



Das Lebensministerium



## Anbauverfahren unter Glas

Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft

Heft 7/2006

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## **Bericht zum Projekt**

**„Entwicklung wirtschaftlicher Anbauverfahren von Fruchtgemüse unter Glas“**

## Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>	
<b>1</b>	<b>Einleitung und Problemstellung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Der europäische Markt für Fruchtgemüse</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>6</b>
3.1	Ausstattung der Versuchsgewächshäuser	6
3.2	Untersuchte Anbauverfahren	8
3.3	Anbaubedingungen am Versuchsstandort	9
3.4	Erfasste Daten	10
<b>4</b>	<b>Wirtschaftliche Bewertung des Anbaus von Gurken auf Substrat</b>	<b>12</b>
4.1	Anbaufolgen	12
4.2	Ergebnisse zur Klimagestaltung	13
4.3	Ertragsergebnisse	14
4.3.1	Anbau von Gurken in zwei Sätzen	14
4.3.2	Anbau von Gurken in drei Sätzen	17
4.4	Kosten und Leistungen	20
4.4.1	Lohn- und Direktkosten	20
4.4.2	Leistungen	26
4.4.3	Deckungsbeiträge	28
4.5	Zusammenfassung	33
<b>5</b>	<b>Wirtschaftliche Bewertung des Anbaus von Tomaten auf Substrat</b>	<b>35</b>
5.1	Anbaufolgen	35
5.2	Ergebnisse zur Klimagestaltung	35
5.3	Ertragsergebnisse	37
5.4	Kosten und Leistungen	40
5.4.1	Lohn- und Direktkosten	41
5.4.2	Leistungen	47
5.4.3	Deckungsbeiträge	48
5.5	Zusammenfassung	54
<b>6</b>	<b>Wirtschaftlichkeitsvergleich des Anbaus von Gurken und Tomaten auf Substrat</b>	<b>55</b>
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>62</b>
<b>8</b>	<b>Literaturhinweise</b>	<b>64</b>
<b>9</b>	<b>Anlagen</b>	<b>67</b>

## 1 Einleitung und Problemstellung

In Deutschland nimmt der Anbau von Gewächshausgemüse mit einer Anbaufläche von rund 1.400 ha im Vergleich zum Freilandgemüse (ca. 110.000 ha) nur eine untergeordnete Stellung (1,3 %) ein. Der Gemüsebau unter Glas ist zweifellos die intensivste Form der Produktion von Gemüse. Die Erntemenge von Gemüse in Unterglasanlagen beträgt mit ca. 140.000 t immerhin rund 5 % der Gesamtmenge des in Deutschland produzierten Gemüses. Moderne Anbauverfahren von Gurken und Tomaten auf Substrat erbringen heute Spitzenwerte in der Flächenproduktion. Bei diesen Kulturen werden mittlerweile Erträge von 500 t/ha, in Einzelfällen bis zu 700 t/ha erreicht.

Unter den Unterglaskulturen liegen Gurken, Tomaten und Feldsalat mit jeweils rund 250 bis 300 ha Anbaufläche in Deutschland an führender Stelle. Dieser Trend spiegelt sich mit Ausnahme des Feldsalats auch im Unterglasanbau im Freistaat Sachsen wider. Von den ca. 50 ha Unterglasgemüse des Freistaates werden derzeit 17 ha mit Gurken und 13 ha mit Tomaten bestellt.

Während im letzten Jahrzehnt der deutsche Unterglasgemüsebau noch überwiegend in Erdkultur stattfand, wurde mittlerweile, dem internationalen Trend folgend, eine schrittweise Umstellung des Anbaus auf Substrat eingeleitet. Zum heutigen Tag ist in Deutschland nach Schätzungen von einer Anbaufläche von Gemüse unter Glas auf Substrat von 200 bis 250 ha auszugehen. Der Substratanbau entfällt überwiegend auf die beiden Fruchtgemüsearten Gurke und Tomate. Durch die Einführung der Substratkultur ist es erstmals gelungen, die enorme Flächenproduktivität der Anbauverfahren unter Glas mit dem gestiegenem Umweltbewusstsein im Gartenbau (geschlossene Verfahren, biologischer Pflanzenschutz) zu vereinen. Allerdings stellen diese Anbausysteme enorme Anforderungen an die technische Ausstattung der Gewächshäuser und haben durch die fast ganzjährige Nutzung der Flächen mit Fruchtgemüse den vergleichbar höchsten Energiebedarf aller Anbauverfahren unter Glas. Zur langfristigen Befriedigung der Ansprüche des Lebensmitteleinzelhandels an hochwertigem deutschem Fruchtgemüse aus dem Unterglasbereich gibt es jedoch zur weiteren Einführung dieser Verfahren derzeit keine Alternativen.

Mit dem vorliegenden Forschungsprojekt wurde das Ziel verfolgt, für den Anbau von Substratkulturen unter den Bedingungen des Freistaates Sachsen wirtschaftlich optimierte Anbaufolgen und -empfehlungen zu erarbeiten. Im Vordergrund der Betrachtungen standen dabei die beiden wichtigsten Fruchtgemüsearten Gurke und Tomate. Die besonders in den letzten beiden Jahren drastisch angestiegenen Preise für Heizmaterial unterstreichen die Bedeutung dieser Aufgabenstellung nachdrücklich. Die Steigerungsraten bei den Energiepreisen betragen abhängig vom Heizmedium 40 bis 50 % im Vergleich zu 2003/04. Weil ein Ende dieser Preisspirale noch nicht abzusehen ist, ist es vordringlich, für die Unterglasbetriebe Entscheidungshilfen zu entwickeln, auf deren Grundlage sie in der Lage sind, anhand des aktuellen Energiepreises fundierte Aussagen über die Rentabilität ihrer Produktion abzuleiten. Die Berechnung dieser Entscheidungshilfen erfolgte auf der Basis mehrjähriger Untersuchungen zum Ertragsverhalten, zur Entwicklung der Erlös- und Kostensituation sowie zur Wirtschaftlichkeit der Kulturen. Einen weiteren Schwerpunkt der Untersuchungen

bildeten Analysen zum Energieeinsatz sowie zur Erhöhung der Energieeffizienz beim Anbau unter Glas.

## 2 Der europäische Markt für Fruchtgemüse

Bevor die detaillierten Ergebnisse des Forschungsprojektes vorgestellt werden, soll an dieser Stelle ein Überblick über die europäischen Märkte für Fruchtgemüse (Abbildung 1) gegeben werden, denn die Warenströme von Gurken und Tomaten in Europa bestimmen entscheidend die Absatzmöglichkeiten deutscher Produzenten.

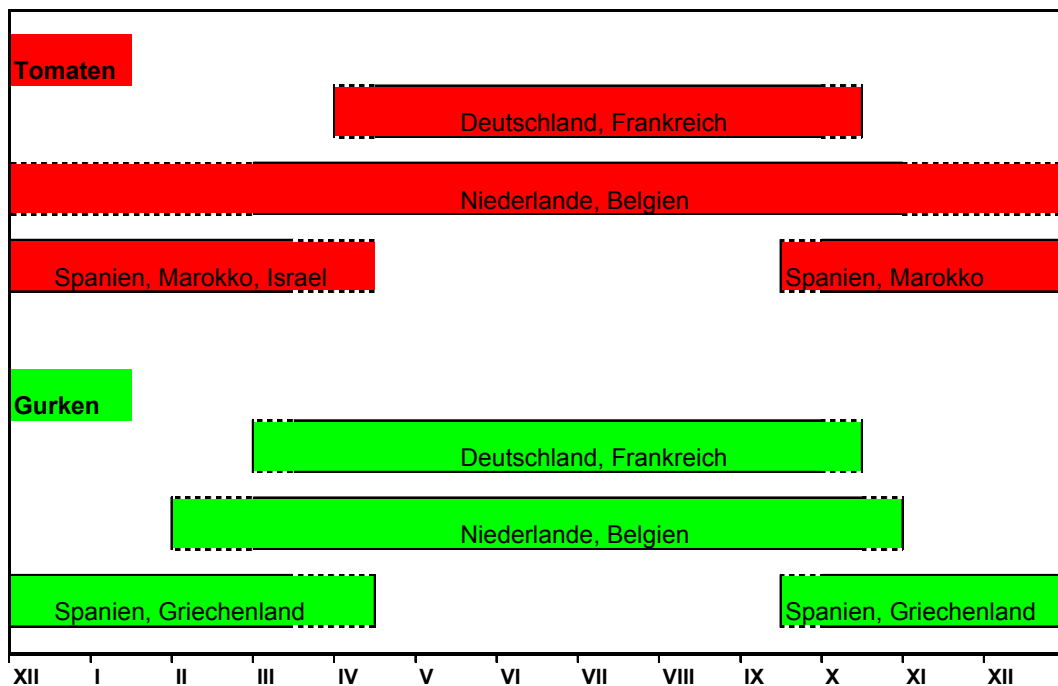


Abbildung 1: Europäischer Markt für Fruchtgemüse

### Gurken

Der Markt für Gewächshausgurken wird in Deutschland im Wesentlichen durch spanische und niederländische Importe bestimmt. Die spanische Ware, ergänzt durch griechische Importe, dominiert den Markt im Winterhalbjahr. Beginnend ab Mitte September kommen die ersten spanischen Gurken auf den deutschen Markt und verdrängen schrittweise die bis dahin vorherrschenden holländischen Gurken. Die deutsche Anfuhr ist zu diesem Zeitpunkt schon stark rückläufig. Von Oktober bis Mitte Februar ist dann fast ausschließlich spanische oder griechische Ware am Markt vertreten. Der Erntebeginn in Holland ab Februar korreliert meist mit abnehmenden spanischen Einfuhren, sodass ab März wieder holländische Importe den hiesigen Markt bestimmen. Ergänzt werden diese Einfuhren durch Importe aus Belgien und Frankreich. Mit nennenswerten Mengen deutscher Gurken aus Substratkulturen ist ab Ende Februar/ Anfang März zu rechnen. Zu diesem Zeit-

raum steigt am Markt traditionell auch die Nachfrage nach deutschen Gurken. Ein verspäteter Einstieg (Ende März) seitens der deutschen Gurkenanbauer wäre mit dem Verlust wichtiger Marktanteile gleichzusetzen. Das deutsche Angebot steigt ab April/Mai mit dem Einsetzen der Ernte aus den Erdkulturen nochmals an und ergänzt die Importe, die neben den Niederlanden im Sommer zunehmend auch aus Belgien, Frankreich oder Österreich kommen. Mit den ersten spanischen Gurken im September schließt sich der Kreis.

Das bedeutet für die deutschen Erzeuger, dass sie am Markt in erster Linie mit niederländischer, teils belgischer und französischer Ware konkurrieren. Die Preisbildung für die deutsche Ware erfolgt somit hauptsächlich in Abhängigkeit von der Verfügbarkeit von Gurken an den holländischen Märkten. Die Produktion und die Preise für spanische Gurken sind dagegen für die deutschen Anbauer weniger interessant, weil sich parallel zu den spanischen Importen nur sehr geringe Mengen deutscher Gurken am Markt befinden. Lediglich Gurken aus Anfang Januar gepflanzten Beständen, die ab Mitte Februar in die Ernte gehen, müssen sich mit der spanischen Ware auseinandersetzen.

### Tomaten

Der internationale Markt für Tomaten hat in den letzten Jahren besonders in Bezug auf die Vielfältigkeit der Angebote eine bemerkenswerte Entwicklung genommen. Waren noch vor wenigen Jahren lose runde Tomaten vorherrschend, wird das Marktgeschehen heute durch Strauchtomaten dominiert. Daneben haben sich allerdings dem Kundenwunsch entsprechend eine Reihe von Sonderformen am Markt fest etabliert. Neben den bereits genannten Typen findet man heute in den Regalen der Supermärkte ständig auch Fleischtomaten, Party- bzw. Cherrytomaten, Eiertomaten, Romana- und San Marzano-Typen, gelbe oder orange Früchte sowie weitere Sonderformen. Die in Deutschland verkauften Tomaten kommen, unabhängig vom Typ, analog zu den Gurken überwiegend als Importe aus Spanien (Kanarische Inseln), Marokko, Israel, den Niederlanden sowie Belgien. Auch hier bestimmen die südländischen Produzenten das Winterhalbjahr und die holländische Importe das Marktgeschehen im Sommer.

Im Gegensatz zu den Gurken sind niederländische Tomaten mittlerweile das ganze Jahr über verfügbar. Durch den Anbau von Herbsttomaten mit Pflanzterminen ab Ende August können die Märkte bis in den Januar aus holländischen Gewächshäusern beliefert werden. Ab Februar/März können dann bereits wieder die ersten holländischen Tomaten aus den Pflanzungen Ende November/Dezember gekauft werden. Aufgrund klimatischer Gegebenheiten und wegen der hohen Energiepreise in Deutschland können die Tomaten meist ab Januar in Substratkulturen gepflanzt werden, so dass vor Ende März kaum deutsche Tomaten am Markt zu verzeichnen sind. Mit der Zunahme von Anlieferungen aus der Erdkultur von Ende Mai bis September/Oktober wird das größte Aufkommen deutscher Tomaten (überwiegend Strauchtomaten und lose runde Tomaten) am Markt erreicht. Im Gegensatz zu den Gurken lässt sich bei Tomaten deutscher Herkunft wegen der großen Nachfrage ein ansteigender Trend hin zum wirtschaftlich lukrativen Direktabsatz beobachten.

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Ausstattung der Versuchsgewächshäuser

Die Versuche wurden von 2003 bis 2005 in den Versuchsgewächshäusern der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Gartenbau, in Dresden-Pillnitz durchgeführt.

Für die Versuche standen drei Gewächshauskabinen in einem modernen Stahl-Glas-Gewächshaus vom Typ „Venlo“ zur Verfügung. Das Gewächshaus hatte eine Stehwandhöhe von 4,00 m, bei einer Kapfenbreite von 3,20 m. Im Stehwandbereich war das Gewächshaus mit Thermoscheiben und im Dachbereich mit Einfachgartenblankglas ausgestattet. Die Schiffbreite in den Versuchskabinen betrug 12,80 m. Die Lüftung erfolgte über eine wechselseitige Dreifensterlüftung. Für die Steuerung aller Prozesse des Gewächshauses stand ein RAM Klimacomputer CC 600 der Baureihe CC 610 zur Verfügung. Die Heizung bestand einerseits aus Konvektoren im Seiten- sowie Front- und Giebelbereich. Als pflanzennahe Heizung und gleichzeitig als Transportsystem diente die Fußrohrheizung. Die Vegetationsheizung wurde aus dem Pflanzenbestand herausgenommen und in einer Höhe von 2,50 m mittig über den Pflanzreihen befestigt. Alle Versuchskabinen waren mit Energieschirmen, Umluftventilatoren sowie einer Hochdrucknebelanlage ausgerüstet. Über die technische Innenausstattung des Gewächshauses informiert Tabelle 1 sowie die Abbildung 2.

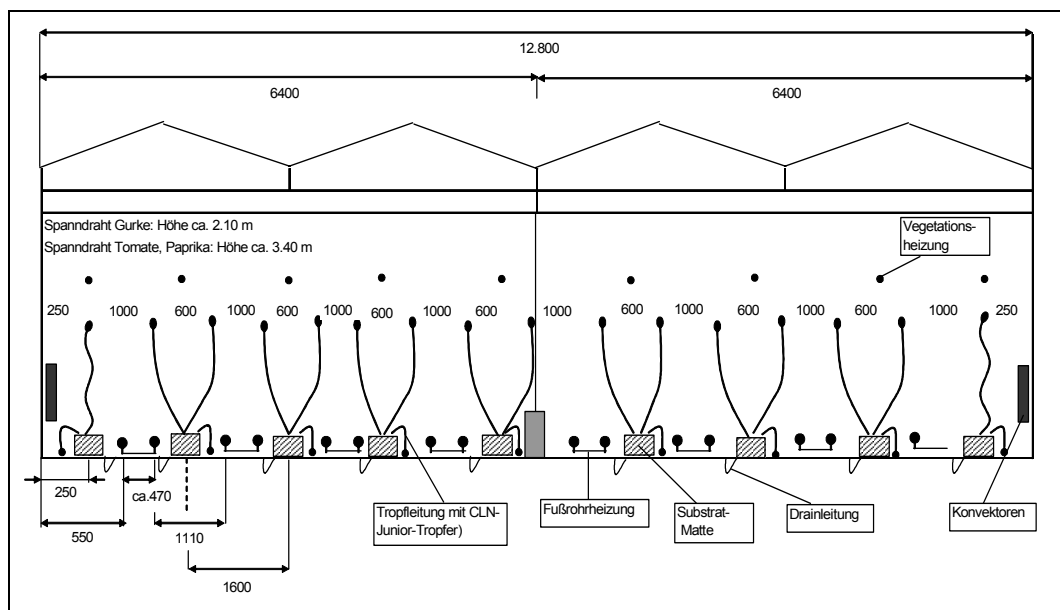


Abbildung 2: Innenausstattung Versuchsgewächshäuser vom Typ Venlo

Die Bewässerung erfolgte über eine Düngerunit, die über den RAM Klimacomputer CC 600, Baureihe CC 650 gesteuert wurde. Für die Ausbringung der Nährlösung an die Pflanzen wurden Tropfbewässerungssysteme verwendet, als Tropfer das Modell CNL „Junior“ (2,0 l/h). Steinwolle kam als Anbausubstrat zum Einsatz. Für die Gurken wurden 2 m-Matten des Typs GRODAN (Expert +1) und für Tomaten 2 m-Matten des Typs GRODAN (Master +1) eingesetzt.

