



Berichte über Landwirtschaft

Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft

BAND 94 | Ausgabe 1

Mai 2016

AGRARWISSENSCHAFT
FORSCHUNG
—
PRAXIS



Die Energieeffizienzlücke – warum "effiziente" Maßnahmen nicht umgesetzt werden

1 Einleitung

Finanztheoretiker sind sich nahezu einig, dass der Nettobarwert (NPV – Nett-Present-Value) die bevorzugte Methode darstellt, um die Rentabilität einer Investition zu beurteilen. Der Nettobarwert ist die Summe der Netto-Cashflows, der Diskontierungssatz entspricht hierbei der Rendite auf andere verfügbare Investitionsprojekte mit vergleichbarem Risiko. Eine Erweiterung des NPV stellt die Möglichkeit dar, auch den Nutzen des Wartens (insbesondere auf eine neue Technologie) in der Kalkulation zu berücksichtigen (7). Auf der anderen Seite ist es allgemeine Praxis der Unternehmen bei der Bewertung einer Investition beispielsweise in eine energiesparende Beleuchtung eine Amortisationsrechnung oder die interne Zinsfußmethode (IRR – Internal-Rate-of-Return) zu verwenden (4).

2 Umsetzungsbarrieren energiesparender Investitionen

Konventionelle Nettobarwertberechnungen zur Bewertung der Rentabilität von Investitionen in energiesparende Technologien im niederländischen Gartenbau prognostizieren eine viel höhere Einführungsquote dieser Technologien als tatsächlich beobachtet wird. DIEDEREN et al. beziehen in ihre Berechnungen zukünftige Einnahmen und die Unsicherheit bezüglich zukünftiger Energiepreise und Energiesteuerpolitik mit ein und zeigen eine 1,76 mal höhere "Hürde" für Energieeffizienzmaßnahmen im niederländischen Gartenbau auf, als sie eine Nettobarwertberechnung aufzeigen würde (6). Werden noch weitere Barrieren (Hürden) berücksichtigt, so wird der Abstand zur Nettobarwertmethode wahrscheinlich noch größer ausfallen. In der Literatur finden sich verschiedene Hypothesen, um dieses Phänomen zu erklären. Eine Kategorie bezieht sich auf beobachtete Marktverzerrungen (zum Beispiel einer Kapitalrationierung) oder organisatorische und institutionelle Barrieren (5). Eine zweite Kategorie bezieht sich auf Beobachtungen hoher Transaktionskosten in Märkten für neue Technologien durch den hohen Grad an Komplexität der Technologie, dem Mangel an Transparenz, begrenzter Rationalität und Managementkapazitäten aufseiten der potentiellen Anwender (1). Eine dritte Kategorie von Hypothesen konzentriert sich auf die Unsicherheit über die Zukunft. Zwei Arten von Unsicherheit werden in der Literatur behandelt. Zunächst einmal herrscht Unsicherheit bezüglich der zukünftigen technologischen Entwicklung: Unternehmen könnten eine rentable Investition in eine neue Technologie verschieben, da sie erwarten, dass zukünftig eine noch bessere Technologie zur Verfügung stehen wird (9). Zweitens existieren Unsicherheiten über die Rentabilität einer Technologie aufgrund der stochastischen Natur der Energiepreise. Unternehmen können eine heute rentable Investition nicht tätigen oder aufschieben, da sie die Möglichkeit eines zukünftigen Energiepreistrückgangs in Betracht ziehen, welcher die Investition unrentabel werden lassen würde (11). Der Artikel von DIEDEREN et al. bezieht sich auf die letzte Argumentation und fand Barrieren, welche 1,76-mal so hoch waren wie bei der Barwertmethode. Ihre Berechnungen konnten die beobachteten Entscheidungen niederländischer Gartenbauunternehmen wesentlich besser vorhersagen (6).

