

REGIONALE LASTMANAGEMENT-POTENZIALE STROMINTENSIVER PROZESSE

Anna Gruber¹, Franziska Biedermann^{1*}, Serafin von Roon¹, Luis Carr^{2*}

¹Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, Am Blütenanger 71, D-80995 München, +49 89 158 121-62, agruber@ffe.de, www.ffegmbh.de

²Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., Am Blütenanger 71, D-80995 München

Kurzfassung: Um Stromerzeugung und –verbrauch in einem permanenten Gleichgewicht zu halten, wurden bisher überwiegend Anpassungen in der Erzeugung vorgenommen. Eine weitere Möglichkeit stellt die Anpassung des Bezugs an die Erzeugung dar. Somit kann beispielsweise auch mit schaltbaren industriellen Lasten ein Beitrag zur Versorgungssicherheit bzw. Netzstabilität geleistet werden. In verschiedenen Studien wurde bereits gezeigt, dass vor allem energieintensive Prozesse ein relativ hohes Lastmanagementpotenzial aufweisen. Neben der verfügbaren Leistung sind auch Dauer und Abrufhäufigkeit zur Bestimmung der verlagerbaren Energiemenge entscheidend. Darüber hinaus spielt die regionale Verteilung des Potenzials hinsichtlich des Engpassmanagements (Redispatch, Einspeisemanagement, physikalische Netzüberlastung) eine Rolle. Für die energieintensiven Branchen werden daher die Lastmanagementpotenziale für Österreich und Deutschland auf Landkreisebene ausgewiesen.

Keywords: Demand Side Management, Demand Response, Lastflexibilisierung, Lastverschiebung, regionales Lastmanagementpotenzial, strom- / energieintensive Prozesse, energieintensive Industrie

1 Motivation und zentrale Fragestellung

Der durch die Energiewende kontinuierlich wachsende Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung stellt Übertragungsnetzbetreiber vor neue Herausforderungen, da stets ein Ausgleich zwischen Erzeugung und Verbrauch an elektrischer Energie im Stromnetz gewährleistet werden muss. Zusätzlich wirkt sich die zunehmende, regional stark unterschiedlich hohe Einspeisung aus Erneuerbaren zu bestimmten Zeiten auf die Lastflüsse aus, was zu Engpässen im Netz führen kann. Zur Stabilisierung des Stromnetzes können beispielsweise Redispatch-Maßnahmen angeordnet werden, auch Regelleistung kommt zum Einsatz. Das Engpassmanagement, zu welchem Redispatch, Einspeisemanagement sowie Schalthandlungen bei physikalischer Netzüberlastung zählen, kann sowohl präventiver als auch kurativer Art sein. Beispielsweise gilt Einspeisemanagement als die letzte proaktive Möglichkeit, einen Engpass zu umgehen, in diesem Fall werden einzelne Erneuerbare

* Jungautoren

Energien Anlagen abgeregelt. Tritt trotz vorbeugender Maßnahmen eine physikalische Überlastung von Teilen des Stromnetzes auf, können weitere Redispatch- als auch Einspeisemanagementmaßnahmen angefordert werden, bevor eine Abschaltung einer Leitung vorgenommen werden muss. Redispatch und Einspeisemanagement betreffen typischerweise Stromerzeugungsanlagen, allerdings könnten auch Verbraucher zur Problembeseitigung genutzt werden. Jedoch schrecken Verbraucher vor einer Vermarktung ihrer schaltbaren Lasten größtenteils noch zurück und häufig ist eine Teilnahme an Märkten mit verhältnismäßig hohen Anforderungen verknüpft [3].

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass gerade die energieintensive Industrie aufgrund einzelner stromintensiver und gleichzeitig flexibilisierbarer Prozesse für ein Lastmanagement geeignet ist [22]. Durch Verschiebung, Reduzierung bzw. Abschaltung oder Erhöhung bzw. Zuschaltung von Prozessen können verhältnismäßig hohe Leistungen zur Verfügung gestellt werden. Einige Unternehmen dieser Branchen sind bereits am Regelleistungsmarkt (vorwiegend Minutenreserve) aktiv, andere Betriebe nutzen die Flexibilität der Prozesse zur optimierten Beschaffung an der Strombörse. Die Diskussion über den möglichen Beitrag von Lastmanagement zur Erhöhung der Versorgungssicherheit war bislang von dem verfügbaren Leistungspotenzial geprägt. Allerdings kommt auch der regionalen Verteilung der Lastmanagementpotenziale eine wesentliche Bedeutung zu. Diese Informationen können wiederum für diverse Maßnahmen im Rahmen des Engpassmanagements genutzt werden. Die vorliegende Untersuchung liefert daher die Basis, um die einzelnen Lastmanagementpotenziale regional auszuweisen.

Ein weiterer Einsatz von Lastmanagement ist die Bereitstellung von Regelleistung, allerdings ist hier die regionale Komponente nur sehr begrenzt von Interesse. Übertragungsnetzbetreiber können einen Kernanteil an Regelleistung ausweisen, der auch physikalisch in ihrer Regelzone liegt, eine Auswertung dieser Daten hat jedoch ergeben, dass in den Jahren 2012 und 2013 nur in einer von vier Netzregionen und lediglich in wenigen Monaten ein Kernanteil ausgeschrieben wurde.

2 Methodische Vorgehensweise

Im Rahmen einer Literaturrecherche werden zunächst die verschiedenen Veröffentlichungen zum Thema Lastflexibilisierung / Demand Side Management / Demand Response miteinander verglichen. Für die Abschätzung des regionalen Potenzials werden verschiedene Parameter, wie beispielsweise spezifischer Stromverbrauch pro produzierter Tonnage, Produktionsmengen und –kapazitäten einzelner Standorte, mittlere Betriebsstunden sowie flexibilisierbarer Anteil der Last herangezogen.

Abschließend werden die regionalen, ermittelten Lastmanagementpotenziale verschiedenen Möglichkeiten des Engpassmanagements gegenübergestellt. Durch flexibilisierbare Industrieprozesse kann ebenfalls ein Beitrag zum Redispatch- oder Einspeisemanagement geleistet werden. Es gilt daher, die in Deutschland und Österreich vorhandenen regionalen Potenziale zu identifizieren und im ersten Schritt darzustellen. In weiteren Arbeitsschritten werden die Auswirkungen von flexibilisierbaren industriellen Lasten auf das Engpassmanagement detaillierter untersucht.

2.1 Definitionen

Lastflexibilisierung und Lastmanagement-Potenzial

Lastflexibilisierung kann ersatzlose Lastreduzierung oder Lastverschiebung im Vergleich zum üblichen Betrieb bedeuten. Die Lastreduzierung erfordert kein Nachholen, während bei der Lastverschiebung eine Reduzierung oder Abschaltung eine vor- oder nachgelagerte Lasterhöhung erfordert, um keine Produktionsminderung zu verursachen. Das Lastmanagement-Potenzial beschreibt in diesem Fall die mögliche positive oder negative Leistung, die durch Lastverschiebung (Lastreduzierung und –erhöhung) von Verbrauchern, zur Verfügung gestellt werden kann.

Engpassmanagement

Unter Engpassmanagement werden verschiedene Maßnahmen eines Netzbetreibers zur Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit bzw. zur Vermeidung von Leitungsüberlastungen durch Netzengpässe zusammengefasst. Beispielsweise sind hier Redispatch- oder Einspeisemanagementmaßnahmen sowie Maßnahmen bei einer physikalischen Netzüberlastung zu nennen.

