

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



ZUKUNFT
UMWELT
GESELLSCHAFT

Kurzbericht

EnPI-Connect: Energiekennzahlen für Erfassung, Monitoring und Benchmarking

**Aufstellung und Anwendung von Energiekennzahlen als Beitrag zur
Steigerung der Energieeffizienz in Unternehmen sowie zum Klimaschutz**

ÖKOTEC

Georg Ratjen (Projektleitung)

Knut Grabowski (technische Leitung)

Derek Williams (Betreuung Help-Desk)

DENEFF

Claire Range (Events und Kommunikation)

Fraunhofer ISI

Dr. Clemens Rohde (Review)

Stand: 30.09.2019



Vorwort



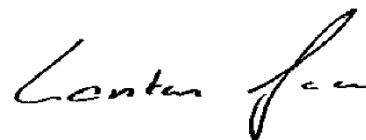
Energieeffizienz ist in aller Munde. Sie ist nicht nur eine Säule der Energiewende, sondern soll auch einen entscheidenden Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele in Wirtschaft und Industrie leisten.

Doch woher wissen Sie im Unternehmen, ob Ihre Anlagen bereits energieeffizient laufen, Ihre Energieeffizienzmaßnahmen den gewünschten Einspareffekt erbringen? Energiekennzahlen können hier Licht ins Dunkel bringen. Deshalb hatte sich das Bundesumweltministerium dazu entschlossen, ein entsprechendes Projekt auf den Weg zu bringen. In dessen Rahmen hat ÖKOTEC eine Methode namens „EnPI-Connect“ entwickelt, die genau das leisten soll: Energieeffizienz sichtbar zu machen.

In einem weiteren Vorhaben, an dem auch DENEFF und Fraunhofer ISI beteiligt sind, soll im Laufe dieses Jahres ein Praxistest erfolgen und die Methode ggf. verfeinert werden. Doch schon heute ist die Methodik für alle Unternehmen in Wirtschaft und Industrie im Grundsatz anwendbar - am besten im Rahmen eines integrierten Energie- oder Umweltmanagements.

EnPI-Connect soll Ihnen als Werkzeug dienen, die Energieeffizienz in Ihrem Betrieb zu erfassen, zu überwachen und zu bewerten. So treten möglicherweise Einsparpotenziale zu Tage, die vorher unbemerkt blieben und deren Nutzung nicht nur den Energieverbrauch, sondern auch die Kosten senkt. Ein Beispiel dafür, dass Klimaschutz sich auch wirtschaftlich lohnt.

Daher möchte ich Sie ermuntern EnPI-Connect zu nutzen. Wir brauchen Ihr Engagement. Denn immerhin ist die Industrie nach der Energiewirtschaft der zweitgrößte Verursacher von Treibhausgasemissionen in Deutschland. Bis 2030 soll der Industriesektor weitere 40 Millionen Tonnen CO₂ reduzieren. Darauf hat sich die Bundesregierung 2016 mit dem Klimaschutzplan 2050 verständigt. Mit EnPI-Connect bieten wir Ihnen eine Methode an, auf dem gemeinsamen Weg zu mehr Effizienz und Klimaschutz voranzukommen.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Karsten Sach'. The signature is fluid and cursive, written on a white background.

Dr. Karsten Sach

Abteilungsleiter Klimaschutzpolitik, Europa und Internationales
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

1 Hintergrund und Zielsetzung

„EnPI-Connect - Energiekennzahlen für Monitoring und Benchmarking“ ist das Nachfolgevorhaben zur „Methodik zur Aufstellung von Energiekennzahlen“. Die Projektpartner sind die ÖKOTEC Energiemanagement GmbH, die DENEFF, das Fraunhofer ISI und die Praxispartner City Clean, Mercedes-Benz Werk Berlin und Stockmeyer.

Übergeordnetes Ziel des Vorhabens ist es, einen Beitrag zum Klimaschutz durch die Steigerung der Energieeffizienz in Unternehmen zu leisten. Dieses Ziel soll durch die Anwendung der im Vorläuferprojekt bereits erarbeiteten Methodik zur Aufstellung von Energiekennzahlen in Unternehmen verschiedener Branchen in den Sektoren Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen erreicht werden. Dabei soll geprüft werden, ob sich diese Methodik zur Aufstellung und Anwendung von Energieeffizienzkennzahlen nicht nur in Demonstrationsprojekten, sondern auch zur branchenübergreifenden Anwendung in Unternehmen verschiedener Größenordnung eignet. Die Ergebnisse sollen im Hinblick auf die untersuchten Energiekennzahlen aussagekräftig, nachvollziehbar und übertragbar für einen möglichst großen Teil der deutschen Wirtschaft sein. Bei der Aufstellung und Anwendung der Kennzahlen sollen auch die Anforderungen der Normen DIN EN ISO 50001 und DIN EN ISO 50006 berücksichtigt werden.

Das Vorhaben EnPI-Connect soll Energiemanagerinnen und Energiemanagern in Unternehmen aller Branchen und Größen Orientierung bieten, wie sie aussagekräftige Energiekennzahlen bilden und zum Vorteil ihrer Unternehmen anwenden können. Es soll die vielfältigen Einsatzgebiete und Nutzeneffekte von Energiekennzahlen jeweils mit konkreten Beispielen hinterlegen. Bei diesen Beispielen soll es sich um tatsächliche Ergebnisse handeln, die aus der Einführung der Kennzahlenmethodik bei auszuwählenden Praxispartnern entstehen. Die verschiedenen Materialien aus EnPI-Connect sollen in die Breite kommuniziert werden, insbesondere auf einer Abschlussveranstaltung zum Vorhaben. Ferner sollen die Erfahrungen der Praxispartner mit der Kennzahlenmethodik einem Review unterzogen werden, um Handlungsempfehlungen abzuleiten. Ferner soll ein Begleitkreis eingerichtet werden, der dem Projektkonsortium entlang der Etappen beratend zur Seite steht.

