

Energieschirmeinsatz im geschützten Gemüseanbau

1 Einführung

Die enorme Energieverteuerung seit dem Jahr 2000 führte zu der Überlegung, dass durch den Einsatz eines Energieschirms auch im ganzjährigen Tomatenanbau die Energiekosten zu reduzieren sind. In einem vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL), heute BMELV, geförderten Forschungsvorhaben („Ermittlung von Energiesparpotenzialen bei veränderten Klimastrategien beim Einsatz eines Energieschirms im ganzjährigen Tomatenanbau“, AZ 514-33.45/01 UM 002) untersuchte die damalige Landwirtschaftskammer Rheinland, heute Nordrhein-Westfalen, in den Jahren 2001 bis 2005 den Einsatz eines Energieschirms in einem Tomatenproduktionsbetrieb am Niederrhein.

Werte aus dem Zierpflanzenbau zugrunde legend, wurde eine Verringerung des Bedarfs an Primärenergie von ca. 500 auf 380 kWh/m² Kulturfläche und Jahr angestrebt. Diese Einsparung hätte im Projektbetrieb mit einer Kulturfläche von rund 20000 m² die jährliche CO₂-Emission um 240000 m³ verringert. Da es sich bei der Tomate um eine äußerst lichtbedürftige Pflanze handelt, die auf jegliche Lichtminderung mit Ertragsminderung reagiert, standen neben dem Energieeinsparpotenzial das Pflanzenwachstum und der Ertrag im Vordergrund der Betrachtungen.

2 Betrieb und Ausstattung

Die Messungen wurden in einen Tomatenbetrieb am Niederrhein durchgeführt. Dieser Betrieb baut auf einer Fläche von rund zwei ha ganzjährig Rispen- und Cocktailtomaten auf Substrat an, und zwar, wie in den Tomatenbetrieben am Niederrhein üblich, in Gewächshäusern in Venloblockbauweise. Das Beheizen der Häuser erfolgt über das so genannte Buisrail-Rohrsystem sowie über aufgehängte Forcasrohre. Das Buisrailsystem besteht aus je zwei parallelen Stahlrohren (51 mm Durchmesser), die bodennah zwischen den Pflanzreihen verlegt sind und auch als Transportsystem dienen. Die Forcasheizungsrohre werden in variabler Höhe in den Pflanzenreihen installiert.

Das Energieschirmmaterial SLS 10 Ultra stammt von der Firma Ludvig Svensson, es soll laut Herstellerangaben eine Energieeinsparung von 45 % ermöglichen (Materialwert). Das Material besitzt

eine geschmeidige und gut faltbare Struktur, so dass der Energieschirm im geöffneten Zustand schmale Pakete bildet, die den Lichteinfall nur wenig reduzieren.

3 Kulturverlauf

Der Projektbetrieb pflanzte im Vergleich der drei Kulturjahre zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Der Aussaat- und Pflanzzeitpunkt lag im letzten Jahr gegenüber dem ersten Jahr ca. fünf Wochen eher, gegenüber dem zweiten Jahr rund zwei Wochen eher (s. Tab. 1). Im Vergleich der letzten beiden Jahre ist festzustellen, dass die Erträge in 2004 trotz des um zwei Wochen früheren Erntebeginns das Niveau (bis einschl. KW 26 = Halbjahresergebnis) der Vorjahre nicht erreichten.

4 Energieschirmeinsatz

4.1 Umfang des Energieschirmeinsatzes

In den Projektjahren wurde der Schirm vom Pflanztermin bis April und ab September bis zum Ernteende zeit-, strahlungs- und Außentemperaturabhängig eingesetzt.

Im ersten Messjahr war er im Januar und Februar in jeder Nacht, im März in 13 Nächten und im April in 10 Nächten geschlossen. Im Frühjahr wurden so rund 564 Stunden geschirmt. Im Herbst kamen nochmals rund 133 Stunden dazu.

Im zweiten Kulturjahr kam der Schirm ab dem 22. Dezember 2002 bis 31. Januar in jeder Nacht, im Februar bis auf zwei Ausnahmen in jeder Nacht, im März in zehn und im April in einer Nacht zum Einsatz. Im Herbst wurde ab dem 3. September bis zur Neupflanzung der Kultur für 2004 am 3. Dezember in 55 Nächten der Schirm eingesetzt. Insgesamt war im 2. Projektjahr der Schirm rund 1470 Stunden geschlossen.

