



Definition Energieeffizienz

Dr. Wolfgang Irrek (Koordination) / Dr. Stefan Thomas
mit Unterstützung von: Susanne Böhler, Meike Spitzner

Einleitung

Der Begriff der „Energieeffizienz“ wird in der nationalen wie internationalen Literatur sowie in verschiedenen nachhaltigkeitsrelevanten wissenschaftlichen Disziplinen unterschiedlich interpretiert. Die hier vorgelegte Arbeitsdefinition spiegelt den Stand der interdisziplinären Diskussion im Wuppertal Institut wider und grenzt **„Energieeffizienz“** wie folgt ab:

Während Effektivität im Sinne von „Wirksamkeit“ den Grad der Zielerreichung einer Aktivität bezeichnet, bezieht sich die Effizienz auf das **Verhältnis zwischen Nutzen und Aufwand**. Energieeffizienz bezieht sich also auf das Verhältnis von erzieltm Nutzen und eingesetzter Energie. Gemessen wird dabei zumeist nicht die absolute Energieeffizienz, sondern deren prozentuale Steigerung oder deren Kehrwert, die prozentuale Energieeinsparung oder auch die absolute erreichte Energieeinsparung. Bei der Energieeffizienz können dabei unterschiedliche Ebenen und Perspektiven unterschieden werden, die im Folgenden näher erläutert werden:

- die Betrachtung der Energieeffizienz in der gesamtwirtschaftlich aggregierten Perspektive der marktorientierten Ökonomie,
- die vorwiegend durch die Ingenieurwissenschaften geprägte Perspektive der Energieumwandlungseffizienz auf der Energieangebots- bzw. Energiebereitstellungsseite,
- die Endenergieeffizienz auf der Energienachfrageseite durch technische, institutionell-organisatorische oder Struktur verändernde Maßnahmen oder durch energiebewusstes Nutzungsverhalten und
- die versorgungsökonomische Endenergie- und Nutzenergieeffizienz, die zusätzlich den menschlich-körperlichen Energieaufwand in der meist unbezahlten Haushaltsproduktion mit einbezieht.

Energieeffizienz in der gesamtwirtschaftlichen Perspektive

In der **gesamtwirtschaftlich aggregierten Perspektive** der herkömmlichen markt-orientierten Ökonomie wird Energieeffizienz entweder durch die **Energieintensität** oder (im Kehrwert) die **Energieproduktivität** dargestellt. Dabei wird der Energieverbrauch auf **monetäre Größen** bezogen. Die Energieintensität kann z. B. in Primärenergieverbrauch je Einheit des Bruttoinlandsprodukts (BIP) (real) oder Primärenergieverbrauch je Einwohner/-in ange-

geben werden, auf der sektoralen Ebene auch in Primärenergieverbrauch je Einheit Bruttowertschöpfung differenziert nach Produktionsbereichen (sektorale Energieintensität). Energieproduktivität wird in der Regel in BIP (real) pro Primärenergieeinsatz angegeben. **Primärenergien** sind erneuerbare Energien, Erdöl, Erdgas, Kohle und Kernenergie - zum Teil wird auch die menschlich-körperliche Energie zur Primärenergie gezählt.

Auf aggregierter Ebene können außerdem aber auch Energieintensitätsgrößen gemessen werden, die sich auf bestimmte **physische Größen** beziehen, wie der Außentemperaturbereinigte Energieverbrauch je m² Wohnfläche, der Stromverbrauch pro Kühlschrank oder der Kraftstoffverbrauch je 100 km Fahrleistung. In der Hauswirtschaftslehre wird vom spezifischen Versorgungsenergieaufwand von Haushaltsproduktionsleistungen gesprochen (z. B. Produktion von Erholungs- bzw. Versorgungsnutzen, Erreichbarkeits- und Bewegungsfreiheitsnutzen).

