

Lastverschiebungspotenziale in kleinen und mittleren Unternehmen und Erfolgsfaktoren zur Hebung dieser Potenziale

Kurzfassung vom 30.11.2013)

Dieser Bericht wurde im Rahmen eines Auftrags des Österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (*bmvit*), Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien, erstellt. Für den Inhalt sind ausschließlich die Auftragnehmer verantwortlich. Diese Publikation spiegelt nicht zwangsläufig die Meinung des *bmvit* wider.

B.A.U.M. Consult GmbH in Zusammenarbeit mit der Salzburg AG

Michael Wedler, Ludwig Karg, Alexander von Jagwitz, Kerstin Kleine-Hegermann
Georg Baumgartner,
Gotzinger Str. 48-50
81371 München
Tel. +49 89 18935-0
L.Karg@baumgroup.de
www.baumgroup.de

1 Management Summary

Der Bericht wurde 2012/2013 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) von B.A.U.M. Consult GmbH (Alexander von Jagwitz, Michael Wedler, Kerstin Kleine-Hegermann, Ludwig Karg, Christopher Jahn) in Kooperation mit Salzburg AG (Georg Baumgartner) erstellt.

Der Bericht umfasst drei Bereiche:

- Eine Analyse bereits bestehender Studien zum Thema Lastverschiebepotenziale in Österreich (10 Studien) und Deutschland (12 Studien) beschäftigt sich mit den einzelnen Erkenntnissen auf den unterschiedlichen Ebenen der Potenzialhebung (theoretisches, technisches, wirtschaftliches und realisierbares Potenzial).
- Eine Primäruntersuchung von 30 Gewerbebetrieben (KMU) in Salzburg identifiziert realisierbare Lastverschiebepotenziale sowie die Möglichkeiten und Voraussetzungen zur Mobilisierung dieser.
- Empfehlungen zur weiteren Entwicklung von Smart Grids für die Energiewirtschaft, Gestaltung der Rahmenbedingungen (Regulierung und Markt) sowie für die weitere Forschungspolitik.

1.1 Kurzfassung/Keyfacts

- Erkenntnis: Gewerbebetriebe haben ein hohes nutzbares Potenzial zur Lastverschiebung: Ein Drittel der tägl. max. Last ist einmalig viertelstündig verschiebbar (Ergebnis aus Feldtests dieser Studie aus 30 untersuchten Fokus-Betrieben). Insbesondere thermische Flexibilitäten (Kälte, Wärme) sind von Bedeutung. Mehrere MW sind aus technischer Sicht in unterschiedlicher Qualität (Ort, Zeit, Zuverlässigkeit) hebbar. Dies ist abhängig von der Kommunikationsinfrastruktur (Flächenabdeckung, Standards, Geschwindigkeit).
- Erfolgsfaktor: Zur Erschließung seitens Energielieferanten, Netzvertrieb oder Aggregatoren sollte auf bestehende Kommunikationswege und vorhandene Energiemanagementsysteme aufgesetzt werden ohne Produktionsprozesse zu stören (leichte Integration durch Plug&Play-Lösungen, ggf. Prosumermanagement oder Bündelung von Filialen).
- Nutzen: Gewerbliche Flexibilitäten sind flächendeckend verfügbar und somit geeignet für Netzdienstleistungen auf lokaler Ebene *und* generelle Marktaktivitäten (mit wenigen energieintensiven ubiquitären Betrieben, Kläranlagen, Lebensmittelkühlung, Pumpen, KWK lassen sich netzdienliche Effekte knotenscharf organisieren/Ausbaukosten sparen).
- Voraussetzung: Zur Markteinführung sind entsprechende Rahmenbedingungen zu schaffen, die vor allem auch netzseitig orts- & zeitflexible Vergütungsmodelle ermöglichen (Preisgestaltung für Schaltoptionen, Fahrpläne, dynamische Tarife, Marktzugang für kleine Mengen).
- Forschungsbedarf: Es fehlen Kosten-Nutzen-Analysen (Integrationskosten, Systemnutzen, Systembedarf „Preisschilder“ nodal, temporär), folglich ist die ökonomische Bewertung der Netzentlastungs- und EE-Integrationseffekte (Merit Order unterschiedlicher Flexibilitäts-Optionen von Netzausbau über Last- und Erzeugungsmanagement und Speichern in einem Raum-Zeitmuster → Ampelphasen) künftig z.B. in Pilotprojekten zu fokussieren.

1.1.1 Einordnung gewerblicher Flexibilitäten

Unter den Flexibilitäts-Optionen erweist sich die Lastverlagerung in Gewerbebetrieben - insbesondere aus thermischen Anwendungen (Kühlung, Heizen) als „low-hanging-fruit“, wegen geringer Integrationskosten („Merit Order“ der Flexibilitäten) und flächendeckenden Verfügbarkeit (wenn auch zeitlich begrenzt auf Minuten- und Stundenspeicher-Segment).



Abb. 1 Schwankende Erzeugung braucht Flexibilität, Quelle: In Anlehnung an moma 201

Abb. 1 zeigt die Palette der Flexibilitätsoptionen. Lastmanagement (Nachfragesteuerung) kann über preisliche Anreize oder direkte Steuerung organisiert werden.

- Unterschiedliche Flexibilitäts-Optionen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Qualität (Dauer, Zuverlässigkeit) und wirtschaftlichen Attraktivität (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Dementsprechend konkurrieren sie teilweise, sind teilweise auch komplementär.
- Vor allem in Industrie und Gewerbe ist Lastmanagementpotenzial zur Integration des steigenden Anteils an erneuerbaren Energien vorhanden (siehe Kap. 3.2). Dabei vorrangig Kühlanlagen, z.B. zur Bereitstellung von pos. Regelleistung (siehe Abb. 2).

