

Hemmnisanalyse zu Änderungen des Nutzerverhaltens und Optimierung der Organisationsprozesse zur Schaffung von Flexibilität in gewerblich und industriell genutzten Gebäuden

auf Basis der Akteursworkshops am 22. und 23. Oktober 2018 in Freiburg und Breisach-Niederrimsingen mit den Unternehmen Taifun-Tofu und Hermann Peter

Im Rahmen des Projektes FlexGeber:

*Demonstration von Flexibilitätsoptionen
im Gebäudesektor und deren Interaktion
mit dem Energiesystem Deutschlands*

Teilvorhaben:

*Analysen zu Prozessen der Flexibilisierung
des Gebäudesektors in Deutschland*

*Florin Vondung, Thomas Adisorn, Dietmar
Schüwer, Katja Witte*

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das diesem Bericht zugrunde liegende Forschungsvorhaben „*FlexGeber - Demonstration von Flexibilitätsoptionen im Gebäudesektor und deren Interaktion mit dem Energiesystem Deutschlands*“ wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie durchgeführt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Die Autoren danken allen Beteiligten für ihre engagierte, konstruktive und fachlich fundierte Mitarbeit im Rahmen der beiden Workshops im Oktober 2018. Die an dem Workshop beteiligten Projektpartner waren - neben dem Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH (**WI**) - das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (**ISE**), das Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V. (**IKEM**), das Institut Wohnen und Umwelt GmbH (**IWU**) sowie die als Reallabore in das Projekt involvierten Unternehmen **Taifun-Tofu** GmbH und **Hermann Peter** KG.



HERMANN PETER
BAUSTOFFWERKE

Bitte den Bericht folgendermaßen zitieren:

Wuppertal Institut (2019). Hemmnisanalyse zu Änderungen des Nutzerverhaltens und Optimierung der Organisationsprozesse zur Schaffung von Flexibilität in gewerblich und industriell genutzten Gebäuden.

Projektlaufzeit: Oktober 2017 – Januar 2022

Projektkoordination:

Dietmar Schüwer

Autorinnen und Autoren:

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH:
Florin Vondung, Thomas Adisorn, Dietmar Schüwer, Katja Witte

Impressum

Herausgeber:

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH
Döppersberg 19
42103 Wuppertal
www.wupperinst.org

Ansprechperson:

Dietmar Schüwer
Abteilung Zukünftige Energie- und Industriesysteme
dietmar.schuewer@wupperinst.org
Tel. +49 202 2492-288

Stand:

März 2019

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
1 Ziele des Arbeitspakets	4
2 Vorgehen	5
2.1 Vor-Ort-Begehungen	6
2.2 Identifikation technischer Hotspots	6
2.3 Akteursworkshop	6
2.4 Auswertung	8
3 Hemmnisanalyse	9
3.1 Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE)	9
3.2 Taifun-Tofu GmbH	12
3.2.1 <i>Kurzbeschreibung des Unternehmens</i>	12
3.2.2 <i>Motivation/Unternehmensziele</i>	12
3.2.3 <i>Diskutierte Flexibilitätsoptionen</i>	13
3.3 Hermann Peter KG	17
3.3.1 <i>Kurzbeschreibung der Unternehmensstandorte</i>	17
3.3.2 <i>Motivation/Unternehmensziele</i>	18
3.3.3 <i>Diskutierte Flexibilitätsoptionen</i>	18
4 Zusammenfassung Hemmnisanalyse	23
4.1 Technische Hemmnisse	23
4.2 Organisationale Hemmnisse	24
4.3 Informatorische Hemmnisse	26
4.4 Strukturelle Hemmnisse	26
4.5 Ökonomische Hemmnisse	27
4.6 Fazit	28

1 Ziele des Arbeitspakets

Die ursprüngliche Zielsetzung von AP2.3 bestand in der nachträglichen Evaluation der Umsetzung von Flexibilisierungsmaßnahmen in den drei Fallstudien ISE-Campus, Taifun-Tofu und Hermann Peter, um dabei aufgetretene Hemmnisse zu identifizieren. Aufgrund von Verzögerungen im Rahmen der Messdatenerfassung und Erarbeitung von Flexibilitätsoptionen wurde jedoch in Abstimmung mit den Partnern deutlich, dass die geplanten Interviews zur Evaluierung des Umsetzungsprozesses der Flexibilisierungsmaßnahmen methodisch nicht zielführend gewesen wären. Hintergrund war, dass eine retrospektive Beurteilung von Flexibilitätsoptionen im vorgesehenen Zeitrahmen des AP 2.3 nicht möglich war, da die Planung und Umsetzung von Maßnahmen zu diesem Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen war. Dies wurde im Rahmen einer ersten Ortsbegehung und Befragung der Verantwortlichen zum Stand der Planung bzw. Umsetzung an den drei Standorten deutlich. Zum anderen hatte sich in den Treffen bei Hermann Peter und Taifun-Tofu gezeigt, dass vor der konkreten Umsetzung bei den Praxispartnern eine vermehrte Wissensvermittlung und Zusammenarbeit im Vorfeld der Umsetzung notwendig ist. Der Fokus der Forschung wurde daher verändert und lag somit nicht mehr auf der Erfassung von Umsetzungshemmnissen von bereits umgesetzten Maßnahmen bei den Demonstratoren, sondern auf der Identifikation von möglichen Effizienz- und Flexibilitätsoptionen und der Erfassung von Hemmnissen, die einer Umsetzung entgegenstehen.

2 Vorgehen

Um die Ziele des Arbeitspakets zu erreichen, wurde ausgehend von den identifizierten Bedarfen und Problemlagen gemeinsam mit den Partnern eine alternative Vorgehensweise zu den ursprünglich geplanten Interviews erarbeitet, die auf die Durchführung von Workshops mit den Projektpartnern selbst und weiteren externen Akteuren fokussiert.

Unter Berücksichtigung dieser Änderungen lässt sich das methodische Vorgehen im Arbeitspaket in vier zentrale Arbeitsschritte gliedern: Vor-Ort-Begehungen bei den Demonstratoren, Identifikation technischer Hotspots, Akteursworkshop sowie abschließende Auswertung. Die folgende Abbildung 1 zeigt die mit den zentralen Arbeitsschritten verbundenen Aktivitäten und Outputs.

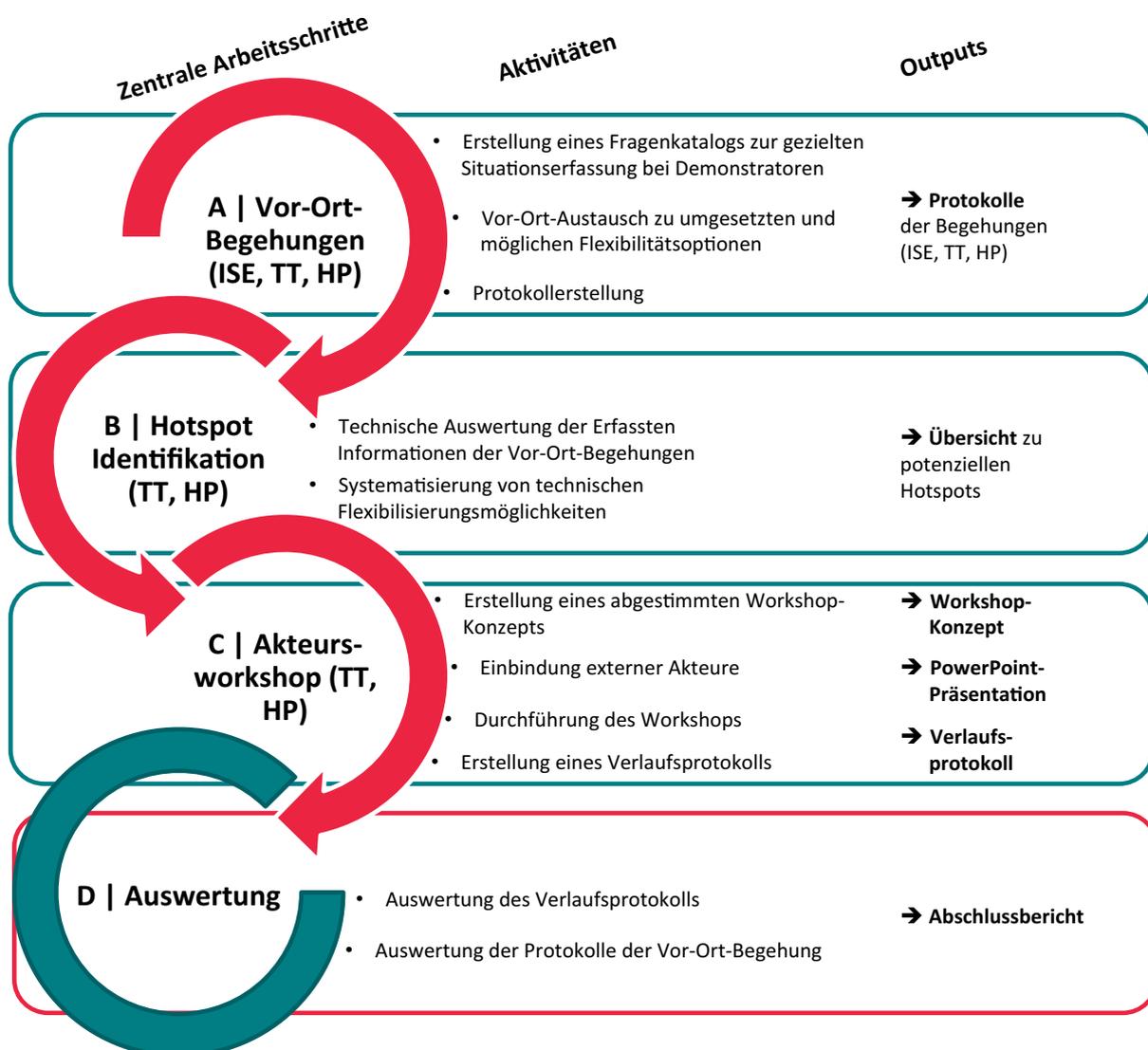


Abbildung 1: Methodisches Vorgehen in AP 2.3

2.1 Vor-Ort-Begehungen

Bei den Demonstratoren wurden im Rahmen des AP2.3 insgesamt vier Vor-Ort-Begehungen durchgeführt. Beim Baustoffhersteller HP wurden dabei zwei Standorte besichtigt, siehe Tabelle 1.