Redispatch

Bei Redispatchmaßnahmen handelt es sich meist um präventive Eingriffe des Übertragungsnetzbetreibers in die Erzeugungsleistung von Kraftwerken mit dem Ziel, Leitungsabschnitte vor einer Überlast zu schützen und die Versorgungssicherheit nicht zu beeinträchtigen. Bei dem Redispatch werden Erzeugungsanlagen in dem kritischen Zeitfenster auf der einen Seite des Netzengpasses herunter- und im Gegenzug auf der anderen Seite hochgefahren. Der Eingriff kann sowohl zur Vorbeugung als auch zur Behebung von Leitungsüberlastungen erfolgen [21].

Einspeisemanagement

Einspeisemanagement ist die letzte proaktive Maßnahme des Netzbetreibers im Rahmen des Engpassmanagements. Hierbei werden Erneuerbare Energien Anlagen ab einer Leistung von mehr als 100 kW (bei Photovoltaik über 30 kW) in drei Schritten (60 %, 30 %, 0 % der Leistung, [1]) zwangsabgeregelt, wenn die Gefahr einer Netzüberlastung besteht, wodurch ein Engpass bei der Versorgungssicherheit entstehen würde. Das Engpassmanagement kann auch als reaktive Maßnahmen eingesetzt werden.

Physikalische Netzüberlastung

Eine physikalische Netzüberlastung tritt auf, wenn sämtliche präventive Maßnahmen nicht in ausreichendem Maß zur Reduzierung der Netzüberlastung beigetragen haben. In diesem Fall kann es zu einem Engpass in der Versorgungssicherheit kommen. Die Netzbetreiber reagieren in diesem Fall mit Schaltungen.

Regelleistung

Diese ist notwendig, um unvorhergesehene Leistungsschwankungen im Stromnetz kurzfristig auszugleichen. Die Verantwortlichkeit liegt hier beim Übertragungsnetzbetreiber. Ziel ist es, gewonnene und entnommene Leistung inklusive Transportverluste im Stromnetz im Gleichgewicht zu halten. Eine konstante Netzfrequenz ist die Grundlage einer sicheren

Netzversorgung, weshalb diese Frequenz mittels folgender Mechanismen möglich konstant gehalten wird:

- Primärregelenergie
- Sekundärregelenergie
- Minutenreserve (Tertiärregelenergie)

2.2 Betrachtete Prozesse in der energieintensiven Industrie

Im Rahmen einer Literaturrecherche wurden die unterschiedlichen energieintensiven Prozesse hinsichtlich ihrer Eignung für das Lastmanagement identifiziert und ausgewählt. Für die regionale Potenzialermittlung wurden folgende Prozesse der oben genannten Branchen ausgewählt:

- Aluminiumelektrolyse für Primäraluminiumherstellung
- Elektrolichtbogen-Öfen in der Stahlproduktion
- Holzschleifer und Refiner in der Papierindustrie
- Chlorelektrolyse in der Chemieindustrie (Membran- und Amalgam-Verfahren)
- Roh- und Zementmühlen in der Zementindustrie

Die Prozesse weisen im Allgemeinen eine hohe installierte Leistung auf, können aufgrund von Speichermöglichkeiten zeitlich flexibel betrieben oder zeitweise in Teillast gefahren werden.

3 Ermittlung des regionalen Lastmanagement-Potenzials

Die regionalen Lastmanagement-Potenziale wurden standortscharf für die einzelnen Branchen bestimmt. Für die regionale Darstellung wurde der Stromverbrauch der einzelnen Unternehmen für die jeweiligen Prozesse bestimmt. Dieser ergibt sich aus den Produktionsmengen je Standort und dem spezifischen Stromverbrauch, der pro produzierter Tonne Produkt aufgewendet werden muss. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Benutzungsstunden der Prozesse wird auf die mittlere Last der Produktionsanlagen zurückgeschlossen. Die meisten Anlagen können aufgrund von technischen Einschränkungen oder produktionsbedingt nicht zu 100 % flexibel betrieben werden, weshalb nur ein unterschiedlich hoher Anteil letztendlich als Lastmanagement-Potenzial zur Verfügung steht. Durch Kenntnis der mittleren Last je Prozess und Unternehmen sowie des flexibilisierbaren Anteils können die Potenziale regional ausgewiesen werden. Es ergibt sich eine nach Landkreisen bzw. Bezirken differenzierte regionale Aufteilung der Lastmanagementpotenziale.

Belastbarkeit der Ergebnisse

Da lediglich Angaben zu den mittleren Betriebsstunden, mittleren spezifischen Stromverbräuchen und den mittleren flexibilisierbaren Lastanteilen für die gesamte Branche vorliegen, können die Potenziale einzelner Standorte geringfügig von dem ausgewiesenen regionalen Potenzial abweichen.

Die für die Berechnung herangezogenen Betriebsstunden, spezifische Stromverbräuche und die flexibilisierbaren Lasten wurden in der Studie „Lastmanagement als Beitrag zur Deckung des Spitzenlastbedarfs in Süddeutschland“ erhoben [3].

Tabelle 1: Ausgangsdaten zur Berechnung der regionalen Potenziale energieintensiver Prozesse [2, 3]

Branche	Benutzungsstunden h/a	Spezifischer Stromverbrauch kWh/t _{Produkt}	Flexibilisierbare Last -
Aluminiumindustrie	6.100	15.875	25 %
Stahlindustrie	6.100	423	75 %
Papierindustrie			
<i>Holzschliff</i>	7.500	2.090	100 %
<i>Refiner</i>	7.500	2.640	100 %
Chlorindustrie			
<i>Amalgamverfahren</i>	7.700	3.200	60 %
<i>Membranverfahren</i>	7.700	2.500	60 %
Zementindustrie			
<i>Klinkerproduktion</i>	5.500	26	40 %
<i>Zementproduktion</i>	5.500	45	40 %

3.1 Regionales Lastmanagement-Potenzial in der Stahlindustrie

Neben den Hochofenverfahren wird in Deutschland und Österreich auch Elektrostahl hergestellt. Mittels eines elektrischen Lichtbogens werden Temperaturen von ca. 3.500 °C erreicht, wodurch das Eingabegut wie Schrott, Eisenschwamm oder Roheisen aufgeschmolzen wird. In Deutschland gibt es 19 Standorte mit Elektrostahlherstellung, in Österreich sind es drei.

Die Ergebnisse für das Lastmanagementpotenzial der Elektrostahlproduktion in Deutschland und Österreich sind in Abbildung 1 dargestellt.

