

Energieeffizienz-Benchmarking

Methodische Grundlagen für die Entwicklung von Energieeffizienz-Benchmarkingsystemen nach EN 16231

Georg Ratjen, adelphi; Petra Lackner, Österreichische Energieagentur;
Walter Kahlenborn, adelphi; Julia Gsellmann, Österreichische Energieagentur

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Energieeffizienz-Benchmarking nach EN 16231: ein Vorgehensplan in 10 Schritten	1
2.1	Anforderungen der EN 16231	2
2.2	Ergänzende Empfehlungen	2
3	Implikationen von Energieeffizienz-Benchmarking für Energiemanagementsysteme	7
3.1	Realistische Planung der Energieziele	8
3.2	Aussagekräftige Bewertung des Energieeffizienzfortschritts	9
4	Resümee zum Energieeffizienz-Benchmarking von Prozessen auf Ebene der einzelnen Anlage	9
4.1	Herausforderungen	10
4.2	Potentiale	13
4.3	Handlungsempfehlungen	13
5	Resümee zum Energieeffizienz-Benchmarking gesamter Produktionsprozesse	14
5.1	Herausforderungen	14
5.2	Potentiale	15
5.3	Handlungsempfehlungen	15

1 Einleitung

Energieeffizienzmaßnahmen stellen häufig sehr rentable Investitionen dar, dennoch werden sie nur zögerlich umgesetzt. Eines der wesentlichen Hemmnisse ist der hohe Aufwand, der mit der Identifikation der Einsparpotentiale in Unternehmen verbunden ist. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) tun sich schwer, energetische Mängel bei Anlagentechnik und Gebäuden aufzudecken. Um beurteilen zu können, ob Anlagen oder Gesamtorganisationen energieeffizient arbeiten, werden Referenzwerte benötigt. Ohne die Möglichkeit zum gegenseitigen Vergleich können Unternehmen keine Aussage treffen, ob sie vergleichsweise energieeffizient oder vergleichsweise wenig energieeffizient wirtschaften. Energieeffizienz-Benchmarking bietet eine Einschätzungsmöglichkeit der Energieeffizienz, indem es den spezifischen Energiebedarf vergleichbarer Prozesse bis hin zu gesamten Produktionsprozessen vergleicht.

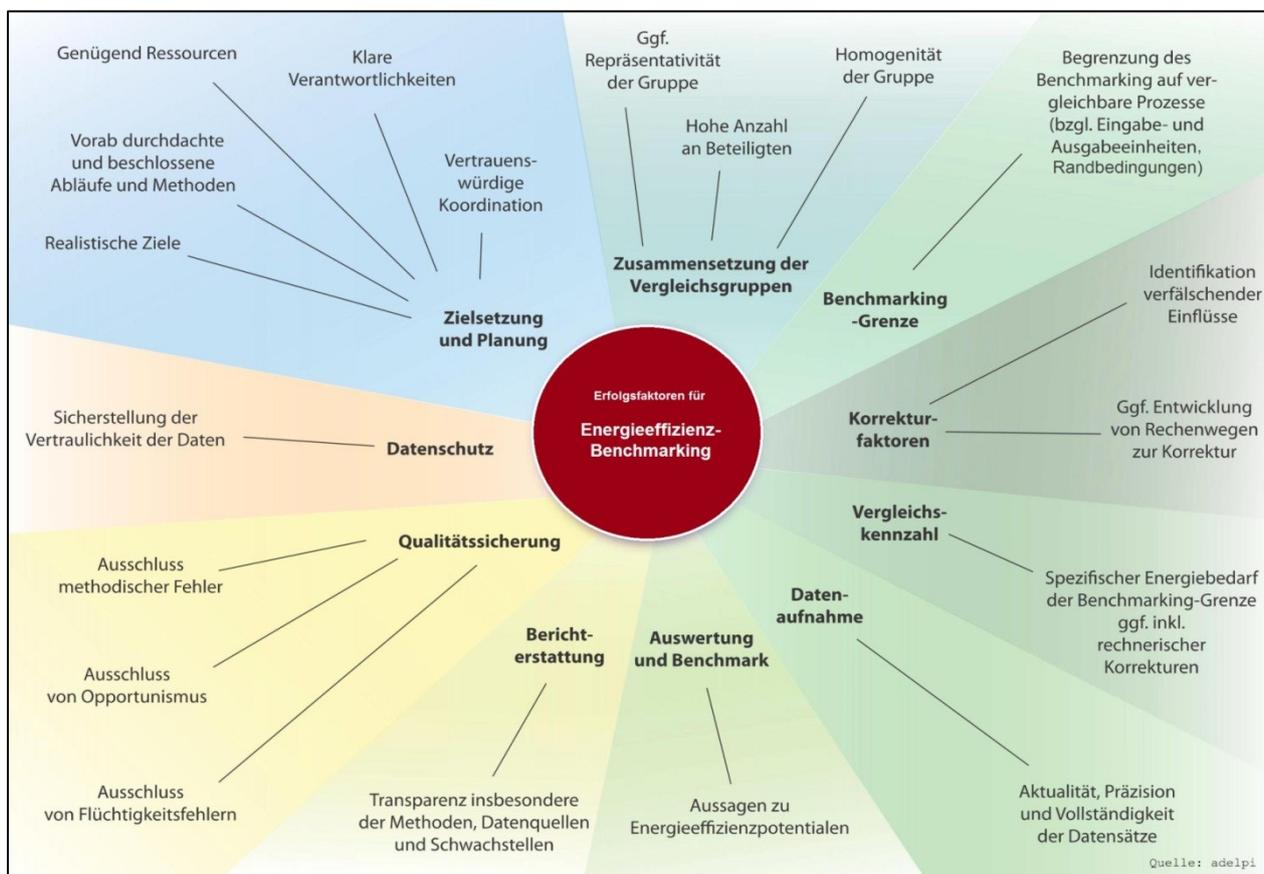
Die Studie „Energieeffizienz-Benchmarking: Methodische Grundlagen für die Entwicklung von Energieeffizienz-Benchmarkingsystemen nach EN 16231“ soll die methodischen Grundlagen für den Aufbau onlinebasierter Energieeffizienz-Benchmarkingsysteme legen und dabei insbesondere die wesentlichen Herausforderungen verdeutlichen. Der Kurzbericht fasst die Ergebnisse der Studie zusammen. Zunächst werden die Erfolgsfaktoren für Energieeffizienz-Benchmarking nach EN 16231 visualisiert dargestellt und mit Empfehlungen hinterlegt. Die Bedeutung von Energieeffizienz-Benchmarking für das betriebliche Energiemanagement wird in einem separaten Kapitel veranschaulicht. Im Anschluss werden die zentralen Herausforderungen, die im Rahmen der exemplarischen Entwicklung von Benchmarking-Systemen für 10 Technologiebereiche und auf Basis der betrachteten Benchmarkings für Produktionsprozesse in 30 Industrie- und Gewerbebranchen für Energieeffizienz-Benchmarking ermittelt wurden, übergreifend erläutert. Darauf aufbauend wird auf die Potentiale für zukünftige Benchmarking-Systeme eingegangen. Die konkreten Handlungsempfehlungen, die im Endbericht ausführlich erläutert sind, werden zusammengefasst dargestellt.

2 Energieeffizienz-Benchmarking nach EN 16231: ein Vorgehensplan in 10 Schritten

Mit der Benchmarking-Norm EN 16231 steht erstmals ein allgemeingültiger und einheitlicher Anforderungskatalog an die Erhebung und Auswertung betrieblicher Energiedaten im Sinne von Energieeffizienz-Benchmarking zur Verfügung. Die Anforderungen der Norm wurden in zehn Schritte strukturiert, die insgesamt einen ersten Vorgehensplan für die praktische Umsetzung bilden. Anhand der Normanforderungen werden bereits erfolgte Benchmarkingvorhaben und Studien aus angrenzenden Themenfeldern näher betrachtet. Am Ende eines jeden Schrittes werden Handlungsempfehlungen gegeben.