Tabelle 1: Vor-Ort-Begehungen bei den Demonstratoren im Rahmen des AP2.3 des FlexGeber-Projekts

Demonstrator	Standort	Datum
Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme	Freiburg	21. Juni 2018
Hermann Peter KG	Rheinau-Freistett	31. Juli 2018
	Breisach-Niederrimsingen	01. August 2018
Taifun-Tofu GmbH	Freiburg	01. August 2018

Im Vordergrund der Begehungen stand dabei, die Lage bei den Demonstratoren zu erfassen. Hierfür wurde jeweils im Vorfeld der Begehungen ein entwickelter Fragenkatalog an die verantwortlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Demonstratoren übersandt. Der Fragenkatalog ermöglichte eine gezielte Diskussion über den Stand der geplanten bzw. möglichen Flexibilitätsoptionen in den Unternehmen sowie ihrer Wechselwirkung mit Unternehmenszielen. Basierend auf dem Fragenkatalog wurden Protokolle der Vor-Ort-Begehung erstellt. Diese Protokolle wurden für den vorliegenden Abschlussbericht ausgewertet.

2.2 Identifikation technischer Hotspots

Basierend auf den Vor-Ort-Begehungen wurden konkrete Möglichkeiten für Flexibilitätsoptionen in den jeweiligen Unternehmen analysiert, systematisch aufbereitet und präsentiert. Dabei wurden die unternehmensspezifischen Flexibilitätsoptionen nach Sektoren (Wärme, Kälte, Strom, Diverses) kategorisiert; innerhalb der Sektoren wurde nach erzeugungs- und verbrauchsseitigen Technologien differenziert (vgl. Abbildung 3 und Abbildung 4).

Dieser Arbeitsschritt diente in erster Linie der Erarbeitung eines möglichst konkreten Diskussionsgegenstandes zur Vorbereitung der Diskussion im Workshop. Da sich das Fraunhofer ISE zum Zeitpunkt der Unternehmensbegehungen bereits mit der konkreten Planung von Flexibilitätsoptionen (z.B. Kältenetze, -Speicher) befasste, wurde die Identifikation technischer Hotspots auf die Unternehmen TT und HP beschränkt.

2.3 Akteursworkshop

Die im Oktober 2018 auf den Firmengeländen von Taifun-Tofu (TT) und Hermann Peter (HP) stattgefundenen Workshops bestanden aus drei inhaltlichen Abschnitten. Zunächst wurde in einem allgemeinen Teil A die Informationsgrundlage für die weitere Diskussion gebildet. Dieser beinhaltete eine Einführung in das Thema Flexibilität, in der die Bedeutung und Notwendigkeit einer Flexibilisierung von Angebot und Nachfrage für die Energietransformation vermittelt wurde. Zudem wurden den Un-

ternehmen unterschiedliche technische Flexibilitätsoptionen präsentiert und deren Vor- und Nachteile erläutert.

Neben Vertreterinnen und Vertreter der Konsortialpartner WI, Fraunhofer ISE, TT, HP sowie IWU¹ nahmen am Workshop auch externe Akteure teil: der Verteilnetzbetreiber bnNetze, die Stadtwerke Müllheim-Staufen, der Flexibilitätsdienstleister bzw. Aggregator Next Kraftwerke und das Beratungsunternehmen SENERCO. In weiteren Impulsvorträgen erörterten die externen Vortragenden ihre Sichtweise auf das Thema gewerblicher Flexibilisierung.

In einem zweiten Teil B1 und B2 wurden die unternehmensspezifischen Befunde aus der Begehung diskutiert. Hierbei lag der Schwerpunkt auf der Präsentation von Technologien/Anwendungen, die von den Unternehmen theoretisch zur internen und/oder externen Flexibilisierung genutzt werden könnten. Auf Grundlage dieser groben technischen Hot-Spot-Analyse wurde anschließend in Abstimmung mit den Unternehmen eine Fokussierung auf bestimmte Technologien/Anwendungen vorgenommen, die im Folgenden vertieft diskutiert wurden. Dabei wurden sowohl Informationsbedarfe der Unternehmen für deren Umsetzung sowie dem entgegenstehende Hemmnisse erörtert.

Zielgruppe

Der Akteursworkshop richtete sich in erster Linie an die Unternehmen TT und HP, da beide Unternehmen zum Zeitpunkt des Workshops grundlegende Informationsbedarfe zum Thema Flexibilisierung angezeigt hatten. Da die Planungen des Fraunhofer ISE bereits deutlich fortgeschrittener waren und Kompetenzen zu Hintergründen und Wissen über Flexibilisierung bei dem Forschungsinstitut bereits vorliegen, wurde das Institut zwar aktiv in den Workshop eingebunden aber nicht als Zielgruppe des Workshops definiert.

Zielsetzungen

Im Zuge der Vor-Ort-Begehung wurde bereits ersichtlich, dass eine ausschließliche Fokussierung des AP2.3 auf Hemmnisse und Herausforderungen nicht ausreichend ist. Es zeigte sich, dass zunächst grundlegende Informationsbedarfe zum Thema Flexibilisierung bei den Unternehmen adressiert werden müssen.

Daher wurde ein detailliertes Konzept entwickelt, das den Workshop in zwei Teile untergliederte: einen allgemeinen Teil A zur Informationsvermittlung zum Thema Flexibilität und zwei Teile B (B.1 und B.2), die jeweils auf die Unternehmen TT und HP ausgerichtet waren. Tabelle 2 zeigt die unterschiedlichen Zielsetzungen auf.

¹ Die Vertreterin des Konsortialpartners IKEM (Berlin) konnte krankheitsbedingt nicht am Workshop teilnehmen.

Tabelle 2: Zielsetzungen der einzelnen Workshop-Teile

Workshop-Teil	Ziele des Workshops
Teil A	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Initiierung und Begleitung eines Prozesses zur Identifikation und (idealerweise späteren) Realisierung von Effizienz- und Flexibilitätpotenzialen in den Industriebetrieben Hermann Peter KG und Taifun-Tofu, ▪ Zusammenbringen relevanter Akteure, ▪ Definition Flexibilität und deren Kriterien, ▪ Klärung, welche Informationen in welchem Format für Unternehmen erforderlich/relevant sind, um Flexibilitätsoptionen zu identifizieren und umzusetzen (u.a. bezüglich Softwareentwicklung), ▪ Vermittlung und Erarbeitung von Wissen zur Bestimmung und Bewertung von Flexibilität aus: <ul style="list-style-type: none"> - technischer, - rechtlich / politischer, - strukturell-organisatorischer Sicht.
Teil B (bestehend aus zwei Teilen für TT und HP)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Konkrete Identifikation und Grobanalyse (energie-)relevanter Hot-Spots mit Potenzialen zur Lastverschiebung bzw. Flexibilität, ▪ Frage nach der Dienlichkeit der Ausnutzung des Potenzials (bzw. Bereitstellung Netz-/Energiesystemdienlicher Flexibilität), ▪ Betrachtung verschiedener Zielebenen der Flexibilisierungsmaßnahmen (Steigerung EE-Anteile / Wirtschaftlichkeitserwägungen / weiche Faktoren, usw.).

2.4 Auswertung

Die Ergebnissicherung der Workshops erfolgte durch Tonaufnahme, die anschließend in Form eines Verlaufsprotokolls transkribiert wurde. In diesem wurde der Diskussionsverlauf und die angesprochenen Hemmnisse und Herausforderungen für die Umsetzung von Flexibilitätsoptionen dokumentiert. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Workshops hatten vor der Finalisierung Gelegenheit, eine Rückmeldung zum Protokoll zu geben.

Diese Dokumentation diente als Grundlage für die weitere computergestützte Auswertung mittels einer Software für qualitative Inhaltsanalyse (MAXQDA). Zudem wurden die Protokolle der Vor-Ort-Begehungen genutzt. Da der Workshop vornehmlich auf die Unternehmen TT und HP ausgerichtet war, fokussiert dieser Bericht auf Hemmnisse, die diese Unternehmen bzw. Unternehmen dieser Branchen betreffen. Ein Kapitel zu Hemmnissen, die sich aus dem Demonstrationsvorhaben des Fraunhofer ISE ableiten, ist in diesem Bericht enthalten.

3 Hemmnisanalyse

3.1 Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Das Fraunhofer ISE mit Sitz in Freiburg ist Teil der Fraunhofer Gesellschaft in München. In den letzten 15 Jahren ist das Institut von 550 auf 1.200 Mitarbeiter angewachsen, wodurch weitere Gebäude angemietet werden mussten. Langfristig sollen die angemieteten Gebäude entmietet werden und eigene Gebäude am Campus gebaut werden. Eine Übersicht des Geländes ist der folgenden Abbildung zu entnehmen.

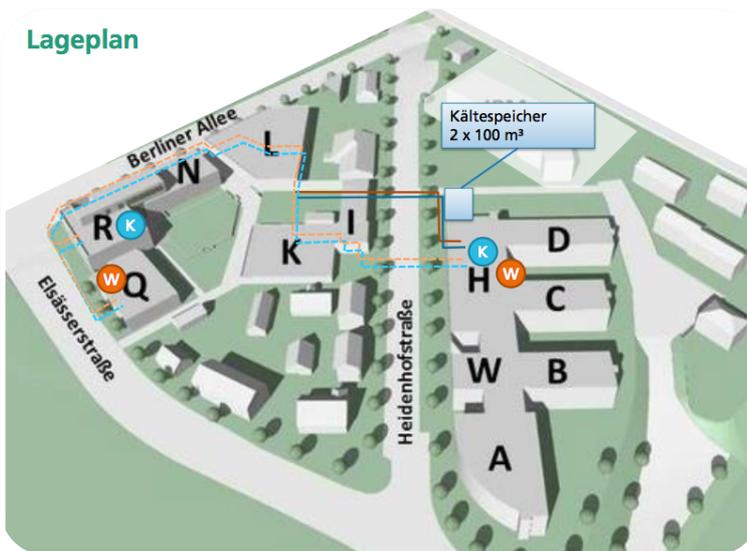


Abbildung 2: Lageplan des Campus des Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg (durchgezogene Linien - Netzneubau; gestrichelte Linien - Bestandsnetz; blaues Quadrat - 2 x 100 m³ Kältespeicher)

Das Fraunhofer ISE ist an ein Fernwärmenetz angeschlossen. Die BHKWs, die die zentralen Wärmeerzeuger für den Campus waren, sind vor einigen Jahren abgebrannt. Ein Ökostromanbieter stellt die Stromversorgung sicher; das Institut nimmt nicht am Regelenergiemarkt teil.

Bei der Vor-Ort-Begehung des ISE-Campus wurden vor allem zwei technische Maßnahmen eingehender besprochen: der **Ausbau des Kältenetzes** und die **Installation von Kältespeichern** (2 x 100 m³) (vgl. Abbildung 2). Der Kältenetzausbau ist erforderlich, da das bestehende Kältenetz zu klein dimensioniert ist, um die Versorgung der relevanten Gebäude sicherzustellen. Vor allem die zu Forschungszwecken genutzten Labore haben vergleichsweise hohe Kälte-/Kühlbedarfe. Durch den Netzausbau in Kombination mit dem Bau des Kältespeichers, der die Versorgung über einen Zeitraum von etwa zwei Tagen gewährleisten soll, lässt sich die Anzahl der Kältemaschinen von fünf auf drei reduzieren, ineffiziente Kälteerzeuger werden eingespart und die effizienten wirtschaftlicher betrieben. Außerdem ist durch die Vernetzung und effizientere Nutzung der Kälteversorgung ein sicherer Betrieb zu erwarten und durch die zusätzliche Kombination mit den Kältespeichern flexibler Betrieb möglich.