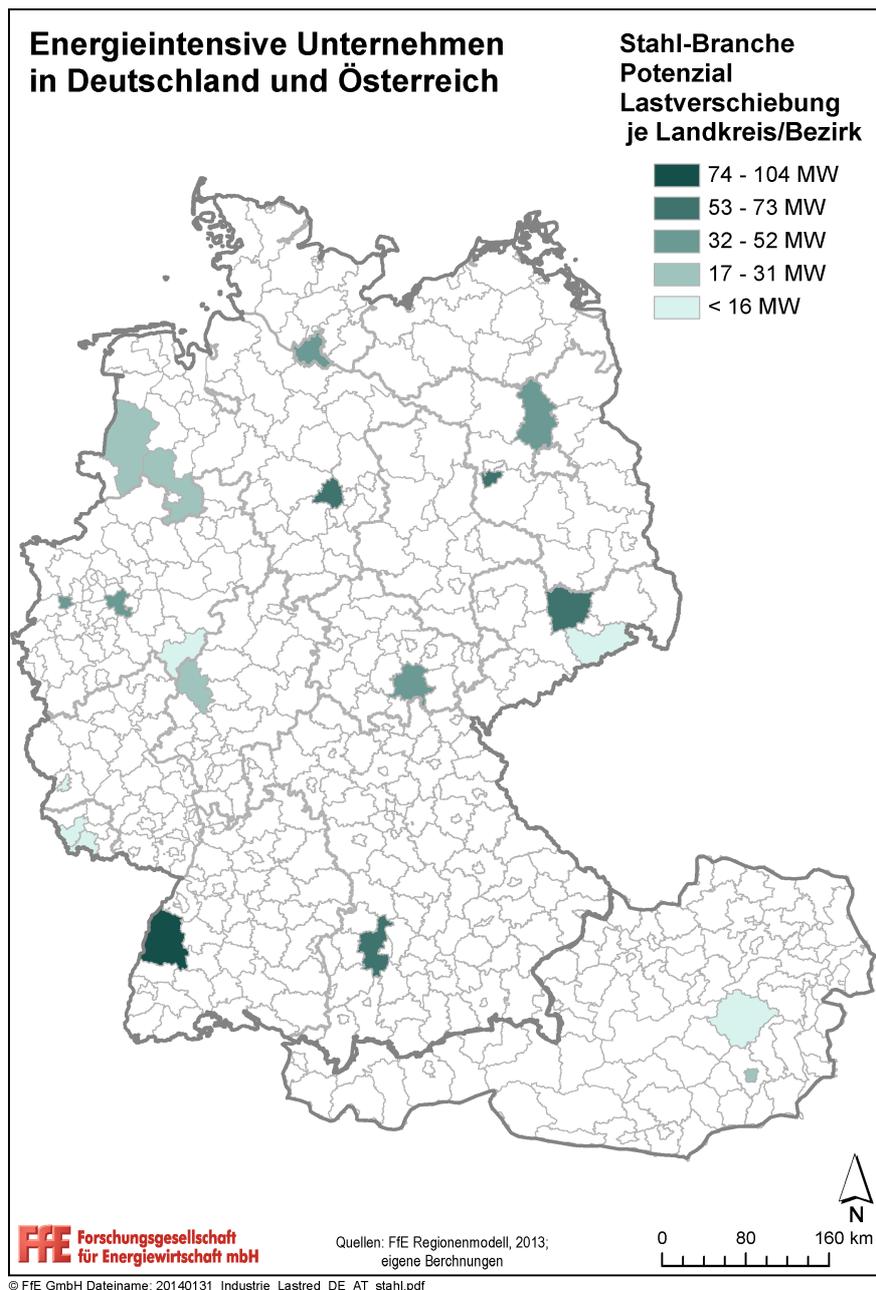


Abbildung 1: Regionales Lastmanagementpotenzial der Elektrolightbogen-Öfen in der Stahlindustrie [eigene Berechnungen, 4]

Grundlage für die Berechnung sind die tatsächlichen Produktionsmengen der einzelnen Werke aus dem Jahr 2012 [5, 6]. Insgesamt liegt das Lastmanagementpotenzial durch die Flexibilisierung von Elektrolightbogen-Öfen in der Stahlindustrie bei ca. 718 MW (Deutschland) und ca. 33 MW (Österreich).

3.2 Regionales Lastmanagement-Potenzial in der Aluminiumindustrie

In der Aluminiumindustrie wird nur die Herstellung von Primäraluminium für die Bestimmung des Lastmanagementpotenzials berücksichtigt. In Deutschland gibt es vier Aluminiumhütten, die Primäraluminium mittels Elektrolyse herstellen. Die Berechnung basiert auf den

Produktionskapazitäten der einzelnen Werke [7]. Mittels der gesamten Produktionsmenge kann eine durchschnittliche Auslastung pro Werk bestimmt werden [8, 9, 10, 11]. Durch diese Näherung können die Potenziale einzelner Standorte von den ausgewiesenen regionalen Potenzialen in Abbildung 2 abweichen. In Deutschland ergibt sich ein Gesamtpotenzial von ca. 270 MW in der Aluminiumindustrie.

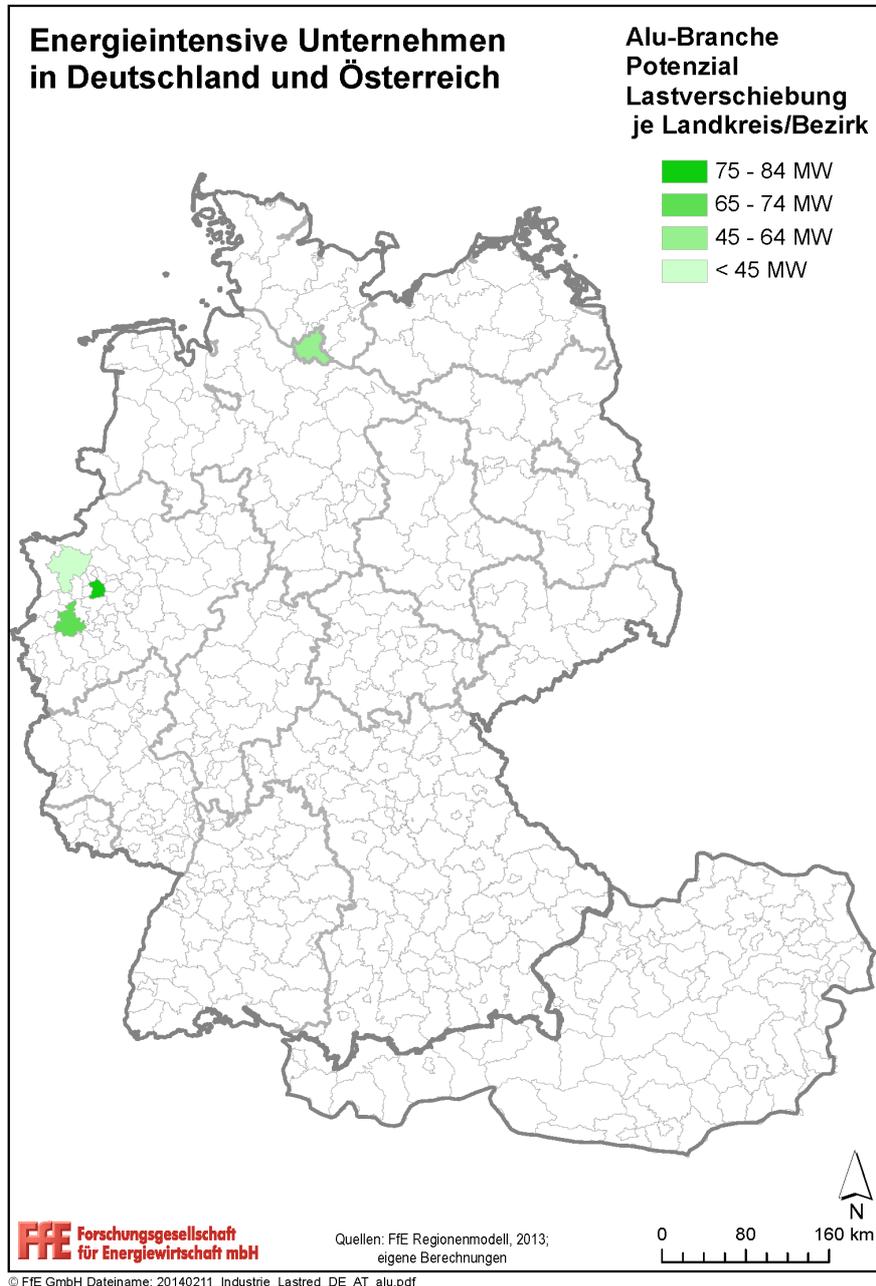


Abbildung 2: Regionales Lastmanagementpotenzial der Elektrolyse in der Aluminiumindustrie [eigene Berechnungen, 4]

In Österreich wird nur Sekundäraluminium hergestellt. Aufgrund der geringen Stromintensität des Vorgangs findet es keine Berücksichtigung hinsichtlich des Lastmanagements.

