

**Neues Marktdesign:**  
**Der kompatible Kapazitätsmarkt**  
**Flexibilisierung des Energieverbrauchs**  
**in einem geschlossenen wettbewerblichen Ansatz**

J. Strese, E. Holstein

August 2013

## **Inhalt**

1	Abstract .....	2
2	Einführung .....	2
3	Der „kompatible“ Kapazitätzertifikatemarkt.....	3
4	Einordnung in die energiepolitische Diskussion.....	16
5	Fazit .....	17

## **Abbildungen**

Abbildung 1:	Zentrale Herausforderung der Regenerativwirtschaft .....	4
Abbildung 2:	Instrumente zur Förderung von Kapazität entlang der Wertschöpfungskette.....	5
Abbildung 3:	Disponible Flexibilitätsoptionen auf einem Strombezug .....	7
Abbildung 4:	Summation der Flexibilitätsoptionen.....	8
Abbildung 5:	Mit KK-Zertifikaten gedecktes Energieportfolio.....	9
Abbildung 6:	KKM und EOM - Marktsystem .....	10
Abbildung 7:	Wettbewerbliche Flexibilisierung des Elektrizitätsmarktes.....	11
Abbildung 8:	Integration fluktuierender Erneuerbarer Energien .....	12
Abbildung 9:	Ablauf des Handels im KKM.....	12
Abbildung 10:	Ablauf des Handels im KKM.....	14
Abbildung 11:	Wettbewerblicher Effizienzgewinn durch Flexibilisierung des Verbrauches.....	16

## 1 Abstract

In der politisch vereinbarten regenerativ geprägten Energiewirtschaft ist es von zentraler Bedeutung, neue Wege zu beschreiten, die fluktuierende Erzeugung aus erneuerbaren Energien mit dem Verbrauch zu synchronisieren. Insbesondere müssen die Flexibilitäten auf Seiten des Verbrauchs, d.h. die Möglichkeiten zur Einsenkung der Verbrauchslasten in die Überlegungen einbezogen werden. Leider sind die Möglichkeiten zur Leistungsreduzierung im verarbeitenden Gewerbe sehr unterschiedlich. Sollen diese Flexibilitäten in ein neues Marktdesign integriert werden, so muss es beides leisten: einerseits muss die klassische Effizienz eines wettbewerblichen Marktes genutzt werden; andererseits muss der Markt so aufgebaut werden, dass alle im gesamten Versorgungssystem verfügbaren Flexibilitäten *kompatibel* miteinander gehandelt werden können. Das Marktdesign des kompatiblen Kapazitätsmarktes erfüllt diese Doppelfunktion. Der entstehende liquide Markt weist abschaltbaren Lasten und stetiger Erzeugung einen Wert zu mit mehreren streng wettbewerblichen Folgewirkungen. Einerseits entstehen systemimmanente Anreize zur Entwicklung neuer technischer Flexibilitätsoptionen (u.a. Speicher); andererseits wird das derzeit prekär die Versorgungssicherheit gefährdende Refinanzierungsproblem stetiger Erzeugung minimiert.

## 2 Einführung

„Das Jahr 2013 ist das Jahr der Konzepte, 2014 das Jahr der Entscheidungen!“

*Peter Altmaier auf der Jahrestagung der Energiewirtschaft am 18.01.2013 in Berlin*

Diesem Leitsatz folgend haben derzeit zahlreiche Verbände, Institute und Unternehmen Vorschläge zu einem neuen Design der Energiemärkte vorgelegt. Die Gründe dafür sind vielfältig. Während einige insbesondere die Refinanzierungsprobleme konventioneller Leistung sehen, haben andere verstärkt strukturelle Effekte, wie mangelnde Anreizwirkungen im EEG zu systemkonformer Erzeugung, fehlende Refinanzierungschancen für Speicher und Flexibilitäten, nicht mehr verursachungsgerechte Netzentgelte sowie mangelnde Transportkapazitäten im Blick. So heterogen die Ansätze und Gründe auch sein mögen, so eint sie doch das Bewusstsein, dass die heutige Ausgestaltung von Energiemärkten bei der bestehenden technischen Infrastruktur einem epochalen Umbruch unterzogen werden muss, um die elektrische Energieversorgung weiterhin in einem Maß zu gewährleisten, das unserem technisierten Lebensstil entspricht.

Im vorliegenden Papier soll dargestellt werden, wie der bestehende Energiemarkt - im folgenden „EOM“, d.h. „Energy-Only-Markt“ genannt - um einen damit linear gekoppelten Kapazitätzertifikatemarkt - im folgenden „KKM“, d.h. „kompatibler Kapazitätzertifikatemarkt“ genannt - erweitert werden kann. Wesentlicher und folgenreicher Unterschied zu bestehenden Ansätzen ist, dass der „KKM“ „permanent“, „kompatibel“ und „umfassend“ ist.

Die Eigenschaft der „Permanenz“ bedeutet, dass keine einmalige Auktion von gemeinschaftlichen Investitionshilfen stattfindet, sondern ein täglicher Markt entsteht, der ständig Angebot und Nachfrage reflektiert und dauerhaft steuernde Allokationssignale sendet. Der Ansatz erhält damit eine radikal wettbewerbliche Prägung.

Das Attribut der „Kompatibilität“ bezieht sich darauf, dass die Kapazitätssertifikate – im folgenden „KK-Zertifikate“ genannt – mit Leistungspreisen in der energiewirtschaftlich kleinsten Einheit, der Viertelstunde, gehandelt werden. Durch die Kleinteiligkeit und Kombinierbarkeit von leistungspreisgehandelten Viertelstundenblöcken können alle Verbraucher, seien es private Haushalte, Gewerbe oder Industrie bestimmte abschalt- oder absenkbare Lasten ihres Stromverbrauchs in den KKM geben. Somit entsteht „Kompatibilität“. Dadurch, dass alle verfügbaren Flexibilitätsprofile teilnehmen können, kann der Ansatz auch als „umfassend“ bezeichnet werden.

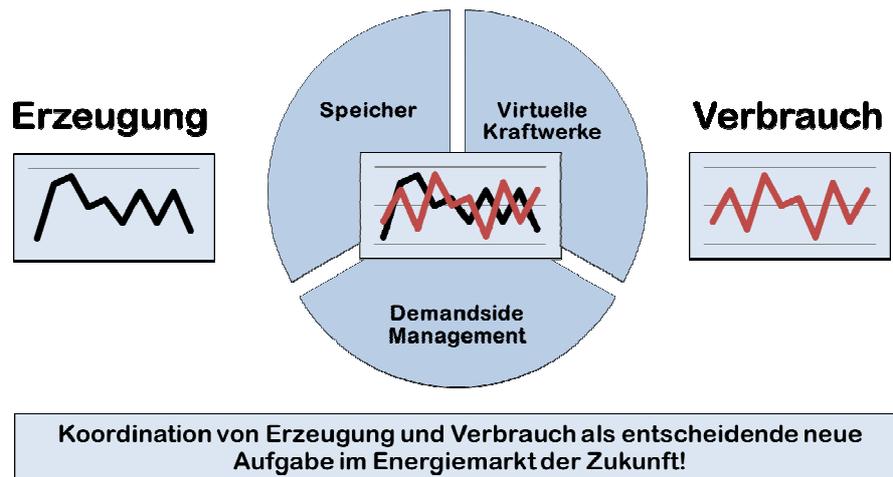
Folglich wird im Gegensatz zu anderen Vorschlägen der gesamte Verbrauch in die Flexibilisierung eines zukünftig regenerativ geprägten Versorgungssystems einbezogen. In einem kompatibel flexibilisierten Energiesystem können Verbraucher in bestimmten Zeiten ihren elektrischen Bedarf als flexibilisierbar kennzeichnen und somit aus dem KKM eine Vergütung beziehen. Somit ergibt sich die Möglichkeit zur Energiekostensenkung, womit er auch das gesellschafts- und verteilungspolitisch relevanteste Thema der Energiewende – deren Kosten – adressiert.

