bestand
- (7) Handelsabschluss ohne separaten Erhalt der EV

5.7. Leistungserbringung

Mit den abgeschlossenen Einzelvereinbarungen zwischen den Akteuren haben sich Flex-Nutzer zu vereinbarter Zeit zunächst Leistung zugesichert. Die zu erhaltende Leistung ist in zwei verschiedenen Formen durch die FA-Betreiber zu erbringen:

1) Reservierung einer vereinbarten Leistung über eine vereinbarte Zeit zu einem vereinbarten (Leistungs-)preis.

Sobald der vereinbarte Zeitpunkt der Reservierung eintritt, beginnt diese Form der Leistungserbringung. Es kann tatsächlich dazu kommen, dass nur diese Form der Leistungsbereitstellung in Form einer Leistungsreserve (ohne Abruf) erbracht werden muss. Der Eintritt eines unvorhergesehenen Ereignisses führt zu einem Abruf gesicherter Flexibilität:

2) Abruf des vereinbarten Flexibilitätsproduktes innerhalb einer vereinbarten Zeitspanne zu einem vereinbarten (Arbeits-)preis.

Da die FA über das FMS an der Handelsplattform angebunden sind, wird diese, bei Eintritt eines Abrufs über ein Signal, das von der Handelsplattform an das FMS weitergeleitet wird, automatisch hoch- oder runtergefahren. Um die Leistungserbringung planmäßig gewährleisten zu können, müssen zwischen den Akteuren stetige Statusinformationen in Form von Datenflüssen ausgetauscht werden. Abbildung 28 veranschaulicht vereinfacht diese Daten- und Energieflüsse. Die ausgetauschten Daten zwischen FA und Aggregator sind Bereitschaftsdaten der FA, die dem Aggregator die Gewissheit geben, dass FA planmäßig gefahren werden. Die Daten, die zwischen dem Flex-Nutzer und dem Plattformbetreiber ausgetauscht werden, sind Netzzustandsdaten, die zur Aktivierung benötigter Leistung dienen. Zwischen den Aggregatoren und dem Plattformbetreiber werden zum einen die Bereitschaftsdaten und zum anderen die Netzzustandsdaten ausgetauscht.

Das Startsignal zur Reservierung der Leistung tritt zum vereinbarten Zeitpunkt im RV bzw. EV ein. Bei tatsächlichem Abruf von Leistung erhält der Plattformbetreiber ein Signal vom Flex-Nutzer, dass vom Plattformbetreiber an den zuständigen Aggregator weitergeleitet wird und letztlich bei den am Angebot beteiligten FA ankommt. Sollten keine Statusinformationen, besonders zwischen den FA und den Aggregatoren weitergeleitet werden und ist es dem betroffenen Aggregator somit nicht möglich die Leistung, die in EV mit dem Plattformbetreiber vereinbart wurden zu erbringen, muss dieser rechtzeitig alternative Reserven beschaffen.

Der Energiefluss zwischen der FA und dem Flex-Nutzer entsteht bei adaptiven Produkten erst zum Zeitpunkt des Abrufs der Leistung. Bei Fahrplan-Produkten ist der Energieaustausch bereits im Vorhinein definiert. Erst mit diesem Ereignis bilanzieren die Aggregatoren und auch der Plattformbetreiber über sie ein- und ausfließende Flexibilitäten in ihren BK.

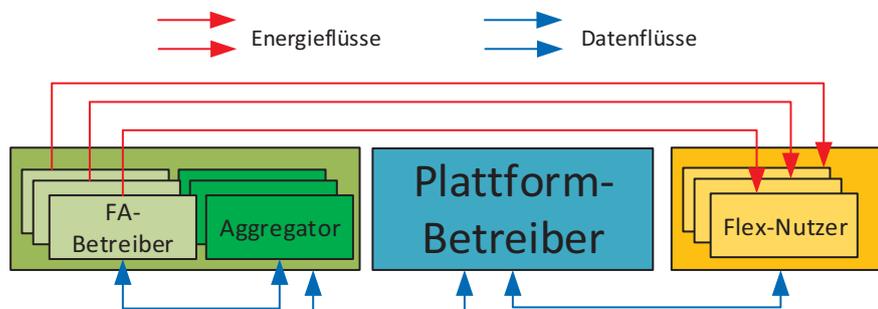


Abbildung 28: Energie- und Datenflüsse (Eigene Darstellung)

Prozess	Leistungserbringung
Prozessgegenstand	Geplanter Abruf sowie tatsächliche Erbringung unter Berücksichtigung aktueller Netzinformationen
Unterprozesse	→ Prüfung der Anlagenbereitschaft (Statusabfrage) → Zustandsänderungen der FA bei tatsächlichem Abruf
Beteiligte	FA-Betreiber, Aggregator, Flex-Nutzer, Plattformbetreiber
Interaktionen	FA ↔ FMS FMS ↔ FHP FHP ↔ Flex-Nutzer
Ergebnis	Vertraglich vereinbarte Leistungserbringung
Datensätze	Anlagenstatus, Netzzustandsdaten

Tabelle 13: Zusammenfassung des Prozesses Leistungserbringung (Eigene Darstellung)

5.7.1. Rechte und Pflichten der Akteure

Beim Prozess der Leistungserbringung ist der **FA-Betreiber** zunächst in der Pflicht die Bereitschaft seiner FA zur vereinbarten Zeit gegenüber dem Aggregator zu gewährleisten. Sollten sich unvorhergesehene Änderungen ergeben, ist der FA-Betreiber in der Pflicht diese dem Aggregator unverzüglich weiterzuleiten. Gleiches gilt bei Eintritt des Zeitpunkts zur Reservierung einer bestimmten Leistungsmenge und einem evtl. Leistungsabruf. Der FA-Betreiber ist verpflichtet die vereinbarte Menge zur vereinbarten Zeit vollständig zu leisten. Um die tatsächliche Leistungserbringung automatisch durch den Aggregator durchführen zu lassen, muss der FA-Betreiber dem Aggregator die Ansteuerung der FA

über das FMS erlauben. Gleichwohl hat der FA-Betreiber das Recht über diese Ansteuerung der FA informiert zu werden.

Der **Aggregator**, als „Zusammenfasser“ kleiner dezentraler FA zu einem großen Flexibilitätsangebot, hat gegenüber dem Plattformbetreiber ähnlich Pflichten wie der FA-Betreiber gegenüber dem Aggregator. Diese muss ebenfalls die Anlagenbereitschaft aller FA, die im gematchten Flexibilitätsangebot beteiligt sind, gewährleisten. Sollte eine tatsächliche Leistungserbringung durch den Plattformbetreiber an den Aggregator signalisiert worden sein, ist dieser in der Pflicht vereinbarte Leistungsmengen vollständig zu leisten. Selbiges gilt für die lediglich Vorhaltung der Leistung über den vereinbarten Zeitpunkt. Sollte es dem FA-Betreiber aus unvorhergesehenen Ereignissen nicht möglich sein vereinbarte Mengen zu liefern, ist der Aggregator im Recht rechtzeitig informiert zu werden, um der Pflicht zur Beschaffung von alternativen Reserven nachgehen zu können. Daher ist der Aggregator im Recht den Status der FA stetig zu überprüfen, um im eintretenden Fall die FA entweder anzusteuern oder alternative Reserven zu beschaffen.

Der **Plattformbetreiber** hat aufgrund abgeschlossener Vereinbarungen das Recht darauf vereinbarte Mengen zu erhalten. Dafür ist er in der Pflicht eingehende Netzstatusinformationen und ggf. das Startsignal zur tatsächlichen Leistungserbringung an den Aggregator weiterzuleiten.

Durch die Pflicht des **Flex-Nutzers** zur Überprüfung der Netzsituation ergibt sich für ihn gleichzeitig die Pflicht dazu das genannte Signal zur Leistungserbringung an den Plattformbetreiber weiterzuleiten. Ohne diese Signalweitergabe kann das vereinbarte Flexibilitätsprodukt nicht beim Flex-Nutzer genutzt werden.

