

GEFRA



Begleitende Evaluierung des Operationellen Programms EFRE Schleswig-Holstein 2014-2020 (OP EFRE)

**Wirkungsevaluierung der Prioritätsachse 3
Bericht zur Phase 1**

Vorgelegt von

GEFRA – Gesellschaft für Finanz- und Regionalanalysen, Münster

IfS Institut für Stadtforschung und Strukturpolitik GmbH, Berlin

Kovalis – Dr. Stefan Meyer, Bremen

Dezember 2020

Projektbezeichnung

**Begleitende Evaluierung des
Operationellen Programms EFRE
Schleswig-Holstein 2014-2020 (OP EFRE)**

Anbieter

GEFRA

Gesellschaft für Finanz- und
Regionalanalysen GbR

Althausweg 117D,
48159 Münster
Telefon: +49-(0)251-263931-0
Telefax: +49-(0)251-263931-9
E-Mail: info@gefra-muenster.de



Institut für Stadtforschung und
Strukturpolitik

Lützowstr. 93
10785 Berlin
Telefon: +49-(0)30-2500070
Telefax: +49-(0)30-2629002
E-Mail: ifs@ifsberlin.de



Kovalis – Dr. Stefan Meyer

Am Wall 174
28195 Bremen
Telefon: +49-(0) 0421-33048383
E-Mail: meyer@kovalis.de

Ihre Ansprechpartnerin

Dr. Kathleen Toepel (IfS)
E-Mail: toepel@ifsberlin.de

INHALTSVERZEICHNIS

1	Untersuchungskonzept für die Evaluierung der Prioritätsachse 3	2
1.1	Gegenstand der Evaluierung	2
1.2	Evaluierungsfragestellungen	2
1.3	Arbeitsschritte und Methoden	4
1.4	Projektauswahl für Fallstudien	6
2	Umsetzungsstand der Prioritätsachse 3	8
2.1	Finanzieller Umsetzungsstand (Januar 2020)	8
2.2	Finanzieller Umsetzungsstand (September 2020)	10
2.3	Einflüsse auf den Bewilligungsstand und die Nachfrage	12
3	Wirkungsmodelle der Förderung	14
3.1	Wirkungsmodell der Maßnahme 3.1.1: Erneuerbare Energien	14
3.2	Wirkungsmodell der Maßnahme 3.2.1: Umweltinnovationen	15
3.3	Wirkungsmodell der Maßnahme 3.3.1: Infrastruktur	16
3.4	Wirkungsmodell der Maßnahme 3.3.3: Wärmenetze	17
3.5	Externe Einflussfaktoren	18
4	Erkenntnisse aus den Innovationsbiografien	20
4.1	Entstehung der Innovationsidee	20
4.2	Rolle der Förderung	21
4.3	Kooperation mit der Wissenschaft	23
4.4	Probleme während der Projektlaufzeit	24
4.5	Erfahrungen mit der Förderung	25
5	Zusammenfassung und Empfehlungen	28
5.1	Zusammenfassung	28
5.2	Empfehlungen	29
	Literatur	31

UNTERSUCHUNGSKONZEPT FÜR DIE EVALUIERUNG DER PRIORITÄTSACHSE 3

1.1 GEGENSTAND DER EVALUIERUNG

Das Operationelle Programm trägt mit den Maßnahmen der Prioritätsachse 3 zur Umsetzung der Energiewende in Schleswig-Holstein und in Europa sowie zum Aufbau umweltgerechter Wirtschafts- und Infrastrukturen bei. Charakteristisch für die Maßnahmen ist, dass sie einen ökologischen Zielbeitrag mit positiven ökonomischen Effekten (Kosteneinsparungen, teils innovative Ansätze) verbinden. Das Operationelle Programm enthält ein Konzept für Integrierte Territoriale Investitionen „Tourismus- und Energiekompetenzregion Westküste“ (ITI Westküste) nach Artikel 36 der Verordnung (EU 1303/2013).¹

Auf die Prioritätsachse entfallen nach den im August 2020 von der EU-Kommission genehmigten dritten Änderungsantrag des Operationellen Programms insgesamt 18,5 % der EFRE-Mittel. Die Prioritätsachse adressiert die drei Investitionsprioritäten 4a, 4b und 4c, auf die sich drei spezifische Ziele beziehen:

SZ 6 – Entwicklung intelligenter Infrastrukturen (inkl. regionaler Speicher) zur optimalen Integration und Nutzung erneuerbarer Energien

SZ 7 – Reduktion der CO₂-Emissionen der Unternehmen

SZ 8 – Erhöhung der Energieeffizienz der öffentlichen Infrastrukturen

Für die Evaluation der Prioritätsachse ergeben sich aus dieser Konstruktion und der Heterogenität der Förderinstrumente (aus 6 Richtlinien) verschiedene Untersuchungsebenen und Blickrichtungen, die zu berücksichtigen sind. Zum einen wird für jedes spezifische Ziel zu untersuchen sein, inwiefern die im OP formulierten Zielsetzungen erreicht wurden und welchen Beitrag die geförderten Maßnahmen hierzu geleistet haben. Zum anderen soll das Zusammenspiel der eingesetzten Instrumente übergreifend analysiert und hinsichtlich ihres Beitrages zur Energiewende bewertet werden.

1.2 EVALUIERUNGSFRAGESTELLUNGEN

Im Folgenden werden einige zentrale Fragestellungen aufgeführt, denen im Rahmen der zweiten Phase der Evaluierung nachgegangen werden soll.

SZ 6 – Entwicklung intelligenter Infrastrukturen (inkl. regionaler Speicher) zur optimalen Integration und Nutzung erneuerbarer Energien:

- Inwiefern wurden mit Hilfe der EFRE-Förderung die Entwicklung intelligenter Infrastrukturen zur optimalen Integration und Nutzung erneuerbarer Energien beschleunigt? Welche neuen Lösungen wurden im Rahmen der geförderten Vorhaben für die relevanten Infrastrukturbereiche (Produktion, Verteilung und Speicherung) sowie für das Zusammenspiel der Komponenten und Teilbereiche (intelligente Netze/Märkte, Einspeisemanagement) entwickelt?

¹ Vgl. OP des EFRE Schleswig-Holstein 2014-2020, S. 88 ff.

- Inwiefern konnte der endenergetische Versorgungsbeitrag aus erneuerbaren Energien auf den Teilmärkten Strom, Wärme und Mobilität gesteigert werden? Welchen Beitrag hat die EFRE-Förderung hierzu geleistet? Was sind weitere Einflussgrößen?
- Wie ist die Passfähigkeit der geförderten Vorhaben zum Spezialisierungsfeld „Erneuerbare Energien“ der RIS?

SZ 7 – Reduktion der CO₂-Emissionen der Unternehmen:

- Inwiefern wurden mit Hilfe der EFRE-Förderung neue innovative Lösungen (insbesondere produktions- und verfahrenstechnische Innovationen) zur Verbesserung der Energie- oder Ressourceneffizienz entwickelt?
- In welchem Umfang konnte die Energieeffizienz in den Unternehmen verbessert werden? Welche Branchen wurden vornehmlich erreicht? Wie hoch war die CO₂-Einsparung in den Sektoren Verarbeitendes Gewerbe, Handel und Dienstleistung?
- Wie ist die Passfähigkeit der geförderten Vorhaben zum strategischen Zielfeld „Verwirklichung der Energiewende und einer CO₂-armen Wirtschaft“ der RIS?

SZ 8 – Erhöhung der Energieeffizienz der öffentlichen Infrastrukturen:

- In welchem Umfang gelingt es, Energie einzusparen und den Wärmebedarf öffentlicher Infrastrukturen in den Bereichen Tourismus, Jugend- und Bildungsarbeit sowie quartiersbezogener Infrastrukturen (z. B. Wärmenetze) zu senken? Welche weiteren Einflussfaktoren gibt es?
- Was kann aus den modellhaften Vorhaben für Projekte an anderen Standorten bzw. Bereichen gelernt werden (Transfer von Innovationen)? Inwiefern trägt die Förderung zu einer Verbesserung des touristischen Angebots in den Kommunen oder Regionen bei?

Synthese und übergeordnete Fragen (Prioritätsachse 3 insgesamt):

- Wie hat sich der Umsetzungsstand der einzelnen Maßnahmen entwickelt? Wurden die Ziele des Leistungsrahmens erreicht? Worin sind Ursachen für ggf. aufgetretene Umsetzungsprobleme zu sehen (z.B. Anforderungen in den Richtlinien)?
- Welche (integrierten) Konzepte und Strategien liegen der Förderung zu Grunde? Wie unterscheiden sich die Vorhaben, die im Rahmen der ITI gefördert werden, von denen, die außerhalb der ITI umgesetzt werden?
- Durch welche Faktoren werden die Zielgrößen (Leistung aus erneuerbaren Energien, Energieverbrauch, Treibhausgasemissionen etc.) beeinflusst? Welchen Beitrag leisten die Investitionsprioritäten dazu? Wie sind die einzelnen Instrumente und Vorhaben hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Effizienz zu bewerten? Welche Erfolgsfaktoren und Hemmnisse können identifiziert werden?
- In welchem Umfang werden neben den positiven Klimaeffekten auch positive regionalwirtschaftliche Effekte angestrebt und erreicht? In welcher Größenordnung wird durch innovative Produkte, Verfahren und Dienstleistungen Wertschöpfung generiert?
- Welchen Beitrag leisten die Maßnahmen zur Europa-2020-Strategie?
- Wie ist das Zusammenspiel mit weiteren Instrumenten (insbesondere der Prioritätsachsen 1 und 4) sowie mit ESF und ELER im Hinblick auf den Klimaschutz und Energiewende?
- Welcher Beitrag lässt sich zu den Querschnittszielen feststellen?

1.3 ARBEITSSCHRITTE UND METHODEN

Den logischen Schwerpunkt der Evaluation bildet die Identifizierung und Bewertung von Einsparungen – bei Energie- und Wärmeverbrauch, Energiekosten und CO₂-Emissionen sowie von Verfahren zur Steigerung des Anteils Erneuerbarer Energien auf den Teilmärkten Strom und Wärme. Diese sollen jeweils erfasst und bewertet werden. Dies setzt jedoch zugleich eine gewisse Anzahl von umgesetzten Projekten voraus.

Als Durchführungszeitraum für die erste Phase der Evaluierung waren die Jahre 2016/2017 vorgesehen. Die Förderung ist jedoch für diesen Zeitplan zu langsam angelaufen. Erste Projekte wurden erst im Jahr 2016 bewilligt und entfalten ihre Wirkungen erst im Zeitverlauf. Im Jahr 2016 war der Start empirischer Erhebungen daher nicht sinnvoll. Die Evaluierungsarbeiten wurden verschoben, das Vorgehen an die Veränderungen im Operationellen Programm angepasst und zeitlich gestreckt.

Im Evaluierungsplan sind zwei Phasen für die Durchführung der Wirkungsevaluierung der PA 3 vorgesehen:

1. Phase

Die erste Phase knüpft an die Ergebnisse der Evaluierung der Implementierung des OP und der Governance-Strukturen an, bei der die Bewertung der strukturellen und organisatorischen Implementierung der PA 3 einen Schwerpunkt bildet. In dieser prozessbegleitend angelegten Wirkungsanalyse geht es darum, erste Ergebnisse zur Wirksamkeit und Effizienz der einzelnen Förderinstrumente zu ermitteln.

Zum einen wurden Monitoringdaten und Kontextindikatoren zur finanziellen und materiellen Umsetzung ausgewertet und analysiert. Zum anderen erfolgte eine Dokumentenanalyse von Berichten und Studien zu den einzelnen Instrumenten, relevante Strategien und Konzepte wurden einbezogen, soweit diese vorlagen.

Darüber hinaus wurden über alle Maßnahmen hinweg leitfadengestützte Experteninterviews durchgeführt, die neben der Verwaltung (Verwaltungsbehörde, MELUND, Fachreferate, Dienstleister) auch im Rahmen der Fallstudien die verschiedenen Zuwendungsempfänger bzw. Zielgruppen beinhalten. Mehrfache Interviews mit der Verwaltungsbehörde, dem MELUR / MELUND, den anderen beteiligten Fachressorts sowie der WTSH und der ib.sh fanden im Frühjahr 2017 bzw. 2020 statt.

Ein wichtiger Aspekt der in zwei Phasen geteilten Evaluierung ist, dass eine langfristige qualitative Begleitung von Förderprojekten ermöglicht wird. In der begleitenden Bewertung der spezifischen Ziele 6 und 7 in der PA 3 kommt die Methode der Innovationsbiografien zum Einsatz. In der ersten Phase wurde für eine begrenzte Auswahl von FuE- oder Demonstrationsprojekten, die in Abstimmung mit dem Auftraggeber festgelegt wurden, Innovationsbiografien gestartet, die dann in der 2. Phase abgeschlossen werden.

Innovationsbiografien sind ein neuer Forschungsansatz mit dem Wissensdynamiken in Innovationsprozessen aus räumlicher und sektoraler Perspektive empirisch erfasst werden können. Innovationsbiografien ermöglichen, den Prozess der Wissensgenerierung in konkreten Innovationsverläufen, angefangen mit der ersten Idee bis hin zur konkreten Ausformung nachzubilden (Butzin et al. 2012: 11)². Dieser Ansatz trägt den Veränderungen in der theoretischen und empirischen Innovationsdiskussion Rechnung. Zugleich wird mit einem explorativen Vorgehen ermöglicht, den Einfluss der externen Faktoren in gleichem Maße wie den Einfluss der verschiedenen Fördermaßnahmen abzubilden und die Wirkungsweise besser zu verstehen. Darüber hinaus ist von Interesse, ob es Ausstrahleffekte und ggf. Nachahmer gibt. Innovationsbiografien sind eine besondere Form von Fallstudien, die sich insbesondere durch ein exploratives Vorgehen und die Langzeitbetrachtung der Fälle auszeichnen.