### **3 Der „kompatible“ Kapazitätssertifikatemarkt**

#### ***Zentrale Herausforderung der Regenerativwirtschaft***

Trotz unterschiedlicher Vorstellungen der Fachwelt zur Lösung der Probleme des heutigen Marktes besteht weithin Konsens über deren strukturelle Ursache. In unserem konventionellen thermischen Kraftwerkspark konnte jahrzehntelang die Erzeugung über ausgefeilte paneuropäische Systeme des Lastmanagements mit dem Verbrauch synchronisiert werden. In einem regenerativ geprägten Versorgungssystem, das zum weitaus überwiegenden Teil aus fluktuierender Windkraft und Photovoltaik gespeist wird, funktioniert das nicht mehr.

Die Aufgabe der Zukunft, die auch neuen Playern des Energiemarktes Raum gibt, ist die Harmonisierung von Verbrauch und Erzeugung. Dabei gilt es, den vom heutigen Regelenergiesystem abgedeckten Kurzfristbereich um einen Mittel- und einen Langfristbereich, also mehrere Stunden bis Wochen zu erweitern. In diesem Harmonisierungsbereich werden derzeit viel diskutierte Speicherkonzepte wie Power-to-Gas, Power-to-Heat sowie elektrische und hydraulische Speicher genauso einen Platz finden wie die Nutzung von Flexibilitätspotenzialen aus virtuellen Kraftwerken oder auch das Demandside Management, d.h. die Abschaltung von Verbrauchslasten. Die folgende Grafik schematisiert diese energiewirtschaftliche Zukunftsaufgabe.



**Abbildung 1: Zentrale Herausforderung der Regenerativwirtschaft**

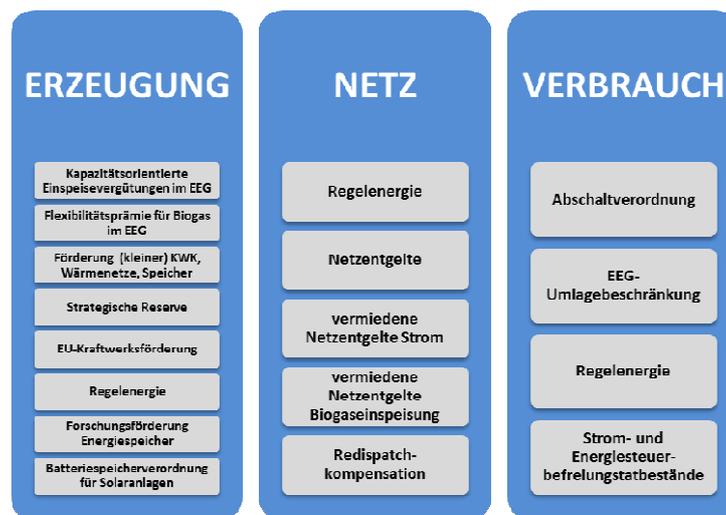
Der Vorschlag einer kompatiblen Ausgestaltung von Kapazitätsmärkten liegt die Marktbeobachtung zugrunde, dass weder Betreiber virtueller Kraftwerke, Speicherbetreiber noch Entwickler von Demandside-Potenzialen derzeit über einen Markt verfügen, in dem sich Entwicklung und Aufbau refinanzieren können. Es besteht eine Knappheit an Flexibilitätsoptionen, dennoch findet sich kein Markt, der dieser Knappheit entsprechende Werte zuweist. Alle Akteure der o.g. Flexibilitätsoptionen, voran die Speicherbetreiber, versuchen regelmäßig Flexibilitätswerte in den Regelenergiemärkten zu identifizieren. Oft kehrt nach eingehender Preis- und Einsatzanalyse Ernüchterung ein. Weder reichen die Preise für die Entwicklung neuer Flexibilitäten, noch würdigen die kurzfristigen Regelenergiemärkte die dringend benötigte Mittel- bis Langfristigkeit neuer Speicher- und Flexibilitätsoptionen in hinreichendem Maße. Ohne aber eine Refinanzierungsmöglichkeit in Märkten setzt auch kein schumpeterianischer Innovationsprozess ein, der die Märkte evolutiv weiterentwickelt.

### ***Heterogenität heutiger Flexibilitäts- und Kapazitätsvergütungsmechanismen***

Da die Notwendigkeit von Innovationen für Flexibilitäts- und Speicheroptionen energiepolitisch unbestritten ist, ist derzeit eine starke Heterogenisierung von Instrumenten zur Flexibilitätsvergütung feststellbar. Beispielsweise ist die Abschaltverordnung 2012 so angelegt, dass in erster Linie die Flexibilitätsprofile der Leichtmetallindustrie einen Wert erhalten. (Unter „Flexibilitätsprofil“ wird im Folgenden die Möglichkeit zur Lastveränderung gemäß Dauer, Geschwindigkeit und Wiederholbarkeit verstanden.) Ebenso ist die Förderung von Flexibilitäten von Biogasanlagen über die Flexibilitätsprämie im EEG oder die Batterieförderung bei PV-Anlagen in der Batteriespeicherverordnung zu nennen. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit gibt Abbildung 2 die Heterogenität von Entgeltmechanismen für

Kapazität entlang der Wertschöpfungskette im heutigen Versorgungssystem wieder.

In derzeitigen Designvorschlägen der Branche findet sich durchgehend eine Forderung nach einer „wettbewerblichen“ Ausgestaltung. Dahinter steht das klassische liberale Paradigma, dass über Märkte die effizienteste Allokation der Ressourcen erreicht werden kann. Wenn allerdings jede Flexibilität - seien es Batterien, KWK-Anlagen oder abschaltbare Lasten - ihren eigenen Vergütungsmechanismus erhält, wirkt diese Allokationseffizienz wenn überhaupt nur noch sehr indirekt.



**Abbildung 2: Instrumente zur Förderung von Kapazität entlang der Wertschöpfungskette**

### **Motivation für die „kompatible“ Ausgestaltung eines Kapazitätzertifikatehandels**

Es muss also gelingen, so viele unterschiedliche Flexibilitätsprofile wie möglich nur einem einzigen Markt zuzuführen. Nur so erhält man eine vergleichende Wirkung der Flexibilitätsoptionen und eine effiziente Faktorallokation. Doch wie kann das gelingen? Wie kann man beispielsweise die Flexibilität der Aluminiumindustrie, die in Sekundenbruchteilen einige hundert MW für wenige Stunden verfügbar macht, in den gleichen Markt bringen, wie eine Power-to-Gas Anlage, die wenige 100 kW über mehrere Tage ins Netz liefern kann? Wie können gewerbliche Verbraucher mit abschaltbaren Kleinstlasten von wenigen kW an dem gleichen Markt teilnehmen?

Die Lösung liegt darin, den Markt „kompatibel“ zu gestalten. Dazu müssen die kleinstmöglichen Einheiten gehandelt werden. Das entspricht in der Energiewirtschaft einer elektrischen Leistung über eine Viertelstunde. Über Kombinationen dieser viertelstündigen Leistungen kann jedes noch so komplexe große oder kleine Flexibilitätsprofil in den KKM gestellt werden. Es handelt sich um das Kombinationsprinzip ähnlich der Erfindung der Schrift mit arabischen Buch-

staben. Auch hier können beliebig komplexe Begriffe durch die Kombination nur weniger Buchstaben gebildet werden. Es empfiehlt sich also Kapazitätsmarkt zu organisieren, in dem einzelne Viertelstunden gehandelt werden können.

### ***Angebotsseite des KKM – disponible Flexibilitätsoptionen***

Bei der Generierung des Angebotes eines KKM wird ein Paradigma in Frage gestellt, das seit Jahrzehnten in jeder energiewirtschaftlichen Grundsatzdebatte unantastbar scheint: die „100% Versorgungssicherheit“. Die Energiewende von der konventionellen Versorgungswirtschaft zu einer Regenerativwirtschaft ist jedoch so epochal, dass eine konstruktive Auseinandersetzung mit diesem Paradigma lohnt.