2 Arbeitspaket 1: Konzeptionelle Grundlagen

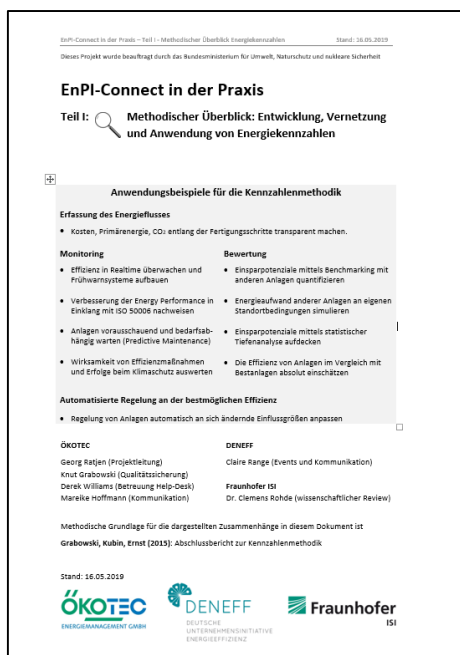
Zu Beginn des Vorhabens EnPI-Connect wurden zunächst die konzeptionellen Grundlagen skizziert und Informationsmaterialien geschaffen, um in der späteren Feldphase die Kennzahlenmethodik bei den Praxispartnern zu erproben. Das Arbeitspaket wurde innerhalb des Projektkonsortiums von ÖKOTEC bearbeitet. Es gliederte sich in die folgenden Abschnitte:

- Vorgehensweise

Zunächst wurde die Vorgehensweise in Abstimmung mit dem Auftraggeber festgelegt. Dazu zählte insbesondere, nach welchen Kriterien die teilnehmenden Unternehmen ausgewählt werden sollen und welche Stichprobenzusammensetzung angestrebt wird. Insgesamt umfasste der Kriterienkatalog vor allem Fragestellungen zur messtechnischen Ausstattung und zu weiteren Aspekten im Energiemanagement. Ferner wurde bei der Ausgestaltung der Auswahlkriterien darauf geachtet, dass die Praxispartner aus unterschiedlichen Branchen stammen und unterschiedliche Größen aufweisen. Am Ende dieses Arbeitsschritts wurde ein entsprechender Katalog dem Auftraggeber vorgestellt und abgestimmt.

- EnPI-Connect – Methodischer Überblick

Den Überblick zur Energiekennzahlen finden Sie in voller Länge unter:
<https://www.oekotec.de/de/broschueren-zu-enpi-connect-energiekennzahlen-in-der-praxis-veroeffentlicht/>



Um die Kennzahlenmethodik für die Zielgruppe Energiemanager aufzubereiten, erarbeitete ÖKOTEC auf Grundlage des Enderberichts und der Kurzzusammenfassung des Vorgängervorhabens das Dokument „EnPI-Connect - Methodischer Überblick“. Der Überblick zu Energiekennzahlen bereitet die Kennzahlenmethodik speziell für die Zielgruppe „Energiemanager“ auf. Im Fokus steht die möglichst anschauliche Vermittlung des notwendigen Anwenderwissens zu den Berechnungsweisen, inklusive der Verfahren zur Vernetzung von Kennzahlen entlang der Fertigungskette in Unternehmen. Die Berechnungsweisen sind jeweils mit Rechenbeispielen hinterlegt. „EnPI-Connect - Methodischer Überblick“ führt die „Erfassung

des Energieflusses“ als eigenständige Anwendung für Energiekennzahlen neben den eigentlichen Anwendungsfällen Monitoring und Benchmarking auf, um einen niedrigschwelligeren Einstieg zu ermöglichen. EnPI-Connect trägt damit auch der Normung Rechnung. Während die ISO 50001:2018 im Monitoring den Nachweis der „fortlaufenden Verbesserung“ des Energieaufwands auf Ebene wesentlicher, von den Unternehmen selbst festzulegender Energieanwendungen vorsieht, wird auf Ebene der Gesamtorganisation nur eine Erfassung gefordert.

Der Leitfaden wurde im Verlauf des Vorhabens kontinuierlich optimiert. Der Arbeitsstand wurde im Begleitkreis zum Vorhaben (vgl. AP 4a) gespiegelt und es wurden Feedbacks der Praxispartner eingeholt. Im Nachgang wurden Anpassungen zur weiteren Optimierung der Verständlichkeit durchgeführt. Aufgrund der positiven Resonanz konnte „EnPI-Connect - Methodischer Überblick“ als Arbeitsstand bereits vor Ende des Vorhabens veröffentlicht werden.

- EnPI-Connect - Einführungsplan

Den Einführungsplan zur Energiekennzahlen finden Sie in voller Länge unter:
<https://www.oekotec.de/de/broschueren-zu-enpi-connect-energiekennzahlen-in-der-praxis-veroeffentlicht/>



Ergänzend zum methodischen Überblick erarbeitete ÖKOTEC einen Schritt für Schritt Einführungsplan. Der „EnPI-Connect - Einführungsplan“ erläutert die empfohlene praktische Vorgehensweise als Abfolge von fünf Einführungsschritten. Die ersten drei Schritte betreffen konzeptionelle Fragestellungen. Der erste Schritt spezifiziert, auf welche Systemgrenzen die Energiekennzahlen angewendet und welche Anwendungsziele mit ihnen verfolgt werden sollen. Im zweiten Schritt geht der Einführungsplan auf die schematische Darstellung der Stoff- und Energieströme ein, die als Inputs in die Systemgrenze eingehen bzw. als Outputs die Systemgrenze verlassen. Ferner wird beschrieben, wie auf

dieser Grundlage Nutzen, Aufwände und externe Einflussgrößen bestimmt werden können, die später für die Datenanalyse benötigt werden. Diese Überlegungen münden in ein systematisches Messkonzept, das Aufschluss über die benötigten Messstellen liefert. Im dritten Schritt erfolgt das Kennzahlendesign. Zentrale Fragestellungen sind dabei, an welche Zielgruppen im Unternehmen („Kennzahleneigner“) sich die Kennzahlen richten und welche Formate sie daher aufweisen sollten (z. B. Auswertungen zu Energiekosten und/oder CO₂, dargestellt als Effizienz und/oder Intensität, etc.). In diesem Schritt werden, wenn der Energieaufwand aus vorgelagerten Systemen in die Auswertungen einbezogen wird, auch die Vernetzungsformeln gebildet. Der vierte Schritt behandelt die Umsetzung der vorangegangenen konzeptionellen Schritte im Energieeffizienz-Controlling (Umsetzung der Messstellen und Schnittstellen, Einpflegen der Kennzahlen etc.). Der Einführungsplan schließt mit dem fünften Schritt, der die Sammlung von Messdaten, die Berechnung von Baselines und die Anwendung von Baselines für Monitoring und Benchmarking behandelt. Der Arbeitsstand zum Einführungsplan diente während der Erprobung von EnPI-Connect bei den Praxispartnern als Orientierung zur Einführung

und konnte ebenso wie „EnPI-Connect - Methodischer Überblick“ vorzeitig veröffentlicht werden. Er wurde im Verlauf des Vorhabens kontinuierlich optimiert.

- Vorschlag zur Einbeziehung externer Expertinnen und Experten in einem Begleitkreis
Zur Vorbereitung des kontinuierlichen Konsultationsprozesses wurde unter Federführung der DENEFF ein Vorschlag für die in den Workshops zu beteiligenden externen Akteuren erarbeitet. Zudem wurden der Ablauf und die Themen der Treffen des Begleitkreises geplant. Der Begleitkreis hatte insbesondere die Aufgabe, Impulse für das Vorhaben insgesamt zu geben und die entstehenden Dokumente „„EnPI-Connect - Methodischer Überblick““ und „„EnPI-Connect - Einführungsplan““ zu prüfen.