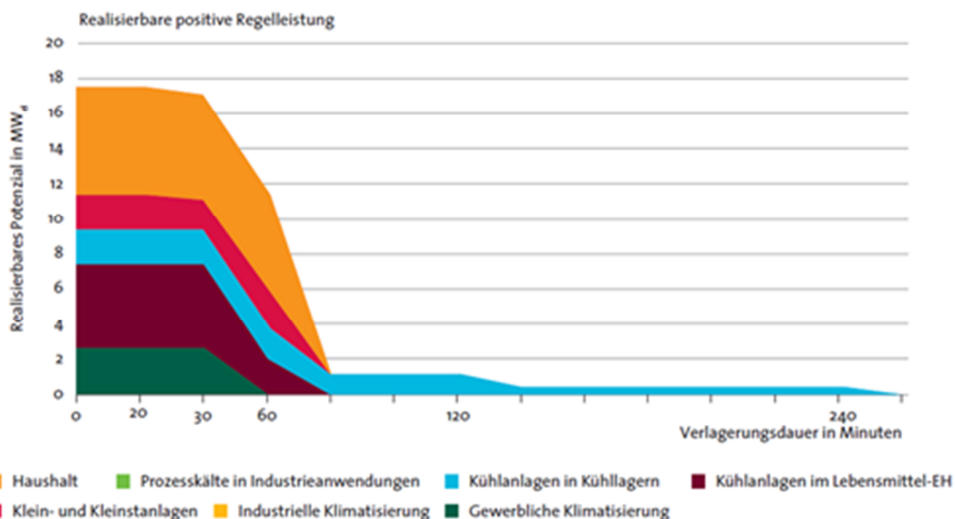


Abb. 2 Realisierbare positive Regelleistung aus Verbrauchsflexibilitäten in MW über Zeit, Quelle: Grein 2009

Abb.2 zeigt die mit der Verlagerungsdauer abnehmenden realisierbaren Flexibilitätspotenziale am Beispiel von positiver Regelleistung. Nur größere Kühlhäuser sind in der Lage, mehre-

re Stunden ihren Verbrauch zu verschieben. Über die Staffelung mehrerer kurzfristiger Einheiten können aber auch längere Verlagerungsdauern aggregiert werden.

1.1.2 Die Kern-Erkenntnisse aus bestehenden Studien

- Lastmanagement wird bisher¹ in deutschen Studien ausführlicher betrachtet als in Österreich. Das Bild über ableitbare Gesamtpotenziale bleibt über alle Studien uneinheitlich.
- Es gibt konkrete Branchen und Elektroanwendungen, die im Fokus der LV-Potenziale stehen (siehe Kap. 1.2.3).
- Thermische Speicher (v.a. Kältespeicher) haben ein hohes Potenzial der LV.
- Derzeit sind die rechtlich-regulatorischen Spielräume zu eng. Die Umsetzung von Geschäftsmodellen zur Ausschöpfung der vorhandenen Flexibilitätspotenziale wird nur bei Änderung von rechtlichen Rahmenbedingungen (z.B. Regulierung) möglich.
- Die Bündelung weniger großer Industriebetriebe besitzt bereits einen großen Hebel.
- Smart Meter und variable Stromtarife sind Grundvoraussetzung für marktfähige Umsetzung von Geschäftsmodellen zur LV.
- Erschließbare Potenziale ergeben sich wirtschaftlich zuerst in der Industrie und im Lebensmittelhandel (höherer techn. Reifegrad der Anlagen, größere Einzellasten, sensibles Lastmanagement).

1.1.3 Die Kern-Erkenntnisse aus der Untersuchung von 30 Gewerbebetrieben in Salzburg

- Die grundsätzliche Bereitschaft zur Lastflexibilisierung ist überraschend hoch. Zahlreiche Betriebe könnten dazu auf ein vorhandenes Energiemanagementsystem (bisher eingesetzt zur Spitzenlastkappung) zurückgreifen.
- Ein Drittel der Maximallast (ca. 5,5 MW) der untersuchten Betriebe ist laut Abfrage der Betriebe 1 x pro Tag für 15 Minuten zu- bzw. abschaltbar. Diese Aussagen fußen auf Erklärungen und nicht auf technischen Umsetzungen. Es ist damit zu rechnen, dass die tatsächlich erschließbaren Potenziale geringer sind.
- Die „Top 5“ der untersuchten Betriebe machen ca. 60-70 Prozent des Gesamtpotenzials aus.
- Das auf Salzburgs Gesamtwirtschaft hochgerechnete realisierbare Potenzial ergäbe 200 MW.
- Die Potenziale der Abschaltung (positive Flexibilität) sind höher als die der Zuschaltung (negative Flexibilität). Grund: Das Abschalten i.S.v. Lastspitzenkappung ist den Betrieben ein bekannter Prozess. Für das Zuschalten liegen noch keine Erfahrungen vor.

¹ Die Ergebnisse der laufenden österreichischen Meta-Studie „Loadshift“ liegen erst 2014 vor.

- Die Dauer der Abschaltung ist meist länger als 15 Minuten mehrmals täglich möglich. Allerdings sinkt die mobilisierbare Leistung mit der Verlagerungsdauer.
- Die Eignung der Betriebe ist abhängig von internen Abläufen und Art verwendeter Verbraucher.
- Supermärkte haben ein hohes Potenzial für Lastflexibilisierung (kooperativ, hohe Multiplizierbarkeit, sensibel für Lastmanagement, bereits IKT im Einsatz und Energiemanagementsysteme).