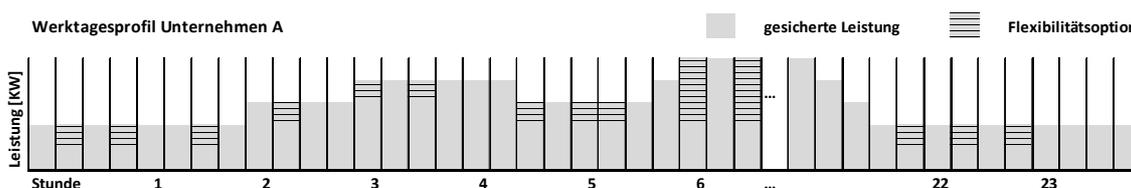
Was passiert wirklich, wenn z.B. in privaten Haushalten kurzfristig der Strom ausfällt? Wird dem Verbraucher mit einer „gesicherten“ Stromversorgung nicht ein Produkt aufgedrängt, das er mangels Produktdifferenzierung einfach abnehmen muss? Was ist, wenn gerade im Zuge extrem steigender Strompreise der Verbraucher zu bestimmten Zeiten des Tages auf die 100% sichere Stromversorgung gezielt verzichten könnte und dafür einen deutlichen Preisabschlag erfährt? Diese Frage stellt sich insbesondere vor dem Hintergrund, dass seit Mitte der 90er Jahre durch die Mobilfunkkommunikation beim Verbraucher ein Lernprozess eingesetzt hat. Der Verbraucher prognostiziert sein Verbrauchsverhalten exakt, um den passenden Tarif zu ermitteln. Sollte eine weitere Produktdifferenzierung in der Stromversorgung nicht auch möglich sein?

Heute kann ein Verbraucher seinen Stromtarif beispielsweise nach Grundpreis, Arbeitspreis, Benutzungsstunden, Grau- oder Grünstrom differenzieren. Was würde passieren, wenn der Verbraucher auch noch wählen könnte, ob er „gesicherten“ und „ungesicherten“ Strom beziehen möchte? Verbraucher, ob Industrie, Haushalt oder Gewerbe, würden sehr wohl über diese Produkteigenschaft nachdenken, wenn diese etwas kostet bzw. sich damit Kosteneinsparungen realisieren lassen würden. Die seit 2003 entwickelten Regelenergiemärkte im schwerindustriellen Bereich belegen, dass sogar komplexe Produktionsprozesse abgeschaltet werden, wenn dadurch ein unternehmerischer Wertbeitrag erzielt werden kann.

Wichtig dabei ist das „wie“. Nicht die gesamte Elektrizitätsversorgung darf über den gesamten Tageszeitraum „ungesichert“ werden, sondern es muss sehr genau disponiert werden können, zu welcher Zeit welcher Strombedarf von einem „gesicherten“ zu einem „ungesicherten“ Strombezug gewandelt werden kann. Erzielt der Verbraucher damit einen Wert, wird ein Lernprozess einsetzen, wie er am besten mit einer gezielten Leistungsreduzierung umgeht. So erscheint es beispielsweise bereits heute nicht unmöglich zu sein, dass ein gewerblicher Verbraucher 2 bis 3 Mal eine Viertelstunde in der Nacht auf eine gesicherte Versorgung verzichtet. Das heißt nicht, dass er in dieser Zeit grundsätzlich keinen Strom mehr bekommt, es heißt nur, dass er mit der Möglichkeit einer

Abschaltung oder Reduzierung zu rechnen hat. Selbstverständlich wird er dabei einen Leistungswert als Minimum definieren können, wenn er nicht ganz auf Null heruntergeregelt werden möchte.

Doch wie entsteht aus der Bereitschaft nach Höhe und Zeit exakt disponiert abgeschaltet werden zu können, ein Wert? Die Antwort ist, dass diese exakt definierte Abschaltbereitschaft gleichzusetzen ist mit einer „disponiblen Flexibilitätsoption“, die einem KKM zugeführt werden und somit eine Vergütung bezogen werden kann. Jeder Verbraucher erhält eine Gutschrift in Höhe des Wertes, der damit am kompatiblen Kapazitätsmarkt gehandelten Zertifikate. Wesentlicher Vorteil der Generierung eines Wertes über die KK-Zertifikate ist, dass der EOM, d.h. der Markt für Fahrplanenergie unverändert bleibt. Jeder Verbraucher definiert seinen Verbrauch zunächst wie gewohnt, dann gibt er an, zu welchem Preis er welche disponible Flexibilität auf seinem Verbrauch wünscht. Angeboten wird die Option im Viertelstundenraster, d.h. eine viertelstündige Leistung wird mit einem Leistungspreis in den KKM geboten. Abbildung 3 zeigt beispielhaft das Lastprofil eines Gewerbekundens. Zu bestimmten Viertelstunden wurde die Möglichkeit der Lastabsenkung eingeräumt.



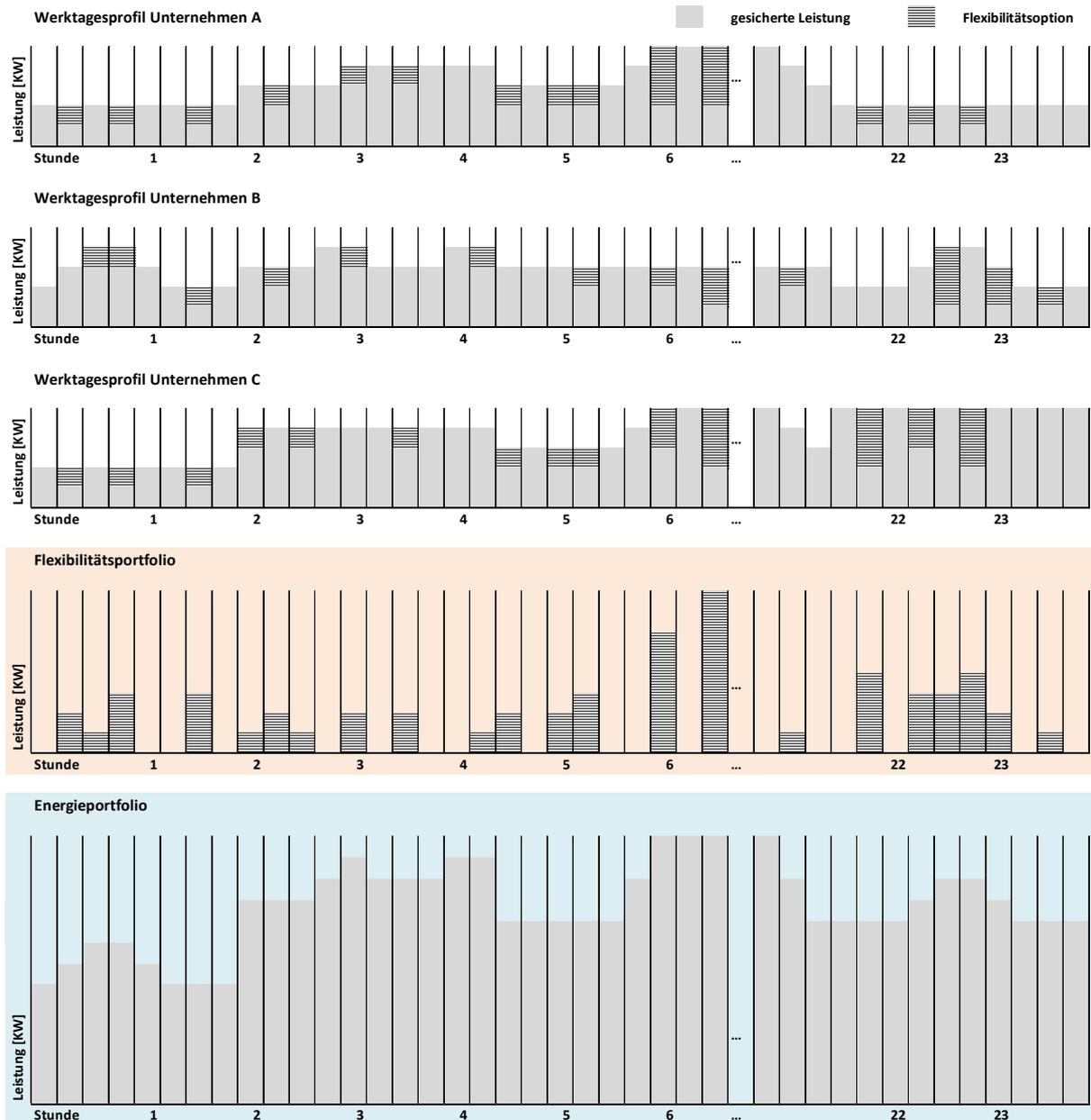
**Abbildung 3: Disponible Flexibilitätsoptionen auf einem Strombezug**

Abbildung 4 stellt die Summation aller Flexibilitätsoptionen dar. Es entsteht ein Flexibilitätsportfolio und ein Energieportfolio. Das Flexibilitätsportfolio wird angebotsseitig dem KKM und das Energieportfolio dem EOM nachfrageseitig zugeführt.