3.3 Regionales Lastmanagement-Potenzial in der Papierindustrie

Für die Papierproduktion wird als ein Rohstoff Holzstoff eingesetzt. Holzstoff wird durch die Zelfaserung von Holz hergestellt. Dabei wird zwischen dem mechanischen Schliff-Verfahren und dem Refiner-Verfahren unterschieden. Bei der mechanischen Herstellung werden große entrindete Holzstücke unter Zugabe von heißem Wasser gegen rotierende Schleifsteine gepresst. Beim TMP-Verfahren (Thermomechanical pulp, Refiner-Verfahren) werden Hackschnitzel bei Temperaturen von bis zu 140 °C in einem Refiner zersäht. Zudem kann der Holzschliff in einem chemo-thermischen Verfahren erzeugt werden, dieses wird jedoch in Deutschland und Österreich nicht angewendet.

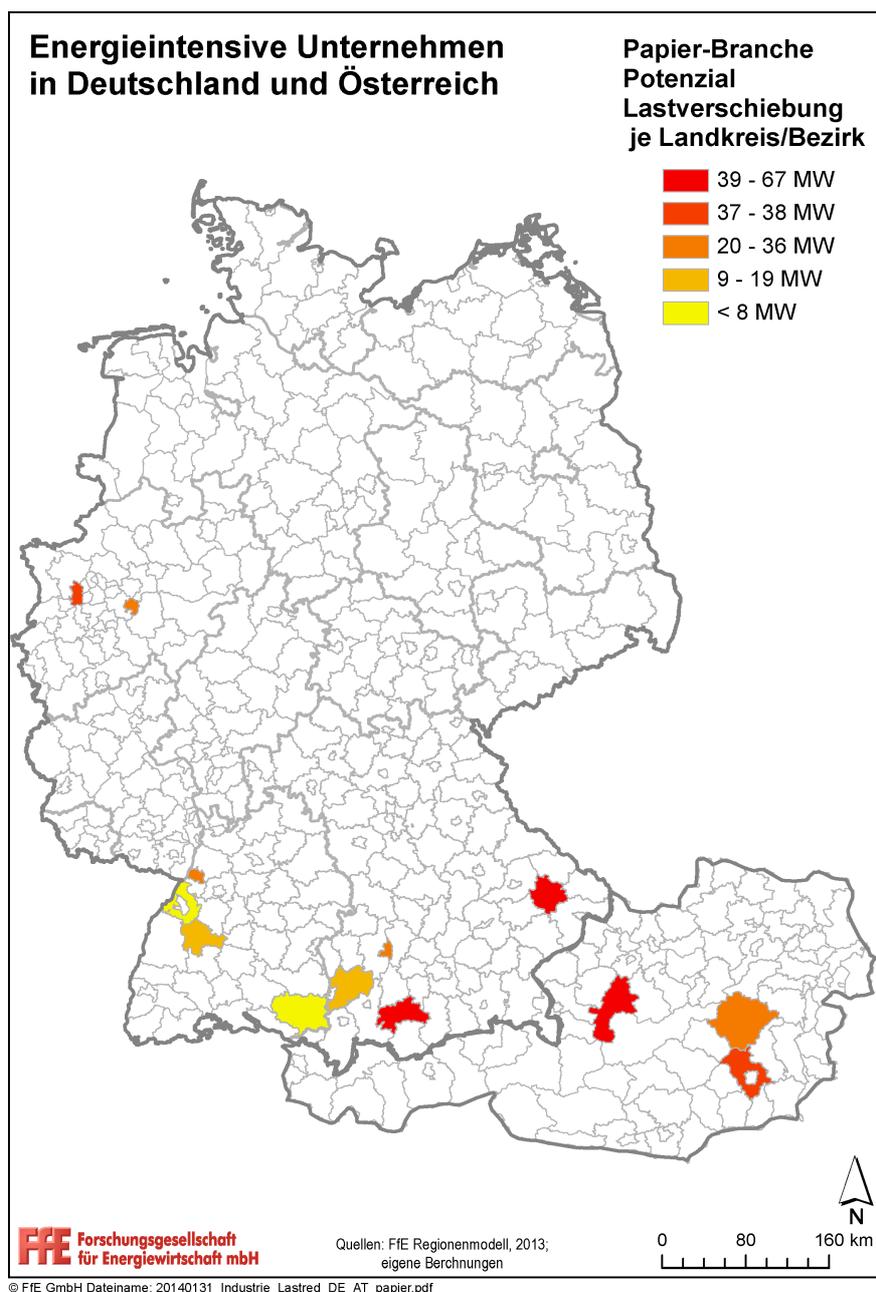


Abbildung 3: Regionales Lastmanagementpotenzial der Holzstoff-Schleifer und Refiner in der Papierindustrie [eigene Berechnungen, 4]

Für die Holzstoffproduktion liegen keine regional aufgeschlüsselt Daten vor. Eine Abschätzung wurde mittels der Produktionskapazitäten von Papier pro Standort und einer mittleren Auslastung von ca. 82 % vorgenommen [12].

Beide Verfahren (mechanisches und Refinerverfahren) eignen sich für ein Lastmanagement und werden an verschiedenen Standorten bereits aktiv betrieben. Das gesamte Lastmanagement-Potenzial in Deutschland beläuft sich in der Papierindustrie auf ca. 310 MW und in Österreich auf ca. 110 MW.

3.4 Regionales Lastmanagement-Potenzial in der Zementindustrie

Die energieintensivsten Prozesse in einem Zementwerk sind die unterschiedlichen Mühlen als auch die Öfen (Brennen des Klinkers). Für die Produktion von Klinker, einem Zwischenprodukt in der Zementherstellung, werden Rohmühlen eingesetzt. Für die abschließende Zementherstellung kommen Zementmühlen für die Zerkleinerung zum Einsatz. Beide Mühlenarten sind sehr energieintensiv, aber nicht jedes Zementwerk verfügt über eine eigene Klinkerproduktion [13, 14]. Anhand der Produktionsmengen des Jahres 2012 von Klinker und Zement in Deutschland und Österreich und einer Einteilung der Werke in unterschiedlichen Größenklassen konnten in erster Näherung die standortspezifischen Produktionsmengen und somit die Lastmanagementpotenziale abgeschätzt werden [13, 15].