1.1.4 Geschäftsmodelle

- 8 mögliche Honorierungsmodelle wurden diskutiert (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).
- 10 mögliche Geschäftsszenarien wurden identifiziert und hinsichtlich ihrer Nutzenaspekte für Netzbetrieb, Lieferanten, Aggregatoren und Kunden bewertet (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Davon sind nur zwei unter aktuellem Regulierungsrahmen umsetzbar/im Einsatz.
- Empfehlung: Den Netzbetreibern ist mehr Gestaltungsspielraum für eine entsprechende anreizbasierte Honorierung zu gewähren (Vorschläge hierfür sind auszuarbeiten und dem Regulator näherzubringen).

1.2 Erkenntnisse aus Analyse bestehender Studien aus Kap. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.

Tab. 1 Auswertungsmatrix der Studien aus Österreich² und Deutschland zeigt die jeweiligen Abdeckung von Forschungsfragen (grün), Quelle: B.A.U.M. Consult GmbH 2013

Kategorien													Ausgewertete Studien (Kurztitel)
Technische Umsetzung	Vertrieb/ Kundenkommunikation	Geschäftsmodelle		Empfehlung zur gesetzlichen Regulierung	Rahmenbedingungen (gesetzlichen Vorgaben)	Betrachtete Geräte-kategorien			Betrachtete Potenziale				
		Kunden	Versorger/ Erzeuger/ Betreiber					Verbraucher	Speicher	Erzeuger	erschließbar	wirtschaftlich	technisch
													Österreich
													Elektrischer Spitzenlastausgleich in Lebensmittelketten
													Konzeption innovativer Geschäftsmodelle zur aktiven Netzintegration
													Projekt IRON
													Projekt PEAP
													Energie neu denken
													Projekt GAVE
													Smart Distribution Grid im Großen Walsertal
													Projekt LOADSHIFT
													Potenziale/Hemmnisse für Power DSM
													Regulierung und Smart Grids
													Deutschland
													Projekt MeRegio
													Projekt eTelligence
													Projekt moma
													Lastverschiebungspotenziale für DE
													Simulation eines Lastmanagements
													DSI in elektrischen Verteilnetzen
													Demand Response in der Industrie
													Potenziale der Wärmepumpe zum Lastmanagement
													Demand Side Integration
													Möglichkeiten der Laststeuerung
													Energiewende im Strommarkt
													Handbuch LM

² Ergebnisse aus der laufenden österreichischen Metastudie „loadshift“ sind erst 2014 zu erwarten. Sie wurde wegen ihrer zu erwartenden Bedeutung hier bereits vorgemerkt.

1.2.1 Erkenntnisse der Studien aus Österreich

- Hochrechnungen des gesamten theoretischen Potenzials in Österreich gestalten sich sehr schwierig, da in den Studien nur sektorale Betrachtungen, keine Gesamtpotenziale (techn. wirtschaftlich, erschließbar) abgeschätzt wurden.
- Unterschiedliche Analyseverfahren und Berechnungsmethoden der Potenziale theoretisch-wirtschaftlich-erschließbar lassen keine Vergleiche zu.
- Grundsätzlich wird das Gewerbe und die Landwirtschaft mit höherem wirtschaftlichem Potenzial bewertet als andere Optionen, wie z.B. Haushalte (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).
- Kälteanlagen in Lebensmittelketten können anhand des technischen Potenzials den österreichischen Spitzenlastbedarf um 3-10 Prozent senken (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).
- Erschließbares Potenzial in Lebensmittelketten – gemessen am Gesamtstromverbrauch – liegt bei 20 Prozent (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).
- In UCTE-Ländern wird generell 4 Prozent der Jahreshöchstlast für Lastverschiebung für realisierbar erachtet (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).
- Kosten für Bereitstellung von Regelleistung werden mit 100-300 €/kWh im Jahr beziffert, gemessen an Produktionskosten aus Kraftwerken (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).
- Kosten innerhalb eines Smart Grid mit koordinierter Spannungsregelung liegen bei ca. 50 Euro pro zusätzlicher kWh. Kosten für den Leitungsausbau liegen hingegen bei ca. 355-445 Euro pro zusätzlicher kWh (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

1.2.2 Erkenntnisse der Studien aus Deutschland

Tab. 2 liefert eine Übersicht über das technische Lastmanagement-Potenzial in Deutschland. Eine ausführliche Erläuterung/Darstellung der verschiedenen Potenziale erfolgt in Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

Tab. 2 Technische Potenziale differenziert nach Sektoren und Zeithorizonten, Quelle: VDE ETG-Task Force Demand Side Management 2012

Sektoren	Verschiebbare Leistung	Verlagerbare Energie
Haushalt	2010: ca. 2,6 GW 2020: ca. 3,8 GW 2030: ca. 6,0 GW	2010: ca. 8,0 TWh pro Jahr 2020: ca. 12,4 TWh pro Jahr 2030: ca. 32,3 TWh pro Jahr
GHD	2010: ca. 1,4 GW 2020: ca. 1,7 GW 2030: ca. 1,8 GW	2010: ca. 5,0 TWh pro Jahr 2020: ca. 5,6 TWh pro Jahr 2030: ca. 9,7 TWh pro Jahr
Industrie	2010, 2020, 2030 Verschiebepotenzial von 2,8 GW bis 4,5 GW	

