

Charakteristik, Potenzial und Kosten regelbarer Lasten in der energieintensiven Industrie

Thomas Langrock, Katja Purr, Bastian Baumgart und Armin Michels

Wie hoch ist das Flexibilitätspotenzial regelbarer Lasten? Ein vom Umweltbundesamt initiiertes Forschungsprojekt hat zu dieser Frage umfangreiche Informationen aus neun energieintensiven Branchen der deutschen Industrie zusammengetragen. Die Studie basiert auf einer detaillierten Bottom-up-Analyse mit umfangreichen Unternehmensbefragungen. Neben den ausführlichen Darstellungen der Prozessbeschreibungen und der Einflussfaktoren für die einzelnen Branchen liegen als zentrale Ergebnisse detaillierte qualitative und quantitative Informationen über das Flexibilitätspotenzial für die Vermarktung in unterschiedlichen Stufen des Strommarktes vor. Im Ergebnis wird deutlich, dass das Lastmanagement eine bedeutende Rolle innerhalb des Strommarktes einnehmen kann.

Das Umweltbundesamt hatte die Unternehmen BET Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH und Trianel GmbH mit dem Forschungsprojekt „Potenziale regelbarer Lasten in einem Energieversorgungssystem mit wachsendem Anteil erneuerbarer Energien“ beauftragt [1]. Das Ziel des Forschungsvorhabens war es, die technischen und wirtschaftlichen Potenziale von regelbaren Lasten für die Bereitstellung von Systemdienstleistungen sowie die Vermarktung am Strommarkt zu ermitteln. Dabei sollten besonders geeignete Branchen auf Basis einer umfangreichen Unternehmensbefragung analysiert werden. Die ausführliche Beschreibung der Charakteristik, der Flexibilitätspotenziale und der Einflussfaktoren war ebenfalls ein Ziel des Auftraggebers.

Auswahl der untersuchten Branchen

Nach einer Vorab-Analyse wurden neun Branchen für die Detailanalyse ausgewählt: Aluminiumelektrolyse, Luftzerlegung, Chlorelektrolyse, Elektrostahlwerke, Papierherstellung, Raffinerien, Behälterglasindustrie, Zementherstellung und Braunkohletagebau. Diese Branchen sind durch eine hohe zeitliche Verfügbarkeit und hohe elektrische Leistungsaufnahmen gekennzeichnet und stehen für ca. 30 % des industriellen Stromverbrauchs in Deutschland.

Insgesamt wurden 25 Unternehmen zu deren Flexibilitätspotenzialen befragt. Die Befragung fand in Form von Vor-Ort-Terminen mit den Verantwortlichen für Produktion, Energiemanagement, Energieeinkauf oder Energiepolitik statt. Neben einer Prozess-

Lastmanagement kann eine wichtige Rolle für die Funktionsweise des heutigen Energy-only-Strommarktdesigns einnehmen
Foto: Gajus | Fotolia.com

beschreibung und den Erläuterungen, wie Lastreduktionen und Lasterhöhungen technisch umgesetzt werden würden, wurden für die einzelnen Optionen zur Lastreduktion und Lasterhöhung technische und betriebswirtschaftliche Daten erfragt. Im Ergebnis lagen Angaben über Abrufdauern, Aktivierungszeiten, Mindestabstände, Kostenbestandteile sowie variable Kosten – oft für mehrere Optionen zur Lastreduktion und Lasterhöhung – vor.

Branchenübergreifende Auswertung der Flexibilitätspotenziale

Auf Basis der umfangreichen Informationen aus den Unternehmensbefragungen wurden die Flexibilitätspotenziale für un-

terschiedliche Stufen des Strommarktes (z. B.: Spotmarkt, verschiedene Regelleistungsarten) ermittelt. Dabei wurde dem Umstand Rechnung getragen, dass neben den technischen Prozessgegebenheiten auch wirtschaftliche und organisatorische Rahmenbedingungen zu beachten sind, welche die Nutzbarkeit von technischen Potenzialen beeinflussen. Folgende Potenziale wurden ermittelt:

■ Das technische Potenzial besteht aus allen technisch realisierbaren Abrufen von Lastreduktionen und Lasterhöhungen für eine Abrufdauer von mindestens einer Stunde, die keinen längerfristigen Produktionsausfall verursachen und nicht zu einem Schaden der Anlage führen. Es umfasst also