5.7.2. Prozessmodellierung

Leistungserbringung

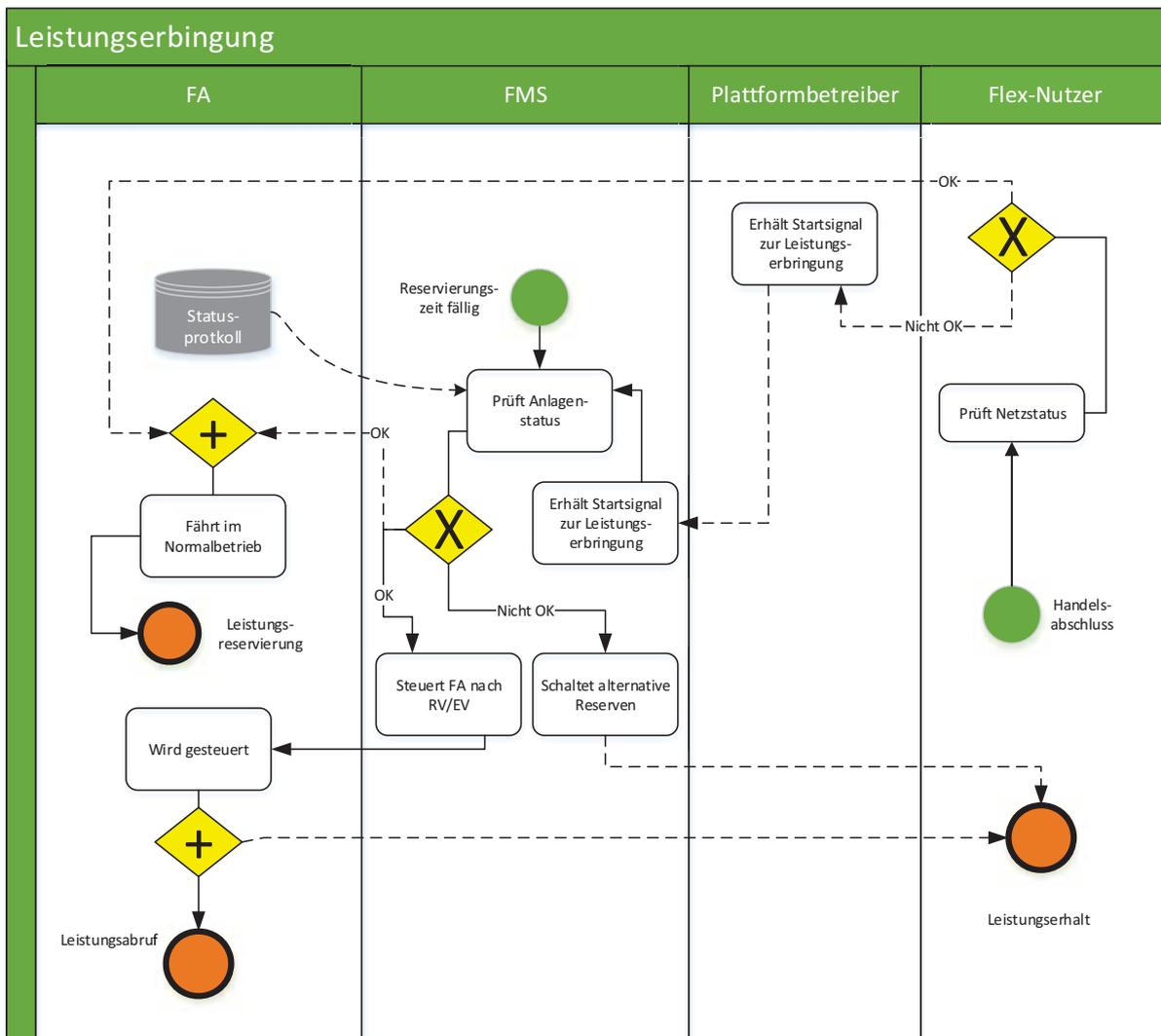


Abbildung 29: BPMN – Leistungserbringung (Eigene Darstellung)

Prozessschritte

- (1) Handelsabschluss beim Flex-Nutzer eingegangen
- (2) Flex-Nutzer überprüft den Netzstatus
- (3) Reservierungszeit fällig: FMS überprüft Anlagenbereitschaft
- (4) Anlagenbereitschaft & Netzstatus OK: FA fährt im Normalbetrieb
- (5) FA erbringt Leistung in Form der Leistungsreservierung
- (6) Netzstatus nicht OK: Flex-Nutzer informiert Plattformbetreiber
- (7) Plattformbetreiber informiert Aggregator
- (8) Aggregator prüft Anlagenbereitschaft

(9) Anlagenbereitschaft OK & Netzstatus nicht OK: FMS steuert FA nach Vereinbarungen im RV/EV

(10) FA wird angesteuert

(11) Leistung wird abgerufen und Flex-Nutzer erhält Leistung

(12) Anlagenbereitschaft nicht OK & Netzstatus nicht OK: FMS schaltet alternative Reserven ein

(13) Leistung wird abgerufen und Flex-Nutzer erhält Leistung

5.8. Nachweis & Zahlung

Einer ausstehenden Zahlung liegt immer eine Rechnung zu Grunde. Diese Rechnung wird unter Berücksichtigung der erbrachten Leistung erstellt, wobei die Akteure nachweisen müssen, dass sie zur vereinbarten Zeit Leistung tatsächlich reserviert und/oder erbracht haben. Nach welchem Nachweisverfahren in Flexibilitätsmärkten Leistung nachgewiesen wird, ist zu diesem Zeitpunkt des Projekts noch nicht definiert, da sich dies als sehr aufwendig herausstellt. Daher wird im Folgenden nur ein vereinfachtes mögliches Verfahren beschrieben, um den Nachweis für Leistungserbringung von Flexibilität darzustellen. Weiterhin ist zu beachten, dass der Nachweis von Leistung nur dadurch gewährleistet werden kann, wenn die FA über einen intelligenten RLM-Zähler verfügt. Noch genauer könnte der Nachweis erfolgen, wenn es eine Messeinheit gäbe, die das Anlagenverhalten in noch kleineren Intervallen messen könnte.

Noch bevor der Plattformbetreiber den Unterprozess der Rechnungstellung einleitet, gleichen Aggregator und FA-Betreiber Messwerte miteinander ab. Es ist möglich, dass die Zeitspanne der Leistungsreservierung vereinfacht dadurch nachgewiesen wird, dass der Anlagenstatus zurzeit der vereinbarten Reservierung auf dem Lastgang der FA und dem Statusprotokoll des FMS bestätigt wird. Sollte die FA zur vereinbarten Zeit keinen Leistungswert auf dem Lastgang und dem Protokoll vorweisen können, gilt die Leistung als nicht reserviert.

Im Falle der Leistungsreservierung ist der FA-Betreiber und der Aggregator in der Nachweispflicht, da diese einen LP für vorgehaltene Leistung erhalten ohne dass diese tatsächlich benötigt wurde. Im Falle des Leistungsabrufs ist der Flex-Nutzer in der Pflicht nachzuweisen wie viel Leistung dieser tatsächlich in Anspruch genommen hat. Hier werden prognostizierte Fahrpläne mit realen Fahrplänen abgeglichen. Das Ungleichgewicht dieser gilt als die in Anspruch genommene zusätzliche oder abzügliche Leistung, die im RV und der EV vereinbart wurde.

Angebotsseitig gleichen FA-Betreiber und Aggregator Messwerte miteinander ab, die im nächsten Schritt dem Plattformbetreiber zugestellt werden. Nachfrageseitig erhält der Plattformbetreiber einen Nachweis über in Anspruch genommene Leistung. Nachweise zur Leistungsreservierung werden ohne weiteren Abgleich anerkannt und in Rechnung gestellt. Nachweise des Flex-Nutzer und des Aggregators bzgl. des Leistungsabrufs werden miteinander abgeglichen und bestätigt. Sollten die Nachweise Abweichungen aufweisen, sind die Beteiligten zur Nachbesserung aufgefordert.

Nach dem über die Nachweise ein- und ausgehender Energiemengen ausgeglichen sind, stößt der Plattformbetreiber den Prozess der Rechnungstellung an, um alle offenen Zahlungen bei den betroffenen Akteuren zu begleichen. Auf Basis der Nachweise stellt der Plattformbetreiber zunächst eine Rechnung an den Flex-Nutzer. Dieser wird, je nach Inanspruchnahme der Leistung, dazu aufgefordert, entweder den LP für die reservierte Leistung zu bezahlen, den AP für die abgerufene Leistung oder aber für beides. Diese Zahlungen werden ohne Abzüge direkt an den Aggregator weitergeleitet. Weiterhin erhält der Flex-Nutzer eine Rechnung über eine Handelsgebühr, die jeder Teilnehmer der FHP zu leisten hat. Daher erhält auch der Aggregator neben der Gutschrift durch LP und AP eine Rechnung über die zu zahlende Handelsgebühr. Je nach Vereinbarung mit dem FA-Betreiber erhalten diese entweder einen Festpreis pro Jahr für die Teilnahme am Flexibilitätsmarkt oder sie erhalten tatsächlich einen vereinbarten LP und AP. Abbildung 30 fasst das beschriebene Nachweisverfahren vereinfacht zusammen und veranschaulicht die Geldflüsse zwischen den Akteuren.