Die Studie von DECANIO zeigt, dass obwohl offenkundige wirtschaftliche Faktoren wie die Strompreise und die Intensität der Nutzung, die Rentabilität der energiesparenden Beleuchtungsanlagen deutlich beeinflussen, eine vollkommen andere Gruppe von Faktoren gleichzeitig einen Einfluss aufweisen. Diese anderen Determinanten des Investitionsverhaltens lassen sich am besten als bürokratische oder organisatorische Barrieren der ökonomischen Optimierung beschreiben (5). In einigen Fällen können die Vorzeichen der

Korrelationskoeffizienten von der Theorie vorhergesagt werden, aber im Falle der organisatorischen Variablen ist die Richtung des Einflusses nicht immer klar (teilweise, da die Theorie der organisatorischen Einflüsse auf das Investitionsverhalten viel weniger entwickelt ist als die Wirtschaftstheorie, 5).

Abbildung 1 fasst die Diskussion, mit dem Hinweis darauf, welche Barrieren bei der Verwendung von Bottom-Up-Informationen über Energiespartechiken in Top-Down-Modellen (Deduktion; vom Allgemeinen zum Speziellen) zu überwinden sind, zusammen (eine Bewegung von E zu A). Bottom-Up-Analysten (Induktion; vom Speziellen zum Allgemeinen) argumentieren, dass eine bestimmte Anzahl von Investitionen in Energieeffizienz technisch möglich (Stufe T) sind, von denen aber nur ein Teil profitabel sind (Stufe E). Werden jedoch weitere Kriterien (Nicht-Marktversagen) berücksichtigt (wie der rationale Ansatz von hohen Diskontraten) bedeutet dies, dass weniger Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen profitabel sind (Stufe E*). Nach der Berücksichtigung von Marktfehlern wie zum Beispiel begrenzten Informationen werden weniger Investitionen wirtschaftlich effizient. Punkt A stellt somit die tatsächlich umgesetzten Investitionen dar (14).