Im Folgenden werden Hemmnisse und Herausforderungen, die mit den zwei genannten technischen Optionen in Zusammenhang gebracht werden, beschrieben.

Auch die Nutzung von **PV-Anlagen** und **BHKWs** wurde bei der Vor-Ort-Begehung andiskutiert. Diese Optionen sind jedoch nicht näher geplant. Die Gründe, warum diese vorerst nicht weiter verfolgt werden, werden kurz behandelt. Es werden zudem auch solche Faktoren betrachtet, die wichtig für die bisherigen Planungen waren bzw. für die Umsetzung sein werden.

Hemmnisse und Anforderungen für Flexibilitätsoptionen

Bezüglich der Möglichkeiten zur Installation von PV-Anlagen zur Eigenversorgung des ISE-Campus und zur internen Flexibilisierung wurde darauf hingewiesen, dass keine entsprechenden Flächen zur Verfügung stehen, da das Institut bereits verschiedene technische Anlagen zu Forschungszwecken (z.B. PV-Anlagen nur zu Forschungszwecken, Solarthermie zu Forschungszwecken, Kältemaschinen und deren Rückkühlwerke) auf den Dächern platziert hat. Daraus ergibt sich, dass **technische Anforderungen** von Flexibilitätsoptionen (hier Flächenbedarf) vor dem Hintergrund gegebener Infrastruktur ein entscheidendes Hemmnis für die Umsetzung darstellen können.

Mit Blick auf ein mögliches BHKW wurde festgehalten, dass für dessen Betrieb **geschultes Personal** erforderlich ist. Obwohl die Installation eines BHKWs für den ISE-Campus in naher Zukunft nicht zur Diskussion steht, müsste ergo im Planungsfall berücksichtigt werden, dass möglicherweise bestehendes Personal weitergebildet oder neues Personal eingestellt werden muss. Hierdurch können zusätzliche **Qualifizierungs- und/oder Personalkosten** entstehen können, die dazu führen können, dass von der Umsetzung abgesehen wird.

Von den projektverantwortlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer ISE wurde betont, dass das FlexGeber-Projekt sowie die damit verbundenen Baumaßnahmen **Unterstützung durch Führungskräfte** des Instituts erfährt. Hierdurch erscheinen institutsinterne Prozesse und Abstimmungen einfacher. Dabei ist die organisationale Gesamtstruktur der Fraunhofer Gesellschaft zu berücksichtigen: die für die Baumaßnahme zuständigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Freiburger Instituts müssen für die Umsetzung von Flexibilisierungsmaßnahmen eng mit der Zentrale der Fraunhofer Gesellschaft in München zusammenarbeiten. Solche **organisationalen Abstimmungsprozesse** sind zeitaufwendig und können Verzögerungen nach sich ziehen. Es wurde auch hervorgehoben, dass relevante Abteilungen wie z.B. die Elektrotechnik, die mit dem Betrieb von Flexibilitätsoptionen befasst sind, frühzeitig in die Projektierungen des Kältenetzes und des Kältespeichers involviert wurden. So konnte das Know-how der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu bestehenden Gebäuden und Anlagen in die Gestaltung der neuen Maßnahmen eingebunden werden. Im Umkehrschluss lässt sich folgern, dass eine verzögerte bzw. keine Einbindung relevanter unternehmensinterner Akteure in Planungs- und Umsetzungsprozesse möglicherweise Schwierigkeiten oder Verzögerungen bei der Planung, Umsetzung oder dem Betrieb der Flexibilitätsoptionen nach sich ziehen kann.

Neben internen (Abstimmungs-)Prozessen müssen auch **externe Prozesse** berücksichtigt werden. Diese können die Projektierung erschweren, da das Unternehmen, das entsprechende Flexibilitätsoptionen umsetzen möchte, darauf keinen direkten Einfluss hat. Mit Blick auf die Installation des Kältespeichers auf dem Institutscampus ist es erforderlich, städtische Baugenehmigungen einzuholen. Dabei wurde die

hohe Auslastung der entsprechenden Behörden der Stadt Freiburg und die damit verbundenen Risiken (auch finanzieller Art) für die Projektausführung angedeutet.

Das Fraunhofer ISE muss die Ausführung von Bauvorhaben öffentlich ausschreiben. Dabei wurde bei der Vor-Ort-Begehung des ISE-Campus die Sorge geäußert, dass möglicherweise keine qualifizierten Firmen bereitstehen, um die Maßnahmen umzusetzen. Es wird das Problem gesehen, dass kleinere Unternehmen nicht über die Kapazitäten zur Umsetzung verfügen, während große Firmen das Vorhaben als zu wenig lukrativ beurteilen könnten. Letztere haben laut Aussagen der Institutsmitarbeiter einen Fokus auf einfache Neubauvorhaben. Eine Lösung wird darin gesehen, dass Bauleistungen, deren öffentliche Ausschreibung ohne Angebotsabgabe endet, in einer zweiten Runde beschränkt ausgeschrieben werden dürfen. Bei sogenannten beschränkten Ausschreibungen können ausgewählte Firmen direkt angesprochen werden und nur diese können schließlich ein Angebot einreichen. Ein wahrgenommener oder real existierender **Mangel an geeigneten Firmen** (aufgrund von fehlenden Qualifikationen oder Kapazitäten) kann dazu führen, dass mögliche Flexibilitätsoptionen nicht in Angriff genommen werden.

In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass **Transaktionskosten** für die Suche nach qualifizierten Firmen neben den bereits oben erwähnten Qualifizierungs- und / oder Personalkosten entstehen können. Insgesamt spielen **finanzielle Aspekte** eine zentrale Rolle für die Umsetzung. Das Fraunhofer ISE plante ursprünglich eine zusätzliche Kältenetzerweiterung zwischen den Gebäuden L und Q in Form eines Ringnetzes (vgl. Abbildung 2). Der Vorteil eines solches Ringnetzes liegt darin, dass es im Vergleich zu dem bestehenden Strangnetz resilienter gegenüber Ausfällen ist. Dieser Zubau wurde jedoch vom Energieplaner als nicht zwingend notwendig erachtet und letztlich aus Budgetgründen fallen gelassen.

Technologiespezifische Hemmnisse

Mit Blick auf die genannten Hemmnisse, die im Zusammenhang mit der ISE-Fallstudie identifiziert werden konnten, erscheinen davon einige relevanter für bestimmte Optionen. So ist das Einholen von städtischen Genehmigungen zwar aufgrund seiner Größe zwingend für den Bau des Kältespeichers; für andere Flexibilitätsoptionen muss dies nicht unbedingt erforderlich sein, z.B. für Power-to-Heat-Anwendungen zum Aufheizen von Prozesswasser. Auch der Mangel an ausführenden Firmen kann sich von Technologie zu Technologie unterscheiden, wobei pauschal durchaus die Aussage getroffen werden kann, dass ausführende Gewerke in Deutschland zur Zeit stark ausgelastet sind.

Während ein BHKW für den Betrieb stetig qualifiziertes Personal benötigt, kann dies in manchen Unternehmenskontexten bereits verfügbar sein bzw. die Personalweiterentwicklung ist ohne größere Zeit- und (Transaktions-)Kostenaufwände realisierbar. Zudem gibt es geringinvestivere Flexibilitätsoptionen als den Bau von Kältenetzen und -speichern, bei denen Budgeteinschränkungen bei der Entscheidung für die Umsetzung weniger relevant sind.

Zusammenfassende Betrachtung

Die Fallstudie zum Fraunhofer ISE zeigt, dass externe Hemmnisse, also solche, die außerhalb des unmittelbaren Einflussbereichs des Unternehmens liegen, berücksich-

tigt werden müssen. Hierzu können Genehmigungsverfahren zählen, die allerdings nicht für alle Technologien erforderlich sind, und der Mangel an qualifizierten Firmen für die Umsetzung. Auch technische Anforderungen einiger Technologien wie z.B. die Flächenbedarfe von PV-Anlagen können vor dem Hintergrund fehlenden Platzes ein strukturelles Hemmnis darstellen.

Zu den unternehmensinternen Hemmnissen für Flexibilität gehören finanzielle Einschränkungen (inkl. Personal- und Transaktionskosten), der mögliche Mangel an geschultem Personal und die fehlende Unterstützung von Führungskräften sowie eben o.g. fehlender Flächen- oder Raumbedarfe.

3.2 Taifun-Tofu GmbH

3.2.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens

Taifun-Tofu ist ein 1987 gegründetes gemeinwohlerzertifiziertes Unternehmen² mit Sitz in Freiburg im Breisgau. Die Liegenschaften des Unternehmens verteilen sich auf zwei in unmittelbarer Nachbarschaft liegende Standorte. Diese umfassen Produktions- und Lagerhallen sowie Bürogebäude. Das Unternehmen hat 240 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, ist nach eigenen Angaben Marktführer für Tofuprodukte in Deutschland und Europa und Mitglied im Verein für Energieabnehmer VEA. Das Unternehmen hat einen expliziten Nachhaltigkeitsanspruch, der sich beispielhaft in der ausschließlichen Beschaffung des Grundrohstoffs Sojabohnen von europäischen Vertragspartnern und der Unterstützung des Projektes Soja-Netzwerk³ sowie den Richtlinien für den Strombezug (erneuerbar, Lieferant ohne Verbindung zu Atomstrom) widerspiegelt. In der Produktion bestehen für verschiedene Anwendungen (Kühlung, Aufkochen von Soja, Pasteurisierung, Räucherung, Frittieren,...) sowohl Kälte- als auch Wärmebedarfe, die aktuell durch zwei erdgasbetriebene Dampfkessel und eine Kältemaschine gedeckt werden.

3.2.2 Motivation/Unternehmensziele

Im Rahmen der Ortsbegehung wurde neben der Erfassung der Produktionsprozesse und Liegenschaften auch die Motivlage der Unternehmensleitung zur Umsetzung von Flexibilisierungsmaßnahmen erfragt. Hierbei wurde geäußert, dass der Fokus primär auf der internen, nicht der externen Flexibilisierung liege und die Steigerung der Energieeffizienz gegenüber der Flexibilisierung priorisiert wird. Durch die interne Flexibilisierung zielt das Unternehmen darauf ab, Lastspitzen zu kappen, um die Stromkosten zu senken. Grundsätzlich wird durch entsprechende Maßnahmen eine gleichermaßen ökonomische, ökologische und technische Optimierung der Produktion angestrebt. Im Rahmen des Workshops wurden als weitere Ziele bzw. Anforderungen benannt:

² s.u. www.ecogood.org/de/community/pionier-unternehmen

³ Das Soja-Netzwerk ist ein Verbundvorhaben der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), der Landesvereinigung für den ökologischen Landbau in Bayern e.V. (LVÖ), dem Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) sowie der Taifun-Tofu GmbH (Projektstruktur). Ziel des Projektes ist die Ausweitung und Verbesserung des Anbaues und der Verarbeitung von Sojabohnen in Deutschland.