In der Kurzversion der Studie wird auf eine genaue Erläuterung der Norm-Anforderungen sowie der betrachteten Vorhaben und Studien verzichtet. Stattdessen werden die Anforderungen visualisiert dargestellt und im Anschluss einige ergänzende Empfehlungen gegeben.

2.1 Anforderungen der EN 16231



Erfolgsfaktoren für Energieeffizienz-Benchmarking auf Basis der EN 16231

Quelle: eigene Abbildung (adelphi)

2.2 Ergänzende Empfehlungen

Ergänzende Empfehlungen zur Zielsetzung und Planung

Zu Beginn eines Benchmarking-Projekts sollten sich die Initiatoren die Zielsetzung genau verdeutlichen: Hängen vom Abschneiden im Benchmarking für die Beteiligten direkte geldwerte Vorteile ab, sind die Anforderungen an die Aussagekraft höher als bei Benchmarking-Systemen, die einer ersten Selbsteinschätzung dienen. Je aussagekräftiger und exakter die Ergebnisse sein sollen, desto höher ist der Aufwand der Datenerfassung, der Benchmarking-Koordination und desto höher sind die notwendigen Mittel, die für das Vorhaben zur Verfügung gestellt werden müssen. Die Projektplanung sollte sich an den Anforderungen des Benchmarking ausrichten. Es muss von Anfang an klar sein, was genau das Benchmarking für die Nutzer leisten soll – und was zu leisten es nicht in der Lage sein kann. Unabhängig von der Komplexität des Benchmarkingsystems sollte immer ein Koordinator benannt werden. Er ist der „Kümmerer“ des Benchmarking, der in Kontakt mit den Beteiligten steht und für die ordnungsgemäße Durchführung des Vorhabens sorgt. Damit er seine Aufgaben erfüllen kann, sollte er mit den Prozessen, die im Benchmarking verglichen werden sollen, eingehend vertraut sein.

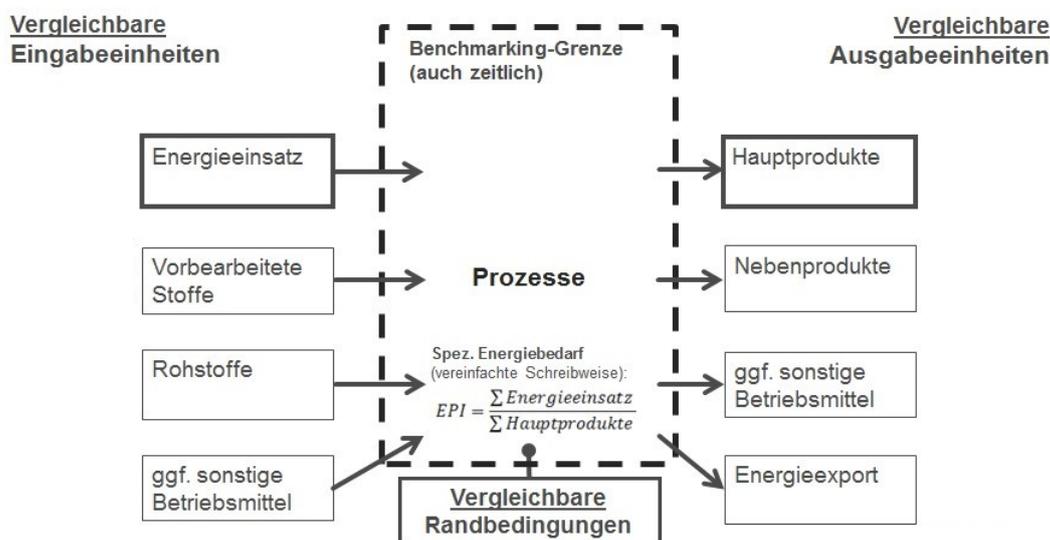
Ergänzende Empfehlungen zur Zusammensetzung der Vergleichsgruppen

Um eine repräsentative Menge an Betrieben im Benchmarking-System einzubeziehen, sollte die Zielgruppe bereits im Vorfeld analysiert werden:

- Können homogene Gruppen gebildet werden? (nach Erzeugnissen, Fertigungstiefe etc.)
- Wenn ja, wie viele Prozesse wären in einer homogenen Gruppe vertreten? Genügt die Anzahl, um Anonymität zu gewährleisten und gültige Ergebnisse zu liefern?
- Sind potentielle Beteiligte bereit, sensible Daten an einen Koordinator weiterzugeben?
- Wie kann diese Gruppe überzeugt werden, beim Benchmarking mitzumachen?
- Wie können Pilotbetriebe gewonnen werden, die ihre Daten für die Erhebung der Benchmarks zur Verfügung stellen und als erste in das System eingespeichert werden?
- Welche Finanzierungsmöglichkeiten bestehen für das Benchmarking?

Die Anforderungen an die Homogenität der zu bildenden Vergleichsgruppe können je nach Ausrichtung des Benchmarking unterschiedlich sein. Je nachdem, welches Ziel verfolgt und welche Aussagekraft angestrebt wird, sind die Anforderungen an die Homogenität höher oder niedriger. Zusätzlich zur Gewährleistung einer angemessenen Homogenität der Vergleichsgruppe ist es wichtig, die Grenzen der Leistungsfähigkeit des Benchmarking offen an die Teilnehmer zu kommunizieren.

Ergänzende Empfehlungen zur Benchmarking-Grenze



Benchmarking-Grenze mit Eingabe-, Ausgabeinheiten und Randbedingungen

Quelle: eigene Darstellung (adelphi)

Die Festlegung und genaue Definition der Benchmarking-Grenze ist der wichtigste Schritt, um die Vergleichbarkeit im Benchmarking zu gewährleisten. Dabei ist hervorzuheben, dass sich Benchmarking nicht auf die einzelne Anlagen oder die Organisation bezieht, sondern auf die Prozesse, die innerhalb von Anlagen oder Organisationen ausgeführt werden.

Entscheidend für die Festlegung der Benchmarking-Grenze ist somit die Vergleichbarkeit der Eingabe- und Ausgabeinheiten des Prozesses sowie der Randbedingungen, die auf den Prozess einwirken. Die Benchmarking-Grenze kann sowohl einzelne Prozesse auf Ebene

der Anlagentechnik als auch Prozessketten bis hin zum gesamten Produktionsprozess in Organisationen umfassen. Die erforderliche Genauigkeit der Benchmarking-Grenze ist direkt abhängig von der Zielsetzung und angestrebten Aussagekraft des Benchmarking.

Wird eine hohe Genauigkeit verlangt, so sind die Benchmarking-Grenzen entsprechend eng und eindeutig festzulegen (maximale Vergleichbarkeit in Eingabeeinheiten, Ausgabeeinheiten und Randbedingungen). Dient das Benchmarking nur einer groben ersten Einschätzung, so sind auch die Anforderungen an die Vergleichbarkeit geringer und die Benchmarking-Grenzen können ggf. weicher gefasst werden und größere Unterschiede zugelassen werden. Dies muss klar und transparent kommuniziert werden. Eine wichtige Vergleichsdimension bezieht sich auf den Ort der Produktion. Führt ein Betrieb alle Produktionsschritte am eigenen Produktionsstandort durch, fällt der gesamte Energieverbrauch an diesem Standort an. Ein anderer Betrieb bezieht Halbfertigprodukte, um diese zum Endprodukt zu verarbeiten. Wird die Benchmarking Kennzahl in diesem Fall als „Energieeinsatz pro produzierter Menge“ definiert, so wird der Betrieb mit dem Halbfertigprodukt einen geringeren spezifischen Energieverbrauch aufweisen als der Betrieb, der alle Produktionsstufen am eigenen Standort durchführt.