² Butzin et al. (2012): Innovationsbiographien – Räumliche und sektorale Dynamik.

Es kommen in den Innovationsbiografien folgende Methoden zum Einsatz (adaptiert nach Butzin 2012):

- Dokumentenanalyse (Antragsunterlagen, Geschäftsberichte, Monitoringdaten etc.)
- Narrative Interviews mit den Projektleitern
- Analyse des Beitrags am Innovationsprozess beteiligten Partner
- Semi-strukturierte Interviews mit Schlüsselakteuren

Die Vorhaben werden mit diesem langfristig angelegten Studiendesign über mindestens 2-3 Jahre begleitet werden. Jedes ausgewählte Projekt wird einmal jährlich befragt. Das erlaubt eine Langfristbetrachtung über den eigentlichen Projektzeitraum hinaus. Pro Fallstudie wird eine Innovationsbiografie erstellt, in der alle für die Innovationsentwicklung wichtigen Aspekte und Einflussfaktoren dargestellt und in ihren Kontext eingebunden sind. Dazu gehört eine Erläuterung der Impulse, durch die die erste Projektidee entstand, Barrieren und Hemmnisse, der Verlauf der Wissensentwicklung und das damit verbundene Akteursnetzwerk. Es kann damit ebenso dem zeitlichen Ablauf mit Vorgänger- und Nachfolgerprojekten und der räumlichen Komponente der Innovationsgenerierung Rechnung getragen werden.

Da die Förderung nur langsam angelaufen ist, wurden erst im Frühjahr 2017 je eine projektbezogene Fallstudie aus dem SZ 6 (Maßnahme 3.1.1) und 7 (Maßnahme 3.2.1) ausgewählt, erst im Jahr 2019 folgten noch weitere fünf Fallstudien. Mit allen Projektleitern bzw. Geschäftsführern wurde bis September 2019 mindestens ein Interview durchgeführt. Die vertiefend zu untersuchenden Projekte wurden in Abstimmung mit der Verwaltungsbehörde und dem zuständigen Fachreferat basierend auf einen begründeten Vorschlag des Gutachters ausgewählt.

Für die qualitative Begleitung und Bewertung von Fördermaßnahmen zum Spezifischen Ziel 8 bietet sich der Fallstudienansatz in Form von strukturierten Gesprächen vor Ort in ausgewählten Einzelprojekten an. Allerdings hängt die Aussagekraft der Evaluierung von den Fortschritten in der Umsetzung ab, wobei es sich hier um Bauvorhaben handelt, die erst langfristig Wirkungen zeigen. Auch hier verzögerten sich die Bewilligungen in den einzelnen Richtlinien, so dass im Jahr 2019 zwei erste Vorhaben ausgewählt wurden. Die Untersuchungen dazu haben, abgesehen von einer Dokumentenanalyse, noch nicht begonnen, da die Bauarbeiten noch laufen bzw. noch nicht begonnen haben. Außer den beiden Fallstudien sollten nach 2020 entsprechend dem Bewilligungs- und Baufortschritt jeweils eine Fallstudie aus den drei übrigen Richtlinien festgelegt werden.

Der hier vorgelegte Phase 1 Bericht stützt sich somit ausschließlich auf eine erste Querauswertung der begonnenen sieben Innovationsbiografien der Förderfälle aus der EUI-Richtlinie.

2. Phase

Der methodische Untersuchungsansatz, der bereits in der 1. Phase genutzt wurde, kommt auch in der 2. Evaluierungsphase zum Einsatz. Entsprechend werden in dieser Phase Daten- und Dokumentenanalysen, Literaturrecherchen und Experteninterviews durchgeführt, deren Resultate Eingang in Innovationsbiografien oder andere Formen von Fallstudien finden. Die Innovationsbiografien werden fortgeschrieben, soweit inhaltlich sinnvoll. Die Fallstudien werden anschließend im Hinblick auf die Wirkungsweise der Förderung und der einzelnen Faktoren vergleichend ausgewertet.

Auf Basis der Auswertung der qualitativ gewonnenen Informationen lassen sich zentrale, vertiefende Aussagen über die unmittelbare Wirksamkeit der Projekte, hemmende oder förderliche Bedingungsfaktoren ihrer Umsetzung sowie ein grundsätzliches „Nachzeichnen“ der Kausalkette ableiten. Insbesondere sollen nun nicht nur die auf Projektebene festgestellten Ergebnisse zusammengefasst werden, sondern zur Bewertung auch in einen breiteren Kontext im Hinblick auf erneuerbare Energien, Ressourcen- und Energieeinsparung eingeordnet werden.

1.4 PROJEKTAUSWAHL FÜR FALLSTUDIEN

Das Evaluierungskonzept sah für die Maßnahmen 3.1.1 und 3.2.1 im Jahr 2017 die Auswahl von 4 Förderfällen als Innovationsbiografien aus dem Förderjahrgang 2016 vor. Es gab aber im Jahr 2016 nur insgesamt 4 Bewilligungen (jeweils 2 pro Aktion 3.1.1 und 3.2.1). Vor diesem Hintergrund wurden nur 2 Projekte aus den 4 Bewilligungen ausgewählt. Die Erstinterviews zu diesen beiden ausgewählten Fällen fanden im Jahr 2017 statt und wurden nach Abschluss der Vorhaben im Jahr 2019 vertieft.

Im Jahr 2019 wurden insgesamt 5 weitere Fälle (3 in der Maßnahme 3.1.1 und 2 Projekte in 3.2.1) als Fallstudien ausgewählt. Diese Erstinterviews haben im Jahr 2019 stattgefunden.

Allgemeine Kriterien für die Projektauswahl waren

- Passfähigkeit zu den Zielen der Richtlinien und zum OP
- Art des Energieträgers und thematischer Bezug des Projekts
- Region (ITI-Westküste-Gebiet oder außerhalb)
- Art des Unternehmens (Betriebsgröße, Branche)
- Art des Vorhabens (Einzel- oder Verbundvorhaben)
- Größe des Vorhabens (EFRE-Mitteleinsatz)

Aus der Maßnahme 3.3.1 mit 4 verschiedenen Richtlinien ergeben sich verschiedene Arten von öffentlichen Infrastrukturen, die bei der Auswahl der Fallstudien berücksichtigt werden. Die folgende Tabelle 1 nennt die bisher mit der Verwaltungsbehörde und den Fachressorts abgestimmten Fallstudien.

Tabelle 1: Fallstudienauswahl in der Prioritätsachse 3

Maßnahme	Projekttitlel	Start der Fallstudie	Begründung	Bewilligte EFRE-Mittel (Mio. €)	Verwendete Abkürzung für das Projekt in Kapitel 4
3.1.1	Hochgradige Flexibilisierung einer Biogasanlage	2017	Einzelprojekt: Flexible Produktion erneuerbarer Energien (mit Speicher), Einspeisemanagement, Verbesserung der Regelbarkeit	0,164	Bioenergie
3.1.1	Kommunaler Strom-Inselnetzbetrieb aus Erneuerbarer Energie mit Batteriespeicher bei Ausfall des Übertragungsnetzes	2019	Einzelprojekt mit wissenschaftlicher Begleitung. (Insel-) Netzbetrieb mit regionalem Speicher, Einspeisemanagement.	1,484	Bordesholm
3.1.1	Smart Region 2.0	2019	Einzelprojekt einer Hochschule Intelligente Netze / Speichertechnologien / Gebäudemanagement Teil des ITI-Konzepts Northern Energy & Sustainability Trail (ITINESTRAIL)	0,442	Smart Region
3.1.1	Entwicklung, Prototypenbau, Test und Zertifizierung der SunOyster 8	2019	Einzelprojekt, Erzeugung Erneuerbarer Energien (Photovoltaik), Produktentwicklung	0,467	SunOyster
3.2.1	Sun Tec - UV-Schutz auf Algenbasis	2017	Verbundprojekt mit Universität, Produktentwicklung in der marinen Biotechnologie	0,259	Oceanbasis
3.2.1	Innovative Antifoulingtechnik für marine Messsensoren	2019	Einzelprojekt, Erfassung / Messung von Umweltbelastungen durch verbesserte Messtechniken	0,300	Sea&Sun
3.2.1	Zentralvakuum in der chemisch-pharmazeutischen Industrie	2019	Einzelprojekt, hohe Energie- und Wassereinsparung in der chemisch-pharmazeutischen Produktion	0,106	UnaSynth
3.3.1 (Bildung)	Energetische Sanierung der Akademie Sankelmark	2020	Bildungsstätte, hohe Energie- und CO ₂ -Einsparung	0,936	-
3.3.1 (Jugend)	Energetische Optimierung und Umbau der Jugendherberge Wittdün / Amrum	2021	Jugendherberge, Bestandteil des ITI-Konzepts „Insel Amrum“	0,605	-

UMSETZUNGSSTAND DER PRIORITÄTSACHSE 3

2.1 FINANZIELLER UMSETZUNGSSTAND (JANUAR 2020)

Die Prioritätsachse umfasst vier aktive Maßnahmen, wobei im Verlauf der Förderung bereits erhebliche Veränderungen gegenüber den ursprünglichen Planungen des OPs vorgenommen wurden. Zwei geplante Maßnahmen wurden aus dem EFRE herausgenommen und werden nun ausschließlich mit Landesmitteln umgesetzt. Das betrifft die energetische Optimierung in KMU (3.2.2) und die Beratungsinitiative Energie- und Klimaschutz für Kommunen (3.3.2) seit dem Änderungsantrag 2018. Neu aufgenommen in das Programm wurde die Förderung der innovativen Wärmesysteme (3.3.3). Bei sämtlichen bisherigen Maßnahmen wurden zudem Mittelumschichtungen in andere Prioritätsachsen vorgenommen. Der Planansatz der EFRE-Mittel in der PA 3 reduzierte sich bisher um 13,5 Mio. € (Änderung 2018) und beträgt somit insgesamt 59 Mio. € (**Tabelle 2**). Der größte Anteil der geplanten EFRE-Mittel entfällt auf die Energetische Optimierung öffentlicher Infrastrukturen (3.3.1). Ein Teil des Budgets der Prioritätsachse 3 wurde für die ITI Westküste reserviert.

Tabelle 2: Stand der Umsetzung in der Prioritätsachse 3 (Januar 2020)

	Maßnahmen der Prioritätsachse	Planansatz EFRE-Mittel in Mio. €	Stand der Umsetzung (Stichtag: 10.01.2020)				
			Bewilligte EFRE-Mittel in Mio. €	Bewilligungsquote in %	Ausgezahlte EFRE-Mittel in Mio. €	Auszahlungsquote in %	Zahl der bewilligten Projekte
	Prioritätsachse 3 – Energiewende - Aufbau umweltgerechter Wirtschafts- und Infrastrukturen	59,000	16,698	28,3	5,933	10,1	31
3.1.1	FuE- u. Demonstrationsprojekte zur Produktion, Verteilung und Speicherung von erneuerbaren Energien	14,500	7,627	52,6	4,090	28,2	14
3.2.1	Umweltinnovationen	10,356	2,976	28,7	1,029	9,9	11
3.2.2	Energetische Optimierung in KMU	0,144	0,144	100,0	0,140	97,2	1
3.3.1	Energetische Optimierung öffentl. Infrastrukturen	29,000	5,951	20,5	0,674	2,3	5
3.3.3	Innovative Wärmesysteme	5,000	0	0,0	0	0,0	0
	Nachrichtlich ITI Westküste	10,000	5,258	52,6	0,290	9,6	5

Hinweis: Planansatz EFRE zum Stand des 2. Änderungsantrags 2018.

Die bewilligten EFRE-Mittel in der PA 3 betragen 16,698 Mio. €, sie erreichten damit im Januar 2020 nur eine Bewilligungsquote von 28,3 Prozent. Die ausgezahlten EFRE-Mittel lagen bei 5,933 Mio. €, was einer Auszahlungsquote von 10,1 % entspricht. Der Auszahlungsstand lag damit weit unter dem des Operationellen Programms von 30,8 %.

In der Maßnahme Innovative Wärmesysteme sind bis zum Januar 2020 noch keine Bewilligungen erfolgt, wobei die Maßnahme erst Ende 2018 in das Programm aufgenommen worden ist und die Richtlinie erst im Juni 2019 in Kraft trat. Den höchsten Bewilligungsstand hatte die Maßnahme 3.1.1, bei der etwas mehr als die Hälfte der geplanten Mittel bewilligt worden sind. Hier gibt es auch die meisten bewilligten Projekte in der Achse. Der Bewilligungsstand von 100 % bei der Maßnahme 3.2.2 kommt durch ein einziges in der EFRE-Förderung verbliebenes Projekt zustande. Die Maßnahme ist seit 2018 im EFRE nicht mehr aktiv.

Hinsichtlich der ITI-Westküste wurden bis Januar 2020 zwei Vorhaben in der Maßnahme 3.1.1 und drei Projekte in der Maßnahme 3.3.1 bewilligt, wodurch zusammen etwas mehr als die Hälfte des ITI-Budgets in dieser Prioritätsachse gebunden waren.

Die Bewilligungsquoten der Prioritätsachse 3 waren zum Stand Januar 2020 insgesamt unbefriedigend und lagen weit unter dem durchschnittlichen Bewilligungsstand von 50,4 % des Operationellen Programmes. Auch die Auszahlungsquoten der Maßnahmen waren sehr gering mit 9,9 % in der Maßnahme 3.2.1 und nur 3,2 % in der Maßnahme 3.3.1, die größere Baumaßnahmen enthält.