- Kompatibilität von Produktionsprozessen und technischem Anlagenbetrieb mit der Bereitstellung von Flexibilität
- Effizienter Anlagenbetrieb
- Flexibler Stromeinkauf
- Wirtschaftlichkeit
- Nachhaltigkeit (auch beim Strombezug)

3.2.3 Diskutierte Flexibilitätsoptionen

Die Ortsbegehung am 1. August 2018 diente neben der Erfassung der Motivlage der Verantwortlichen einer ersten Grobanalyse der Produktionsprozesse und Gebäude zur Identifikation von Potenzialen für die Umsetzung von Flexibilisierungs- und Effizienzmaßnahmen sowie die Nutzung von erneuerbaren Energien. Um Engpässe in der Wärme- und Kältebereitstellung zu überwinden, plant das Unternehmen die Installation eines neuen Erdgas-Dampfkessels (2019) sowie eines erdgasbetriebenen BHKWs (2019) in Kombination mit einem Wärmespeicher und Kälteabsorptionsmaschinen (2020). Diese Planungen wurden im Rahmen der Vorabanalyse möglicher Flexibilitätsoptionen berücksichtigt. Für die Vorbereitung der Diskussion im Workshop wurden die verschiedenen Optionen basierend auf vorhandenen oder sich in Planung befindlichen Technologien identifiziert und entlang der Anwendungsbereiche Strom, Wärme und Kälte und darin wiederum jeweils nach Erzeugung und Verbrauch geclustert. Einen Überblick zu den Technologie-/Anwendungsclustern bietet Abbildung 3.

Taifun Tofu: Übersicht möglicher Potenziale
für Effizienz (EFF), Erneuerbare (EE) und Flexibilität (FLEX)

X: erfüllt
O: bedingt erfüllt



Sektor	Nr.	Technologie / Anwendung	Beschreibung	EFF	EE	FLEX
WÄRME	Erzeugung	1	Erdgas-BHKW a) Strom-/netzgeführter Betrieb (mit / ohne Teilnahme am Regelenergiemarkt) b) Substitution Erdgas (Fuel Switch) durch Biomethan / EE-Synthesegas	X	X	X
		2	Erdgas-Dampfkessel Substitution Erdgas (s.o.)		X	
		3	Solarthermie für Warmwasser und Prozesswärme / Prozesskälte (s.u.)		X	
		4	Power-to-Heat Direktheizer im Wärmespeicher zur Nutzung von Überschussstrom		O	X
		5	HT-Industrie-Wärmepumpe Nutzung von NT-Abwärme (Kälteanlage, Druckluft, Vakuumerzeuger, BHKW, Kessel, Produktionsabwärme)	X		O
	Verbr.	6	Produktionsanlagen Warmwasser Raumwärme a) Kochanlagen / Räucheröfen / Pasteurisierungsöfen / Spülmaschinen b) Warmwasser @ 56°C (für Produktion und Sozialräume) c) Heizung für Büroräume		O	O
KÄLTE	Erz.	7	Absorptionskältemaschine (mit BHKW) a) Flexibilitätsoptionen über Kälte- und Wärmespeicher b) Unterstützung durch Solarthermie	X	X	X
	Verbr.	8	Kühlhäuser a) Flexibilität durch Unterkühlung unter Maximaltemperatur b) ggf. weitere Verbraucher: Klimatisierung? Prozesskälte?			X
STROM	Erz.	9	PV-Anlage ggf. flexibilisiert durch Batteriespeicher		X	X
	Verbrauch	10	Kältemaschine Elektrischer Kältekompressor, flexibilisiert über Kältespeicher			X
		11	Drucklufterzeugung Vakuumpumpe <input type="checkbox"/> Flexibilität über Druckluftspeicher <input type="checkbox"/> Flexibilität über Vakuumspeicher			X
DIV	Verbr.	12	Weitere Ansatzpunkte (z.B. Elektromobilität) a) Kurztransporte LKW (Diesel) zur benachbarten Bebelstraße 20 b) Zulieferung und Vertrieb durch externe Speditionen	O	O	O

22. Okt. 2018

Freiburg

Abbildung 3: Überblick energiebezogener Potenziale bei Taifun-Tofu

Blockheizkraftwerk in Kombination mit Absorptionskältemaschinen und Wärme-/Kältespeichern

Blockheizkraftwerke nutzen das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung zur effizienten Bereitstellung von Wärme und Strom. Bei Taifun-Tofu könnten hierdurch also Teile der Wärmeproduktion aus dem Gaskessel sowie ein Teil des Strombezugs durch eine energieeffizientere und CO₂-ärmere gekoppelte Produktion aus einem BHKW ersetzt werden. Entsprechend der Zielsetzung (s. Kap. 3.2.2) soll sich das BHKW nach Planung des Unternehmens am Wärmebedarf der Absorptionskältemaschine orientieren, also wärmegeführt operieren. Der Wärmespeicher dient in dieser Konstellation der Verringerung der Taktung des BHKWs und der Aufnahme überschüssiger Wärme, die für Heizung und Warmwasser genutzt werden kann. Der erzeugte Strom soll für die Eigenversorgung genutzt werden. Das BHKW war mit einer Auslastung von 7000 Stunden (entspricht 80% der Jahresstunden) über den Wärmebedarf geplant.

Für die externe Flexibilisierung wurde eine strom- bzw. netzgeführte Fahrweise diskutiert. Für das Unternehmen stellt sich bei einer entsprechenden Fahrweise die Frage, wie der konstant benötigte Wärmebedarf für die Kältemaschinen im BHKW-Teillastbetrieb kompensiert werden kann. Für eine strom- bzw. netzgeführte Fahrweise bedarf es also Flexibilität bei der Kälte- und Wärmeversorgung, die beispielsweise durch die Installation von ausreichend großen Wärme- und Kältespeichern und durch ein größer dimensioniertes BHKW hergestellt werden kann. Bezüglich der Größe des BHKWs wurde allerdings darauf verwiesen, dass die Anschaffung zweier

kleinerer Maschinen bevorzugt werde, da diese sich besser an die Lastkurven anpassen lassen als eine große. Hierdurch wird im unteren Regelbereich der Bedarf des Ein- und Ausschaltens der Anlagen reduziert, wodurch Verschleiß und folglich Reparatur- und **Instandhaltungskosten** gemindert werden.

Kältespeicher

Kältespeicher können dazu dienen, die Kältebereitstellung durch Kältemaschinen zu flexibilisieren und durch die gezielte Abschaltung elektrischer Kältemaschinen Lastspitzen in der Produktion zu kappen. Voraussetzung hierfür wäre eine ausreichend große Dimensionierung des Speichers. Diese Option wurde vom Unternehmen mit Interesse aufgegriffen und zugleich der **Bedarf von Informationen zur wirtschaftlich sinnvollen Dimensionierung** für die weitere Entscheidungsfindung geäußert.

Solarthermie für Warmwasser und Prozesswärme/-kälte

Solarthermische Anlagen können als ergänzende Technologie zum BHKW bzw. zum Gaskessel gedacht werden, um den Verbrauch fossiler Brennstoffe für die Bereitstellung von Warmwasser und Prozesswärme/-kälte zu reduzieren. Hierbei herrschte Unklarheit darüber, ob ausreichende Dachflächen zur Verfügung ständen und die Gebäudestatik die Installation zulassen würde. Von Seiten des Unternehmens wurde diese Option zudem aufgrund des verbundenen **Umsetzungsaufwands** sowie der Annahme **fehlender Wirtschaftlichkeit** in den Planungen nicht berücksichtigt. Entsprechend wurde Solarthermie im Folgenden nicht weiter diskutiert.

Substitution von Erdgas mit synthetischem Gas (Power-to-Gas)/Biomethan

Um die CO₂-Bilanz der vorhandenen (und des neu geplanten) Erdgas-Dampfkessels sowie des geplanten BHKWs zu verbessern, wäre ein Wechsel von Erdgas zu synthetisch produziertem Gas/Methan (H₂ oder CH₄) auf Basis erneuerbaren Stroms oder zu Biomethan (aus auf Erdgasqualität aufbereitetem und in das Gasnetz eingespeisten Biogas) denkbar. Ein entsprechender Fuel-Switch wurde vom Unternehmen unter Kostenvorbehalt gestellt. Angesichts der mit dieser Maßnahme verbundenen erheblichen **Mehrkosten**, wurde diese im Folgenden ebenfalls nicht weiter diskutiert.

Power-to-Heat (PtH)

Power-to-Heat bezeichnet allgemein die Umwandlung von Strom in Wärme. Dies kann sowohl in Form einer einfachen Widerstandsheizung geschehen (z.B. als Tauchsieder in einem Wasserspeicher oder als zusätzliches Heizelement in einer Produktionsanlage) oder aber indirekt über eine elektrische Wärmepumpe mit zusätzlicher Wärmequelle (z.B. Abwärme, Umgebungs- oder geothermischer Wärme). PtH-Technologien können auf verschiedene Art und Weise zur energetischen Optimierung eingesetzt werden. So können diese in Verbindung mit (eigenen) erneuerbaren Stromerzeugungskapazitäten (z.B. PV) genutzt werden, um mittels Fuel-Switch von fossilem Erdgas auf erneuerbaren Strom den nicht-erneuerbaren Primärenergieeinsatz für die Produktion zu reduzieren. Ebenso kann PtH in Form einer Wärmepumpe in Verbindung mit BHKW und Wärmespeicher eingesetzt werden, um die Wärmebereitstellung zu flexibilisieren und nachhaltiger sowie wirtschaftlicher zu gestalten. In einer entsprechenden Konfiguration laufen das BHKW und Wärmepumpe gemeinsam, wenn ein hoher Wärmebedarf besteht. Die Wärmepumpe kommt bevor-

zugt zum Einsatz, wenn der Grünstromanteil im Netz hoch und umgekehrt das BHKW, wenn der Grünstromanteil im Netz niedrig ist. Der letztere Fall korreliert häufig mit einem hohen Börsenstrompreis, so dass die Eigenstromerzeugung in diesen Zeiten besonders attraktiv wird. Sowohl das BHKW (Gesamtwirkungsgrad >90%) als auch die Wärmepumpe (COP i.d.R. > 300%) sind hocheffiziente Technologien.