Ergänzende Empfehlungen zu Korrekturfaktoren

Korrekturfaktoren sind zu vermeiden. Im Idealfall kommt Benchmarking bei einer sehr differenzierten Wahl der Benchmarking-Grenzen komplett ohne Korrekturfaktoren aus. In der Praxis wird es aber nie möglich sein, eine exakte Einhaltung der definierten Benchmarking-Grenze durch alle Benchmarking-Teilnehmer zu gewährleisten (gleicher Anteil der Nebenprodukte am Energieverbrauch, gleiche Fertigungstiefe etc.). Diese Unschärfen können entweder akzeptiert oder korrigiert werden. Die Entwicklung fundierter Korrekturfaktoren ist vor allem eine Frage der zur Verfügung stehenden Finanzmittel, denn die messtechnische Untersuchung bzw. die exakten physikalischen Herleitungen der Auswirkungen aller Besonderheiten auf den spezifischen Energieverbrauch, sind mit hohem Aufwand verbunden. Bei der Festlegung von Korrekturfaktoren besteht die Gefahr, dass Bereiche oder Methoden, in denen oder durch die Energieeinsparungen erzielt werden, ausgeblendet werden. Z. B. muss man sich fragen, ob die Produktion bestimmter Güter an Orten, wo nur vergleichsweise schlechte Rohstoffe verfügbar sind (z. B. Reinheitsgrad von Erdgas), sinnvoll ist, oder ob in Anlagen, die viel auf Teillast arbeiten, durch Prozessoptimierungen nicht doch eine Produktion bei höherer Auslastung möglich wäre. Werden solche Bedingungen herausgerechnet, so sieht man Dinge als unveränderlich an, die ggf. gar nicht unveränderlich sind. In diesem Zusammenhang wird ein Vorgehen wie im BESS-Projekt empfohlen. Hier können die Nutzer selbst wählen, ob die entwickelten Korrekturfaktoren bei der Auswertung berücksichtigt werden oder ob die Ergebnisse ohne Korrektur ausgewiesen werden. Die Korrekturfaktoren müssen regelmäßig aktualisiert werden, da die Einflussbedingungen nicht statisch sind, sondern sich über die Zeit verändern können. Wenn nicht genügend Finanzmittel zur Verfügung stehen, um Korrekturfaktoren fundiert und immer wieder neu zu berechnen, sollten keine Korrekturfaktoren ausgewiesen werden. In solchen Fällen ist die Alternative, die Unschärfen zu akzeptieren und die Nutzer des Benchmarking klar darauf hinzuweisen.

Ergänzende Empfehlungen zur Vergleichskennzahl

Der spezifische Energieverbrauch hat sich in Theorie und Praxis als Messgröße der Energieeffizienz durchgesetzt und wird auch von der EN 16231 als Energy Performance Indicator gefordert. Alle betrachteten Projekte ermöglichen die Entwicklung einer Energiekennzahl, die den Energieverbrauch pro Erzeugnis ausdrückt. Als Energy Performance Indicator (EPI) für Benchmarking ergibt sich:

EPI (vereinfachte Schreibweise)

$$= \frac{\sum \text{Energieeinsatz (Primär-, End-, oder Nutzenergie)}}{\sum \text{Hauptprodukte (Produkte, Dienstleistungen oder Nutzenergie)}}$$

Die Hauptprodukte allein beschreiben noch nicht den Nutzen eines Prozesses. Wie bereits angeführt, sind dessen Eingabeeinheiten ebenso bedeutend, daher sollten zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit im Benchmarking auch die Eingabeeinheiten, bei denen der Prozess startet, durch die Benchmarking-Grenzen genau definiert werden. Auch sollte auf Unterschiede bei den Nebenprodukten geachtet werden. Sollen Korrekturfaktoren einbezogen werden, sollten sie so gestaltet werden, dass sie als zusätzlicher Faktor mit in den EPI eingehen.

Ergänzende Empfehlungen zur Datenaufnahme

Bei der Entwicklung von Formaten zur Datenerfassung sollte besonderer Wert auf die Nutzerfreundlichkeit gelegt werden. Es sollte zwischen dem Wunsch eine möglichst umfassende Erhebung zu machen, und damit auch exaktere Aussagen treffen zu können, und der Gefahr, Nutzer durch die Fülle von Eingabemöglichkeiten abzuschrecken, abgewogen werden. Dies gilt ebenso für die Abfrage sensibler Daten (Umsatz, Gesamt- und Energiekosten etc.). In der Praxis hat sich gezeigt, dass Unternehmer diese Zahlen im Allgemeinen nicht gerne teilen und im Speziellen nicht online. Daher sollte generell auf die Abfrage sensibler Daten wie Umsatz, Gewinn, Gesamtkosten, Energiekosten verzichtet werden. Der Umfang der Datenabfrage kann auf folgenden Punkt gebracht werden: „so viel wie nötig und so wenig wie möglich“. Es wird empfohlen, die Verbrauchswerte bzgl. der Energieträger so abzufragen, wie sie den Nutzern des Benchmarking zur Verfügung stehen. Erdgas wird ggf. nicht in kWh auf der Energierechnung ausgewiesen, sondern in m³. Wird Holz als Energieträger eingesetzt, so wird die Menge üblicherweise in Raummeter berechnet.

Ergänzende Empfehlungen zur Qualitätssicherung

Die Plausibilitätsprüfung und Verlässlichkeitsprüfung ist ein wichtiger Bestandteil eines Benchmarkings, um frühzeitig Fehler aufzuspüren. Umfang und Genauigkeit der Prüfung sind dabei stark von dem zur Verfügung stehenden Budget abhängig. Für schlanke Systeme, die direkt nach der Eingabe ein Ergebnis ausweisen sollen, ist nur eine automatisierte Schnell-Prüfung möglich, in der die Grenzwerte des „Möglichen“ definiert werden.

Wenn fehlerhafte Daten verlässlich ausgeschlossen werden sollen, genügt eine automatisierte Prüfung nicht. Die Datenerhebung sollte sich dann an Mindeststandards wie beispielsweise die „Monitoring & Verification Vorgangsweise im Rahmen der ISO 50001“ oder an die Kriterien der EN 16247 „Energieaudits“ halten. Unabhängige Energie-Auditoren müssen die eingegebenen Daten im Zuge von regelmäßig durchgeführten Energie-Audits überprüfen. Bestehende Systeme wie sie etwa in Deutschland im Zusammenhang mit verpflichtendem Energiemanagement für Betriebe angedacht sind (oder existieren), sollten genutzt werden.

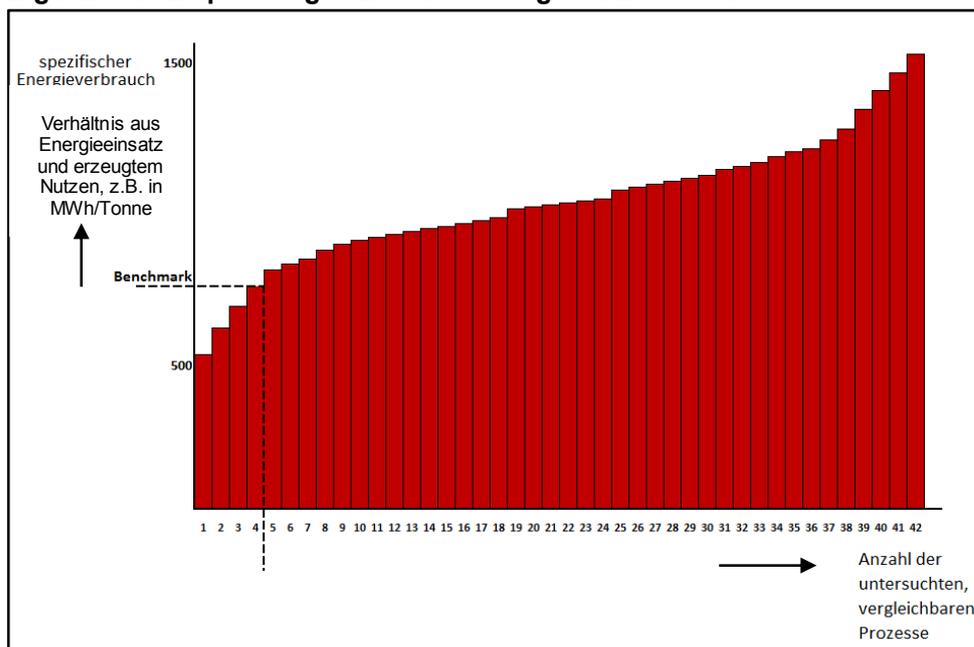
Wenn von den Benchmarking-Ergebnissen konkrete Wettbewerbsfaktoren abhängen (wie beim Benchmarking im Emissionshandel in Form der Zuteilungsmenge an kostenlosen Zertifikaten), so ist allerhöchste Verlässlichkeit gefordert. In einem solchen Fall sollte die Überprüfung durch zertifizierte Gutachter erfolgen.