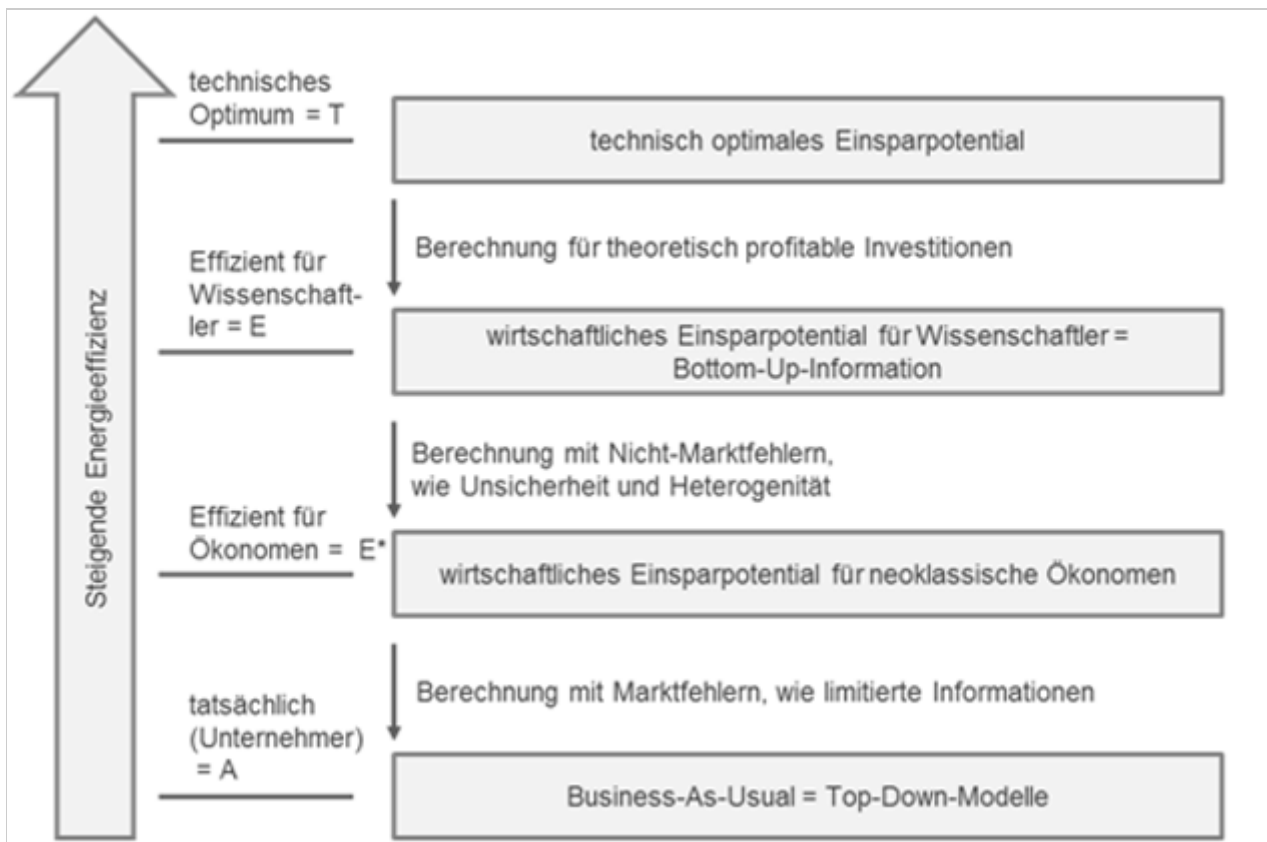


Abbildung 1: Energieeffizienzkonzepte.

Quelle: Eigene Darstellung (14).

Ein Punkt bezüglich der Energieeffizienzlücke sollte noch erwähnt werden. Gerade in der Nachhaltigkeitsdebatte kann argumentiert werden, dass weder A noch Punkt E und E* sozial effizient sein müssen. Ein solches soziales Optimum könnte erreicht werden, sofern die Umweltschäden der Energieerzeugung und -nutzung (externe Effekte) vollständig in den Energiepreisen internalisiert und alle Subventionen auf den Energieverbrauch und die Energieerzeugung mit bestimmten Technologien eingestellt worden wären. Allerdings wird in diesem Beitrag vom gesellschaftlich (sozial) optimalen Niveau der Energieeffizienz abstrahiert (14).

VELTHUIJSEN untersuchte 303 Unternehmen und beobachtete, dass diese eine Amortisationszeit von fünf bis sechs Jahren heranziehen (auch 19), um eine energiesparende Technologie zu beurteilen. Sie verwenden dazu Abzinsraten von durchschnittlich 15 Prozent. Dieser Diskontsatz liegt weit über dem Zinssatz auf den Kapitalmärkten und kann durch Einflussfaktoren wie Nicht-Marktfehler, Unsicherheit, Heterogenität und Marktfehler, wie limitierte Informationen erklärt werden (Abbildung 1; 21).

SCHLEICH und GRUBER fanden für 19 Subsektoren aus dem Bereich Handel und Dienstleistungen heraus, dass die wichtigsten Barrieren für die Umsetzung von Energieeffizienzsteigerungen das Investor/Nutzer-Dilemma und einen Mangel an Informationen über die eigenen Energieverbrauchsmuster darstellen (17). Sie untersuchten insgesamt 57 deutsche Handels- und Dienstleistungsgartenbauunternehmen mit einer durchschnittlichen Unterglasfläche von 2.725 m² und einem durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauch von 478 MW/h davon befassten sich 47,4 Prozent aktiv mit Energieeffizienz (bemessen an der Anzahl eingesetzter Energieeffizienzindikatoren, 44,32 Prozent waren es im Durchschnitt aller untersuchten Subsektoren; 17).