3 Arbeitspaket 2: Auswahl der Unternehmen für die Erprobung

Im Rahmen des Arbeitspakets 2 wurden – aufbauend auf die in Arbeitspaket 1 abgestimmten Vorgehensweisen und entwickelten Materialien – Unternehmensstandorte unterschiedlicher Größen aus dem Bereich Industrie und Gewerbe vorgeschlagen und gemeinsam mit dem Auftraggeber vorsondiert. Im Nachgang erfolgte die Ansprache der Unternehmensstandorte durch ÖKOTEC, die Klärung der Betreuung während der Einführung und die Anwendung von EnPI-Connect sowie die Unterzeichnung von Teilnahmevereinbarungen. Die Praxispartner im Vorhaben EnPI-Connect sind City Clean, Mercedes-Benz Berlin und die Westfälische Fleischwarenfabrik Stockmeyer und gehören unterschiedlichen Fachbranchen an. Zudem sind die Unternehmensstandorte unterschiedlich groß. Sämtliche Praxispartner verfügen über ein professionelles Energiemanagementsystem. Die Energiemanagement-Teams sind professionell organisiert.

4 Arbeitspaket 3: Erprobung von EnPI-Connect

In AP 3 wurde die Methodik von den ausgewählten Unternehmen nach den Einführungsschritten des in AP 1 entwickelten Leitfadens „EnPI-Connect - Einführungsplan“ eingeführt, systematisch erprobt und ausgewertet.

4.1 Vorgehen in der Erprobungsphase

Zu Beginn wurde bei einem vor Ort Termin mit jedem der Praxispartner eine Schulung zu EnPI-Connect durchgeführt. Die wesentlichen Schulungsmaterialien waren die Arbeitsstände der entwickelten Leitfäden. Anschließend wurde eine vor Ort Begehung der Produktionsbereiche durchgeführt. Am Ende des ersten Termins wurde individuell abgestimmt, in welcher Form die Betreuung bei der Einführung und Erprobung von EnPI-Connect erfolgen soll. Die Praxispartner entschieden sich für eine Betreuung per Hotline und per VPN Verbindung zu ihrem verwendeten Energieeffizienz-Controllingsystem EnEffCo. ÖKOTEC richtete entsprechend einen Help-Desk ein, der vor allem bei IT-technischen Fragestellungen Unterstützung leistete.

Nach dem ersten vor Ort Termin startete die erste Hälfte der Erprobungsphase, in der die Festlegung der Anwendungsbereiche und die Zielstellungen der Energiekennzahlen im Fokus standen. Ferner fiel die Anfertigung schematischer Abbildungen zu den Anlagentechniken und

die Entwicklung von Messkonzepten sowie das Kennzahlendesign in die erste Hälfte der Erprobungsphase. Die Zielsetzungen wurden vom Erscheinen der ISO 50001:2018 maßgeblich beeinflusst. Da die ISO 50001:2018 beim Monitoring auf die „wesentlichen Energieverbrauchsbereiche“ fokussiert, konzentrierte sich auch die Anwendung des Leitfadens „EnPI-Connect - Einführungsplan“ auf den Aufbau aussagekräftiger Monitoringsysteme bei wesentlichen Anlagentechniken der Praxispartner. Wie vorgesehen, wurde darüber hinaus auch das Thema Benchmarking weiterverfolgt.

In der zweiten Hälfte der Erprobungsphase stand die Umsetzung der Messkonzepte und die Anbindung an das von den Praxispartnern verwendete Energieeffizienz-Controllingsystem EnEffCo im Vordergrund. Ferner wurden die Energiekennzahlen eingepflegt, Baselines berechnet und zum Monitoring und Benchmarking angewendet. Ein wesentlicher Untersuchungsbereich in der zweiten Hälfte der Erprobungsphase bestand darin, ob der betriebliche Vorteil, den die Praxispartner aus der Anwendung von EnPI-Connect ziehen konnten, den Aufwand und die Kosten der Implementierung rechtfertigt. Die erzielten Ergebnisse der Praxispartner wurden als Anwendungsbeispiele aufbereitet. Für viele Beispiele konnte eine Freigabe zur Veröffentlichung erreicht werden.

Im Anschluss an die Erprobungsphase von EnPI-Connect wurden die Praxispartner im Vorhaben zu ihren Erfahrungen mit EnPI-Connect befragt. Grundlage dafür war ein vom Fraunhofer ISI entwickelter Fragenkatalog, der nach den Befragungen vom Fraunhofer ISI ausgewertet wurde. Die Ergebnisse flossen in die weitere Optimierung der Leitfäden zu EnPI-Connect ein.

4.2 Überblick über die Anwendung von EnPI-Connect in der Erprobungsphase

Die freigegebenen Anwendungsbeispiele sind, inklusive der Vortragsfolien der Praxispartner, online zum Download verfügbar unter:

<https://www.energiestage.de/details/veranstaltung/energiestage-bmu-deneff-oekotech-fraunhofer-208-enpi-connect-energiekennzahlen-energiemanagement.html>

Im Zuge des Vorhabens wurde EnPI-Connect bei den drei Praxispartnern City Clean, Mercedes-Benz Werk Berlin und Stockmeyer angewendet. Die Anwendungsbereiche werden im Folgenden, gemäß der Unterscheidung in EnPI-Connect, der „Erfassung“, „Monitoring“ und „Benchmarking“ zugeteilt.

Erfassung

Die Unternehmensstandorte der Praxispartner weisen jeweils mehrere Arten von Energieaufwänden auf (Gas, Strom etc.), die sie kontinuierlich für die gesamte Organisation erfassen. Wie in EnPI-Connect vorgesehen, bewerten die Praxispartner unterschiedliche Energieträger mit Kostenfaktoren, Primärenergiefaktoren oder CO₂-Emissionsfaktoren und machen sie damit addierbar. Die Erfassung von EnPIs auf Unternehmensebene decken die Anforderung der ISO 50001:2018 in Kapitel 6.6b ab, in dem eine Datensammlung zum Energieverbrauch auf Ebene der Organisation gefordert wird.