Des Weiteren können PtH-Technologien genutzt werden, um negative Regelernergie anzubieten oder um zur Kostenoptimierung auf Preissignale aus dem Netz zu reagieren. Als mögliche Technologien für TT wurde ein Tauchsieder im Wärmespeicher, elektrische Zusatzheizungen für dampfbetriebene Produktionsanlagen sowie (Hochtemperatur-)Wärmepumpen zur Wassererwärmung oder Dampferzeugung angeregt. Der Tauchsieder bietet dabei den Vorteil geringer Investitionen bei hoher Flexibilität und fand entsprechenden Anklang beim Unternehmen. Die Idee einer ergänzenden Ausstattung von Produktionsanlagen mit elektrischen Zusatzheizungen wurde mit Verweis auf den relativ hohen Bedarf an Direktampf (ca. 60% des Dampfbedarfs) als nicht zielführend bewertet⁴. Dieser Option stehen also aus den Produktionsbedarfen resultierende **technische Hemmnisse** entgegen. Der Einsatz einer Hochtemperatur-Wärmepumpe zur Dampferzeugung wird hingegen als sinnvolle Lösung für die Optimierung des Produktionsprozesses erachtet. Ebenso die Prüfung der Möglichkeiten einer Vorerwärmung von Frischwasser durch Abwärme oder über eine Standard-Wärmepumpe. Als zu klärende Fragen in diesem Zusammenhang wurde die Identifikation von Niedertemperaturquellen mit ihren jeweiligen Temperaturniveaus sowie Wärme- bzw. Durchflussmengen identifiziert.

Kühl- und Gefrierräume

Kühl- und Gefrierräume können durch variable Regelung ebenfalls genutzt werden, um negative Regelernergie anzubieten. Dabei handelt es sich um eine niedrighschwellige Flexibilisierungsoption, die lediglich eine Prozessanpassung zur Herstellung der Reaktionsfähigkeit auf Anforderungen aus dem Netz erfordert. Grenzen werden hierbei durch die **Produktionsanforderungen** (d.h. für das Kühlgut erforderliche Maximal- bzw. ggf. auch Minimaltemperaturniveaus) sowie die Leistungsspanne der vorhandenen Kälteaggregate gesetzt. Im konkreten Anwendungsfall wäre eine Absenkung der Kühlräume von aktuell 6-8 Grad Celsius auf minimal 0 Grad Celsius möglich. Eine weitere Absenkung ist aufgrund der Anforderungen des hier gelagerten Kühlgutes („...darf nicht gefrieren“) nicht möglich. Für das Gefrierhaus stellt die Maximaltemperatur von -18 Grad Celsius die **obere (produktbedingte) Grenze** einer möglichen Flexibilisierung dar⁵. Die **untere (technische) Grenze** wird nicht vom gefriergelagerten Lebensmittel selber gesetzt, sondern ergibt sich aus der minimalen Vorlauftemperatur der Kühlaggregate. Daneben muss bedacht werden, dass

⁴ Direktampf wird direkt, d.h. ohne Wärmetauscher (z.B. eine Heizschlange) dem Produkt z.B. in einem Kochtopf zugeführt. Er hat also Berührung mit dem Produkt bzw. geht in das Produkt und ist anschließend „verloren“, d.h. wird nicht als Kondensat zum Dampferzeuger zurückgeführt. Daraus resultiert ein hoher Frischdampfbedarf aus kaltem, teuer aufbereitetem Speisewasser.

Alternativ zu einer elektrischen Zusatzheizung könnte man allerdings einen (zum Gas-Dampfkessel redundanten) zusätzlichen Elektro-Schnelldampferzeuger installieren. Damit wäre auch Erzeugung von Dampf möglich, der direkt genutzt wird.

⁵ Siehe Richtlinie für tiefgefrorene Lebensmittel der EG-Kommission, die eine Mindesttemperatur von -18 °C bei der Lagerung von tiefgefrorenen Lebensmitteln vorgibt (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=LEGISSUM:i21116>).

ein extremes Unterkühlen ($\ll 18^\circ\text{C}$) zum einen die Auftauzeiten für gelagerte Rohwaren verlängert und den Energiebedarf zum Wiedererwärmen erhöht sowie die Energieeffizienz der Kälteanlage verschlechtert. Daneben besteht die Gefahr des Durchfrierens des Bodens der Gefrierräume.

PV-Anlage

Aktuell hat das Unternehmen eine PV-Anlage in Südausrichtung mit 64 kW_p Leistung installiert. Einem weiteren Ausbau steht die fehlende Verfügbarkeit weiterer Dachflächen entgegen. Prinzipiell könnte durch eine Ost-West-Ausrichtung bei gleicher Fläche eine höhere Gesamtleistung erzielt werden, auch wenn der spezifische Ertrag pro Watt dadurch etwas sinken würde. Auch wurde die Möglichkeit thematisiert bei benachbarten Betrieben anzufragen, ihre Dachflächen bereitzustellen, um die verfügbare elektrische Leistung zu erhöhen. In Verbindung mit einem Batterie-Speicher könnte diese zur Flexibilisierung genutzt werden. Eine tiefere Diskussion hierzu erfolgte nicht.

Druckluft- bzw. Vakuumerzeugung/-speicher

Wie bei anderen Speichertypen besteht das Potenzial eines Druckluft- oder Vakuumspeichers in der Flexibilisierung des Energieverbrauchs bei der Erzeugung. Der im Unternehmen vorhandene Druckluftspeicher wurde bisher nicht zur Flexibilisierung genutzt. Auch hier fehlten für die Entscheidungsfindung **Informationen**, wie groß ein entsprechender Speicher sein müsste, um eine spürbare Wirkung zu erzielen. Nichtsdestotrotz wurde die Nutzung der Technologien zur Flexibilisierung als interessante, da niederschwellige und geringinvestive Maßnahme identifiziert.

3.3 Hermann Peter KG

3.3.1 Kurzbeschreibung der Unternehmensstandorte

Die Hermann Peter Bauwerkstoffe Rheinau KG ist ein seit 1932 bestehendes Industrieunternehmen in Familienbesitz, das neben der Sand- und Kiesgewinnung auch verschiedene daraus hergestellte Baustoffe wie Kalksandstein- oder Betonprodukte anbietet. Das Unternehmen beschäftigt 160 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den zwei zentralen Firmenstandorten Rheinau-Freistett und Breisach-Niederrimsingen⁶. Die Gewinnung des Grundrohstoffes zur Kies- bzw. Sandherstellung erfolgt dabei an beiden Standorten durch den Einsatz sogenannter Schwimmgreifer, mit denen Steine vom Grund künstlicher Gewässer (Kiesgrube) an die Oberfläche befördert werden. Diese werden dann durch sogenannte Steinbrecher in die gewünschte Körnung zerkleinert. Die weitere Verarbeitung zu Kalksandstein- oder Betonprodukten erfolgt in den entsprechenden Werken am Standort Rheinau-Freistett. Im Rahmen der Förderung und Weiterverarbeitung des Grundrohstoffes fallen z.T. beträchtliche Strombedarfe (für Schwimmgreifer, Steinbrecher, Steinspaltmaschine, Belüftung, Trocknung von Steinprodukten, Unterwasserpumpe...) und (Prozess)Wärmebedarfe (für Dampferzeugung, Autoklaven, Gebäudeheizung,...) an, wobei letzterer maßgeblich über die Verbrennung fossiler Energieträger (Öl- bzw. Erdgas-Dampfkessel) gedeckt

⁶ Weitere Standorte bestehen in Dresden und in der Schweiz. Diese wurden aber in der Analyse nicht berücksichtigt.

wird. Mit einem durchschnittlichen Energiekostenanteil von 14% handelt es sich für ein KMU um ein energieintensives Unternehmen. Auf der Erzeugungsseite ist eine PV-Anlage am Standort Rheinau-Freistett sowie ein stillgelegtes Palmöl-BHKW am Standort Breisach-Niederrimsingen vorhanden. Dabei gehört die PV-Anlage nicht zum Unternehmen, die Energie wird jedoch in das Firmennetz eingespeist.

3.3.2 Motivation/Unternehmensziele

Im Rahmen der Ortsbegehung wurde auch bei HP neben der Erfassung der Produktionsprozesse und Liegenschaften die Motivlage der Unternehmensleitung zur Umsetzung von Flexibilisierungsmaßnahmen erfragt. Hierbei wurde geäußert, dass der Fokus wie bei TT auch primär auf der internen, nicht der externen Flexibilisierung liegt. Konkret wurde eine Verbesserung oder Stabilisierung spezifischer Kennzahlen (z.B. kWh/t Kies für Produktion, kWh/m² Gebäudenutzfläche für Verwaltung) sprich eine Steigerung der Energieeffizienz in der Produktion zum Erhalt bzw. zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit angestrebt. Auf die Produktion bezogen wurden die folgende Priorisierung unterschiedlicher Ziele vorgenommen: Qualität → Menge → Arbeitsschutz → Effizienz. Im Rahmen des Workshops wurden zudem als zentrale Ziele bzw. Anforderungen einer Flexibilisierung benannt:

- Kompatibilität von Produktionsprozessen und technischem Anlagenbetrieb mit der Bereitstellung von Flexibilität
- Wirtschaftlichkeit
- (betriebswirtschaftliche) Prozessoptimierung
- Image/Außendarstellung

3.3.3 Diskutierte Flexibilitätsoptionen

Auch bei HP diente die Ortsbegehung einer ersten Grobanalyse der Produktionsprozesse und Gebäude zur Identifikation von Potenzialen für die Umsetzung von Flexibilisierungs- und Effizienzmaßnahmen sowie für die Nutzung erneuerbarer Energien. Jenseits einer möglichen Umrüstung und Reaktivierung des stillgelegten BHKWs befanden sich keine energiewirksamen Maßnahmen in Planung. Für die weitere Diskussion im Workshop wurden die verschiedenen Optionen basierend auf den vorhandenen Technologien identifiziert und entlang der Anwendungsbereiche Strom, Wärme und Kälte und darin wiederum jeweils nach Erzeugung und Verbrauch geclustert. Einen Überblick zu den Technologie-/Anwendungsclustern bietet Abbildung 4.