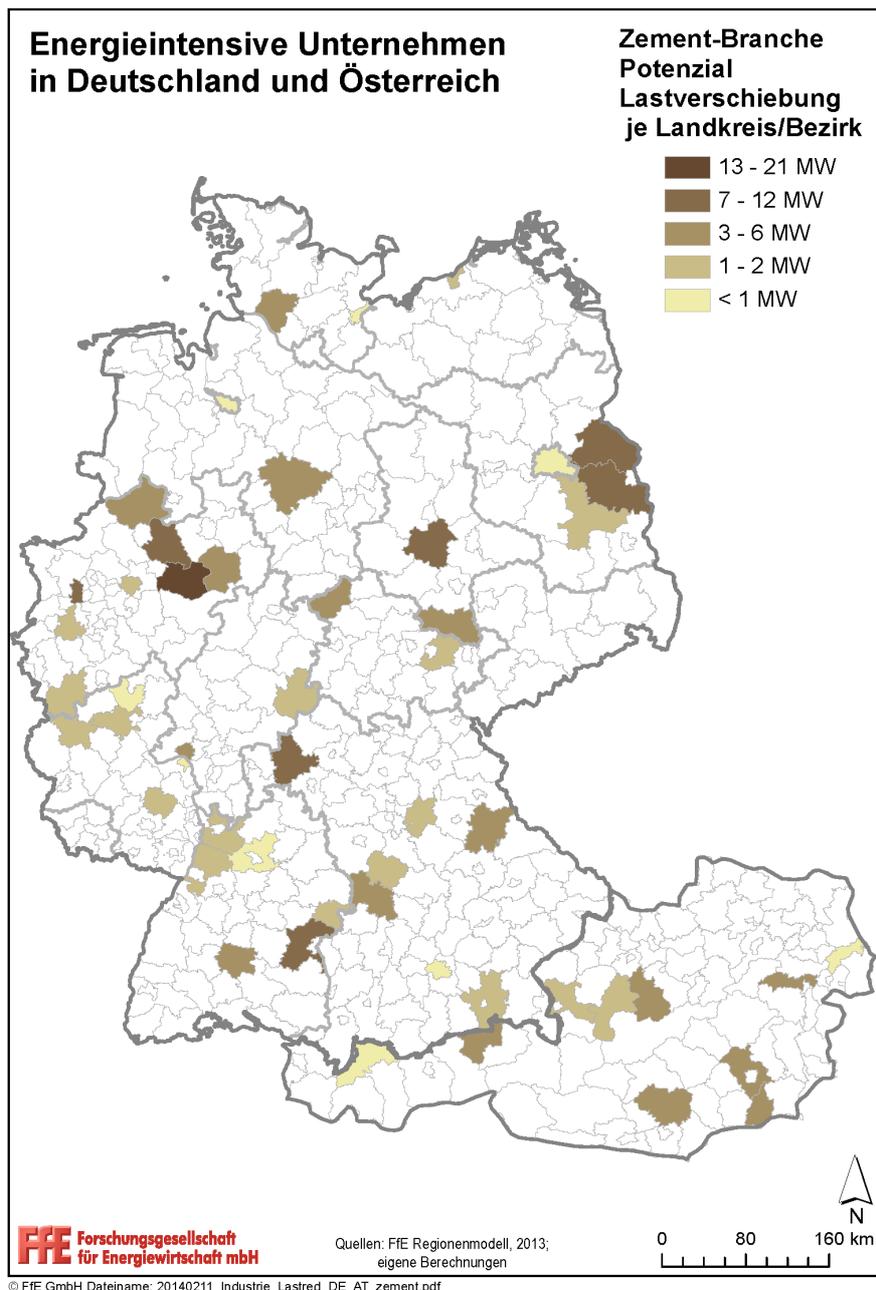


Abbildung 4: Regionales Lastmanagementpotenzial der Zement- und Rohmühlen in der Zementindustrie [eigene Berechnungen, 4]

Daher ergibt sich für Deutschland ein Potenzial von ca. 150 MW, für Österreich beläuft sich dieses auf ca. 20 MW.

3.5 Regionales Lastmanagement-Potenzial in der Chlorindustrie

Für die Herstellung von Chlor gibt es in der Industrie drei unterschiedliche Verfahren: Das Amalgam-Verfahren, das Diaphragma-Verfahren und das Membran-Verfahren. Aufgrund der Notwendigkeit einer Quecksilber-Kathode wird das Amalgam-Verfahren in den letzten Jahren vermehrt durch das Membran-Verfahren abgelöst. Für das Lastmanagement eignen sich jedoch nur das Amalgam- und das Membran-Verfahren, für welche die einzelnen Standorte

identifiziert wurden. In Deutschland gibt es insgesamt 19 Standorte, an denen Chlor hergestellt wird. In Österreich beschränkt sich die Chlorherstellung auf ein Werk. Ähnlich dem Vorgehen bei Aluminium wurden die Produktionsmengen pro Standort anhand der mittleren Auslastung sowie den jeweiligen Standortkapazitäten bestimmt [16, 17].

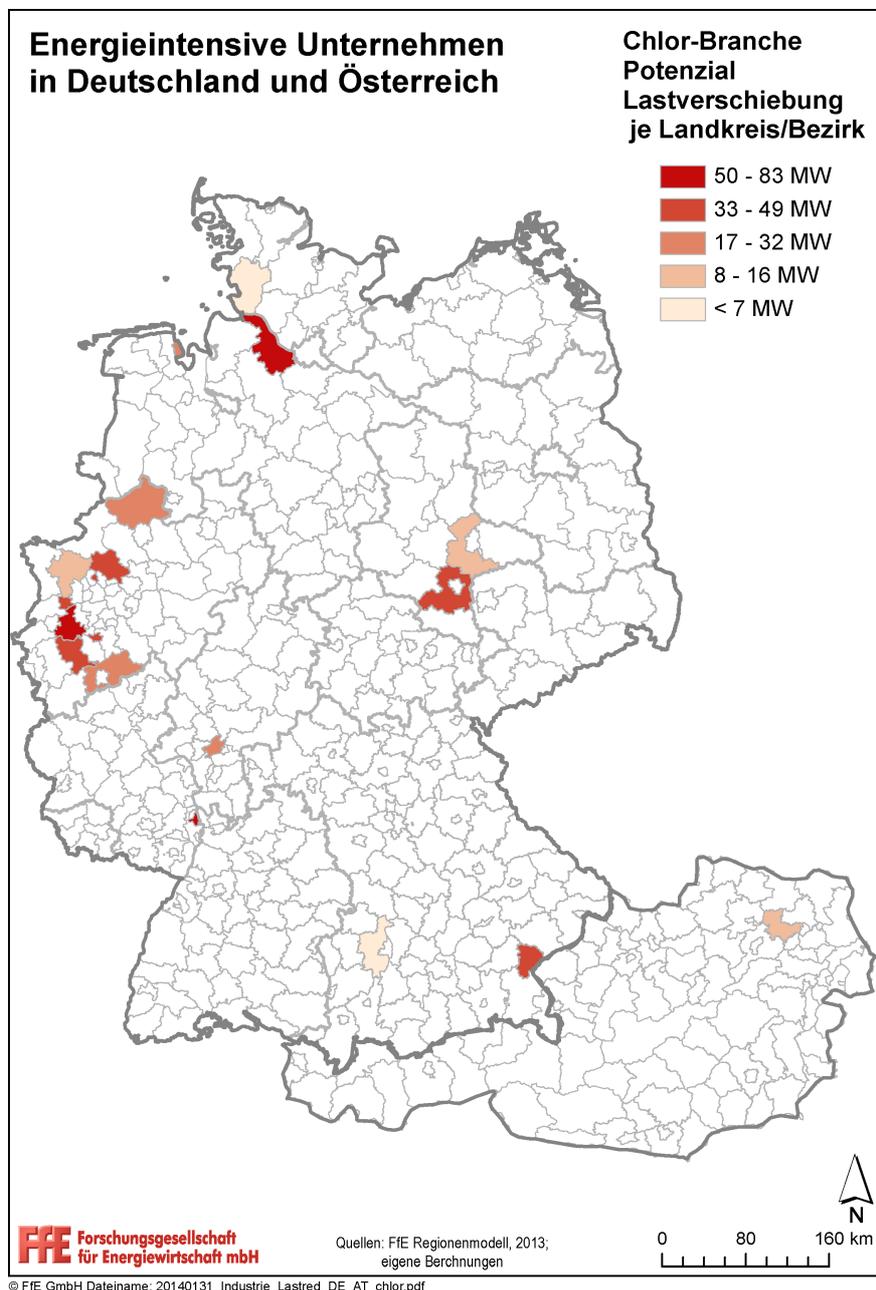


Abbildung 5: Regionales Lastmanagementpotenzial der Chlorelektrolyse in der Chlorindustrie [eigene Berechnungen, 4]

Insgesamt ergibt sich ein Lastmanagement-Potenzial in Deutschland von ca. 590 MW und in Österreich von ca. 10 MW¹.