SCHLEICH und GRUBER fanden vier Hauptbarrieren für die Steigerung der Energieeffizienz (17):

- Informationen und andere Transaktionskosten: Die Transaktionskosten beinhalten die Kosten für die Erfassung, Bewertung und Anwendung von Informationen über die Einsparpotentiale und -maßnahmen sowie die Kosten, welche mit der Suche nach und den Vertragsverhandlungen mit potentiellen Lieferanten, Beratern oder Installateuren verbunden sind. Hinzu kommen noch die Kosten für den Abschluss, die Überwachung und Durchsetzung von Verträgen (3).
- Begrenzte Rationalität: Wenn Menschen mit komplexen Entscheidungsstrukturen konfrontiert sind, sind sie aufgrund von Mangel an Zeit, Aufmerksamkeit oder der Fähigkeit Informationen richtig zu verarbeiten, nicht in der Lage optimale (rationale) Entscheidungen zu treffen. Stattdessen kann diese begrenzte Rationalität die Nutzung von Routinen und/oder Faustregeln zur Folge haben (beispielsweise 17). Zum Beispiel neigen die Käufer von kleinen Motoren dazu, sich bei ihrer Kaufentscheidung an der Lieferzeit und dem Preis zu orientieren anstatt die Total-Cost-of-Ownership oder die Produktlebenszykluskosten des neuen Motors im Vergleich zum alten anzusetzen (1).
- Kapitalbeschränkungen (Finanzierungsschwierigkeiten): Ein beschränkter Zugang zu den Kapitalmärkten wird häufig als ein bedeutendes Hindernis für Investitionen in Energieeffizienz gesehen. Das heißt, dass Energieinvestitionen nicht rentabel sind, da die jeweiligen Unternehmen einen relativ hohen Preis für das Kapital bezahlen müssen.
- Unsicherheit und Risiko: Im Allgemeinen gilt: Je risikoaverser der Anleger ist, desto höher wird die geforderte Risikoprämie sein. Da größere Unternehmen ihr Portfolio zu niedrigeren Preisen diversifizieren können und sich die Risikoaversion mit dem Vermögen verringern sollte, wird von kleineren Unternehmen wie im Gartenbau erwartet risikoaverser zu sein und dementsprechend höhere Renditen aus der Investition zu verlangen. Auf der anderen Seite senken Investitionen in Energieeffizienz die direkten Energiekosten und damit die finanziellen Risiken, welche aus der Energiepreissunsicherheit entstehen (12).
- Investor/Nutzer-Dilemma: Wenn ein Unternehmen beispielsweise eine Produktionsfläche mietet, so hat weder der Vermieter noch das Unternehmen (Mieter) einen Anreiz in Energieeffizienz zu investieren, da der Investor die Einsparungen nicht realisieren kann. Auf der einen Seite wird der Vermieter nicht in Energieeffizienz investieren, sofern die Investitionskosten nicht an den Mieter, welcher von den niedrigeren Energiekosten profitiert, weitergegeben werden können. Auf der anderen Seite wird der Mieter nicht investieren, wenn er wahrscheinlich auszieht, bevor sich die Investition amortisiert hat (13).

Die Analysen von SCHLEICH und GRUBER basieren auf einer repräsentativen Studie im Handels- und Dienstleistungssektor in Deutschland von GEIGER et al. (8) Insgesamt wurden 2.848 Unternehmen und öffentliche Einrichtungen persönlich über wirtschaftliche und technische Daten zum Energieverbrauch, Energiemanagement, Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung und wahrgenommenen Hindernissen für die Verbesserung der Energieeffizienz befragt (hiervon 57 Gartenbauunternehmen). Hierbei zeigte sich, dass sich Gartenbauunternehmen im Vergleich zu anderen Branchen besonders wenig mit Energieeffizienz beschäftigen (Energieeffizienzindikatoren verwenden), sofern die Aufteilung des Energieverbrauches in Wärmeenergie- und Stromverbrauch unbekannt ist; Informationen über mögliche Energieeffizienzindikatoren fehlen oder es an Zeit mangelt, um Energieeffizienzpotenziale zu analysieren. Einen besonders positiven Einfluss auf die Beschäftigung mit Energieeffizienz hatte die wahrgenommene Unsicherheit bezüglich zukünftiger Energiekosten (17).