Herman Peter: Übersicht möglicher Potenziale
für Effizienz (EFF), Erneuerbare (EE) und Flexibilität (FLEX)

X: erfüllt
O: bedingt erfüllt



Sektor	Nr.	Technologie / Anwendung	Beschreibung	EFF	EE	FLEX
WÄRME	Erzeugung	1	Palmöl-BHKW a) Wärmegeführt b) Strom- bzw. netzgeführt (mit / ohne Teilnahme am Regenergiemarkt) c) BHKW als Spitzenlastkraftwerk (mit Notkühler)	O		O
		2	Erdgas-Dampfkessel Kalksandsteinwerk: Fuel Switch auf Biomethan / EE-Synthesegas		X	
		3	Ölkessel Elektro-Heizradiatoren Beheizung Sozialräume (Kieswerk): Austausch Ölkessel / Heizradiatoren durch effizientere Wärmeerzeuger	X		
	Verbrauch	4	Autoklaven (Silos mit Pressen) Kalksandsteinwerk: Hybride elektrische Zusatzheizung (PTH)		O	O
		5	Gebäudedämmung (gegen Kälte und Hitze) Freistett: Dachdämmung Sozialräume, Produktionsräume, Werkstätten und Geschäftsräume, Fassadendämmung, Fenstertausch, Verschattung	X		
KÄLTE	Erz.	6	Passive Gebäudekühlung Freistett: mit kaltem Waschwasser aus Kieswerk (mit Kühldecken oder Luftkühler)	X	X	
STROM	Erz.	7	PV-Anlage auf Dachflächen oder Baggersee (ca. 50 ha Floating PV in Niederrimsingen) ggf. flexibilisiert durch Batteriespeicher		X	X
	Verbrauch	8	Schwimmgreifer Steinspaltanlage Trocknungsventilatoren Steinbrecher Weitere Ventilatoren & Pumpen, Druckluft... im Kieswerk im Betonsteinwerk im Betonsteinwerk (Betonstrocknung) in Niederrimsingen z.B. in der Kieswäsche			X
DIV	Verbr.	9	Weitere Ansatzpunkte a) Kreislaufwirtschaft (Produktrecycling) b) LKW-Transporte (Diesel) c) Freistett: 3 Kies-Lastkähne / Schuten (Diesel?)	O	O	

23. Okt. 2018

Niederrimsingen

Abbildung 4: Überblick energiebezogener Potenziale bei Hermann Peter

Umrüstung Palmöl-BHKW auf alternative Energieträger und Standortverlagerung

Der Betrieb des BHKW war durch massive Preissteigerung für Palmöl (von 45 ct auf 1,30 €/l innerhalb weniger Jahre) unwirtschaftlich geworden. Durch Umrüstung des BHKW auf einen anderen Energieträger (z.B. Heizöl oder Erdgas) sollen ein wirtschaftlicher Betrieb ermöglicht sowie Einsatzmöglichkeiten zur internen oder externen Flexibilisierung geprüft werden. Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb stellt die Nutzung preiswerter Energieträger sowie das Vorhandensein ausreichend großer Wärmeabnehmer dar. Die Umrüstung auf verschiedene alternative Energieträger (Heizöl, Bio-Öl, Pellets, Grünschnitt) und die Einbindung einer nahegelegenen Kfz-Halle als Wärmeabnehmer waren in der Vergangenheit geprüft, aber aufgrund der damit verbundenen Investitionskosten verworfen worden. Problematisch in diesem Zusammenhang war der **Standort des BHKW**, der sowohl für eine Einbindung von Wärmeabnehmern als auch für die Anbindung ans Erdgasnetz (bei Umrüstung auf Erdgas) den Aufbau neuer Leitungsinfrastrukturen erforderlich machen würde, deren Einbettung in das Betriebsgelände aufgrund bestehender Strukturen schwierig bzw. aufwändig wäre.

Angesichts des **Fehlens** nahegelegener und **ausreichend großer Wärmeabnehmer** wurde im Workshop eine Verlagerung des BHKWs innerhalb des Werkes Breisach-Niederrimsingen oder sogar an den Standort Rheinau-Freistett diskutiert. An letzterem besteht ein ausreichend großer Wärmebedarf der Gebäude. Ferner ist

auch eine Anbindung an das Erdgasnetz vorhanden, so dass die momentan dort durch einen Gaskessel erzeugte Wärme durch Wärme aus dem auf Erdgas umgerüsteten BHKW ersetzt werden könnte. Für die Entscheidungsfindung wurde der Bedarf an Informationen zu den **Kosten** eines Umzugs (Transport, Neuaufstellung, Umrüstung und Inbetriebnahme) geäußert. Als ein Kostenfaktor der Wiederinbetriebnahme und im Ergebnis potenzielles Umsetzungshemmnis wurde die im Vorfeld erforderliche Prüfung des technischen Zustandes und der Funktionsfähigkeit des BHKWs identifiziert. Da der Wärmebedarf in Form von Heizwärme zudem nur saisonal vorhanden ist, wäre für den ganzjährigen Betrieb des BHKW - bei Wechsel auf eine strom-/netzgeführte Fahrweise im Sommer - die Nachrüstung einer Notkühlung erforderlich, wodurch weitere Kosten entstünden.

Dampferzeugung - Substitution mit synthetischem Gas/Biomethan oder Power-to-Heat

Zur Härtung von Kalksandstein betreibt das Unternehmen einen Erdgasdampfkessel mit Kombibrenner (Heizöl und Gas). Der damit produzierte Satttdampf wird mit 200 Grad Celsius in Druckbehälter (sogenannte Autoklaven) eingespeist, wo sich unter Druck (16 bar) das Silizium vom Sand löst und eine Verbindung mit Kalk entsteht (Karbonatisierung). Der Restdampf aus den Produktionsprozessen wird zur Vorwärmung von kaltem Wasser auf 120 Grad für die Dampferzeugung genutzt und so die Abwärme rückgewonnen. Eine Substitution des Energieträgers mit Biomethan oder erneuerbarem Synthesegas (H_2 oder CH_4) wurde aufgrund der **fehlenden Wirtschaftlichkeit** nicht weiter diskutiert. Auch eine Substitution der Dampferzeugung mit Power-to-Heat (z.B. mittels elektrischer Zusatzheizung) ist aufgrund der **Produktionsanforderungen** (Bedarf an Direkt-Nassdampf) nicht möglich. Als möglicher Anwendungsbereich wurde jedoch die elektrische Wasservorheizung von 120 auf 150°C nach der Vorwärmung durch Wärmerückgewinnung identifiziert.

Gebäudeheizung und -kühlung – Dämmung und/oder Austausch bestehender Anlagentechnik mit Power-to-Heat

Im Rahmen des Workshops wurden die Produktionsgebäude in Bezug auf die Potenziale effizienter Wärmebereitstellung sowie die Einhaltung rechtlicher Verpflichtungen bezüglich Temperaturniveaus an den Arbeitsstätten diskutiert. Der Bedarf zur Gebäudeheizung bzw. -kühlung beschränkt sich auf Bereiche, in denen sich Mitarbeiter zur Steuerung der Anlagen aufhalten oder wo Produktionsanlagen auf einer bestimmten Betriebstemperatur gehalten werden müssen. Zum Zeitpunkt der Begehung wurden diese Wärmebedarfe über veraltete Anlagentechnik (Ölkessel) sowie ineffiziente elektrische Radiatoren bedient. Eine Beheizung der Produktionshallen erfolgte aus Kostengründen nicht. Ebenso waren keine Anlagen zur Kühlung der Räumlichkeiten vorhanden. Es wurde jedoch über die Kühlung mittels Klimaanlage nachgedacht.

Eine Gebäudedämmung zur Wärme-/Kälteisolierung wurde aufgrund des geringen Heizwärmebedarfs sowie der nur punktuellen Probleme mit hohen Temperaturen am Arbeitsplatz als **nicht wirtschaftlich** umsetzbar bewertet. Als mögliche Ansätze zur Gebäudekühlung wurden die Dachverschattung mittels PV-Anlage (s.u.) sowie die passive Nutzung der Kälte des zur Reinigung der Steine verwendeten Seewassers mittels eines Wasser-Wasser-Wärmetauschers (z.B. in Kombination mit einer Be-

tonkerntemperierung) oder eines Wasser-Luft-Wärmetauschers (z.B. über eine konvektive Belüftung/Klimatisierung) identifiziert. Für die Beheizung einzelner Räume wurden (Luft-, Erd- oder Wasser-)Wärmepumpen als effiziente Alternative diskutiert und vom Unternehmen als denkbare Option in Betracht gezogen. Mit der Nutzung von Seewasser als Wärme- (im Winter) und Kältequelle (im Sommer) könnte mit Hilfe von Wärmetauschern und Wärmepumpen sowohl die Gebäudeheizung als auch die Gebäudekühlung realisiert werden.

PV-Anlage (Dachanlagen / Floating PV)

Eine PV-Anlage kann zur günstigen Eigenstromerzeugung oder vergüteten Einspeisung genutzt werden, in Verbindung mit einem Batteriespeicher aber auch zur Kostenoptimierung durch Kappung von Lastspitzen sowie zur Bereitstellung von negativer Regenergie. Als positiver Nebeneffekt könnte eine PV-Dachanlage zudem zur Gebäudekühlung beitragen (s.o.). In Bezug auf die Erweiterung der PV-Erzeugungskapazitäten bei HP wurden sowohl die Installation auf weiteren Dachflächen sowie auf Schwimmflächen auf den beiden Baggerseen erörtert („Floating PV“). In Bezug auf letztere Option wurden **Umweltschutzauflagen, Fischereiinteressen** sowie **fehlende Akzeptanz** seitens der Bevölkerung für eine entsprechende Nutzung der Seefläche als Umsetzungshemmnisse genannt. Für eine Nutzung der Dachflächen wurde eine Überprüfung der Gebäudestatik als Voraussetzung benannt.

Produktionsanlagen und -prozesse – Demand-Side-Management (DSM)

Durch die reaktive Steuerung von Produktionsanlagen kann eine interne und/oder externe Flexibilisierung erreicht und dadurch ökonomische und energetische Potenziale erschlossen werden. Im Workshop wurden verschiedene Anlagen in Bezug auf die Möglichkeit einer zeitlichen Lastverschiebung und Regenergiefähigkeit beleuchtet: Schwimmgreifer (Kieswerk), Steinspaltanlage und Trocknungsventilatoren (Betonsteinwerk) und Steinbrecher.

Die Schwimmgreifer werden bereits in Abstimmung mit weiteren Produktionsprozessen intern zeitlich optimiert eingesetzt, um Lastspitzen zu vermeiden. Eine zeitliche Verschiebung des Einsatzes in die Abend-/Nachtstunden, um gegen den Strompreis zu optimieren, wird am Standort Breisach-Niederrimsingen durch fehlende Lagerkapazitäten für den geförderten Rohstoff verhindert. Am Standort Rheinau-Freistett hingegen wären entsprechende Kapazitäten vorhanden, so dass über eine am Strompreis orientierte Verschiebung nachgedacht werden könnte. Ungeachtet dessen, stehen einer Nutzung der Anlagen zur Bereitstellung von positiver oder negativer Regenergie **prozessbedingte technische Hemmnisse** entgegen. So ist eine Abschaltung der Anlage, solange der Greifer sich am Seegrund befindet, nicht möglich, ohne eine Beschädigung beim Wiederauffahren zu riskieren. Des Weiteren hat ein Schwimmgreifer nur in bestimmten Phasen seines Einsatzes einen maximalen Leistungsabruf, so dass die Voraussetzungen für die Nutzung der Anlage zur Teilnahme am Regenergiemarkt (konstanter Leistungsabruf über einen Zeitraum von mind. 4 Stunden) nicht gegeben sind.

Die Steinspaltanlage wird auftragsbezogen und losgelöst von anderen Produktionsprozessen eingesetzt. Entsprechend wurde hier ein Lastverschiebungspotenzial zur internen Optimierung gegen den Strompreis identifiziert. Dem entgegen stehen jedoch die zeitlichen **Anforderungen von Kunden** und mögliche **Mehrkosten**, die

durch einen veränderten Personaleinsatz (z.B. für Nachtschichtzulagen) entstehen könnten.