Die EUI-Richtlinie³ bildet die Grundlage für die Maßnahme 3.1.1 (hier der Bereich „Energiewende“, Ziffer 2.2.1) und für die Maßnahme 3.2.1 (Bereich „Umweltinnovationen“, Ziffer 2.2.2). Für die Maßnahme 3.3.3 wurde ebenfalls eine eigene Richtlinie veröffentlicht.⁴ Die Förderung in der Maßnahme 3.3.1 erfolgt nach vier Richtlinien für verschiedene öffentliche Infrastrukturen:

- Richtlinie für die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung investiver touristischer Projekte sowie investiver Maßnahmen zur Inwertsetzung des Natur- und Kulturerbes (Ziffer 2.2 und Anlage)⁵
- Richtlinie zur Förderung von Investitionen zur energetischen Optimierung in Bildungsstätten der allgemeinen, politischen und kulturellen Bildung⁶
- Richtlinie zur Förderung von Investitionen zur energetischen Optimierung in Jugendbildungsstätten, Jugendherbergen und Jugendberufshilfsstellen⁷
- Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für Projekte zur energetischen Optimierung öffentlicher Infrastruktur im Rahmen einer nachhaltigen Stadtentwicklung (Nachhaltige Stadtentwicklung - die energieeffiziente Stadt)⁸

Der Stand der finanziellen Umsetzung in der Maßnahme 3.3.1 zum Januar 2020 stellt sich nach diesen Richtlinien unterschiedlich dar (**Tabelle 3**). Während der Bewilligungsstand in den Bereichen Bildung und Tourismus noch - für die Prioritätsachse 3 - vergleichsweise hoch ist, gab es noch keine Bewilligungen in der „Energieeffizienten Stadt“ und nur eine Bewilligung bei den Jugendherbergen, Jugendberufshilfs- bzw. Jugendbildungsstätten.

³ Richtlinie für die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung der Energiewende und von Umweltinnovationen (EUI-Richtlinie), Amtsblatt SH 2015, S. 1409 und geändert in Amtsblatt SH 2019, S. 703.

⁴ Richtlinie zur Förderung nachhaltiger Wärmeversorgungssysteme, Amtsblatt SH 2019, S. 616 und geändert in Amtsblatt SH 2019, S. 1066.

⁵ Amtsblatt SH 2015, S. 1202. Geändert in Amtsblatt SH 2016, S. 756. Aktuelle Richtlinie in Amtsblatt SH 2018, S. 600.

⁶ Amtsblatt SH 2016, S. 200. Geändert in Amtsblatt SH 2016, S. 819.

⁷ Amtsblatt SH 2017, S. 887.

⁸ Amtsblatt SH 2016, S. 994.

Tabelle 3: Stand der Umsetzung nach Richtlinien in der Maßnahme 3.3.1 (Januar 2020)

	(Teil-) Maßnahmen	Planansatz EFRE-Mittel in Mio. €	Stand der Umsetzung (Stichtag: 10.01.2020)				
			Bewilligte EFRE-Mittel in Mio. €	Bewilligungsquote in %	Ausgezählte EFRE-Mittel in Mio. €	Auszahlungsquote in %	Zahl der bewilligten Projekte
3.3.1	Energetische Optimierung öffentl. Infrastrukturen	29,000	5,951	20,5	0,674	2,3	5
	Bildung	2,500	1,212	48,5	0,672	26,9	2
	Jugend	4,000	0,813	20,3	0	0	1
	Tourismus	5,500	3,925	71,4	0	0	2
	Energieeffiziente Stadt	17,000	0	0	0	0	0

Hinweis: Planansatz EFRE zum Stand des 2. Änderungsantrags 2018.

2.2 FINANZIELLER UMSETZUNGSSTAND (SEPTEMBER 2020)

Im Sommer 2020 kam es zu erheblichen Veränderungen in der Programmplanung der Prioritätsachse (**Tabelle 4**). Eine deutliche Reduzierung betraf die Maßnahme 3.3.1 – Energetische Optimierung öffentlicher Infrastrukturen. Hier wurden die Mittel für die Energieeffiziente Stadt und bei den Bildungsstätten gekürzt. Die geplanten EFRE-Mittel wurden um insgesamt 14,750 Mio. Euro reduziert. Die Maßnahmen 3.1.1 (um 1,7 Mio. Euro), 3.2.1 (um 3,5 Mio. Euro) und 3.3.3 (um 0,8 Mio. Euro) wurden aufgestockt.

Insgesamt ergibt sich eine deutliche Reduzierung des geplanten Mittelvolumens der Prioritätsachse auf 50,250 Mio. Euro. Der Anteil der Prioritätsachse am gesamten Operationellen Programm beträgt jetzt nur noch 18,5 Prozent.

Tabelle 4: Stand der Umsetzung in der Prioritätsachse 3 (September 2020)

	Maßnahmen der Prioritätsachse	Planansatz EFRE-Mittel in Mio. €	Stand der Umsetzung (Stichtag: 30.09.2020)				
			Bewilligte EFRE-Mittel in Mio. €	Bewilligungsquote in %	Ausgezahlte EFRE-Mittel in Mio. €	Auszahlungsquote in %	Zahl der bewilligten Projekte
	Prioritätsachse 3 – Energiewende - Aufbau umweltgerechter Wirtschafts- und Infrastrukturen	50,250	30,419	60,8	8,556	17,0	45
3.1.1	FuE- u. Demonstrationsprojekte zur Produktion, Verteilung und Speicherung von erneuerbaren Energien	16,200	9,866	60,9	4,941	30,5	18
3.2.1	Umweltinnovationen	13,856	12,910	93,2	1,582	11,4	17
3.2.2	Energetische Optimierung in KMU	0,144	0,144	100,0	0,144	100,0	1
3.3.1	Energetische Optimierung öffentl. Infrastrukturen	14,250	6,609	46,4	1,889	13,3	8
3.3.3	Innovative Wärmesysteme	5,800	0,889	15,3	0	0	1
	Nachrichtlich ITI Westküste	7,000	2,210	31,6	1,165	16,6	6

Hinweis: Planansatz EFRE zum Stand 07.08.2020.

Der Bewilligungsstand hat sich seit Januar 2020 bis zum Ende des dritten Quartals deutlich verbessert. Insgesamt wurden bis zum Ende des dritten Quartals 2020 rund 14 Mio. Euro mehr bewilligt als in den Jahren seit Beginn der Förderperiode zusammen.

Besonders groß war der Zuwachs bei den Umweltinnovationen (3.2.1). Davon entfallen fast 80 % der im Jahr 2020 bewilligten Mittel (7,8 Mio. Euro) auf ein sehr großes Projekt. Auch in der Maßnahme 3.1.1 wurde ein großes Biogas-Projekt bewilligt, auf das zwei Drittel der neuen Bewilligungen seit Januar 2020 entfallen. Bei den innovativen Wärmesystemen konnte inzwischen ein erstes Projekt bewilligt werden. Somit ist die Förderung der Energieeffizienten Stadt als Bestandteil der Maßnahme 3.3.1 die einzige Maßnahme in der Prioritätsachse 3, bei der bisher noch keine Bewilligungen erfolgten (**Tabelle 5**). Die Auszahlungen sind in allen Maßnahmen nur wenig gegenüber dem Jahresbeginn gestiegen.

Tabelle 5: Stand der Umsetzung nach Richtlinien in der Maßnahme 3.3.1 (September 2020)

	(Teil-) Maßnahmen	Planansatz EFRE-Mittel in Mio. €	Stand der Umsetzung (Stichtag: 30.09.2020)				
			Bewilligte EFRE-Mittel in Mio. €	Bewilligungsquote in %	Ausgezählte EFRE-Mittel in Mio. €	Auszahlungsquote in %	Zahl der bewilligten Projekte
3.3.1	Energetische Optimierung öffentl. Infrastrukturen	14,250	6,609	46,4	1,889	13,3	8
	Bildung	1,500	1,278	85,2	1,004	66,9	3
	Jugend	4,000	0,813	20,3	0,813	20,3	1
	Tourismus	5,500	4,518	82,1	0,072	1,3	4
	Energieeffiziente Stadt	3,250	0	0	0	0	0

Hinweis: Planansatz EFRE zum Stand 07.08.2020.

2.3 EINFLÜSSE AUF DEN BEWILLIGUNGSSTAND UND DIE NACHFRAGE

Die im Rahmen der begleitenden Evaluierung des Programms geführten Interviews mit den Verantwortlichen in den Fachressorts, der IB.SH und der WTSH ergaben, dass die Ursachen für den unbefriedigenden Bewilligungsstand zum Stand Januar 2020 angesichts der verbleibenden Förderperiode vielfältig sind. Dazu zählen die folgenden Punkte:

- die sehr späte Veröffentlichung der Richtlinien (insbesondere Jugendherbergen in 3.3.1) oder des Projektaufrufs (Energieeffiziente Stadt)
- Verzögerungen durch das lange Verfahren des ITI-Wettbewerbs (Maßnahmen 3.1.1 und 3.3.1)
- Lücke zwischen dem Ergebnis des ITI-Verfahrens und der Antragstellung der ITI-Projekte (Dauer der Projektentwicklung bis zur Antragsreife)
- Veränderungen in den politischen und kommunalen Prioritätensetzungen im Zeitverlauf (Maßnahme 3.3.1)
- Wegfall von größeren Projekten (Krankenhäuser) oder ganzen Maßnahmen der Prioritätsachse 3 in den Änderungsverfahren des Programms
- Strukturelle Unterschiede in der tatsächlichen Nachfrage gegenüber den Erwartungen und Förderbedingungen der Richtlinien (Zielgruppen, Zielgruppengröße, Innovationshöhe, erreichbare Energie- und CO₂-Einsparung, Kosten)
- Fehlende personelle Kapazitäten für Projektentwicklung, Planung und Prüfung von Projekten bei den Kommunen und anderen Trägern bei gleichzeitig aufwendigen, komplexen und großen Projekten

- Erwartete lange Dauer von Baumaßnahmen bei konjunkturbedingt beschränkten Baukapazitäten und langen Ausschreibungsverfahren
- Schwierigkeiten der Antragstellenden hinsichtlich der Erbringung von Eigenmitteln (Eigen- und Fremdkapital)
- Fehlende Personalkapazitäten für FuE und Innovationen in den Unternehmen
- Attraktivere Förderquoten und Förderbedingungen von anderen nationalen und regionalen Förderprogrammen (Land und Bund)
- Die geforderte Innovationshöhe der Projekte (Maßnahmen 3.1.1, 3.2.1 und 3.3.3) bedarf großer Anstrengungen in der Projektentwicklung und Sensibilisierung, die vor der Bewilligung teilweise einen längeren Zeitraum in Anspruch nehmen.
- Eine enge Begleitung und zeitintensive Beratung der Projektträger über fachliche Inhalte (d.h. energetische Optimierung) sind in der Maßnahme 3.3.1 während der frühen Projektplanung notwendig. Das Paket aus formaler Begleitung der IB.SH und der fachlichen Unterstützung durch die Energieagentur ist für die Antragstellenden, insbesondere im Hinblick auf die EnEV, sehr wichtig.

WIRKUNGSMODELLE DER FÖRDERUNG

In diesem Kapitel werden die Wirkungsmodelle der Fördermaßnahmen in der Prioritätsachse 3 des EFRE-OP Schleswig-Holstein 2014-2020 skizziert. Das Wirkungsmodell spiegelt die zentralen Annahmen wider, die der Förderung zugrunde liegen.⁹ Sie bilden die Grundlage der Evaluation, um in weiteren Schritten Ergebnisse und Wirkungen feststellen zu können und einzuordnen. Gemäß dem Bewertungsplan liegt dem Untersuchungskonzept das im „Guidance Document on Monitoring and Evaluation“¹⁰ beschriebene Verständnis zum Wirkungsmodell der EFRE-Förderung zugrunde, demzufolge neben der Intervention auch andere Faktoren auf die Ergebnisgrößen wirken. Diese externen Einflussfaktoren werden im Kapitel 3.5 dargestellt.

3.1 WIRKUNGSMODELL DER MAßNAHME 3.1.1: ERNEUERBARE ENERGIEN

Mit der Maßnahme werden FuE-Projekte durch Zuschüsse unterstützt, die neue Möglichkeiten für effiziente Produktions- und Verteilungsanlagen, Speichertechnologien und ihre intelligente Vernetzung für erneuerbare Energien erforschen. Zudem werden Pilot- und Demonstrationsprojekte gefördert, die die Anwendung entwickelter innovativer Lösungen sowohl im Strom- wie auch im Wärmebereich erproben und die Markteinführung vorbereiten.

Die Zuschüsse reduzieren das Risiko der FuE-Tätigkeit in den Unternehmen direkt, indem die Kosten für die Unternehmen gesenkt und das Risiko geteilt werden. Es wird möglich, Innovationsprojekte schneller oder in anderen Konstellationen als ohne Förderung umzusetzen. Indirekt werden durch geförderte Verbundprojekte auch Anreize zur Kooperation mit Forschungseinrichtungen und anderen Unternehmen gesetzt.