### **Angebotsseite des KKM – stetige Erzeugung**

Mit der Einstellung von disponiblen Flexibilitätsoptionen am KKM ist dessen Angebotsseite nur zum Teil beschrieben. Kapazitätszertifikate sollten auch durch disponible Erzeuger generiert werden können. Disponible Erzeugung liegt vor, wenn ein Erzeuger im Rahmen der üblichen Unterbrechung durch technische Defekte planbare Energie zur Verfügung stellt. Dazu zählt die konventionelle Erzeugung genauso wie die planbare Erzeugung aus erneuerbaren Energien. Alle disponiblen Erzeuger erhalten für deren gesamte Produktion KK-Zertifikate. Der Vorteil ist, dass somit die „Planbarkeit“ der Erzeugung einen Wert erhält und ein grundsätzliches Problem des heutigen Marktdesigns damit gelöst wird. Heute wird disponible sowie indisponible Energie am EOM gehandelt, die Produkteigenschaft der Planbarkeit wird nicht gewürdigt. Über die Zertifikate haben die

disponiblen Erzeuger eine zusätzliche Refinanzierungsquelle, womit ein Ansatz entsteht, das in der Branche als „missing money“ bekannte Problem, d.h. die PV- und windkraftbedingte Preissenkung, zu entschärfen.



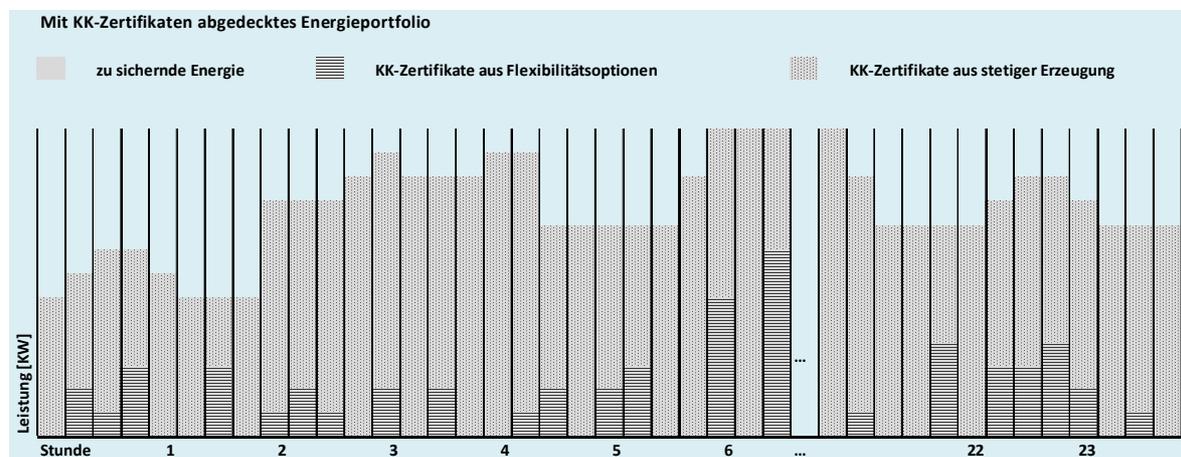
**Abbildung 4: Summation der Flexibilitätsoptionen**

**Nachfrageseite des KKM – lineare Kopplung zum EOM**

Mit der Generierung eines Angebotes von KK-Zertifikaten durch disponible Produktion und disponible Flexibilitätsoptionen ist die Angebotsseite des KKM vollständig beschrieben.

Doch wie wird die Nachfrage nach KK-Zertifikaten erzeugt? Die Antwort ist einfach: die Nachfrage wird linear an die Nachfrage im EOM gekoppelt. Die

Energieportfolien müssen mit Kapazitätzertifikaten abgedeckt werden. Abbildung 5 zeigt die Abdeckung der Energieportfolien durch KK-Zertifikate, die einerseits aus disponiblen Flexibilitätsoptionen andererseits aus gesicherter Leistung stammen. Die Unterscheidung dient nur der Illustration. Im KKM entstehen über beide Wege absolut identische KK-Zertifikate.



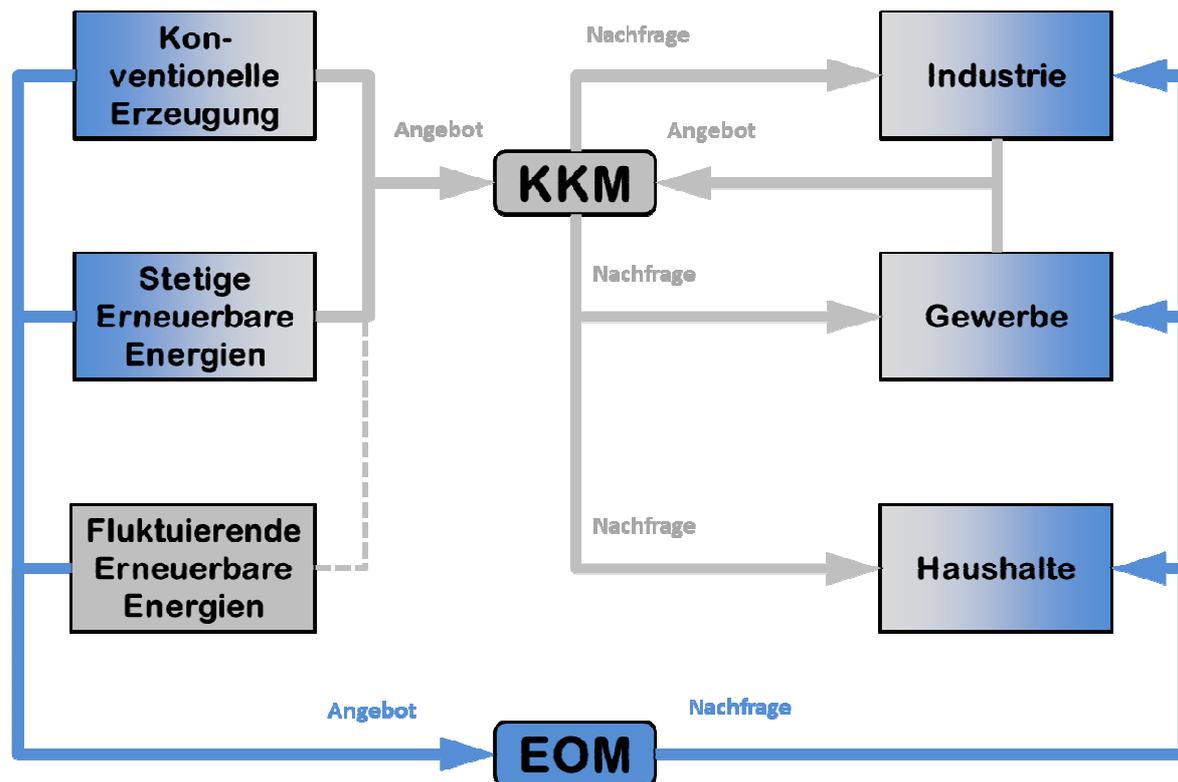
**Abbildung 5: Mit KK-Zertifikaten gedecktes Energieportfolio**