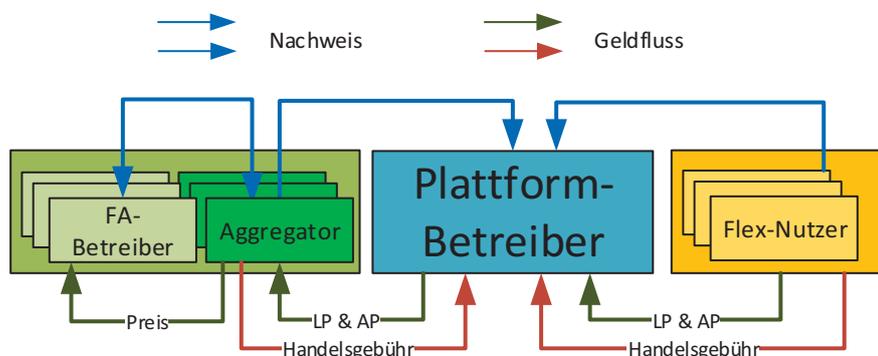


Abbildung 30: Nachweis und Geldflüsse (Eigene Darstellung)

Prozess	Nachweis & Zahlung
Prozessgegenstand	Vertraglich vereinbarte Zahlungen durch den Verursacher (Flex-Nutzer) mit gewinnbringenden Anteilen an die Erzeuger (FA-Betreiber) und die Vermittler (Aggregator und Plattformbetreiber)
Unterprozesse	→ Rechnungserstellung → Aus- und Abgleich erbrachter Leistung
Beteiligte	FA-Betreiber, Aggregator, Flex-Nutzer, Plattformbetreiber
Interaktionen	FA-Betreiber ↔ Aggregator Flex-Nutzer ↔ Plattformbetreiber Aggregator ↔ Plattformbetreiber
Ergebnis	Zahlung vereinbarter Vergütung an die FA-Betreiber Zahlung einer Handelsgebühr an den Plattformbetreiber Zahlung des LP und AP an die Aggregatoren
Datensätze	Zählerstände, Statusprotokoll, Preisinformationen

Tabelle 14: Zusammenfassung des Prozesses Nachweis & Zahlung (Eigene Darstellung)

5.8.1. Rechte und Pflichten der Akteure

Um eine Zahlung für geleistete Leistung zu erhalten, müssen **FA-Betreiber** und Aggregator zunächst Messwerte abgleichen. Der FA-Betreiber muss Lastgänge seiner FA an den **Aggregator** weiterleiten. Dieser wertet diese Messwerte mit den Messwerten, die aus dem FMS hervorgehen aus und gleicht weiterhin mögliche Abweichungen seines BK aus. Letztlich übermittelt er diesen Nachweis an den Plattformbetreiber.

Der **Plattformbetreiber** erhält neben dem Nachweis von den Aggregatoren auch Nachweise der Flex-Nutzer. Diese muss er miteinander abgleichen, um auf Basis dessen eine Rechnung zu erstellen. Zunächst stellt der Plattformbetreiber dem Flex-Nutzer eine Rechnung. Hierin fordert er den vereinbarten LP und ggf. AP und die Handelsgebühr, die der Flex-Nutzer verpflichtet ist zu zahlen. Nach Erhalt des LP und AP ist der Plattformbetreiber in der Pflicht diese dem Aggregator weiterzuleiten und ihm zeitgleich eine Rechnung über die zu zahlende Handelsgebühr zu stellen. Letztlich muss der Plattformbetreiber Abweichungen in seinem BK ausgleichen.

Der Aggregator hat das Recht den vereinbarten LP und AP zu erhalten, muss aber zeitgleich die Handelsgebühr an den Plattformbetreiber abführen. Weiter ist er verpflichtet dem FA-Betreiber den vereinbarten Preis auszus zahlen.

5.8.2. Prozessmodellierung

Nachweis & Zahlung

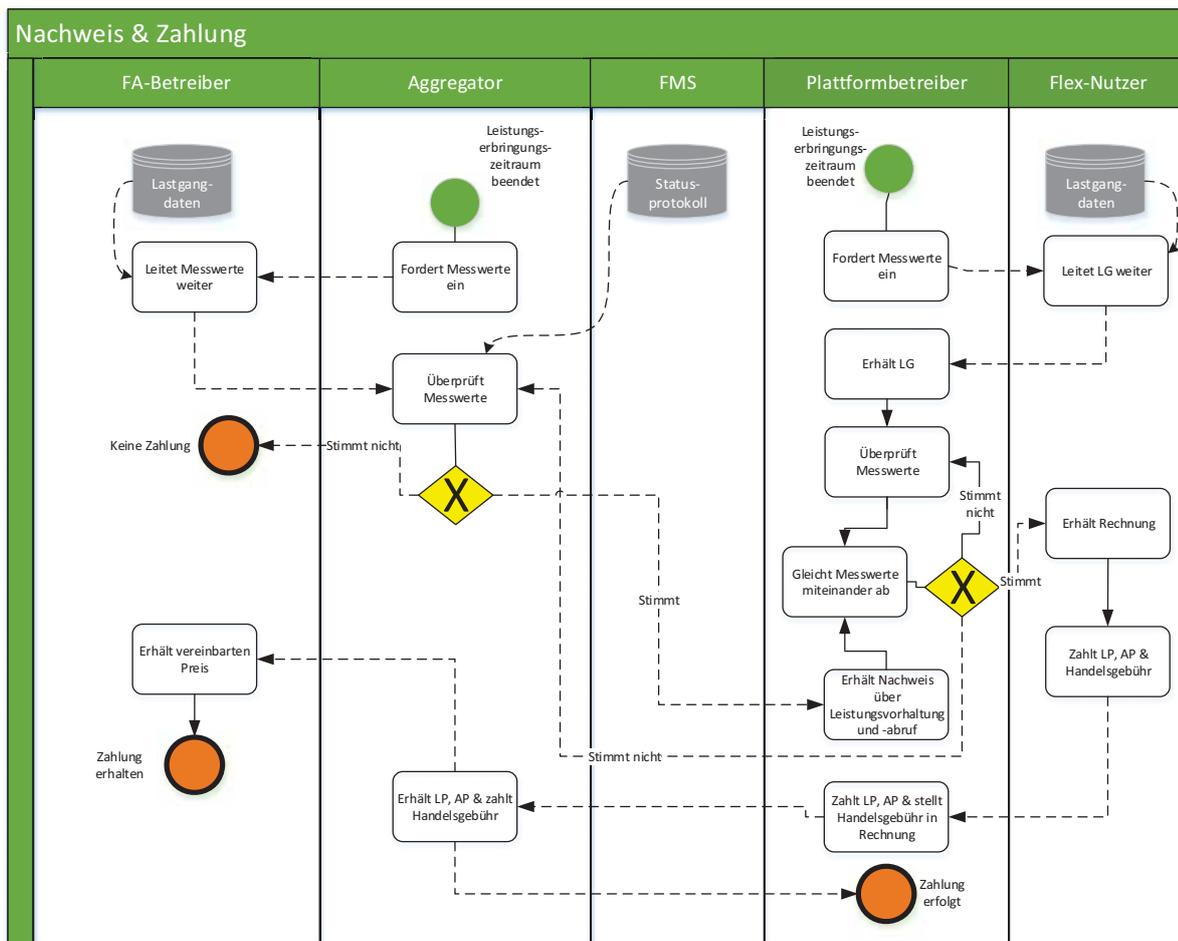


Abbildung 31: BPMN - Nachweis & Zahlung (Eigene Darstellung)

Prozessschritte

- (1) Leistungserbringungszeitraum beendet
- (2) Aggregator fordert Messwerte vom FA-Betreiber an
- (3) FA-Betreiber leitet Messwerte in Form vom Lastgang an den Aggregator weiter
- (4) Aggregator überprüft Messwerte aus dem Lastgang und Messwerte aus dem FMS
- (5) Überprüfung stimmt nicht überein: FA-Betreiber erhält keine Zahlung
- (6) Überprüfung stimmt überein: Aggregator leitet Nachweis an Plattformbetreiber weiter
- (7) Plattformbetreiber fordert beim Flex-Nutzer Lastgangdaten ein
- (8) Flex-Nutzer sendet Lastgangdaten an den Plattformbetreiber
- (9) Plattformbetreiber gleicht Lastgangdaten vom Flex-Nutzer mit den Messwerten vom Aggregator ab
- (10) Stimmen nicht überein: Nachricht an Aggregator und Flex-Nutzer zur Überprüfung

- (11) Stimmen überein: Plattformbetreiber stellt Flex-Nutzer Rechnung aus
- (12) Flex-Nutzer zahlt LP, AP und Handelsgebühr
- (13) Plattformbetreiber leitet LP und AP an Aggregator weiter
- (14) Plattformbetreiber stellt Rechnung über Handelsgebühr an Aggregator
- (15) Aggregator zahlt Handelsgebühr
- (16) Aggregator zahlt FA-Betreiber vereinbarten Preis für Leistungserbringung
- (17) Zahlungen alle beglichen

5.9. Dokumentation

Nach erfolgreicher Durchführung einer Flexibilitätslieferung steht als letzter Prozessschritt die Dokumentation aller durchlaufenen Handelsvorgänge an. Besonders wichtig ist die Dokumentation für alle Aggregatoren und den Plattformbetreiber, da sie mit diesen aufbereiteten Daten einerseits Interessenten anwerben können. Andererseits um eine Fehleranalyse zu erstellen, die es erlaubt mögliche Schwierigkeiten und Fehler aufzudecken und letztlich die eigenen Handlungsprozesse zu reflektieren und evtl. zu optimieren. Weiterhin sind die Aggregatoren in der Pflicht alle vergangenen Messwerte aufzubewahren, die durch den FA-Betreiber bereitgestellt werden müssen, um die Anforderung der Messwerte durch die MSB/MDL gewährleisten zu können.