Zur Erfassung des Wärmeverbrauchs waren alle Versuchseinheiten mit separaten Wärmemengenzählern ausgestattet. Der Wasser(Nährlösungs)verbrauch wurde über Wasseruhren an den Düngerunits ermittelt. Zur Ertragsermittlung standen eine Gurkensortiermaschine vom Typ AWETA CSGM 920 sowie eine Tomatensortiermaschine gleichen Typs zur Verfügung.

**Tabelle 1: Technische Ausstattung des Versuchsgewächshauses**

<b>Bezeichnung</b>	<b>Ausführung</b>
<b>Gewächshauskabine für Gurkenversuche</b>	Bruttofläche: 486 m <sup>2</sup> (12,80 x 38,00 m) Nettofläche: 400 m <sup>2</sup> Anzahl Reihen: 9 Anzahl Pflanzen: 580 (1,45/m <sup>2</sup> )
<b>Gewächshauskabine für Tomatenversuche</b>	Bruttofläche: 486 m <sup>2</sup> (12,80 x 38,00 m) Nettofläche: 400 m <sup>2</sup> Anzahl Reihen: 9 Anzahl Pflanzen: 1024 (2,56/m <sup>2</sup> )
<b>Innenausstattung der Versuchskabinen</b>	
<b>Klimasteuerung</b>	RAM Klimacomputer CC 600 , Baureihe CC 610
<b>Heizung</b>	Fußrohrheizung (8 Stränge) Seitenheizung (Konvektoren) Vegetationsheizung (8 Stränge, in 2,50 m Höhe)
<b>Umluftventilatoren</b>	4Stück/Kabine (1425 U/min)
<b>Lüftung</b>	3-Fenster-Dachlüftung, wechselseitig versetzt
<b>CO<sub>2</sub>-Düngung</b>	- pro Kabine 2 CO <sub>2</sub> -Generator vom Typ „Kodimax“, Betrieb bei geschlossener Lüftung - CO <sub>2</sub> -flüssig Lagertank Typ T22 S32-CO <sub>2</sub> , mit Luftverdampfer 100 m <sup>3</sup> /h, Verteilung im Haus über T-Tape-Schläuche (pro Pflanzreihe 1 Schlauch), Betrieb bei geöffneter Lüftung
<b>Schattierung</b>	Energieschirm: Heescher Isotex, Farbe weiß, Schattierung 45-50 %, Energieeinsparung: 40 %
<b>Befeuchtung</b>	Hochdrucknebelanlage RELDAIR; Baureihe AD 20 2 Stränge pro Kabine
<b>Bewässerung</b>	Düngerunit, Steuerung über RAM Klimacomputer CC 600, Baureihe CC650 Geschlossenes Verfahren mit Wiederverwendung der Nährlösung; Nährlösungssterilisation: UV-Desinfektion Vary plus Verteilung 16 mm PE-Leitung, CLN Junior Tropfer



### 3.2 Untersuchte Anbauverfahren

Informationen zu den untersuchten Anbauverfahren sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

**Tabelle 3: Anbaudaten in den Jahren 2003 bis 2005**

Anbauform	Aussaattermin	Pflanztermin	Erste Ernte	Letzte Ernte
<b>2003</b>				
<b>Gurke 2 Sätze</b>				
Frühanbau	2. KW	6. KW	9. KW	25. KW
Sommeranbau	22.KW	25. KW	27. KW	43. KW
Tomate	51. KW 2002	5. KW	14. KW	45. KW
<b>2004</b>				
<b>Gurke 2 Sätze</b>				
Frühanbau	2. KW	5. KW	9. KW	26. KW
Sommeranbau	23.KW	26. KW	28. KW	40. KW
<b>Gurke 3 Sätze</b>				
1. Satz	51. KW 2003	2. KW	7. KW	19. KW
2. Satz	16.KW	19. KW	21. KW	32. KW
3. Satz	29. KW	32. KW	34. KW	45. KW
Tomate	50. KW 2003	3. KW	14. KW	45. KW
<b>2005</b>				
<b>Gurke 2 Sätze</b>				
Frühanbau	1. KW	4. KW	8. KW	24. KW
Sommeranbau	21.KW	24. KW	27. KW	42. KW
Tomate	49. KW 2004	1. KW	13. KW	45. KW

Die Versuche zur Wirtschaftlichkeit verschiedener Anbauverfahren auf Substrat wurden in den Jahren 2003 bis 2005 durchgeführt. In die Untersuchungen wurden in allen drei Versuchsjahren die Hauptfruchtarten Gurke und Tomate einbezogen.

Bei der Gurke erstreckten sich die Untersuchungen in erster Linie auf das in Deutschland am weitesten verbreitete Anbauverfahren mit zweimaliger Pflanzung (1. Pflanzung: Januar/Februar; 2. Pflanzung: Juni/Juli). Das Verfahren mit drei Pflanzterminen (Januar, Mai, August) konnte aus Kapazitätsgründen nur 2004 in den Vergleich einbezogen werden.

Bei den Tomaten wurden in allen drei Prüffahren nur runde Tomaten für die lose Ernte untersucht. Das durchschnittliche Fruchtgewicht lag im Bereich von 90 g. Im Vordergrund stand hier der praxisübliche Ganzjahresanbau von Januar bis November.

### 3.3 Anbaubedingungen am Versuchsstandort

Die Versuche wurden in der Versuchsgärtnerei des Fachbereiches Gartenbau der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Dresden-Pillnitz durchgeführt. Die Höhenlage des Standortes beträgt 120 m über NN. Die mittlere Jahrestemperatur wird mit 9,1 °C angegeben. Über den mittleren Temperaturverlauf der letzten 50 Jahre im Vergleich zu den drei Versuchsjahren informiert Abbildung 2. Sie verdeutlicht, dass in den Versuchsjahren die Jahresdurchschnittswerte um 0,9 bis 1,4 °C über dem 50-jährigen Mittel lagen. Diese Temperaturerhöhung führt im Gemüsebau unter Glas zu einer leichten Absenkung des Heizbedarfs und kommt den Anbauern entgegen.

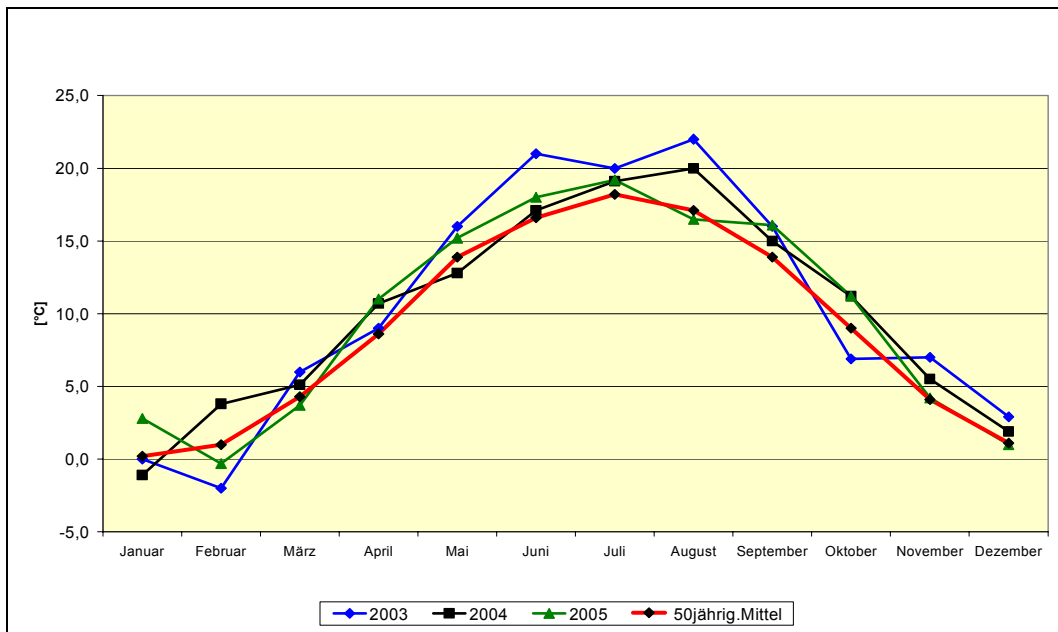
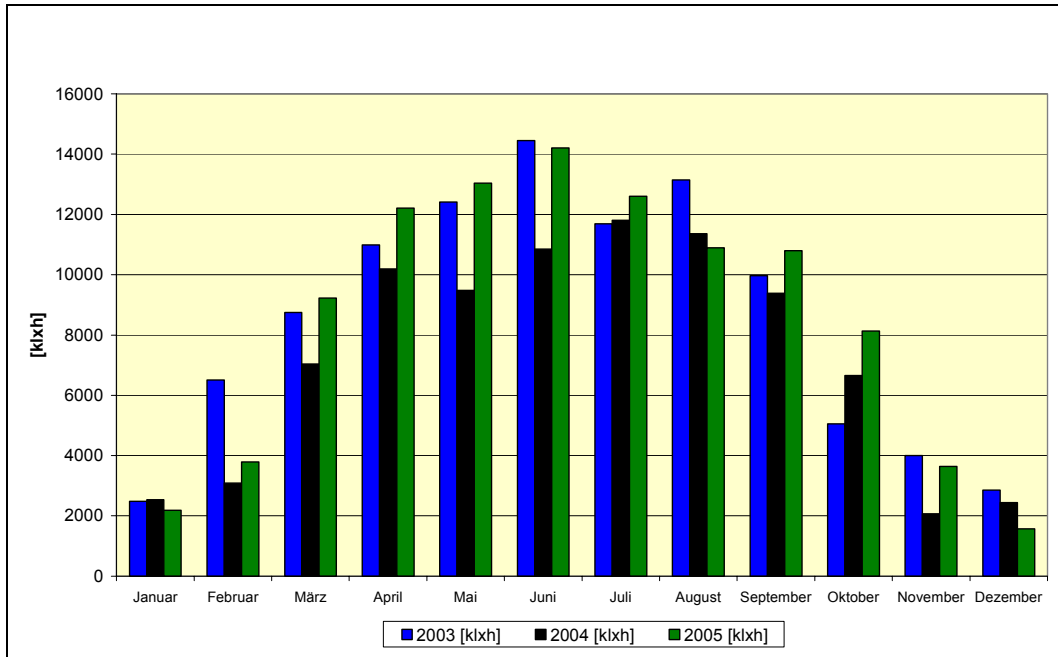


Abbildung 2: Langjähriger Temperaturverlauf am Standort Dresden-Pillnitz



**Abbildung 3: Lichtsummen im Versuchszeitraum am Standort Dresden-Pillnitz**

Neben dem Temperaturverlauf am Standort hat die Einstrahlung entscheidenden Einfluss auf das Ergebnis von Kulturen unter Glas. Als Faustregel gilt im Unterglasbereich nach wie vor die Formel: 1 % weniger Licht entspricht einer Ertragsdepression von rund 1 %. Die Lichtsummen für den Untersuchungszeitraum sind in Abbildung 3 zusammengefasst. In den drei Versuchsjahren war besonders das Jahr 2004 sehr lichtarm. Im Anbauzeitraum stand den Kulturen in diesem Jahr rund 15 % weniger Licht als 2003 und 2005 zur Verfügung. Besonders gravierend waren die Unterschiede im Zeitraum von März bis Juni.

### 3.4 Erfasste Daten

Zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit der einzelnen Kulturverfahren wurde ein auf der Basis der „Datensammlung für die Betriebsplanung im Intensivgemüsebau“ des Arbeitskreises für Betriebswirtschaft im Gartenbau e.V. - Hannover entwickeltes Excel-Kalkulationsprogramm verwendet. Das von LATTASCHKE, BRAUNE (2001) daraus entwickelte „Planungsprogramm zur Berechnung der Rentabilität von Gewächshausgemüse“ wurde für die wichtigsten Substratkulturen (Gurke, Tomate) weiterentwickelt und speziell auf die Bedingungen des Freistaates Sachsen abgestimmt. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurde das Excel-Kalkulationsprogramm überarbeitet und aktualisiert. Die Grundlage für die Berechnungen und Kalkulationen bildeten die in den Versuchen ermittelten tatsächlichen Leistungen sowie Kosten der verschiedenen Anbauverfahren. Eine Übersicht über die erfassten Daten gibt Tabelle 2.

In der Anlage 1 „Basisfaktoren zur Berechnung der Direktkosten für Gurken und Tomaten“ sind die im Programm verwendeten aktuellen Kostenpositionen sowie die Maske für die Kalkulation der Heizkosten vorgestellt.

Die für wirtschaftliche Aussagen im Unter-Glas-Bereich besonders bedeutsamen Energiepreise können in dem verwendeten Excel-Kalkulationsprogramm flexibel an die aktuelle Preissituation angepasst werden. Die Berechnung der Heizkosten erfolgt über den täglichen spezifischen Energieverbrauch/m<sup>2</sup> Grundfläche in der jeweiligen Kalenderwoche (KW) für ein übliches Gewächshaus nach RATH (in STORCK, 1994).

Der Bewertung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit der einzelnen Anbauverfahren wurden auf der Basis des Vergleich der Deckungsbeiträge vorgenommen. Die Deckungsbeiträge geben die Möglichkeit, Kulturen oder Anbauverfahren hinsichtlich ihrer Vorzüglichkeit gegenüber stellend zu bewerten. Alle dem vorliegenden Bericht zugrunde liegenden Angaben und Ergebnisse beziehen sich auf Nettoquadratmeter.

**Tabelle 2: Kostenpositionen zur Berechnung der Deckungsbeiträge von Anbaufolgen von Fruchtgemüse auf Substrat**

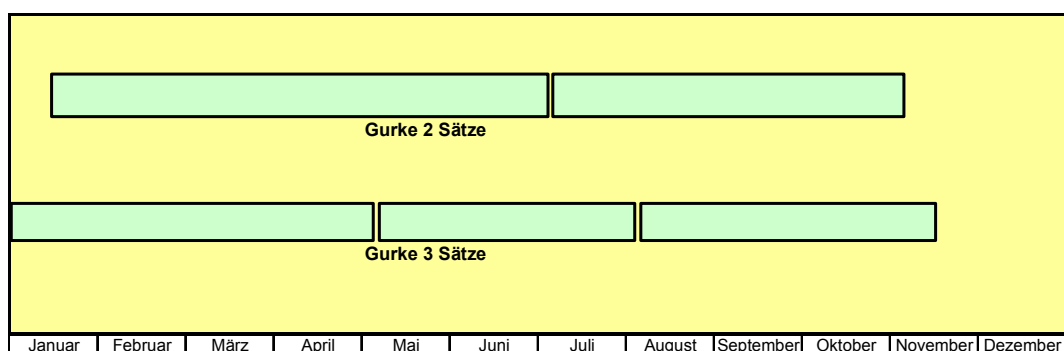
Positionen	Kalkulationsgrundlage
<b>Allgemeine Angaben</b>	
Anbautermine	Pflanz- und Räumtermine; Erntezeiträume
<b>Leistungen</b>	
Ertragsverläufe	Stück/m <sup>2</sup> bzw. kg/m <sup>2</sup> über Anbauzeitraum
Ertrag (Klasse 1)	Stück/m <sup>2</sup> bzw. kg/m <sup>2</sup>
Ertrag (Klasse 2)	kg/m <sup>2</sup>
Preise	€/Einheit; Erzeugerpreise Quelle: ZMP Marktbilanz-Gemüse; Mittelwert 2000-2004;
<b>Direktkosten</b>	
Heizkosten	Aktuelle Energiepreise für Erdgas H, Wärmemengenzähler
Stromkosten	Aktuelle Strompreise
Pflanzgut	Aktuelle Preislisten von Jungpflanzenproduzenten
Düngemittel	Aktuelle Preislisten Großhandel; Ist-Verbrauch
Pflanzenschutzmittel	Aktuelle Preislisten Großhandel; Ist-Verbrauch
Biologischer Pflanzenschutz	Aktuelle Preislisten; Ist-Verbrauch
Hummeln	Aktuelle Preislisten; Ist-Verbrauch
Bewässerung	Preis für Brunnenwasser 0,25 €/m <sup>3</sup> ; Wasserzähler
Substrat (Steinwolle)	Aktuelle Preislisten Großhandel, Einjahresmatten
Folien	Aktuelle Preislisten Großhandel, Ist-Verbrauch

Verpackung	Durchschnittspreis 0,45 €/Kiste
Absatz	5% der Marktleistung (angenommen)
Sonstige Direktkosten	0,25 €/m <sup>2</sup> (angenommen)
<b>Zurechenbare Arbeitskraftstunden</b>	
Saisonarbeitskräfte	6,00 €/Akh; Stundenverbrauch nach praxisüblichen Richtwerten

#### 4 Wirtschaftliche Bewertung des Anbaus von Gurken auf Substrat

##### 4.1 Anbaufolgen

Der Anbau von Gurken auf Substrat findet in Deutschland überwiegend in zwei Sätzen (Frühanbau, Sommeranbau) statt (Abbildung 4). In der Regel liegen die Pflanztermine des ersten Satzes zwischen der 3. und 6. KW. Die Kultur wird bis in den Juni geführt und zwischen der 23. und 26. KW wird der 2. Satz gepflanzt. Der 2. Satz steht dann bis in den Spätherbst hinein und wird je nach Gesundheitszustand der Bestände bzw. der Witterung und den aktuellen Marktpreisen meist Mitte/Ende Oktober beendet. Weil dieses Anbauverfahren aufgrund der vergleichsweise langen Standzeit der beiden Sätze am Ende des jeweiligen Satzes zu Qualitäts- und damit nicht selten zu Absatzproblemen führt, wurde in den letzten Jahren versucht, den Anbau in drei Sätzen in der Praxis einzuführen. Letzteres Anbauverfahren ist besonders in den Niederlanden weit verbreitet. Die kurze Dauer der einzelnen Sätze hilft vor allem über die bezeichneten Qualitätsprobleme hinweg. Der 1. Satz beginnt bereits Anfang Januar (1.-3. KW) (selten Ende Dezember) und endet meist Anfang Mai (18.-19. KW). Der 2. Satz wird dann bis Anfang August geführt (31.-32. KW). Mit der sich anschließenden dritten Pflanzung, die bis in den November hinein andauert wird das Anbauverfahren abgeschlossen. Das Anbauverfahren mit drei Sätzen konnte sich trotz der deutlich verbesserten Qualitäten bisher in Deutschland nicht durchsetzen. Zu hohe Aufwendungen an Energie, Arbeit, Pflanzmaterial sowie insgesamt zu schlechte Erzeugerpreise (Deckungsgleichheit mit den Hauptanfuhrern aus den Niederlanden; Überlappung mit spanischer Ware) bremsen bislang die breite Einführung.