- Die Studien differenzieren Lastverlagerungspotenziale im Sektor GHD in zeitlicher Auflösung (2010-2030; saisonal; tages-, stunden-, minutenweise) und je nach Erschließbarkeit und Verwendung (pos./neg. Minutenreserve, Sekundärregelleistung und Netzebene).
- Lastverlagerungspotenziale im Sektor GHD: theoretisch ca. 5 GW, technisch ca. 1,5 GW, erschließbar (GHD & Haushalt) ca. 5 GW.
- Die Abschaltung von Lasten ist geläufiger als die Zuschaltung von Lasten. Die Zuschaltung von Lasten ist zukünftig aber wertvoller: 15.000-80.000 €/500 kW p.a. (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).
- Hohe Flexibilisierung technischer Potenziale erscheint bei KMU und kommunalen Einrichtungen möglich (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**): 1,5 GW Lastverschiebungspotenzial in Deutschlands Gewerbe insb. durch thermische Anwendungen.
- Lastverlagerungen über alle Sektoren von durchschnittlich 7-15 Prozent, gemessen am Gesamtstromverbrauch, können erreicht werden (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).
- Die Verfügbarkeit sinkt mit zunehmenden Anforderungen (Dauer, Zuverlässigkeit, Kurzfristigkeit). Der höchste Anteil an verschiebbarer Leistung ist im Viertelstundenbereich, der geringste von 1 GW über 4 Stunden möglich (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).
- Erschließbare Potenziale zuerst in Industrie und Lebensmittelhandel (höhere techn. Reifegrad der Anlagen, größere Einzellasten). Wirtschaftliches Potenzial in großen Kühlhäusern und Lebensmittelketten – 20 Prozent gemessen am Gesamtstromverbrauch. Just-In-Time Produktionsprozesse verhindern oft die volle Erschließbarkeit von Potenzialen.
- Jährliche Erlöse im industriellen Bereich durch die Bereitstellung von Regelleistung am Regelleistungsmarkt für Sekundärregelleistung und Minutenreserve von 35.000-96.000 €/MW p.a. (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Erlösmöglichkeiten durch Preisschwankungen am Spotmarkt von 8-27 Euro pro Tag und MW (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).
- Nachweisliche Senkung der Strombezugskosten für größere Haushalte um 6-8 Prozent am Großhandelsmarkt bei teilgenommenen Haushalten; Ersparnis von 100 Euro während der Feldphase (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

1.2.3 Erkenntnisauszug „Branchen und Geräte“

Die Studien sehen attraktive Lastverlagerungspotenziale in der Wirtschaft (inkl. Kommunen) – insbesondere thermische Anlagen eignen sich auf Grund relativ geringer Speicherkosten und allgegenwärtiger Verfügbarkeit (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Wichtigste Branchen sind:

- Lebensmittelhandel (Kühlen, Gefrieren)

- Bäder (Warmwasser)
- Kläranlagen
- Krankenhäuser

Wichtigste Anwendungsgeräte und -fälle sind:

- Thermische Speicher (Wärmepumpe, Nachtspeicher)
- Kältespeicher (Kühl-, Gefriergeräte)
- Klimatisierungsanlagen, Weiße Ware
- Druckluft-, Pumpspeicher
- Batterie, Elektromobilität
- Wasserstoff, Methan
- Notstrom, BHKW

1.2.4 Erkenntnisauszug „Geschäftsmodelle & Umsetzung“

Die Studien sehen für Lastverlagerung mit zunehmendem Ausbau EE einen Markt (Infrastruktureffekte, Netzengpassmanagement, Beschaffungsoptimierung, alternative Systemdienstleistungen), wenn die Rahmenbedingungen angepasst werden. Kleinere flexible Einheiten können sukzessive durch Aggregation integriert werden (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** bis Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Anreize für Geschäftsmodelle:

- Vorteile EVU/NB: Verbesserte Marktpositionierung, Prosumer-Marktbeteiligung, Strombeschaffungs- & Netzkapazitätsoptimierung, geringerer oder zeitlich expetierter Netzausbau, Verringerung Spitzenlast- und Ausgleichsenergiezahlungen für Abschaltungen, Transparenz im Netz
- Vorteile Verbraucher: Senkung der Strombezugskosten (variable Tarife), zusätzliche Erlöse durch die Bereitstellung von Regelleistung oder Lastflexibilisierung

Umsetzung:

- Bisher erfolgt Spannungsmanagement mit Sekundärnetztechnik. Damit kann bereits die Leistungsaufnahme des Netzes erheblich gesteigert werden.
- Wenn Flexibilitäten von Betriebsmitteln Dritter in das Netzmanagement eingebunden werden sollen, sind bidirektionale Anbindungsstandards Voraussetzung für eine kosteneffiziente und zuverlässige Abwicklung (IEC 61850, Smart Meter, Steuerboxen, variable Tarife, Automatisierung und komfortable Bedienung).
- Rechtliche Spielräume erweisen sich derzeit zu eng, denn NB fehlen ökonomische Anreize um Anbieter von LV zu honorieren).
- Der Einstieg kann über Bündelung großer industrieller Verbraucher erfolgen (Realisierung für Regelenergiemärkte nationale zeigt aktuell entelios i. V. mit VERBUND und auf regionaler Ebene Salzburg AG mit Partnern aus der Betonwirtschaft).

- Kundengerechte Kommunikation ist bisher wenig erforscht.