Aus Sicht eines FA-Betreibers ist dieser Prozessschritt nur dann erforderlich, wenn dieser als direkter Anbieter von Flexibilitäten auf der Handelsplattform auftritt. Andernfalls spielt der Dokumentationsschritt für ihn und den Flex-Nutzer keine wesentliche Rolle, da sie keine aktive Rolle von der Registrierung bis zur Zahlung einnehmen. Sie stellen lediglich Angebote und Anfragen ein, müssen ab dem Zeitpunkt aber keine eigenständigen Vorgänge durchführen.

Prozess	Dokumentation
Prozessgegenstand	Aufbereitung aller Prozess-Daten zu möglichen Fehleranalysen und Anschauungsmaterial für Interessenten
Unterprozesse	→ Analyse der Handelsprozesse → Datenaufbewahrung/-pflege
Beteiligte	Aggregator, Plattformbetreiber
Interaktionen	-/-
Ergebnis	Dokumentationskatalog über alle Geschäftsprozesse
Datensätze	Zusammenfassung aus allen Prozessschritten

Tabelle 15: Zusammenfassung des Prozesses Dokumentation (Eigene Darstellung)

6. Erforderliche Verträge und ihre Inhalte

Aus den bisherigen Kapiteln sollten die verschiedenen Interaktionen zwischen den Akteuren ersichtlich geworden sein. Diese Interaktionen werden durch verschiedene Verträgen und Vereinbarungen zwischen den Vertragspartnern gültig. Die zu leistenden Vertragsgegenstände für jeden Akteur werden somit verbindlich. In diesem Kapitel werden zunächst die verschiedenen Vertragsarten zwischen den beteiligten Vertragspartner vorgestellt (Kap. 6.1.). Weiter werden die Vertragsinhalte der Rahmenverträge (Kap.6.2.) und Vereinbarungsinhalte der Einzelvereinbarungen näher betrachtet (Kap. 6.3.).

6.1. Vertragsarten und ihre Vertragspartner

Zu verschiedenen Zeitpunkten von der Registrierung bis zur Zahlung von Flexibilität sind zwischen den einzelnen Akteuren zwei verschiedene Vereinbarungformen erforderlich, die die genannten Rechte und Pflichten aus Kapitel 5 für jeden legitimieren.

Von der Registrierung bis zum Angebotsmatching werden zunächst einmal Rahmenverträge abgeschlossen, die den Rahmen für die Interaktionen für darauffolgenden Geschäftsprozesse vorbereitet. Die Vertragsbeziehungen für die Rahmenverträge unterteilen sich wie in Tabelle 16 zu sehen.

Rahmenverträge		
Vertragspartner	Vertragstyp	Prozesse
FA-Betreiber ↔ Aggregator	Flexibilitäts-Vermarktungs-RV	} Registrierung Anbindung/Anmeldung Angebote & Anfragen Angebotsmatching
Plattformbetreiber ↔ Aggregator	Flexibilitäts-Vermarktungs-RV	
Plattformbetreiber ↔ Flex-Nutzer	Flexibilitäts-Handels-RV	

Tabelle 16: Erforderliche Rahmenverträge (Eigene Darstellung)

Wie unter den Vertragstypen zu erkennen ist, ergeben sich zwei identische Vertragstypen zum einen zwischen einem FA-Betreiber und einem Aggregator (direkt) und zum anderen zwischen einem Aggregator und dem Plattformbetreiber (indirekt). Dies unterliegt der Tatsache, dass ein Aggregator, genauso wie ein FA-Betreiber, Flexibilitäten anbietet. Der FA-Betreiber bietet Flexibilität direkt beim Aggregator an, die er durch seine FA selbst erzeugt. Zwar bietet der Aggregator nur indirekt Flexibilitäten beim Plattformbetreiber an, dennoch hat er die Verantwortung dafür, dass angebotene Flexibilität nach vertraglichen Vereinbarungen zwischen ihm und den Plattformbetreiber erbracht wird.

Nach Eintritt des Angebotsmatchings wird dieser Prozess durch den Handelsabschluss abgelöst. Hierbei werden zwischen den Akteuren Einzelvereinbarungen abgeschlossen, die als Erweiterung zu den Rahmenverträgen dienen. Der Abschluss dieser EV ist Vertragsbestandteil der Rahmenverträge, wodurch der Abschluss von Einzelvereinbarungen mit Abschluss der Rahmenverträge bereits legitimiert ist. Tabelle 17 fasst die Einzelvereinbarungen zwischen den betroffenen Akteuren zusammen.

Einzelvereinbarungen		
Vereinbarungspartner	Vereinbarungstyp	Prozesse
FA-Betreiber ↔ Aggregator	EV zu Flexibilitäts-Vermarktungs-RV	} Handelsabschluss } Leistungserbringung } Nachweis & Zahlung
Plattformbetreiber ↔ Aggregator	EV zu Flexibilitäts-Vermarktungs-RV	
Plattformbetreiber ↔ Flex-Nutzer	EV zu Flexibilitäts-Handels-RV	

Tabelle 17: Erforderliche Einzelvereinbarungen (Eigene Darstellung)

6.2. Vertragsinhalte der Rahmenverträge und Einzelvereinbarungen

Rahmenverträge dienen dazu Inhalte festzulegen, die sich innerhalb der Vertragslaufzeit nicht ändern sollten. Hierin werden Allgemeinheiten festgelegt, die nicht bei jedem Angebotsmatching neu formuliert werden müssen. Bereits festgelegte Rechte und Pflichten dienen dazu Rahmenbedingungen für die Vermarktung und den Handel von Flexibilitäten zwischen den Akteuren zu bestimmen. Abbildung 32 veranschaulicht die Vertragsbeziehungen zwischen den Akteuren.

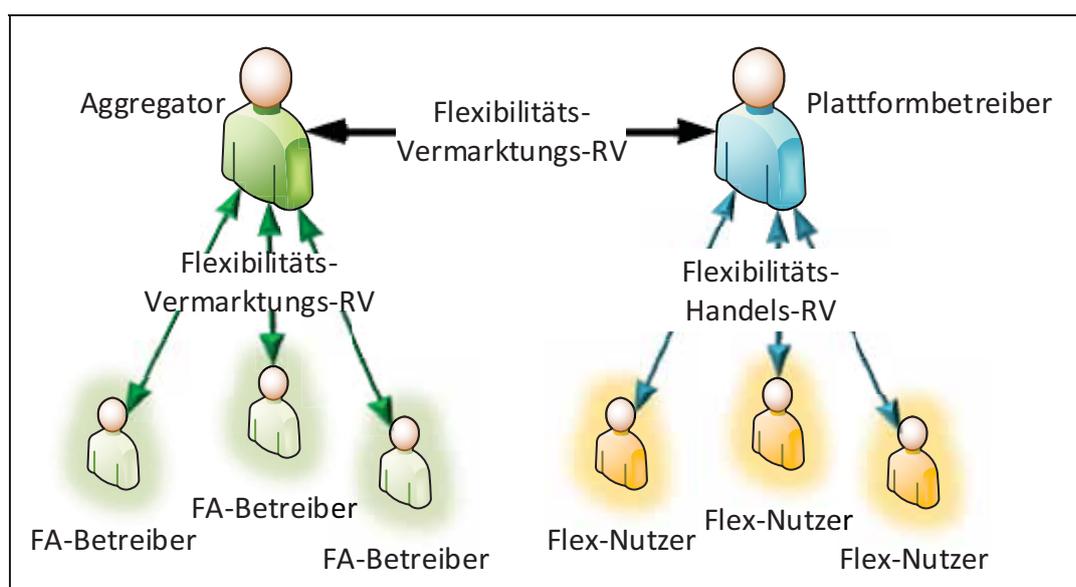


Abbildung 32: Vertragsbeziehungen Rahmenverträge (Eigene Darstellung)

Einzelvereinbarungen sind als Anlage zu einem bereits abgeschlossenen RV zu sehen. Sie dienen dazu Inhalte festzulegen, die sich innerhalb der Vertragslaufzeit ändern können. Hierin werden Einzelheiten festgelegt, die nach jedem Angebotsmatching neu formuliert werden müssen. Abbildung 33 veranschaulicht die Vereinbarungsbeziehungen zwischen den Akteuren.