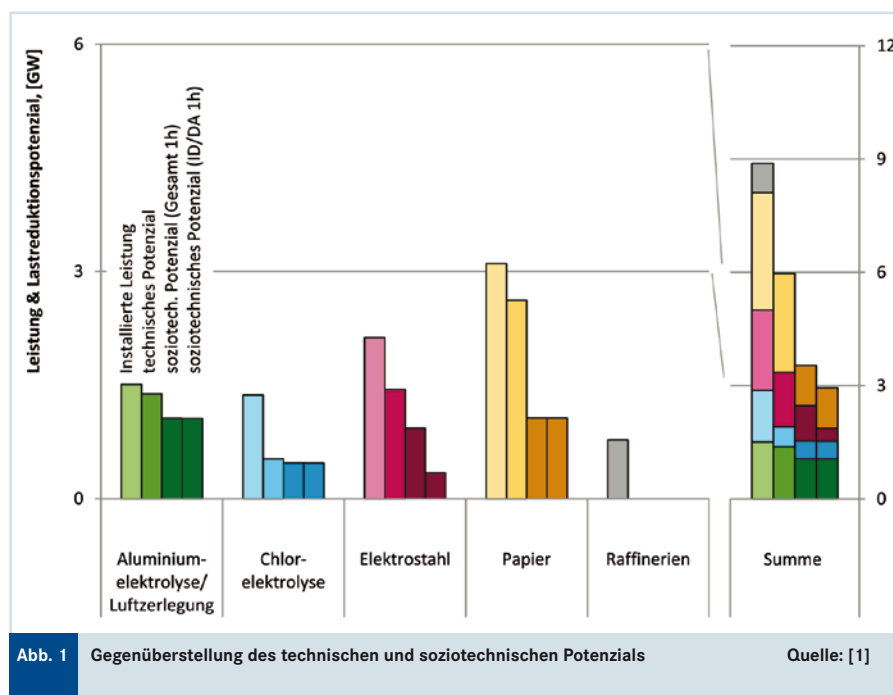
Lastverschiebung und Lastverzicht. Hier werden weder Fragen der Wirtschaftlichkeit noch derzeit bestehender Hemmnisse für deren Nutzung berücksichtigt.

■ Das soziotechnische Potenzial ist eine Teilmenge des technischen Potenzials. Es beschreibt das Potenzial, das zum Zeitpunkt der Befragung von den befragten Unternehmen als prinzipiell nutzbar eingeschätzt wurde und über das in der Befragung umfassend Auskunft erteilt wurde. Es berücksichtigt daher neben den technischen Aspekten immer auch die individuelle Perspektive der Unternehmen auf wirtschaftliche und logistische Rahmenbedingungen. Eine Wirtschaftlichkeit zum Befragungszeitpunkt wird dabei nicht vorausgesetzt.

Die zentralen Ergebnisse sind in Abb. 1 dargestellt. Die installierte Leistung der befragten Branchen beträgt ca. 8,9 GW, das technische Potenzial für Lastreduktion ca. 6 GW. Ausgenommen bei dieser Gesamtdarstellung sind die Branchen Zementherstellung und Behälterglasindustrie, da die Produktion hier nicht kontinuierlich, sondern saisonal geprägt oder bereits an Hochtarif- und Niedrigtarifzeiten angepasst ist. Die Abbildung verdeutlicht, dass die untersuchten Branchen bereits heute rd. 3 GW zur Lastreduktion mit einer Stunde Abrufdauer bereitstellen können. Das bedeutet, dass z. B. in Zeiten geringer Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien Großverbraucher ihre Stromnachfrage zeitlich begrenzt reduzieren können und damit keine zusätzliche fossile Stromerzeugung notwendig ist.

Die identifizierten technischen Potenziale liegen damit bei rd. 7 % der deutschen Jahreshöchstlast und die der soziotechnischen Potenziale bei rd. 4 % der deutschen Jahreshöchstlast. Dies verdeutlicht, dass Lastmanagement eine zentrale Rolle für die Funktionsweise des heutigen Strommarktdesigns, das auf dem Prinzip des sog. Energy-only-Marktes basiert, einnehmen kann.