**Abbildung 4: Typische Anbaufolgen von Gurken auf Substrat in Deutschland**

## 4.2 Ergebnisse zur Klimagegestaltung

Die richtige Klimagegestaltung im Gewächshaus hat entscheidenden Anteil an der Ertragsbildung von Gurken. Nur wenn alle Klimaparameter (Temperatur, Luftfeuchte, Einstrahlung, CO<sub>2</sub>-Gehalt) im optimalen Bereich liegen, ist mit Höchstertträgen zu rechnen. Die Klimaeinstellungen bestimmen letztlich aber auch den Verbrauch von Energie während der Kultur und beeinflussen damit wesentlich das wirtschaftliche Ergebnis.

Die in der Anlage 2 „Empfehlungen zur Klimaeinstellung von Gurken auf Substrat“ zusammengestellten Richtwerte leiten sich aus den Ergebnissen der Untersuchungen der Jahre 2003 bis 2005 ab. Die Angaben beziehen sich auf die klimatischen Bedingungen Sachsens. Sie können in Abhängigkeit von der Anbauregion und der kultivierten Sorte von den unten gemachten Vorgaben abweichen. Eine energieoptimierte Klimaführung, wie sie ANDREAS UND REINTGES (2004, 2005) für das Anbaugebiet am Niederrhein empfiehlt, kommt für das kontinental geprägte Klima Sachsens mit teils strengen Frösten im Januar/Februar nicht in Betracht. Die Vegetationsheizung muss unter unseren Bedingungen bei Einsatz des Energieschirms als „obere Rohrheizung“ umfunktioniert werden, um pflanzenschädliche Kaltlufteinbrüche aus dem Dachbereich, wie sie beim Öffnen des Energieschirms immer wieder auftreten, abzufangen. Demzufolge wird die Vegetationsheizung fest in einer Höhe von 2,50 m arretiert und entfällt damit vollständig als pflanzennahe Heizung und lässt sich nicht, wie bei ANDREAS beschrieben, für die energieoptimierte Steuerung einsetzen.

Bei der Klimasteuerung der Gurken kristallisierten sich im Wesentlichen drei Schwerpunkte heraus: Wärmebedarf und Temperatursteuerung, Luftfeuchtigkeit und CO<sub>2</sub>-Gehalt. Die Richtwerte zur Temperatursteuerung bei Gurken basieren auf den nach wie vor sehr hohen Temperaturansprüchen moderner Gurkensorten. Die Tagesmitteltemperaturen sollten zu Kulturbeginn (vegetative Phase) bei durchschnittlich 20 bis 21 °C liegen. Erst mit Beginn der generativen Entwicklungsphase ist ein schrittweises Absenken der Tagesmitteltemperaturen auf ca. 19 °C möglich. Die Nachttemperaturen dürfen dann langfristig nicht unter 18 °C fallen, weil die aktuellen Gurkensorten für den Substratanbau ansonsten mit Wachstumsstörungen sowie erheblichen Ertragseinbußen reagieren würden.

Die sehr hohe Empfindlichkeit der Sorten gegen eine zu hohe relative Luftfeuchte im Bestand erwies sich als weiteres wesentliches Problem. Durch den mittlerweile standardmäßigen Einsatz des Energieschirms muss besonders nachts in den Kulturen mit einer hohen relativen Luftfeuchte gerechnet werden. Nicht selten werden Werte deutlich über 85 % rF erreicht. Einhergehend damit steigt in den Beständen die Gefahr des Auftretens von Stängelbotrytis und Mycosphaerella stark an. Die Minimierung der mit diesen Krankheiten in Verbindung stehenden Pflanzenausfälle kann nur durch eine entsprechende Klimatisierung der Gewächshäuser erreicht werden. Deshalb sollte als erste Maßnahme der Energieschirm bei Außentemperaturen über 7 bis 8°C nicht mehr zum Einsatz kommen. Des Weiteren sollte die Luftfeuchtigkeit im Gewächshaus, unabhängig von der

Außenwitterung, durch „Entfeuchtungsprogramme“ unterhalb einer kritischen Grenze (tags: 78 % rF; nachts 82 % rF) gehalten werden. Diese Programme entfeuchten die Bestände, indem sie durch Lüften und Heizen (festgelegter Algorithmus) die überschüssige Feuchtigkeit aus dem Haus abführen. Durch diese Art der Klimaführung ist jedoch ein spürbar höherer Energieverbrauch im Gurkenanbau zu verzeichnen. Andererseits gelingt es dadurch, gesunde und leistungsfähige Bestände, die durch Höchstserträge überzeugen, zu erziehen.

Ein weiterer sehr kritischer Moment in der Strategie der Klimaführung bei Gurken ist der CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Gewächshausatmosphäre. Wissend, dass mit CO<sub>2</sub>-Gehalten von ca. 800 bis 1000 ppm Höchstserträge zu erzielen sind, muss der Anbauer genau beachten, welche Kosten die CO<sub>2</sub>-Anreicherung verursacht. Eine CO<sub>2</sub>-Begasung bis zum Optimalbereich wird meist nur bei geschlossener Lüftung angestrebt. Bei geöffneter Lüftung bleiben dagegen aus Kostengründen in der Regel die CO<sub>2</sub>-Werte im Bereich des Außenluftgehaltes (300 - 400 ppm), obwohl dadurch mit Ertragsreduzierungen gerechnet werden muss. Eine Anreicherung der Gewächshausatmosphäre auf den Optimalbereich bei geöffneter Lüftung ist nur dann ökonomisch sinnvoll, wenn die beim Verbrennen von Gas entstehende Wärme über einen Wärmespeicher später für die Heizung genutzt werden kann. Die Wärmespeicher fehlen jedoch bei den meisten deutschen Anbauern. Wird dann auf technisches CO<sub>2</sub> zur Begasung zurückgegriffen, sollte wegen der hohen Kosten für dieses Gas vorab eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt werden.

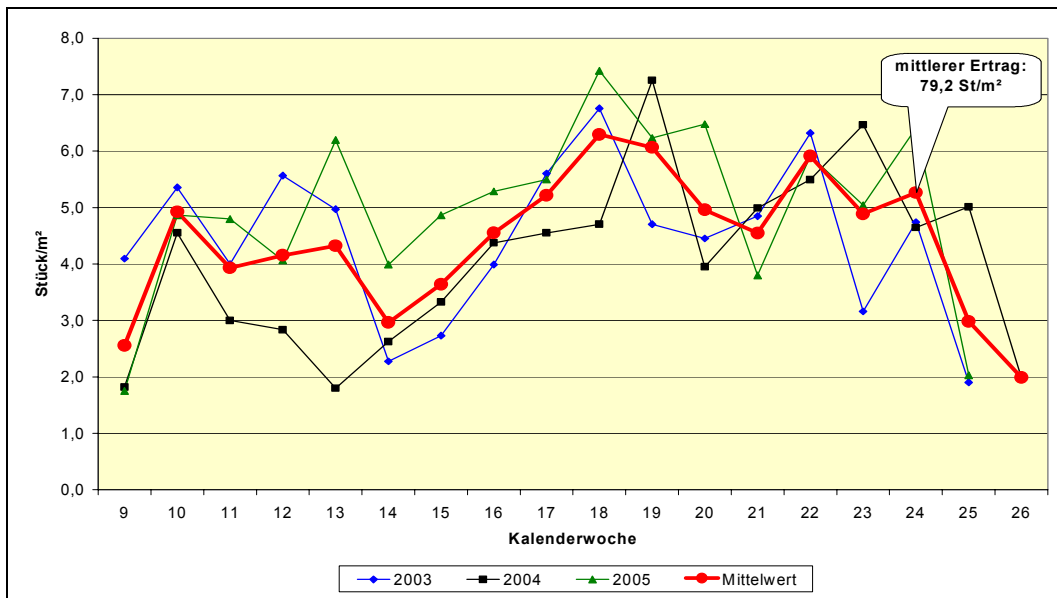
### **4.3 Ertragsergebnisse**

Zu der Anbaufolge zwei Sätze (Früh-/Sommeranbau) liegen dreijährige Ergebnisse vor. Der Gurkenanbau in drei Sätzen konnte nur im Jahre 2004 untersucht werden. Die Ernte der Gurken erfolgte wie regional üblich überwiegend in der Sortierung 400 - 500 g Früchte. Lediglich die Stammgurken wurden bereits ab einem Fruchtgewicht ab 350 g geerntet. Pro Woche erfolgten in der Regel sechs Erntedurchgänge (Montag bis Samstag).

#### **4.3.1 Anbau von Gurken in zwei Sätzen**

Die Ertragsverläufe für den Früh- und Sommeranbau sind in den Abbildungen 5 und 6 dargestellt. Im Frühanbau begann die Stammfruchternte Ende Februar in der 9. KW. Während dieser Zeit lagen die mittleren Erträge bei 4 bis 5 Gurken/m<sup>2</sup> und Woche. Der Übergang auf die Seitentriebgurken verlief im Frühjahr meist kontinuierlich, größere Ertragseinbrüche waren nicht festzustellen. Lediglich im Jahre 2004 lag im Zeitraum von März bis Mai der wöchentliche Ertrag aufgrund der geringen Einstrahlung in diesem Versuchsjahr (Abbildung 3) deutlich unter den Mittelwerten. Der durchschnittliche Wochenenertrag kann im Frühanbau (März – Juni) im Mittel der Jahre mit 4,5 Gurken/m<sup>2</sup> beziffert werden. Im Mai/Juni erzielten die Gurken bei hoher Einstrahlung höhere Wochenenerträge. Die Spitzenergebnisse erreichten 7,5 Gurken/m<sup>2</sup>. Der Durchschnittswert in dieser Ernteperiode lag bei 5,5 Stück/m<sup>2</sup> und Woche. Der mittlere Gesamtertrag betrug im Frühanbau

rund 79 Gurken/m<sup>2</sup>. Im Jahre 2005 konnte mit der Sorte 'Bornand' der Höchstertrag von 83 Stück/m<sup>2</sup> erzielt werden. Vergleicht man dieses in einem relativ kleinen Versuchsgewächshaus erzielte Ergebnis mit Resultaten aus Praxisbetrieben, so kann von einem zufrieden stellenden Ertragsniveau in den Versuchen ausgegangen werden, d.h. die Versuchsergebnisse widerspiegeln den Stand des Gurkenanbaus auf Substrat in der Praxis recht gut.

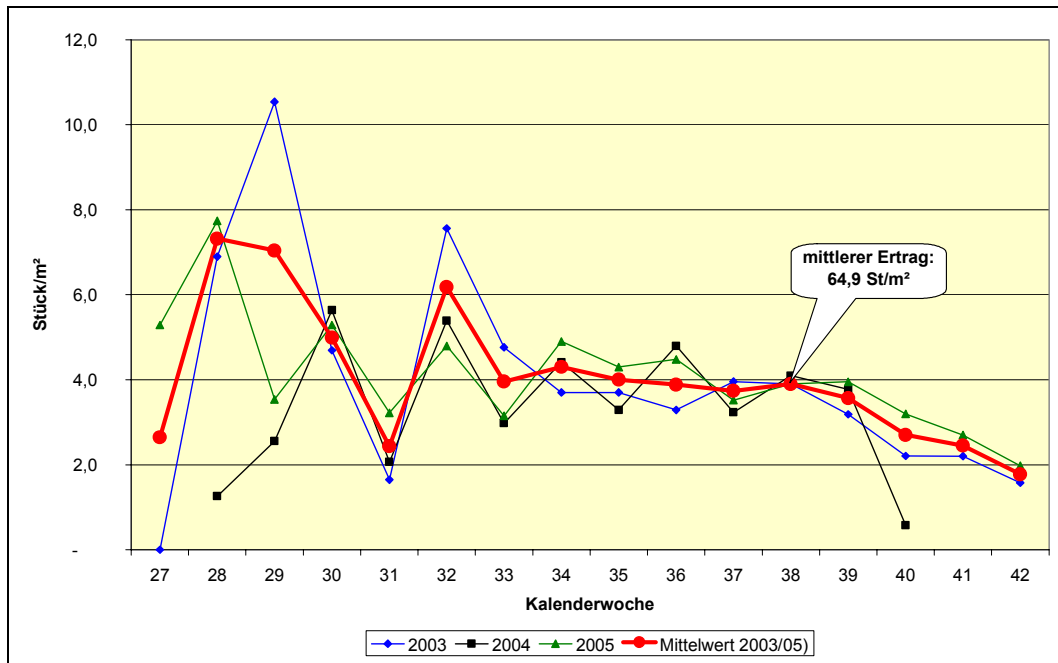


**Abbildung 5: Ertragsverlauf von Gurken im Frühanbau auf Substrat (zwei Sätze)**

Im Gegensatz zum Frühanbau war der Sommeranbau bei Gurken durch Krankheits- (Echter Mehltau) und Schädlingsbefall (Kalifornischer Blüenthrrips) sehr risikobehaftet. Dies zeigte sich besonders im Untersuchungsjahr 2004, wo durch einen sehr starken Thripsbefall ca. 25 Gurken/m<sup>2</sup> eingebüßt wurden. Das Thripsauftreten konnte weder durch chemische, noch durch biologische Pflanzenschutzmaßnahmen eingedämmt werden. Die Ergebnisse aus 2004 wurden dementsprechend für die Mittelwertbildung nicht verwendet.

Für den Sommeranbau war der hohe Frühertrag (Stammfruchternte) im Juli typisch, der mit durchschnittlich 6,4 Stück/m<sup>2</sup> beziffert werden kann. Danach brach der Ertrag beim Übergang auf die Seitentriebe häufig sehr stark ein (rund 2 Stück/m<sup>2</sup> und Woche). Im August konnten nochmals bis 6 Gurken/m<sup>2</sup> geerntet werden, dann war allerdings ein kontinuierliches Absinken der Wochenerträge auf 2 bis 3 Gurken/m<sup>2</sup> im September/Oktober festzustellen. Der Gesamtertrag der Sommerkultur von durchschnittlich 65 Stück/m<sup>2</sup> konnte nicht vollständig befriedigen. Die Ertragsverluste durch Thripsschäden und teilweise durch Echten Mehltau (trotz des Anbaus (teil)resistenter Sorten) waren insgesamt zu hoch. Bei einem optimalen Verlauf der Kultur sollten sicherlich Erträge im Bereich von bis zu 75 Gurken/m<sup>2</sup> auch im Sommer möglich sein.