Insgesamt sind die Barrieren bei sehr energieintensiven Teilsektoren wie dem Gartenbau, Wäschereien und Reinigungen oder Krankenhäusern jedoch nicht so häufig statistisch signifikant wie in anderen Branchen, da die wirtschaftlichen Anreize höher sind, die Energieeffizienz zu verbessern. Da die Umfrage kurz vor der Liberalisierung der Strom- und Gasmärkte in Deutschland in den Jahren 1998 und 2000 durchgeführt wurde, könnten die Befragten sinkende Energiepreise (zumindest vorübergehend) durch die Liberalisierung der Energiemärkte erwartet haben, wodurch alle Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen weniger profitabel erschienen. Im Gartenbau ist das Investor/Nutzer-Dilemma keine signifikante Barriere, da das Mieten von Gewächshäusern und anderen Gebäuden nicht sehr verbreitet ist (17).

Die betriebswirtschaftliche Standardregel für eine Investitionsmöglichkeit lautet, dass investiert werden sollte, sofern der Kapitalwert der Investition positiv ist. Ein weiterer Grund, weshalb das traditionelle Kapitalwertkriterium nicht die optimale Basis für eine Investitionsentscheidung darstellt, ist, dass die Investition die Option des Wartens auslöscht. Wenn zukünftige Renditen auf ein Investitionsobjekt unsicher sind und Warten eine allmähliche Ansammlung von relevanten Informationen bedeutet, welche diese Unsicherheiten reduzieren, dann hat Warten selbst einen Wert (6). Die von DIEDEREN et al. beobachtete Barriere von 1,76-mal des Ergebnisses der Kapitalwertmethode, aufgrund von Unsicherheiten der Energiepreisentwicklung und der Energiesteuerpolitik bei niederländischen Gartenbauunternehmen (an den Beispielen von Gasverbrennungskondensatoren und Wärmespeichern), befindet sich in Bereichen, welche auch in anderen Branchen von PURIS et al. (16) und DIXIT und PINDYCK (7) beobachtet wurden.

DE GROOT et al. befragten 135 niederländische Unternehmen (davon 32 Gartenbauunternehmen). Es zeigte sich, dass in den Niederlanden der Gartenbau die energieintensivste Branche mit relativ kleinen Unternehmen ist, welche in Bezug auf die Gewinne deutlich mehr in Energieeffizienzmaßnahmen investiert als andere Sektoren. Des Weiteren wird der Wettbewerb im Gartenbau als besonders stark (vor allem auf dem nationalen Markt) wahrgenommen. Ihre Analyse zeigt, dass die Informationslücke bei kleinen Unternehmen, welche nur geringem Wettbewerb ausgesetzt sind und wenig investieren, am größten ist.

Gartenbauunternehmen setzen Energieeffizienzmaßnahmen im Vergleich zum Durchschnitt über alle Branchen meist aus organisatorischen Gründen nicht um. Als geringstes Hindernis wird die Tatsache gesehen, dass die neue Technologie erst eingesetzt werden kann, sofern die alte ersetzt worden ist. Der Gartenbau weist im Vergleich zu anderen Sektoren bei den Energieeffizienzbarrieren zusammen mit dem metallverarbeitenden Gewerbe Besonderheiten auf (10). Zukünftige Forschung sollte den Barrieren für die Übernahme von Energieeffizienzmaßnahmen im deutschen Gartenbau gewidmet sein. Als organisatorische Barrieren im Gartenbau können Probleme der Kompatibilität der Technologie mit dem existierenden Produktionsprozess aufgrund von beispielsweise mangelhaft ausgebildeten Mitarbeitern, Mangel an internem Knowhow oder mangelndem physischen Platz identifiziert werden. Wie erwartet werden kann, spielen die generellen Barrieren in energieintensiven Unternehmen eine untergeordnete Rolle (der Gartenbau bildet hier, im Falle der organisatorischen Barrieren eine Ausnahme). Der Wechsel zu alternativen Energiequellen ist für den Gartenbau im Vergleich zu anderen Sektoren häufig unproblematisch (10).