Inbesondere die Papierindustrie kann einen erheblichen Anteil des Potenzials zur Lastreduktion bereitstellen. Das zweitgrößte Potenzial für Lastreduktion besteht in den Branchen Aluminiumelektrolyse/Luftzerlegung. In den Branchen Aluminiumelektrolyse/Luftzerlegung, Elektro Stahl und der



Papierindustrie entspricht das technische Potenzial praktisch der vollständigen elektrischen Leistungsaufnahme der Produktionsanlagen im Normalbetrieb.

Lastverzicht macht in vielen Branchen einen Großteil des technischen Potenzials aus. In der Befragung schätzten die Unternehmen Lastverzicht aber aufgrund großer Unwirtschaftlichkeit oder bestehender Lieferverpflichtungen aus unflexiblen Lieferverträgen als derzeit noch nicht nutzbar ein. Die Lastverzichtspotenziale sind deswegen nicht Teil des soziotechnischen Potenzials. Daher wurden von den befragten Unternehmen vornehmlich Lastverschiebungspotenziale angegeben. In der Regel ist Lastverzicht für Unternehmen erst bei höheren Strompreisen attraktiv.

Weiterhin ermöglichten die umfangreichen Informationen eine genauere Analyse, für welchen Einsatzzweck die Potenziale genutzt werden können. Hierzu wurden exemplarische Nutzungsformen definiert, die sich zwar an den heutigen Produkthanforderungen des Regelleistungs- und Stromspotmarkt orientieren, jedoch teilweise auch eine betriebswirtschaftliche Orientierung aufweisen. Weiterhin wurde eine Nutzungsform „Notaus“ definiert, welche sich an die Abschaltverordnung anlehnt, jedoch erheblich von den Produktdefinitionen abweicht.

In der Befragung der Unternehmen wurden oft für mehrere mögliche Optionen von Lastreduktionen und Lasterhöhungen technische und betriebswirtschaftliche Parameter erfasst. Für all diese Optionen wurde ermittelt, ob die Anforderungen der jeweiligen Nutzungsformen ganz oder teilweise erfüllt werden können. In Abb. 2 ist das Ergebnis dieser Auswertung für die Lastreduktionen dargestellt. Wichtig ist, dass die definierten Nutzungsformen nicht gleichzeitig zur Anwendung kommen können. Somit können diese Potenziale nicht additiv betrachtet werden.

Das Ergebnis zeigt, dass die Potenziale für die Nutzungsformen im Stromspotmarkt besonders hoch sind. Sie betragen maximal rd. 3 GW und minimal 1,2 GW. Es ist zu erkennen, dass sich das soziotechnische Potenzial Gesamt (1h) in Höhe von 3,5 GW – siehe Abb. 1 – entsprechend der Nutzungsformdefinitionen reduziert. Bspw. beträgt das soziotechnische Potenzial der Branchen für Lastreduktionen am Spotmarkt mit einer Abrufdauer von einer Stunde knapp 3 GW.

Etwas anders ist die Situation beim Regelleistungsmarkt, denn hier sind deutlich höhere Anforderungen an die Aktivierungszeit und/oder Abrufdauer vorgegeben. Wenig überraschend sind die Potenziale in der Nutzungsform MRL II – Minutenreserve