Im letzten Kulturjahr wurde der Schirm ab dem 6. Dezember 2003, d. h. ab dem dritten Tag nach Pflanzung der Kultur bis Ende Januar in jeder Nacht, im Februar in sieben Nächten, im März in 17 und im April in zwei Nächten eingesetzt. Während dieser Zeit kam der Schirm rund 826 Stunden zum Einsatz (s. Abb. 1).

4.2 Die Schirmstrategie

Vom Pflanzbeginn bis ca. Ende Januar war der Schirm i.d.R. zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang geschlossen, sobald die Außentemperatur 6 °C unterschritt.

Ab Anfang Februar wurde die Außentemperaturgrenze auf 4 °C abgesenkt. Wenn aus kulturtechnischen Gründen das generative Wachstum mittels einer sogenannten Vornacht (d. h. Absenken der eingestellten Heiztemperatur in den frühen Abendstunden) gefördert werden sollte, kam der Schirm je nach Außentemperatur z. T. erst nach Beendigung der Vornacht zum Ein-

Tab. 1: Eckdaten zum Kulturverlauf im Projektbetrieb

	1. Kulturjahr (2002)	2. Kulturjahr (2003)	3. Kulturjahr (2004)
Sorte	Cedrico (Rijk Zwaan)	Cedrico (Rijk Zwaan)	Cedrico (veredelt) (Rijk Zwaan)
Substrat	Steinwolle („Grodan Master“)	Perlite	Steinwolle
Pflanzung	08./09.01.2002	21.12.2002	03.12.2003
erste Ernte	zwischen 15. u. 22.03.2002	zwischen 10. u. 16.03.2003	zwischen 01. u. 06.03.2004
Gesamtertrag (einschl. KW 26)	19,56 kg/m ²	22,40 kg/m ²	18,09 kg/m ²

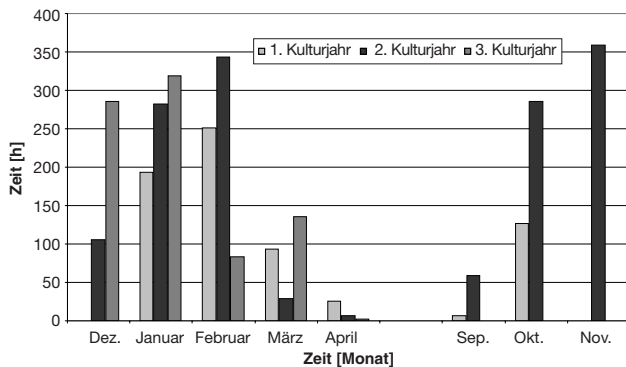


Abb. 1: Energieschirmeinsatz in einer Ganzjahreskultur von Tomaten von Januar 2002 bis Juni 2004

satz. In sehr kalten Nächten mit Minus-Graden konnte die Vornacht trotz Schirmeinsatz realisiert werden, in wärmeren Nächten war dies nicht möglich.

Mit Erntebeginn standen kulturtechnische Aspekte im Vordergrund, d. h. ein höher temperiertes Buisrailheizrohr förderte die Abreife der ersten Tomaten. Die Temperaturgrenze für den Schirmeinsatz wurde auf 0 °C zurückgesetzt. Darüber hinaus konnte der Schirm von Dezember bis Februar bei Außentemperaturen < 0 °C bis ca. 11:00 Uhr geschlossen bleiben, solange die Außenstrahlung 35 W/m² nicht überstieg.

4.3 Modellrechnung

Die Frage, wie hoch der Energieverbrauch in einer Tomatenkultur ist und welches Einsparungspotenzial durch den Energieschirm zu verwirklichen ist, wurde mittels dem „Hortex“-Kalkulationsprogramm überprüft. Auf Grundlage der betrieblichen Daten (Größe des Betriebes, Alter, Art der Gewächshäuser und Verglasung) des Projektbetriebes errechnet das Programm anhand der vorgegebenen Heiztemperaturen den jährlichen Energiebedarf. Als Sollwerte dienten die realisierten Tag- und Nachttemperaturen (wöchentliche Durchschnittswerte).