¹ Je nach Quelle gibt es für 2012 unterschiedliche Angaben zur Chlorproduktionsmenge in Deutschland. Als untere Abschätzung wurde die Produktionsmenge des Verbandes der Chemischen Industrie (VCI) verwendet. Berechnung nach den Angaben von Euro Chlor ergeben ein um ca. 10 % höheres Lastmanagementpotenzial [16].

3.6 Möglicher Beitrag energieintensiver Prozesse zur Versorgungssicherheit

Aufgrund des immer stärkeren fluktuierenden und nur begrenzt prognostizierbaren Energieangebots in Deutschland nimmt eine flexibilisierbare Last einen immer höheren Stellenwert ein. Wie hoch dieser Beitrag der energieintensiven Prozesse sein kann, zeigen folgende Auswertungen.

3.6.1 Redispatch

In Abbildung 6 sind die Redispatch-Maßnahmen im Zeitraum April bis Dezember 2013 der einzelnen Kraftwerke als Punkte dargestellt. Die Größe entspricht der jeweils geleisteten Arbeit und die durch die Farbgebung kann zwischen Leistungserhöhung (grüne Kreise) und -reduktion (rote Kreise) unterschieden werden. Blau hinterlegt ist die pro Landkreis potenzielle Lastverschiebung in MW für die untersuchten energieintensiven Branchen.

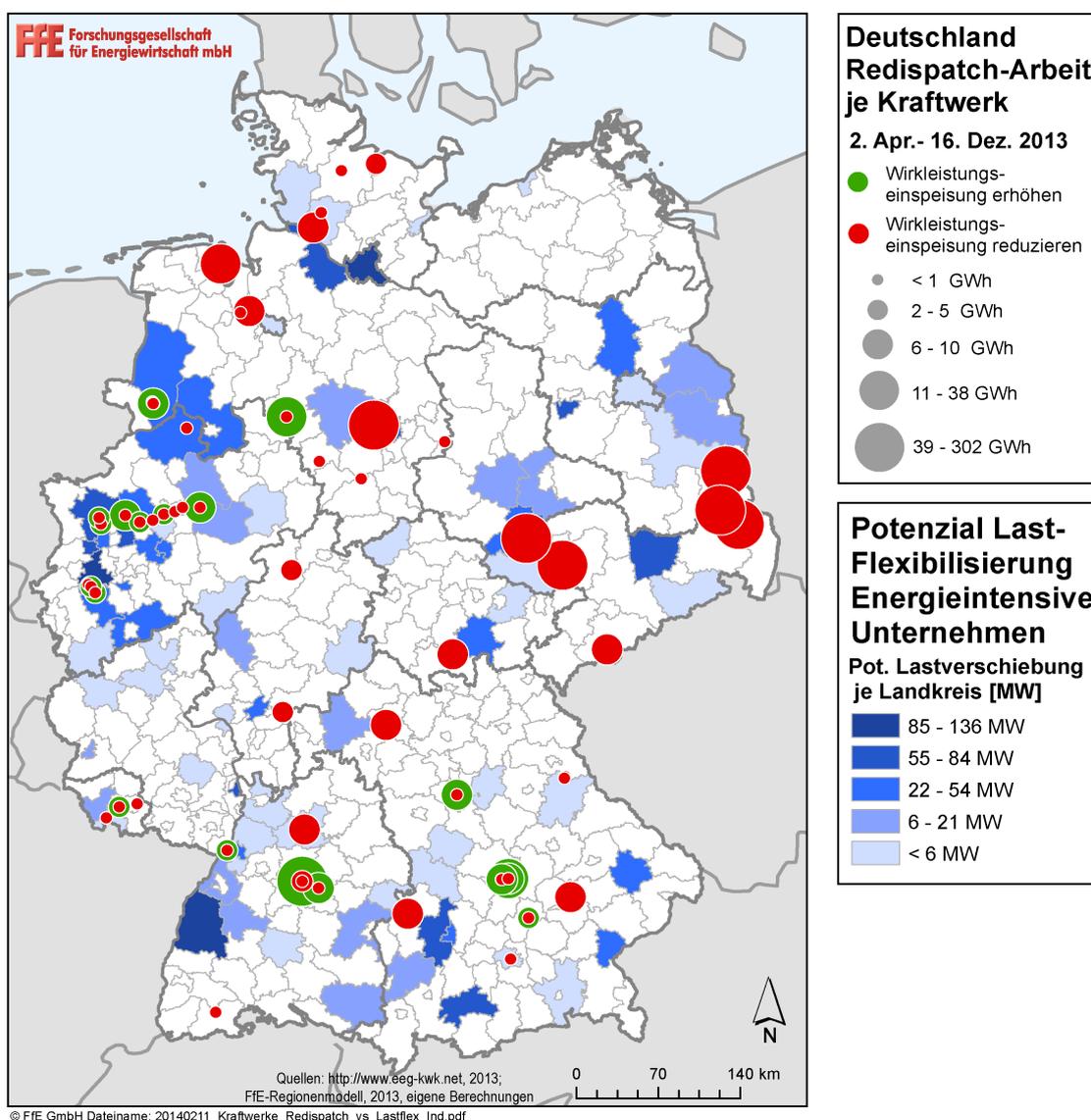


Abbildung 6: Redispatch-Arbeit je Kraftwerk und regionale Lastmanagementpotenziale energieintensiver Prozesse (2. April bis 16. Dezember 2013) [4, 18, eigene Berechnungen]

Es ist zu erkennen, dass im Norden und Osten tendenziell eine Reduzierung der Wirkleistungseinspeisung erfolgt, wohingegen im Westen und Süden bei einigen Anlagen die Wirkleistungseinspeisung erhöht wurde. Vor allem im Ruhrgebiet mussten Kraftwerke in diesem Zeitraum etwa 6 bis 10 GWh/Anlage mehr Energie ins Netz einspeisen. Gleichzeitig ist dort das Reduktionspotenzial energieintensiver Prozesse sehr hoch. Anstatt ausschließlich die Einspeiseleistung von Kraftwerken zu erhöhen, könnten in Zukunft energieintensive Prozesse ihre Last verschieben und dadurch einen Beitrag zum Redispatch leisten.

Derzeit erfolgen Redispatch fast ausschließlich auf Höchst- und Hochspannungsebene. Die Spannungsebene von Industriebetrieben variiert, jedoch ist davon auszugehen, dass auch eine Leistungserhöhung oder –reduzierung auf geringerer Spannungsebene zu einer Entlastung auf höherer Ebene führt.

3.6.2 Physikalische Netzüberlastung

Abbildung 7 zeigt beispielhaft die Auswertung der Leitung Remptendorf – Redwitz bezüglich des Grads der Netzauslastung. Bis etwa 850 MW wird die Situation als unkritisch eingestuft, bis etwa 1.200 MW gilt sie bereits als kritisch und darüber stellt sich ein extrem kritischer Grad der Netzauslastung ein. Die maximale Last lag im Zeitraum von März 2012 bis Februar 2013 bei etwa 1.800 MW. Die Überlastung lag somit bei maximal 1 GW. Hinzu kommt, dass diese sehr kritischen Situationen meist über längere Zeiträume vorliegen.