Ergänzende Empfehlungen zum Datenschutz

Der Koordinator muss aufgrund seiner fachlichen Kompetenzen und seiner Unbefangenheit vertrauenswürdig sein und von der Zielgruppe als vertrauenswürdig wahrgenommen werden. Alle Nutzer des Benchmarking sollen sich sicher sein können, dass Daten professionell verarbeitet werden und mit sensiblen Daten verantwortungsbewusst umgegangen wird. Ferner sind nach Norm-Anforderungen die Daten zu anonymisieren, wie dies etwa im BESS-Projekt erfolgt ist. Dies kann, wenn der Koordinator die Möglichkeit zur Rückfrage haben soll noch nicht auf der Stufe der Eingabe, sondern erst bei der Veröffentlichung der Ergebnisse geleistet werden. Wenn von den Ergebnissen des Benchmarking konkrete Regelungen abhängen, wie etwa der Umfang kostenloser Zuteilungen von Emissionszertifikaten an ein Unternehmen, wird die Anonymisierung der Daten erschwert. Diese Problematik würde sich

auch in jedem anderen Fall stellen, wo die Teilnahme bzw. das Abschneiden beim Benchmarking einem Nachweis dient. Würde z. B. die Kopplung von Steuervergünstigungen im Energiebereich mit der Teilnahme an einem Energieeffizienz-Benchmarking-System verknüpft, so müsste der Koordinator Kenntnis über die Identität der Unternehmen haben und die Ergebnisse eindeutig zuordnen können. Mit Blick auf den Vorfall des Phishing-Angriffs auf den Emissionshandel zeigt sich, dass bei onlinebasierten Systemen höchstes Augenmerk auf die IT-Sicherheit zu legen ist. Dies ist insbesondere dann von großer Bedeutung, wenn umfassende Informationen zum Betrieb hinterlegt werden.

Ergänzende Empfehlungen zu Auswertung und Benchmark



Beispiel einer Benchmarking-Kurve

Quelle: eigene Darstellung (adelphi)

Mit Blick auf Übersichtlichkeit, Aussagekraft und Analysemöglichkeiten sollte die Auswertung als Benchmarking-Kurve erfolgen. Ausreißer sind sofort erkennbar. Die Interpretation wird erleichtert, wenn die Kurve mit Informationen unterlegt ist, die z. B. beim „Anklicken“ eines Datenpunktes erscheinen und Auskunft zu betrieblichen Besonderheiten und dem Umfang der Korrekturen geben. Ferner sollten die Ergebnisse tabellarisch aufgezeigt werden.

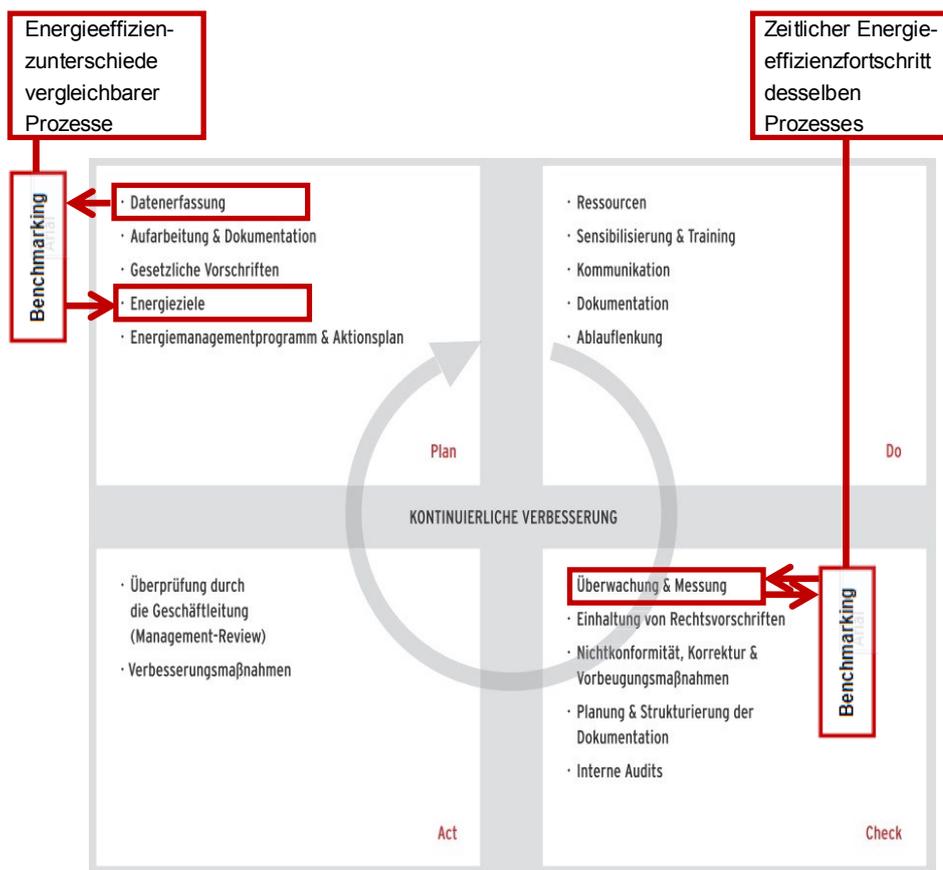
Ein untypischer Verlauf der Benchmarking-Kurve kann darauf hindeuten, dass die Benchmarking-Grenze nicht ausreichend trennscharf definiert wurde bzw. Abweichungen von der Benchmarking-Grenze nicht treffend ausgeblendet wurden.

Zur Akzeptanz der Ergebnisse ist es wichtig, dass sie durch die Beteiligten des Benchmarking bestätigt werden. Laut Norm können, wenn sich nachträglich nicht berücksichtigte Unterschiede zwischen den verglichenen Prozessen ergeben, Korrekturfaktoren ergänzt werden. Diese Möglichkeit verführt die Benchmarking-Teilnehmer jedoch dazu, ihre Ergebnisse künstlich aufzubessern und Druck auf den Koordinator auszuüben (gerade wenn es im Interesse der Energieverantwortlichen innerhalb der beteiligten Organisationen liegen sollte, gegenüber dem Management eine hohe Energieeffizienz nachzuweisen). Der Koordinator darf dem Druck zu unsachgemäßen Korrekturen nicht nachgeben und muss sehr bedächtig vorgehen. Wenn zu großer Bedarf an Korrekturen auftritt, ist es ratsam, die Festlegung der Benchmarking-Grenze zu überdenken bzw. noch stärker zu verfeinern. Hier zeigt sich eine weitere Anforderung an die Eigenschaften eines Koordinators: Durchsetzungskraft.

Ergänzende Empfehlungen: Berichterstattung

Die Dokumentation des Benchmarking ist ein sehr wichtiger Bestandteil eines Benchmarking-Vorhabens. Alle Karten müssen auf den Tisch. Nur wenn eine transparente Berichterstattung vorliegt, die auf die Schwachstellen des Benchmarking eingeht, können Ergebnisse angemessen interpretiert und Lerneffekte für weitere Benchmarking-Vorhaben erzielt werden. Die Berichterstattung wird in der Budgetplanung oft vernachlässigt, die benötigten Mittel müssen von vornherein eingeplant werden. Alle erhobenen Daten und deren Auswertung unterliegen der Vertraulichkeit und sind zunächst nur für die Gruppe der Benchmarking-Beteiligten bestimmt. Eine Veröffentlichung der Ergebnisse wird daher, auch nach der Anonymisierung, nicht immer vorgenommen werden können. Die Frage nach der Veröffentlichung sollte im Konsens mit allen Beteiligten bereits zu Beginn des Benchmarking geklärt werden. Die Berichterstattung muss nicht in Papierform erfolgen, gerade bei einem offenen, onlinebasierten Benchmarking wäre das wenig praktikabel. Es wird empfohlen, den Benchmarking-Bericht als Download verfügbar zu machen. Zusätzlich sollte auf mögliche Unschärfen und Schwachstellen hingewiesen werden.