Hinterlegt sind im Programm durchschnittliche Klimawerte und Parameter zur Charakterisierung des Wärmebedarfs. Bei dem gegebenen Temperaturprofil errechnet das Programm einen jährlichen Energiebedarf von 430 kWh/m². Hierbei ist die für die CO₂-Produktion erforderliche Energiemenge nicht berücksichtigt. Daher ergeben sich u. U. Abweichungen zum tatsächlichen Verbrauch im Projektbetrieb.

Als weiterer Schritt wurde der Verbrauch ermittelt, wenn der Schirm das ganze Jahr über zwischen Sonnenauf- und -untergang geschlossen wird. Hier ergibt sich ein Wärmebedarf von rund 303 kWh/m². Gegenüber dem Aufwand ohne Schirm ist eine Ein-

sparung von rund 30 % möglich. Wird die Berechnung mit den im Betrieb realisierten Schirmzeiten durchgeführt, steigt der Bedarf wieder auf 356 kWh/m² an. Die Einsparung gegenüber dem Ausgangswert liegt dann mit 74 kWh/m² bei rund 17 %. Dieses Einsparungspotenzial ist für die Tomatenkultur aus folgenden Gründen als realistisch einzustufen:

- Da die Tomate einen hohen Anteil an Blattmasse produziert (Raumkultur bis 4 m hoch), ist der Einsatz spätestens ab Anfang Mai aufgrund der hohen Luftfeuchte unter dem Schirm kulturtechnisch nicht mehr sinnvoll.
- Da die ersten Tomaten in der Regel einen hohen Preis bei der Vermarktung erzielen, ist es aus marktstrategischen Gesichtspunkten sinnvoll die Ausfärbung der Früchte mittels heißem Buisrailheizrohr ab Anfang März zu unterstützen.
- Bei höheren Temperaturen steigt der Verlust von Kohlendioxid durch die geöffneten Lüftungen. Dieses Kohlendioxid wird ebenfalls über die Verbrennung von Erdgas produziert.

5 Vergleich mit anderen Betrieben

Der Projektbetrieb gehört einem Anbauverein an. Die Vereinsmitglieder tauschen wöchentlich ihre Kulturdaten u. a. zu Klimaführung, Pflanzenwachstum und Energieverbrauch aus. Aus dieser Gruppe stammt der Vergleichsbetrieb, der möglichst zeitnah dieselbe Sorte ausgesät und gepflanzt hat.

Der Betriebsvergleich umfasste folgende Daten:

- Dauer bis Erntebeginn,
- Energiebedarf bis zur 1. Ernte,
- Ertrag bis einschließlich KW 26 (gilt als Halbzeitergebnis),
- Energiebedarf bis einschließlich KW 26,
- Energiebedarf bis Kulturrende.

Im ersten Kulturjahr war im Vergleich mit den weiteren Tomatenbetrieben kein negativer Einfluss des Schirms auf Erntebeginn und Ertrag bis einschließlich KW 26 zu beobachten. Die Energieeinsparung betrug bis Mitte/Ende September im Vergleich zum nicht schirmenden Betrieb 12,2 % (s. Tab. 2).

Im 2. Kulturjahr erfolgte die Pflanzung im Vergleichsbetrieb einen Tag früher als im Projektbetrieb. Der Erntebeginn lag in der gleichen Woche. Gegenüber dem nicht schirmenden Betrieb wurden bis dahin ca. 30 % Energie eingespart. Zur Kulturhalbzeit lagen die Erträge des Projektbetriebes mit ca. 22 kg/m² über denen des Vergleichsbetriebes. Die Energieeinsparung betrug nur noch 16 %.

In der Tomatenkultur mit dem frühesten Pflanztermin (3. Kulturjahr) begann die Tomatenernte im Projektbetrieb in der KW 9.