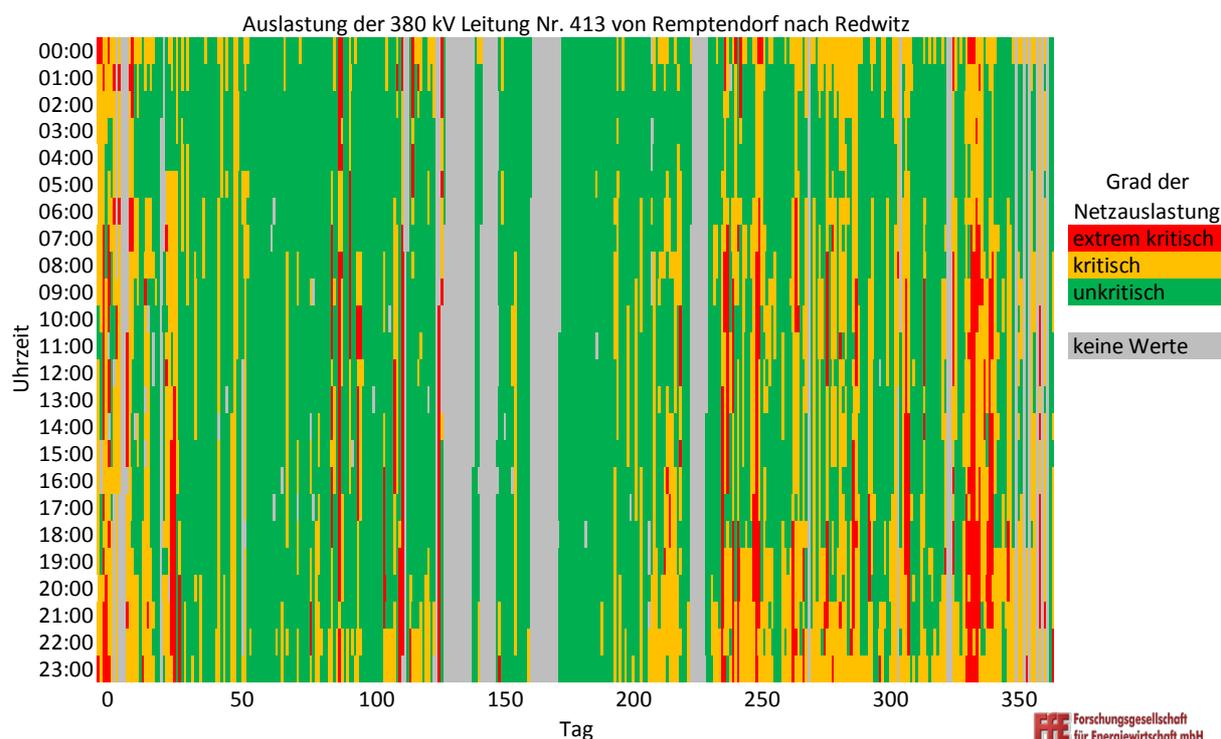


Abbildung 7: Auslastung der 380 kV Leitung (Nr. 413) von Remptendorf nach Redwitz im Zeitraum März 2012 bis Februar 2013 [eigene Darstellung nach 19]

Auch in diesem Bereich kann die Lastreduktion gerade bei energieintensiven Prozessen einen Beitrag leisten, allerdings sind weitere Auswertungen hinsichtlich Grad der Netzauslastung in Kombination mit deren Dauer notwendig. Auf industrieller Seite muss bestimmt werden, welche Anlagen über welche Zeiträume und wie häufig zur Verfügung

stehen würden. Derzeit wird von einer Zeitdauer von überwiegend etwa zwei Stunden pro Abruf bei etwa 20 bis 50 Abrufen pro Jahr ausgegangen.

3.7 Einspeisemanagement

Im Rahmen des Einspeisemanagements werden zur Wahrung der Netzstabilität Erneuerbare Energien Anlagen abgeschaltet bzw. vom Netz genommen. In folgender Abbildung sind diese Fälle für die PV-Anlagen und Biomasseanlagen (Nieder- und Mittelspannungsebene) in Bayern dargestellt.

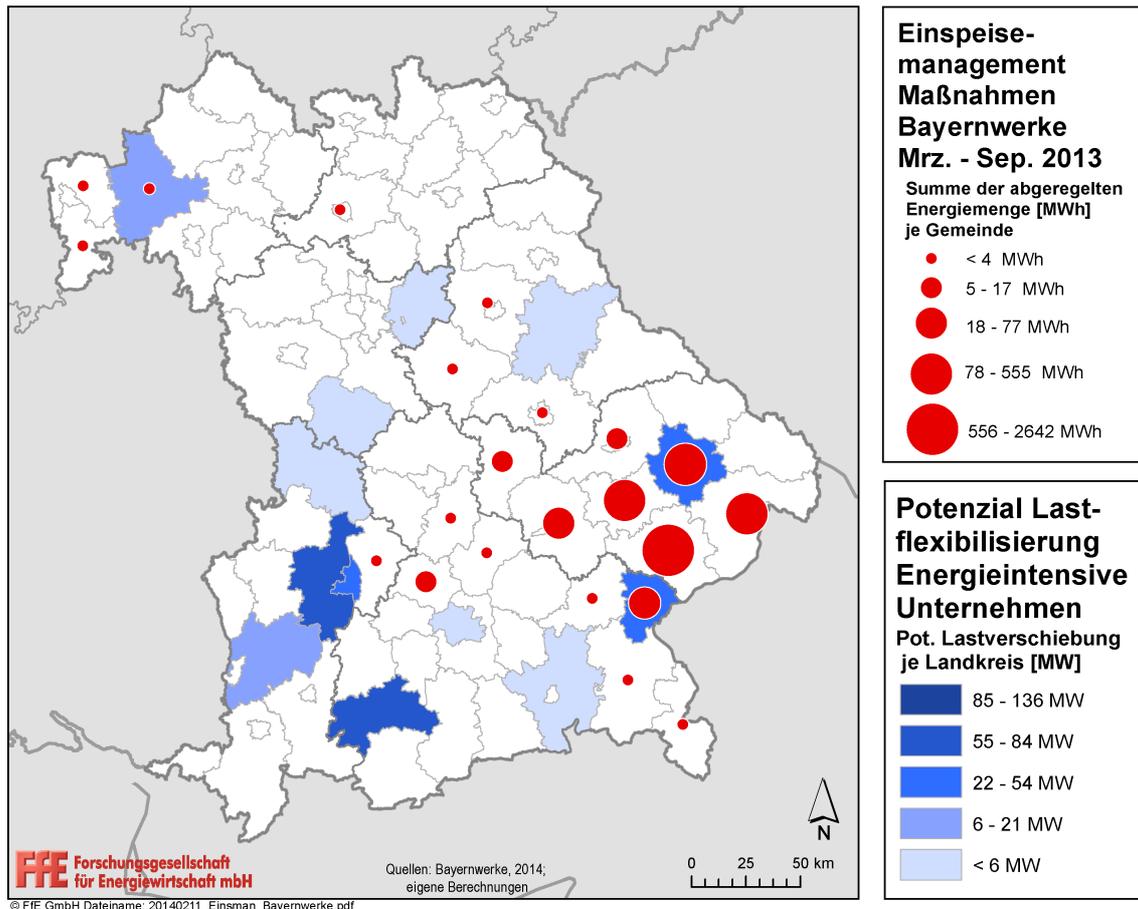


Abbildung 8: Einspeisemanagement-Maßnahmen der Bayernwerke (je Gemeinde) und regionale Lastmanagementpotenziale energieintensiver Prozesse [20, eigene Berechnungen]