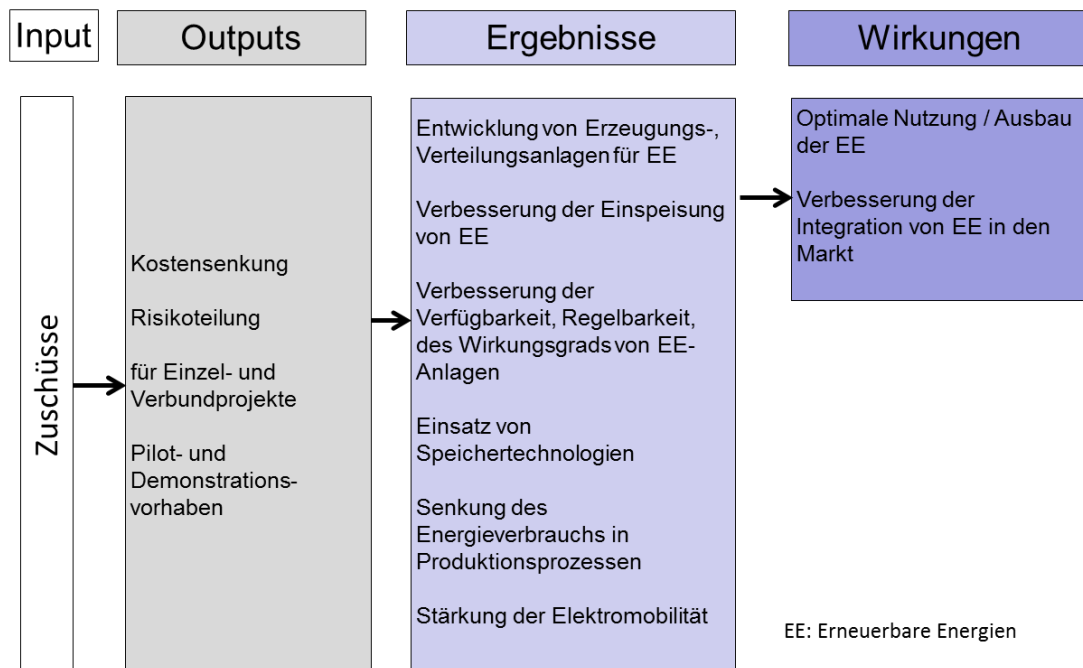
Im Ergebnis sollen Lösungen für alle relevanten Infrastrukturbereiche (Erzeugung, Verteilung und Speicherung) erneuerbarer Energien sowie für das Zusammenspiel der Komponenten und Teilbereiche (intelligente Netze/Märkte, Einspeisemanagement) entwickelt, erprobt und eingeführt werden. Die Verfügbarkeit, Regelbarkeit oder der Wirkungsgrad von EE-Anlagen verbessert sich. Speichertechnologien werden eingesetzt. Der Energieverbrauch in Produktionsprozessen kann gesenkt werden. Andere Lösungen stärken die Elektromobilität.

Langfristig soll die Entwicklung intelligenter Infrastrukturen zum Ausbau und zur optimalen Nutzung erneuerbarer Energien beitragen. Außerdem wird die Integration der erneuerbaren Energien in den Markt verbessert.

⁹ Input – Ressourcen, die durch die Förderung bereitgestellt werden. Output – Einsatz der Ressourcen. Ergebnisse – unmittelbare Ergebnisse bei den Begünstigten (nach Abschluss des Projekts). Wirkungen - Auswirkungen in langfristiger Sicht, mittelbar oder bei anderen Akteuren.

¹⁰ Evaluierungsplan (2019), S. 1 und Europäische Kommission (2014), S. 5.

Abbildung 1: Wirkungsmodell der Maßnahme 3.1.1



Quelle: Eigene Darstellung.

3.2 WIRKUNGSMODELL DER MAßNAHME 3.2.1: UMWELTINNOVATIONEN

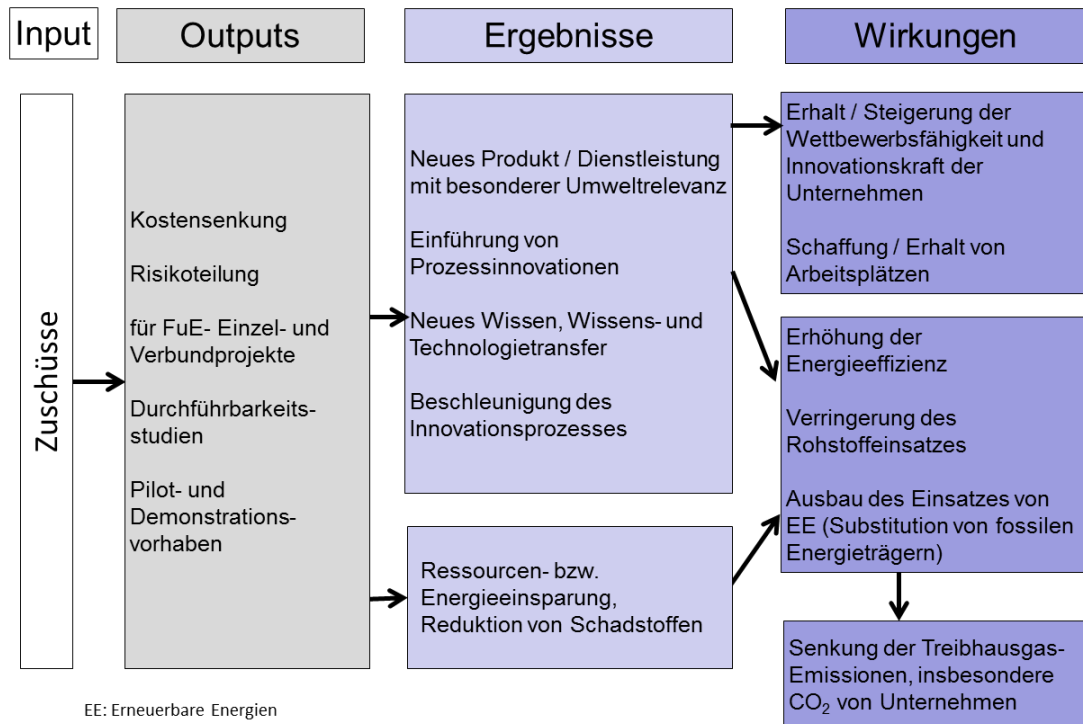
Durch Zuschüsse werden FuE-Projekte, Durchführbarkeitsstudien sowie Pilot- und Demonstrationsvorhaben von Unternehmen unterstützt, die auf die Themen Energie- und Ressourceneffizienz sowie die Bioökonomie ausgerichtet sind. Im Vordergrund der Förderung stehen produktions- und verfahrenstechnische Innovationen, durch die der Energie- und Rohstoffeinsatz in Unternehmen verringert wird. Daneben sollen auch innovative Lösungen für eine bessere Luftqualität und zur effizienten Emissionskontrolle gefunden werden.

Die Zuschüsse reduzieren das Risiko der FuE-Tätigkeit in den Unternehmen direkt, indem die Kosten für die Unternehmen gesenkt und das Risiko geteilt werden. Es wird möglich, Innovationen schneller oder in anderen Konstellationen als ohne Förderung zu entwickeln, zu erproben oder einzuführen. Indirekt werden durch geförderte Verbundprojekte auch Anreize zur Kooperation mit Forschungseinrichtungen und anderen Unternehmen gesetzt.

Im Ergebnis der Vorhaben werden neue Produkte oder Dienstleistungen mit besonderer Umweltrelevanz entwickelt oder Prozessinnovationen eingeführt. Der Innovationsprozess kann durch die Förderung beschleunigt werden. Mit der Innovation entsteht neues Wissen und der Wissens- und Technologietransfer wird angestoßen. Nach der Einführung entsprechender Technologien oder Prozesse können - abhängig vom konkreten Zuschnitt des Projekts - Ressourcen bzw. Energie eingespart oder Umweltschadstoffe reduziert werden.

Langfristig werden die Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft der Unternehmen erhalten oder gesteigert, was auch zum Erhalt bzw. der Schaffung von Arbeitsplätzen beiträgt. Hinsichtlich der Umweltwirkungen erhöht sich die Energieeffizienz, der Rohstoffeinsatz verringert sich oder der Einsatz von Erneuerbaren Energien kann ausgebaut werden. Letztendlich können Treibhausgasemissionen, insbesondere der CO₂-Ausstoß der Unternehmen gesenkt werden.

Abbildung 2: Wirkungsmodell der Maßnahme 3.2.1



Quelle: Eigene Darstellung.

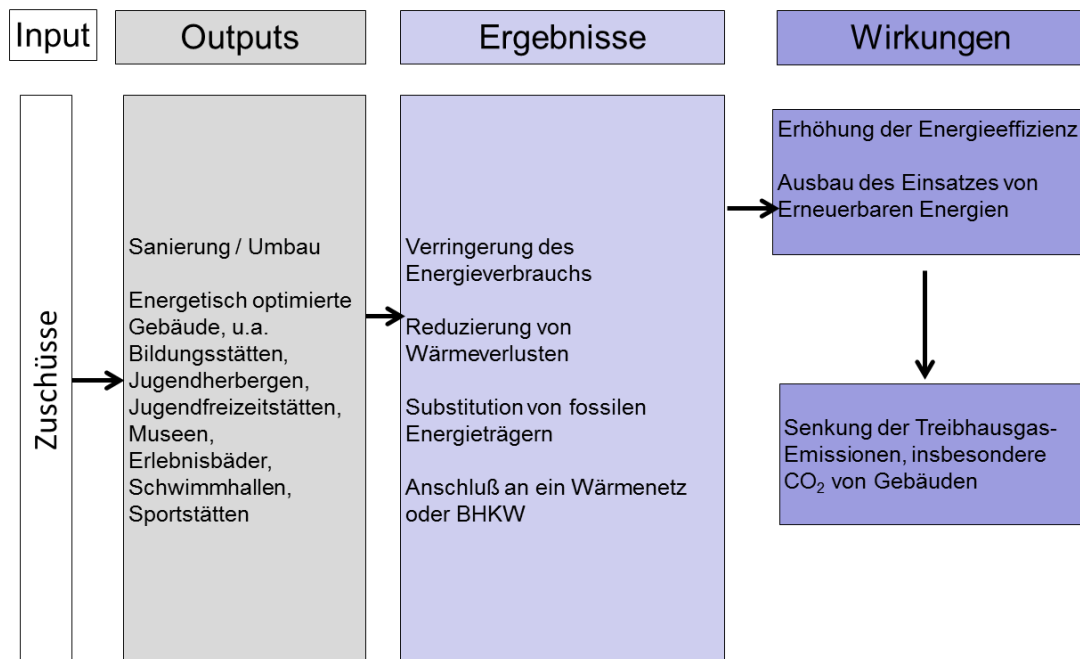
3.3 WIRKUNGSMODELL DER MAßNAHME 3.3.1: INFRASTRUKTUR

Landesweit werden in dieser Maßnahme Modellprojekte zur Erhöhung der Energieeffizienz ausgewählter öffentlicher Infrastrukturen der Bereiche Tourismus und Jugend- und Bildungsarbeit unterstützt. Die EFRE-Mittel in dieser Maßnahme werden zudem zur Umsetzung von Projekten gesamtstädtischer oder quartiersbezogener Konzepte für eine energetische Stadtentwicklung in den Ober- und Mittelzentren eingesetzt.

Zuschüsse unterstützen die energetische Sanierung oder den Umbau von Bildungsstätten, Jugendherbergen, Jugendgästehäusern, Museen, Erlebnisbäder und Sportstätten, um die Gebäude energetisch zu optimieren. Als Ergebnisse wird prioritär eine Verringerung des Energieverbrauchs und die Reduzierung von Wärmeverlusten erwartet. Es handelt sich meist um defizitäre Einrichtungen, durch die Energiekostensenkung soll zugleich die Wirtschaftlichkeit erhöht werden. Fossile Energieträger können im Zuge der Investitionen substituiert werden und ein Anschluss der Einrichtung an ein Wärmenetz oder Blockheizkraftwerk erfolgen.

Langfristig erhöht sich die Energieeffizienz. Durch den Ausbau des Einsatzes Erneuerbarer Energien und vor allem die Energieeinsparungen wird eine Senkung der Treibhausgasemissionen, insbesondere CO₂ von Gebäuden erwartet.

Abbildung 3: Wirkungsmodell der Maßnahme 3.3.1



Quelle: Eigene Darstellung.

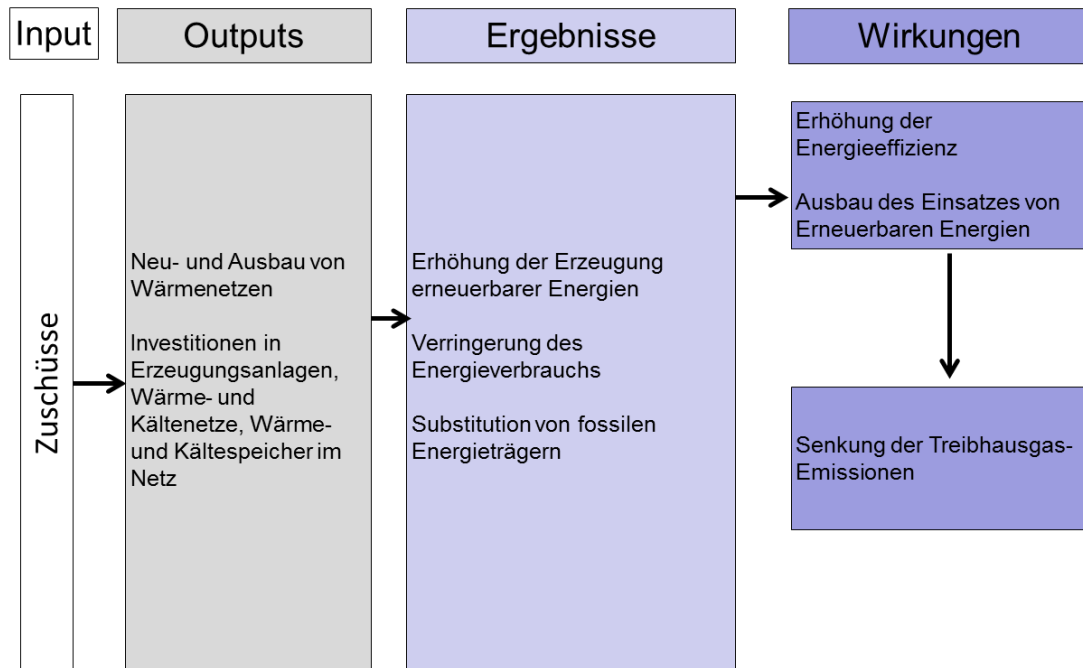
3.4 WIRKUNGSMODELL DER MAßNAHME 3.3.3: WÄRMENETZE

Im Rahmen dieser Maßnahme können Vorhaben gefördert werden, die den Neubau und Ausbau von Wärmenetzen und den Einsatz Erneuerbarer Energien in Wärmenetzen beinhalten. Gefördert werden die notwendigen Investitionskosten für Erzeugungsanlagen, Wärme- und Kältenetze sowie Wärme- und Kältespeicher in einem entsprechenden Netz. Hierbei soll eine CO₂-Einsparung gegenüber der vorherigen Wärme- oder Kälteversorgung erzielt werden.