3 Implikationen von Energieeffizienz-Benchmarking für Energiemanagementsysteme



Benchmarking als Instrument im betrieblichen Energiemanagementsystem

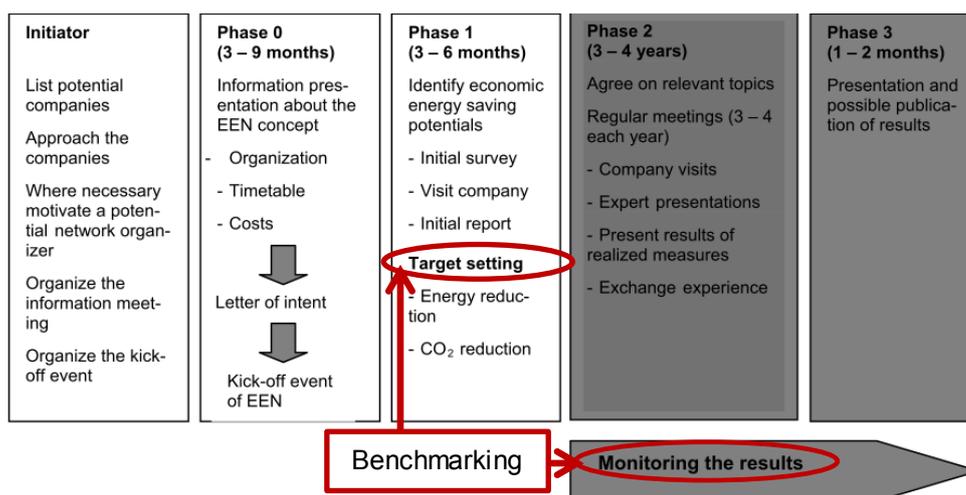
Quelle: eigene Abbildung (adelphi) auf Basis von adelphi 2012a: 20

Zwischen betrieblichem Energiemanagement und Energieeffizienz-Benchmarking gibt es zahlreiche Anknüpfungspunkte. Die Prinzipien der EN 16231 können als fester Bestandteil im Energiemanagement eingebettet werden. Es wird zu diesem Zweck auch in der Energiemanagementsystemnorm ISO 50001 als Instrument aufgeführt.¹ Energieeffizienz-Benchmarking kann bei Planung der Energieziele und der Überprüfung des Energieeffizienzfortschritts eine Hilfestellung geben.

3.1 Realistische Planung der Energieziele

Im Bereich der Planung des Energiemanagementsystems nimmt die Entwicklung von Energiezielen einen fundamentalen Platz ein. Energieziele sollen realistisch und demzufolge an den tatsächlich vorhandenen Potentialen zur Energieeffizienzsteigerung ausgerichtet sein. Der Formulierung von Energiezielen muss eine umfassende Bewertung der energetischen Ausgangssituation vorausgehen. Energieeffizienz-Benchmarking kann Hinweise auf Einsparpotentiale bzgl. einzelner Prozesse bis hin zum gesamten Produktionsprozess liefern. Dafür ist die Bezugnahme auf vergleichbare Prozesse innerhalb derselben Organisation oder anderer Organisation notwendig.²

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) verfügen intern in der Regel nicht über vergleichbare Anlagen. Daher sind sie auf externes Benchmarking angewiesen, also auf den Vergleich ihrer Prozesse mit denen in anderen Organisationen. Soll Energieeffizienz-Benchmarking als Grundlage zur Definition von Energiezielen genutzt werden, wird das betriebliche Energiemanagement in diesem Aspekt zu einer organisationsübergreifenden Aufgabe. Da der Koordinator Einblick in Informationen zu Energiekennzahlen benötigt und diese anonymisiert an die Benchmarking-Beteiligten weitergibt, ist Vertrauen zum Koordinator und zwischen den Betrieben unabdingbar. Ein vielversprechender Ansatz ist daher die Implementierung von Energieeffizienz-Benchmarking in bestehende, organisationsübergreifende Netzwerke, die sich die Steigerung ihrer Energieeffizienz zum kollektiven Ziel gesetzt haben. Vertrauen untereinander und zum Koordinator ist dort bereits vorhanden.



Einordnung von Benchmarking in den Netzwerkzyklus im LEEN-System

Quelle: Eigene Abbildung (adelphi) auf Basis LEEN o.J.: 2

¹ Vgl. DIN ISO 50001:2011: 23

² Vgl. DIN EN 16231:2012: 21

Diese Strukturen sind z. B. in Form der Lernenden Energieeffizienz-Netzwerke (LEEN) vorhanden. Da es sich bei LEEN um einen organisations- und branchenübergreifenden Energiemanagementansatz handelt, liegt ein Vergleich vor allem bei den Prozessen in den Querschnittstechnologien nahe. Die Anlagentechnik in LEEN-Unternehmen wird durch Energieexperten vor Ort untersucht, daher sind eine hochwertige Datenqualität und eine zutreffende Definition der Benchmarking-Grenzen innerhalb dieser Unternehmen gewährleistet.

3.2 Aussagekräftige Bewertung des Energieeffizienzfortschritts

Die Prinzipien des Energieeffizienz-Benchmarking nach EN 16231 bieten sich zur Bewertung der Energieeffizienzsteigerung im Zuge des Monitoring an. In diesem Fall werden die energierelevanten Daten eines Prozesses entlang der Zeitachse verglichen. Kontinuierliches Monitoring und ein Vergleich mit der Baseline (Ausgangssituation im definierten Vergleichsjahr) sind bereits fester Bestandteil von Energiemanagementsystemen nach ISO 50001, jedoch geht die Energiemanagementsystemnorm dabei kaum auf die Frage der Vergleichbarkeit ein. Ein Monitoring ausschließlich anhand des spezifischen Energieverbrauchs ist daher weit verbreitet. Dabei wird eine lineare Abhängigkeit des Energieeinsatzes zur Produktionsmenge unterstellt. In der Praxis wirken zahlreiche weitere Einflüsse auf den Energieeinsatz ein (veränderte Witterungsbedingungen, geänderte Produktionstiefe etc.). Eine Nichtbeachtung dieser Einflüsse kann zu Trugschlüssen führen.

Der Energie Performance Indicator muss in einigen Fällen erst mit Korrekturfaktoren bereinigt werden, damit er bei (nachvollziehbaren) Abweichungen in Randbedingungen, Eingabe- und Ausgabeeinheiten aussagekräftige Ergebnisse zur Energieeffizienz eines Prozesses liefern kann. Wenn neben der ISO 50001 die Prinzipien der EN 16231 berücksichtigt werden, verbessert sich die Aussagekraft des Monitoring im Rahmen eines Energiemanagementsystems erheblich.