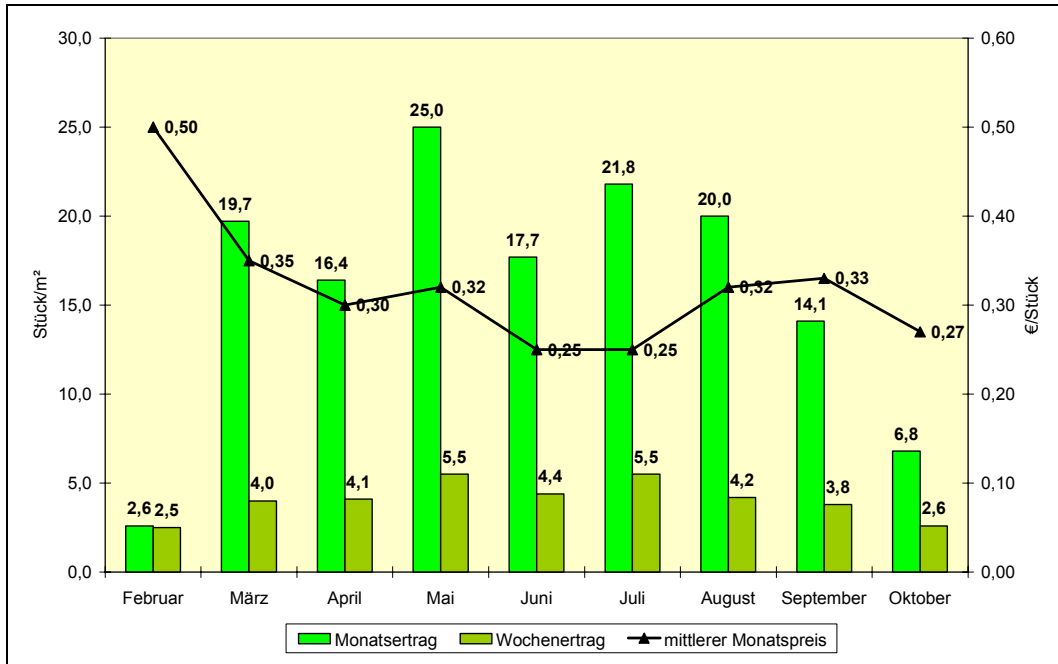




**Abbildung 6: Ertragsverlauf von Gurken im Sommeranbau auf Substrat (zwei Sätze)**

In der Abbildung 7 sind die durchschnittlichen wöchentlichen sowie die Monaterträge von Gurken bei zweimaliger Pflanzung im Vergleich zum mittleren monatlichen Preisverlauf (Anlage 5) dargestellt. Die höheren Erträge (19,7 Stück/m<sup>2</sup>) im März im Vergleich zum April (16,4 Stück/m<sup>2</sup>) resultieren aus der Stammfruchternte in diesem Monat. Weil besonders bei ungenügender Einstrahlung im April die Regeneration der Bestände mitunter nur zögerlich verläuft, kann es in diesem Monat immer wieder zu Ertragsdepressionen kommen. Die hohen Erträge im März fielen mit den meist noch guten Preisen (0,35 €/Stück) in diesem Monat zusammen. Die Höchsterträge im Frühanbau lagen immer im Mai (25 Stück/m<sup>2</sup>). Durch den Rückgang holländischer Importe in dieser Zeit stiegen die Marktpreise für Gurken an, so dass der Mai der vergleichsweise umsatzstärkste Monat war (rund 8,00 €/m<sup>2</sup>). Im August ließ sich in den untersuchten Jahren eine ähnliche Tendenz beobachten.

Die mittleren Wochenerträge bei Gurken auf Substrat können demnach von März bis Mitte September mit mindestens 4,0 Gurken/m<sup>2</sup> angesetzt werden. In den Sommermonaten pendelten die Durchschnittserträge zwischen 4,5 und 5,5 Stück/m<sup>2</sup>. In der Gesamtschau der Monaterträge erwiesen sich besonders der Mai, Juli und August als die Monate mit den höchsten Erträgen.

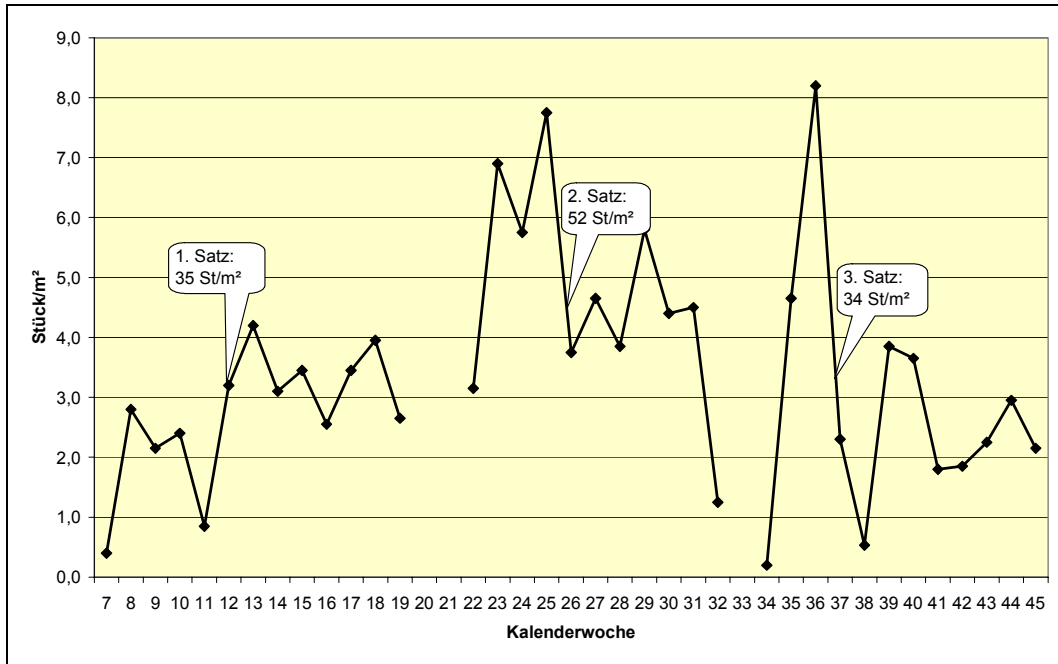


**Abbildung 7: Durchschnittlicher wöchentlicher/monatlicher Ertrags- und Preisverlauf von Gurken auf Substrat (zwei Sätze)**

#### 4.3.2 Anbau von Gurken in drei Sätzen

Der Anbau von Gurken in drei Sätzen wird in Deutschland immer wieder wegen der Qualitätsproblematik beim zweimaligen Pflanzen versucht, weil mit der dreimaligen Pflanzung ein höherer Anteil an Gurken der Klasse 1 erreicht werden kann.

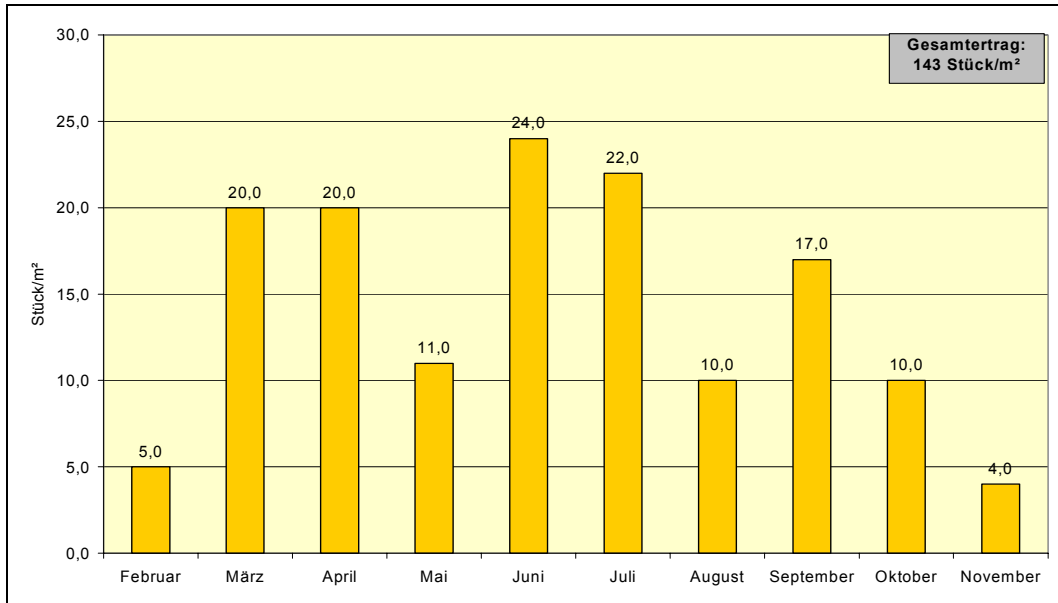
Der Ertragsverlauf von Gurken mit dreimaliger Pflanzung bezieht sich nur auf das Jahr 2004 (Abbildung 8). Weil im Jahre 2004 im zeitigen Frühjahr besonders schlechte Lichtverhältnisse herrschten, sind die Resultate des 1. Satzes nicht zu verallgemeinern. Durch die unzureichende Lichteinstrahlung ist in den Versuchen von einem Minderertrag von ca. 20 Gurken/m<sup>2</sup> auszugehen. Die Ertragsminderung war auf ein teilweises Abstoßen der Stammfrüchte, einen sehr zögerlichen Übergang auf die Ernte der Seitentriebfrüchte und auf eine sehr schlechte Regeneration der Bestände im April zurückzuführen. Der 2. Satz schöpfte sein Ertragspotenzial mit einem Ertrag von 52 Gurken/m<sup>2</sup> in etwa aus. Nach einer sehr guten Stammfruchternte waren die mittleren Erträge für die Monate Mai bis Juli mit 4 bis 6 Gurken/m<sup>2</sup> pro Woche akzeptabel. In der Herbstpflanzung fiel zunächst der mit ca. 8 Gurken/m<sup>2</sup> sehr hohe Wochenertrag in der 35. KW auf. Erwartungsgemäß gab es dann wegen der im September schon spürbar geringeren Einstrahlung ein „Loch“ (0,8 Stück/m<sup>2</sup> pro Woche) beim Übergang zu den Seitentriebgurken. Im weiteren Verlauf erholten sich die Wochenleistungen nicht mehr. Ende September wurde als Höchstwert ein Ertrag von lediglich 3,8 Gurken/m<sup>2</sup> pro Woche erzielt.



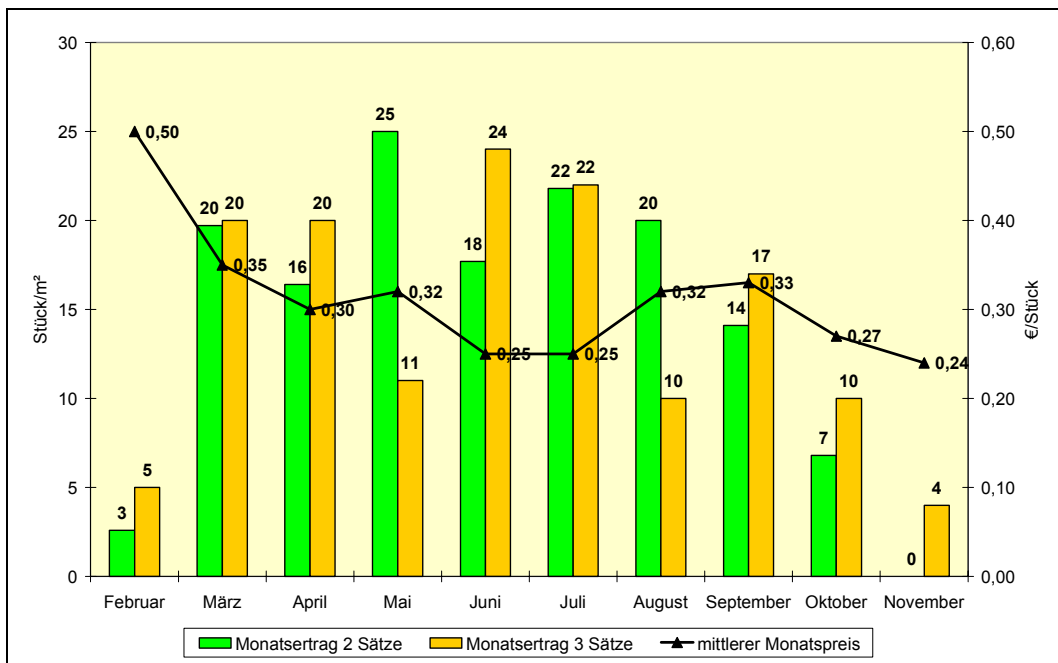
**Abbildung 8: Ertragsverlauf von Gurken auf Substrat (drei Sätze) im Jahre 2004**

Unter Beachtung dieser Ergebnisse wurde in Abbildung 9 deshalb der Ertragsverlauf von Gurken mit drei Pflanzterminen ohne die Versuchsfehler abgebildet. Wie die Abbildung vermittelt, ist demzufolge bei einer dreimaligen Pflanzung unter den Bedingungen Sachsens von einem Ertragsniveau ca. 140 bis 150 Stück/m<sup>2</sup> auszugehen. Das Ergebnis liegt damit im Ertragsbereich des Anbaus in zwei Sätzen.

Der Vergleich der Ertragsverläufe beider Anbauverfahren zeigt, dass bei einem fast übereinstimmenden Gesamtertrag das Aufkommen an Gurken über die Saison unterschiedlich verteilt war (Abbildung 10). Während die ersten Gurken der dreimaligen Pflanzung im Februar sehr gute Preise (0,50 €/m<sup>2</sup>) erzielen konnten, lag der Ertrag in diesem Zeitraum mit nur 5 Stück/m<sup>2</sup> im unteren Bereich. Die Erntemenge im Mai (11 Stück/m<sup>2</sup>) fiel im Vergleich zur zweimaligen Pflanzung (25 Stück/m<sup>2</sup>) sehr gering aus. In diesem Monat lagen die Preise mit durchschnittlich 0,32 €/Stück sehr hoch. Dadurch büßte das Verfahren mit drei Sätzen hier sehr viel Umsatz ein. Die gleiche Aussage traf auch auf den August zu. Die höheren Erträge in diesem Verfahren von September bis November mussten sich am Markt wieder den preiswerten (0,24 bis 0,27 €/Stück) Importgurken aus Spanien auseinandersetzen und waren dann meist nicht mehr gewinnbringend zu verkaufen.



**Abbildung 9: Theoretischer monatlicher Ertragsverlauf von Gurken auf Substrat (drei Sätze)**



**Abbildung 10: Vergleich der Ertrags- und Preisverläufe von Gurken bei zwei- und dreimaliger Pflanzung**

Diese Analyse unterstreicht, dass beide Anbauverfahren sich im Ertrag unter unseren Bedingungen in etwa auf dem gleichen Niveau befinden, dass das Marktaufkommen der dreimaligen Pflanzung jedoch in bestimmten Monaten der Preisbildung des Gurkenmarktes entgegenläuft. In Hochpreis-

zeiten für Gurken kommt aus diesem Verfahren zu wenig Produktion. Die in der Praxis deswegen eingeführten „Modifikationen“ bei den Pflanzterminen (z. B. Räumung der 1. Satzes bereits um den 20. April, mit dem Ziel, mehr Gurken im Mai zu ernten) schöpfen dann wiederum das Ertragspotenzial der einzelnen Sätze nicht vollständig aus und führten letztlich zu ökonomisch nicht vertretbaren Mindererträgen.

Aus der Sicht des Ertrags- und Erlösaufkommens sollte deshalb unter den Bedingungen Sachsens dem Anbau in zwei Sätzen der Vorrang eingeräumt werden. Die dreimalige Pflanzung bietet sich gegebenenfalls in Betrieben mit mehreren Gewächshauseinheiten an, wo es besonders aus arbeitsorganisatorischen Gründen oder wegen Lieferverpflichtungen gegenüber dem Handel von Vorteil sein kann, auf Teilflächen die Gurken in drei Sätzen anzubauen.

#### **4.4 Kosten und Leistungen**

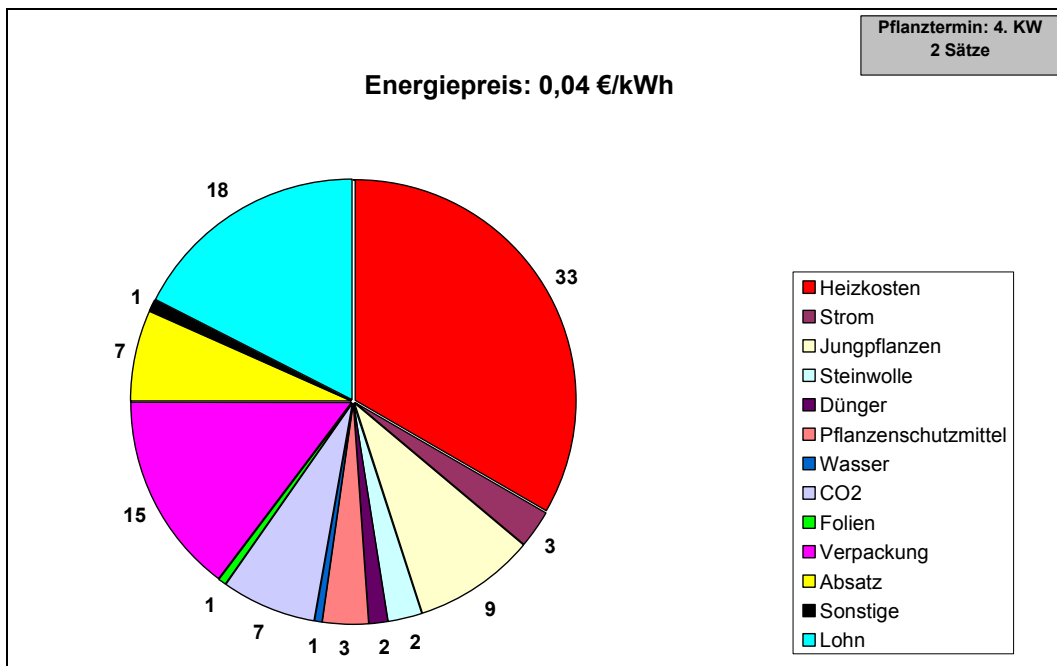
Die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit des Anbaus von Gurken auf Substrat soll auf der Basis des Vergleichs der Deckungsbeiträge der einzelnen Anbauverfahren vorgenommen werden. Nach der Analyse ihrer Kosten- und Leistungsstrukturen werden anhand der Deckungsbeiträge Möglichkeiten zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Gurkenanbaus auf Substrat aufgezeigt.