Als Ergebnisse werden die Verringerung des Energieverbrauchs, die Substitution fossiler Energieträger und bei Neubauvorhaben auch die Erhöhung der Erzeugung Erneuerbarer Energien erwartet. Durch Kombination von verschiedenen Erneuerbaren Energien in der Erzeugung mit Wärmespeichern und Wärmenetzen kann für eine nachhaltige Wärmeversorgung die notwendige Umstellung der Energieinfrastruktur eingeleitet und der schrittweise Umstieg auf CO₂-freie Energieträger erleichtert werden.

Langfristig kann somit die Energieeffizienz der Netze erhöht werden und der Einsatz Erneuerbarer Energien ausgebaut werden. Dies leistet einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen.

Abbildung 4: Wirkungsmodell der Maßnahme 3.3.3



Quelle: Eigene Darstellung.

3.5 EXTERNE EINFLUSSFAKTOREN

Die externen Einflussfaktoren auf die Ergebnisse und Wirkungen der Förderung beziehen sich einerseits auf das Innovationsverhalten der Unternehmen und andererseits auf die Energiewende sowie Einflussgrößen auf die Treibhausgasemissionen und Energieeinsparung.

Die FuE-Schwäche der Unternehmen in Schleswig-Holstein ist bekannt und wurde bereits im EFRE-OP als Handlungsbedarf beschrieben. Aufgrund dieser Innovationsschwäche fällt es Forschungseinrichtungen themen- und technologieabhängig schwer, regionale Unternehmen als Partner für öffentlich geförderte FuE-Projekte oder als Auftraggeber zu gewinnen. Das gilt aber auch umgekehrt, wenn die Unternehmen Fragestellungen bearbeiten, wo die relevante Forschung nicht zwangsläufig im eigenen Bundesland stattfindet.

Auch auf Seiten der Unternehmen muss es eine Motivation geben, Innovationsprojekte anzustoßen und durchzuführen. Bei Mittelständlern ohne Innovationsaktivitäten nennen über die Hälfte als Grund, dass keine Notwendigkeit für Innovationen bestünde.¹¹ Als Hemmnisse werden von kleineren und mittleren Unternehmen (KMU) oft fehlende Finanzierung, keine Kapazitäten oder mangelnde Personalausstattung genannt.¹² Auch fehlende Innovationsideen nennen 20 % der Unternehmen.¹³ Einflussfaktor vor allem im Hinblick auf den Zugang zur Finanzierung, aber auch auf den Absatz innovativer Produkte und Dienstleistungen ist ganz allgemein auch die konjunkturelle Lage. Hinzu kommt der Fachkräftemangel.¹⁴ Weltweite Liefer- und Absatzverflechtungen durch die Globalisierung eröffnen Chancen, machen aber auch anfällig für externe Schocks.

¹¹ KfW Research (2018), S. 10

¹² KfW Research (2018), a.a.O. S. 12

¹³ KfW Research (2018), a.a.O. S. 10

¹⁴ Christensen et al (2018): Fachkräfteprojektion 2035 für Schleswig-Holstein

Die Förderung in dieser Prioritätsachse zielt vorrangig auf die Verringerung des Energieverbrauchs, die Steigerung der Energieeffizienz und die optimale Nutzung erneuerbarer Energien. Sie ist damit auf die Schlüsselfaktoren für das thematische Ziel der Reduzierung der CO₂-Emissionen ausgerichtet. Adressiert werden vornehmlich Maßnahmen zur Reduzierung energiebedingter CO₂-Emissionen. Durch die Erzeugung bzw. Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen wird der Verbrauch fossiler Brennstoffe ersetzt. Der Energieverbrauch einer Gesellschaft und damit die CO₂-Emissionen (als zentrale Zielvariable der Prioritätsachse 3) werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst.

Die Nachfrage nach Energie insbesondere im verarbeitenden Gewerbe ist abhängig vom Wirtschaftswachstum und verändert sich entsprechend.¹⁵ Auch die demographische Entwicklung hat Einfluss auf die Energienachfrage neben der der Haushalte auch im Handel, Dienstleistungen und Verkehr. Steigende oder fallende Energiepreise wirken sich auf den Energieverbrauch aus. Langfristig hohe Energiepreise können Investitionen zur Verringerung des Energieverbrauchs vorantreiben. Der Einsatz von Innovationen und neuen Technologien (unabhängig von der konkreten Förderung) beeinflusst die Veränderung des Energieverbrauchs. Als Hemmnis kann der fehlende Überblick hinsichtlich technischer Möglichkeiten und deren Energiesparpotenzialen genannt werden, die auf Ebene der Unternehmen zur Folge haben, dass diese vorrangig in anderen Bereichen ihre Investitionen tätigen. Hier wirken zusätzlich die Verfügbarkeit von externen oder internen Finanzierungsquellen auf die Umsetzung und Priorisierung von Investitionen.

Ein weiterer Faktor, der den Energieverbrauch beeinflusst, ist der sogenannte Rebound-Effekt. Die über Investitionen in die Energieeinsparung erreichte Effizienzsteigerung ermöglicht mehr Konsum und Produktion. Dies hat zur Folge, dass ein Teil der Effizienzgewinne aufgezehrt wird (z.B. durch längere Einsatzzeiten).¹⁶

Neben wirtschaftlichen und technischen Faktoren hat sich die Klimaschutz- und Energieeffizienzpolitik als Rahmenbedingung in den letzten 10 Jahren deutlich verändert.¹⁷ Es gab einen gesellschaftlichen Bewusstseinswandel mit der Erkenntnis, die anthropogen verursachte Erderwärmung zu begrenzen. Zugleich ist ein Wandel im Verbraucherverhalten festzustellen. Es wurden diverse Maßnahmen auf Bundes- und Landesebene ergriffen, wovon die EFRE-Förderung nur einen kleinen Teil darstellt. Auch die Gesetzgebung auf nationaler und europäischer Ebene hat sich im Zuge der Energiewende verändert. In Schleswig-Holstein ist das Integrierte Energie- und Klimakonzept (IEKK) sowie das Energiewende- und Klimaschutzgesetz (2017) die zentrale konzeptionelle Grundlage für eine zukunftsgerichtete Energieversorgung, zur Umsetzung der Energiewende und zur Förderung des Klimaschutzes.

¹⁵ Vgl. zu den verschiedenen Einflussfaktoren Seefeldt et al (2009), S. 11ff.

¹⁶ Sauer, Alexander/Bauernhansl, Thomas (Hrsg.) (2016), Energieeffizienz in Deutschland – eine Metastudie. Analyse und Empfehlungen, 2. Auflage, Berlin, S. 46.

¹⁷ Vgl. u.a. Integriertes Energie- und Klimaschutzprogramm von Meseberg (IEKP) von 2007, Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) von 2008, Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung von 2010, Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050.

ERKENNTNISSE AUS DEN INNOVATIONS BIOGRAFIEN

In Schleswig-Holstein werden, wie bereits dargestellt, Innovationsbiografien als zentrale Evaluationsmethode für die Evaluierung der Maßnahmen 3.1.1 und 3.2.1 eingesetzt. Im Jahr 2017 und 2019 fanden Interviews mit den Projektleitenden in den Unternehmen bzw. an einer Hochschule statt. Diese Interviews und eine Dokumentenanalyse der Projekte stellen die Grundlage dieses Kapitels dar.

Zum Zeitpunkt der Interviews im Sommer 2019 und des Berichts im Frühjahr 2020 laufen die meisten geförderten Projekte noch oder wurden erst vor kurzem abgeschlossen. Die etwaige Markteinführung neuer Produkte steht noch bevor. Im Mittelpunkt stehen für diesen Zwischenbericht daher die frühen Phasen der Innovation. Im Endbericht wird sich der Schwerpunkt der Analyse auf die späteren Phasen und die Ergebnisse der Vorhaben verschieben. Hier werden erste Erkenntnisse aus diesen Fallstudien zusammengefasst.

4.1 ENTSTEHUNG DER INNOVATIONSIDEE

Bevor Innovationsaktivitäten überhaupt zielgerichtet starten können, wird eine entsprechende Idee für ein neues Produkt oder Dienstleistung oder innovative Prozesse benötigt. Das Fehlen von „guten“ Ideen ist oft der Grund für einen Verzicht auf Innovationen oder Investitionen, und damit auch auf die Nachfrage nach den Fördermitteln. Die hier betrachteten Fälle haben diese Hürde überwunden. Daher werden in diesem Kapitel die Innovationsideen der einzelnen Fälle beschrieben und aufgezeigt, wie die Unternehmen bzw. die Hochschulen zu dieser Idee kamen.

Maßnahme 3.1.1

Die Strom- und Wärmeerzeugung über eine Biogasanlage (**Bioenergie**) für die Einspeisung in das Netz und die Wärmeversorgung der Nachbarortschaft ist ein Nebenprodukt des landwirtschaftlichen Betriebs. Die Idee „flexibel Strom produzieren“, statt der Grundlast nur die Spitzenlasten abzudecken und damit an der Strombörse Geld zu verdienen, war schon immer da, aber der Betreiber wusste nicht, wie die preislich attraktiven Zeiten mit ihrer Stromerzeugung erreichbar sind. Die technische Lösung wurde gemeinsam mit dem bereits langjährig bekannten Innovationsberater entwickelt. Die Motivation für das Projekt kommt auch aus dem Auslaufen der EEG-Förderung für die bestehende Biogasanlage nach 20 Jahren. Es wird vermutet, dass nur durch die Spitzenlastproduktion die Biogasanlage eine längere Zukunft hat.

Für die Umsetzung der Energiewende muss in der Praxis nachgewiesen werden, dass das Netz auch mit 100% Erneuerbarer Energie stabil betrieben werden kann. In der Stadt **Bordesholm** waren grundlegende Voraussetzungen für einen solchen Praxistest (u.a. Smart Grid) flächendeckend gegeben. Die Idee selbst wurde durch einen Dokumentarfilm angestoßen, bei der ein Batteriespeicher eines Verteilnetzbetreibers in Schwerin vorgestellt wurde. Das Team fuhr zur Besichtigung dorthin und entwickelte daraufhin die Projektidee für den Bau des Batteriespeichers und den Inselnetzbetrieb.

Das Projekt **Smart Region 2.0** ist Teil des ITI-Konzepts Northern Energy & Sustainability Trail (ITI-NESTrail). Als eine Art „Energetische Zeitreise“ sollte der NESTrail eine umfassende Betrachtung der Thematik „Energie und Nachhaltigkeit“ ermöglichen. Das Projekt an der FH Westküste stellt dabei die „Forschung für die Zukunft“ dar. Die Idee existierte bereits vorher, da alle Akteure der Energiekompetenzregion (u.a. Windtestfeld, Pellworm, FH Westküste) viele Anfragen von außen nach Informationen und Besuchen verzeichneten. Die Frage stand daher im Raum, wie man einen solchen Pfad gemeinsam aufbaut. Daraufhin sprach

die FH Westküste mit den relevanten Akteuren und Partnern und unter Einbeziehung eines Dienstleisters entstand das ITI-Konzept, das dann auch im ITI-Wettbewerb erfolgreich war.

Das Unternehmen **SunOyster** hat die konzentrierende Solartechnologie zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme seit seiner Gründung entwickelt und mehrere Patente angemeldet. Das erste Produkt, die SunOyster 16 befand sich 2018 bereits in der Pilotproduktion und wurde weltweit getestet. Aus der Praxiserfahrung waren neben den vielen Vorteilen auch einige Nachteile bei der Aufstellung und dem Transport erkannt worden. Dazu gehören vor allem die erheblichen Abmessungen, das hohe Gewicht, Einschränkungen bei der Aufstellung, die manuelle Ausrichtung vor Ort und das sehr technisch anmutende Design. Daraus wurden die Anforderungen für eine Weiterentwicklung des Kernprodukts des Unternehmens abgeleitet.

Maßnahme 3.2.1

Auf der Seite der Kunden der Naturkosmetiklinie von **Oceanbasis** zeigte sich bereits länger der Bedarf nach einem Sonnenschutzprodukt, so dass die Idee in der Schublade möglicher Produktentwicklungen lag. Hinzu kam, dass Kunden berichteten, dass der Algenextrakt in den bestehenden Produkten (durch Hilfe zur Selbsthilfe der Haut) bereits Sonnencreme einsparen würde.

Das Problem des Biofouling an Messsensoren war im praktischen Einsatz bei den Kunden des Unternehmens **Sea&Sun** bereits lange bekannt, es gab aber keine zufriedenstellenden (nicht chemisch-toxischen) Lösungen, obwohl die Nachfrage nach effizienten Monitoringsystemen und deren Nachrüstung auf dem internationalen Markt groß ist.