### ***Das Zusammenwirken von KKM und EOM im dualen Marktsystem***

Die Abbildung 6 verdeutlicht noch einmal das Prinzip: Der Energielieferant bietet wie heute Energie am Endkundenmarkt an. Er muss sein Energieportfolio mit KK-Zertifikaten eindecken. Der Endkunde definiert auf diesem gesicherten Energiebezug disponible Kapazitäten, die dem KKM zugeführt werden. Bieter von KK-Zertifikaten sind somit Endkunden sowie Erzeuger stetiger Energie.<sup>1</sup>

Wie eingangs erwähnt, ist die Schaffung eines Marktes, in dem sich jede Form der Flexibilität refinanzieren kann, grundlegende Voraussetzung für einen wettbewerblich innovativen Suchprozess in dessen Folge auf die effizienteste Art und Weise neue Flexibilitätsoptionen geschaffen werden. Somit kann der Bau von Wasserkraftwerken, das Demandside Management oder der Bau von virtuellen Kraftwerken initiiert werden. Die Ausgestaltung der linearen Kopplung der Nachfrage nach Kapazitätzertifikaten mit den EOM ergibt dabei ein sinnvolles energiepolitisches Marktsteuerungsinstrument. Durch eine Verknappung von Flexibilitätsoptionen oder eine gesteigerte Nachfrage nach gesicherter Versorgung kann z.B. die Schaffung von technischen Flexibilitätsoptionen beschleunigt werden.

<sup>1</sup> Haushalte können im ersten Schritt von der Generierung von KK-Zertifikaten ausgenommen werden, sollen allerdings im weiteren Verlauf der Marktentwicklung einbezogen werden.



**Abbildung 6: KKM und EOM - Marktsystem**

### **Initialisierung des Systems**

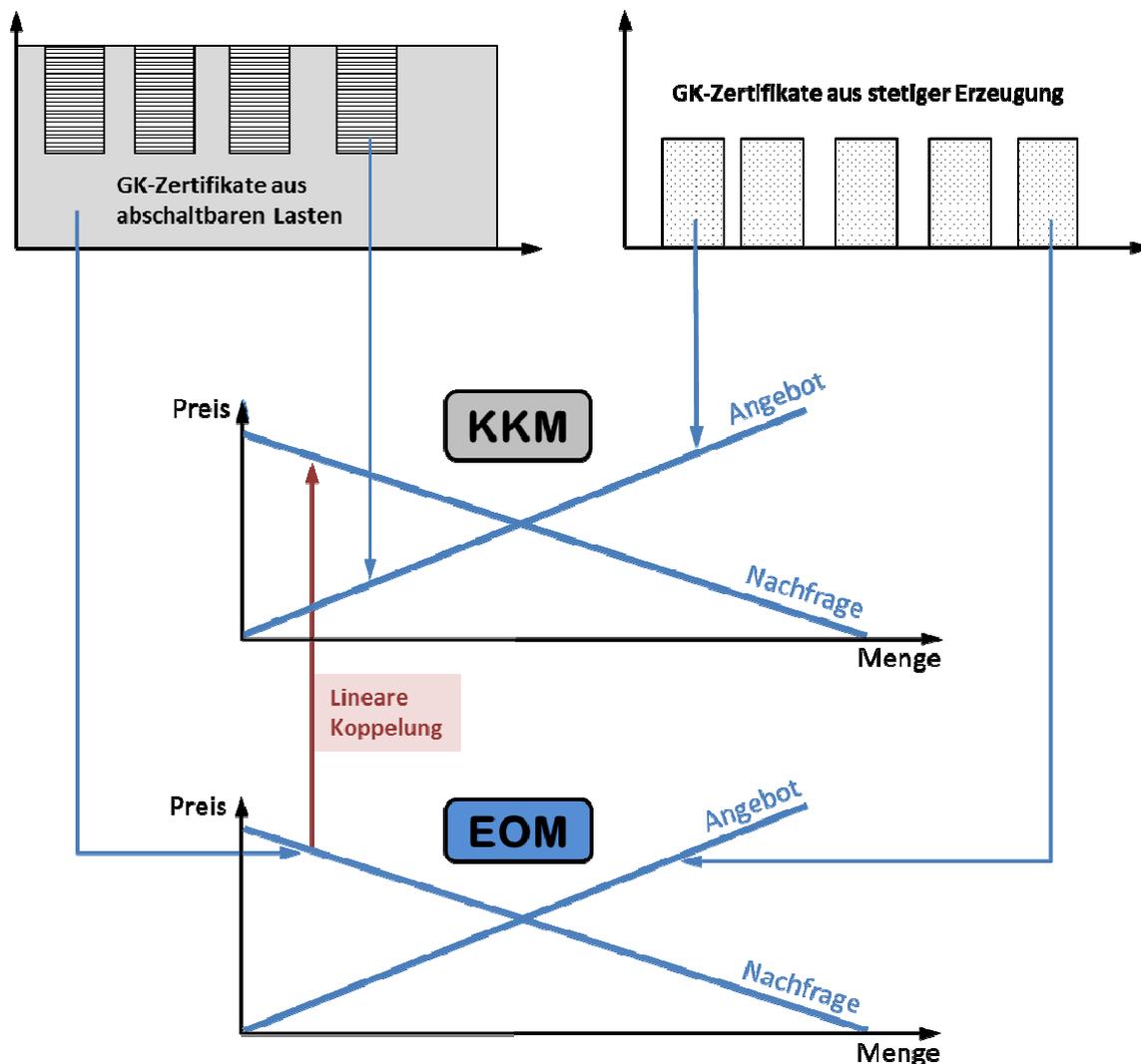
Die Kopplung der Märkte kann schrittweise erfolgen. Ausgehend von einer geringen Abdeckung des EOM-Portfolios mit KK-Zertifikaten, kann man die Kopplung steigern bis schließlich die gesamte EOM-Nachfrage zu 100% mit dem KK-Zertifikatemarkt gekoppelt ist.

Durch die Möglichkeit, KK-Zertifikate auch aus disponiblen Flexibilitäten zu generieren, ist das gesamte Elektrizitätsversorgungssystem über einen wettbewerblichen Mechanismus vollständig flexibilisiert. Die nach heutigem Verständnis „technisch zu realisierende Versorgungssicherheit durch stetige Erzeugung“ wird auf das tatsächlich benötigte Maß reduziert. Abbildung 7 zeigt die Generierung von Angebot und Nachfrage im dualen Marktsystem sowie die zu definierende lineare Kopplung.

### **Integration Fluktuierender Erzeugung aus PV und Wind in den KKM**

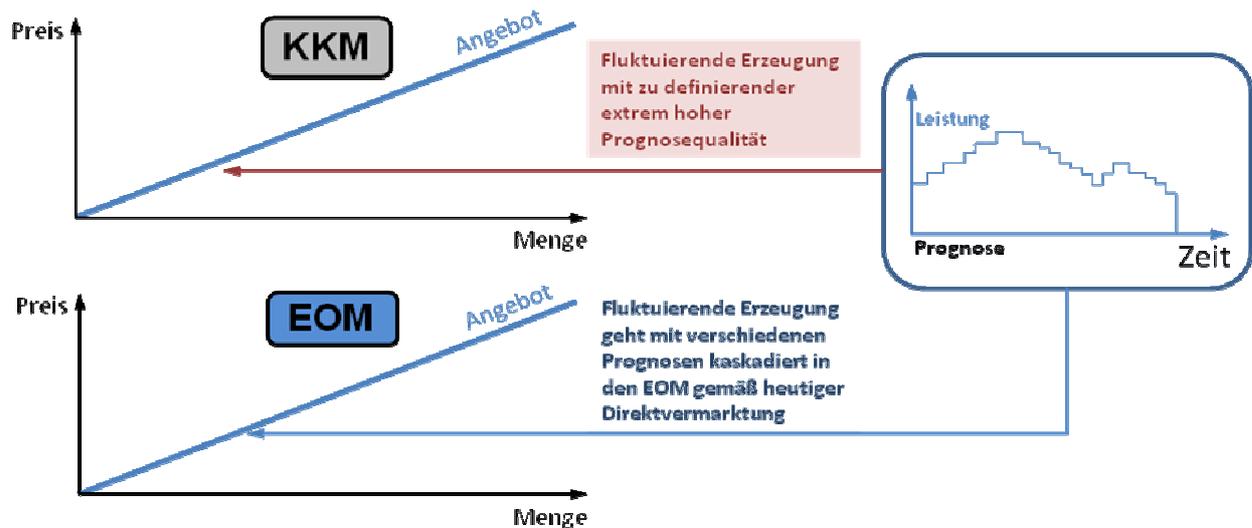
Da es erklärtes politisches Ziel ist, den wesentlichen Teil der Energieversorgung Deutschlands durch erneuerbare Energien zu decken, kommt deren Integration in ein zukünftiges Marktsystem eine entscheidende Bedeutung zu. Dabei kann dispoible erneuerbare Elektrizitätserzeugung wie dispoible konventionelle Erzeugung behandelt werden. Doch wie können fluktuierende Erneuerbare Energien in einen KKM integriert werden? Da gerade die fluktuierenden Erneuerbaren Energien die wesentlichen Träger der Energiewende sind, muss ein Weg gefun-