Monitoring

Alle Praxispartner haben EnPIs für den Anwendungsbereich Monitoring eingeführt und dabei die einzelnen Schritte des Einführungsplans durchlaufen. Zusammenfassend hat sich gezeigt, dass die Einführungsschritte aus dem Einführungsplan zu EnPI-Connect auf alle betrachteten Systeme gleichermaßen angewendet werden konnten. Ferner deckte die im methodischen Überblick beschriebene Kennzahlenlogik die Fragestellungen an das Design und die Vernetzung der EnPIs ab. Die Lösungen erfüllen jeweils die Anforderungen der ISO 50001:2018 bei „wesentlichen Energieverbrauchsbereichen“. Die folgenden Anwendungsfälle wurden im Rahmen der Abschlussveranstaltung auf den Berliner Energietagen 2019 präsentiert:

- **Trocknung von Matten mit gewerblichen Trocknungsanlagen**

Bei acht Trocknungsanlagen wurde jeweils ein Monitoring umgesetzt um jederzeit prüfen zu können, ob diese so effizient arbeiten wie erwartet. Ferner wurde bei einem der Trockner die real erzielte Einsparwirkung einer regelungstechnischen Maßnahme ermittelt. Die Erkenntnisse ermöglichen eine Rentabilitätsbewertung der Maßnahme und steigern die Investitionssicherheit bzgl. der Übertragung der Maßnahme auf die weiteren Trockner.
- **Abfüllung von Teewurst mit Becheranlagen**

Für zwei Becheranlagen, die jeweils Teewurst in Becher verpacken sowie mehrere thermische Prozesse umfassen, wurde jeweils ein Monitoring umgesetzt. Es wurden die Energiekosten überwacht und die Aufwände entsprechend kostenseitig bewertet. Hierbei wurde eine Vernetzung der EnPIs mit vorgelagerten Systemen vorgenommen, um für die Aufwände Kälte und Strom entsprechende Kostenfaktoren dynamisch abbilden zu können. Das Monitoring der Becheranlagen führte dazu, dass untypische Energieaufwände schneller erkannt werden konnten und Korrekturen vorgenommen werden konnten. Dadurch konnten unnötige Energiekosten vermieden werden.
- **Produktion von Dampf und Strom mit Dampfkessel und BHKW**

Bei einem Praxispartner wurde eine Systemgrenze um zwei Dampfkessel und ein BHKW (mehrere Megawatt elektrische Leistung) gezogen. Für dieses System wurde eine Effizienzüberwachung umgesetzt, die u. a. sichtbar macht, wenn die Energieeffizienz des BHKW bei der Stromproduktion nachlässt und entsprechender Wartungsbedarf auftritt. Diese Informationen helfen dabei, optimale Wartungszeitpunkte zu planen. Ferner wurden die Einspareffekte in Euro ausgewertet, die aufgrund der Umsetzung einer Osmoseanlage erzielt wurden.
- **Produktion von Wärme und Strom mit Heizkesseln und BHKW**

Ein Praxispartner betreibt drei Heizkessel im Verbund mit einem BHKW (zwei Megawatt elektrische Leistung) zur Wärme- und Stromversorgung des Unternehmensstandorts. Um diese Anlagen wurde eine Systemgrenze gezogen und Monitoring umgesetzt. Aus dem Monitoring wurde sichtbar, dass das BHKW an Wochenenden noch größere Anteile am Strombedarf decken und besser ausgelastet werden könnte.

- Produktion von Druckluft mit zahlreichen Druckluftkompressoren an verschiedenen Einspeisepunkten

Bei einem Praxispartner wurde Monitoring für ein großes Druckluftsystem umgesetzt. Das Druckluftsystem umfasst mehrere Druckluftstationen mit jeweils mehreren Kompressoren und verschiedenen Einspeisepunkten. Trotz der weiten Systemgrenze konnte eine treffende Baseline mit hoher Modellqualität berechnet werden. Aus dem Monitoring ließ sich erkennen, dass bei bestimmten Betriebszuständen mehr Druckluft produziert wurde als notwendig. Die Mehrkosten, die daraus entstanden, ließen sich mit hoher Präzision ermitteln. Diese Informationen ermöglichen eine genaue Investitionsbewertung zur Wirtschaftlichkeit einer verbesserten, übergeordneten Regelung für die Druckluftkompressoren.

- Wärmerückgewinnung bei einer großen Druckluftstation

Mit der Umsetzung von Monitoring wurde ausgewertet, ob die Wärmerückgewinnung bei unterschiedlichen Betriebszuständen so effizient arbeitet, wie erwartet. Ferner wurde die Wirksamkeit einer Optimierung an der Wärmerückgewinnung überprüft.

Benchmarking

In einigen Anwendungsfällen konnte im Rahmen von EnPI-Connect über das Monitoring hinaus Benchmarking umgesetzt werden. Das Benchmarking erfolgte jeweils innerhalb der Organisationen zwischen vergleichbaren Systemen.

- Trocknung von Matten mit gewerblichen Trocknungsanlagen

Im Zuge der Implementierung der Monitoringlösungen lagen für alle acht Trocknungsanlagen jeweils aussagekräftige Baselines vor. Im Benchmarking wurde bei den Trocknern jeweils ermittelt, welcher Energieaufwand entstanden wäre, wenn nicht der zu benchmarkende Trockner, sondern ein anderer Trockner die Trocknungsaufgabe übernommen hätte. Aus diesem Vergleich konnte anhand der EnPIs „Energiekosten“ das kostenseitige Einsparpotenzial bei Verwendung des effizientesten Trockners quantifiziert werden. Die Ergebnisse des Benchmarkings können in eine Prozessoptimierung einfließen. Ferner kann untersucht werden, worauf die Unterschiede beruhen.

- Abfüllung von Teewurst mit Becheranlagen

Die beiden Becheranlagen wurden ebenfalls einem Benchmarking unterzogen. Im Benchmarking wurden die Baselines der einen Becheranlage jeweils auf die Produktionsbedingungen der anderen Becheranlage angewendet. Im Ergebnis wurde sichtbar, welche der beiden Technologien effizienter arbeitet und wie viel Energiekosten eingespart werden könnten, wenn beide Becheranlagen die effiziente Technik nutzen würden. Die Ergebnisse können in eine Prozessoptimierung bzgl. prioritärer Betriebsweisen und in die Investitionsplanung einfließen.

4.3 Review zu den Erfahrungen mit EnPI-Connect durch das Fraunhofer ISI

EnPI Connect wurde übereinstimmend als geeignetes Instrument für die Bildung von Kennzahlen gesehen. Auch die Übertragbarkeit auf die eigene Branche wurde übereinstimmend bestätigt. Ebenso wird der Vergleich einzelner Anlagen (Benchmarking) nach Ansicht aller Unternehmen durch EnPI Connect ermöglicht.

Die Einführungsplan von EnPI Connect wird positiv beurteilt. Alle Unternehmen planen einen Einsatz von EnPI Connect bei weiteren Anlagen. Bei der Einführung von EnPI Connect gab es keine Widerstände bei der Erhebung der notwendigen Daten. Jedoch wurde von einem Unternehmen angegeben, dass es auf Grund der technischen Komplexität und der mathematischen Zusammenhänge (bspw. Regressionsanalyse) eher schwierig war, dem Controlling bzw. Management den Nutzen und die Vorgehensweise von EnPI Connect zu vermitteln. Demgegenüber gab ein Unternehmen an, dass diese Vermittlung eher einfach war. Die Einschätzung des dritten Unternehmens liegt dazwischen. Dieses erläuterte, dass sich der Nutzen sehr gut erklärt (Transparenz zur Effizienzhaltung, Effizienzpotentiale, Benchmark), es aber anspruchsvoll ist, Vorgehensweise zu vermitteln, da tradierte Denkmuster überwunden werden müssen.