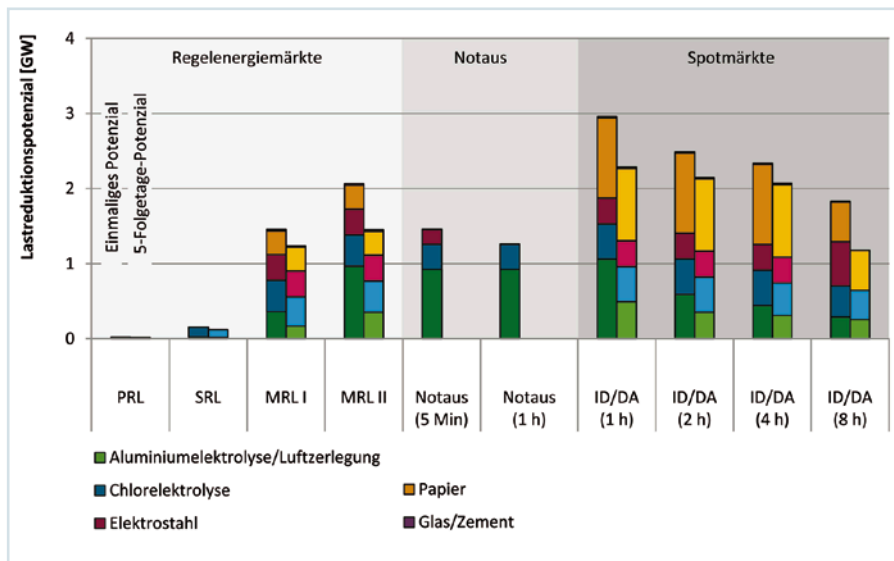


Abb. 2 Soziotechnisches Potenzial nach Nutzungsformen

Quelle: [1]

mit einer maximalen Abrufdauer von einer Stunde statt der heute festgelegten 4 Stunden – mit ca. 2 GW am höchsten und in der Primärregelleistung mit weniger als 0,1 GW am geringsten. Die Potenziale für Lasterhöhungen sind generell kleiner als die Potenziale für Lastreduktionen.

Kosten und Hemmnisse der Erschließung und Nutzung von Flexibilitätspotenzialen

Bezüglich der Kosten von Flexibilitätspotenzialen muss zwischen den Kosten der Er-

schließung und den Kosten der Nutzung unterschieden werden. In der Studie sind die Bandbreiten für die verschiedenen Kostenarten je Branche angegeben. In diesem Artikel beschränken wir uns auf die variablen Kosten der Lastreduktion. Diese bewegen sich überwiegend in der Spanne zwischen 0 und 500 €/MWh.

Bei der Interpretation dieser Zahlen ist die oben genannte Unterscheidung zwischen Lastverschiebe- und Lastverzichtsabrufen wesentlich. Die überwiegende Anzahl der Abrufe waren Lastverschiebe-

abrufe. Die variablen Kosten hierfür waren mit 0 bis 100 €/MWh teilweise sehr gering. Bei den wenigen angegebenen Lastverzichtsabrufen lagen die Kosten bei mindestens 350 €/MWh, mit Spitzenwerten z. B. in der Papierindustrie bis hin zu 2 000 €/MWh.

Die ermittelten Potenziale sind zurzeit häufig nicht erschlossen, obwohl zum Teil eine generelle Wirtschaftlichkeit gezeigt werden kann. Um die Gründe hierfür besser zu verstehen, wurden die Unternehmen nach bestehenden Hemmnissen befragt. In Abb. 3 ist das Ergebnis dieser Befragung dargestellt.

Am häufigsten wurden demzufolge Hemmnisse genannt, die im Design der Regelleistungsmärkte begründet sind. Beispiele hierfür sind die Länge der Ausschreibungszeiträume, die Vorhaltdauer oder auch Anforderungen an die Fernsteuerbarkeit. Am zweithäufigsten wurden Hemmnisse genannt, die ihre Ursachen in der Netzentgeltstruktur haben.

Hier wurden insbesondere Netzspitzen aufgrund von Lastzuschaltungen bzw. Mehrkosten bei besonderen Netzentgelten nach Abschaltungen und folgender Unterschreitung einer bestimmten Vollbenutzungsstundenzahl herausgestellt. Danach folgen produktionstechnische Hemmnisse, wie z. B. fehlende Erfahrung mit den Auswirkungen von häufigen Lastreduktionen und Lasterhöhungen auf die Produktqualität oder die Wartungskosten der Produktionsanlagen.

Im Weißbuch des Bundeswirtschaftsministeriums [2] sind mehrere Maßnahmen angekündigt, die kurzfristig umgesetzt werden sollen und die wesentlichen benannten Hemmnisse adressieren. Dies betrifft Änderungen der Regelleistungsmärkte, mit Verkürzung der Vorlaufzeiten und Ausschreibungszeiträume sowie die Öffnung der Sondernetzentgelte nach § 19 StromNEV. Etwas längerfristig soll die Netzentgeltssystematik weiter entwickelt werden. In diesem Zusammenhang könnte das vielgenannte Hemmnis auftretender Netzspitzen bei Zuschaltung von Last bzw. Abschaltung von Eigenerzeugung abgebaut werden.