Im Gartenbau ist die Übertragung von steigenden Energiekosten auf den Kunden keine Option, da die Unternehmen in diesem Sektor starke Preisnehmer sind. Das Gartenbauunternehmen starke Preisnehmer sind zeigt sich unter anderem dadurch, dass sie eher dazu neigen, bei der Erhöhung von Energiesteuern die

Produktion zu erhöhen anstatt zu senken. Die steigende Energiesteuer bewirkt eine Abnahme der Gewinnspanne, sodass ein höherer Umsatz nötig ist, um die Fixkosten zu decken (2).

Eine Umfrage von DE GROOT et al. zeigt, dass niederländische Gartenbauunternehmen Energiesteuern eher akzeptieren würden, wenn diese europaweit gelten würden und nicht auf die Niederlande beschränkt blieben. Es überrascht nicht, dass Gartenbauunternehmen Subventionen in Energieeffizienzmaßnahmen sehr positiv gegenüberstehen (10).

Die Ergebnisse der Studie von DECANIO zeigen, dass sowohl das Niveau als auch die Variation von Einsparungen durch Investitionen in eine energieeffizientere Beleuchtung nicht durch herkömmliche Investitionsrechnungen erklärt werden können (5). Die Transaktionskosten oder versteckte Kosten sind schwieriger zu adressieren. Wenn Transaktionskosten per Definition nicht messbar sind, so können sie auch nicht empirisch belegt werden. Somit ist eine Berufung auf Transaktionskosten genauso eine Annahme wie die des Primates der Gewinnmaximierung. Auch wenn Transaktionskosten im Prinzip zu beobachten sind, so sind Informationen abseits der Theorie nicht ausreichend vorhanden (5).

Das Argument, dass ungenutztes Energieeinsparungspotential existiert, aber nicht die beste verfügbare ungenutzte Option für Unternehmen darstellt, mag korrekt sein, stellt aber keine Grundlage für umweltpolitische Entscheidungen dar. Nach diesem Argument haben Unternehmen die Qual der Wahl, welche Chance zur Produktivitätssteigerung sie ergreifen. Dies läuft auf eine Situation hinaus, in der "das Beste der Feind des Guten ist" (5).

Der systematische Nutzen umweltbezogener Innovation ist eine mögliche theoretische Grundlage für PORTERS Hypothese, dass bestimmte Arten von Umweltschutz- oder Umweltbewusstsein sich im Allgemeinen eher positiv als negativ auf die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens auswirkt (15). Der Umfang, in welchem sich weltweit Staaten dazu verpflichten, Treibhausgasemissionen einzusparen, ist zum Teil eine Folge davon, dass Unternehmen und Individuen einen persönlichen Nutzen darin sehen, ihre Emissionen zu reduzieren.

Die Studie von DECANIO unterstützt die Hypothese, dass organisatorische und institutionelle Faktoren einen wichtigen Einfluss auf die Investitionsentscheidungen in Unternehmen aufweisen. Auch wenn kalkulatorische Faktoren eine Rolle spielen, so sind sie es jedoch nicht alleine, welche einen Einfluss auf die Investitionsentscheidung zeigen. Die Erträge bei Energieeffizienzmaßnahmen sind höher als die Kapitalkosten für Projekte mit vergleichbarem Risiko und sie variieren systematisch abhängig von einer Reihe nicht-wirtschaftlicher Kriterien. Die Studie zeigt, dass es ein großes Potential für profitable energiesparende Investitionen gibt, diese aufgrund von internen Barrieren jedoch häufig nicht realisiert werden (5). Die Barrieren weisen auch darauf hin, dass erhebliche Fortschritte bei der Reduzierung von Treibhausgasemissionen, Emissionen, welche zu saurem Regen und Smog-Bildung beitragen, ohne hohe oder ohne jede Nettokosten für die Wirtschaft möglich sind. Zu einem bestimmten Teil ist die mangelnde Bereitschaft einiger Ökonomen, Hinweise auf Mängel der Theorie der Unternehmensentscheidungsprozesse anzuerkennen, selbst ein Hindernis für den Fortschritt (5).