Zusammenfassend ist das Bild aus der Pilotphase positiv, es haben sich nach Auswertung der Rückmeldungen aus den Fragebögen keine grundlegenden Probleme bei der Nutzung von EnPI Connect ergeben. Die recht hohe Komplexität in der Darstellung, die aber durch die gewünschte Genauigkeit bedingt ist, schien der einzige Ansatzpunkt für punktuelle Verbesserungen an den Arbeitsständen der Leitfäden zu sein. Die Arbeitsstände wurden gemäß der Rückmeldungen im Projektverlauf überarbeitet und die Komplexität soweit wie möglich reduziert.

5 Arbeitspaket 4a: Durchführung der Begleitkreistreffen

Im Zuge des Vorhabens wurden unter Federführung der DENEFF drei Workshops mit externen Experten zur Konsultation des Gesamtvorhabens organisiert und durchgeführt. Der Begleitkreis bestand im Kern aus den in Arbeitspaket 1 gemeinsam mit dem Auftraggeber ausgewählten Experten, wurde aber zur Einbeziehung weiterer Sichtweisen ausgeweitet. Für die Workshops wurden Räumlichkeiten von ÖKOTEC und dem Fraunhofer ISI bereitgestellt. Die Begleitkreistreffen fanden jeweils nach den Treffen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmern statt.

Das Vorhaben EnPI-Connect konnte von den Begleitkreistreffen stark profitieren, insbesondere bei der Optimierung der Verständlichkeit der Berechnungsbeispiele im Leitfaden „EnPI-Connect – Methodischer Überblick zu Energiekennzahlen“. Hier hatte sich auch in den Befragungen der Unternehmen Optimierungsbedarf gezeigt. Ferner wurden die im Leitfaden „EnPI-Connect – Einführungsplan für Energiekennzahlen“ beschriebenen Einführungsschritte stärker illustriert.

6 Arbeitspaket 4b: Abschlussveranstaltung



Zur Präsentation der Ergebnisse gegenüber der Fachöffentlichkeit organisierte und moderierte die DENEFF eine Abschlussveranstaltung, die ca. 100 Teilnehmerinnen und Teilnehmer erreichte. Auf der Abschlussveranstaltung, die am 20. Mai 2019 im Rahmen der Berliner Energietage stattfand, wurden die Praxispartner City Clean, Mercedes-Benz Werk Berlin und Stockmeyer durch die parlamentarische Staatssekretärin, Frau Rita Schwarzelühr-Sutter, mit Teilnahmeurkunden ausgezeichnet und sie präsentierten jeweils das aus ihrer Sicht interessanteste Ergebnis. Ferner gaben die Praxispartner jeweils eine zusammenfassende Einschätzung zum Vorhabenerfolg insgesamt. Herr Georg Ratjen, Projektleiter von EnPI-Connect, stellte im Anschluss den erarbeiteten Einführungsplan vor und zeigte weitere Anwendungsbeispiele von EnPI-Connect, die im Zuge der Erprobungsphase bei den Praxispartnern entstanden sind. GUTcert stellte in einem Beitrag das Vorhaben EnPI-Connect in den Kontext der internationalen Normung, insbesondere zu ISO 50001 und ISO 50006. Herr Ronny Kay aus dem BMWi stellte die zahlreichen attraktiven Förderprogramme des Bundes vor, die Unternehmen zur Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen nutzen können. Die Veranstaltung endete mit einer Podiumsdiskussion, auf der Vertreter von City Clean, BMU, BMWi, DIHK und ÖKOTEC teilnahmen.

7 Aktivitäten zum Transfer der Ergebnisse aus EnPI-Connect

Da das Vorhaben EnPI-Connect im Zuge seiner Laufzeit auf großes Interesse der Fachöffentlichkeit stieß, nahmen ÖKOTEC und die DENEFF zahlreiche Termine zur Präsentation des Vorhabens und der Arbeitsstände zu EnPI-Connect wahr. Ferner wurde das Vorhaben beim DIN Arbeitsausschuss Energiemanagement vorgestellt und Inputs gesammelt. EnPI-Connect wird zudem in einem Masterstudiengang bereits als Lehrmaterial eingesetzt.

7.1 EnPI-Connect im Masterstudiengang „Energie- und Ressourceneffizienz“

Energie- und Ressourceneffizienz gewinnen in Unternehmen zunehmend an Bedeutung. Die Wirtschaft benötigt zur Bearbeitung dieser Themen qualifizierte Experten und Führungskräfte. Die Beuth Hochschule für Technik vermittelt ihren Studierenden im Masterstudiengang „Energie- und Ressourceneffizienz“ die benötigten Kompetenzen in Anlagen- und Gebäudetechniken, Energie- und Ressourceneffizienz in der Produktion, Umwelt- und Energiemanagement sowie Erneuerbare Energien. Der Studiengang ist berufsbegleitend

angelegt, zahlreiche Studierende sind bereits im betrieblichen Energiemanagement tätig und stehen vor der Herausforderung, geeignete Energiekennzahlen und Monitoringsysteme in ihren Unternehmen zu implementieren und damit auch Anforderungen der ISO 50001:2018 zu erfüllen.

Die Materialien aus EnPI-Connect werden seit dem Sommersemester 2019 als Lehrmaterial im Masterstudiengang im Rahmen des Kurses „IT-gestütztes Energiecontrolling“ eingesetzt. Die Studierenden konzipierten im Rahmen einer Semesterarbeit systematisch nach der Vorgehensweise von EnPI-Connect aussagekräftige Monitoringsysteme. Die Ergebnisse können sie in der betrieblichen Praxis unmittelbar nutzen.

7.2 EnPI-Connect im BMU Leitfaden zur ISO 50001:2018

Der Leitfaden des BMU zum betrieblichen Energiemanagement „ISO 50001 – Energiemanagement in der Praxis“ befand sich zum Zeitpunkt der Durchführung des Vorhabens EnPI-Connect in der Überarbeitung. Um die Ergebnisse des Vorhabens weiter zu verbreiten und Anregungen für Monitoringsysteme zu liefern, wurde ein Praxisbeispiel des Praxispartners City Clean zugeliefert.

7.3 EnPI-Connect beim DIN Arbeitsausschuss Energiemanagement und Energieeffizienz

Die Fortschritte von EnPI-Connect wurden regelmäßig mit dem DIN Arbeitsausschuss Energiemanagement und Energieeffizienz gespiegelt. Der Austausch diente vor allem dazu sicherzustellen, dass EnPI-Connect in Einklang mit Anforderungen der DIN EN ISO 50001:2018 und der DIN EN ISO 50006:2016 steht.