den werden, wie zumindest der sehr sichere Anteil der fluktuierenden Erzeugung dem KKM zugeführt werden kann. Das geschieht dadurch, dass Erzeugungsprognosen herangezogen werden, die über eine sehr hohe Eintrittswahrscheinlichkeit verfügen.



**Abbildung 7: Wettbewerbsflexibilisierung des Elektrizitätsmarktes**

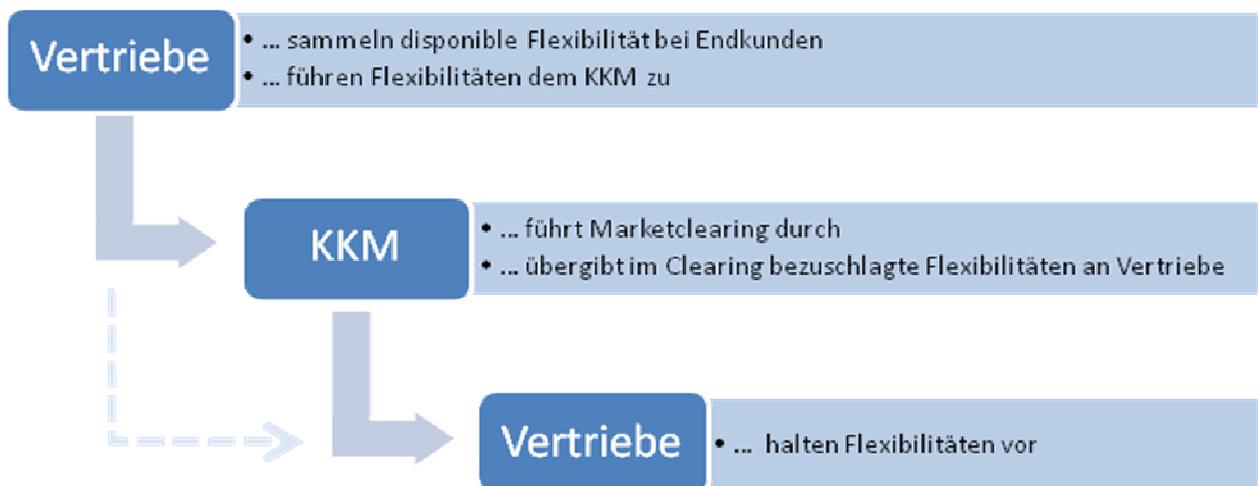
Gemäß der Eintrittswahrscheinlichkeit, d.h. entsprechend der Prognosequalität, sollten fluktuierende Erzeuger auch KK-Zertifikate erhalten können. Zur Ausgestaltung dieses Grundsatzes können unterschiedliche Prognosequalitätsindikatoren (RMSE, MSE etc.) verwendet werden. Auch können klassische Portfolioeffekte zur Verbesserung der Prognosefähigkeit beitragen, wie beispielsweise ausgleichende Wirkung über entsprechend große Erzeugungsportfolien aus Wind- und Solarkraft (sog. Gleichzeitigkeitseffekte). In Abbildung 8 ist die Einbeziehung der Windkraft in EOM und KKM schematisch dargestellt. Dabei ist die Integration der Windenergie in die Handelskaskade (Termin, Spot, Intraday) abstrahiert worden.



**Abbildung 8: Integration fluktuierender Erneuerbarer Energien**

**Neue Aufgaben und Akteure**

Bei jeder Veränderung des Marktes stellen sich für die Akteure wichtige Fragen: „was ändert sich für wen?“ und „welche Risiken und Chancen resultieren daraus?“ In übereinstimmender Auffassung zahlreicher Marktdesignvorschläge kommen den Vertrieben zukünftig erweiterte Aufgaben zu. Der Prozess ist in Abbildung 9 dargestellt.



**Abbildung 9: Ablauf des Handels im KKM**

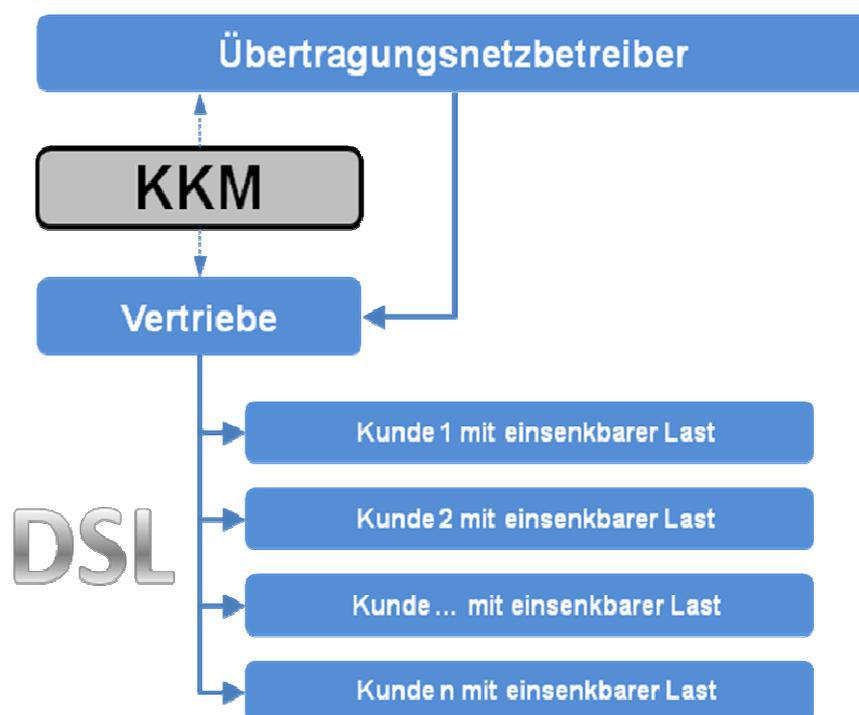
Neben dem üblichen Geschäft werden die Vertriebe künftig beim Endkunden die gewünschten disponiblen Flexibilitäten einsammeln. Die Vertriebe erstellen und bewirtschaften das Flexibilitätsportfolio. Die Konditionen der Flexibilitäten gegenüber dem Endkunden bestimmen sie. Diese Portfolien führen die Vertriebe anschließend dem KKM zu, der ein Clearing durch-

führt und den Marktpreis ermittelt. Danach erhalten die Vertriebe eine Liste der bei dem ermittelten Marktpreis verfügbaren Flexibilitätsoptionen. Die Vertriebe halten jetzt diese verfügbaren Flexibilitätsoptionen vor. Doch wie geschieht die Ausübung der Option? Wie wird ermittelt, ob und wann die Option tatsächlich gezogen werden muss?