1.2.5 Erkenntnisauszug „Empfehlung & Untersuchungsbedarf“

Die Studien empfehlen generell die zielgruppenfokussierte Erschließung, Dynamisierung und Professionalisierung naheliegender Lastverlagerungspotenziale im Wirtschaftssektor durch moderne IKT-Infrastruktur und überzeugende Geschäftsmodelle. Eine Ausweitung der Nutzung von Lastverlagerungspotenzialen auch auf kleinere Einheiten (Haushalten) gelingt, wenn mit verfügbarer Smart Grid-Infrastruktur Eintrittshürden/Transaktionskosten gesenkt werden können (plug&play), (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Fokusgruppen: Lebensmittelbranche, Smart Buildings (Shopping-, Bürozentren), E-Mobile, Wärmepumpen, Klimatisierung

Instrumente: Prognosetools, Steuerboxen, Kundenkommunikation, -teilhabe, Kosten-Nutzen-Bewertung auf betriebswirtschaftlicher Ebene, Querverbund-Strategien (P2G, P2H)

Die Studien weisen auf Handlungsbedarf bzgl. der ökonomischen Auswertung (Kosten-Nutzen) bei tatsächlichen modellhaften Anwendungen hin. Zu den Gesamtpotenzialen in Österreich fehlt bis dato ein konsistenter und strukturierter Gesamtüberblick. Zur Anpassung der regulatorischen und marktlichen Rahmenbedingungen müssen konkrete Vorschläge ausgearbeitet und adressiert werden. Im Bereich der Einbindung von Kunden liegen keine ausreichenden konzeptionellen Grundlagen zur geeigneten Kommunikation und Akzeptanzsteigerung vor.

Empfehlung zur Umsetzung

- Standardisierte bidirektionale kommunikative Anbindung der Anlagen (Abrechnung und Steuersignale) mit Flexibilisierungspotenzialen als Schlüsselement. Smart Meter und variable Stromtarife Grundvoraussetzung. Integration/Verbreitung von Smart Meter oder Steuerboxen ist zu fördern (Grundlage zur Nutzung der Potenziale).
- Aktuelle Rechtslage noch nicht für smarte Energiesysteme ausgelegt. Derzeitige rechtl. Spielräume müssen geweitet werden, um dynamische Nutzung auszuschöpfen. Geltende Regeln und regulatorischer Rahmen am Energiemarkt hauptsächlich für passiven Netzbetrieb ausgelegt – verhindern dynamische Beteiligung. Netzbetreiber fehlen ökonomische Anreize um LV attraktiv zu honorieren.
- Keine verursachergerechte Aufteilung der Fixkosten im derzeitigen Tarifierungssystem.
- In einem ersten Schritt SOLL-Bündelung großer Verbraucher von möglichst wenigen Industrieunternehmen.

1.3 Untersuchung der Betriebe in Salzburg aus Kap. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.

1.3.1 Kernerkenntnis

Gewerbebetriebe haben überraschend hohe Bereitschaft zur Lastverschiebung: Ein Drittel der tägl. max. Last ist einmalig viertelstündig verschiebbar – insbesondere thermische Flexibilitäten. Der (Lebensmittel-)Handel kann auf Grund seiner Kühlanlagen die höchsten Flexibilitäten anbieten. Die Lastverschiebungspotenziale dieser Betriebe sind flächendeckend vorhanden, verfügbar und können somit dort eingesetzt werden, wo die fluktuierende Einspeisung auszugleichen ist. Die Top 5 Unternehmen machen etwa 60-70 Prozent der Wirkung aus. Durch Aggregation der Flexibilitäten der Lebensmittelfilialen (Merkur & Billa) könnten für Österreich über 30 MW mobilisiert werden.

1.3.2 Methode und Ergebnisse aus den Befragungen

- 30 Gewerbebetriebe (KMU) in Salzburg wurden entsprechend der Fokusgruppen untersucht. Der Fokus lag auf 5 Branchen mit Potenzialen gemäß der den Erfahrungswerten aus den vorliegenden Studien und unter Berücksichtigung der Gewerbestruktur in Salzburg (7 Tourismusbetriebe, 9 Lebensmitteleinzelhändler und 2 Kläranlagen).
- Die Untersuchung erfolgte 2-stufig; Vororterhebung durch Energieberater und Vorort-Interview mit Geschäftsführer, Energiemanager
- Als Definition für flexible Leistung wurde für die Untersuchung abgefragt: 1x pro Tag ungeplante Ab- bzw. Zuschaltung für 15 Minuten.
- In Summe liegen Ergebnisse für 21 einzeln untersuchte Betriebe vor: Die wesentlichen Erkenntnisse sind in Abbildung 3 ersichtlich. Hier sind die Lastverschiebungspotenziale in kW über den Tag differenziert nach Branchen und Verbrauchern aufgetragen.
 - 2-2,5 MW verschiebbare Leistung (negative und positive Flexibilität) identifiziert
 - ca. 1/3 der Maximallast (5,5 MW) der Betriebe ist 1x pro Tag für 15 Minuten abrufbar
 - Hochrechnung auf die 5 Fokusgruppen in ganz Salzburg; Spitzenlast von 2 GW, daraus folgt ein Verschiebepotenzial von 600 MW.
- Positive Flexibilität als Abschalten von Verbrauchern ist ein bekannter Prozess der Unternehmen zur Lastspitzenkappung. Das meiste Potenzial bringt der Lebensmitteleinzelhandel auf. Das Potenzial negativer Flexibilitäten (Zuschalten von Lasten) hingegen ist den Unternehmen eher fremd und fällt daher geringer aus.