7.4 EnPI-Connect bei der Mittelstandsinitiative Klimaschutz und Energiewende

Der Deutsche Industrie- und Handelskammertag (DIHK) führt gemeinsam mit dem Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH), dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) die Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz durch.¹ Das Projekt unterstützt die deutsche Wirtschaft mit zahlreichen Instrumenten, Potenziale zum Klimaschutz und zur Energieeffizienzsteigerung zu identifizieren und zu erschließen. Eines dieser Instrumente sind regelmäßige Webinare zu ausgewählten Fachthemen, die von professionellen Kamerteams und Tontechnikern aufgezeichnet, live gestreamt und im Anschluss veröffentlicht werden. Gemeinsam mit der GUTcert GmbH führte ÖKOTEC im März 2019 ein Webinar „Energiemanagement: Die neue ISO 50001:2018“ durch.

Der Präsentationsteil von Herrn Ratjen, Projektleiter von EnPI-Connect, widmete sich der Frage, welche Eigenschaften Monitoringsysteme aufweisen müssen, damit sie aussagekräftig sind und einen unternehmerischen Mehrwert bieten. Der Vortrag folgte dabei der in EnPI-Connect verwendeten Kennzahlenmethodik. Die Webinar-Software wurde durch die hohe

¹ <https://www.mittelstand-energiewende.de/webinare/>

Anzahl an Teilnehmerinnen und Teilnehmern voll ausgelastet, die Zuschauerzahl lag bei ca. 250. Das Webinar wurde auf den Seiten der Mittelstandsinitiative vom DIHK frei zugänglich gemacht.

7.5 EnPI-Connect beim European Council for an Energy Efficient Economy (ecee)

Das European Council for an Energy Efficient Economy ist Europas größte und älteste NGO zum Thema energieeffizientes Wirtschaften. Die ecee generiert und liefert evidenzbasiertes Wissen und Analysen zur Energiepolitik. Dabei fördert sie die Zusammenarbeit und Vernetzung zwischen Experten unterschiedlicher Fachbereiche im Rahmen von Summer Studies, Workshops, Social Media, Website und Newsletter. Die jährlich stattfindenden Summer Studies sind die europäische Leitveranstaltung zu Energieeffizienz und Energiemanagement, die abwechselnd in Paris und Berlin stattfindet. Im Vorfeld der Summer Studies ruft die ecee zur Einreichung von Exposés zu aktuellen Themen auf, aus denen eine Jury eine begrenzte Anzahl auswählt und im Nachgang zur Präsentation zulässt.

Begleitend zum Vorhaben EnPI-Connect hat ÖKOTEC ein Exposé zu EnPI-Connect bei der ecee eingereicht. Das Exposé wurde durch die Jury ausgewählt, so dass die Zwischenergebnisse zu EnPI-Connect im Rahmen der ecee Summer Studies im Juni 2018 einem internationalen Publikum aus ca. 60 Fachexperten präsentiert werden konnten.

7.6 EnPI-Connect beim GUTcert Exzellenznetzwerk 2018

Die Zertifizierungsgesellschaft GUTcert bringt im Exzellenznetzwerk Energiemanagement jedes Jahr Vertreter aus Politik, Energiewirtschaft, Industrie und Dienstleistung zum interdisziplinären Dialog zusammen. Im September 2018 lagen die voranschreitende Digitalisierung und die neu erschienene ISO 50001:2018 im Fokus, die als Grundlage für zertifizierungsfähige Energiemanagementsysteme dient.

ÖKOTEC präsentierte bei dieser Gelegenheit den Projektstand zum Vorhaben EnPI-Connect und erreichte damit ein Fachpublikum von ca. 100 Personen. Die Präsentationsfolien wurden im Anschluss veröffentlicht.

7.7 EnPI-Connect bei Messen, Energieeffizienz-Netzwerken und Veranstaltungen

EnPI-Connect wurde bei weiteren Gelegenheiten vorgestellt:

- Hannover Messe 2018
- Veranstaltung der IHK Lübeck: „Energiesparen praktisch - erfolgreich mit Energiemanagement“
- Energie-Effizienz-Netzwerk Harz
- Energie-Effizienz-Netzwerk Magdeburg / Altmark
- Energieeffizienz-Netzwerk der Wirtschaftsvereinigung Metalle (WVMplus 2.0)
- Energieeffizienz-Netzwerk 2 in der Region Leipzig
- EnEffCo®-Akademie

Darüber hinaus standen zum Zeitpunkt der Abgabe des Endberichts (30.09.2019) weitere Termine zur Projektvorstellung an.

8 Fazit mit Handlungsempfehlungen

8.1 Ergebnisse aus EnPI-Connect

Das Vorhaben EnPI-Connect ist unter der Zielstellung gestartet, die „Methodik zur Aufstellung von Energiekennzahlen“ in der Praxis auf ihre Eignung zu erproben und anschauliche Materialien zu entwickeln, die Unternehmen bei der Einführung unterstützen. In EnPI-Connect sollten zunächst kurze Leitfäden erarbeitet werden, die einen möglichst einfach verständlichen Überblick über das Anwenderwissen bei der Kennzahlenmethodik geben, ohne dabei Abstriche bei der Genauigkeit zu machen. Ferner sollte ein Schritt-für-Schritt Einführungsplan für EnPI-Connect entstehen. Die Arbeitsstände zu diesen Leitfäden sollten dazu genutzt werden, drei Unternehmen unterschiedlicher Größen und Branchen von einer Teilnahme als Praxispartner zu überzeugen. Ferner sollten sie im Zuge der Erprobungsphase als Hilfestellung bei der Implementierung den in Unternehmen dienen. Zum Review der Erfahrungen der Unternehmen mit EnPI-Connect sollte eine Befragung durch das Fraunhofer ISI durchgeführt werden. Basierend auf den Rückmeldungen sollten die Leitfäden optimiert werden.

EnPI-Connect profitierte während seiner Laufzeit vom Erscheinen der DIN ISO 50001:2018, die einen besonderen Fokus auf das Thema Energiekennzahlen legt. Beim Nachweis der fortlaufenden Verbesserung sieht die Norm bei „wesentlichen Energieverbrauchsbereichen“ (SEUs) die Normalisierung „relevanter Variablen“ vor, die Einfluss auf den Energieaufwand haben. Die systematische Identifizierung dieser Variablen und die Entwicklung passender Mess- und Datenkonzepte zu ihrer Quantifizierung sind Kernthemen von EnPI-Connect. Ein weiteres Themenfeld, das im Zuge von EnPI-Connect mit bearbeitet werden sollte, war Energieeffizienz-Benchmarking. Die Möglichkeit zum Aufbau von Benchmarkingsystemen, die aussagekräftige Vergleiche zulassen, wurde bereits in mehreren Studien des BMU, BMWi und UBA theoretisch untersucht. EnPI-Connect sollte in der Praxis zeigen, ob sich mit der Methodik aussagekräftige Benchmarking-Systeme auf Ebene der Anlagentechniken realisieren lassen.