Zu den genannten Indikatoren existieren größtenteils **statistische Reihen** mit entsprechenden Indexzahlen, allerdings erstens nicht für alle Länder und zweitens insbesondere bislang nicht für spezifische Indikatoren zum Versorgungsenergieaufwand. Bei der Verwendung dieser Indikatoren muss zudem berücksichtigt werden, dass sie zum Teil sehr grob sind und dass sie neben der Steigerung des Verhältnisses Energieaufwand zu Nutzen bei Anlagen und Geräten im marktlich vermittelten Sektor einer Wirtschaft auch durch zahlreiche strukturelle Einflüsse (z. B. sinkender Anteil der energieintensiven Grundstoffproduktion am Bruttoinlandsprodukt) beeinflusst werden. Darüber hinaus kann aus Nachhaltigkeitsicht die Aussagefähigkeit des BIP für den Wohlstand einer Gesamtwirtschaft in Frage gestellt werden. Ein weiteres Problem besteht darin, dass Indikatoren, die den Energieaufwand pro Kopf oder pro Haushalt angeben, nicht ausreichend zwischen dem konsumptiven Energiebedarf pro Kopf und dem überpersonalen Energiebedarf der Haushaltsproduktion im Sinne der Caring Economy unterscheiden.

Im Rahmen des EU-Projekts ODYSSEE (www.odyssee-indicators.org) werden aggregierte Energieintensitätsindikatoren verschiedener EU-Mitgliedstaaten mit Hilfe verschiedener **Korrekturfaktoren** bereinigt, beispielsweise durch Berücksichtigung klimatischer Unterschiede, Kaufkraftparitäten sowie industrieller und ökonomischer Strukturunterschiede. Weitere Bereinigungen sind erforderlich, um die Indikatoren für die Messung und Verifizierung von Endenergieeinsparungen im Sinne der EU-Richtlinie zur Endenergieeffizienz und zu Energiedienstleistungen ggf. nutzbar zu machen, wobei hier für die jeweiligen Anwendungsbereiche und Sektoren abzuwägen ist, inwieweit die in der Richtlinie besonders herausgestellten, so genannten "Bottom-up-Methoden" der Messung und Verifizierung von Energieeinsparung diesen "Top-down"-Indikatoren vorzuziehen sind (zur Messung und Verifizierung von Energieeinsparungen vgl. ausführlicher www.evaluate-energy-savings.eu).

Der aggregierte Indikator **ODEX** basiert auf den ODYSSEE-Indikatoren und misst den übergreifenden Fortschritt bei der Steigerung der Energieeffizienz auf Basis gewichteter Indexzahlen aus unterschiedlichen Bereichen, z. B. in Deutschland auf Basis von Indexzahlen zu 27 Bereichen (7 Verkehrsträger, 9 Endenergieanwendungen in privaten Haushalten, 11 Industriebereiche). Der ODEX-Index wird dabei als dreijähriger, gleitender Mittelwert kalkuliert.

Energieeffizienz in der Energieumwandlung

In der vorwiegend **durch die Ingenieurwissenschaften geprägte Betrachtung der Energieumwandlungsbereiche** auf der Energieangebots- bzw. Energiebereitstellungsseite wird unter Energieeffizienz bzw. Umwandlungseffizienz der **Wirkungsgrad** bzw. **Nutzungsgrad** der Umwandlung (Umwandlungsausstoß / Umwandlungseinsatz) verstanden, also z. B. das Verhältnis von erzeugter Endenergie oder Nutzenergie zu eingesetzter Primärenergie oder Sekundärenergie (z. B. Wirkungsgrad eines Kraftwerks, eines Heizungssystems, eines Kochgeräts oder einer Raffinerie). **Endenergien** sind Energien, die von Letztverbraucher(-inne)n genutzt werden, z.B. Strom, Heizöl, gereinigtes Erdgas, Fernwärme, Benzin und Diesel. **Nutzenergien** sind die für den Anwendungszweck unmittelbar nützlichen Energieformen, z. B. Heizwärme, die an einen Raum abgegeben wird, Prozesswärme, Licht, Druckluft, Bewegungsenergie.

