

ENERGIE & MANAGEMENT

ZEITUNG FÜR DEN ENERGIEMARKT

KWK-Förderung korrigiert Anpassungsmangel

Gunnar Kaestle <gunnar.kaestle@tu-clausthal.de>
38678 Clausthal-Zellerfeld

Der Begriff des Anpassungsmangels [1] beschreibt den Fall, in dem kein oder nur ein instabiles Marktgleichgewicht vorhanden ist. Hierunter fallen die sogenannten Flexibilitätsmängel, die auf mangelnde Mobilität der Produktionsfaktoren zurückzuführen sind. Sie können zu einer ruinösen Konkurrenz führen und eine verzerrte Marktaustrittsreihenfolge bewirken. Im Folgenden wird gezeigt, wie sich das Marktversagen des Anpassungsmangels aus den Eigenheiten des kapitalintensiven Energiesektors ableiten lässt und wie man dieses Manko durch übergeordnete ökonomische Regelkreise in Form von Gesetzen mit monetärer Lenkungswirkung kompensieren kann.

Abbildung 1 zeigt in einem vereinfachten Schema, welche Zustände ein Kraftwerk als Produktionsstätte für Elektroenergie einnehmen kann. Am Anfang steht die Investitionsmöglichkeit, die per Aktivtausch in die Realoption eines betriebsbereiten Kraftwerks gewandelt werden kann. Diese Anfangsausgabe ist als „Sunk Cost“ zu werten, da der Vorgang aufgrund der spezifischen Kapitalverwendung als irreversibel zu werten ist. Ein Rücktausch ist meist nicht oder nur mit großen Verlusten möglich. Die versunkenen Kosten sind nach der Investition nicht mehr zu beeinflussen, daher sind sie für den weiteren Betrieb nicht entscheidungsrelevant. Ein betriebsbereites Kraftwerk verursacht jährliche beeinflussbare Fixkosten, hauptsächlich für Personal, die sich nur auf Null reduzieren, wenn man es dauerhaft stilllegt. Während des Betriebs fallen neben den Fixkosten für die Betriebsbereitschaft auch variable Kosten an (Brennstoff, Emissionszertifikate, Verschleiß etc.). Für den An- und Abfahrvorgang werden einmalige Kosten pro Zustandsänderung fällig.

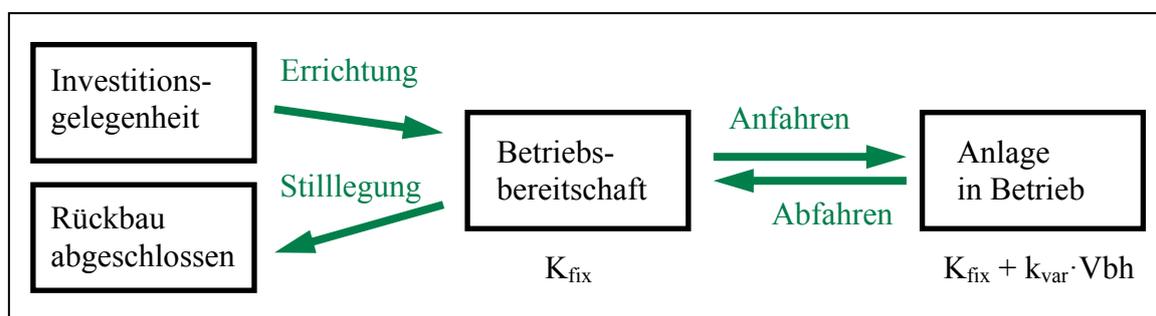


Abbildung 1: Zustandsübergangsgraph mit Knoten (Zustände) und Kanten (Übergänge). Den Knoten sind zeitlich beeinflussbare Kosten (kontinuierlich K_{fix}/a und k_{var}/h) zugeordnet; den Kanten einmalige Ausgaben (diskrete „Schaltkosten“ K_S).

Der Markt für Elektroenergie kann als Regelstrecke angesehen werden, die von den Marktakteuren je nach individuellen Grenzkosten auf der Erzeugerseite bzw. Grenznutzen auf der Verbraucherseite beeinflusst wird. Auf der Verbraucherseite ist der Markt preisunelastisch,

allein elektrische Energiespeicher sorgen für ein Minimum an Elastizität. In Abbildung 2 wird ein Regelkreis dargestellt, in dem eine disponible Erzeugungsanlage (EZA) aufgrund eigener Grenzkosten zusammen mit anderen disponiblen EZA ein preiselastisches Angebot darstellt. In der Interaktion mit anderen Marktteilnehmern ergibt sich der Marktpreis. Es erfolgt der Vergleich mit den variablen Stromgestehungskosten, woraus sich der Deckungsbeitrag (DB) errechnet. Falls $DB > 0$ wird die Anlage eingeschaltet, bei $DB \leq 0$ wird sie ausgeschaltet.