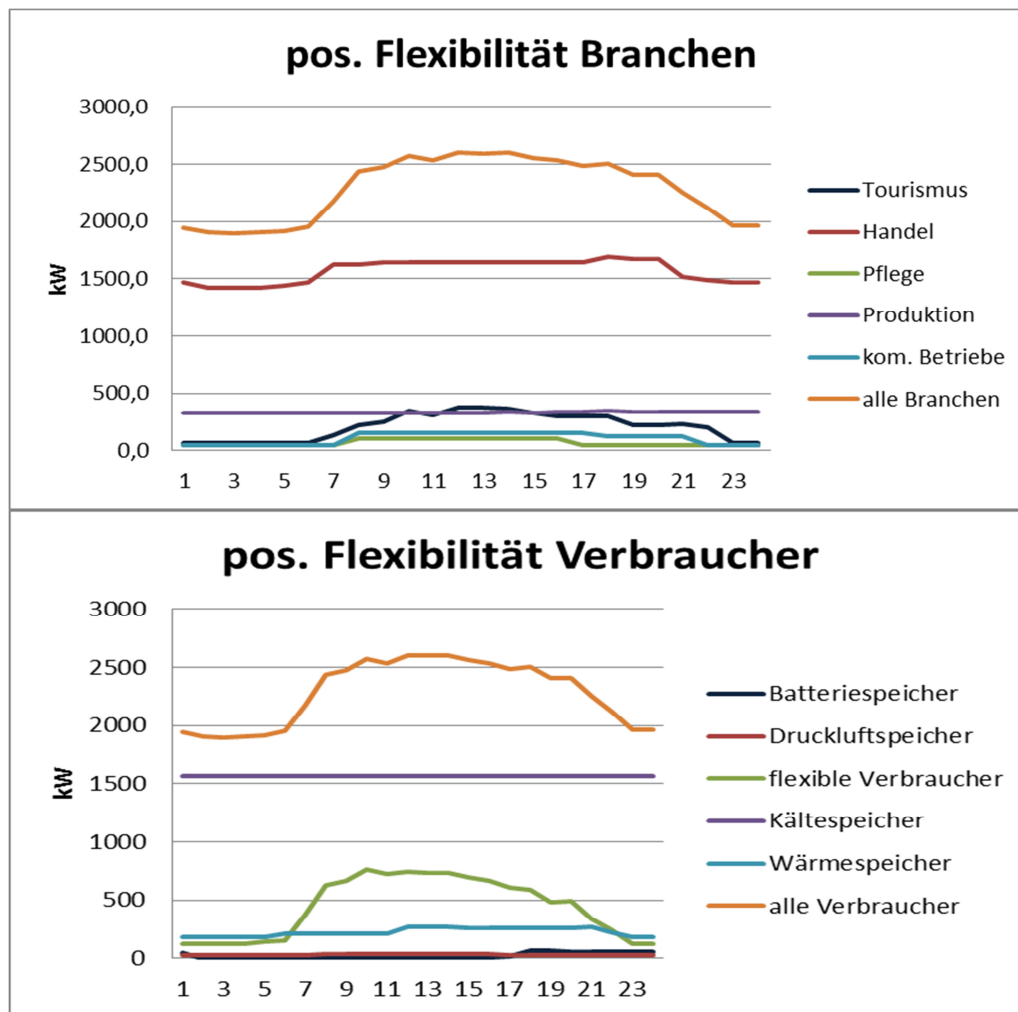


Abb. 3 Abschaltpotenzial in kW über den Tag (24 h) verschiedener Branchen und Verbraucher, Quelle: B.A.U.M. Consult GmbH 2013

- Herausragend hohes Potenzial zeigt sich bei den Lebensmitteleinzelhändlern (sprich Supermärkten). Thermische Speicher – insbesondere Kältespeicher sind besonders interessant.
- Die Eignung der Betriebe ist abhängig von internen Abläufen und den beteiligten Verbrauchern (v.a. Kältespeicher) – teilweise sogar unabhängig von Branche.
- Die Dauer der Abschaltung ist in den meisten Fällen länger als 15 Minuten möglich – auch mehrmals am Tag. Die verfügbare Flexibilität sinkt mit der Dauer des Abrufs und die Zahl geeigneter Betriebe mit steigender Anforderung an Kurzfristigkeit/Zuverlässigkeit der Flexibilität.
- Einschätzung der Flexibilität hängt stark von Haltung des Ansprechpartners ab (Geschäftsführer, Energiemanager).
- Energiekosten im produzierenden Bereich sind nicht der maßgebliche Faktor (Personalkosten erlösrelevanter).

1.3.3 Erfolgsfaktoren zur Flexibilisierung

Die Betriebe sind flexibel, wenn ...

- ... die Ansprache über bestehende Kommunikationswege erfolgt (Netzvertrieb, Lieferanten etc.), da die Lastflexibilisierung ein „erklärungsbedürftiges Produkt“ ist.
- ... zur Erschließung auf vorhandene Energiemanagementsysteme aufgesetzt werden kann (leichte, störungsfreie Integration durch plug&play-Lösungen). Ein zukünftiges Modell zur Laststeuerung sollte kompatibel mit bestehenden Lastmanagementsystemen in den Betrieben und einfach zu bedienen und transparent sein.
- ... die Lastverschiebung keine Kernprozesse des Betriebes behindert (Systemsicherheit „Not-Aus“, und Rechtssicherheit → Zertifizierung?) und den Personalaufwand nicht erhöht (Schichten).
- ... seitens Energielieferanten, Netzvertrieb oder Aggregatoren attraktive Konditionen angeboten werden (niedrigeschwellige Investitionen, Standards, ggf. Prosumermanagement oder Bündelung von Filialen).
- ... der Nutzen klar erkennbar ist (Energie-Kostenersparnis, Image-Gewinn).

1.3.4 Forschungsbedarf

Zur Klärung der tatsächlichen Verfügbarkeit von gewerblichen Flexibilitäten stellen sich folgende Fragen:

- wie lange können Flexibilitätsabrufe tatsächlich dauern und wie oft können Flexibilitäten abgerufen werden?
- welche Situationen im Netz und im Energiemarkt können über ein geschicktes Portfoliomanagement tatsächlich bedient werden?
- welcher Ertrag ließe sich erzielen und welches Geschäftsmodell würde funktionieren?
- wie reagieren die Unternehmen im Echtbetrieb?
- wie hoch ist das tatsächlich erschließbare Potenzial?
- welche (rechtlichen) Hemmnisse stellen sich tatsächlich in den Weg?