Endenergieeffizienz

Auf der **Energienachfrageseite** wird unter Energie- bzw. **Endenergieeffizienz** das Verhältnis von erforderlicher Energie für die Befriedigung personaler Bedürfnisse und überpersonaler Bedarfe verstanden, d. h. letztlich für ein bestimmtes Maß an Energie- oder Mobilitätsnutzen (sowie davon differenziert auch diesen vorgelagert an nutzen-relevanten bezahlten und unbezahlten Dienstleistungen). Im Mittelpunkt der Messungen der Endenergieeffizienz steht dabei in der Regel der physische Nutzen, der durch eine Energieanwendung erzielt wird: z. B. die Wärme eines Wohnraums, die Kühle eines Getränks, der Energiegehalt und die Wärme eines zubereiteten Essens, die Ermöglichung des alltäglichen Einkaufs für die Zubereitung dieses Essens (z. B. entweder durch Bewegung von A nach B mit Hilfe eines Fahrzeugs oder z. B. durch eine Infrastruktur, die den Einkauf vor Ort zu Fuß ermöglicht), die getrocknete Wäsche, die mit Hilfe einer Energie verbrauchenden Maschine erzeugte Ware oder die Informationsübermittlung im Betrieb. Die Qualität und das Niveau der gesellschaftlich erzeugten bzw. von den Letztverbraucher/-innen artikulierten Bedarfe wird dabei zunächst nicht in Frage gestellt. Eine Steigerung der Endenergieeffizienz bedeutet demnach, weniger Endenergie für dasselbe Maß an Mobilität bzw. Energieanwendung zu verbrauchen, also eine **Energieeinsparung** bei gleichem Energie- und Mobilitätsnutzen. Diese kann durch technische, institutionell-organisatorische, Struktur verändernde oder verhaltensbezogene Maßnahmen erreicht werden.

Endenergie- und Nutzenergieeffizienz aus versorgungsökonomischer Sicht

Die **versorgungsökonomische Analyse** fokussiert die meist unbezahlte Haushaltsproduktion und geht daher über diese Betrachtung noch hinaus. Sie betrachtet insbesondere, inwieweit eine Steigerung der Energieeffizienz zu zusätzlichem zeitlichem Aufwand (und damit menschlich-körperlichem Energieaufwand) bei den Tätigkeiten der Haushaltsproduktion führt. Beispielsweise führt die Abschaffung eines PkW mit komplettem Umstieg auf den ÖPNV in der Regel zu zusätzlichem Zeitaufwand für die Bewältigung von Einkäufen, Besuchen von Ärzten oder Sportveranstaltungen, etc.; die Abschaffung eines Strom verbrauchenden Trockners führt zum zusätzlichen Zeitaufwand des Aufhängens der Wäsche zum Trocknen. Die Versorgungsökonomie fragt daher danach, inwieweit eine Energieeinsparung

gleichzeitig auch zu geringeren Abhängigkeiten von menschlicher Arbeit (und damit personalem Energieeinsatz) führt. Eine Steigerung der versorgungsökonomischen Nutzenergieeffizienz ergibt sich daher dann, wenn befriedigende Versorgung unter Verbrauch möglichst geringer versorgungsökonomischer Zeit- und damit personaler Energiereserven der Haushaltsmitglieder bei gleichzeitig reduziertem vorgelagerten Energieeinsatz möglich ist.

Energiesparhandlungen und ihre Wirkungen

Eine Verbesserung der Energieeffizienz kann durch technische, organisatorisch-institutionelle und Struktur verändernde **Energieeinsparhandlungen** erreicht werden. Andere Möglichkeiten sind Handlungen, die eine Umstellung der haushaltlichen oder personalen Alltagsorganisation ermöglichen oder auch eine Beseitigung von sozialen und weiteren Zielkonflikten, denen weniger energieeffiziente Handlungsweisen geschuldet sind sowie Maßnahmen gesellschaftlicher Konsensfindung.