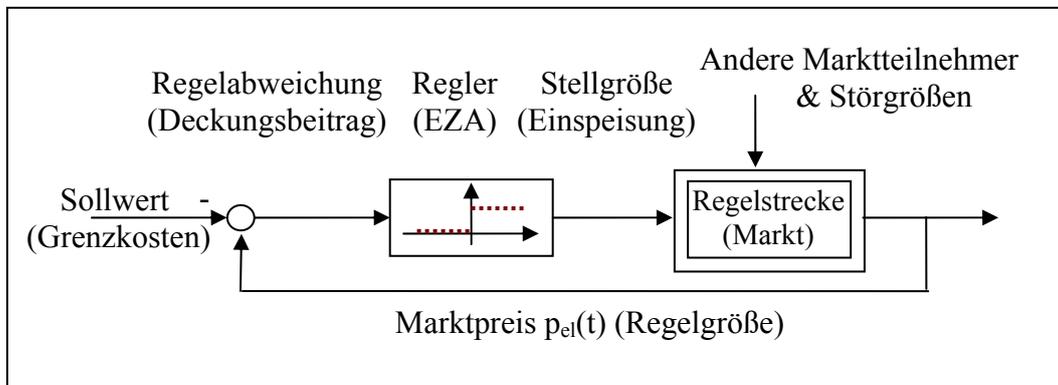


Abbildung 2: Disponible Erzeugungsanlagen reagieren auf Preissignale im geschlossenen Regelkreis mit dem Markt als Regelstrecke, in dem sich Erzeuger, Speicher und Verbraucher treffen, aber auch Störgrößen wie Prognoseabweichungen und kurzfristige Kraftwerksausfälle auftreten.

Der Betrieb eines Kraftwerks wird nicht nur von den Grenzkosten bestimmt, sondern auch von den Einmalkosten K_S für den Zustandsübergang von AUS \rightarrow AN \rightarrow AUS. Diese verschieben den Ein- bzw. Ausschaltpreis je nach Länge h der folgenden AN- bzw. AUS-Phase nach oben bzw. unten und bilden eine Hysterese. Es zeigt sich eine Pfadabhängigkeit, d. h. das Anfahren geschieht erst zu einem Preis über den Grenzkosten und das Abfahren der Anlage erfolgt unter Grenzkosten. Eine Hysterese verhindert, dass von einer beobachtbaren Größe eineindeutig auf den Systemzustand geschlossen werden kann.

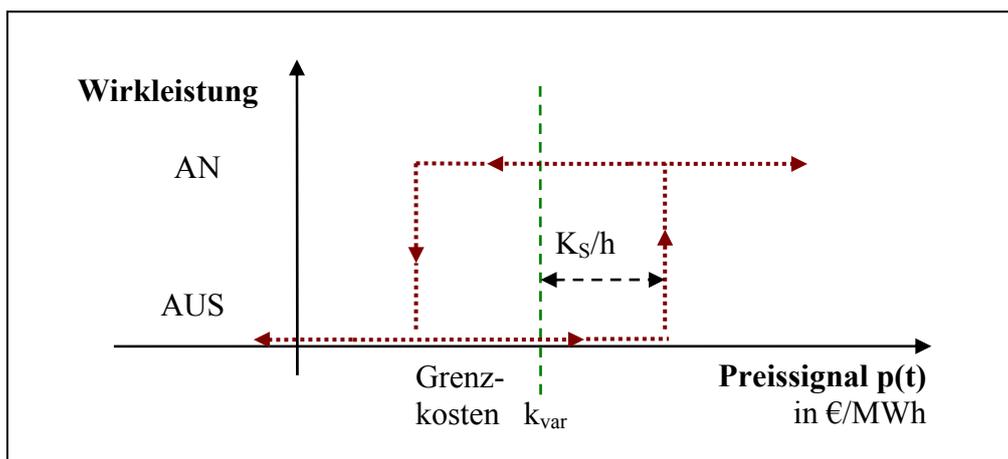


Abbildung 3: Hysterese in Abhängigkeit der Schaltkosten K_S und der erwarteten Dauer h des nächsten AN- oder AUS-Zyklus. Die Pfadabhängigkeit zeigt sich, da zum Marktpreis nahe den Grenzkosten kein Betriebszustand eineindeutig zuordbar ist.