Tab. 2: Vergleich von Ertrags- u. Energiebedarfsmengen des Projektbetriebes mit einem Betrieb ohne Energieschirmeinsatz

Betrieb	Projektbetrieb	Betrieb ohne Schirm	Projektbetrieb	Betrieb ohne Schirm	Projektbetrieb	Betrieb ohne Schirm
	1. Kulturjahr 2002		2. Kulturjahr 2003		3. Kulturjahr 2004	
Aussaat	02.12.01	03.11.01	10.11.02	14.11.02	28.10.03	04.11.03
Pflanzung	08.01.02	08.12.01	21.12.02	20.12.02	03.12.03	09.12.03
erste Ernte	KW 12	KW 9	KW 11	KW 11	KW 9	KW 10
Nach Kulturwochen	11	12	12	12	12	12
Energiebedarf bis einschl. 1. Ernte (kWh/m ²)	163,41 (= 78 %)	224,30 (= 100 %)	172,00 (= 70,3 %)	244,60 (= 100 %)	189,30 (= 78,6 %)	240,90 (= 100 %)
Ertrag bis einschl. KW 26 (kg/m ²)	19,56	19,90	22,40	19,93	18,09	17,48
Energiebedarf bis Ende KW 26 (kWh/m ²)	306,58 (= 77,3 %)	396,40 (= 100 %)	327,29 (= 84,0 %)	389,50 (= 100 %)	380,00 (= 97,5 %)	389,70 (= 100 %)
Energiebedarf bis Ernteende (KW 38 /KW 43/ nicht ermittelt) (kWh/m ²)	381,80 (= 87,8%)	434,90 (= 100%)	440,00 (= 92,1%)	477,80 (=100%)	Nicht ermittelt	Nicht ermittelt

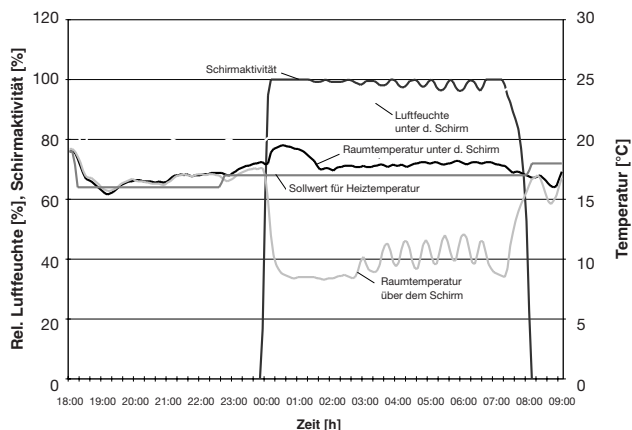


Abb. 2: Klimaverlauf vom 20. März, 18:00 Uhr, bis zum 21. März, 09:05 Uhr, bei Einsatz des Energieschirms von 23:55 – 08:10 Uhr

Bis einschließlich der 26. KW lagen die Erträge im Projektbetrieb über denen des Vergleichsbetriebs ohne Schirm. Bis zur ersten Ernte in KW 9/10 sparte der Projektbetrieb gegenüber dem Vergleichsbetrieb rund 21,5 % an Energie ein, bis einschließlich der 26. KW verringerte sich die Einsparung auf 3 %.

Die erhebliche Reduzierung der Energieeinsparung zwischen der Woche 26 und dem Ernteende im Projektbetrieb ist in erster Linie auf eine unterschiedliche Kulturführung zurückzuführen. Der Projektbetrieb setzte Energie für die Temperaturerhöhung in der Kultur und die CO₂-Düngung sehr viel intensiver ein als der Vergleichsbetrieb. Deshalb floss dieser Zeitabschnitt auch nicht mehr in die Bewertung des Energieschirmeinsatzes ein (s. dazu auch 4.2).

Tab. 3: Rentabilität einer Tomatenkultur mit und ohne Energieschirmeinsatz bei einem Energiepreis von 0,03 €/kWh und einem Ertrag von 50 kg/m²

	Energieverbrauch von 430 kWh/m ²	Energieverbrauch von 356 kWh/m ² Einsparung: 17 %
	€/m ²	€/m ²
Betriebsertrag (bei 0,97 €/kg Ertrag)	48,57	48,57
Pflanzgut	2,05	2,05
Pflanzenschutz, Hummeln	0,49	0,49
Düngung	1,12	1,12
Energiekosten entsprechend Verbrauch (0,03 €/kWh)	12,90	10,68
Substrate (inkl. Dämpfen)	0,87	0,87
Bodenfolie	0,11	0,11
Haken, Kordeln, Klipse	0,54	0,54
Vermarktungsgebühren (6,25 %)	3,04	3,04
Verpackung, Leihgebühren (0,036 €/kg)	1,80	1,80
Lohnaufwand (inkl. Fam.-AK)	11,42	11,42
Abschreibungen	3,16	3,16
Jährl. Kosten des Energieschirmeinsatzes	–	0,90
Sonstiger, allgem. Aufwand	7,17	7,17
Summe der Ausgaben	44,67	43,35
Überschuss	3,90	5,22

Die kulturbezogenen Kosten entsprechen den durchschnittlichen Aufwendungen der Vergleichsbetriebe. Die Gemeinkosten für diese Gruppe wurden den Daten des ARBEITSKREIS FÜR BETRIEBSWIRTSCHAFT IM GARTENBAU, Hannover entnommen. Kosten für den Energieschirmeinsatz: siehe Tab. 4.