##### **4.4.1 Lohn- und Direktkosten**

Die Analyse der der Gurkenkultur zurechenbaren Lohn- und Direktkosten wird zunächst exemplarisch am Beispiel des Verfahrens Anbau in zwei Sätzen mit dem Pflanztermin in der 4. KW vorgestellt. Die unter Punkt 3.4 zusammengefassten Daten wurden im Rahmen der dreijährigen Untersuchungen erfasst und mit Hilfe des Excel-Kalkulationsprogramms verrechnet. In Anlage 3 „Kulturzeiten sowie Kosten-Leistungsrechnung von Gurken auf Substrat“ wird beispielhaft ein Datenblatt zur Kalkulation der Lohn- und Direktkosten von Gurken auf Substrat mit Pflanzung in der 4. KW bei einem Ertragsniveau von 145 Gurken/m<sup>2</sup> vorgestellt.

Die dem Anbauverfahren Gurke auf Substrat (Pflanztermin 4. KW) zuordenbaren Lohn- und Direktkosten sind prozentual in der Abbildung 11 abgebildet. Die Heizkosten dominieren mit einem Anteil von 33 % an den Lohn- und Direktkosten die Abbildung. Ihre Berechnung erfolgte auf der Basis des derzeit aktuellen Preises für Ergas H mit 0,04 €/kWh. Der Kalkulation liegt ein Gesamtverbrauch von rund 310 kWh/m<sup>2</sup> (3,1 Mio. kWh/ha) zugrunde. Neben den Heizkosten haben vor allem die Lohnkosten für Saisonarbeitskräfte (18 %), die Verpackungskosten (15 %) sowie die Aufwendungen für Jungpflanzen mit 9 % eine größere Bedeutung in der Gesamtschau der Kosten beim Gurkenanbau auf Substrat. Bei den zurechenbaren Saisonarbeitskräften wurde mit einem Stundenaufwand von 1,07 h/m<sup>2</sup> bei einem Lohnansatz von 6,00 €/Akh kalkuliert. Der Arbeitszeitaufwand wurde entsprechend den Zeitvorgaben in Anlage 4 „Technologien von Gurken auf Substrat“ ermittelt.

Die Verpackungskosten beziehen sich ausschließlich auf den Absatz in Europool-Klappkisten (12 Gurken/Kiste), die mit einer Umlaufgebühr von 0,45 €/Kiste veranschlagt wurden. Die Jungpflanzenpreise von ca. 1,20 €/Pflanze für Ende Januar und 1,05 €/Pflanze im Juni entsprechen den durchschnittlichen Marktpreisen für Großabnehmer. Aus den übrigen Kostenpositionen (< 10 %) ragen mit 7 % die Kosten (2,40 €/m<sup>2</sup>) für CO<sub>2</sub> heraus. Anzumerken ist, dass besonders die CO<sub>2</sub>-Kosten in Abhängigkeit von der Art der Zudosierung sehr stark von den angeführten Werten abweichen können. In unserer Kalkulation gehen wir von der Verwendung von Kesselabgasen aus und haben den Verbrauch mit 20 % des Heizmaterialverbrauchs geschätzt. In Verbindung mit einem Wärmespeicher ist dies sicher die ökonomisch günstigste Variante der CO<sub>2</sub>-Begasung. Der Einsatz von technischem CO<sub>2</sub> dürfte mit Sicherheit viel teurer ausfallen. In unserer Versuchsanlage beliefen sich die durchschnittlichen Kosten auf rund 4,30 €/m<sup>2</sup> (1 kg CO<sub>2</sub> = 0,17 €; Sollwert bei offener Lüftung 400 ppm; bei geschlossener Lüftung mit Gasbrenner CO<sub>2</sub> erzeugt). Die Absatzkosten wurden mit 5 % der Erlöse angenommen. Sie können im Einzelfall je nach Absatzschiene im Betrieb von 3 bis 10 - 17 % variieren. Die Kosten für Dünge- und Pflanzenschutzmittel, Substrat, Wasser, Folien sowie Kleinmaterial lagen lediglich im Bereich von 3 % und darunter.

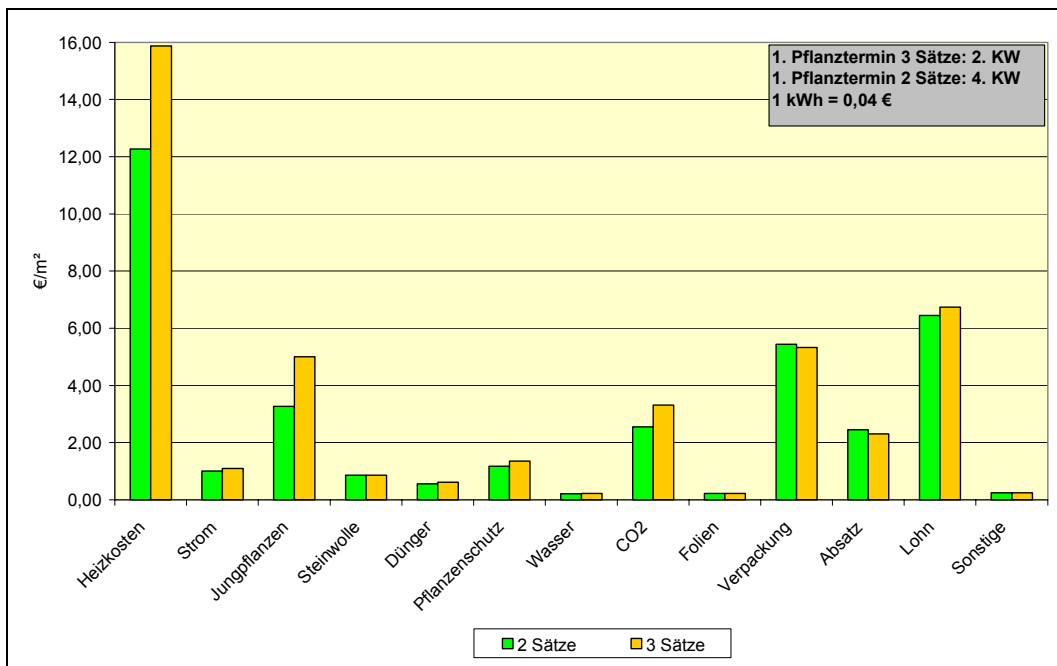


**Abbildung 11: Prozentualer Anteil der Lohn- und Direktkosten bei Gurken**

In Abbildung 12 sind die Lohn- und sonstigen Direktkosten von Gurken auf Substrat in Abhängigkeit vom Anbauverfahren (zwei oder drei Sätze) gegenübergestellt. Aus der Abbildung geht hervor, dass die Lohn- und Direktkosten beim Anbau in drei Sätzen mit 43,15 €/m<sup>2</sup> eindeutig über denen des Anbaus in zwei Sätzen (36,70 €/m<sup>2</sup>) liegen. Einen entscheidenden Anteil an den Unterschieden in den Kosten haben natürlich die Heizkosten, die auf der Basis eines angenommenen Energiepreises für Erdgas H von 0,04 €/kWh bestimmt wurden. Beim Anbauverfahren mit zwei Sätzen

betragen sie ca. 12,3 €/m<sup>2</sup> und beim dreimaligen Pflanzen 15,90 €/m<sup>2</sup>. Die Differenz von 3,60 €/m<sup>2</sup> begründet sich in erster Linie aus dem früheren Pflanztermin im Januar, der verlängerten Kulturführung im Oktober/November sowie den Mehraufwendungen bei der zusätzlichen Pflanzung im August. In den übrigen Kostenpositionen unterscheiden sich die beiden Verfahren vor allem in den Aufwendungen für Jungpflanzen, CO<sub>2</sub> sowie beim Lohn für die anrechenbaren Saisonarbeitskräfte.

Die Differenzen in den Jungpflanzenkosten resultieren einerseits aus den höheren Jungpflanzenkosten Anfang Januar im Vergleich zu Ende Januar sowie aus dem 3. Pflanztermin im August ab. Die höheren Kosten für CO<sub>2</sub> ergeben sich aus der längeren Standzeit der Gurken und sind in unserem Beispiel an die Berechnungsvorschrift (20 % der Heizkosten) gebunden. Die Mehrkosten bei den zurechenbaren Saisonarbeitskräften ergeben sich aus dem höheren Stundenaufwand infolge der zusätzlichen Pflanzung, der damit verbundenen Räumung sowie dem Aufleiten der 3. Pflanzung der Bestände. Die übrigen Kostenpositionen sind wie beim einmaligen Einsatz von Substrat (Steinwolle) oder Folien entweder deckungsgleich oder unterscheiden sich bei Strom, Dünger, Wasser oder Pflanzenschutzmittel (chemisch und biologisch) nur unwesentlich.



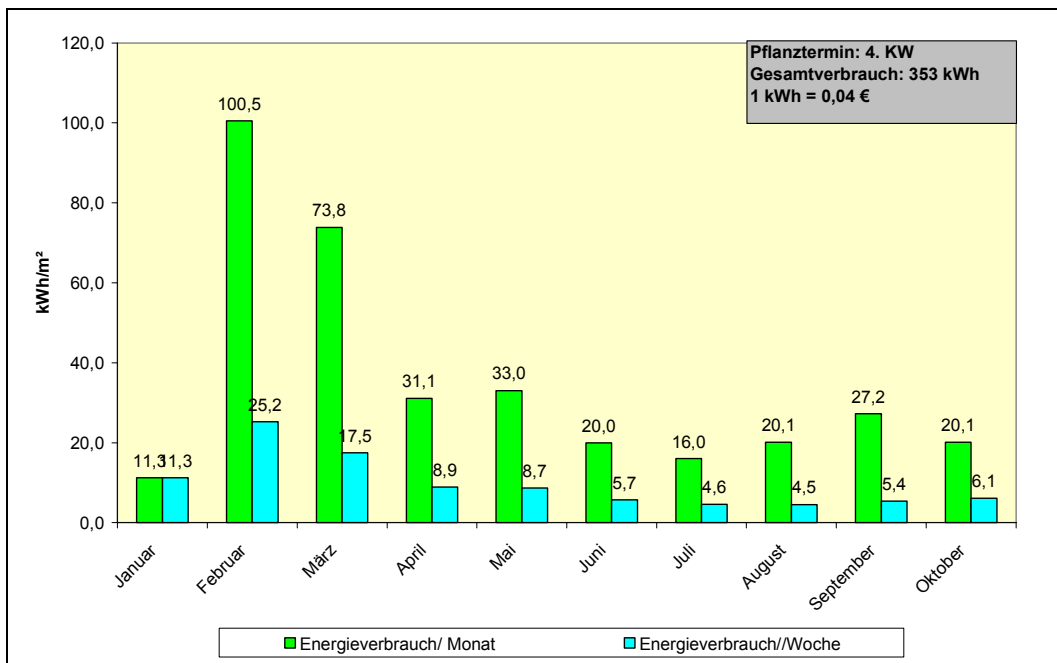
**Abbildung 12: Direktkosten von Gurken auf Substrat in Abhängigkeit von der Anbauform**

In der Summe aller Direktkosten liegt das Anbauverfahren mit drei Sätzen/Jahr demnach rund 6,30 €/m<sup>2</sup> über dem Verfahren mit nur zwei Sätzen/Jahr, wobei mehr als die Hälfte der direkten Mehraufwendungen auf den Mehrkosten für Energie basiert.

### Heizkostenanalyse

Aufgrund der enormen Bedeutung der Heizkosten für den Substratanbau sollen im Folgenden noch detaillierte Betrachtungen zum Verbrauch von Heizmaterial beim Gurkenanbau auf Substrat vorgestellt werden. Die in den Abbildungen 13 und 14 aufgeführten Ergebnisse basieren auf den Erhebungen in den Versuchsjahren 2003 bis 2005 beim Anbau von Gurken in zwei Sätzen in Dresden-Pillnitz. Der Gesamtverbrauch mit 353 kWh/m<sup>2</sup> lag in den Versuchen geringfügig über den mit den Excel-Kalkulationsprogramm (s. Anlage 3) berechneten Werten.

In Abbildung 13 wird zunächst der monatliche Energieverbrauch dargestellt. Die vergleichsweise geringen Werte im Januar resultieren aus dem Pflanzterminen Ende Januar beim Anbau in zwei Sätzen. Wie nicht anders zu erwarten, lagen die höchsten Verbrauchswerte im Februar und März. Mit einem Verbrauch von rund 100 kWh/m<sup>2</sup> im Februar wurde in diesem Monat fast ein Viertel der über die gesamte Kulturdauer aufgewendeten Energiemenge verbraucht. Bezieht man noch die Monate Januar und März in die Summe ein, so kommt man zum Ergebnis, dass von Ende Januar bis Ende März rund 50 % der notwendigen Gesamtenergiemenge beim Gurkenanbau verbraucht wurden. Pro Woche schwankte der Energieeinsatz in diesem Zeitraum zwischen 17 und 25 kWh/m<sup>2</sup>. Im April und Mai sanken die Energieaufwendungen merklich ab (ca. 9 kWh/m<sup>2</sup>) und stabilisierten sich von Juni bis September bei 4 bis maximal 6 kWh/m<sup>2</sup> und Woche. In den Sommermonaten (Juni bis August) wurden demzufolge nur 15 % des Gesamtenergieverbrauchs aufgewendet. Ab September stieg erwartungsgemäß der Verbrauch wieder leicht an. Die recht niedrigen Werte im Oktober ergaben sich aus der durchschnittlich nur halben Belegungszeit des Gewächshauses in diesen Monat, weil die Kulturen ca. am 15. Oktober beendet wurden.

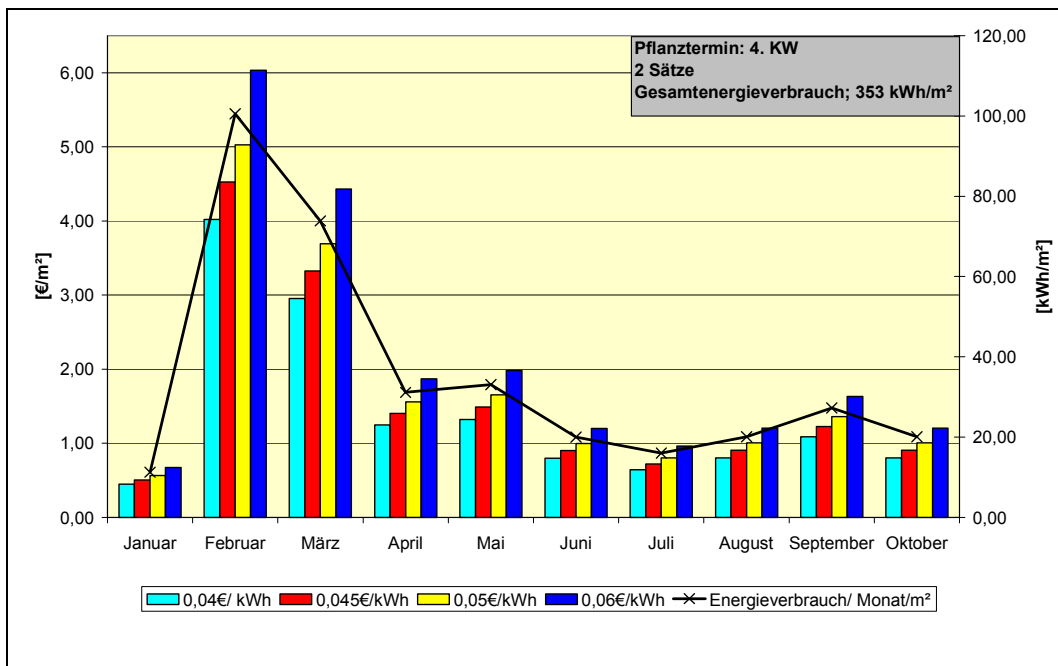


**Abbildung 13: Durchschnittlicher Energieverbrauch von Gurken auf Substrat**



Die Abbildung 14 vermittelt einen genauen Eindruck vom monatlichen finanziellen Aufwand für Heizkosten, mit denen beim Anbau von Gurken zu rechnen ist. Bei den momentanen Preisen von 0,04 bis 0,045 €/kWh betragen die Heizkosten z.B. im Februar zwischen 4,00 und 4,50 €/m<sup>2</sup>. Sie sinken im März auf rund 3,00 €/m<sup>2</sup> und pegeln sich von Juni bis September bei rund 1,00 €/m<sup>2</sup> ein. Bei weiteren Steigerungen der Energiekosten bis auf 0,05 oder gar 0,06 €/kWh würden sich die Heizkosten allein im Februar auf bis zu 6,00 €/m<sup>2</sup> steigern. Bei 0,06 €/m<sup>2</sup> lägen dann die Kosten für Energie im März mit 5,50 €/m<sup>2</sup> noch weit über den heutigen Ausgaben im Februar.