Beispiele für Energiesparhandlungen sind

- die Wärmedämmung von Gebäuden,
- Heizungen und Industrieprozesse mit hohem Wirkungsgrad,
- energiesparsame Autos und Kühlschränke,
- Stoßlüften anstelle des dauerhaft gekippten Fensters,
- Gemeinschaftsküchen und Kantinen,
- eine Gebrauchsfähigkeits- bzw. Betriebsoptimierung bei Lüftungs- und Klimaanlage, so dass diese praktikabel und zur Nutzenerreichung nur in dem wirklich benötigten Umfang eingesetzt werden,
- strukturelle Verbesserungen, die Verkehrsaufwand erübrigende Naherreichbarkeiten schaffen.

Die Durchführung von Energiesparhandlungen führt in vielen Fällen sowohl zu Energieeinsparungen mit entsprechend positivem **Umweltnutzen** als auch zu **Kosteneinsparungen**. Beispielsweise werden in vielen Fällen die höheren Anschaffungskosten energieeffizienter Geräte und Anlagen durch die eingesparten Energie- und Wartungskosten überkompensiert, so dass eine Nettokosteneinsparung resultiert. Zusätzlich können zwei Effekte mit unterschiedlicher Richtung auftreten: Auf der einen Seite können durch eine Energiesparhandlung weitere Energiesparhandlungen beim jeweiligen Einsparakteur oder in dessen Umfeld angestoßen werden (so genannter **Multiplikatoreffekt**, beispielsweise die Nachahmung der Einsparhandlung durch den Nachbarn oder die Anschaffung weiterer effizienter Beleuchtungssysteme für andere Schulen, nachdem ein solches in einer Schule einer Kommune erfolgreich installiert wurde). Auf der anderen Seite kann beispielsweise der Kauf eines effizienten Kühlschranks anstelle eines ineffizienten Kühlschranks dazu führen, dass die resultierende Nettokosteneinsparung für zusätzlichen Konsum oder Investitionen genutzt wird, die zu zusätzlichen Energieverbräuchen führen. Ein anderes Beispiel ist eine höher gesetzte Raumtemperatur nach einer Wärmedämmung. Diese so genannten direkten und indirekten, ökonomischen **Rebound-Effekte** sind in der Regel jedoch in der Summe relativ gering. Beispielsweise hat das Wuppertal Institut ein Konzept für einen EnergieSparFonds in Deutschland entwickelt, bei dem der ökonomische Rebound-Effekt mittels eines Input-

Output-Modells mit etwa 5% der durch den Fond induzierten Energieeinsparungen abgeschätzt wurde.

Energieeffizienz und Energiesparen

Die Erhöhung der Endenergieeffizienz ist eine Teilmenge der Möglichkeiten zum **Energiesparen**. Energiesparen bzw. Energieverbrauchsvermeidung ist zusätzlich auch durch die teilweise oder vollständige Verzichtbarkeit oder Substitution der Inanspruchnahme bzw. Benutzung von energierelevanten Produkten oder Dienstleistungen möglich. Dabei geht es letztlich um den Erhalt bzw. die Ermöglichung von energieverbrauchsfreieren Nutzengenerierungen und somit die Begrenzung des Wachstums an Abhängigkeit von energieverbrauchenden Produkten, Infrastrukturen und Dienstleistungen. Ein Beispiel hierfür ist der Tausch einer sonntäglichen Ausflugsfahrt mit dem Auto gegen einen Spaziergang in der näheren Wohnumgebung. Das Vermeiden von Verschwendung, indem z. B. die zuvor hohe Raumtemperatur auf einen üblicherweise als angenehm empfundenen Wert gesenkt wird, ist dagegen durchaus eine Maßnahme der Energieeffizienz.