Bei der Planung der neuen Produktionsstätte (2012/2013) der **UnaSynth** wurde bereits der Wechsel der Vakuumtechnologie diskutiert, aber verworfen, da keine geeigneten Aggregate zu diesem Zeitpunkt verfügbar waren. Es wurde also die bestehende Technologie auch am neuen Standort installiert. Durch veränderte Bedarfe bei einem Großkunden und der Reduzierung der langfristig vereinbarten Abnahmemengen entstanden erhebliche Probleme, die den Druck auf das Unternehmen erhöhten, die Produktion anzupassen und Kosten zu sparen. Konkreter Anlass war die hohe Wasserrechnung, so dass eine interne Projektgruppe eingesetzt wurde, die die neuen technischen Möglichkeiten prüfte. Dabei wurden auch die technischen Herausforderungen und das Einsparpotential an Energie und Wasser deutlich.

4.2 ROLLE DER FÖRDERUNG

In diesem Abschnitt wird dargestellt, inwiefern die analysierten Fälle die Annahmen des Wirkungsmodells zur Rolle der Förderung stützen (vgl. Kapitel 3.1 und 3.2) und ob ggf. weitere Wirkungen auf den Innovationsprozess beobachtet werden konnten.

Die Förderung aus der EUI-Richtlinie soll dadurch, dass die Kosten für die Unternehmen durch den Zuschuss gesenkt werden, das Risiko der FuE-Tätigkeit, der Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen oder der Einführung einer Prozessinnovation unmittelbar reduzieren. In der Maßnahme 3.1.1 sind mit den geförderten innovativen Projekten teilweise erhebliche Investitionen verbunden, die jedoch aus Eigenmitteln der Unternehmen finanziert werden.

Maßnahme 3.1.1

Das Investitionsprojekt der **Bioenergie** mit dem Gas- und Wärmespeicher und der flexiblen Anlagensteuerung wäre ohne Förderung nicht begonnen worden. Das Projekt verbessert die Einspeisung der erneuerbaren Energie (hier: auf der Grundlage von Biogas) in Spitzenlastzeiten, wobei gleichzeitig Stromspitzen durch die eigene Erzeugung vermieden werden. Die Stromerzeugung ist durch den Einsatz von Speichern flexibel regelbar. Der Mehrertrag durch die Erlöse an der Strombörse soll die schnellere Amortisation der Investitionen ermöglichen.

Der Batteriespeicher in **Bordesholm** selbst wurde durch die Versorgungsbetriebe eigenfinanziert (hohe Investitionsausgaben) und wäre auch ohne die Förderung errichtet worden. Die EFRE-Förderung deckt nur die Mehrkosten ab, die aus dem angestrebten Inselnetzbetrieb resultieren. Diese Teile (z.B. Schalter) wären sonst nicht gekauft worden. Die Inselnetzfähigkeit war nur mit Förderung realisierbar bzw. wäre aufgrund des langen negativen Cash-Flows nicht umgesetzt worden. Kern des Projektes ist die erfolgreiche Demonstration, dass auch ein Verteilnetz mit einem hohen Anteil Erneuerbarer Energien sicher und stabil zu betreiben ist.

Das Förderforum der Hochschule Westküste finanzierte zunächst die externe Unterstützung der Erstellung des NESTrail-Konzepts. Ohne diese Förderung hätte die FH Westküste das Projekt **Smart Region** nicht geplant. Das Lehr- und Ausstellungsgebäude wurde vom Land kostenfrei zur Verfügung gestellt. Die EFRE-Förderung der Investitionen in die Gebäudeautomatisierung hat das Transferprojekt erst möglich gemacht, die Mitarbeiter/innen wurden nur dafür eingestellt. Die Transferaktivitäten sollen zeigen, auf welche Weise sich die Energieverbräuche und CO₂-Emissionen in einer Liegenschaft durch den Betrieb der eingesetzten Komponenten deutlich reduzieren lassen. Das Projekt soll wertvolle Erkenntnisse über den praktischen Betrieb dezentraler Erzeugungsanlagen mit modernen Speichertechnologien und die Vor-Ort-Verwertung von Strom aus Erneuerbaren Energien bringen, um repräsentative Aussagen zu Energieverbrauch, Energieeinsparung, Autarkiegrad und ökologischem Fußabdruck zu ermöglichen. Strom- und Wärmebedarfe werden gleichzeitig behandelt und die Infrastruktur mit elektrischen und thermischen Speichern ergänzt, so dass eine energetische Optimierung des Gesamtsystems mit Hilfe einer intelligenten Kopplung zwischen den Energieträgern Strom und Wärme möglich ist. Das Projekt ordnet sich dabei in eine vorhandene Experimentierumgebung (Energiepark) an der Hochschule ein.

Ohne die Förderung aus der EUI-Richtlinie hätte das Unternehmen die Entwicklung der kleinen **SunOyster** nicht so schnell begonnen. Im Vorfeld war das Unternehmen bereits im KMU-Instrument von Horizont 2020 erfolgreich, um die Entwicklung, die Pilotproduktion und Demonstrationsprojekte der großen SunOyster anzustoßen. Mit den EFRE-Mitteln wird nun eine hocheffiziente, leichte und kompakte Solaranlage für die Erzeugung von Strom und Wärme für Endverbraucher entwickelt, die für Einfamilienhäuser und begrenzten Platz gedacht ist. Die Anlagen nutzen bewegliche Parabolspiegel, die sich auf zwei Achsen automatisch optimal zur Sonne ausrichten und sich bei zu viel Wind in eine sichere, flache Position zusammenklappen. Der Wirkungsgrad der Anlage ist sehr hoch bei gleichzeitig geringen Herstellungskosten. Für die gespeicherte Wärme sind Anwendungen in vielfältigen Bereichen (Heizung, Klimaanlage, Meerwasserentsalzung, industrielle Prozesswärme oder -kälte) möglich.

Maßnahme 3.2.1

Ziel des EFRE-Projektes von **Oceanbasis** ist es, einen stabilen Extrakt aus Algen, der starke UV-A- und UV-B-Abschirmung zeigt, herzustellen. Viele marine Makroalgen produzieren natürlichen Sonnenschutz. Dieser Extrakt soll in eine neu zu entwickelnde Rezeptur eines naturkosmetischen Sonnenschutzproduktes eingearbeitet werden. Das Risiko für diese Produktentwicklung wäre ohne Förderung zu hoch gewesen und hätte für das Unternehmen auch zu hohe Kosten bedeutet. Es wäre ohne Förderung nicht umsetzbar gewesen. Auch die Geschwindigkeit spielt eine große Rolle: Durch die Förderung kann das Marktpotenzial schneller abgeschöpft werden. Das EFRE-Projekt hat zudem geholfen, eine handfeste Projektplanung mit Kapazitäten und Meilensteinen zu machen, um die Produktentwicklung konsequent zu verfolgen. Es bekam dadurch auch eine andere Wertigkeit im Unternehmen gegenüber anderen Produktideen. Das neue Produkt ist relevant für die Umwelt, da herkömmliche Sonnenschutzmittel mit chemischen Filtern als auch Bio-Sonnenschutzmittel, die auf den UV-reflektierenden Eigenschaften von Titan- oder Zinkoxid beruhen, ersetzt werden können. Negative Auswirkungen auf die Meeresumwelt dieser Produkte können vermieden werden.

Ein bekanntes Phänomen bei marinen, stationären Messsystemen ist der sich einstellende Bewuchs (Fouling) von Apparaturen und Sensorik mit Meeresorganismen, der Störungen und Ausfall von Messungen verursacht. Eine erfolgreiche Innovation hätte Auswirkungen auf fast die gesamte Produktpalette des Unternehmens **Sea&Sun**. Hier kann ein deutlicher Wettbewerbsvorteil erlangt werden. Das Risiko der Entwicklung wird als groß eingeschätzt, daher ist die öffentliche Förderung wichtig. Mit der EFRE-Förderung wird die Entwicklung deutlich beschleunigt, da mehrere Lösungsansätze getestet und verglichen werden können. Die Umweltrelevanz der Antifouling-Lösung beruht einerseits auf der Vermeidung toxischer Stoffe in den Gewässern und andererseits auf der Einsparung von Wartungsfahrten und den dabei verursachten Emissionen.

Gegenüber den beiden Produktentwicklungen wurde bei der **UnaSynth** eine Prozessinnovation eingeführt. Das Zentralvakuum hat in den verschiedenen pharmazeutisch-chemischen Produktionsprozessen des Unternehmens einen zentralen Stellenwert und Auswirkungen auf alle Prozesse. Ziel des Einbaus ist eine deutliche Kosteneinsparung (Wasser, Energie, Wartungskosten). Die zuvor verteilte Erzeugung von Vakuum war aufgrund der hohen Kosten das dringendste Problem. Es wäre aber aufgrund der Investitionskosten und des Personalaufwands für die Umorganisation aller Prozesse ohne Förderung jetzt nicht angegangen worden.

4.3 KOOPERATION MIT DER WISSENSCHAFT

Die hier betrachteten Innovationen benötigen meist sehr komplexe Problemlösungen an der Schnittstelle von Wirtschaft und Wissenschaft. In den Projekten werden dabei nach Bedarf sehr unterschiedliche Kooperationen eingegangen. Die Kontakte bestanden teilweise schon länger, wurden mit dem Projekt vertieft oder entstanden erst aus Anlass des Projektes. Die Tätigkeit der Kooperationspartner in der Wissenschaft wird nicht aus dem EFRE finanziert, da das Operationelle Programm erst seit 2018 dazu eine eindeutige Möglichkeit einräumt. Zuvor war nur die Förderung aus Landesmitteln möglich. Auch das Wissen von Lieferanten einzelner Komponenten oder das Know-how externer Dienstleister werden in die Entwicklung einbezogen. Nur in einem der betrachteten Fälle gab es gar keine Kooperation, da alle Kompetenzen im Unternehmen vorhanden waren.

Maßnahme 3.1.1

Bei der hochgradigen Flexibilisierung der Biogasanlage (**Bioenergie**) ist die Besonderheit, dass die Anlage in enger Kooperation mit dem Innovationsberater und den Lieferanten von Komponenten entstand. Zuerst wurden Kontakte zu den Anbietern der wichtigsten Komponenten (Wärmespeicher, Gasspeicher, Motoren) geknüpft, die die Lösung technisch umsetzen können und auch mit den Anbietern anderer Teile zusammenarbeiten würden. Nachdem Einzelgespräche geführt wurden, wurden alle zusammengeholt, um das Gesamtprojekt vorzustellen und die Schnittstellen zu klären. Da es sich um eine Pionierlösung handelt, war das Interesse der Anbieter groß. Der Kontakt zum dänischen Vermarkter des Stroms entstand dagegen zufällig auf einer landwirtschaftlichen Messe. Dabei wurde besprochen, dass es mit der Projektidee technisch möglich ist, mit dem Strom aus der Biogasanlage nur noch in die Spitzenlasten hinein zu gehen. Daraus wurde das Interesse des Vermarkters geweckt und schließlich ein Vertrag geschlossen. Aufgabe des Vermarkters ist es, den Markt und die Rahmenbedingungen zu beobachten (u.a. Wetterprognosen), 24 Stunden im Voraus zu planen und den Strom zu vermarkten.

Zu dem Projekt des Inselnetzbetriebs in **Bordesholm** gab es eine wissenschaftliche Begleitung durch das Cologne Institut für Renewable Energy an der TH Köln aus reinem Eigeninteresse des Netzbetreibers, sie wurde auch nicht öffentlich gefördert. Im Verlauf des Projektes wurde während der Bauphase beraten, z. B. über den Einbau der Messgeräte. Außerdem wurden im Vorfeld und nach Fertigstellung des Speichers Simulationen durchgeführt. Die Kooperation und wissenschaftlichen Untersuchungen sollen anhand weiterer Fragestellungen in einem Folgeprojekt fortgesetzt werden.

Die Hochschule Westküste ist in die Tätigkeiten des Westküstenbeirats als Mitglied eingebunden. Gemeinsames regionales Entwicklungsthema ist einerseits der Tourismus und andererseits die Energiewende, im Sinne einer Vermarktung als Energiekompetenzregion. Die Phase der Erstellung des ITI-Konzepts NESTrail war von intensiver Kooperation mit den anderen Akteuren geprägt. Das Projekt **Smart Region** selbst wird eigenständig an der Hochschule (d.h. ohne unmittelbaren Kooperationspartner) verwirklicht. Alle anderen Projekte des ITI-Konzepts sind bisher noch nicht umgesetzt und befinden sich meist noch in frühen Antragsphasen. Die Kooperation mit den anderen Akteuren und Projekten des NESTrail ist durch deren verspätete Umsetzung, veränderte kommunale Strategien und andere Probleme, wie die mangelnde Finanzierung der übergreifenden touristischen Inwertsetzung bzw. des Marketings, daher nur noch sehr lose.

Für die Entwicklung der kompakten **SunOyster** wurden für verschiedene Komponenten Unteraufträge an Unternehmen bzw. Experten erteilt, u.a. für das Produktdesign und zur Verbesserung der Linse. Ein Unterauftrag an das Fraunhofer Institut für Siliziumtechnologie (ISIT) erbrachte trotz wissenschaftlicher Vorarbeiten jedoch nicht die erhofften Ergebnisse, so dass schließlich im Unternehmen eine entsprechende Lösung entwickelt wurde.

Maßnahme 3.2.1

Der persönliche Kontakt von **Oceanbasis** zum Forschungspartner an der Universität Kiel entstand über lokale Netzwerke, den Algenstammtisch und den Kieler Salon als Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Bei den Treffen des Algenstammtisches Schleswig-Holstein tauchte das Thema UV-Schutz in Algen etwa 2015 erstmalig auf. Es gibt an der Universität eine Arbeitsgruppe, die sich mit dem UV-Schutz aus Pflanzen beschäftigt. Im Rahmen der dortigen Forschungsaktivitäten wurden die Makroalgen in der Kieler Förde und Umgebung untersucht. Hierbei kam heraus, dass eine bestimmte Algenart hohen UV-Schutz über Pigmente herstellt. Es folgten eine Reihe von Forschungsarbeiten über dieses Pigment und die Messung der UV-Absorption in der Alge. An der Universität erkannte man daraufhin das Potential für eine Produktentwicklung und fragte im Unternehmen Tests eines Algenpulvers in Cremes an. Schließlich wurde dann beschlossen, daraus ein gemeinsames FuE-Projekt zu machen. Die Arbeiten der Universität werden durch Landesmittel gefördert. Die Bewertung der Kooperation durch die Akteure und der enge Wissensaustausch sind sehr positiv.