Die 12 Trocknungsventilatoren dienen der Gewährleistung des für die Betonsteinhärtung erforderlichen Raumklimas. Diese laufen in Teillast zur Umwälzung der warmen feuchten Luft und werden über Sensorik in der Halle gesteuert. Eine Flexibilisierung wäre hier nur vorbehaltlich der Gewährleistung der **Produktqualität** denkbar und würde angesichts der geringen Leistung (zwischen 2,5-5,5 kW/Ventilator) als Einzelmaßnahme nur einen geringen Mehrwert erbringen. Aufgrund der hohen Laufleistung - die Ventilatoren sind permanent in Betrieb - erscheint jedoch eine Überprüfung sinnvoll, ob ein Austausch gegen energieeffizientere Ventilatoren wirtschaftlich darstellbar ist.

Die Steinbrecher eignen sich aus verschiedenen Gründen nicht für eine externe Flexibilisierung. Zum einen würden Eingriffe in den Produktionsprozess mit einer Minderung der **Produktqualität** einhergehen. Zum anderen wird der **Prozess** zum Teil über Silofüllstände gesteuert, was möglicherweise nicht mit einer auf externe Impulse ausgelegten Steuerung kompatibel wäre. Ferner wird der Betrieb der Steinbrecher mit dem Einsatz von Personal überwacht, das bei Unterbrechung des Betriebs nicht kurzfristig anderweitig eingesetzt werden könnte, wodurch **Mehrkosten** entstünden.

4 Zusammenfassung Hemmnisanalyse

In Bezug auf die ökonomische Verwertung von Flexibilität bestehen vier grundsätzliche Geschäftsmodelle für Unternehmen:

- 1) Eigenstromerzeugung für Eigenverbrauch
- 2) Eigenerzeugung mit Netzeinspeisung
- 3) Optimierung des Stromprofils durch am Börsenstrompreis orientierte Lastverschiebung zur Senkung der Lastspitzen (€/kW) und der Strombezugskosten (€/kWh)
- 4) Teilnahme am RL-Markt

Die Teilnahme am Regulenergiemarkt erbringt in den letzten Jahren aufgrund besserer Last- bzw. Erzeugungsprognosen auf der einen Seite und neuer Akteure / Anbieter sowie geänderter Ausschreibungsbedingungen (vereinfachter Marktzugang / Pooling/Mischpreisverfahren) auf der anderen Seite immer geringere Vergütungen. Attraktiver kann daher in vielen Fällen eine Optimierung des eigenen Stromprofils mit weniger strikten Vorgaben (bezüglich Mindestangebot, Ausschreibungszeitraum und Produktlänge) sein. Dies geschieht teilweise bereits auch in den untersuchten Unternehmen, indem z.B. Anlagen wie der Steinbrecher und der Schwimmgreifer nicht eingeschaltet werden, wenn bereits hohe Lastspitzen auftreten. Hier besteht insbesondere mit Unterstützung eines spezialisierten Stromhändlers / Aggregators die Möglichkeit, auf diese Weise die Strombezugskonditionen am Intraday-Markt zu verbessern, wenn Unternehmen bereit sind, sich vom Modell des Bezugs von „Strombändern“ zu lösen.

Die Untersuchungen der einzelnen Cases haben gezeigt, dass der Umsetzung von Flexibilisierungsmaßnahmen und der Erschließung der wirtschaftlichen und energetischen Potenziale eine Reihe verschiedener Hemmnisse entgegensteht. Diese werden im Folgenden nach Art des Hemmnisses sortiert und anhand konkreter unternehmensspezifischer Beispiele aus dem Workshop beschrieben. Folgende fünf Hemmniskategorien werden dabei unterschieden:

- 1 | technisch
- 2 | organisational
- 3 | informatorisch
- 4 | strukturell
- 5 | ökonomisch.

4.1 Technische Hemmnisse

Technische Produktionsanforderungen

Neben Erschwernissen oder Kostensteigerung des Personaleinsatzes sowie Anforderungen von Kunden können auch produktions- oder anlagenspezifische technische Gründe existieren, die das Angebot von Flexibilität aus Produktionsprozessen am Regulenergiemarkt verhindern. Dazu gehören Prozesse ohne Möglichkeit eines konstanten Leistungsabrufs über den für die Teilnahme am Regulenergiemarkt erforderlichen Zeitraum (4h für Minutenreserve), wodurch die verlässliche Bereitstellung negativer Regulenergie verhindert wird. Beispielhaft steht hier das Lastprofil des Schwimmgreifers bei HP (s.o.). Zudem können die Prozesserfordernisse auch die Be-

reitstellung positiver Regelenergie nicht erlauben, sofern eine kurzfristige Unterbrechung die Produktqualität beeinträchtigen würde (Steinbrecher HP) oder Schäden an den Produktionsanlagen zu befürchten wären (Schwimmgreifer HP).

Keine/schlechte Kompatibilität mit bestehender Infrastruktur

Sofern für die Bereitstellung interner oder externer Flexibilität Investitionen in die technische Infrastruktur getätigt werden müssen, können die Gegebenheiten vor Ort als Hemmnis für eine Umsetzung auftreten. Hierbei handelt es sich um ein stark situations- und technologiespezifisches Hemmnis, das entsprechend nicht verallgemeinerbar ist. Beispielhaft ist die durch den Standort erschwerte Wiederinbetriebnahme des BHKWs bei HP zu nennen, oder auch die Schwierigkeit eines Ausbaus vorhandener PV-Kapazitäten aufgrund fehlender Fläche oder unzureichender Gebäudestatik in beiden Unternehmen.

„Es gab Überlegungen zur Umrüstung [des BHKW] auf Heizöl und die Einbindung der nahegelegenen KFZ-Halle als Wärmeabnehmer. Bisher haben uns aber die Investitionssummen, die hierfür erforderlich wären, abgeschreckt. Es wären Eingriffe im Gelände erforderlich. Oberirdische Rohre würden regelmäßig irgendwo im Weg sein.“

4.2 Organisationale Hemmnisse

Schlechte/Fehlende Vereinbarkeit mit Produktionsanforderungen

Unabhängig von möglichen weiteren Unternehmenszielen, liegt der zentrale Fokus von Unternehmen auf der Gewährleistung der Produktqualität und -quantität, um die eigene Marktposition zu sichern bzw. auszubauen. Damit die Bereitstellung netzdienlicher Flexibilität für Unternehmen interessant wird, müssen entsprechende Maßnahmen demnach mit den Produktionsprozessen vereinbar sein. In diesem Zusammenhang wurde der Bedarf an Softwarelösungen artikuliert, mittels der die Produktionsplanung mit den Flexibilitätsbedarfen des Netzes in Abstimmung gebracht werden kann. Dabei wurde auch das Erfordernis eines stabilen Handlungsrahmens (s. *Strukturelle Hemmnisse*) benannt, an dem sich die längerfristige Produktionsplanung orientieren kann.

Inwiefern eine Lastverschiebung bei einzelnen Arbeitsschritten technisch und/oder wirtschaftlich umsetzbar ist, hängt letztlich maßgeblich von den Erfordernissen der Produktionsabläufe ab. Entsprechend bedarf es einer detaillierten Analyse der Produktionsprozesse und deren Verknüpfung, um Potenziale aber auch Zielkonflikte zu identifizieren. So kann beispielsweise eine zeitliche Verschiebung oder Streckung von Arbeitsschritten über einen längeren Zeitraum die Einsatzplanung von Personal erschweren bzw. die Personalkosten (s. *Ökonomische Hemmnisse*) erhöhen. Beispielhaft veranschaulicht dies der Frittierprozess bei TT, bei dem eine zeitliche Streckung der Produktion eine längere Anwesenheit von Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erfordern und so zu erhöhten Personalkosten führen würde. Des Weiteren kann bei einer auftragsorientierten Produktionsweise eine zeitliche Verlagerung von Arbeitsschritten und eine damit möglicherweise verknüpfte, verzögerte Fertigstellung nicht mit den Anforderungen von Unternehmenskunden vereinbar sein. Ein möglicher Lösungsansatz besteht hierbei in der Optimierung der Produktionsprognosen, z.B. durch die Aushandlung von fixen wöchentlichen Kontingenten mit Kunden.

Zielkonflikte mit anderen Unternehmenszielen

Die Umsetzung von Maßnahmen, die der Flexibilisierung dienen, können ggf. auch im Widerspruch zu anderen Unternehmenszielen jenseits der Gewährleistung der Produktqualität und –quantität und wirtschaftlichen Produktion stehen. So bietet beispielsweise ein BHKW zwar die Möglichkeit der flexibel steuerbaren Erzeugung von Wärme und Strom, hat jedoch - zumindest auf Bilanzebene des Unternehmens - gegenüber der Erzeugung aus erneuerbaren Energien (PV) eine schlechtere CO₂-Bilanz sowie ggf. eine begrenztere Lebensdauer.

„Die CO₂-Bilanz von Taifun-Tofu wird aufgrund des bisher geplanten BHKWs schlechter. Gegenwärtig bezieht unser Unternehmen Strom aus erneuerbaren Energien.“

Dies stellt sich maßgeblich als ein Bilanzierungsproblem dar. In Unternehmen, die darauf abzielen, die CO₂-Bilanz ihrer Produktion zu verbessern, kann dies ggf. dazu führen, dass die Anschaffung eines BHKW zugunsten der Nutzung von Ökostrom verworfen wird⁷.

Fehlende Priorisierung

In vielen Unternehmen außerhalb der energieintensiven Industrie spielen Energiekosten nur eine untergeordnete Rolle hinsichtlich der Gesamtproduktionskosten.

„Bisher haben wir Bänder [für Strom] gekauft, zu denen es einen Preis gab. Das führte dann auch dazu, dass wir uns gar nicht mehr so intensiv damit beschäftigt haben, wo die energieintensiven Bereiche sind. Das war dann einfach kein Thema mehr in der Produktionsplanung.“

Infolge fehlender ökonomischer Anreize sowie einer möglicherweise unzureichenden Informationslage und/oder Transparenz zu technischen Optionen und den regulativen Rahmenbedingungen, spielt das Thema Flexibilisierung im täglichen Betrieb eher eine untergeordnete Rolle bzw. wird das Hauptaugenmerk auf die Kernarbeitsbereiche des Unternehmens gelegt.

Mangel an qualifiziertem Personal

Um neue Technologien, die sich für die Bereitstellung von netzdienlicher Flexibilität eignen, zu bedienen, bedarf es bestimmter Kompetenzen, die möglicherweise nicht im Unternehmen vorhanden sind. So erfordert z.B. der Betrieb eines BHKW die Beaufsichtigung durch einen qualifizierten Mitarbeiter. Fehlen entsprechende Kompetenzen im Unternehmen, bedarf es entweder einer entsprechenden Schulung vorhandenen Personals oder der Neueinstellung von Personal.