3 Fazit

Die Betrachtung der Energieeffizienzlücke hat deutlich werden lassen, dass zukünftige Forschung die Barrieren im deutschen Gartenbau zu untersuchen hat. Eine Steigerung der Energieeffizienz der gartenbaulichen Produktion alleine durch technologische Neuerungen wird wenig erfolgreich sein, sofern die Barrieren, welche der Einführung in die Praxis im Wege stehen, nicht adressiert werden. Bei der Zukunftsinitiative Niedrigenergiegewächshaus (ZINEG) wäre es zielführend gewesen, die Barrieren im deutschen Gartenbau zu identifizieren, welche zur Energieeffizienzlücke führen, um Strategien zu entwickeln, diese teilweise zu schließen. Möglicherweise ist das Potential von Maßnahmen zur Schließung der Energieeffizienzlücke wesentlich größer (mit bereits vorhandenen Technologien) als jenes der Entwicklung neuer Technologien. Um die Energieeffizienz des deutschen Gartenbaus zu erhöhen, ist ein interdisziplinäres Vorgehen unerlässlich. Die ökonomische Forschung kann hier mehr leisten als eine Rechtfertigungsfunktion zu erfüllen.

Zusammenfassung

Es kann beobachtet werden, dass Gartenbauunternehmen energieeffiziente Technologien nicht einsetzen, obwohl diese als Investitionen nach dem Nettobarwertkriterium vorteilhaft erscheinen. Die Energieeffizienzlücke (bei niederländischen Gartenbauunternehmen rund das 1,7-fache der Nettobarwertmethode) entsteht durch Barrieren, welche zum Teil auf einem Marktversagen beruhen. Dies sind Informationen und andere Transaktionskosten, begrenzte Rationalität, Kapitalbeschränkungen, Unsicherheit und Risiko und das im Gartenbau nicht so ausgeprägte Investor/Nutzer-Dilemma. Hier besteht in Deutschland weiterer Forschungsbedarf, denn nur wenn dazu beigetragen werden kann, die Energieeffizienzlücke zu verringern, können Initiativen wie die Zukunftsinitiative Niedrigenergiegewächshaus (ZINEG) auch erfolgreich in die Praxis übertragen werden.

Summary

The energy efficiency gap – the reasons why "efficient" measures are not implemented

It can be observed that horticultural companies do not make use of energy efficient technologies, even though these appear to be a favourable investment according to the net present value method. The energy efficiency gap (for Dutch horticultural companies this amounts to approximately 1.7 times the net present value method) is caused by barriers which partly result from market failures. These are costs for information as well as other transaction costs, bounded rationality, capital constraints, uncertainties and risks, and the investor–user dilemma, which in horticulture is probably of lesser significance because in most cases there are no rented production facilities. On this issue further research is needed in Germany, for only if we succeed in reducing the energy efficiency gap, will projects such as the Future Initiative Low-Energy Greenhouse (ZINEG) be successfully translated into practice.

Résumé

Le déficit en efficacité énergétique – Pourquoi les mesures « efficaces » ne sont pas appliquées

On peut constater que les entreprises d'horticulture n'utilisent pas les technologies énergétiques efficaces bien que celles-ci semblent constituer un investissement favorable selon le critère de la valeur actuelle nette. Le déficit de rendement énergétique (chez les horticulteurs néerlandais 1,7 fois plus élevé que la valeur nette actualisée) est dû à des barrières qui résultent partiellement des défaillances du marché. Il s'agit de coûts relatifs aux informations et à d'autres transactions, de la rationalité limitée, des restrictions de capital, d'incertitudes et de risques ainsi que du dilemme investisseur/utilisateur peu prononcé dans l'horticulture. Des études plus détaillées doivent être réalisées en Allemagne car les initiatives pour l'avenir, telles que celle de la serre à basse consommation en énergie (ZINEG), ne pourront être mises en pratique que si on arrive à réduire le déficit dans le rendement énergétique.