Da der Aufwand für einen Aggregator zu hoch sein würde, nach jedem Angebotsmatching eine EV mit jedem FA-Betreiber zu vereinbaren, wird festgelegt, dass EV für kleine FA¹¹ bereits Bestandteil des RV sind. Für größere FA¹¹ gilt weiterhin die separate Festlegung von EV.

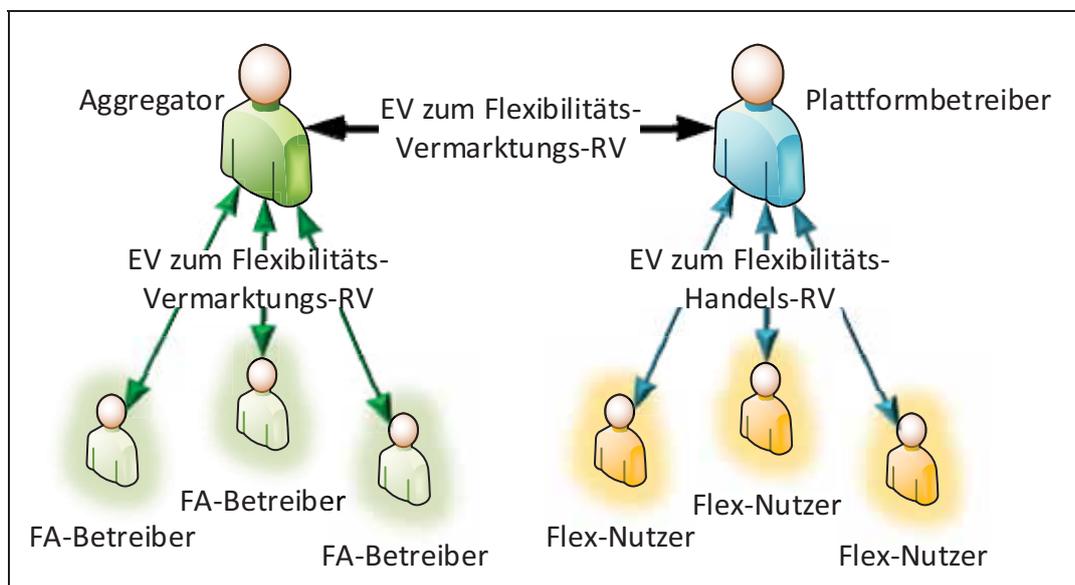


Abbildung 33: Vertragsbeziehungen Einzelvereinbarungen (Eigene Darstellung)

6.2.1. Direkter Flexibilitäts-Vermarktungs-Rahmenvertrag und EV

Der Flexibilitäts-Vermarktungs-Rahmenvertrag regelt die Rechte und Pflichten zwischen einem FA-Betreiber und einem Aggregator. Vertragsgegenstand dieses RV ist die Vermarktung eines Flexibilitätsproduktes durch einen FA-Betreiber an einen Aggregator.

Dieser Rahmenvertrag existiert in zwei verschiedenen Ausprägungen: Wie bereits genannt werden alle Vereinbarungen für die Vermarktung von Flexibilitäten durch kleine FA bereits im RV festgehalten ohne, dass es einer separaten EV bedarf. Bei kleinen FA wird davon ausgegangen, dass der FA-Betreiber und der Aggregator pauschale Festpreise pro Jahr verhandeln. Folgende Daten werden festgehalten, die einerseits den Ansprüchen des FA-

¹¹ Welche Anlagengröße zwischen einer großen und einer kleinen FA unterscheidet, ist bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht definiert und ist noch festzulegen.

Betreibers gerecht werden und andererseits dem Aggregator erlaubt die FA situationsbedingt zu steuern:

- ⇒ **Ansprechpartner, Name, Adresse, Bankverbindung, Zählpunktbezeichnung**
- ⇒ **Abrufhäufigkeit der FA**
- ⇒ **Pauschal Vergütung zur Leistungserbringung**
- ⇒ **Verfügbarkeiten der FA**
- ⇒ **Vorgehen bei Ausfällen und/oder Störungen**

Sollte das Angebot des Aggregators erfolgreich gematcht worden sein, in dem kleine FA beteiligt sind, werden diese nicht gesondert informiert, da alle notwendigen Daten bereits im RV vereinbart worden sind.

Anderes gilt bei großen FA. Hier werden zunächst RV abgeschlossen, die ähnliche Allgemeinheiten festlegen wie für kleine FA:

- ⇒ **Ansprechpartner, Name, Adresse, Bankverbindung, Zählpunktbezeichnung**
- ⇒ **Abrufhäufigkeit der FA**
- ⇒ **Vorgehen bei Ausfällen und/oder Störungen**

Nach erfolgreichem Angebotsmatching werden die FA-Betreiber mit separaten EV benachrichtigt, in denen zusätzlich folgende Einzelheiten vereinbart werden:

- ⇒ **Preis (LP und AP)**
- ⇒ **Zeitraum der Leistungserbringung**
- ⇒ **Leistungswerte**

Folgende Rechte und Pflichten sind Bestandteil des direkten Flexibilitäts-Vermarktungs-RV

FA-Betreiber

Der FA-Betreiber hat das Recht Flexibilität gewinnbringend am Flexibilitätsmarkt anzubieten. Dabei hat er die freie Wahl einen Aggregator innerhalb der Netzzelle, in der er sich befindet, auszuwählen. Nach erfolgreicher Registrierung beim Aggregator, ist der FA-Betreiber berechtigt seine FA so im Flexibilitätsmarkt einzusetzen, dass die primäre Anlagenfahrweise nicht eingeschränkt wird.

Der FA-Betreiber ist in der Pflicht dem Aggregator die Möglichkeit zu erlauben das FMS an die FA anzuschließen. Weiterhin ist der FA-Betreiber verpflichtet alle relevanten Daten, die der Aggregator benötigt, um die FA an das FMS anzuschließen weiter zu leiten. Selbiges gilt bei Änderungen persönlicher Stammdaten und wesentliche Änderungen der An-

lageneigenschaften. Um am Flexibilitätsmarkt teilnehmen zu können, ist der FA-Betreiber in der Pflicht die FA stets betriebsbereit zu halten und dem Aggregator Wartungsintervalle zu nennen. Weiterhin muss der FA-Betreiber die FA nach einem erfolgreichen Angebotsmatching überwachen und auf den Folgetag vorbereiten. Bei Eintritt des Zeitpunkts zur Leistungserbringung ist der FA-Betreiber in der Pflicht vereinbarte Flexibilität vollständig zu leisten, wobei das Recht auf Vergütung besteht. Hierbei muss der FA-Betreiber den Aggregator vereinbarte Zahlungen zahlen. Sollten sich Störungen bzgl. des Betriebs der FA ergeben, ist der FA-Betreiber verpflichtet diese dem Aggregator rechtzeitig zu nennen. Sollten Störungen dazu führen, dass zu vereinbarten Zeiten Flexibilität nicht erbracht werden kann, so ist der FA-Betreiber verpflichtet für Mehraufwendung des Aggregators aufzukommen.

Weiterhin muss der FA-Betreiber seine FA einem Präqualifikationsverfahren unterziehen, wobei der FA-Betreiber die Steuerung der FA erlauben muss. Die technischen Anforderungen, die dem Präqualifikationsverfahren unterliegen, muss der FA-Betreiber über die gesamte Vertragslaufzeit hinweg sicherstellen. Weiterhin sind die FA-Betreiber dazu verpflichtet in keinem Fall sensible Daten an Dritte weiterzuleiten. Bei großen FA kann der FA-Betreiber Prognose-Fahrpläne eigenständig an den Aggregator übergeben. Auf Anfrage des Aggregators ist der FA-Betreiber verpflichtet Messwerte weiterzuleiten.

Aggregator

Der Aggregator ist berechtigt Flexibilitäten auf dem Flexibilitätsmarkt nach den Ansprüchen der FA-Betreiber zu vermarkten und hierfür einen Plattformbetreiber auszuwählen. Voraussetzung hierfür ist, dass der Aggregator eine Subzelle führt, die in der Netzzelle des gewählten Plattformbetreibers liegt. Weiterhin ist der Aggregator berechtigt interessierte FA-Betreiber physikalisch an sein FMS anzuschließen, um eine mögliche Steuerung der FA durchführen zu können. Um dies zu gewährleisten, muss der Aggregator eine stetige Datenverbindung zwischen seinem FMS und den FA sicherstellen. Weiter fordert er alle relevanten Daten bei den FA-Betreibern ein. Darüber hinaus ist der Aggregator im Recht über Datenänderungen bzgl. der FA oder des Ansprechpartners rechtzeitig informiert zu werden. Auch ist der Aggregator verpflichtet diese Daten vertraulich zu behandeln und in keinem Fall an Dritte weiterzuleiten. Weiterhin vereinbart der Aggregator einen Vergütungsanteil mit dem FA-Betreiber, der sich nach der Ermittlung des flexiblen Anteils des FA richtet. Diesen Anteil ist der Aggregator verpflichtet mittels Präqualifikati-

onsverfahrens zu identifizieren. Um alle ein- und ausgehenden Flexibilitätsmengen ausgleichen zu können, ist der Aggregator in der Pflicht einen BK zu führen. Für die Vermarktung von Flexibilität auf der FHP ist der Aggregator berechtigt einen Gewinnanteil abzuziehen.