Die Projektarbeiten der **Sea&Sun** werden vom Forschungs- und Technologiezentrum (FTZ) der Universität Kiel unterstützt. Die Kontakte bestehen schon viele Jahre. Das Forschungsschiff des FTZ ist mit geeigneter Messtechnik und Infrastruktur ausgestattet und steht zum Ausbringen und Bergen der Testapparaturen und für Begleitmessungen in Nord- und Ostsee zur Verfügung. Die Universität wird in dem Projekt nicht gefördert, sondern ist assoziierter Partner. Für die Testfahrten zahlt das Unternehmen. Die Universität hat ein Eigeninteresse an der Beteiligung am Projekt, da sie auch ein potenzieller Kunde der verbesserten Messgeräte ist.

Die Einbeziehung externer Kooperationspartner war dagegen bei der **UnaSynth** nicht notwendig, weil alle Kompetenzen im Unternehmen vorhanden sind. Ein externes Ingenieurbüro zu beauftragen, wäre wegen der Risikoübernahme zu teuer und zu aufwendig. Die Aufgabe war dafür zu kompliziert und die Kenntnis der Spezifika vor Ort erforderlich (zur Abstimmung des Zeitregimes und der Kampagnenproduktion mit der Baumaßnahme).

4.4 PROBLEME WÄHREND DER PROJEKTLAUFZEIT

Die Projekte befinden sich überwiegend noch in der Umsetzung, so dass noch keine finalen Ergebnisse berichtet werden können. Bisher traten keine gravierenden Probleme auf, die die Zielerreichung der Meilensteine oder den Projektabschluss gefährden würden. Teilweise kam es durch Verzögerungen zu Verlängerungen der Laufzeit. Es traten größtenteils für In-

novationsprojekte erwartbare technische Schwierigkeiten bei der Entwicklung auf, die aber gelöst werden konnten.

Aufgetretene Probleme waren

- Lieferverzögerungen bei Komponenten (**Sea&Sun, UnaSynth, Smart Region, SunOyster**)
- Fehlende Bauteile auf dem Markt und Preisanstieg (**UnaSynth, Bordesholm, Smart Region**)
- Fehlende Baukapazitäten (**Bordesholm, Smart Region**)
- Personalengpässe (**UnaSynth, Oceanbasis**)
- Verzögerungen bei der Personaleinstellung (**Smart Region**)
- Verzögerungen im Ausschreibungsverfahren (**Bordesholm**)

Die meisten aufgetauchten technischen Probleme wurden durch Umplanungen von Arbeitsschritten oder durch zusätzlichen Arbeitsaufwand gelöst. Bisher gab es keine unlösbaren Probleme. Manche Projekte haben eine Verlängerung der Projektlaufzeit beantragt.

4.5 ERFAHRUNGEN MIT DER FÖRDERUNG

Die Umsetzungsmechanismen der Förderung (Antragstellung, Meilensteine und Abrechnung) beeinflussen das Innovationsprojekt teilweise inhaltlich (Anforderungen der Antragstellung), aber auch gerade hinsichtlich der Organisation der Abwicklung und des damit verbundenen Innovations- oder Investitionsmanagements. In den Interviews mit den Unternehmen bzw. der Hochschule wurde daher auch nach den Erfahrungen mit der Antragstellung und der Abrechnung der EFRE-Förderung gefragt.

Übereinstimmend bestätigten die Begünstigten, dass die Zusammenarbeit mit der WTSH und deren Beratungsleistung (insbesondere der involvierten Innovationsberater) sehr gut sei. Meist besteht eine intensive Kommunikation mit den Beteiligten. Mit Fördermitteln des Landes bereits vertrauten Unternehmen fällt die Antragstellung leichter (z.B. **Sea&Sun**). Deutlich wird in den betrachteten Projekten auch die wichtige Rolle der Innovationsberater bei der Entwicklung der Innovationsidee bis zur Bewilligungsreife und der technischen Lösung (z.B. **Bioenergie, UnaSynth**).

Fast alle Unternehmen stellten in den Interviews einen hohen formalen und inhaltlichen Aufwand bei der Erstellung des Projektvorschlags und der folgenden Antragstellung fest. Dies gilt insbesondere auch im Vergleich zu anderen Innovationsförderprogrammen des Bundes (ZIM, kmu innovativ). Die EU-Richtlinie sieht ein zweistufiges Antragsverfahren vor (Artikel 7.2 der EU-Richtlinie). In der ersten Stufe erfolgt anhand des eingereichten Projektvorschlags und der projektbezogenen Unterlagen zunächst eine technische, marktbezogene und umweltseitige Einschätzung dahingehend, ob das geplante Vorhaben grundsätzlich förderfähig und förderwürdig ist. Bestreben des Landes ist es, zuerst einen Projektvorschlag zu erhalten, wobei aber der Antrag nach positiver Begutachtung davon möglichst kaum noch abweichen soll. Der Projektvorschlag soll (neben dem ausgefüllten Formular) eine aussagefähige und vollständige Vorhabensbeschreibung beinhalten. Es gibt eine inhaltlich zu berücksichtigende Gliederungsvorlage. Der Beschreibungsumfang der technischen und organisatorischen Beschreibungen des Vorhabens, der Darstellung des Marktes sowie der Umweltauswirkungen soll jeweils mindestens 4 bis maximal 10 Seiten betragen. Unternehmen müssen auch den letzten Jahresabschluss und / oder eine aktuelle BWA vorlegen.¹⁸ Daraus

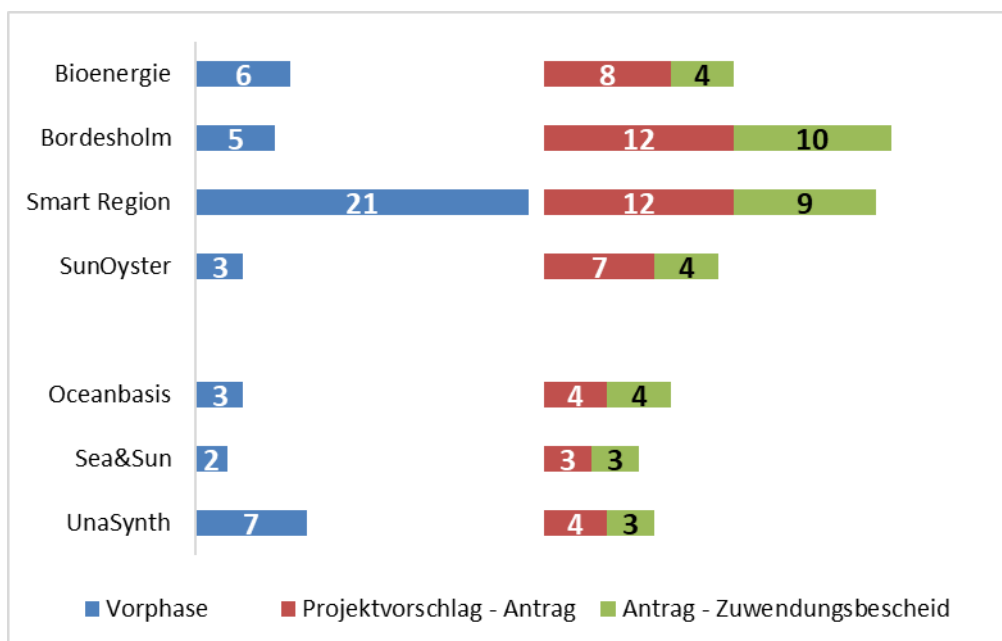
¹⁸ Quelle: Formular und Leitfaden zur Erstellung eines Projektvorschlags in der EU-Richtlinie (Stand Februar 2016).

resultiert ein Projektvorschlag, die praktisch nahezu den Umfang eines vollständigen Antrags hat. Aus Sicht des Unternehmens ist der Aufwand so viel zu hoch.

Das Unternehmen **Oceanbasis** würde daher für eine weitere Produktentwicklung nicht nochmal die Landesförderung nach der EUI-Richtlinie in Betracht ziehen. Die Projektbeschreibung war insbesondere bei den Projekten der Maßnahme 3.1.1 schwierig zu erstellen, da die Zielstellung des Projektes erst schrittweise klarer wurde (**Bordesholm, Bioenergie**).

Die Abbildung 5 zeigt die Dauer des Verfahrens von der Projektidee bis zum ersten Projektvorschlag (Vorphase, blau), gefolgt von der Weiterentwicklung des Projektvorschlags bis zum Erstantrag (Antragsphase, rot), danach vom Antrag bis zum Zuwendungsbescheid (Bewilligungsphase, grün) in Monaten. Die Vorphase zur Ideenentwicklung ist je nach Projekt unterschiedlich gestaltet (meist als Arbeitsgruppe), sie findet intern in den Unternehmen statt. Eine erste Idee für ein neu entwickeltes Produkt, Dienstleistung oder Verfahren gewinnt in dieser Phase in erster Linie intern an Kontur, bis daraus eine konkrete Anfrage (als Grundlage für einen Projektvorschlag) gestellt wird. Teilweise wird in dieser Phase aber auch schon die Dienstleistung der (externen) Innovationsberatung in Anspruch genommen. Sie ist aus verwaltungstechnischer Sicht nicht zur Antrags- und Bewilligungsphase im engeren Sinne zu zählen. Die Antragsphase umfasst danach alle notwendigen Abstimmungen und Überarbeitungen bis ein vollständiger Erstantrag vorliegt. Am Beginn dieser Phase liegt meist auch der erste Kontakt zur WTSH meist zunächst mit einer formlosen Anfrage und dann dem Projektvorschlag. Die hier betrachteten Vorhaben wurden alle noch nach der Fassung der Richtlinie vom November 2015 bewilligt.

Abbildung 5: Dauer der Verfahren nach Phasen bis zum Zuwendungsbescheid (in Monaten)



Quelle: Eigene Berechnung aus den Angaben der Begünstigten in den Interviews, Datum des Erstantrags und des Zuwendungsbescheids aus ProNord.

In der Maßnahme 3.2.1. sind die Prozesse deutlich kürzer als in der Maßnahme 3.1.1. Allerdings dauerte es hier vom Projektvorschlag bis zum Zuwendungsbescheid immer noch 6-7 Monate. In der Maßnahme 3.1.1 war es mindestens ein Jahr. Mit einer Ausnahme (**Sea & Sun**) war die Phase von dem eingereichten Projektvorschlag bis zur Bewilligung somit sehr

lang. Dies gilt auch im Vergleich der Förderprogramme des BMWi (ZIM) und der EU (KMU-Instrument in Horizont 2020) aus der Erfahrung der Unternehmen.

Das Projekt **Smart Region** hat einen besonders langen Vorlauf durch den ITI-Wettbewerb. Der Wettbewerbsaufruf und Leitfaden der ersten Wettbewerbsphase wurde im September 2014 veröffentlicht, im Juli 2016 war der zweistufige Wettbewerb abgeschlossen, wobei das NESTrail-Konzept zu den ausgewählten Konzepten gehörte. Smart Region ist darin ein Teilprojekt. Bis zur Antragstellung des Projektes dauerte es aber noch weitere 12 Monate. Das Projekt musste erst weiterentwickelt werden, um die Fördervoraussetzungen nach der EUI-Richtlinie zu erfüllen. Der Antrag des Projekts Smart Region war durch das NESTrail Konzept jedoch gut vorbereitet, das war aus Sicht der Hochschule sehr hilfreich.

Die Antrags- und Bewilligungsphase des Projektes in **Bordesholm** war besonders lang, vom Projektvorschlag bis zum Zuwendungsbescheid vergingen fast zwei Jahre. Das Projekt hat ein EFRE-Fördervolumen von rund 1,5 Mio. Euro und ist damit das größte Projekt unter den Fallstudien. Es handelte sich um eine Investitionskostenförderung, die für das Land neu war. Daher kam es zu erheblichen Verzögerungen bei der Bewilligung, da eine beihilferechtliche Klärung und Absicherung erforderlich waren. Die EUI-Richtlinie in ihrer Form vom 15.11.2015 ermöglichte keine Investitionsförderungen nach Abschnitt 7 der AGVO; maßgeblich war Art. 25 (FuE). Darüber hinaus erfolgte eine zeitintensive Abstimmung mit dem BMWi, um Rechtssicherheit in Bezug auf die Fördergrundlage zu erlangen. Das Vorhaben musste daher in Zusammenarbeit zwischen der WTSH und dem Antragsteller erst weiterentwickelt werden, um eine ad hoc Beihilfe über Art. 41 AGVO zu ermöglichen. Der Antrag wurde daraufhin mehrfach überarbeitet (u.a. Fördervolumen pro Arbeitsplatz). Diese lange Phase war vor Ort schwierig auszuhalten, da immer wieder Zweifel an der Förderung auftauchten.