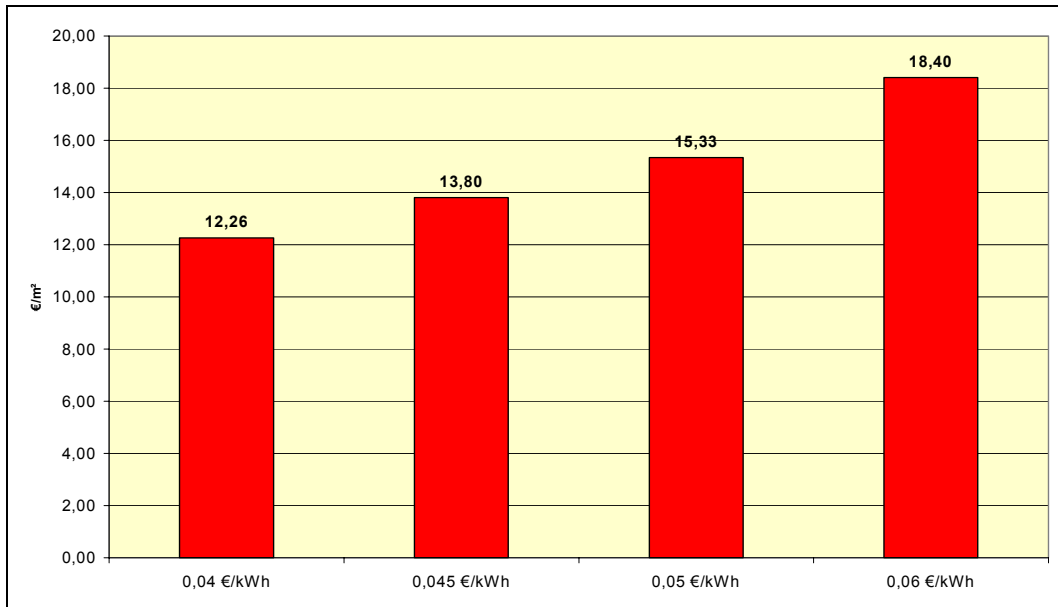
Bemerkenswert ist, dass die Steigerung der Heizkosten pro m<sup>2</sup> in Abhängigkeit vom Energiepreis im Laufe des Jahres immer geringer wird. Führt eine Kostenerhöhung für Heizenergie um 0,01 €/kWh im Februar/März noch zu einer durchschnittlichen Kostensteigerung im Bereich von 1,00 €/m<sup>2</sup> pro Monat, so liegt in den Sommermonaten der gleiche Betrag nur noch bei 0,20 €/m<sup>2</sup>. Es ist also wenig sinnvoll, bei steigenden Energiepreisen in den Sommermonaten an Heizung zu sparen. Durch eine eventuelle Verschiebung des Pflanztermins im Januar/Februar können viel effektiver Heizkosten eingespart werden.



**Abbildung 14: Heizkosten pro Monat und Energieverbrauch von Gurken auf Substrat in Abhängigkeit vom Energiepreis**

Über die Gesamtheizkosten bei Gurken auf Substrat informiert Abbildung 15. Die dargestellten Kosten wurden ebenfalls mit Hilfe des Excel-Kalkulationsprogramms (Anlage 3) ermittelt. Betragen die Gesamtheizkosten bei Gurken bei einem Energiepreis von 0,04 €/kWh noch 12,26 €/m<sup>2</sup>, so muss bei 0,05 €/kWh bereits mit Ausgaben für Energie von 15,33 €/m<sup>2</sup> gerechnet werden. Eine Erhöhung des Energiepreises um 0,01 €/kWh bedeutet demnach bei Gurken auf Substrat (zwei

Sätze) eine Steigerung der Heizkosten rund 3,00 €/m<sup>2</sup> (30.000 €/ha). Die Ausgaben würden sich auf 15,33 €/m<sup>2</sup> bei 0,05 bzw. 18,40 €/m<sup>2</sup> bei 0,06 €/kWh erhöhen. Obwohl diese Energiepreise zum heutigen Tag noch nicht aktuell sind, sollte man sich als Anbauer über diese möglichen Kostensteigerungen im Klaren sein, um rechtzeitig reagieren zu können. Es sei an dieser Stelle daran erinnert, dass noch Ende 2004 der Preis für Heizenergie bei 0,03 €/kWh lag.

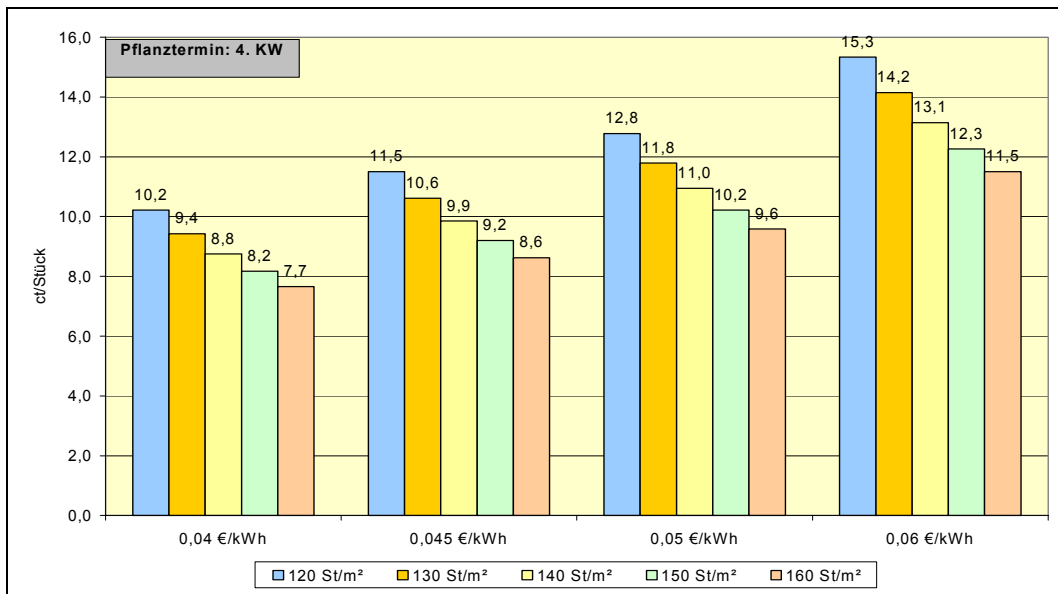


**Abbildung 15: Heizkosten von Gurken auf Substrat in Abhängigkeit vom Energiepreis (Pflanzung 4. KW; zwei Sätze)**

Neben den Gesamtheizkosten sind die Heizkosten pro Stück (Gurke) ebenfalls von Interesse, weil sich hier einerseits die Belastungen der Gurken durch die Energiekosten direkt nachvollziehen lassen, andererseits aber auch abgeleitet werden kann, inwiefern durch mögliche Ertragssteigerungen die spezifischen Aufwendungen für Heizkosten pro Gurke gesenkt werden können. In Abbildung 16 wird der Anteil der Heizkosten am fertigen Endprodukt in Abhängigkeit von den Energiekosten für unterschiedliche Ertragsniveaus dargestellt. Aus ihr ist zu erkennen, dass sich mit dem Ansteigen der Energiekosten um 0,01 €/kWh der Heizkostenanteil an den Stückkosten um rund 2,00 ct/Gurke erhöht. Steigt der Energiepreis z.B. von 0,04 €/kWh auf 0,05 €/kWh, so nimmt der Anteil der Heizkosten am fertigen Produkt von 8,80 ct/Stück bei einem Ertrag von 140 Gurken/m<sup>2</sup> auf 11,00 ct/Stück zu.

Durch Ertragssteigerungen ist es prinzipiell möglich, den Anteil der Heizkosten an den Stückkosten zu senken. Wie aus Abbildung 16 zu entnehmen ist, führt eine Ertragssteigerung von 120 Stück/m<sup>2</sup> auf z.B. 140 Gurken/m<sup>2</sup> bei Energiekosten von 0,04 €/kWh zu einer anteiligen Kostenentlastung der Gurken um 1,40 ct/Stück (von 10,20 ct/Gurke auf 8,80 ct/Gurke).

Das bedeutet, dass durch eine Ertragssteigerung um 10 Gurken/m<sup>2</sup> der Heizkostenanteil an den Stückkosten um durchschnittlich 7 bis 8 % gemindert wird.



**Abbildung 16: Einfluss des Ertrages und der Energiepreise auf den Anteil der Heizkosten am Endprodukt**

#### 4.4.2 Leistungen

Die Leistungen von Gurken auf Substrat wurden auf der Basis der monatlichen Durchschnittspreise für 400 - 500 g Gurken der Klasse 1 (Quelle: ZMP-Bilanz Gemüse) der letzten fünf Jahre kalkuliert (Anlage 5). Die mittleren Leistungen von Gurken verschiedener Anbauverfahren auf Substrat sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

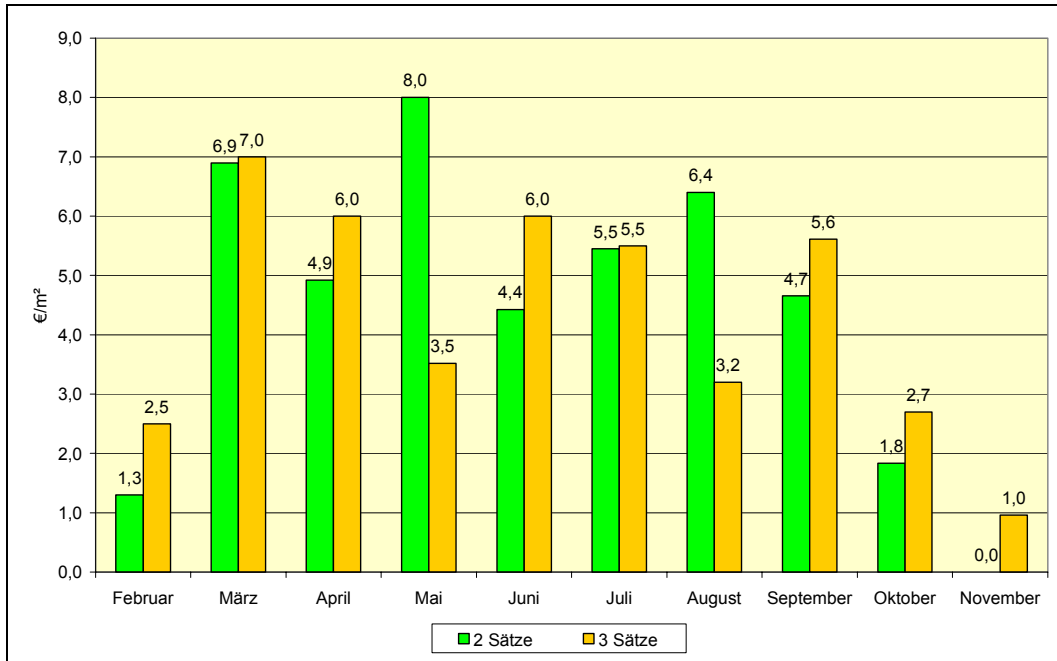
**Tabelle 3: Mittlere Leistungen von Gurken auf Substrat**

<b>Pflanzwoche</b>	<b>Ertragsleistungen Klasse 1/ 400-500 g [Stück/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Mittlerer Ertrag Klasse 1/ 400-500 g [Stück/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Erlös (inkl. Klasse 2) [€/m<sup>2</sup>]</b>
<b>3 Sätze</b>			
<b>1. KW</b>	125-165	145	46,63
<b>2. KW</b>	122-162	142	45,55
<b>3. KW</b>	120-160	140	44,92
<b>2 Sätze</b>			
<b>4. KW</b>	125-165	145	49,13
<b>5. KW</b>	122-162	142	46,19
<b>6. KW</b>	117-157	137	43,69
<b>7. KW</b>	114-154	134	41,80
<b>8. KW</b>	110-150	130	40,06
<b>9. KW</b>	106-146	126	39,08

Neben den Gurken der Klasse 1 wurden ebenfalls die Früchte der Klasse 2 (krumme Gurken) berücksichtigt. Hier wurde von einem Anteil von durchschnittlich 7 % der Klasse 1 ausgegangen. Als regionaler Durchschnittspreis wurden 0,40 €/kg für die Ware der Klasse 2 angesetzt.

Die höchsten Durchschnittserlöse mit 49,10 €/m<sup>2</sup> erreichte demnach der Anbau mit Pflanztermin in der 4. KW. Dass hier die Erlöse höher lagen als z.B. bei einem Pflanztermin in der 1. KW, lässt sich über den Vergleich der Ertragsverläufe beider Anbauverfahren erklären (s. 4.3). Während bei Pflanzung in der 4. KW Perioden mit hohen Wochenenerträgen mit sehr guten Preisen regelmäßig übereinstimmten, verzeichnete das Verfahren mit Pflanzung in der 1. KW zum Zeitpunkt hoher Gurkenpreise (z.B. im Mai oder August) meist zu geringe Erträge. Der Unterschied in den Erlösen kann so trotz des gleichen Ertragsniveaus bis zu 3,00 €/m<sup>2</sup> betragen.

Neben den Gesamtleistungen der Verfahren soll noch ein Überblick über Einnahmen aus dem Gurkenanbau über das Anbaujahr vermittelt werden. In Abbildung 17 sind die mittleren monatlichen Umsätze (ohne Klasse 2) für die Verfahren mit zwei und drei Sätzen vorgestellt. Aus der Abbildung geht hervor, dass das Verfahren mit zwei Sätzen in den Monaten März, Mai und August die höchsten Einnahmen realisiert. Hohe Erträge stimmen hier mit guten Marktpreisen überein. Während beide Anbausysteme sich im März in etwa auf gleicher Höhe befinden, ist der Anbau in zwei Sätzen besonders im Mai und August klar im Vorteil (zusammen plus 7,70 €/m<sup>2</sup>). Das Verfahren mit drei Sätzen erzielt seine höchsten Umsätze dagegen in den Monaten mit geringeren Preisen (Juni, Juli, September) und bleibt damit in der Gesamtschau zurück.



**Abbildung 17: Monatlicher Umsatz von Gurken auf Substrat in Abhängigkeit vom Anbauverfahren**

#### 4.4.3 Deckungsbeiträge

Die Deckungsbeiträge gelten als Maß der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit einzelner Kulturen bzw. verschiedener Anbauverfahren. Der Deckungsbeitrag wird als direktkostenfreie Leistung (Erlös minus Direktkosten) abzüglich der zurechenbaren Lohnkosten für Saisonarbeitskräfte verstanden. Er gibt die Möglichkeit, verschiedene Anbauverfahren von Gurken auf Substrat hinsichtlich ihrer Vorzüglichkeit gegenüberstellend zu bewerten. Anhand der Kalkulation verschiedener Szenarien (Differenzierungen bei Erlösen und Kosten) können Wege und Lösungen zur Verbesserung des wirtschaftlichen Ergebnisses herausgearbeitet werden.

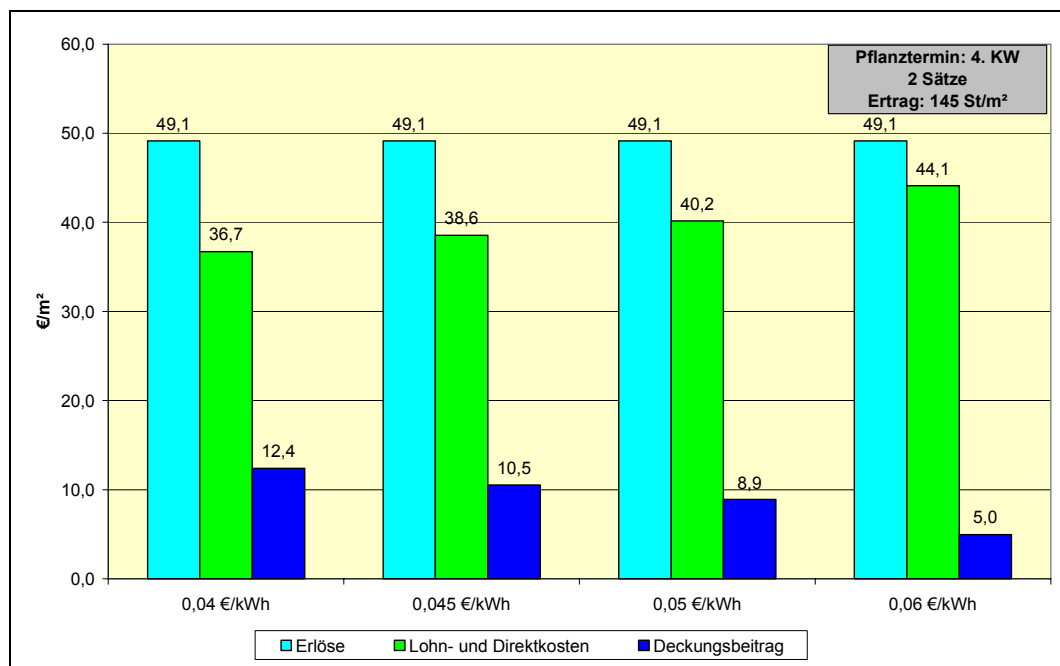
Für die Berechnung der Deckungsbeiträge wurde das in den Anlagen 1, 4 und 5 vorgestellte Excel-Kalkulationsprogramm verwendet (s. 3.2), mit dessen Hilfe Simulationen verschiedener Deckungsbeiträge einzelner Anbauverfahren unter Modifizierung der Erträge und Leistungen, der Anbautermin sowie der Lohn- und Direktkosten (vornehmlich Energiekosten) gerechnet werden können.