Nicht nur in der täglichen Einsatzplanung ist eine Hysterese beobachtbar, sondern auch bei Investitionsentscheidungen, siehe Abbildung 4. Die beeinflussbaren, fixen Betriebskosten

müssen durch das Marktpreisniveau bzw. die daraus ableitbare Erlössituation (spezifischer DB in $\text{€}/\text{kW}\cdot\text{a}$) gedeckt werden, sonst wird die Anlage stillgelegt. Eine Neuinvestition erfolgt aber erst, sofern auch die Investitionsausgabe verteilt auf die Nutzungs- oder Abschreibungsdauer bei deutlich höherem Preisniveau refinanziert werden kann.

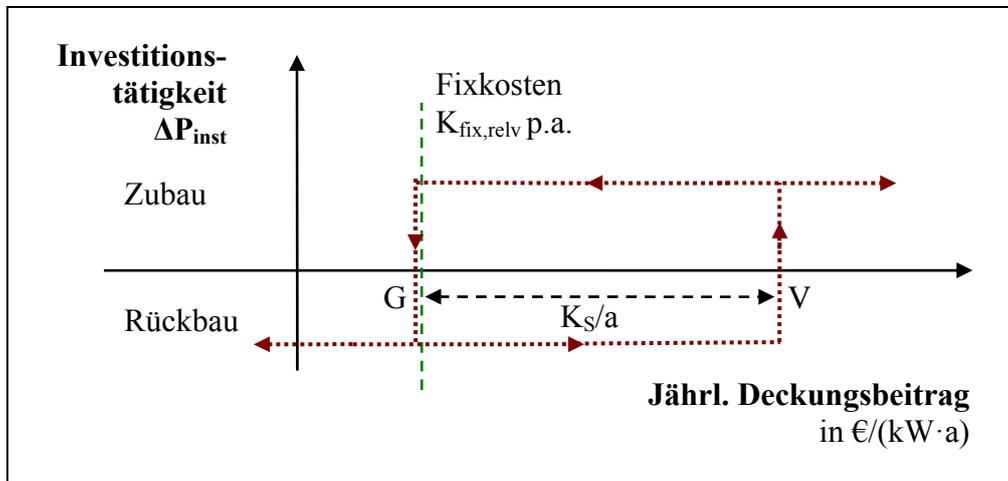


Abbildung 4: Hysterese als Grund für Investitionszyklen: In einem weiten Bereich zwischen den Grenzkosten des Kapitals G (entscheidungsrelevante, d. h. beeinflussbare Fixkosten) und den Vollkosten V haben Marktpreisänderungen keinen Effekt auf die Investitionstätigkeit.

In Abbildung 5 wird die oben erläuterte Hysterese einer Einzelanlage als aggregierte Hysterese des Kraftwerksparks gezeigt. In einem breiten Preisintervall fehlt eine Reaktion auf Preissignale und bewirkt einen Investitionsstau, der schubweise abgebaut wird. Hinzu kommt die Totzeit zwischen der Entscheidung für und der Fertigstellung von Kraftwerksprojekten in Höhe von mehreren Jahren. Diese sorgt für eine schädliche Dynamik, indem Preissignale aus vergangenen Zeiten noch Jahre später einen Nachhall haben (Cobweb-Theorem).