Das Fraunhofer ISI hat die Erfahrungen der Unternehmen ausgewertet. Die Praxispartner City Clean, Mercedes-Benz Werk Berlin und Stockmeyer sehen EnPI Connect als geeignetes Instrument für die Bildung von Kennzahlen. EnPI-Connect sei dabei auch generell auf die eigene Branche anwendbar. Alle Praxispartner planen einen Einsatz von EnPI Connect bei weiteren Anlagen. Zwar sei der Aufwand und die Komplexität der Darstellung im Vergleich zu den gewohnten Kennzahlensystemen höher, jedoch gehe mit EnPI-Connect eine sehr viel bessere Präzision beim Monitoring einher.² Neben der Auswertung von Einsparungen im Rahmen der ISO 50001:2018 hinaus sei durch die hohe Genauigkeit u. a. auch die Umsetzung von Energieeffizienzüberwachung und Predictive Maintenance mit EnPI-Connect möglich. Die Praxispartner nannten darüber hinaus weitere Vorteile. Belastbare Investitionsbewertungen einiger regelungstechnische Ansätze sei durch EnPI-Connect erst möglich geworden. In einigen Fällen konnten direkt im Vorhaben energetische Optimierungen aufgezeigt und Maßnahmen umgesetzt werden. Zudem konnte demonstriert werden, dass sich EnPI-Connect sehr gut für genaues Energieeffizienz-Benchmarking auf Ebene der Anlagentechnik eignet.

² Anm.: Anregungen zur Reduzierung der Komplexität der Arbeitsstände (30.01.2018) der Leitfäden EnPI-Connect wurden im Vorhaben aufgegriffen und in die finalen Leitfäden (30.09.2019) eingearbeitet. Die Komplexität wurde – ohne Einbußen bei der Genauigkeit – durch Abbildungen, Beispiele, Struktur und sprachliche Mittel reduziert.

Die Praxispartner haben anlässlich der Berliner Energietage 2019 Freigaben für ausgewählte Anwendungsbeispiele, die in EnPI-Connect entstanden sind, freigegeben. Darunter finden sich auch mehrere Anwendungen von Energieeffizienz-Benchmarking. Die Beispiele aus der Anwendungspraxis leisten einen wichtigen Beitrag dazu, die unternehmerischen Vorteile, die mit EnPI-Connect erzielt werden können, in die Breite zu kommunizieren.

Im Verlauf der Bearbeitung stieß das Vorhaben auf sehr große Resonanz in der Öffentlichkeit. EnPI-Connect wurde als zusätzliche Leistung (AP5) beim European Council for an Energy Efficient Economy (eceee), auf der Hannover Messe, bei der Mittelstandsinitiative Klimaschutz und Energiewende (als Webinar), dem GUTcert Exzellenznetzwerk 2018, mehreren Veranstaltungen von IHKn und auf Energieeffizienznetzwerken präsentiert. Die Teilnahmen auf der Abschlussveranstaltung zu EnPI-Connect auf den Berliner Energietagen musste aufgrund der räumlichen Kapazitäten trotz deutlich höherer Nachfrage auf ca. 100 Personen begrenzt werden. Die Materialien aus EnPI-Connect flossen in die Studieninhalte des Kurses „IT-gestütztes Energiecontrolling“ im Masterstudiengang „Energie- und Ressourceneffizienz“ an der Beuth Hochschule ein, so dass ein Transfer in die Hochschullehre noch während des Vorhabens gelang. Ergebnisse aus EnPI-Connect wurden mit dem DIN Arbeitsausschuss Energiemanagement und Energieeffizienz gespiegelt. Ferner wurde ein Praxisbeispiel aus EnPI-Connect in den Leitfaden des BMU zur ISO 50001:2018 übernommen.

8.2 Handlungsempfehlungen

Aus den Ergebnissen des Vorhabens wurden zahlreiche Handlungsempfehlungen abgeleitet und priorisiert. An dieser Stelle sollen nur die drei Wichtigsten genannt werden.

Umsetzung von Energieeffizienz-Benchmarking bei Kälte- und Klimaanlage

Das Vorhaben hat gezeigt, dass mit EnPI-Connect aussagekräftige Benchmarkingsysteme auf Ebene der Anlagentechniken aufgebaut werden können. Entsprechende Systeme wurden bereits in der UBA-Studie von 2013 zum „Energieeffizienzbenchmarking nach EN 16231“ skizziert, dort aber als langfristige Handlungsempfehlung genannt. Die benötigten Technologien und Methoden sind jetzt verfügbar. In einem Demonstrationsvorhaben sollte unternehmensübergreifendes Energieeffizienz-Benchmarking unter Zugrundelegung von EnPI-Connect für mindestens eine bedeutende Versorgungstechnik umgesetzt werden. Da die Erzeugung von Kälte eine beträchtliche Menge an CO₂-Emissionen in Industrie, Handel und Gewerbe verursacht und gleichzeitig großes regelungstechnisches Potenzial für Energieeffizienzsteigerungen besteht, erscheinen Kälteanlagen als prädestiniertes erstes Anwendungsfeld. Aufgrund der hohen Einflüsse der Witterung sollte das Energieeffizienz-Benchmarking auf stündliche Messungen zu Stoff- und Energiedaten aufbauen. Das Benchmarking wäre dabei nicht auf eine bestimmte Kältetechnologie beschränkt. Energieeffizienz-Benchmarking bei Kälteanlagen könnte sehr gut mit weiteren klimapolitischen Instrumenten kombiniert werden, etwa der mit dem BAFA-Programm zur Förderung von Kälte- und Klimaanlage oder mit EnEV 2014: § 12 zur Energetischen Inspektion von Klimaanlage.