In der Abbildung 18 ist zunächst der Deckungsbeitrag des Gurkenanbaus auf Substrat in zwei Sätzen in Abhängigkeit vom Energiepreis dargestellt. Für die Kalkulation wurde der Pflanztermin in der 4. KW mit einem Gesamtertrag von 145 Gurken/m<sup>2</sup> zugrunde gelegt. Der Energiepreis variiert in der Simulation im Bereich von 0,04 bis 0,045 €/kWh (zurzeit aktueller Preis für Erdgas H) über die möglichen zukünftigen Steigerungen in Höhe von 0,05 bis 0,06 €/kWh. Die Staffelung der Energiepreise wurde entsprechend dem gegenwärtigen Trend an den internationalen Energiemärkten

ausgewählt. Bedenkt man, dass 2003 (zu Beginn der Forschungsprojektes) der Preis für Heizenergie noch bei ca. 0,03 €/kWh lag, so muss wahrscheinlich in absehbarer Zeit mit den hier noch angenommenen Preissteigerungen gerechnet werden. Auf eine Darstellung der Resultate bei dem Ausgangspreis von 0,03 €/kWh wurde verzichtet, weil nach Expertenmeinung von einem Rückgang der Preise für Heizenergie mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht mehr auszugehen ist.

Die Erlöse in den vier kalkulierten Varianten liegen einheitlich bei 49,10 €/m<sup>2</sup> (Abbildung 18), weil unabhängig vom Energiepreis die Leistungen in dem untersuchten Anbauverfahren gleich bleiben. Bei den zuordenbaren Direktkosten sind dagegen mit zunehmendem Energiepreis deutliche Erhöhungen festzustellen. Mit einer Steigerung des Energiepreises um 0,01 €/kWh steigen die Direktkosten in diesem Verfahren um durchschnittlich 10 % oder rund 4,00 €/m<sup>2</sup>. Betrachtet man in diesem Zusammenhang die Aussagen aus Abbildung 15, so wird verdeutlicht, dass rund 75 % (3,00 €/m<sup>2</sup>) der Kostenerhöhung zu Lasten der Energiepreisverteuerung gehen. Dazu kommen noch die Energieanteile der Kostensteigerung, die ursächlich mit der CO<sub>2</sub>-Anreicherung im Gewächshaus verbunden sind. Parallel zur Kostensteigerung sinkt der Deckungsbeitrag von 12,40 €/m<sup>2</sup> bei 0,04 €/kWh auf nur noch 5,00 €/m<sup>2</sup> bei einem Energiepreis von 0,06 €/kWh.

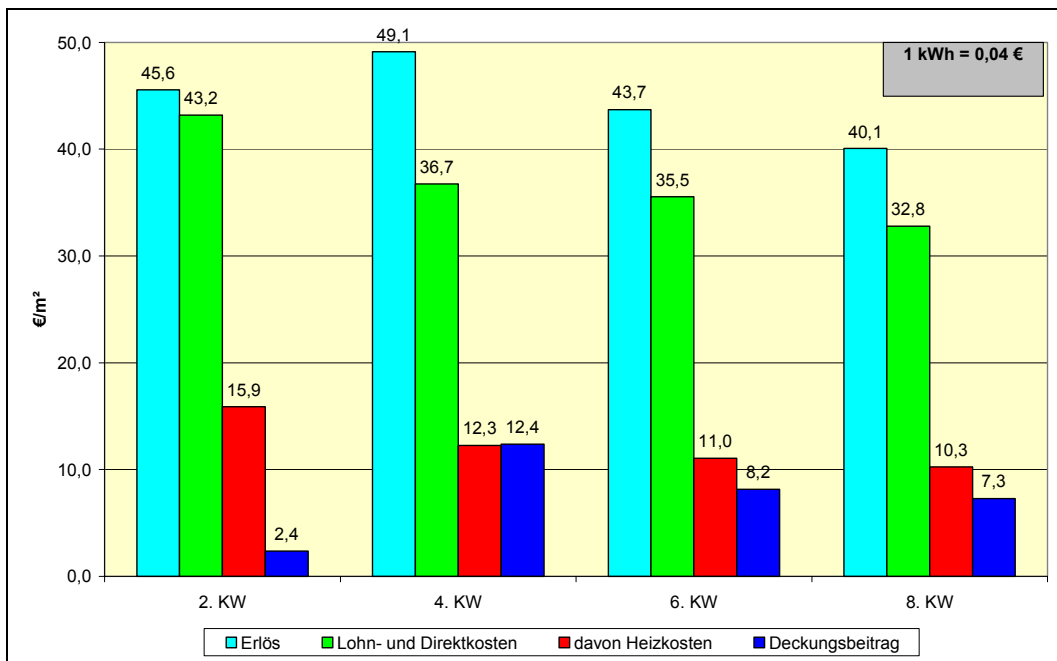
Mit anderen Worten, eine Steigerung des Energiepreises um 0,01 €/kWh führt beim Anbau von Gurken zu einer Minderung des Deckungsbeitrags um ca. 30 % oder rund 3,50 €/m<sup>2</sup> (35.000 €/ha).



**Abbildung 18: Deckungsbeitrag von Gurken auf Substrat in Abhängigkeit vom Energiepreis**

Nachdem der Einfluss der Höhe der Energiekosten auf den Deckungsbeitrag aufgezeigt wurde, gilt es zu überlegen, inwieweit die Auswirkungen der Energiepreiserhöhungen durch geeignete Anbaumaßnahmen gegebenenfalls abgefedert werden können. In diesem Zusammenhang muss geprüft werden, ob durch die Wahl des Anbauverfahrens (zwei oder drei Sätze) oder durch die Verschiebung des Pflanztermins der ersten Pflanzung im Januar/Februar ein besseres ökonomisches Ergebnis erzielt werden kann. In der Abbildung 19 wird dementsprechend zuerst das Anbauverfahren in zwei Sätzen mit dem in drei Sätzen verglichen. Dabei gelten die Pflanztermine in 4., 6., und 8. KW für den Anbau in zwei Sätzen und der frühe Pflanztermin in der 2. KW für das Verfahren mit drei Sätzen.

Die berechneten Deckungsbeiträge belegen, dass das Verfahren mit dreimaliger Pflanzung von Gurken auf Substrat im Vergleich zur zweimaligen Pflanzung ökonomisch eindeutig schlechter abschneidet. Vergleichsweise geringere Erlöse (s. 4.4.2) sowie höhere Kosten (Energie, Jungpflanzen, CO<sub>2</sub>, Arbeit) (s. 4.4.1) führen hier zu einem insgesamt sehr niedrigen Deckungsbeitrag (2,40 €/m<sup>2</sup>), d.h. die Aufwendungen für die Produktion von Gurken mit einem Pflanztermin Anfang Januar stehen in keinem Verhältnis zu dem zu erwarteten wirtschaftlichen Ergebnis. Der Gurkenanbau in drei Sätzen verliert unter unseren Bedingungen gegenüber der besten Variante (Pflanzung 4. KW) des Anbaus in zwei Sätzen bei dem angenommenen Energiepreis von 0,04 €/kWh rund 10,00 €/m<sup>2</sup> oder 100.000 €/ha. Verallgemeinert man dieses Ergebnis, so kommt man zu dem Schluss, dass unter den momentanen Rahmenbedingungen (Erlös-, Absatz- und Kostensituation) der Anbau von Gurken auf Substrat mit 3 Anbausätzen (Pflanztermine 1. bis 3. KW) in Sachsen unrentabel ist.



**Abbildung 19: Deckungsbeitrag von Gurken auf Substrat in Abhängigkeit vom Pflanztermin**

Von den drei untersuchten Pflanzterminen des Anbauverfahrens mit zwei Sätzen schneidet die Pflanzung in der 4. KW bei den vorgegebenen Energiepreisen am besten ab. Mit einer Pflanzung in der 4. KW lassen sich derzeit nicht nur die höchsten Erlöse erwirtschaften, hier stimmt in der Regel auch der Ertragsverlauf mit dem Preisverlauf an den Märkten sehr gut überein. Die Erlöse bei Pflanzterminen ab der 6. KW führen dagegen schon zu beachtlichen Ertrags- und damit verbundenen Erlöseinbußen. Die Anbaukosten sinken erwartungsgemäß mit jeder Woche späterer Pflanzung, weil sie in erster Linie an die Energiekosten gekoppelt sind. Die Einsparungen an Heizenergie (ca. 0,50 bis 0,65 €/m<sup>2</sup> und Woche) können bei den späteren Pflanzungen allerdings nicht die Defizite aus den geringeren Erlösen auffangen, sodass die Deckungsbeiträge kontinuierlich sinken. In dem kalkulierten Beispiel büßt man mit jeder Woche Anbauverschiebung im Zeitraum zwischen der 4. und 6. KW rund 2,00 €/m<sup>2</sup> im Deckungsbeitrag ein.

Weitere, hier nicht näher vorgestellte Berechnungen belegen, dass selbst bei einer Energiepreiserhöhung von 0,04 auf 0,06 €/kWh bei dem in Tabelle 3 vorgegebenen Ertragsniveau die Pflanztermine in der 4. und 5. KW immer noch die besten, wenn auch vergleichsweise nur noch insgesamt unbefriedigende, ökonomischen Resultate erbrachten.

Demzufolge ist unter den gegenwärtigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Pflanztermin in der 4. KW beim Anbauverfahren von Gurken auf Substrat in zwei Sätzen ökonomisch am günstigsten zu beurteilen.

Um das Problem einer zunehmend mangelnden Rentabilität des Gurkenanbaus bei ständig steigenden Energiepreisen zu lösen, bleibt letztlich nur der Ausweg, durch maximale Ertragssteigerung das Plus auf der Erlösseite zu steigern. In Tabelle 3 sind die Spannen derzeit realistischer Erträge bei Gurken vorgegeben. Ausgehend von den Erträgen in den Betrieben sind die Steigerungen für den Ertragsbereich von 130 bis 150 Stück/m<sup>2</sup> besonders interessant. In Abbildung 20 wird am Beispiel des Anbaus in zwei Sätzen (Pflanztermin 4. KW) aufgezeigt, inwiefern der Deckungsbeitrag bei Gurken durch eventuelle Ertragssteigerungen beeinflusst wird.

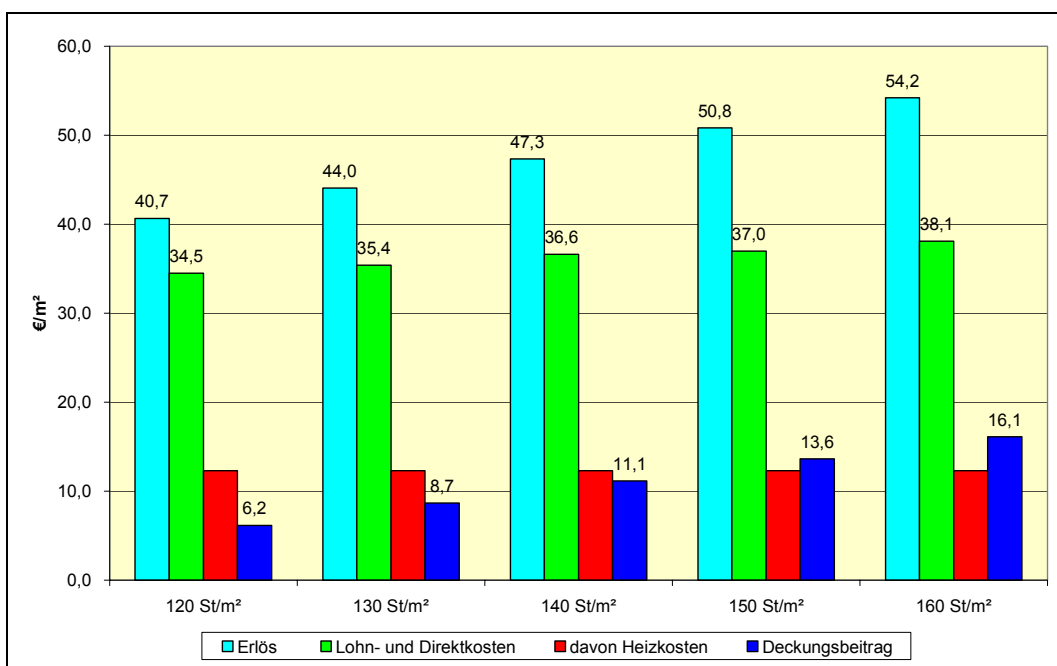
Die Abbildung 20 veranschaulicht, dass durch eine Steigerung des Flächenertrags von 120 auf 160 Gurken/m<sup>2</sup> die Erlöse von 40,70 € auf 54,20 €/m<sup>2</sup> steigen. Weil für die Erhöhung des Flächenertrags von einem konstanten Heizenergieverbrauch ausgegangen wird, ist das geringfügige Wachstum bei den Direktkosten primär durch den erhöhten Arbeitsaufwand bei der Ernte begründet. Die Ertragssteigerungen bei gleichbleibendem Energieeinsatz müssen in erster Linie durch eine optimierte Kulturführung erreicht werden. Ertragsverbesserungen können sich eventuell aus der Einführung moderner Anbausysteme, wie z.B. Gurken am hohen oder semi-hohen Draht ergeben.

Durch die prognostizierten Ertragserhöhungen verbessert sich der Deckungsbeitrag in dem skizzierten Fall (Abbildung 20) von 6,20 €/m<sup>2</sup> bei einem Ertrag von 120 Stück/m<sup>2</sup>, auf 16,10 €/m<sup>2</sup> beim



Höchstertrag von 160 Stück/m<sup>2</sup>. Bei einem Ertragsprung von 140 Stück/m<sup>2</sup> auf 150 Stück/m<sup>2</sup> könnte das Ergebnis um 2,50 €/m<sup>2</sup> verbessert werden. Beim Anbau von Gurken auf Substrat führt demnach eine Ertragssteigerung von 10 Gurken/m<sup>2</sup> zu einer durchschnittlichen Erhöhung des Deckungsbeitrags um 20 % oder zu einer Verbesserung des monetären Ergebnisses um rund 25.000 €/ha.

Die Abbildung 21 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die notwendigen Mindesterträge, die für eine rentable Produktion bei einem festgelegten Energiepreis notwendig sind. Die in der Abbildung aufgezeigten Werte dienen als Entscheidungshilfen für Substratanbauer von Gurken, um vor Kulturbeginn das wirtschaftliche Ergebnis des Anbaus abzuschätzen.