4 Resümee zum Energieeffizienz-Benchmarking von Prozessen auf Ebene der einzelnen Anlage

Einbezogene Prozesse				
Prozesskälteerzeugung/-bewahrung	Kühlung in Kühlschränken	Kühlung in Gefrierschränken	Kühlung in Gefriertruhen	Kühlung in Kühlräumen
Beleuchtung	Erzeugung von Kunstlicht			Ansteuerung in Vorschaltgeräten
Raumwärmeerzeugung/-bewahrung	Raumwärmebewahrung im Gebäude	Raumwärmeerzeugung (Brenner-Kessel Systeme, inkl. Unterstützung regen. Energien)		
Wärmeverteilung (Heizkreislauf)	Heizwasserverteilung in Rohrleitungen	Bereitstellung hydraulischer Energie durch Heizungspumpen inkl. elektr. Antriebe		

Auswahl von Untersuchungsbereichen für die Entwicklung von Benchmarks in Prozessen

Quelle: eigene Abbildung (adelphi)

Anhand von Beispielen wurden die Möglichkeiten zur Entwicklung onlinebasierter Benchmarkingsysteme für einzelne Prozesse in Anlagentechniken geklärt und typische Herausforderungen und Schwierigkeiten aufgezeigt. Die Benchmarks sollten nicht im Benchmarking

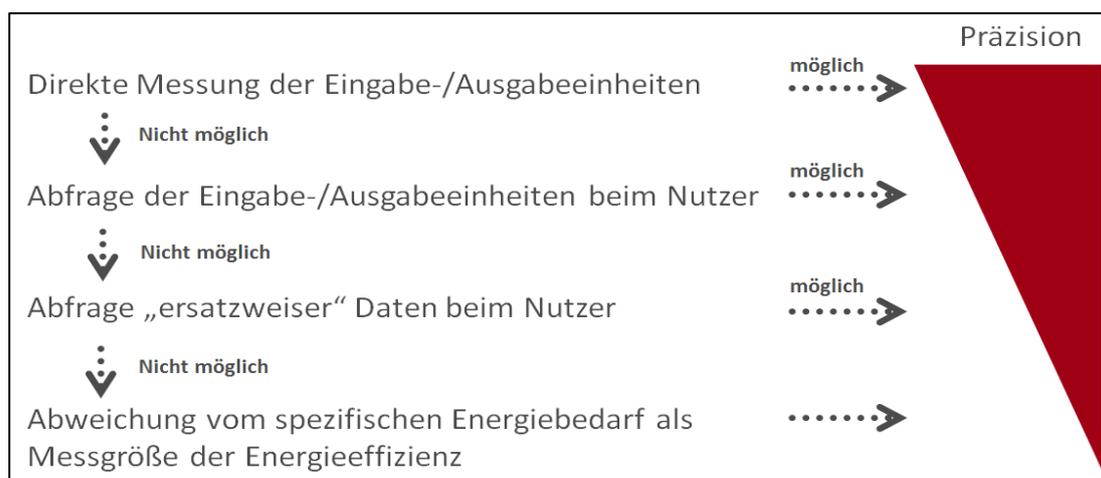
selbst ermittelt, sondern auf Basis der besten verfügbaren Technik nach Ökodesign berechnet werden. Die Berechnungen dienen der Veranschaulichung der grundsätzlichen Vorgehensweise, der Komplexität und Herausforderungen beim Energieeffizienz-Benchmarking. Im Rahmen der Untersuchungen konnten Vorgehensweisen für onlinebasiertes Benchmarking von ausgewählten Prozessen und Prozessketten beschrieben und exemplarisch die Schwierigkeiten bei der Berechnung demonstriert werden. Dabei wurden Unschärfen aufgezeigt. Einzelne Schwierigkeiten werden im Folgenden diskutiert, um Lerneffekte bzgl. Benchmarking für andere Prozesse zu ermöglichen.

4.1 Herausforderungen

Verwendung von Benchmarks aus Literaturangaben

Im Rahmen der Untersuchungen, auf deren Erläuterung in der Kurzversion verzichtet wird, wurden die Benchmarks nicht im Benchmarking selbst ermittelt, sondern auf Basis von Ökodesign berechnet. Dabei besteht das grundsätzliche Problem, dass Energieeffizienzklassen bei Ökodesign unter einheitlichen Laborbedingungen gemessen werden. Dadurch stimmt die Benchmarking-Grenze zwischen den Benchmarks nach Ökodesign nicht hinreichend mit den Anlagen im Benchmarking überein. Wird eine Benchmark nicht im Benchmarking selbst ermittelt, muss ihre Übereinstimmung mit der Benchmarking-Grenze sichergestellt werden oder die Abweichungen müssen genau nachvollzogen werden können.

Datenabfrage zum Zähler und Nenner des EPI



Auswirkungen der Datenerhebungsmethode auf die Präzision im Benchmarking (vereinfacht)

Quelle: eigene Abbildung (adelphi)

Der Energie Performance Indicator drückt den spezifischen Energieverbrauch aus. Der Energieeinsatz wird dem Nutzen gegenübergestellt, der innerhalb eines Prozesses erzeugt wird. Die Qualität des Indikators ist von der treffenden Definition der Ausgabe- und Eingabeeinheitenabhängig sowie von der Genauigkeit der Datenerfassung.

- Direkte Messung der Eingabe-/ Ausgabeeinheiten

Optimal für eine genaue und umfassende Datenabfrage ist die direkte Messung. Für die Gestaltung des Energy Performance Indicators sind, wenn die Benchmarking-Grenze keine Abweichungen zulässt, keine umfassenden Berechnungen notwendig. Es werden einfache Verhältniszahlen zwischen Energieeinsatz und dem erzeugten Nutzen gebildet. Die hier für den Online-Einsatz exemplarisch entwickelten Benchmarkingsysteme können Daten, die für den Energy Performance Indicator benötigt werden, nur teilweise durch Messung ermitteln.

- Abfrage der Eingabe-/ Ausgabeeinheiten beim Nutzer

Mangels der Möglichkeit zur Messung greift das Benchmarking auf Nutzereingaben zurück. Die Herkunft und Genauigkeit der Daten, die den Nutzereingaben in onlinebasierten Benchmarking-Systemen zugrunde liegen, sind – wie der Nutzer selbst – unbekannt. Das Vorhandensein von Messtechnik kann bis auf Stromzähler etc. ebenso wenig vorausgesetzt werden wie die korrekte Ablesung durch den Nutzer. Die Datengenauigkeit ist ungewiss.

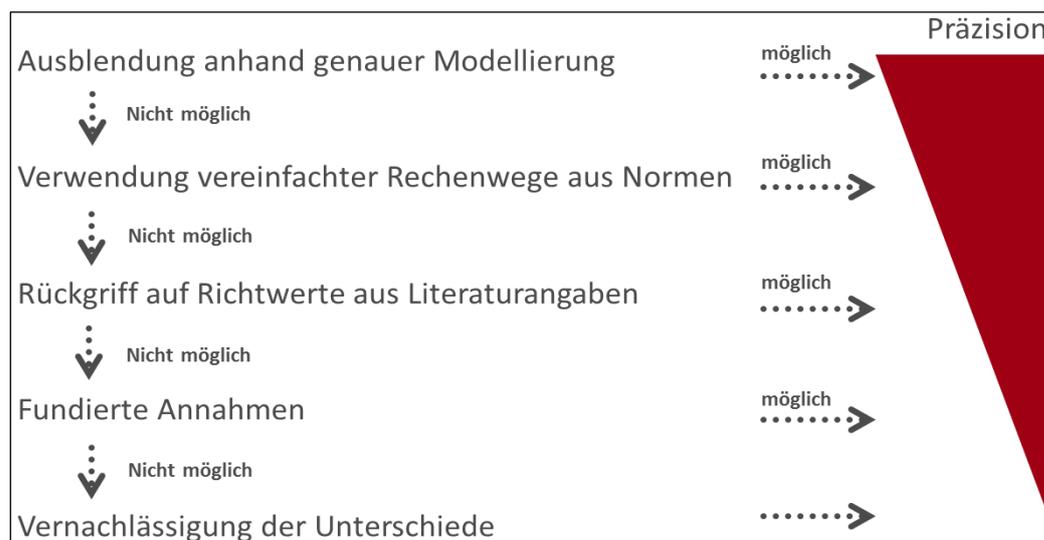
- Abfrage „ersatzweiser“ Daten beim Nutzer

Bei der Entwicklung der Benchmarking-Systeme für Raumwärmeerzeugung, -bewahrung und Wärmeverteilung wurden Angaben zum Nutzwärmebedarf benötigt. Da das Vorhandensein von Wärmemengenzählern und die Kenntnis der Nutzer zum Nutzwärmebedarf zunächst nicht vorausgesetzt wurde, wurde stattdessen der klimabereinigte, spezifische Heizwärmebedarf aus Energiebedarfsausweisen abgefragt und unter Verwendung der aktuellen Klimafaktoren sowie einer Abfrage zur Gebäudenutzfläche auf den Nutzwärmebedarf zurückgerechnet. Dieses Vorgehen impliziert bereits eine Korrektur und ist ungenau, weil Klimafaktoren pauschalisiert sind und die Daten aus Energieausweisen Momentaufnahmen darstellen, die zudem standardisierte Nutzerprofile unterstellen. In einer Überarbeitung des Kapitels wurde aufgrund dieser Problematik das Vorhandensein von Wärmemengenzählern eingefordert.