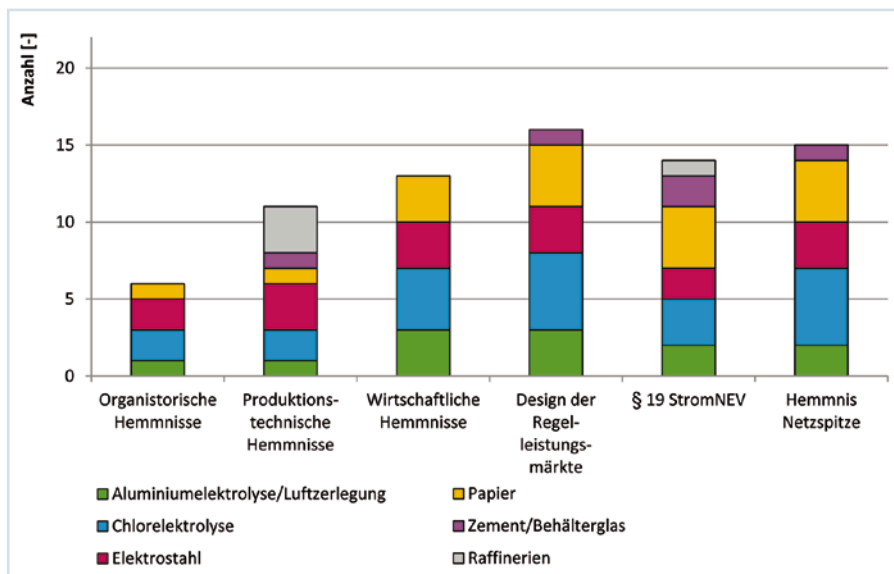


Abb. 3 Hemmnisse für die Nutzung der Flexibilitätspotenziale

Quelle: [1]

Lastmanagement kann eine wichtige Rolle im Strommarkt einnehmen

Die Studie zeigt, dass in den neun analysierten Branchen, welche ca. 30 % des industriellen Stromverbrauchs umfassen, mit rd. 6 GW ein erhebliches technisches Potenzial vorhanden ist. Die derzeitigen soziotechnischen Potenziale, von denen bereits heute ein signifikanter Anteil von den Unternehmen genutzt wird, sind dagegen mit ca. 3,5 GW deutlich geringer. Der Teil, der auf Lastverschiebung basiert, ist häufig preisgünstig zu erschließen und zu nutzen.

Durch den im Weißbuch angekündigten Abbau von Hemmnissen können die vorhandenen technischen Potenziale zunehmend ge-

nutzt werden. Die Lastverzichtspotenziale sind z. T. wesentlich größer als die Lastverschiebepotenziale. Ihre Nutzung wird aber aufgrund der (deutlich) höheren Kosten sehr wahrscheinlich erst dann zunehmen, wenn die Anzahl und Höhe der Preisspitzen am Stromspotmarkt deutlich ansteigt. Die Studie verdeutlicht, dass Lastmanagement eine wichtige Rolle für die Funktionsweise des heutigen Strommarktdesigns, das auf dem Prinzip des sog. Energy-only-Marktes basiert, einnehmen kann.

Literatur

[1] Umweltbundesamt: Potenziale regelbarer Lasten in einem Energieversorgungssystem mit wachsendem Anteil erneuerbarer Energien, Reihe Climate Change 19/2015, Dessau-Roßlau 2015, [\[bundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_19_2015_potentiale_regelbarer_lasten.pdf\]\(http://bundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_19_2015_potentiale_regelbarer_lasten.pdf\)](http://www.umwelt-</p>
</div>
<div data-bbox=)

[2] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Ein Strommarkt für die Energiewende: Ergebnispapier des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (Weißbuch). Internetpublikation, Berlin 2015, <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/weissbuch,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>

T. Langrock, A. Michels, BET Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH, Aachen; Dr. K. Purr, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau; B. Baumgart, Trianel GmbH, Aachen

thomas.langrock@bet-aachen.de

katja.purr@uba.de

b.baumgart@trianel.com