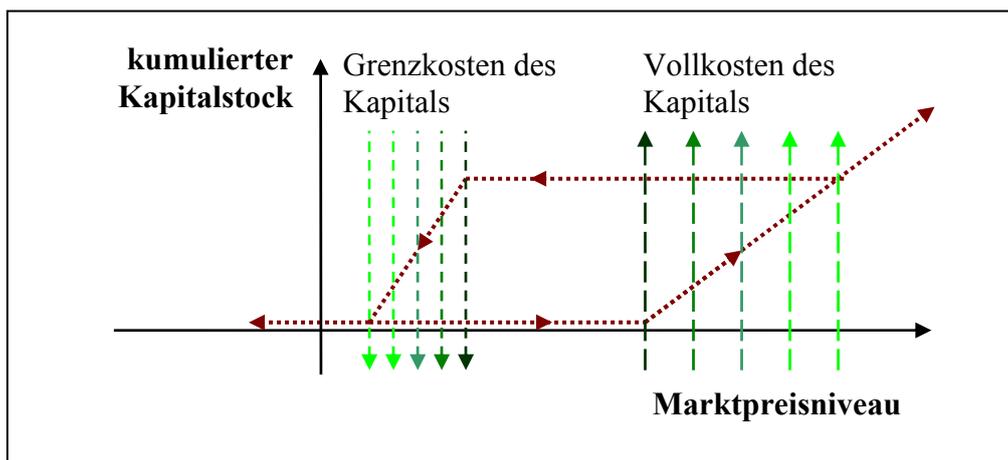


Abbildung 5: Verschiedene Kraftwerkstypen kumulieren zu einer Hysterese des Gesamtsystems: Der Zubaupfad unterscheidet sich deutlich vom Rückbaupfad, ein optimaler Arbeitspunkt fehlt.

In wettbewerblichen Elektrizitätsmärkten mit einer Preisfindung auf Grenzkostenbasis gibt es das Missing-Money-Problem, d. h. die Erlöse reichen im Durchschnitt nicht zur Deckung der Kosten inkl. der Kapitalkosten. Der Rückgang der Restlast ist nicht ursächlich für dieses

Defizit verantwortlich, verschärft es aber aufgrund des Flexibilitätsmangels. Aufgrund der ökonomischen Trägheit kapitalintensiver Güter bleiben z. B. Grundlastkraftwerke trotz Überhang in diesem Segment am Markt und halten die Preise auf (zu) niedrigem Niveau.

Wie sind Zubauanreize disponibler Kraftwerkstechnik zu gestalten, wenn sich der Großhandelspreis langfristig in Richtung der Grenzkosten von Solar- und Windenergie bewegt? Abbildung 5 lässt vermuten, dass Durchschnittspreise nahe Null keine Investitionen sondern Desinvestitionen auslösen werden.

Zwei Typen von Refinanzierungsinstrumenten werden für die Energiewende benötigt, die nach Anlagencharakter zu differenzieren sind:

1. Nichtdisponible Anlagen, die nichtspeicherbare Primärenergie nutzen und daher preisunelastisch sind: **Erntemaschinen** für Wind- und Solarenergie sowie für Laufwasser ohne Schwellbetrieb. Hierfür haben sich feste Einspeisetarife bewährt.
2. Disponible Anlagen, die speicherbare Primärenergien nutzen, und daher auf Preissignale reagieren können: **Lastfolgeeinheiten** wie Gaskraftwerke (Erdgas, Biomethan, Speichergase) möglichst mit Wärmenutzung (KWK) und langfristig auch elektrische Energiespeicher (EES). Hierfür eignen sich flexible Marktprämienmodelle.

Das KWK-Gesetz kann man als einen übergeordneten Steuerungsmechanismus beschreiben, welcher zur Kompensation oben diskutierter Mängel geeignet ist.

I. Bestandserhalt (BE)

Ein jährlich kontingentierter BE-Zuschlag für eingespeisten KWK-Strom verschiebt die gesamte Hysterese nach links, so dass sich KWK-Anlagen auch bei niedrigem Preisniveau im Markt halten können. Dies dient auch der Versorgungssicherheit im Strom- und Wärmesektor. Die Kopplung an den KWK-Wirtschaftlichkeitsindikator COGIX stellt einen bedarfsgerechten Zuschlag ohne Über- noch Unterförderung sicher.

II. Neubau und Modernisierung (NM)

Ein NM-Zuschlag über eine feste Vollbenutzungsdauer für den erzeugten KWK-Strom dient einer gut kalkulierbaren Refinanzierung der Anlageninvestition und verringert die Breite der Hysterese in Abb. 4. Eine Verdopplung der Laufzeit bei moderater Absenkung der Zuschläge vergrößert den möglichen KWK-Ausbau unter dem Deckel von 750 Mio. €. Zusätzlich würde eine Flexibilisierung der Zuschlagszahlung durch einen vom Spotmarkt abhängigen Hebelfaktor die Hysterese aus Abb. 3 verringern.

III. Mikro-KWK (mü)

In Haushalten & GHD werden laut AGEBA [2] in 2012 rund 2,1 PJ mit Heizöl und Erdgas umgesetzt, bei einem Einsatz von 0,22 PJ Fernwärme, siehe auch Abbildung 6. Um die KWK als Effizienztechnologie in die Breite zu tragen, z. B. als Brennstoffzellenheizgerät, ist aufgrund der noch hohen spezifischen Gerätepreise eine kostendeckende Förderung notwendig, die man in der Hochlaufphase über einen atmenden Deckel begrenzen kann.