### ***Aufbau einer Nachrichtentechnischen Infrastruktur der Vertriebe***

Zur Bewältigung der Lastschwankungen durch erneuerbare Energien steht das Versorgungssystem grundsätzlich vor einer neuen Herausforderung. Während das Marktdesign der Liberalisierung die *administrative* Umsetzung des Handels intendierte, muss jetzt mit der fluktuierenden Erzeugung eine neue *physikalische* Eigenschaft im System abgebildet werden. Diese Verknüpfung von Handel und Physik bedingt den Aufbau einer neuen nachrichtentechnischen Infrastruktur. Da den Vertrieben ohnehin die Verantwortung zur Sammlung der Flexibilitätsoptionen zukommt, macht es Sinn, dass unter Einbindung der Vertriebe diese Optionen auch ausgeübt werden können. Dazu ist es notwendig, dass die Vertriebe eine nachrichtentechnische online-Steuerung mit den Endkunden aufbauen, die die disponiblen Flexibilitäten anbietet. Neueste nachrichtentechnische Entwicklungen wie DSL oder UMTS machen sehr preisgünstige online-Anbindungen möglich, falls diese nicht ohnehin bereits vorliegen. Die Technologieentwicklung der modernen Kommunikationsindustrie könnte man sich für die Flexibilisierung des Versorgungssystems zu Nutze machen. Erwähnt sei an dieser Stelle, dass die Übertragungsnetzbetreiber seit wenigen Monaten Internetkommunikation im Bereich der gepoolten Sekundärreserve-Erbringung zulassen und somit diese Technologien ohnehin zunehmend in der Versorgungswirtschaft zum Einsatz kommen.

Abbildung 10 zeigt die Verknüpfung der Marktpartner. Alle von den Vertrieben an den KKM gestellten Flexibilitäten aus einsenkbaren Lasten erhalten sind online abrufbar. Die Vertriebe erhalten eine Anbindung an den Übertragungsnetzbetreiber. Die Übertragungsnetzbetreiber senden das Einsatzsignal an die Vertriebe und diese üben dann die Flexibilitätsoptionen aus. Doch warum bestimmen die Übertragungsnetzbetreiber die Ausübung der Optionen?



**Abbildung 10: Ablauf des Handels im KKM**

Im Jahre 2010 fand eine Debatte darüber statt, wie die Übertragungsnetzbetreiber ihre Regelenergiehaltung optimieren können. Im Ergebnis hat die BNetzA den NRV (Netzregelverbund) entschieden. Intention war es, die Lastglättungseffekte bei Ungleichgewichten im Höchstspannungsnetz optimal zu nutzen. Um diese Optimalität weiterhin zu nutzen kann der Einsatz nur von zentraler Stelle aus geschehen. Die Flexibilitätsoptionen stehen den Übertragungsnetzbetreibern somit als ein weiteres Regelinstrument zur Verfügung. Das Regel- und Ausgleichsystem der Übertragungsnetzbetreiber, das historisch bedingt für unseren weitgehend thermischen Erzeugungspark entwickelt worden ist, wird um eine Regelkomponente für erneuerbare Energien erweitert. Es entsteht eine neue Regelqualität zwischen Sekundär- und Minutenreserve.

Es ist zu überlegen, ob die Vertriebe optional auch ohne KKM-Marktprozess und Anbindung an die Übertragungsnetzbetreiber die Flexibilitäten zu Zwecken der Portfoliooptimierung nutzen können. Gerade die im Zuge des EEG 2012 zahlreich in den Markt getretenen Direktvermarkter versuchen geschlossene Verbrauchs- und Erzeugungsportfolien mit erneuerbaren Energien zu etablieren, d.h. in einem Portfolio Erzeugung und Verbrauch abzudecken. Ungeachtet der Einsatzmöglichkeit von Flexibilitäten im System bleibt die zentrale Frage, wie ihnen ein Wert bzw. Preis beigemessen werden kann. Aus diesem Grunde ist die Einführung eines

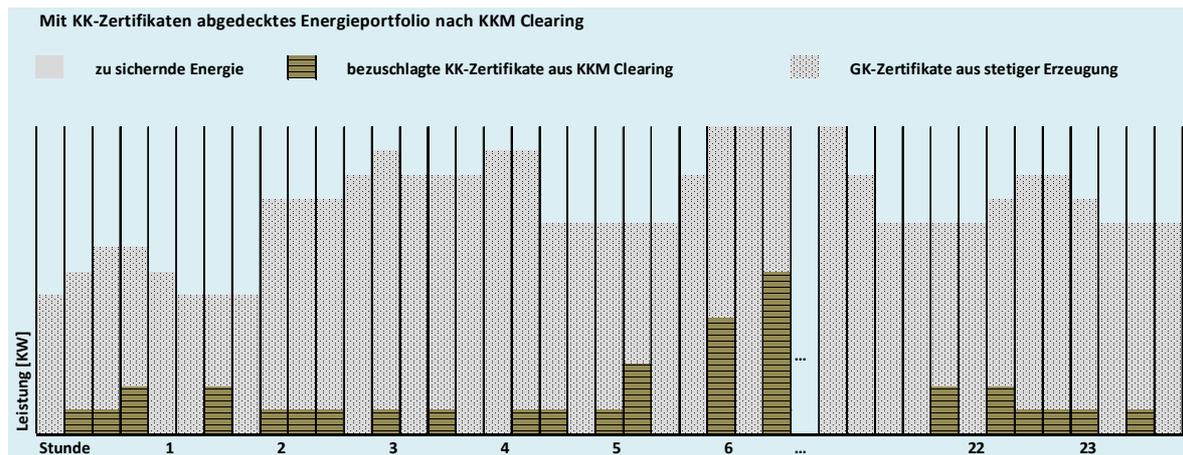
KKM auch für andere Verwendungsmöglichkeiten der Flexibilität notwendig. Alternative Verwendungsmöglichkeiten sind in Abbildung 9 durch den gestrichelten Pfeil dargestellt.

### ***Verteilung der Abrufe durch „Hash-Functions“ (Streuwertfunktionen)***

Erhalten die Vertriebe von den Übertragungsnetzbetreibern ein Signal zur Ausübung der Optionen, so müssen diese entscheiden, welche Kunden abgesenkt werden. Insbesondere bei Abrufen von Teillasten, bei denen nicht alle verfügbaren Flexibilitätsoptionen gezogen werden müssen, entsteht dieses Problem. In der Informatik gibt es ein reichhaltiges Instrumentarium, aus einer bestimmten Menge gezielte Elemente anzusteuern. Auf jeder Festplatte wird der Speicherplatz mittels „hash-functions“ (Streuwertfunktionen) zugewiesen. Somit ist auch das „Gerechtigkeitsproblem“, dass einige Kunden bei gleichem Preis öfter abgesenkt werden als andere durch eine entsprechende Auswahl der Verfahren zu lösen.

### ***Wettbewerbliche Effizienz des Systems***

Die wettbewerbliche Effizienz entsteht in dem beschriebenen System dadurch, dass die Vertriebe durch die Verfügbarkeit von Flexibilitätsoptionen resultierend nur noch eine gesicherte Leistung vorhalten müssen, die geringer ist als die Energie im EOM Portfolio. In Abbildung 11 wird gezeigt, dass die gesichert vorzuhaltende Energie um den Anteil der bezuschlagten KK-Zertifikate aus abschaltbaren Lasten verringert wird. Geht man davon aus, daß die Vertriebe die bilanzkreisverantwortlichen Händler sind, so entsteht über die Aggregation der Bilanzkreise eine deutlich geringere gesichert bereitzustellende Leistung als ohne den Marktprozess des KKM. Über den KKM entsteht für konventionelle Erzeugung und für jede Form von Flexibilitätsoption wie Batterien oder Pumpspeicher mit jedem Clearing ein Marktwert, der zur Refinanzierung beiträgt.



**Abbildung 11: Wettbewerblicher Effizienzgewinn durch Flexibilisierung des Verbrauches**

## 4 Einordnung in die energiepolitische Diskussion

Der Vorschlag eines dualen Marktsystems schlägt in der abstrakten Betrachtung der Marktentwicklung die Brücke zwischen zwei Entwicklungen.