Für ein Pilotprojekt sind folgende Komponenten entscheidend:

- Betriebe aus (Lebensmittel-) Groß- und Einzelhandel stehen im Mittelpunkt
- alle EMS-Anbieter der teilnehmenden Betriebe sind ebenfalls beteiligt, die lokalen Elektribetriebe werden einbezogen, ein Energieversorger tritt als Aggregator auf
- eine Pilotinfrastruktur wird aufgebaut: ein Portal mit entsprechenden Zugängen zu den EMS der Kunden wird installiert
- klar definierte Szenarien, abgeleitet von aktuellen oder zukünftigen Herausforderungen und entsprechende Portfolio werden getestet und über verschiedene Geschäftsmodelle wird testweise abgerechnet

1.4 Ansätze für Geschäftsmodelle aus Kap. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.

1.4.1 Kernerkenntnisse

Eine Markt-getriebene Einführung von Lastverlagerung als Demand Response kommt erst dann zum tragen, wenn Netzengpässe Preissignale auslösen. Dazu müssen konkrete Angebote (auch Sachleistungen, wie z.B.günstige Netznutzungskonditionen, Erleichterungen bei Anschluss von PV-Anlagen) mit den Gewerbebetrieben verhandelbar sein. Im produzierenden Gewerbe verhindern „just-in-time-Prozesse“ und fluktuierende Auftragslagen die verbindliche Bereitstellung. Voraussetzungen sind niedrigere Eintrittsschwellen durch geringe Investitionskosten (Standards), Kompatibilität mit bestehenden Systemen, Not-Aus-Knopf, technisch (IKT) und rechtlich sicherer Betrieb (Zertifizierung).

1.4.2 8 mögliche Honorierungsmodelle

- Goodwill
- Nicht-Monetär (z.B. Plakette „Energiewendebetrieb“)
- Zuschüsse für Zusatzaufwand (Investitionszuschuss für IKT)
- Kompensation (z.B. kostenlose Energieberatung etc.)
- Kooperation (z.B. Errichtung PV)
- Gesonderter Netztarif (individuelle vereinbart für Zu-/Abschaltung)
- Mehrstufentarif (im Voraus fixierte Zeiten mit unterschiedlichen Kosten)
- Dynamische Netzentgelte (kurzfristig änderbare Entgelte)

1.4.3 Bewertung der 10 Geschäftsmodell-Varianten

Abb. 5 liefert eine Übersicht der verschiedenen Geschäftsmodelle und Effekte für die beteiligten Akteure an Lastmanagement-Maßnahmen. Die 10 Geschäftsmodell-Varianten sind in Kap. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. näher erläutert.

Modell und seine Effekte (o=neutral, +=Vorteil, -=Nachteil, §!=nicht durch die Regulierung abgedeckt)	Netz	Kunde	Lieferant	Aggregator	Regulator
A Begrenzung der Maximallast (LM klassisch)	+	+	0	0	ok
B Fahrpläne f. Lasten (langfristig im Voraus vereinbart)	+	+	+	+	§!
C Abrufbare Optionen (kontraktierte kurzfristig verfügbare zu- Abschaltung zeit- und ortsscharf)	+	+	-	+	§!
D Dayahead-Anpassung der Einspeise- / Lastkurve	+	+	0	0	§!
E Neartime / Realtime Anpassung der Lastkurve	+	+	-	+	§!
X1 Fahrplanorientierter Prosumer (direktvermarktend)	+	+	+	+	§!
X2 Eigenverbrauchsoptimierer (unverhersehbar, insb. mit Speicher)	-	+	0	0	Ok
X3 Systemgeführter Prosumer (versorgerseitiges Speichermanagement)	+	0	-	0	§!
Y Gruppenmodelle (heterogene Bündelung kleiner Lasten, ggf. lokal)	+	+	+	+	§!
Z Filialmodelle (Schwarmsteuerung homogener Betriebe, Ketten)	0	+	+	+	§!

Abb. 4 Übersicht über verschiedene Geschäftsmodelle und Effekte für die beteiligten Akteure, Quelle: B.A.U.M. Consult GmbH 2013

Die Abbildung 4 zeigt, dass viele netznützliche Geschäftsmodelle unterschiedliche Effekte auf die Lieferanten haben. Aggregatoren oder regionale Märkte könnten diese Konflikte über Preisbildungsprozesse (auch hinsichtlich Bilanzkreiseffekten) auflösen. Bis auf zwei der hier entwickelten Modelle sind die übrigen seitens der Regulierung noch nicht zulässig.

Der Spalte „Modell und seine Effekte“ können die 10 Geschäftsszenarien, die in Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ausführlich thematisiert sind, entnommen werden.

- Grün hinterlegte Felder zeigen an, dass für die jeweilige Kategorie ein Vorteil bei dem entsprechenden Geschäftsszenario vorliegt bzw. regulatorische Rahmenbedingungen existieren.
- Gelb hinterlegte Felder zeigen an, dass bei der jeweiligen Kategorie weder ein Vorteil noch ein Nachteil durch das entsprechende Geschäftsszenario besteht.
- Bei rot hinterlegten Feldern entsteht der betreffenden Kategorie ein Nachteil bzw. ist das Geschäftsszenario nicht durch einen regulatorischen Handlungsrahmen abgedeckt.