6.2.2. Indirekter Flexibilitäts-Vermarktungs-Rahmenvertrag und EV

Dieser Flexibilitäts-Vermarktungs-Rahmenvertrag regelt die Rechte und Pflichten zwischen einem Aggregator und einem Plattformbetreiber. Vertragsgegenstand dieses RV ist die Vermarktung von Flexibilitätsprodukten durch einen Aggregator an einen Plattformbetreiber.

Allgemeine Vereinbarungen, die in diesem RV zwischen dem Aggregator und dem Plattformbetreiber festgehalten werden, sind folgende:

- ⇒ **Ansprechpartner, Name, Adresse, Bankverbindung**
- ⇒ **Größe des Flexibilitätshandelsvolumen**
- ⇒ **Subzellenkennung**
- ⇒ **Sicherheiten in Form alternativer Reserven**

Nach erfolgreichem Angebotsmatching werden die Aggregatoren mit separaten EV benachrichtigt, in denen zusätzlich folgende Einzelheiten vereinbart werden:

- ⇒ **Preis (LP und AP)**
- ⇒ **Zeitraum der Leistungserbringung**
- ⇒ **Liefermenge**
- ⇒ **Anwendung**
- ⇒ **Lokalität**

Folgende Rechte und Pflichten sind Bestandteil des indirekten Flexibilitäts-Vermarktungs-RV

Aggregator

Der Aggregator ist dazu berechtigt Flexibilitäten auf der FHP einzustellen, wenn dieser ein FMS betreibt und einen BK führt. Angebote, die ein Aggregator auf der FHP einstellt, sind verpflichtend einzuhalten. Die Leistungen sind in EV zu vereinbaren. Um dies zu gewährleisten ist der Aggregator in der Pflicht eine stetige Kommunikationsverbindung zwischen dem FMS und der FHP zu sichern. Sollten sich Änderungen bzgl. der Ansprechperson oder dem eingestellten Flexibilitätsangebot ergeben, ist der Aggregator in der Pflicht diese dem Plattformbetreiber rechtzeitig zu übermitteln. Weiterhin muss der Aggregator dem

Plattformbetreiber Präqualifikationsbestätigungen für jeden Anlagentyp seines FA-Portfolios darlegen. Auch muss der Aggregator dem Plattformbetreiber eine stichprobenartige Überprüfung des Präqualifikationsverfahrens erlauben. Neben den dokumentierten Ergebnissen aus dem Präqualifikationsverfahren muss der Aggregator vertrauliche Daten verantwortungsbewusst behandeln und Daten, Nachweise und Messwerte für eine ausreichende Zeit aufbewahren. Letztlich ist der Aggregator berechtigt vereinbarte LP und AP aus den EV zu erhalten und gleichzeitig verpflichtet eine Handelsgebühr beim Plattformbetreiber zu zahlen. Bei auftretenden Schwierigkeiten bei der Erbringung von Flexibilitäten, in die der Aggregator auf Verschulden des FA-Betreibers gerät, ist der Aggregator verpflichtet alternative Reserven für solche Fälle vorzuhalten.

Plattformbetreiber

Jeder Plattformbetreiber ist berechtigt seine eigene Marktstrategie auf seiner FHP durchzuführen. Dabei kann der Plattformbetreiber eingehende Angebote zu Anfragen zuordnen oder sie ggf. ablehnen. Hierbei ist er verpflichtet eingehende Angebote auf Plausibilität zu überprüfen. Dabei hat er das Recht, das Präqualifikationsverfahren der FA über den Aggregator zu überprüfen und ggf. Nachweise einzufordern. Weiterhin steht der Plattformbetreiber in der Pflicht eine FHP bereit zu stellen, ihre Verfügbarkeit zu gewährleisten und einen BK zu führen. Um Informationen über ein Angebotsmatching weiterleiten zu können, ist der Plattformbetreiber verpflichtet eine stetige Datenverbindung zwischen dem FMS und der FHP sicher zu stellen. Dazu erhält er alle relevanten Daten des Aggregators bzgl. seines Flexibilitätsangebots. Er ist berechtigt alle Datenänderungen zu erfahren und ist dabei verpflichtet den Datenschutz zu beachten. Weiterhin muss auch der Plattformbetreiber alle eingehenden Daten für ausreichend lange Zeit aufbewahren, um aufkommende Unklarheiten zu klären. Letztlich ist der Plattformbetreiber berechtigt dem Aggregator eine Handelsgebühr nach Abschluss einer Leistungserbringung in Rechnung zu stellen, ist jedoch verpflichtet den vereinbarten LP und AP an den Aggregator abzuführen. Sollte es zu keinem Angebotsmatching kommen, ist der Plattformbetreiber berechtigt, in der Rolle eines Flexibilitätsnachfragers, Flexibilitätsangebote zu erwerben, um diese an externen Märkten zu vermarkten.

6.2.3. Flexibilitäts-Handels-Rahmenvertrag und EV

Dieser Flexibilitäts-Handels-Rahmenvertrag regelt die Rechte und Pflichten zwischen einem Plattformbetreiber und einem Flex-Nutzer. Vertragsgegenstand dieses RV ist der Handel eines Flexibilitätsproduktes zwischen einem Flex-Nutzer und einem Plattformbetreiber.

Allgemeine Vereinbarungen, die in diesem RV zwischen dem Flex-Nutzer und dem Plattformbetreiber festgehalten werden, sind folgende:

- ⇒ **Ansprechpartner, Name, Adresse, Bankverbindung**
- ⇒ **Größe des Flexibilitätshandelsvolumen**
- ⇒ **Zählpunktbezeichnung**

Nach erfolgreichem Angebotsmatching werden die Flex-Nutzer mit separaten EV benachrichtigt, in denen zusätzlich folgende Einzelheiten vereinbart werden:

- ⇒ **Preis (LP und AP)**
- ⇒ **Zeitraum der Leistungserbringung**
- ⇒ **Liefermenge**
- ⇒ **Anwendung**
- ⇒ **Lokalität**

Folgende Rechte und Pflichten sind Bestandteil des Flexibilitäts-Handels -RV

Flex-Nutzer

Der Flex-Nutzer ist berechtigt auf der FHP beim Plattformbetreiber registriert zu werden und Anfragen über den Plattformbetreiber auf der FHP einzustellen, um Flexibilitäten im Nachhinein nutzen zu können. Dazu muss er jedoch dem Plattformbetreiber alle relevanten Daten weiterleiten und alle Datenänderungen bei selbigem melden. Bei Einstellung einer Flexibilitätsanfrage ist der Flex-Nutzer verpflichtet ein gematchtes Angebot verbindlich zu nutzen und auch zu zahlen. Den LP, AP und die Handelsgebühr ist der Flex-Nutzer verpflichtet an den Plattformbetreiber abzuführen. Der Flex-Nutzer ist weiter verpflichtet die Netzsituation zu überprüfen und bei Eintritt des Flexibilitätsbedarfs das Signal an den Plattformbetreiber zu geben. Wie auch bei vorangegangenen Verträgen, muss der Flex-Nutzer ebenfalls vertraulich mit allen eingehenden Daten sensibel umgehen. Letztlich muss auch der Flex-Nutzer ein Bilanzkreismanagement durchführen.

Plattformbetreiber

Der Plattformbetreiber ist berechtigt eingehende Anfragen zu Angeboten zuordnen oder sie ggf. ablehnen. Hierbei ist er verpflichtet eingehende Anfragen auf Plausibilität zu überprüfen. Weiterhin steht der Plattformbetreiber in der Pflicht eine FHP bereit zu stellen, ihre Verfügbarkeit zu gewährleisten und einen BK zu führen. Um Informationen über ein Angebotsmatching weiterleiten zu können, ist der Plattformbetreiber verpflichtet eine stetige Datenverbindung zwischen der FHP und dem Flex-Nutzer sicher zu stellen. Dazu erhält er alle relevanten Daten des Flex-Nutzers bzgl. seiner Flexibilitätsanfrage. Er ist berechtigt alle Datenänderungen zu erfahren und ist dabei verpflichtet den Datenschutz zu beachten. Weiterhin muss auch der Plattformbetreiber alle eingehenden Daten für ausreichend lange Zeit aufbewahren, um aufkommende Unklarheiten zu klären. Letztlich ist der Plattformbetreiber berechtigt dem Flex-Nutzer eine Handelsgebühr nach Abschluss einer Leistungserbringung in Rechnung zu stellen und vereinbarte LP und AP einzufordern.