Zunächst wurde Ende der 90er Jahre die Liberalisierung auch im Bereich der Elektrizitätswirtschaft vorangetrieben. Normativen der Gesetzgebung waren sicherlich Probleme mit der Verteilungsgerechtigkeit eines monopolistischen Elektrizitätsmarktes gegenüber dem Paradigma einer europäischen Freihandelszone der Römischen Verträge von 1957. Die Liberalisierung „jedes“ Gütermarktes funktioniert nur, indem man ein Gut zurückführt auf exakt zwei Parameter: „Menge“ und „Preis“. In der Elektrizitätswirtschaft der Vorliberalisierung wurden jedoch durchgängig von der Kraftwerkserzeugung bis hin zum gewerblichen Endkunden immer „drei“ Parameter abgerechnet, die sich zwingend aus dem technischen Aufbau des Versorgungssystems ergeben: „Arbeitsmenge“, „Leistungsmenge“ und „Preis“. Im Zuge des Aufbaus einer Handelsmechanik an institutionalisierten Handelsplätzen musste ein Mengenparameter „über Bord“ geworfen werden: die Leistung; sie wird an keinem Handelsplatz der heutigen EEX gehandelt.

In den letzten 10 Jahren kommt ein Paralleleffekt hinzu, der die Missachtung der Leistung im Handelsgefüge so verstärkt hat, dass das „missing money“ Problem entstand. Der massive Ausbau der Erneuerbaren Energien führt dazu, dass Energie zu Grenzkosten von Null im gleichen Markt auf die Kosten eines thermischen Kraftwerksparks trifft. Ohne eine monetäre Würdigung der „Verfügbarkeit“ - sprich der „stetigen Leistung“ - ist eine Refinanzierung konventioneller Leistung bereits seit Anfang des Jahrzehnts nicht mehr möglich, mit weitreichenden technischen Konsequenzen. Die damit einhergehende ungenügende Bereit-

stellung von Systemdienstleistungen beginnt das technische Versorgungssystem ernsthaft zu gefährden.

Der Vorschlag des dualen Marktsystems ist der Versuch, in einem geschlossenen wettbewerblichen Systemansatz beide Probleme parallel zu lösen.

### ***Förderung der Erneuerbaren Energien durch Internalisierung externer Kosten konventioneller Erzeugung***

Eine idealtypische Förderung der Erneuerbaren Energien läge vor, wenn man sämtliche externe Kosten des Energieverbrauches konventioneller Erzeugung internalisieren würde, d.h. nach volkswirtschaftlichen Lehrbüchern eine klassische „Pigou“-Steuer erhoben würde. Erneuerbare Energie würde genau dann keine Förderung mehr benötigen, wenn alle Umweltkosten und gesellschaftliche Risiken wie Feinstaub, Landschaftsverbrauch, Entnahme von Kohlenstoff aus dem Boden (Braunkohle) und Versicherungsrisiken bei Kernkraftwerken über eine Steuer in die Kostenrechnung einbezogen werden müssten. Gleiches gilt für die Netzkosten, die möglichst anteilig an den Einspeiser und Verbraucher gewälzt und internalisiert werden müssten, um ebenfalls Preissignale zu setzen. Wenn man sich auf idealtypische Art und Weise auf die „Internalisierung externer Kosten“ als einen wesentlichen Pfeiler unserer Wirtschaftsordnung zurückbesinnen würde, könnte ein Ordnungsrahmen geschaffen werden, der Erneuerbare Energien ohne staatliche Direkteingriffe fördert. Hierzu wurde eine ganze Reihe an Vorschlägen in 2013 unterbreitet. Sicher ist, dass eine Internalisierung externer Kosten in erheblichem Umfang Evaluationsprobleme aufwirft und starke Eingriffe in das heutige Wirtschaftssystem hervorrufen würde. Somit kann und sollte es Leitbild sein, auch wenn eine politische Umsetzung schwer erscheint.

Der Vorschlag des dualen Marktsystems ist auf jeden Fall ein Schritt in die Richtung der beschriebenen idealtypischen Lösung. Im dualen Marktsystem werden die Kosten der „stetigen Erzeugung“ internalisiert.

## **5 Fazit**

Wie jedes neue Marktsystem hat auch der Vorschlag für einen kompatiblen Flexibilitätsmarkt diverse Stärken und Schwächen.

Die Schwächen sind u.a.:

- Es wird in erster Linie das Flexibilitätsthema adressiert. Die Deckung der Vollkosten und die Veränderung der Förderung von Anlagen erneuerbarer Energien müssen über andere Mechanismen erfolgen.
- Es besteht ein gewisser administrativer Aufwand zur Schaffung eines neuen Marktes für den Handel von Viertelstundenoptionen.

- Es müssen Lerneffekte ausgelöst werden, da diese Differenzierung zwischen gesichertem und ungesichertem Strombezug erlernt werden muss.
- Neben den bekannten Energieportfolien müssen Kapazitätsportfolien für die Endverbraucher geführt werden. Das könnten jedoch die heutigen Energievertriebe übernehmen.
- Es müssen die „disponiblen Flexibilitäten“ auf der Verbrauchsseite eingesammelt und dem KK-Zertifikatemarkt zugeführt werden. Auch dies ist durch die Vertriebe machbar.
- Auch die Einführung eines dualen Marktsystems wird vermutlich je nach Grad der Marktkopplung mit Kosten verbunden sein. Immer wenn an einer Stelle ein Wert entsteht, muss an anderer Stelle jemand dafür zahlen. Über den Kopplungsgrad der Märkte kann das System allerdings schrittweise realisiert werden, womit den Akteuren hinreichend Zeit für Anpassungsmaßnahmen verbleibt.

Die Vorteile sind u.a.:

- Es entsteht ein durchgängiges permanentes Marktsystem für Flexibilität.
- Das System sendet ständig Preis, d.h. Allokationssignale.
- Über den Markt wird ein marktgetriebener Innovationsprozess zur Entwicklung von Flexibilitätsoptionen und Flexibilitätstechnologien erst ermöglicht.
- Das „missing money“ Problem wird weitgehend gelöst, indem der „planbar verfügbaren stetigen Leistung“ über den KK-Zertifikatemarkt ein Wert beigemessen wird.
- Flexibilität erhält einen Wert. Somit kann den Speichertechnologien zu deren weiteren Entwicklung ein Markt geboten werden, in dem sie sich langfristig refinanzieren können.
- Für den Endkunden kann der Preis sogar sinken, indem er auf eine durchgehende gesicherte Energieversorgung teilweise verzichtet und damit KK-Zertifikate generiert.

### ***Weitere Entwicklung des dualen Systems***

Das vorgestellte Rahmenwerk ist motiviert von der real zu beobachtenden Mobilisierung dezentraler Flexibilitäten im deutschen Strommarkt seit 2003. Selbstverständlich sind bei allen beschriebenen Systemelementen weitere Konkretisierungen nötig. Insbesondere besteht Forschungsbedarf darin, wesentlichen Parameter zur Initiierung und Quantifizierung des Systems abzuschätzen. Ziel des vorliegenden Beitrages ist es, die Systemkomponenten grundsätzlich in ihren Zusammenhängen darzustellen.

***Resümee***

**Zusammenfassend liegt der wesentliche Effekt des dualen Markt-systems in seinen wettbewerblichen Effizienzwirkungen. In einem marktwirtschaftlichen System wird der tatsächliche Bedarf an „Flexibilitätsoptionen aller Art“ eruiert und evaluiert. Die identifizierten Werte von Flexibilitätsoptionen minimieren das „missing money“ Problem konventioneller Erzeugung und fördern technologieoffen den Aufbau neuer technischer Flexibilitätsoptionen. Somit stehen virtuelle Kraftwerke, technische Speicher und das Demandside-Management gleichberechtigt nebeneinander, um den Abgleich von Verbrauch und Erzeugung in der Regenerativwirtschaft der Zukunft effizient zu organisieren.**