Unter aktuellen Regulierungsvorgaben sind nur die Geschäftsszenarien (A) und (X2) anwendbar

1.5 Fazit und Empfehlungen aus Kap. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.

1.5.1 Empfehlungen an die Netzbetreiber

- Monitoring im Verteilnetz verbessern, um (künftige) Engpässe antizipieren zu können. Bedarf des Netzes an flexiblen Nutzern lokalisieren & quantifizieren.
- Lösungsportfolio (Ausbau & smarte Optionen) technisch/wirtschaftlich vergleichen (können), vertrauenswürdiges Datenmanagement (Standards) einführen, auf geringe IKT-Kosten achten.
- Unterschiedliche Geschäftsmodelle ausgehend von bestehenden Ansätzen entwickeln und in Fallstudien erproben (LM, RLM, Rundsteuerung).
- Win-Win-Zielgruppen fokussieren, eingespielte Kommunikationswege nutzen (Lebensmittelhandelsketten, produzierendes Gewerbe, kommunale Betriebe: Kommunikation über Multiplikatoren, Filialstrukturen, Elektrikerbetriebe, Einkaufsorganisationen, Hersteller von Energiemanagern, Verbände, Aggregatoren).
- Geeignete Partner zur Umsetzung von Geschäftsmodellen (wegen Unbundling-Konformität) einbinden (Vertrieb, Aggregatoren).
- Pilot-Erfolgstories in unterschiedlichen Varianten schaffen, Smarte Lösungen anhand von Fallstudien beim Regulator promoten.

1.5.2 Empfehlung an die Regulierung und Marktgestaltung

- Anreize setzen für smarte Lösungen (Gleichgestellte Anrechenbarkeit auch indirekter Kosten, z.B. IKT-Infrastruktur-Vorleistung, Netzmonitoring und Kundenkommunikation).
- Spielräume gewähren in der Gestaltung von Netzkonditionen (diskriminierungsfrei und nachweislich netzwirksam).
- Leistungsbezug in der Stromlieferung verstärken (Orientierung an Kapazitätsbereitstellung und ggf. Kosten-Verursachung).
- Marktzugänglichkeit erleichtern für kleine Flexibilitäten und Aggregatoren (Bündelung, Präqualifikation).
- Handel ermöglichen von diversifizierten Energiedienstleistung nach Ort, Zeit und Güte (Dauer, Zuverlässigkeit, Kurzfristigkeit), Problem: Liquidität regionaler Märkte und Preistransparenz in der Zahlungsbereitschaft der Netzbetreiber.

1.5.3 Empfehlung an die Politik zur Einführungsstrategie Smart Grid

- Smart Grids als gesamtgesellschaftliche Infrastrukturaufgabe politisch begreifen (→ im Fachdialog verschiedene Stakeholder & Energiepolitiken zusammenführen).
- Die Umlegung der Kosten für die Netzinfrastuktur sollten verursachungsgerecht erfolgen. Netznutzer hätten dann mehr Anreize, dort anzuschließen, ein- und auszuspeisen, wo Kapazitäten im Netz noch vorhanden sind. .

- Netzbetreiber sollten smarte Lösungen wie Flexibilitätsmanagement gleichermaßen zur Bewirtschaftung ihres Netzes anrechnen lassen können (Positiv- Liste smart-Lösungen).
→ erste tragfähige Geschäftsmodelle mit Gewerbe fördern, aber nicht überfordern
→ nötiges Monitoring auf VN-Ebene honorieren
→ VNB/Dritte als Produkteentwickler aktivieren
- Handel von Energiedienstleistungen diversifizieren in Raum und Zeit. Zugänge für neue Akteure (Aggregatoren) oder Geschäftsmodelle (Flexibilitätsdienstleistungen) erleichtern
→ transparente Marktplattformen für regional diversifizierte E-Services → Zutrittsschwellen auf Flexibilitätsmärkten für kleine Einheiten senken, Zugriffsrechte auf Datenpools regeln für Aggregatoren, Flexibilitäts-Operatoren → dynamisierte Energieliefer-Abrechnungen als Anreiz für Vertrieb zulassen.
- Technologie-offene Standards vorgeben, Planungssicherheit schaffen → Mindestanforderkatalog an Schnittstellen Netz-Prosumer (Gewerbe) beschreiben.

1.5.4 Empfehlung an die Forschungsförderung

- Demonstrationsprojekte zur konkreten Einbindung gewerblicher Flexibilitäten fördern (das tatsächliche Verhalten der Betriebe im operativen Geschäft, real erschließbares Potenzial, Markteintrittsbarrieren identifizieren, Kooperation mit (neuen) Akteuren zur Wertschöpfung initiieren).
- Portfoliomanagement der Flexibilitäten (möglichst effiziente und gewinnbringende Kombination der Flexibilitäten, um einen höchst möglichen Ertrag zu erzielen)
- Netzmonitoring und Prognose für differenzierte Einschätzung des Anpassungs-/Flexibilitätsbedarfs weiterentwickeln (Einordnung in Lösungsportfolios).
- Ableitung der notwendigen IKT-Infrastruktur, Technologien für automatisiertes Lastmanagement vornehmen (plug in tools branchenspezifisch).
- Tatsächliche Netzeffekte differenziert auswerten (insbesondere ökonomische Bewertung im Raum-Zeit-Muster unterschiedlicher Flexibilitätsprodukte).
- Geeignete Geschäftsmodelle ableiten (Anforderungen an Akteure und Rahmenbedingungen).
- Neues Marktdesign entwickeln und Handelsbarrieren für kleine Flexibilitätsanbieter (Präqualifikation, Aggregatoren, Plattformen, Marktplätze) abbauen.