LITERATUR

1. ALMEIDA, E.L.F. DE, 1998: Energy efficiency and the limits of market forces: The example of the electric motor market in France. *Energy Policy* 26 (8), 643–653.
2. BAUMOL, W.J.; OATES, W.E., 1988: *The theory of environmental policy*, 2nd ed. Cambridge university press, Cambridge [Cambridgeshire], New York, x, 299.
3. COASE, R.H., 1937: The Nature of the Firm. *Economica* 4 (16), 386–405.
4. DECANIO, S.J., 1994: Agency and Control Problems in US Corporations: The Case of Energy-efficient Investment Projects. *International Journal of the Economics of Business* 1 (1), 105–124.

5. DECANIO, S.J., 1998: The efficiency paradox: bureaucratic and organizational barriers to profitable energy-saving investments. *Energy Policy* 26 (5), 441–454.
6. DIEDEREN, P., 2003: Returns on Investments in Energy-saving Technologies under Energy Price Uncertainty in Dutch Greenhouse Horticulture. *Environmental and Resource Economics* 24 (4), 379–394.
7. DIXIT, A.K.; PINDYCK, R.S., 1994: *Investment under uncertainty*. Princeton University Press, Princeton, N.J, xiv, 468.
8. GEIGER, B.; GRUBER, E.; MEGELE, W., 1999: *Energieverbrauch und Einsparung in Gewerbe, Handel und Dienstleistung*. Physica-Verlag, Heidelberg
9. GRENADIER, S.R.; WEISS, A.M., 1997: Investment in technological innovations: An option pricing approach. *Journal of Financial Economics* 44 (3), 397–416.
10. GROOT, H.L. DE; VERHOEF, E.T.; NIJKAMP, P., 2001: Energy saving by firms: decisionmaking, barriers and policies. *Energy Economics* 23 (6), 717–740.
11. HASSETT, K.A.; METCALF, G.E., 1993: Energy conservation investment. *Energy Policy* 21 (6), 710–716.
12. HOWARTH, R.B.; SANSTAD, A.H., 1995: DISCOUNT RATES AND ENERGY EFFICIENCY. *Contemporary Economic Policy* 13 (3), 101–109.
13. JAFFE, A.B.; STAVINS, R.N., 1994: The energy-efficiency gap. What does it mean? *Energy Policy* 22 (10), 804–810.
14. KOOPMANS, C.C.; TE VELDE, D.W., 2001: Bridging the energy efficiency gap: using bottom-up information in a top-down energy demand model. *Energy Economics* 23 (1), 57–75.
15. PORTER, M.E., 1990: *The competitive advantage of nations*. Free Press, New York, NY, 855 pp. (eng).
16. PURVIS, A.; BOGGESS, W.G.; MOSS, C.B.; HOLT, J., 1995: Technology Adoption Decisions under Irreversibility and Uncertainty: An Ex Ante Approach. *American Journal of Agricultural Economics* 77 (3), 541–551.
17. SCHLEICH, J., GRUBER, E., 2008: Beyond case studies: Barriers to energy efficiency in commerce and the services sector. *Energy Economics* 30 (2), 449–464.
18. SIMON, H.A., 1959: Theories of Decision-Making in Economics and Behavioral Science. *The American economic review* 49 (3), 253–283.
19. VADIEE, A.; MARTIN, V., 2013: Energy analysis and thermoeconomic assessment of the closed greenhouse – The largest commercial solar building. *Applied Energy* 102, 1256–1266.
20. VAN SOEST, D.P.; BULTE, E.H., 2001: Does the Energy-Efficiency Paradox Exist? Technological Progress and Uncertainty. *Environmental and Resource Economics* 18 (1), 101–112.
21. VELTHUIJSEN, J.W., 1995: Determinants of investment in energy conservation. SEO, Foundation for Economic Research of the University of Amsterdam, Amsterdam, 349, VI.

Autorenanschrift

Stephan Meyerding M.Sc.
Zentrum für Betriebswirtschaft im Gartenbau e. V.
Institut für gartenbauliche Produktionssysteme
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
Herrenhäuser Straße 2
30419 Hannover

E-Mail: ► meyerding@zbg.uni-hannover.de