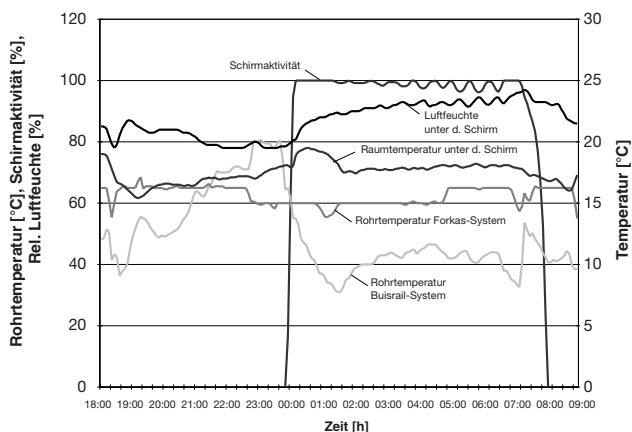


Abb. 3: Heiztemperaturen in der Nacht vom 20. auf den 21. März 2003 bei Einsatz eines Energieschirms

6 Einfluss des Energieschirms auf das Gewächshausklima

Als Grundlage der Betrachtungen dienen die 5-Minuten-Werte aus der Langzeitspeicherung des Klimacomputers, ergänzt durch die Werte aus den Profilmessungen mit Daten-Loggern.

Dargestellt werden die Auswirkungen des Schirms auf das Klima anhand einer Beispielsnacht, und zwar jene vom 20. auf den 21. März 2003 (2. Kulturjahr, Ertragszeitraum). In dieser Nacht war der Schirm von 0:10 – 07:15 Uhr vollständig geschlossen, mit Ausnahme der Öffnung auf Spalt aufgrund der Luftfeuchteregelung. Mit dem Schließen erhöht sich die Raumtemperatur unter dem Schirm kurzfristig um 1,5 K. Die relative Luftfeuchte stieg kontinuierlich bis auf 92 % an und wurde durch Luftfeuchteregelung (kurzzeitiges Öffnen des Schirms auf Spalt) wieder unter diesen Wert gesenkt (s. Abb. 2).

Die gemessenen Buisrail-Rohrtemperaturen fallen kurz vor Beginn des Schließens um rund 50 K, steigen aber nach dem Schließen aufgrund der Luftfeuchteregelung um 15 K wieder an. Das Forcarohr hält zunächst die Vorlauftemperatur von 60 °C, fällt kurzzeitig um 5 K und steigt mit der Luftfeuchteregelung wieder an (s. Abb. 3).

Im Fazit lassen sich der Temperaturanstieg beim Schließen des Schirmes sowie der Temperaturabfall beim Öffnen durch eine entsprechende Heizungsregelung ausgleichen. Nicht vermeiden lässt sich der Anstieg der Luftfeuchte, die der Betriebsleiter durch eine entsprechende Regelung der Schirm- und Lüftungsöffnung nur unter einem eingestellten Maximalwert halten kann.

7 Betriebswirtschaftliche Betrachtung

Nach Modellberechnungen konnte im intensiven Tomatenanbau unter Glas aufgrund des enormen Anstiegs der Energiepreise nur noch ein geringer Überschuss erwirtschaftet werden. Neben den Lohn- und Gemeinkosten stellen die Energiekosten mit 26,5 % vom Ertrag die größten Aufwendungen dar. Bei einem Energiepreis von

Tab. 4: Jährliche Kosten des Energieschirmeinsatzes

Rahmenbedingungen	
Investition (Netto)	104947,77 €
Abschreibungsdauer	7 Jahre, lineare Abschreibung
Gesamtverzinsung (Fremd- und Eigenkapital)	4 %
Reparatur und Unterhalt	1 %
Produktionsfläche unter Schirm	20500 m ²
Jährliche Kosten	€/m²
Tilgung	0,73
Zinsen	0,12
Reparatur-Unterhalt	0,05
Summe	0,90

0,03 €/kWh und berechneten Verbräuchen von ca. 430 kWh/m² war nur noch ein Überschuss von ca. 3,90 €/m² zu erwirtschaften.