7. Fazit und Ausblick

Wie die Bachelorarbeit gezeigt hat, gibt es eine Vielzahl von Rechten und Pflichten, die für die Akteure in Flexibilitätsmärkten in Frage kommen. Das Ziel der Bachelorarbeit war es zunächst diese Akteure in Flexibilitätsmärkten zu identifizieren und weiter ihre Rechte und Pflichten zu bestimmen. Daher war es zunächst erforderlich auf die Bedeutung und Dringlichkeit von Flexibilitätsmärkten einzugehen. Kapitel zwei sollte verdeutlichen, dass für Flexibilitäten, ein neues Vermarktungskonzept erforderlich ist, das ungenutzte Flexibilitäten einerseits gewinnbringend und andererseits versorgungssichernd berücksichtigt. Diese Notwendigkeit geht aus der jüngsten Entwicklung der Stromversorgung hervor, die nicht mehr zentral, stetig und konventionell, sondern dezentral, fluktuierenden und erneuerbar ist. Für dieses Konzept wurde in Kapitel drei eine Eingrenzung bzgl. des Handelsmodells gemacht, auf das sich das Projekt Flex4Energy stützt. Es ergeben sich konkurrierende Händler, die auf Handelsplattformen Flexibilitäten über verschiedene Handelsstrategien unter wettbewerblichen Bedingungen vermarkten. Weiter wurden neu definierte Rollen aus dem Projekt in Kapitel vier definiert und ferner den Akteuren zugeordnet, die teilweise bereits auf dem heutigen Strommarkt eine wichtige Rolle spielen. Betreiber dezentraler Erzeuger-, Verbraucher- und/ oder Stromspeicheranlagen nehmen die Rolle eines FA-Betreibers ein, wenn ihre FA festgelegte Kriterien einhalten. Da der Marktzugang für FA-Betreiber sehr aufwendig und kostspielig ist, vermarkten diese ihre Flexibilitäten an einen Aggregator, dessen Rolle jeder Stromhändler, -lieferant, VKWB oder Dienstleister einnehmen kann. Auch hier sind festgelegte Kriterien zu erfüllen. Den Flexibilitätsanbietern stehen Flex-Nutzer gegenüber, die Flexibilitäten anfragen. Als Flex-Nutzer auf einem Flexibilitätsmarkt können ebenfalls bereits existierende Akteure des heutigen Strommarkts eingesetzt werden. Neben VNB können auch BKV, Stromlieferanten und weitere Akteure, die umgehend Strommengen in Form von Flexibilitäten nutzen wollen, sein. Angebote und Anfragen der genannten Akteure werden auf einer Handelsplattform durch einen Handelsplattformbetreiber vermarktet, der einen neuen unabhängigen Akteur darstellt. Diesen Akteuren werden, unter Einbeziehung der in Kapitel fünf definierten Geschäftsprozesse, Rechte und Pflichten zugeordnet, die das Interagieren der Akteure zielführend lenken. Das sechste Schlusskapitel fasst die Voraussetzungen, Rechte und Pflichten der in Interaktion stehenden Akteure zusammen. Hieraus haben sich verschiedene Vertragstypen ergeben, die dazu dienen Rahmenbedingungen von der Erzeugung bis zur Nutzung von Flexibilitäten schaffen.

Während der Ausarbeitung der genannten Ergebnisse sind an einigen Stellen der Arbeit Aspekte nicht detailliert bearbeitet worden. Dies liegt der Tatsache zugrunde, dass die Entwicklung des Projekts weiterhin fortlaufend ist und Aspekte noch nicht ausreichend genügt durchdacht sind. Beispiel dafür ist die eindeutig geographische Zuordnung von Flexibilitätsbedarfen. Hierfür muss bspw. ein Schlüsselssystem entwickelt werden. Dabei müssen, in Kooperation mit den VNB, Stromleitungen mittels Schlüsselzuteilung eindeutig identifiziert werden, um bspw. den Prozess der Leistungserbringung zu automatisieren. Ein weiterer offener Aspekt ist unter anderem der Zuordnungsalgorithmus eines Angebotsmatchings. Diese Problematik wird derzeit in weiteren Studien bearbeitet und konnte deshalb nicht weiter betrachtet werden. Weiterhin steht die Fragen offen, ab welcher Anlagengröße FA als klein angesehen werden, um Aggregatoren durch den organisatorischen Aufwand zum Abschluss weiterer EV zu entlasten oder nach welchen Berechnungskriterien sich der jährliche Pauschalpreis dieser FA-Typen richtet. Darüber hinaus muss der Frage nachgegangen werden, welche Speicher für Flexibilitätsmärkte wirtschaftlich nutzbar sind. Hierbei sind neben hohen Investitionskosten auch die gesetzlich festgelegten Netznutzungsentgelte für Speicheranlagen von elektrischer Energie zu beachten. Je nach Errichtungs- und Inbetriebnahme Zeitpunkt, gibt es Stromspeicher, die zur Zahlung aller Letztverbraucherabgaben verpflichtet sind. Hierunter zählen unter anderem Netznutzungsentgelte und die EEG-Umlage. Weiter können Stromspeicher von der EEG-Umlage befreit werden, wenn der gesamte eingespeiste Strom wieder ins Netz rückgespeist wird. Welche Regelung besteht aber, wenn nicht der gesamte eingespeiste Strom als Flexibilität rückgespeist wird? Aus diesen Festlegungen ergeben sich hohe Belastungen für Anlagenbetreiber dieser FA. Die heutigen Regularien erschweren die Integration dezentraler FA auf dem heutigen Strommarkt, wie auch auf zukünftigen Flexibilitätsmärkten. Für eine barrierefreie Einführung eines Flexibilitätsmarkts sind gesetzliche Regelungen und Vorschriften ggf. zu novellieren.

IV. Anhang

1. Modellierungsmethode

Als Grundlage für die im Kapitel 5 beschriebenen Prozessdarstellungen wurde die Symbolsprache BPMN (Business Process Modelling Notation) verwendet. Dieses Kapitel dient als kleiner Exkurs in diese Thematik, um die Prozessdarstellungen nachvollziehen zu können. Im ersten Schritt wird diese Symbolsprache kurz beschrieben (2.1.), um in einem weiteren Schritt die verwendeten Symbole zu beschreiben (2.2.).

1.1. Beschreibung

Diese Symbolsprache erlaubt es nach klaren Regeln Prozess vereinfacht in bildlicher Darstellung zu beschreiben. Es werden die in einem Prozess beteiligten Akteure, Aufgaben, Ereignisse und Bedingungen dargestellt, die zur Erreichung eines Prozessziels nötig sind. Diese Prozessmodellierung wurde aufgrund der Übersichtlichkeit der Prozessdarstellung gewählt. Darüber hinaus existieren weitere Möglichkeiten zur Darstellung von Geschäftsprozessen.

1.2. Symbolbeschreibung (Legende)

Im Folgenden werden die genutzten Symbole beschrieben, die in den Prozessmodellierungen genutzt wurden. Diese dienen als eine Art Legende, die im zum Verständnis der Modellierung im nächsten Kapitel behilflich sein könnten. Weiter wird angemerkt, dass nicht zu detailliert in die Beschreibung dieser Prozessdarstellung eingegangen wird, da dieses Kapitel nur zum reinen Verständnis dienen soll.

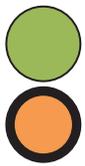
Pools

POOL	
------	--

Alle an einem Prozess beteiligten Akteure werden als sogenannte „Pools“ dargestellt (Uni Stuttgart 2011). Alle Aufgaben und Aktivitäten, die einem Akteur zugeordnet werden,

werden in dem jeweiligen Pool positioniert (end.). Die Ausrichtung der Pool kann sowohl horizontal als senkrecht sein (ebd.). Einen bedeutsamen Unterschied gibt es bei der Wahl der Ausrichtung nicht.

Start- und Endereignis



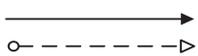
Das Startereignis (hier grün) dient als Anstoß eines Prozesses und ist ein auftretendes Ereignis, das verschiedene Aufgaben nach sich zieht (ebd.). Ein Startereignis wird in dem Pool des anstoßenden Akteurs positioniert (ebd.). Ein Endereignis (hier orange) schließt den Prozess ab, wobei ein Endereignis des einen Prozesses das Startereignis eines anderen Prozesses sein kann (ebd.).

Aufgaben



Eine Aufgabe ist eine Aktivität, die als Teilschritt eines Prozesses nötig ist (ebd.). Die beteiligten Akteure haben in einem Prozess unterschiedliche Aufgaben, denen sie verpflichtet sind, um das Ziel des Prozesses zu erreichen (ebd.). Eine Aufgabe kann verschiedene Bedienungen nach sich ziehen, die in Gateways symbolisiert werden (ebd.).