- Abweichung vom spezifischen Energieverbrauch als Messgröße der Energieeffizienz

Im Falle der Kühlgeräte konnte die eigentlich geeignete Bezugsgröße (Masse der in einem Kühlgerät gekühlten Stoffe unter Berücksichtigung der Wärmekapazität und Anfangstemperatur) mangels Messbarkeit der Daten nicht verwendet werden. Alternativ wurde das maximale Füllvolumen des Kühlmöbels zugrunde gelegt. Diese Bezugsgröße drückt nicht hinreichend genau den Nutzen Lebensmittelkühlung aus und unterstellt gleichartige Befüllung. Im Falle der Beleuchtung musste auf eine Betrachtung der installierten Leistung ausgewichen werden, da die Nutzenergie Licht nicht abgefragt werden konnte und keine praktikable „zweitbeste“ energiebezogene Bezugsgröße zur Verfügung steht. Auf die installierte Leistung bezogene Vergleiche sind für Benchmarking ungeeignet, weil sie keine Aussage zur Energieeffizienz im praktischen Anwendungsfall liefern können.

Herstellung der Vergleichbarkeit mit Korrekturfaktoren



Auswirkungen der Methode der Korrektur auf die Präzision im Benchmarking (vereinfacht)

Quelle: eigene Abbildung (adelphi)

Korrekturen sind genau, wenn die zu korrigierenden Abweichungen von den Benchmarking-Grenzen genau nachvollzogen werden können. Im Optimalfall kann auf Korrekturen durch die genaue Übereinstimmung aller verglichenen Prozesse mit der definierten Benchmarking-Grenze (Eingabe- und Ausgabeeinheiten, Randbedingungen) ganz verzichtet werden. Wenn Korrekturen vorgenommen werden sollen, bieten sich folgende Alternativen:

- Ausblendung anhand genauer Modellierung

Korrekturen sind dann am genauesten, wenn die zu korrigierenden Unterschiede genau erfasst und deren Auswirkungen auf den Energieeinsatz auf Basis einer genauen Modellierung nachvollzogen werden können. Im entwickelten Benchmarking-System für die Heizwärmebereitstellung wurde der Energieexport eines BHKW auf Basis einer sehr einfachen Modellierung individuell nachvollzogen und bereinigt. Je nach Anwendungsfall können Modellierungen sehr komplex werden (z.B. wenn im entwickelten Benchmarking-System zur Heizwasserverteilung der Druckverlust im Verteilnetz nicht auf Basis der Gebäudeabmessungen, sondern auf Basis der Hydromechanik bestimmt worden wäre).

- Verwendung vereinfachter Rechenwege aus Normen

Können Unterschiede nicht auf einfachem Weg modelliert werden und Ressourcen für komplexe Modellierungen nicht bereitgestellt werden, kann in vielen Fällen auf vereinfachte Berechnungsverfahren aus Normen zurückgegriffen werden. Im entwickelten Benchmarking-System zur Beleuchtung wurde etwa das vereinfachte Wirkungsgradverfahren der DIN V 18599 angewendet. Als Alternative zu einer Modellierung des Verteilnetzes im Benchmarking zur Heizwasserverteilung wurde ebenfalls auf vereinfachte Rechenwege der DIN 18599 aufgebaut. Vereinfachte Berechnungsverfahren aus Normen basieren u.a. auf Richtwerten, diese sind aber allgemein zur Verwendung akzeptiert.

- Rückgriff auf Richtwerte aus Literaturangaben

In einigen Fällen musste zur Korrektur auf Richtwerte aus Literaturangaben zurückgegriffen werden (z. B. Lastprofil für Heizungspumpen aus Ökodesign). Richtwerte sind letztlich Durchschnittswerte, die vom individuellen Praxisfall abweichen.

- Fundierte Annahmen

Sind keine Richtwerte aus Literaturangaben verfügbar, besteht die Möglichkeit, Annahmen zu treffen. Diese sollen fundiert sein, also z. B. auf Erfahrungswerten und fachlicher Expertise beruhen. Dieser Ansatz wurde beim Benchmarking-System zur Heizwasserverteilung bzgl. der jährlichen Betriebszeit von Heizungsumwälzpumpen gewählt. Annahmen sind die schlechtmöglichste Grundlage zur Korrektur von Unterschieden.

- Vernachlässigung der Unterschiede

In zahlreichen Fällen konnte weder auf Daten beim Nutzer zurückgegriffen, noch auf seriöse Richtwerte ausgewichen oder auf Annahmen aufgebaut werden. In solchen Fällen wurde auf die Berücksichtigung des individuellen Falles verzichtet und Homogenität unterstellt. Bei der Benchmarking-Grenze Gebäude trifft das z. B. auf die internen Wärmegewinne zu. Im Falle der Kühlmöbel wurden Unterschiede bei der Umgebungstemperatur nicht berücksichtigt.

4.2 Potentiale

Die Untersuchungen zum Benchmarking einzelner Prozesse bzgl. Anlagentechniken haben ergeben, dass die Verwendung von Nutzereingaben nicht praktikabel ist, wenn die Anforderungen der EN 16231 eingehalten werden sollen. Den Nutzern stehen zahlreiche benötigte Informationen ohne Messung nicht zur Verfügung. Die exemplarische Entwicklung der Benchmarkingsysteme für Prozesse in einzelnen Anlagentechniken hat gezeigt, dass die Ergebnisse zu ungenau werden, wenn das Benchmarking Abstriche hinsichtlich der Qualität macht und an die beim Nutzer verfügbaren Daten ausgerichtet wird. Wenn das Benchmarking eine große Anzahl von Prozessen aus unterschiedlichen Regionen vergleichen soll, ist eine individuelle messtechnische Untersuchung vor Ort durch Experten zu kostspielig.

Für breit angelegtes, genaues und kosteneffizientes Benchmarking sollte die Datenerfassung mit permanent installierten, automatisierten Messsystemen erfolgen, die sich aus der Ferne auslesen lassen. Dadurch kann die Verwendung verallgemeinerter Richtwerte, welche die Aussagekraft beeinträchtigen, vermieden werden. Ferner kann durch automatisierte Messung die Problematik der umständlichen und ungenauen manuellen Nutzereingaben gelöst werden. Ein großer Vorteil der Nutzung permanent installierter, automatisierter Messsysteme ist auch, dass das Benchmarking permanent erfolgen und ständig aktualisierte Ergebnisse liefern kann.

Im Bereich der Raumwärmeerzeugung ist ein solches System schon heute sehr gut realisierbar (kostengünstig verfügbare Wärmemengenzähler), für andere Technologiebereiche müssen entsprechende Messsysteme erst noch entwickelt werden. Die Entwicklung und Verbreitung solcher Messsysteme wird durch den Umstand gestützt, dass für die Anlagenbetreiber neben den Möglichkeiten zum Benchmarking zahlreiche weitere Nutzeneffekte entstehen. An erster Stelle ist hier die Möglichkeit zum Condition Monitoring zu nennen, das Defekte bei der Anlagentechnik besser voraussehbar macht und somit die Wahrscheinlichkeit des Produktionsausfalls verringert. Ferner kann permanent installierte Messtechnik zum Energiecontrolling, zur Regelung technischer Anlagen am Bedarf oder im Rahmen des Demand Side Management eingesetzt werden.

Wenn die Voraussetzungen für die automatisierte Fernmessung aller benötigten Daten gegeben sind, hat Benchmarking auf Ebene des einzelnen Prozesses das Potential, ein mächtiges Instrument zur zielsicheren, unkomplizierten Identifikation von Energieeffizienzpotentialen zu werden.