Für die EUI-Richtlinie stellt der vorzeitige Maßnahmebeginn die Regel dar. Die Zustimmung zum vorzeitigen Maßnahmebeginn soll unnötige Verzögerungen des Projektstarts vermeiden. In der Maßnahme 3.1.1 und 3.2.1 hatten alle bisher bewilligten Projekte einen vorzeitigen Maßnahmebeginn, meist lagen zwischen bewilligtem Projektbeginn und Zuwendungsbescheid 3 bis 4 Monate (in der Maßnahme 3.2.1 teilweise nur 1-2 Monate). Die Unternehmen haben meist ein Interesse mit der Produktentwicklung möglichst früh zu beginnen, auch um die Markteinführung schneller zu ermöglichen. Im Projekt **Smart Region** lag erst 7 Monate nach Projektbeginn der Zuwendungsbescheid vor.¹⁹ Aufgrund eines Beschlusses der Präsidien der Hochschulen kann der vorzeitige Maßnahmenbeginn in den Hochschulen jedoch nicht genutzt werden, da die Einstellungen erst nach dem Zuwendungsbescheid erfolgen dürfen und die Hochschule maximal 2-3 Monate die Personalkosten vorfinanziert.

Die Abrechnung der Mittel während der Laufzeit der Projekte war aus übereinstimmender Sicht der Begünstigten dagegen unproblematisch. Am Anfang mussten die Mittelabrufe erst verstanden werden, das hat sich aber mit der Zeit eingespielt.

¹⁹ Vorhaben der Maßnahme 3.1.1, die im Jahr 2019 bewilligt wurden, haben alle einen Abstand von 5-7 Monaten zwischen (vorzeitigem) Projektbeginn und Zuwendungsbescheid, während diese Abstände in den früheren Bewilligungsjahren kürzer sind (3-4 Monate).

ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN

5.1 ZUSAMMENFASSUNG

Das Operationelle Programm trägt mit den Maßnahmen der Prioritätsachse 3 zur Umsetzung der Energiewende sowie zum Aufbau umweltgerechter Wirtschafts- und Infrastrukturen in Schleswig-Holstein bei. Im Evaluierungsplan sind zwei Phasen für die Durchführung der Wirkungsevaluierung der PA 3 vorgesehen, der vorliegende Bericht schließt die Phase 1 ab.

In diesem Bericht werden die Wirkungsmodelle der Fördermaßnahmen in der Prioritätsachse 3 des EFRE-OP Schleswig-Holstein 2014-2020 skizziert. Das Wirkungsmodell spiegelt die zentralen Annahmen wider, die der Förderung zugrunde liegen und dann auch die Grundlage für die weitere Evaluierung in der Phase 2 bilden. Dieser Bericht konzentriert sich neben einer kurzen Darstellung des Umsetzungsstandes der Prioritätsachse auf die Förderung im Rahmen der EUI-Richtlinie (Maßnahmen 3.1.1 und 3.2.1). In der begleitenden Bewertung dieser Maßnahmen kommt die Methode der Innovationsbiografien zum Einsatz. Dazu wurden sieben Fallstudien ausgewählt, deren Auswertung die Basis für diesen Bericht bildet.

Die Prioritätsachse hat insgesamt vier aktive Maßnahmen in sechs Richtlinien. Der Bewilligungs- und Auszahlungsstand war bis zum Januar 2020 im Vergleich zu den anderen Prioritätsachsen deutlich zu niedrig. Im Sommer 2020 kam es zu einer erheblichen Kürzung der Mittel in der Maßnahme 3.3.1 und zu Aufstockungen in den übrigen Maßnahmen der Prioritätsachse. Seit Jahresbeginn sind die Bewilligungen bis September 2020 deutlich gestiegen. Den höchsten Bewilligungsstand in der Prioritätsachse hat die Maßnahme 3.2.1 (Umweltinnovationen), bei der etwas mehr als 90 % der geplanten Mittel bewilligt worden sind. In der Maßnahme 3.1.1 gibt es die meisten bewilligten Projekte in der Achse. Hier wurden nicht ganz zwei Drittel der geplanten Mittel gebunden. Für beide Maßnahmen gilt, dass die Bewilligungen nur sehr langsam gestartet sind und erst zuletzt stärker angezogen haben. Problematisch hinsichtlich der Bewilligungen und Nachfrage sind jedoch die übrigen Maßnahmen der Prioritätsachse im spezifischen Ziel 9, insbesondere die Förderung der Energieeffizienten Stadt, wo es bis September 2020 noch gar keine Bewilligungen gab.

Die Ursachen für den unbefriedigenden Bewilligungsstand sind vielfältig. Insbesondere die späte Veröffentlichung der Richtlinien, Verzögerungen durch den ITI-Wettbewerb und fehlende personelle Kapazitäten bei den Antragstellenden, Schwierigkeiten mit dem Eigenmittelanteil und alternative Fördermöglichkeiten spielen eine Rolle.

Die Nachfrage nach der Förderung erneuerbarer Energien in KMU liegt vor allem bei der Einführung etablierter Technologien nach dem modernen Stand der Technik. Der Bedarf, über diesen Stand hinauszugehen, ist jedoch nicht sehr hoch. Hindernisse für die Inanspruchnahme der Förderung nach der EUI-Richtlinie liegen vor allem in den bekannten Hemmnissen für Innovationen in KMU, wie fehlendem FuE-Personal und Finanzierungsschwierigkeiten. Hemmnisse für die Förderung werden auch im Aufwand der Erstellung der Projektvorschläge und Anträge sowie in der Antragsbearbeitung gesehen.

Bevor Innovationsaktivitäten zielgerichtet starten können, ist als erstes eine entsprechende Innovationsidee erforderlich. Diese Hürde wurde von den hier betrachteten Unternehmen übersprungen. Die langen Vorphasen zeigen aber auch, dass die Projektentwicklung aufwendig war. Die Ideen in der Maßnahme 3.1.1 zu erneuerbaren Energien entstanden durch sehr für die Energiewende engagierte Personen, die auch den nötigen Überblick bzw. Wissen über interessante Lösungen hatten. Die Projekte der Maßnahme 3.2.1 wurden durch konkrete Kundenanforderungen oder den internen Kostendruck im Unternehmen befördert,

wobei die Bedarfe bzw. das Problem bereits länger bekannt waren. Nichtsdestotrotz bedurfte es eines Anstoßes von außen, um die Projekte tatsächlich jetzt zu verwirklichen (Beispielprojekt in einer anderen Region, Impuls durch Innovationsberater, Einbindung in ein ITI-Konzept, Kundenanforderungen, akuter Kostendruck).

Die geförderten Projekte wären ohne Förderung nicht begonnen worden. Übereinstimmend kann festgehalten werden, dass die Kosten und das Risiko der FuE-Tätigkeiten, der Entwicklung eines neuen Produkts oder der Einführung einer Prozessinnovation unmittelbar reduziert werden. Die Förderung hat die Aktivitäten beschleunigt (**SunOyster**, **Oceanbasis**, **Sea&Sun**, **UnaSynth**). Bei den Projekten **Bioenergie**, **Bordesholm** und **Smart Region** ist der Demonstrationscharakter der Projekte hervorzuheben. Diese Mehraufwendungen wären ohne Förderung unterblieben.

Die Kooperation mit externen Partnern war (mit einer Ausnahme - **UnaSynth**) für die Umsetzung der Idee unerlässlich. Die Kontakte bestanden teilweise schon länger (**Smart Region**, **Sea&Sun**), wurden mit dem Projekt vertieft (**Oceanbasis**, **Bordesholm**) oder entstanden erst aus Anlass des Projektes (**Bioenergie**, **SunOyster**).

Während der Laufzeit der Projekte waren bisher nur wenige lösbare technische oder organisatorische Probleme (z.B. Lieferverzögerungen) zu verzeichnen, so dass davon auszugehen ist, dass die Projekte (ggf. nach Verlängerung) erfolgreich abgeschlossen werden können.

Ungewissheit über die weitere Entwicklung entsteht aktuell durch die Pandemie und ihre Folgen als externer Schock für die Wirtschaft. Dies gilt insbesondere für diejenigen Unternehmen, die Markteinführungen neuer Produkte planen (**Sea&Sun**, **Oceanbasis**, **SunOyster**, **UnaSynth**). Hier stellt sich insbesondere die Frage, inwieweit Finanzierungsschwierigkeiten des Unternehmens, Einschränkungen in den Lieferketten oder in der Nachfrage bei Kunden entstehen. Die Demonstration der Lösungen für die Energiewende dürfte vorübergehend eingeschränkt oder nicht möglich sein (**Smart Region**, **Bordesholm**, **Bioenergie**). Außerdem dürfte generell die Nachfrage nach Investitionen bzw. Innovationen und somit den EFRE-Fördermitteln vor dem Hintergrund von Liquiditätsengpässen und Kurzarbeit in den Unternehmen in den Hintergrund treten.

Die Begünstigten stimmten überein, dass die Zusammenarbeit mit der WTSH, die intensive Kommunikation und deren Beratungsleistung (insbesondere der Innovationsberater) sehr gut seien. Die Innovationsberater nehmen bei der Entwicklung der Innovationsidee bis zur Bewilligungsreife und der technischen Lösung (z.B. **Bioenergie**, **UnaSynth**) eine wichtige Rolle ein. Kritisiert wurden vor allem die hohen formalen und inhaltlichen Aufwände bei der Erstellung des Projektvorschlags und der folgenden Antragstellung. Die Dauer des Verfahrens bis zur Bewilligung ist in fast allen Fällen sehr lang. Das gilt insbesondere auch im Vergleich zu Förderprogrammen des Bundes. Der ITI-Wettbewerb verlängerte die Vorphase ebenfalls erheblich (**Smart Region**). Die Abrechnung der Fördermittel während der Laufzeit war nach einer Lern- und Gewöhnungsphase in die Abläufe unproblematisch.

5.2 EMPFEHLUNGEN

Die EUI-Förderung ist inhaltlich ambitioniert. Aus der bisherigen Förderung und den betrachteten Fallstudien wird ersichtlich, dass die geforderte Innovationshöhe größerer Anstrengungen in der Projektentwicklung und Sensibilisierung bedarf. Manche Projekte in der EUI-Richtlinie erfordern einen wissenschaftlichen Vorlauf und Testumgebungen. Unternehmen benötigen oft die Unterstützung durch Innovationsberater/innen. Diese Bedarfe und die daraus resultierenden Zeitabläufe bis zur Antragsreife sollten in einer rechtzeitig einsetzenden Akquisestrategie für künftige Projekte berücksichtigt werden. Zu prüfen wäre auch, ob neue Formate zur Ideengenerierung (z.B. Hackathons, Open oder Cross Innovation Workshops, Design Thinking), eine stärkere Verzahnung mit den Kompetenzzentren der Energieforschung (in Schleswig-Holstein und bundesweit) sowie jungen Unternehmen (insbesondere Startups) angeschoben werden können.

Die Konditionen und Zielgruppen der Förderung in der EUI-Richtlinie sollten grundsätzlich beibehalten werden. Zu prüfen wäre, ob die besonders komplizierte Gestaltung der Antragsbearbeitung in der Prioritätsachse 3 künftig durch eine Anhebung der Schwellenwerte (Fördervolumina) bei einzelnen Zuständigkeiten oder Abschaffung von Schritten vereinfacht werden kann (Kabinettsvorbehalt, Fördervoten durch verschiedene Akteure).

In den Maßnahmen 3.3.1 (insbesondere Jugend und Energieeffiziente Stadt) und 3.3.3 bedarf es weiterer Anstrengungen, die Bewilligungen zu steigern und die Budgets auszuschöpfen.

Schließlich fehlt es den erfolgreichen Projekten zu Erneuerbaren Energien an Breitenwirkung über das lokale Umfeld und unmittelbare Partner hinaus. Die erarbeiteten Ergebnisse und Erfahrungen sollten stärker in den überregionalen Energiewendediskurs und Energieforschungsnetzwerke eingebracht werden. Dies gilt nicht nur für die Ergebnisse zum Ende der jeweiligen Projektlaufzeit, sondern auch für Zwischenergebnisse, aus denen gemeinsam auch gelernt werden kann. Hier werden sonst Potenziale der Projekte verschenkt.

LITERATUR

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie / Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007): Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie / Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007): Bericht zur Umsetzung der in der Kabinettsklausur am 23./24.08.2007 in Meseberg beschlossenen Eckpunkte für ein Integriertes Energie- und Klimaprogramm, Berlin 05.12.2007

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie / Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, Berlin

Bundesregierung (2019): Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050

Butzin et al. (2012): Innovationsbiographien – Räumliche und sektorale Dynamik. Innovation, Raum und Kultur Bd. 1. Baden-Baden.

Christensen, Björn et al (2018): Fachkräfteprojektion 2035 für Schleswig-Holstein.

European Commission (2014): Guidance Document on Monitoring and Evaluation, March 2014, Brussels

European Commission (2015): Guidance Document on Evaluation Plans -Terms of Reference for Impact Evaluations Guidance on Quality Management of External Evaluations, February 2015, S. 3, Brussels

Evaluierungsplan (2019): Bewertungsplan gemäß Art. 114 ESI-VO) für das Operationelle Programm (OP) des Landes Schleswig-Holstein zur Umsetzung der Förderung aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) in der Förderperiode 2014 bis 2020. Genehmigt mit Beschluss des Begleitausschusses vom 6. Februar 2015, zuletzt geändert mit Beschluss des Begleitausschusses vom 27. Juni 2019.

KfW Research (2018): KfW-Innovationsbericht Mittelstand 2017 – Trend zu weniger Innovatoren hält an.

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume / Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.) (2011): Integriertes Energie- und Klimakonzept für Schleswig-Holstein (IEKK). Oktober.

Sauer, Alexander/Bauernhansl, Thomas (Hrsg.) (2016): Energieeffizienz in Deutschland – eine Metastudie. Analyse und Empfehlungen, 2. Auflage, Berlin

Seefeldt, Friedrich/Berewinkel, Jan/ Lubetzki, Christoph (2009), Energieeffizienz in der Industrie. Eine makroskopische Analyse der Effizienzentwicklung unter besonderer Berücksichtigung der Rolle des Maschinen- und Anlagenbaus, Prognos Berlin, S. 11ff.