Sequenz- und Nachrichtenflüsse



Die Verbindungen der verschiedenen Aufgaben sind Informationsflüsse, die als Sequenzflüsse (durchzogener Pfeil) oder als Nachrichtenflüsse (gestrichelter Pfeil) dargestellt werden (ebd.). Ein Sequenzfluss verbindet die Informationsweitergabe zweier Aufgaben in einem Pool (ebd.). Ein Nachrichtenfluss stellt dagegen die Informationsweitergabe zweier Akteure dar, die nicht im selben Pool positioniert sind (ebd.).

Gateways



Gateways können den Prozessfluss verzweigen oder verschiedene Prozessflüsse zusammenführen. Ein Gateway folgt nach einer Aufgabe und verdeutlicht, wie unter verschiedenen Bedingungen der Prozess weiter verläuft. Ergeben sich aus einer Aufgabe mindestens zwei verschiedene Bedingungen aus denen eine ausgewählt werden muss, wird das exklusive Gateway (Raute mit X) genutzt, um zu symbolisieren, dass nur mit einer

Möglichkeit der Prozess weitergeführt werden kann. Können mehrere Möglichkeiten gewählt werden, handelt es sich um ein inklusives Gateway (Raute mit 0) und verlaufen mehrere Aufgaben parallel nebeneinander her, wird das parallel Gateway genutzt (Raute mit +).

Datensätze



Für die Erfüllung verschiedener Aufgaben kann es vorkommen, dass verschiedenen Datensätze von den Akteuren bereitgestellt werden müssen (ebd.).

Diese stehen in zylinderartiger Form zum Abruf bereit. Sollte ein Prozess abgeschlossen sein, liegen die Datensätze weiterhin bei dem jeweiligen Akteur bereit.

V. Literaturverzeichnis

Agentur für Erneuerbare Energien (2014): Strommix in Deutschland. Online verfügbar unter <http://www.unendlich-viel-energie.de/strommix-deutschland-2014>, zuletzt geprüft am 17.09.2015.

BDEW (2013): BDEW-Roadmap. Realistische Schritte zur Umsetzung von Smart Grids in Deutschland. Online verfügbar unter [https://www.bdew.de/internet.nsf/id/20150121-bdew-roadmap-daten-und-marktkommunikation-2015-2018-de/\\$file/150210%20Anlage%20Roadmap%20Daten-%20und%20Marktkommunikation.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/id/20150121-bdew-roadmap-daten-und-marktkommunikation-2015-2018-de/$file/150210%20Anlage%20Roadmap%20Daten-%20und%20Marktkommunikation.pdf), zuletzt geprüft am 14.09.2015.

BDEW (2015): Smart Grids Ampelkonzept. Ausgestaltung der gelben Phase. Online verfügbar unter [https://www.bdew.de/internet.nsf/id/20150310-diskussionspapier-smart-grids-ampelkonzept-de/\\$file/150310%20Smart%20Grids%20Ampelkonzept_final.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/id/20150310-diskussionspapier-smart-grids-ampelkonzept-de/$file/150310%20Smart%20Grids%20Ampelkonzept_final.pdf), zuletzt geprüft am 13.09.2015.

BMJV (2005): Energiewirtschaftsgesetz. EnWG, vom 2015. Online verfügbar unter http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/enwg_2005/gesamt.pdf, zuletzt geprüft am 14.09.2015.

BMJV (2015): Atomgesetz. AtG. Online verfügbar unter <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/atg/gesamt.pdf>, zuletzt geprüft am 13.09.2015.

BMJV (2014): Stromnetzzugangsverordnung. Online verfügbar unter <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/stromnzv/gesamt.pdf>, zuletzt geprüft am 17.11.2015

BMWi (2014): Grünbuch. Ein Strommarkt für die Energiewende. Online verfügbar unter <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/G/gruenbuch-gesamt,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, zuletzt geprüft am 13.09.2015.

BNetzA (2011): EEG-Statistikbericht 2011. Online verfügbar unter https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/StatistikberichtEEG2011pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1, zuletzt geprüft am 13.09.2015.

CleanThinking (2015): Smart Grid: Systemplattform iNES gewinnt Hermes Award 2014. Online verfügbar unter <http://www.cleantinking.de/hannover-messe/smart-grid-systemplattform-ines-mit-hermes-award-ausgezeichnet/>, zuletzt geprüft am 18.09.2015.

Energie-Lexikon (2015): Strommarkt. Online verfügbar unter <https://www.energie-lexikon.info/strommarkt.html>.

Flex4Energy (2015a): Standardflexibilitäten & Schnittstelle FHP \leftrightarrow FMS

Flex4Energy (2015b): Begriffsmodell Übersicht

Flex4Energy (2015d): Flexibilitätsprodukte - Ergebnisse vom Arbeitstreffen A1/B1 am 02.10.2015 Version 1.2.

Flex4Energy (2015e): Besprechungsprotokoll – Schnittstelle FHP-FMS – Ergebnisse der Arbeitssitzung B1/B2/B3Arbeitssitzung am 12.10.2015

Flex4Energy (2015f): Protokoll zum Arbeitstreffen A1/B1 am 29.07.2015

-
- Jürgen Welter (2015): Liberalisierung des Energiemarktes - Themenblock 3: MaBiS
- Jura Forum (2013): Makler. Online verfügbar unter <http://www.juraforum.de/lexikon/makler>, zuletzt geprüft am 03.11.2015.
- KNS mbH (2014): Stromeinspeisevertrag- Einspeisung aus PV im NS-Netz. Online verfügbar unter <http://www.kns-mbh.de/de/Fuer-Marktpartner/Zahlungsbedingungen-und-Vertraege/Zahlungsbedingungen-und-Vertraege/KNS-EEG-PV-Einspeisevertrag-Vertrag-NS-Stand-EEG-2014-neues-Logo.pdf>, zuletzt geprüft am 18.11.2015
- Oliver Doleski (Hg.) (2014): Smart Market. Vom Smart Grid zum intelligenten Energiemarkt. Unter Mitarbeit von Christian Aichele: Springer Vieweg.
- Panos Konstantin (Hg.) (2013): Praxisbuch Energiewirtschaft: Springer Vieweg.
- Regelleistung.net (2015): Internetplattform zur Vergabe von Regelleistung-Markt für Regelleistung in Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.regelleistung.net/ext/static/market-information>, zuletzt geprüft am 18.11.2015
- SAG (2015): iNES. Online verfügbar unter <http://www.sag.de/de/leistungen-produkte/smart-technologien/smart-grid-services-team.php>, zuletzt geprüft am 18.09.2015.
- StoREgio (2015): Gesamtantrag zum Verbundvorhaben „Flex4Energy“. Flexibilitätsmanagement für die Energieversorgung der Zukunft.
- Tennet TSO (2013): Aufgaben des Bilanzkoordinators. Online verfügbar unter http://www.tennet.eu/de/fileadmin/downloads/uber_uns/marktprozesse/MaBiS-Prozesse.pdf, zuletzt geprüft am 21.09.2015.
- Tennet TSO (2015): Bilanzkreis. Online verfügbar unter <http://www.tennet.eu/de/kunden/bilanzkreise.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2015.
- Thomas Niedrig (2008): European Federation of Energy Traders. Online verfügbar unter http://www.wiwi.uni-muenster.de/vwt/Veranstaltungen/IDEM/EFET/Niedrig_Stromhandel.pdf, zuletzt geprüft am 03.11.2015.
- Uni Stuttgart (2011): Einführung in die Prozessdarstellung mit BPMN. Online verfügbar unter http://www.qe.uni-stuttgart.de/prozesse/downloads/Basic-Leitfaden_BPMN-v2.1.pdf, zuletzt geprüft am 03.11.2015.
- VDE (2014): Regionale Flexibilitätsmärkte. Marktbasierte Nutzung von regionalen Flexibilitätsoptionen als Bausteine zur erfolgreichen Integration von erneuerbaren Energien in die Verteilnetze, zuletzt geprüft am 05.09.2015.
- WIK (2015): Der flexible Verbraucher. Potenziale zur Lastverlagerung im Haushaltsbereich. Online verfügbar unter http://www.verbraucherportal-bw.de/site/pbs-bw-new/get/documents/MLR.Verbraucherportal/Dokumente/Dokumente%20pdfs/Verbraucherschutz/Studie%20Energie%20Der_flexible_Verbraucher_WIK_Endbericht.pdf, zuletzt geprüft am 13.09.2015.
- Wirtschaftslexikon (2015): Flexibilität. Online verfügbar unter <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/flexibilitaet/flexibilitaet.htm>, zuletzt geprüft am 13.09.2015.
- Wolfgang Ströbele (Hg.) (2012): Energiewirtschaft. Einführung in die Theorie und Politik: Oldenburg Verlag.