Eine Energieeinsparung von 17 % würde den Energiekostenanteil auf rund 21,9 % vom Gesamtertrag senken. Der Überschuss würde sich trotz der Berücksichtigung der jährlichen Kosten des Energieschirms (0,90 €/m²) auf 5,22 €/m² erhöhen (s. Tab. 3).

Investition und Kosten für den Energieschirm sind in Tab. 4 zusammengestellt.

Im Versuchsbetrieb gelang es, durch den Energieschirmeinsatz im 1. Kulturjahr 2002 den Energieverbrauch auf 381,8 kWh/m² (Kulturende in KW 38), in 2003 auf 440 kWh/m² (Kulturende in KW 43) zu senken. Ab dem Kulturjahr 2002 verteuerten sich mit den steigenden Energiepreisen im Projektbetrieb auch die in der Produktion energieabhängigen Betriebsmittel (z. B. Jungpflanzen). Gleichzeitig konnten höhere Erträge erzielt werden. Trotz der Energieeinsparung durch den Schirmeinsatz entfällt auf die Energie ein Kostenanteil von rund 19,7 %. Die vorliegenden Daten beruhen auf Angaben aus dem Projektbetrieb. Eine Übertragbarkeit auf andere Betriebe ist nicht zwangsläufig gegeben. Hier sind einzelbetriebliche Berechnungen erforderlich. Bei einem Energiepreis von 0,028 €/kWh und einem Verbrauch von 381,8 kWh/m² entstehen Energiekosten von 10,80 € je m². Der Aufwand für sonstige Betriebsmittel liegt bei 22,80 €/m², die Gemeinkosten inkl. Energieschirmkosten bei 19,30 €/m². Mit einem Betriebsertrag von rund 54,80 € verbleibt für die Tomatenkultur bei Einsatz eines Energieschirms ein Überschuss von 1,90 €/m².

Im Projektbetrieb waren durch den Energieschirmeinsatz in den drei Jahren gegenüber dem nicht schirmenden Betrieb Energieeinsparungen zu verzeichnen. Sie betrugen bis zur ersten Ernte im Durchschnitt rund 62 kWh/m². Bis zum Kulturende wurden diese z. T. wieder „aufgezehrt“, so dass am Ende im Durchschnitt der zwei vorliegenden Jahre die Einsparungen nur noch rund 45 kWh/m² betrugen (s. Tab. 5).

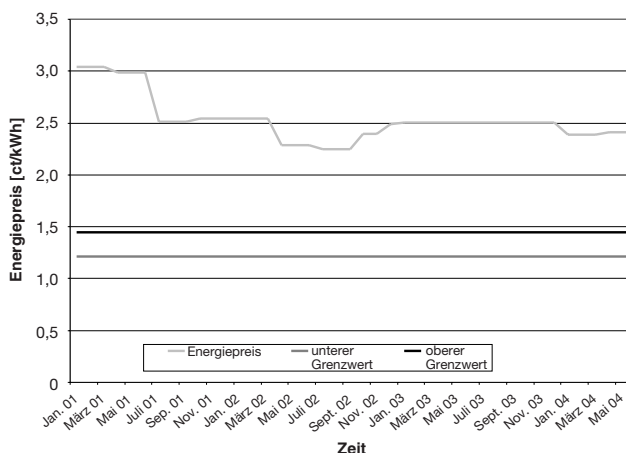


Abb. 4: Nettoenergiepreise sowie Grenzkosten im Projektbetrieb von Januar 2001 bis Mai 2004

Tab. 5: Übersicht über die eingesparten Energiemengen im Projektbetrieb

Jahr	Einsparung bis zur 1. Ernte (kWh/m ²)	Einsparung bis Kulturende (kWh/m ²)
2002	60,89	53,10
2003	72,60	37,80
2004	51,60	Nicht ermittelt
Ø rd.	61,70	45,45