Das KWK-Gesetz verteilt somit mitnichten Subventionen, sondern ist als Vermeidungsmechanismus eines Marktkollaps und Garant für Versorgungssicherheit zu werten, weil Preissignale prinzipiell nicht auf dargebotsabhängige Solar- und Windenergieanlagen wirken und auch immer schwächer auf disponible Erzeugungsanlagen.

Energieflussbild 2013 für die Bundesrepublik Deutschland in Petajoule

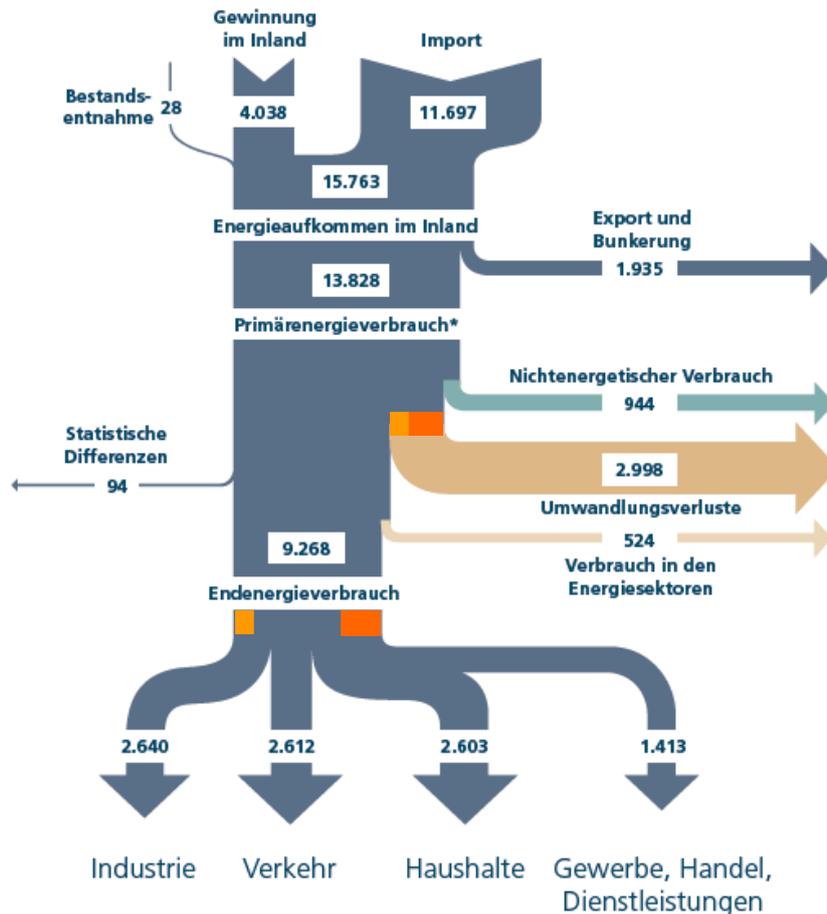


Abbildung 6: Energieflussbild für Deutschland im Jahr 2013; im Bereich Haushalte & GWD werden 2,1 PJ Heizöl und Erdgas zur Wärmeerzeugung eingesetzt, in der Industrie sind es 0,9 PJ. Die Kesselwärme entspricht in etwa den Umwandlungsverlusten im Kraftwerkssektor.

[1] Holger Mühlenkamp: „Marktversagen“ als ökonomische Begründung für Interventionen der öffentlichen Hand, in: Hrbek, Nettesheim (Hrsg.): Europäische Union und mitglied-schaftliche Daseinsvorsorge, Nomos, Baden-Baden, 2002, S. 65-78.

[2] AG Energiebilanzen: Energieflussbild 2012 Deutschland, detailliert in TJ, 2014.



Gunnar Kaestle erwarb sein Diplom als Wirtschaftsingenieur an der Universität Karlsruhe (TH). Danach arbeitete er an der TU Clausthal an Forschungsthemen wie dezentralen Energiesystemen und der Netzintegration von Mikro-KWK und Elektrofahrzeugen. Er ist technischer Experte in Standardisierungsgremien auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene auf dem Gebiet der Systemaspekte der elektrischen Energieversorgung. Momentan ist er als selbstständiger Berater im Segment der Energietechnik und – wirtschaft tätig und strebt den Abschluss eines Promotionsvorhabens über Netzparameter als Kommunikationskanal in selbstorganisierenden Energiesystemen als virtuelles Kraftwerk in der Niederspannung an.