Unter der Voraussetzung, dass die Unternehmen nicht zu hundert Prozent ausgelastet sind, besteht die Möglichkeit, Produktionsprozesse zu verschieben. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Last zuerst reduziert oder erhöht wird, entweder wird die entgangene Produktion durch eine Erhöhung der Last nachgeholt oder aber bei vorhandenen Speicherkapazitäten bereits vorproduziert. Die Teillastfähigkeit ist von Branche zu Branche aber auch von der im jeweiligen Unternehmen vorhandenen Infrastruktur abhängig.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die ausgewiesenen regionalen Lastverschiebungspotenziale ergeben eine Basis, um zu berechnen, welchen Beitrag die energieintensive Industrie in Deutschland und Österreich zur Verbesserung der Netzstabilität zukünftig leisten kann.

Es zeigt sich, dass neben dem generellen Nachweis von Potenzialen in der energieintensiven Industrie auch die regionale Verteilung eine entscheidende Rolle spielt. So kann zum Beispiel durch gezielte Lastreduktion im Ruhrgebiet die Leistungserhöhung von regional ansässigen Kraftwerken vermieden werden. Des Weiteren können durch planbare Lastverschiebungen unter der Voraussetzung, dass die Betriebe nicht zu 100 % ausgelastet sind, Lasten flexibilisiert und so die fluktuierende Einspeisung aus den Erneuerbare Energien Anlagen besser ausgenutzt werden.

Dabei ist es jedoch wünschenswert und notwendig, dass Programme entwickelt oder angepasst werden, welche den Unternehmen die Teilnahme an Lastmanagementprogrammen erleichtern oder überhaupt ermöglichen.

Die Höhe der regional hoch aufgelösten (größtenteils Standortscharf) ausgewiesenen Potenziale ist aufgrund der teilweise begrenzten Datenlage als Richtwert zu sehen und kann im Einzelfall vom standortspezifischen Potenzial etwas abweichen. Des Weiteren sind die praktischen Potenziale immer von der momentanen Auftragslage und der Bereitschaft der Unternehmen dies auch bereitzustellen abhängig. Die regionalisierte Ausweisung der Potenziale ermöglicht jedoch eine grundsätzliche Untersuchung des möglichen Beitrags aus Lastverschiebung der energieintensiven Industrien zum Engpassmanagement. In einem nächsten Schritt können diese Potenziale konkret quantifiziert werden.

Die Arbeit entstand in dem Projekt „Merit Order der Energiespeicherung im Jahr 2030“, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen der Förderinitiative Energiespeicher zusammen mit 13 Industriepartnern gefördert wird.

Literatur

- [1] Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz - Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz. Berlin: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW), 2008
- [2] Buber, Tim, Gruber, Anna, Klobasa, Marian, von Roon, Serafin: Lastmanagement für Systemdienstleistungen und zur Reduktion der Spitzenlast, Vierteljahresheft zur Wirtschaftsforschung, DIW-Berlin, Berlin 2013
- [3] Buber, Tim; Gruber, Anna; von Roon, Serafin; Hüneke, Marie; Klobasa, Marian; Angerer, Gerhard; Schleich, Joachim; Friedrichsen, Nele; Lüllmann, Arne: Lastmanagement als Beitrag zur Deckung des Spitzenlastbedarfs in Süddeutschland. Berlin: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) 2013
- [4] Schmid, Tobias; Beer, Michael (2010): Das Regionenmodell – Basis detaillierter Analysen von Energieversorgungskonzepten. In: Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 2 (ISBN 9783935317573). Neuruppin: TK Verlag Karl ThoméKozmiensky
- [5] Die bedeutendsten Standorte der Stahlerzeugung in Deutschland. Düsseldorf: Wirtschaftsvereinigung Stahl, 2013
- [6] Telefonische Mitteilungen verschiedener Unternehmen der Stahlindustrie in Österreich, Dezember 2013
- [7] Produktion von Rohaluminium in: <http://www.aluinfo.de/index.php/produktion.html>. Düsseldorf: Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V., 2013
- [8] Produktionsmengen der Aluminiumherstellung am Standort Essen in: <http://www.trimet.de/essen.html>. Essen: TRIMET Aluminium SE, 2013
- [9] Produktionsmengen der Aluminiumherstellung am Standort Hamburg in: <http://www.trimet.de/hamburg.html>. Hamburg: TRIMET Aluminium SE, 2013
- [10] Produktionsmengen der Aluminiumherstellung am Standort Voerde in: <http://www.voerdal.com/index.php?id=23>. Voerde: Voerde Aluminium GmbH, 2013
- [11] Produktionsmengen der Aluminiumherstellung am Standort Neuss in: <http://www.hydro.com/de/Deutschland/Uber-uns/Standorte/Neuss-Hydro-Aluminium-Rolled-Products-GmbH/>. Neuss: Hydro Aluminium Rolled Products GmbH, 2013
- [12] Papier 2013 - Ein Leistungsbericht. Bonn: Verband Deutscher Papierfabriken e.V., 2013
- [13] Zahlen und Daten - Zementindustrie in Deutschland 2013. Düsseldorf: Verein Deutscher Zementwerke e.V., 2013
- [14] Baaske, Wolfgang E.; Lancaster, Bettina; Reisinger, Harald; Strigl, Alfred: Österreichische Zementstandorte - Impulsgeber für die Region. Wien: Zement + Beton Handels- und Werbeges.m.b.H. , 2009
- [15] Mauschwitz, Gerd: Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie - Berichtsjahr 2012. Wien: Technische Universität Wien, 2013

- [16] Chlorine Industry Review 2012-2013. Brüssel: Euro Chlor, 2013
- [17] Chemiewirtschaft in Zahlen 2013. Frankfurt: Verband der Chemischen Industrie e. V., 2013
- [18] Redispatch-Maßnahmen in: <http://www.eeg-kwk.net/de/Redispatch.htm>. Berlin, Dortmund, Stuttgart, Bayreuth: 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TransnetBW GmbH, TenneT TSO GmbH, 2013
- [19] Lastflussdaten im Netzgebiet von 50Hertz in: <http://www.50hertz.com/de/lastflussdaten.htm>. Berlin: 50Hertz Transmission GmbH, 2013
- [20] Einspeisemanagement-Maßnahmen der Bayernwerke in: https://www.bayernwerk.de/pages/eby_de/Netz/Stromeinspeisung/Einspeisemanagement/Veroeffentlichungen/Abgeschlossene_Einsaetze/Detailseite.htm. Regensburg: Bayernwerk AG, 2013
- [21] von Roon, Serafin; Steinert, Corinna: Energienetze in Bayern - Handlungsbedarf bis 2022. München: Bayerischer Industrie- und Handelskammertag BIHK e.V., Verband der Bayerischen Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (VBEW), 2013
- [22] Gruber, Anna; Von Roon, Serafin; Buber, Tim; Gobmaier, Thomas: Lastflexibilisierungspotenziale industrieller Querschnittstechnologien unter Berücksichtigung zunehmender Energieeffizienz - Entwicklungen des Energiebedarfs im Industriebereich in: Vortrag bei der IEWT 2013 in Wien. München: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, 2013