„Für mich ist beim Kauf von neuen Technologien die damit verbundene Personalplanung relevant. Welche Qualifikationen sind erforderlich, müssen noch Befähigte ausgebildet werden, z.B. hinsichtlich Arbeitsschutz, und wie hoch ist der Betreuungsaufwand hierfür für mich?“

⁷ Solange das nationale Stromsystem jedoch noch nicht zu 100% auf erneuerbaren Quellen beruht, stellt eine BHKW-Versorgungslösung eine energieeffiziente und treibhausgasminimierende Option dar, da einerseits die Abwärme bei der Stromerzeugung genutzt werden kann und da vorrangig Strom aus Kohlekraftwerken verdrängt wird.

Der damit verbundene Aufwand sowie die Mehrkosten (s. *Ökonomische Hemmnisse*) können sich negativ auf eine Entscheidung zur Tätigkeit entsprechender Investitionen niederschlagen und so den Aufbau von Flexibilität verhindern.

4.3 Informativische Hemmnisse

Informationsdefizite

Im Rahmen der durchgeführten Workshops wurde deutlich, dass es für die Unternehmen zum Teil schwierig ist, sich einen Überblick und/oder Detailwissen zu für eine Flexibilisierung einsetzbaren Technologien sowie Informationen zu den Vermarktungsmöglichkeiten von Flexibilität zu verschaffen bzw. anzueignen. Zudem bestand keine holistische Perspektive auf das eigene Unternehmen in Bezug auf dessen Effizienz-, Erneuerbaren- und/oder Flexibilitätspotenziale. Des Weiteren war den Unternehmen unklar, welche spezifischen Anforderungen aus dem Netz in einem dezentralisierten, erneuerbaren Stromsystem künftig an sie gestellt werden. Folgerichtig können die Unternehmen auch nicht abschätzen, wie sie diesen Anforderungen künftig begegnen können. Entsprechende Zugangsbarrieren zu Informationen und/oder Informationsdefizite erschweren eine tiefergehende Auseinandersetzung mit der Thematik und könnten letztlich auch ursächlich für eine fehlende Umsetzung von Flexibilisierungsmaßnahmen sein.

„Für uns ist es wichtig, die Bedarfe des regionalen Netzes zu erfahren, so dass sich unser Unternehmen Gedanken machen kann, ob diesen Bedarfen nachgekommen werden kann. Es ist wichtig, dass wir hier die entsprechenden Informationen erhalten, um entsprechende Investitionen zu tätigen.“

Problematisch in diesem Zusammenhang sind auch Informationsdefizite anderer Marktakteure zu werten. Dabei stehen zum einen Akteure in beratender Funktion wie z.B. Planerinnen und Planer im Fokus, die eine zentrale Rolle für die Informationsvermittlung an Unternehmen einnehmen. Zum anderen sind Verteilnetzbetreiber zu nennen, die in Abstimmung mit Unternehmen für die Entwicklung attraktiver Geschäftsmodelle für Flexibilität verantwortlich sind. Angesichts geringer Nachfrage aus der Industrie besteht jedoch aktuell für die Netzbetreiber wenig Anreiz, entsprechende Kompetenzen aufzubauen und Angebote zu entwickeln.

4.4 Strukturelle Hemmnisse

Fehlende Planungssicherheit

Um Flexibilisierungsmaßnahmen für Unternehmen attraktiv(er) zu machen, ist ein klarer und verlässlicher Handlungsrahmen erforderlich, der den Unternehmen Planungssicherheit bezüglich der Umsetzung von Flexibilisierungsmaßnahmen bietet. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn die Bereitstellung von Flexibilität mit größeren technischen Investitionen (z.B. in neue Produktions- oder Erzeugungsanlagen (Strom, Wärme, Kälte), Speicher oder IKT) verbunden ist, deren Amortisationsdauer sich in Abhängigkeit gesetzlicher Regelungen verändert.

„Produktionsanlagen haben einen langen Lebenszyklus; solche Anlagen können nicht nach wenigen Jahren wieder ausgetauscht werden. Deshalb ist eine Anforderung an den Gesetzgeber, dass Planungssicherheit für das produzierende Gewerbe geschaffen wird.“

Aber auch in Fällen, in denen Flexibilität ohne größere Neuinvestitionen bereitgestellt wird, z.B. durch Lastverschiebung bei Produktionsprozessen, benötigen Unternehmen Kontinuität bezüglich der an sie gestellten Anforderungen.

„Es kann nicht sein, dass die Anforderungen heute so und morgen so sind und wir müssen unseren Produktionsplan immer wieder entsprechend anpassen. Es muss eine gewisse Kontinuität bestehen.“

Aktuell sind diese Anforderungen noch nicht ausreichend transparent oder aber erscheinen Unternehmen nicht stabil/verlässlich genug, um vor diesem Hintergrund Investitionen in Flexibilisierungsmaßnahmen zu tätigen bzw. Produktionsprozesse daran auszurichten.

Fehlende/unzureichende Anreize

Neben unklaren Anforderungen bietet der aktuelle Rechtsrahmen laut Expertenmeinung zudem keine ausreichenden Anreize, weder für Unternehmen Flexibilisierungsmaßnahmen umzusetzen noch für Verteilnetzbetreiber oder EVU entsprechende Angebote für Unternehmen zu entwickeln. Entsprechend ist hier der Gesetzgeber gefordert, durch geeignete regulatorische Reformen und/oder weitere Instrumente die Entwicklung von Flexibilitätsmärkten zu unterstützen.

„Der Gesetzgeber hinkt mit seinen Vorschriften komplett hinterher. Ohne Anreize wird sich in der Wirtschaft nichts bewegen. Und ein Netzbetreiber würde gerne etwas tun, kann es aber nicht, weil von Seiten der Wirtschaft kein Interesse besteht.“

Mangel an qualifizierten Firmen

Wurde eine Entscheidung getroffen, in neue Technologie zur Flexibilisierung im Unternehmen zu investieren, bedarf es im nächsten Schritt der Suche nach einem qualifizierten Partner, der die Installation und Einregulierung durchführt. Hier kann es für Unternehmen angesichts der großen Nachfrage nach entsprechenden Dienstleistungen schwierig sein, fündig zu werden, wodurch die Transaktionskosten einer Umsetzung steigen. Veranschaulicht wurde dies im Rahmen der Fallstudie ISE. Für die Umsetzung der geplanten Kältenetzerweiterung und des Kältespeichers, zeigte es sich als schwierig, ein qualifiziertes Ingenieurbüro mit ausreichend Kapazitäten zu finden, da größere Büros vor dem Hintergrund einer allgemein guten Auftragslage tendenziell einfachere Neubauvorhaben bevorzugen. Hierdurch kam es zu einer erheblichen zeitlichen Verzögerung, was im Einzelfall auch zu einem Stopp der Umsetzungsbemühungen führen kann. Dies stellt ein Hemmnis für die Umsetzung von Flexibilisierungsmaßnahmen dar, auch wenn es nicht spezifisch ist und auch auf andere Technologiebereiche zutrifft.

4.5 Ökonomische Hemmnisse

Kosten/Fehlende Wirtschaftlichkeit

Ein zentrales Entscheidungskriterium für Unternehmen bezüglich der Umsetzung von Flexibilisierungsmaßnahmen stellt die Wirtschaftlichkeit dar. Hierbei stehen je nach Maßnahme den möglichen zusätzlichen Erlösen durch Lastspitzenkappung oder Teilnahme am Regelenergiemarkt verschiedene Kostenkomponenten für die Umsetzung gegenüber. Zu letzteren zählen je nach Maßnahme neben Planungs-, Anschaffungs- und Installationskosten auch veränderte Betriebskosten durch Instand-

haltung, neuen Personalbedarf (quantitativ und/oder qualitativ) und/oder Fuel-Switch. Zu den Planungskosten gehören dabei auch der zeitliche Aufwand für interne Abstimmungsprozesse zwischen verschiedenen Abteilungen des Unternehmens inklusive ggf. des Betriebsrates sowie für die Suche nach einem qualifizierten Unternehmen für die Umsetzung (s. *Strukturelle Hemmnisse*).

Um bewerten zu können, inwiefern sich Investitionen für die Bereitstellung von Flexibilität am Regelenergiemarkt für das Unternehmen rechnen, werden Informationen zur möglichen Leistungsbereitstellung benötigt, in welchen Zeiträumen und über wie viele Tage dies möglich ist. Zudem müssen Annahmen zur Häufigkeit der Teilnahme am Bieterverfahren getroffen werden. Des Weiteren spielen Einkaufspreise für Strom und das Vorhandensein variabler Tarife eine zentrale Rolle in der Wirtschaftlichkeitsberechnung.

Grundsätzlich wurden Technologiekomponenten zur Flexibilisierung wie z.B. Speichertechnologien in der Anschaffung als noch verhältnismäßig zu teuer bewertet, um in der Breite wirtschaftlich Anwendung zu finden. Entsprechend stellen aktuell hauptsächlich solche Unternehmen Flexibilität bereit, deren bestehende Produktionsprozesse bzw. –anlagen sich hierfür auch ohne größere technische Investitionen eignen.

Begrenzte Ressourcen

Insbesondere in KMU aber auch in größeren Industrieunternehmen sind Budgets für größere Investitionen in die Infrastruktur begrenzt und stehen bezüglich ihrer Zielrichtung ggf. in Konkurrenz zueinander.

„Investitionen von Großbeträgen wie solche in das BHKW können nur in einem begrenzten Umfang getätigt werden. Hier gelten betriebswirtschaftliche Zwänge.“

Entsprechend stehen Investitionen in „exotische“ Flexibilisierungsmaßnahmen unter einem strengen Vorbehalt der Wirtschaftlichkeit, insbesondere wenn die Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren für das Unternehmen nicht transparent oder nicht verlässlich erscheinen (s. *Strukturelle Hemmnisse*).

4.6 Fazit

Die erfolgten Ausführungen zeigen, dass der Umsetzung von Flexibilisierungsmaßnahmen in Unternehmen in den GHD- und Industriesektoren aktuell noch eine Vielzahl von zum Teil übergreifenden aber auch unternehmens- bzw. technologiespezifischen Barrieren entgegenstehen. Zu deren Auflösung bedarf es im Umkehrschluss zum einen einer Anpassung der politischen Rahmenbedingungen, um neue Anreize für Flexibilität(sdienstleistungen) zu setzen und bestehende zu stärken sowie die Planungssicherheit für Unternehmen im Hinblick auf Produktion und Investitionen zu erhöhen. Zum anderen wurde deutlich, dass für die Entwicklung von Flexibilitätsmärkten sowohl ein verstärkter Austausch zwischen den beteiligten Akteuren als auch der grundsätzliche Informationstransfer zu potenziellen Flexibilitätsoptionen und deren Vermarktungsmöglichkeiten erforderlich ist. Hierzu können Austauschformate wie der im Arbeitspaket AP 2.3 umgesetzte Workshop einen geeigneten Rahmen bilden.