4.3 Handlungsempfehlungen

Um mittelfristig automatisierte Benchmarkingsysteme implementieren zu können, welche exakte Aussagen über Energieeffizienzpotentiale in Anlagentechniken liefern, müssen zunächst die Voraussetzung dafür geschaffen werden. Es sollten Maßnahmen ergriffen werden, die den Innovationsgrad bei automatisierten Messsystemen und deren Verbreitung am Markt beschleunigen:

- **Aufbau eines interdisziplinären Forschungsnetzwerks zur Anregung eines integrativen Erfahrungsaustausches über die verschiedenen Anwendungsbereiche permanent installierter Messsysteme**
- **Aufbau eines automatisierten Energieeffizienz-Benchmarkingsystems im öffentlichen Gebäudebestand zu Demonstrationszwecken**

5 Resümee zum Energieeffizienz-Benchmarking gesamter Produktionsprozesse

Onlinebasierte Benchmarking-Systeme für die gesamte Produktherstellung auf Unternehmensebene wurden in der Vergangenheit bereits in vielfacher Ausprägung aufgebaut. Im Rahmen der Studie wurden Empfehlungen zum Benchmarking in 30 Branchen aus Industrie und Gewerbe gegeben und bereits vorhandene Referenzwerte für Benchmarks gesammelt. Die Werte wurden aus Literaturangaben übernommen, es wurden keine Primärdaten erhoben. Folgende Feststellungen können aus der Betrachtung der dargestellten Benchmarkings gesamter Produktionsprozesse (Unternehmensebene) in Branchen getroffen werden:

- Es konnten Hinweise zu Bezugsgrößen gegeben werden, die sich in der jeweiligen Branche für Benchmarking eignen. Das Benchmarking bezieht sich auf das Verhältnis von Energieeinsatz zum hergestellten Nutzen.
- Eine Strukturierung der Vergleichsgruppe anhand der deutschen Wirtschaftszweige erscheint sinnvoll. Um eine bestmögliche Vergleichbarkeit sicherzustellen, sollten die jeweils feinsten Verzweigungen der Wirtschaftszweige (oder PRODCOM) als Grundlage für die Benchmarking-Grenzen bzgl. der Ausgabeeinheiten (Endprodukte) gewählt werden.
- Um den tatsächlichen Produktionsprozess abzubilden, sollte darüber hinaus die Vergleichbarkeit der Eingabeeinheiten (Ausgangsprodukte) durch entsprechende Definition der Benchmarking-Grenze sichergestellt werden.
- Die genannten Benchmarks stammen aus unterschiedlichen Quellen. Aus den Projektdokumentationen ist nicht in allen Fällen ersichtlich, wie die Benchmarks ermittelt wurden.
- Das Vorhandensein einer umfassenden Dokumentation der genannten Benchmarkings konnte nicht verifiziert werden. Es ist nicht direkt ersichtlich, durch wen die Daten erfasst wurden, ob sie auf Messungen beruhen, aus welchem Jahr sie stammen und wie Korrekturen vorgenommen wurden. Eine lückenlose Dokumentation ist wesentlicher Erfolgsfaktor für Benchmarking, damit die Aussagekraft der Daten eingeschätzt werden kann.
- Es ist hervorzuheben, dass bei der Entwicklung der genannten Benchmarkings noch nicht auf eine einheitliche Norm zurückgegriffen werden konnte und somit kein einheitlicher "Kodex" für die jeweiligen Koordinatoren zur Verfügung stand.

5.1 Herausforderungen

Die größte Herausforderung beim Benchmarking ganzer Produktionsprozesse sind die unterschiedlichen Fertigungstiefen von Unternehmen, auch wenn diese derselben Branche angehören. Durch denselben Wirtschaftszweig ist zwar die Fertigung desselben Hauptprodukts ausreichend sichergestellt, jedoch bedeutet das noch nicht, dass auch dieselben Nebenprodukte gefertigt und dieselben Ausgangsprodukte (Eingabeeinheiten: Rohstoffe, Halbfertigprodukte) verwendet werden. Einfache Benchmarking-Systeme, die eine Motivation bieten sollen, können diese Problematik ggf. ignorieren.

Sind exakte Ergebnisse gefordert, müssen neben den Hauptprodukten auch Nebenprodukte und Ausgangsprodukte berücksichtigt werden. Bei der Untersuchung der Benchmarking-Vorhaben in Branchen konnte nicht gesichert ermittelt werden, ob diese Aspekte berücksichtigt wurden, oder ob sich die Benchmarking-Grenzen allein am Wirtschaftszweig orientieren.

Die in Kapitel 4 formulierten Herausforderungen beim Benchmarking von Prozessen gelten im Grundsatz auch für das Benchmarking ganzer Produktionsprozesse in Unternehmen.

5.2 Potentiale

Durch die Verzahnung von Energieeffizienzbenchmarking mit der Datenerhebung in Energieaudits kann die Qualität von Benchmarking auf Ebene des gesamten Produktionsprozesses in Unternehmen deutlich gesteigert werden. Dieser Ansatz wird z. B. bereits im Rahmen der österreichischen KMU-Initiative verfolgt (vergleichbar dem deutschen Programm „Energieberatung im Mittelstand“ der KfW). Die Berichterstattung erfolgt über Onlinemasken durch die Energieauditoren, die Daten werden im Anschluss zur Entwicklung von Benchmarks weiterverwendet. Wenn Energieauditoren nicht nur Informationen zu den Hauptprodukten eines Unternehmens, sondern auch zu den Eingabeeinheiten (Rohstoffe, Halbfertigprodukte) ermitteln würden, ließe sich die Produktionstiefe besser berücksichtigen und die Benchmarking-Grenzen genauer definieren. Im Falle wiederkehrender Audits würde außerdem einem Veralten der ermittelten Benchmarks vorgebeugt werden.

Im Anschluss an die Entwicklung der Benchmarks aus den Energieauditberichten kann der Vergleich auf Basis von Nutzereingaben erfolgen. Nutzereingaben durch das Unternehmen selbst dienen dann nur der Auswertung der Daten für das betreffende Unternehmen und haben keinen Einfluss auf die Benchmark.

Der Datenerfassung kommt generell zugute, dass die Daten, die zur Entwicklung der Benchmark benötigt werden, für den Energieauditor vergleichsweise gut greifbar sind. Wichtige Daten gehen bereits aus der Buchhaltung eines Unternehmens hervor (z.B. Menge und Art der eingekauften Energie, Rohstoffe und Halbfertigprodukte).

Darüber hinaus gelten die Potentiale, die mittel- bis langfristig aus den besseren Möglichkeiten zur Fernauslesung benötigter Daten für das onlinebasierte Benchmarking einzelner Prozesse in Anlagen entstehen, ebenso für das Benchmarking gesamter Produktionsprozesse. Wenn einzelne Prozesse in ihren Eingabe-, Ausgabeeinheiten sowie den Randbedingungen genau erfasst werden können, lassen sich auch ihre Konfigurationen bis hin zum gesamten Produktionsprozess betrachten. Bei vollständig automatisierter Erfassung aller benötigten Daten würde der Nutzer sowohl verlässliche Einschätzungen zur Energieeffizienz des gesamten Produktionsprozesses, als auch zur Energieeffizienz der daran beteiligten einzelnen Prozesse in der Anlagentechnik erhalten.

5.3 Handlungsempfehlungen

Um die Voraussetzungen dafür zu schaffen, auf Basis von Benchmarking exaktere Aussagen zu Energieeffizienzpotentialen auf der Ebene des Gesamtunternehmens treffen zu können, sollten folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- **Entwicklung von Onlinemasken zur Berichterstattung für Energieauditoren, damit erfasste Daten künftig für Energieeffizienz-Benchmarking genutzt werden können.**
- **Anforderung an Energieauditoren, im Rahmen von Energieaudits Daten zur Produktionstiefe (Hauptprodukt, Nebenprodukte ,verwendete Rohstoffe und Halbfertigprodukte) zu erfassen, um die Benchmarking-Grenzen schärfen zu können.**
- **Kontinuierliche Entwicklung von Benchmarks auf Basis der Energieaudit-Berichterstattung**
- **Bereitstellung von Eingabemasken für Unternehmen (inkl. Auswahlmöglichkeiten zur Produktionstiefe), um sich mit der Benchmark vergleichen zu können.**