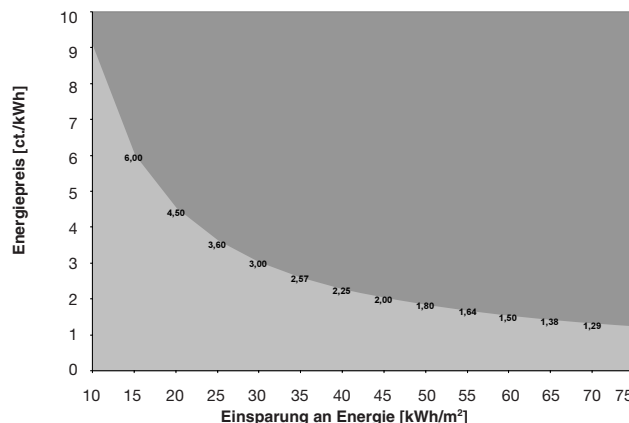


Abb. 5: Darstellung der Grenzkosten bei einer jährlichen Kostenbelastung durch den Energieschirmeinsatz von 0,90 €/m²

Da mit Erntebeginn mit dem „heißen Buisrail-Rohr“ der Kulturoptimierung Vorrang vor der Energieoptimierung gegeben wurde, wurden zunächst nur die durchschnittliche Einsparung bis zur ersten Ernte in Höhe von rund 62 kWh/m² im Projektbetrieb im Vergleich zu den nach der Modellrechnung (s. 4.3) ermittelten 74 kWh/m² berücksichtigt. Hinzu kam, dass im Projektbetrieb zur CO₂-Dosierung das CO₂ aus dem Erdgas gewonnen wurde. Dies führte im Projektbetrieb in der Erntephase zu einem vergleichsweise höheren Energieeinsatz, der auch auf eine höhere CO₂-Dosierung zurückzuführen ist. Im Vergleich zum nichtschirmenden Betrieb wurde ein Teil der bis zur ersten Ernte eingesparten Energie während der Ernte für die CO₂-Dosierung wieder „aufgezehrt“.

Bei einem Aufwand von 0,90 €/m² (jährliche Kosten des Energieschirmeinsatzes) und 62 kWh/m² Einsparung ist eine Kostendeckung bei einem von dem Betrieb zu zahlenden Energiepreis von rund 1,45 ct/kWh (oberer Grenzwert) gegeben. Bei 74 kWh Einsparung ist die Deckung bereits bei einem Preis von 1,20 ct/kWh (unterer Grenzwert) gegeben (s. Abb. 4).

Die Kostendeckung in Abhängigkeit von Energieeinsparung und Energiepreis weist in Abb. 5 unterhalb der Trennlinie eine Unwirtschaftlichkeit, oberhalb eine Wirtschaftlichkeit des Energieschirmeinsatzes auf.

8 Schlussfolgerung

Im intensiven Unterglasanbau von Tomaten auf Substrat kann der Energieschirm von Dezember bis max. Mitte/Ende April sowie ab September bei niedrigen Nachttemperaturen zwischen Sonnenunter- und -aufgang ohne negativen Einfluss auf Wachstum und Ertrag eingesetzt werden.

Wo im Zierpflanzenbau mit Einsparungen von 25 bis 30 Prozent zu rechnen ist, ist im Tomatenanbau eine Einsparung von bis zu 17 % als realistisch anzusehen. Je nach Kultur und Kulturweise sind sicherlich noch höhere Einsparpotenziale möglich. Die angestrebte Verringerung des Primärenergieverbrauchs von 500 auf 380 kWh/m² konnte im ersten Kulturjahr, bei einer Kulturzeit von Anfang Januar bis Mitte September nahezu erreicht werden. Bei den Pflanzungen von Anfang Dezember trat eine derartige Verringerung nicht ein.

Dem geringeren Einsparpotenzial stehen im Vergleich zum Zierpflanzenbau auch niedrigere Aufwendungen gegenüber, so dass der Einsatz auch bei kleineren Einsparquoten wirtschaftlich ist.

Literatur

ARBEITSKREIS FÜR BETRIEBSWIRTSCHAFT IM GARTENBAU E.V (Hrsg.) (2003), Kennzahlen für den Betriebsvergleich (Heft 46). Zentrum für Betriebswirtschaft im Gartenbau, Hannover