Etablierung von Energieeffizienzüberwachung im unternehmerischen Controlling

EnPI-Connect hat in erster Linie das Energiemanagement und nur in vergleichsweise geringem Umfang das betriebswirtschaftliche Controlling erreicht. Gleichzeitig ist Effizienzsteigerung ein klassisches Kernthema im betriebswirtschaftlichen Controlling. Controller analysieren regelmäßig Kostenabweichungen auf Ebene der Kostenstellen und Kostenträger (i.d.R. Fertigungsaufträge), um aus den ermittelten Abweichungen zielgerichtete Maßnahmen einzuleiten. Energiekosten hingegen werden häufig als Fertigungsgemeinkosten betrachtet und pauschal auf die Kostenstellen verrechnet, da ein maschinengenaue Energieverbrauch i.d.R. nicht möglich ist. Bricht die Energieeffizienz einer Anlage ein, kommt diese Information in der Regel nicht beim betriebswirtschaftlichen Controlling an. EnPI-Connect ermöglicht mittels Vernetzung von Energiekennzahlen die verursachergerechte Zuteilung von Energiekosten auf die Kostenstellen. Das Controlling könnte Energiekosten entsprechend der tatsächlichen Inanspruchnahme verrechnen, belastbare Energiekostenüberwachung durchführen und damit eine wichtige Rolle beim Klimaschutz in den Unternehmen einnehmen. Ein Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, dass sich die Einbeziehung von Controllern u. a. bei der Effizienzüberwachung zum Ziel setzt, sollte auf vertraute Software im Controlling aufbauen und diese mit leistungsfähigen Energieeffizienzcontrolling-Lösungen und EnPI-Connect koppeln. Mit diesem Vorgehen könnten Barrieren abgebaut werden, die viele Controller derzeit noch von einer Stückkostenbetrachtung und Effizienzüberwachung der Energieaufwände abhalten.

EnPI-Connect schnell in der Praxis verbreiten

Erfahrungen von ÖKOTEC zeigen, dass nur die allerwendigsten Unternehmen die Energieeffizienz auf Ebene der Anlagentechniken ausreichend monitoren. Erhöhter Energieaufwand aufgrund ineffizienter Betriebsweisen bleiben ohne genaues Monitoring verborgen. EnPI-Connect kann diese Situation deutlich verbessern. Die Erfahrungen bei den Praxispartnern haben gezeigt, dass EnPI-Connect als einheitliche Vorgehensweise für den Aufbau genauer Monitoringsysteme sehr gut geeignet ist. Die unterstützenden Leitfäden aus EnPI-Connect wurden gemäß Anregungen aus den Unternehmen und dem Begleitkreis im Verlauf des Vorhabens stetig auf einfache Verständlichkeit optimiert. Sie bieten eine allgemeine Umsetzungshilfe und sind technologieübergreifend ausgestaltet. Die Anwendung von EnPI-Connect auf die vielfältigen, individuellen Versorgungs- und Branchentechniken ist in Unternehmen jedoch mit einer Transferaufgabe verbunden. Stoff- und Energiestromschemata, Nutzen-Aufwand-Schemata, die Identifizierung externer Einflussgrößen, die Entwicklung und Umsetzung von Konzepten zur Messung und Datenverarbeitung etc. bedürfen der Übertragung auf die individuellen Anlagentechniken, bevor aussagekräftiges Monitoring und Benchmarking durchgeführt werden kann. Die Verbreitung von EnPI-Connect und der Aufbau aussagekräftiger Monitoringsysteme könnte deutlich beschleunigt werden, wenn der Aufwand zum Transfer auf ein Minimum gesenkt wird. Zu diesem Zweck sollte z. B. eine Leitfadenreihe mit mehreren technologiespezifischen EnPI-Connect Leitfäden entwickelt werden, die jeweils auf eine der verbreiteten Versorgungs- bzw. Branchentechnik zugeschnitten sind (z. B. „EnPI-Connect für Cleaning-in-Place Prozesse“, „EnPI-Connect für Lüftungsanlagen“ etc.). Für größtmögliche Praxisnähe sollten diese Leitfäden begleitend zu realen Anwendungen von EnPI-Connect auf die entsprechende Technologien entwickelt werden. Zu diesem Zweck sollten Praxispartner in das Vorhaben einbezogen werden.

Literatursammlung

Leitfäden zu EnPI-Connect:

Ratjen et al. 2019: EnPI-Connect in der Praxis – Methodischer Überblick: Entwicklung und Vernetzung von Energiekennzahlen

<https://www.oekotec.de/de/broschueren-zu-enpi-connect-energiekennzahlen-in-der-praxis-veroeffentlicht/>

Ratjen et al. 2019: EnPI-Connect in der Praxis – Einführungsplan: Energiekennzahlen für Erfassung, Monitoring und Benchmarking

<https://www.oekotec.de/de/broschueren-zu-enpi-connect-energiekennzahlen-in-der-praxis-veroeffentlicht/>

Methodische Grundlage für die Leitfäden zu EnPI-Connect:

Grabowski et al. 2015: Methodik zur Aufstellung von Energiekennzahlen

https://www.oekotec.de/wp-content/uploads/downloads/2016/06/Kennzahlen_Methodik_2015.pdf

Quellen für Anwendungsbeispiele und Unternehmensbeschreibungen:

Carsten Klemm 2019: "Mercedes Benz Werk Berlin - EnPI Connect in der Praxis",

https://www.energiestage.de/fileadmin/user_upload/2019/Vortraege/2.08_Klemm_EnPI-Connect.pdf

Carsten Pfeiffer 2019: "City Clean GmbH & Co. KG"

https://www.energiestage.de/fileadmin/user_upload/2019/Vortraege/2.08_EnPI_Connect_Pfeiffer.pdf

Dr. Karl Horst Gehlen und Uwe Rosenski 2019: "EnPI-Connect –Umsetzung bei Stockmeyer"

https://www.energiestage.de/fileadmin/user_upload/2019/Vortraege/2.08_EnPI_Connect_Gehlen_Rosenski.pdf

Ratjen 2019: EnPI-Connect in der Praxis: Energiekennzahlen für Monitoring und Benchmarking

https://www.energiestage.de/fileadmin/user_upload/2019/Vortraege/2.08_Ratjen_EnPI-Connect_aktualisiert.pdf

Weitere empfohlene Literatur:

Buser 2019: Normen für Energiemanagement: Was kommt jetzt auf die Unternehmen zu?

https://www.energiestage.de/fileadmin/user_upload/2019/Vortraege/2.08_EnPI_Connect_Buser.pdf

Kay 2019: BMWi-Förderpaket: Energieeffizienz und EE-Prozesswärme in der Wirtschaft

https://www.energiestage.de/fileadmin/user_upload/2019/Vortraege/2.08_EnPI_Connect_Kay.pdf

Nissen, Harfst, Girbig 2018: Energiekennzahlen auf den Unternehmenserfolg ausrichten

Ratjen et. al. 2013: Methodische Grundlagen für Energieeffizienz-Benchmarking

https://www.adelphi.de/en/system/files/mediathek/bilder/endbericht_energie-effizienz-benchmarking_2.pdf

DIN ISO 50001:2018-12: Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 50001:2018); Deutsche Fassung EN ISO 50001:2018

DIN ISO 50006:2017-04: Energiemanagementsysteme - Messung der energiebezogenen Leistung unter Nutzung von energetischen Ausgangsbasen (EnB) und Energieleistungskennzahlen (EnPI) (ISO 50006:2014)

DIN ISO 50015:2018-04: Energiemanagementsysteme - Messung und Verifizierung der energiebezogenen Leistung von Organisationen (ISO 50015:2014)