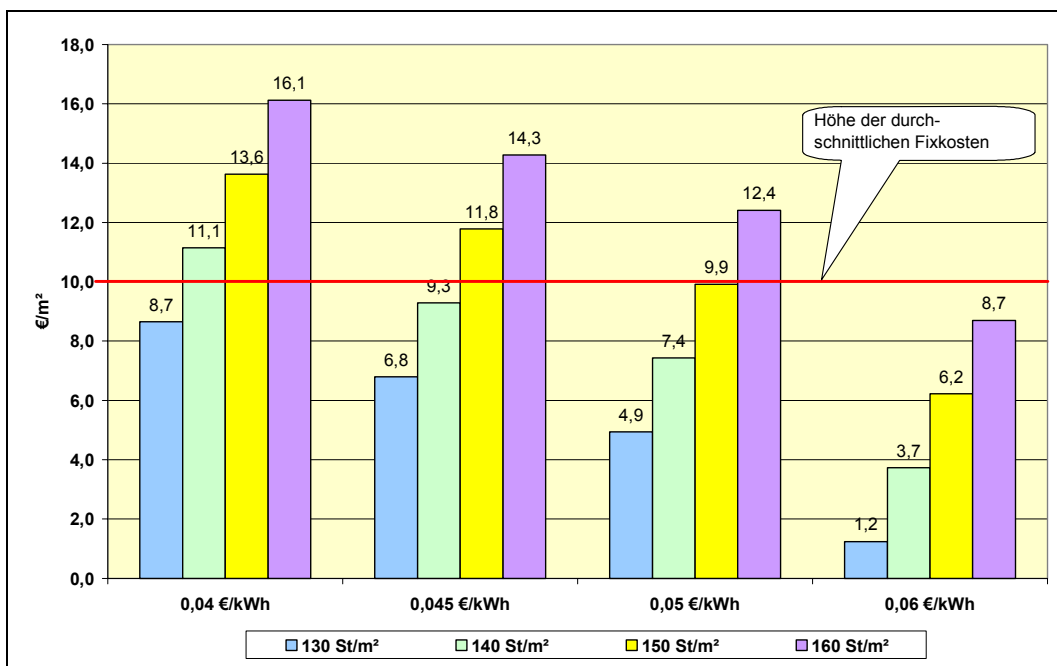


**Abbildung 20: Deckungsbeitrag von Gurken auf Substrat in Abhängigkeit vom Ertrag**

Für den Vergleich der Deckungsbeiträge wurde wiederum das in den vorherigen Ausführungen als das ökonomisch profitabelste Anbauverfahren mit zwei Sätzen und der Pflanzung in der 4. KW ausgewählt. Die in der Abbildung 21 aufgetragene rote Linie stellt die durchschnittliche Höhe der fixen Kosten (ca. 8,00 bis 10,00 €/m<sup>2</sup>, Wert geschätzt; ca. 25% der variablen Kosten) für einen Gurkenbetrieb dar. Demnach würden alle Deckungsbeiträge unterhalb der Fixkosten in einem „reinen Gurkenbetrieb“ (Gurkenanbau ist der einzige Produktionszweig im Betrieb) zu einem negativen Betriebsergebnis führen. Die Deckungsbeiträge oberhalb der Fixkosten bedeuten demgegenüber, dass das Betriebsergebnis bei den vorgegebenen Konstellationen positiv zu beurteilen ist.

Bei einem Energiepreis von 0,04 €/kWh würde demnach bereits ab einem Ertrag von 130 Stück/m<sup>2</sup> kein positives Ergebnis und erst ab 140 Gurken/m<sup>2</sup> ein minimaler Betriebsgewinn zu verzeichnen sein. Ab 150 Gurken/m<sup>2</sup> beträgt der Gewinn schon über 3,60 €/m<sup>2</sup>. Folgt man allerdings dem Trend der steigende Energiepreise, so verschiebt sich der Mindestertrag, der für ein positives wirtschaftliches Ergebnis notwendig ist, schrittweise von 150 Gurken/m<sup>2</sup> bei 0,045 €/kWh auf 160 Gurken/m<sup>2</sup> bei 0,05 €/kWh. Bei einem Energiepreis von 0,06 €/kWh müsste der Ertrag schon erheblich über 160 Gurken/m<sup>2</sup> liegen, um noch rentabel zu produzieren.

Legt man die derzeitigen Energiepreise (0,04 bis 0,045 €/kWh) zugrunde, so kann man feststellen, dass die Untergrenze des rentablen Gurkenanbaus auf Substrat mittlerweile bereits bei einem Ertrag von 150 Gurken/m<sup>2</sup> anzusetzen ist. Um diese Erträge zu erreichen, ist ein Höchstmaß an technischer Ausstattung der Gewächshäuser, ein hohes Fachwissen der Anbauer, eine fehlerfreie Kulturführung sowie ein weitestgehend geringes Auftreten von Schaderregern die Voraussetzung.



**Abbildung 21: Deckungsbeitrag von Gurken auf Substrat in Abhängigkeit vom Ertrag und Energiepreis (Pflanzung 4. KW; zwei Sätze)**

#### 4.5 Zusammenfassung

- Im Gurkenanbau auf Substrat werden unabhängig vom Anbauverfahren (zwei oder drei Sätze) sehr hohe Erträge erreicht. Das durchschnittliche Ertragsniveau liegt bei Pflanzterminen im Januar unabhängig vom Verfahren bei ca. 140 bis 145 Gurken/m<sup>2</sup> (Sortierung: 400 - 500 g). Die erarbeiteten Anbauempfehlungen sind für das Erreichen dieser Erträge die Grundvoraussetzung.

- Die Erlöse differieren in Abhängigkeit vom Anbauverfahren und erreichen im besten Fall bei einer Pflanzung in der 4. KW (zwei Sätze) fast 50,00 €/m<sup>2</sup>. Aufgrund der Harmonisierung der Ertrags- und Preisverläufe an den internationalen Märkten werden im Verfahren mit zwei Anbausätzen derzeit höhere Erlöse erzielt als beim Anbau in drei Sätzen.
- Die Kostenanalyse bei Gurken auf Substrat zeigt, dass bei dem momentanen Energiepreisniveau von 0,04 bis 0,045 €/kWh ca. 33 bis 35 % der Lohn- und Direktkosten auf Ausgaben für Heizenergie entfallen. Rund 50 % der Energiekosten fallen in den ersten drei Kulturmonaten (Januar, Februar, März) an.
- Die Entwicklung der Energiekosten beeinflusst damit entscheidend die Rentabilität des Gurkenanbaus auf Substrat. Eine Steigerung der Energiekosten um 0,01 €/kWh bedeutet für den Gurkenanbau eine zusätzliche finanzielle Belastung von ca. 30.000 €/ha.
- Der Heizkostenanteil am Endprodukt (Gurke) beträgt bei den gegenwärtigen Energiepreisen 8 bis 10 ct (in Abhängigkeit vom Ertrag). Jede weitere Steigerung des Energiepreises um 0,01 €/kWh würde den Anteil der Energiekosten am Endprodukt um 2,0 bis 2,5 ct erhöhen.
- Die Energiepreissteigerungen führen bei Gurken auf Substrat zu drastischen Einbrüchen in den Deckungsbeiträgen. Einer Erhöhung der Energiekosten um 0,01 €/kWh folgt eine Minderung des Deckungsbeitrages um ca. 30 % oder 35.000 €/ha.
- Besonders stark wirkt sich die Ergebnisverschlechterung beim Anbauverfahren mit drei Sätzen aus. Gegenüber dem Anbau in zwei Sätzen bleibt beim erstgenannten Verfahren unter den aktuellen Rahmenbedingungen der Deckungsbeitrag um fast 10,00 €/m<sup>2</sup> zurück. Der Anbau von Gurken in drei Sätzen ist demzufolge unter den gegebenen wirtschaftlichen Bedingungen nicht zu empfehlen.
- Der derzeit optimale Pflanztermin von Gurken auf Substrat liegt gegenwärtig beim Anbauverfahren in zwei Sätzen in der 4. bis 5. KW.
- Zur Verbesserung des wirtschaftlichen Ergebnisses muss es unter Ausnutzung aller Möglichkeiten zur Optimierung der Kulturführung gelingen, die Erträge im Gurkenanbau auf einem sehr hohen Niveau zu stabilisieren. Neben der Kulturführung können eventuell auch neue Anbausysteme (hoher Draht) eine Rolle spielen. Um bei den gegenwärtigen Preisen gewinnbringend Gurken auf Substrat anzubauen, ist ein Mindestertrag von 145 bis 150 Stück/m<sup>2</sup> (400-500 g) erforderlich. Durch Ertragssteigerungen um 10 Gurken/m<sup>2</sup> kann das wirtschaftliche Ergebnis um 20 % oder 25.000 €/ha verbessert werden.
- Das überarbeitete und aktualisierte Excel-Kalkulationsprogramm „Planungsprogramm zur Berechnung der Rentabilität von Gewächshausgemüse“ eröffnet die Möglichkeit, die wirtschaftlichen Resultate beim Gurkenanbau auf Substrat mit ausreichender Genauigkeit abzubilden. Das Programm kann damit als Entscheidungshilfe für die Anbauplanung herangezogen werden. Mit ihm können die ökonomischen Auswirkungen weiterer Energiepreissteigerungen auf das Ergebnis des Gurkenanbaus auf Substrat im Voraus berechnet werden. Damit dient das Programm als wichtige Entscheidungshilfe für Empfehlungen hin-

sichtlich der Verfahrensauswahl und der Termingestaltung beim Anbau von Gurken auf Substrat.

## **5 Wirtschaftliche Bewertung des Anbaus von Tomaten auf Substrat**

### **5.1 Anbaufolgen**

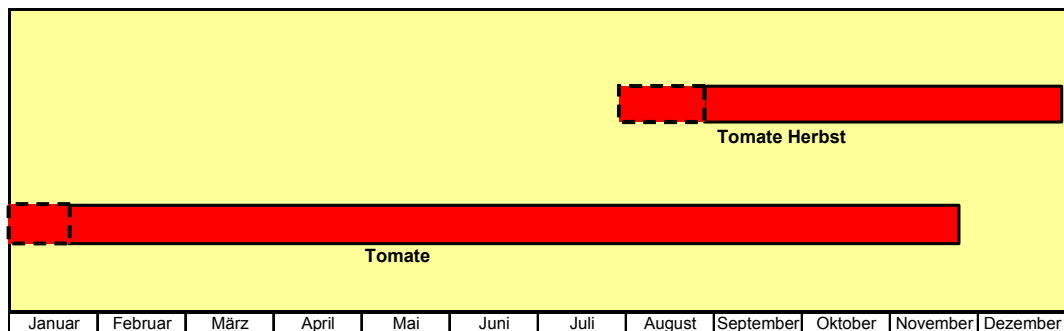
Der Anbau von Tomaten auf Substrat wird in Deutschland überwiegend als Ganzjahreskultur betrieben (Abbildung 22). Die Pflanzung erfolgt je nach Region im Zeitraum zwischen Ende Dezember/Anfang Januar bis Ende Januar. In Sachsen sind zurzeit Pflanztermine zwischen der 2. und 4. KW am stärksten verbreitet. Eine zwischenzeitliche Neupflanzung im Sommer, wie bei der Gurke beschrieben, findet bei Tomaten nicht statt, weil die praktizierten Anbausysteme am hohen Draht die ganzjährige Tomatenkultur ohne Kulturwechsel erlauben. Der Anbau wird in der Regel bis Ende Oktober/ Anfang November geführt, d.h. die Stutztermine liegen meist in der ersten Septemberdekade. In Deutschland zeichnet sich entsprechend den Entwicklungen an den internationalen Märkten eine schrittweise Umstellung von runden, losen Tomaten auf Strauch- oder Rispentomaten ab. Cherry- und Fleischtomaten oder gar Sonderformen werden hierzulande kaum angebaut.

In den letzten Jahren deutete sich zeitweise ein Trend hin zur Herbstkultur von Tomaten an. Für diesen Anbauzeitraum wurden nur großfrüchtige Rispentomaten verwendet. Der Hintergrund für diese Entwicklung lag einerseits in den sich bietenden Absatzchancen für dieses Produkt an bestimmten Märkten, andererseits stiegen Gurkenanbauer wegen der zeitweise kaum noch zu bewältigenden phytopathologischen Probleme (Thrips, Echter Mehltau) beim Sommergurkenanbau teilweise auf Herbsttomaten um. Nach anfänglicher Euphorie ist diese Anbauform in Deutschland mittlerweile wieder stark rückläufig. Untersuchungen von ANDREAS (2004) zur Wirtschaftlichkeit des Anbaus von Herbsttomaten am Niederrhein belegen, dass dieses Anbauverfahren unter den Bedingungen in Deutschland nicht rentabel ist. Basierend auf diesen Erkenntnissen und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass aufgrund des kontinental geprägten Klimas in Sachsen mit höheren Kosten (Heizung) und damit mit einem noch schlechteren Ergebnis als im Rheinland zu rechnen ist, wurden im Rahmen des Forschungsprojektes keine eigenen Versuche zur Wirtschaftlichkeit Herbsttomaten durchgeführt.

### **5.2 Ergebnisse zur Klimagegestaltung**

Analog zur Gurke hat die optimale Klimagegestaltung (Temperatur, Luftfeuchte, CO<sub>2</sub>-Gehalt) auch bei der Tomate entscheidenden Einfluss auf den Ertrag und damit auf das wirtschaftliche Ergebnis der Kultur. Die in der Anlage 6 „Empfehlungen zur Klimagegestaltung von Tomaten“ zusammengestellten Fakten leiten sich aus den Versuchen der Jahre 2003 bis 2005 ab. Die Angaben beziehen sich auf die klimatischen Bedingungen Sachsens. Sie können in Abhängigkeit von der Anbauregion, der kultivierten Sorte und der Veredlungsunterlage von den Vorgaben abweichen. Eine energieopti-

mierte Klimaführung wie sie ANDREAS und REINTGES (2004, 2005) für das Anbauggebiet am Niederrhein empfiehlt, kommt für das kontinental geprägte Klima Sachsens aus den Gründen, die bei den Gurken bereits erläutert wurden, ebenfalls nicht in Betracht (s. Punkt 4.2).



**Abbildung 22: Typische Anbaufolgen von Tomaten auf Substrat in Deutschland**

Der zunehmend kontinentale Klimaeinfluss in Mitteldeutschland bereitet bei der optimalen Temperaturführung in Tomatenbeständen auf Substrat besondere Schwierigkeiten. Als Fruchtgemüse haben die Tomaten zunächst verhältnismäßig hohe Temperaturansprüche, wenngleich sie nicht ganz so hoch wie bei den Gurken sind. In der kalten Jahreszeit (Januar bis März) sollten die Mitteltemperaturen dennoch im Bereich von 18 bis 19 °C liegen. Später im Jahr ab April (ab Beginn Vollernte) werden die Mitteltemperaturen um ca. 1 bis 2 °K abgesenkt und erreichend dann nur noch 17 bis 18 °C. Besonders im Sommer ist es unter unseren Bedingungen meist sehr kompliziert, die vorgegebenen Richtwerte zur Temperaturführung einzuhalten. Man versucht dann die angestrebte Tagesmitteltemperatur durch eine kurzzeitige (vier Stunden) Vornachtsabsenkung auf Werte zwischen 15 und 16 °C (2 bis 3 °K unter Heizungssollwert) einzustellen. Diese Temperaturabsenkung führt zu insgesamt niedrigeren Tagesmittelwerten und damit zu verbessertem Wachstum der Pflanzen. Bei heißen Sommerwetter mit Nachttemperaturen über 18 °C gelingt das leider nicht in jedem Fall. Die Folge ist ein unzureichendes vegetatives Wachstum der Pflanzen gepaart mit einem schlechten Fruchtansatz, Blütenendfäule sowie zu kleinen Früchten.

Letztlich reagieren die Bestände mit teils erheblichen Ertragsdepressionen. Weil sich dieses Problem wie beschrieben durch Maßnahmen der Klimaregulierung im Gewächshaus nur teilweise lösen lässt, setzte sich in den letzten beiden Jahren eine Trendwende beim Anbau von Tomaten auf Substrat durch. Immer häufiger werden heute auch auf Substrat veredelte Tomaten gepflanzt. Die Veredlung von Tomaten, ursprünglich nur in der Erdkultur zur Unterdrückung bodenbürtiger Krankheiten empfohlen, erwies sich wegen der enormen Wuchskraft der Pflanzen schon bald als echte Alternative im Substratanbau. Die veredelten Pflanzen nivellieren durch ihr starkes vegetatives Wachstum die Schwächen der unveredelten Kultur im Hochsommer und bringen in Kombination mit den genannten Klimaregelungen unter unseren Bedingungen deutlich bessere Leistungen.

Das Problem der optimalen relativen Luftfeuchte in den Beständen stellte sich bei den Tomaten mit der gleiche Schärfe wie bei den Gurken. Eine zu hohe relative Luftfeuchte (> 80 % rF), wie sie bei trüber Witterung oder nachts immer wieder auftritt, beschleunigt in den Beständen das Auftreten der gefürchteten Stängelbotrytis. Nur durch Trockenlüften bei gleichzeitigem Heizen kann die relative Luftfeuchte auf Sollwerte unter 80 % rF gedrückt werden. Bei besonders schwieriger Witterungslage kann es sich sogar als notwendig erweisen, die Fußrohrheizung mit 40 bis 50 °C Vorlauftemperatur durchgehend zu betreiben. Während eine zu hohe Luftfeuchte zu parasitären Erkrankungen bei Tomaten führen kann, muss beim Unterschreiten eines Richtwertes von mindestens 60 bis 65 % rF beim Anbau auf Substrat sehr schnell mit dem Auftreten der physiologischen Erkrankung der Blütenendfäule (Ca-Mangel) gerechnet werden.

Hier ist es besonders an heißen Sommertagen wichtig, für eine ausreichende Luftfeuchte (> 65 %) zu sorgen. Regelungstechnisch lässt sich dies durch Schattieren in Zeiten der stärksten Sonneneinstrahlung (> 70 klx) sowie durch schrittweises Schließen der Lüftung, beginnend ab ca. 15.00 Uhr, mit dem Ziel der kontinuierlichen Erhöhung der Luftfeuchte erreichen. Die Anhebung der Luftfeuchte lässt sich am besten über spezielle Computersoftware bewältigen, weil eine Überhitzung der Gewächshäuser, wie sie bei der Anhebung der Luftfeuchte immer wieder auftritt, unbedingt vermieden werden muss. Besonders in den Niederlanden setzt sich zum Erreichen der angestrebten Sollwerte immer mehr der Einsatz von Dachberegnungsanlagen oder Hochdrucknebelanlagen durch.

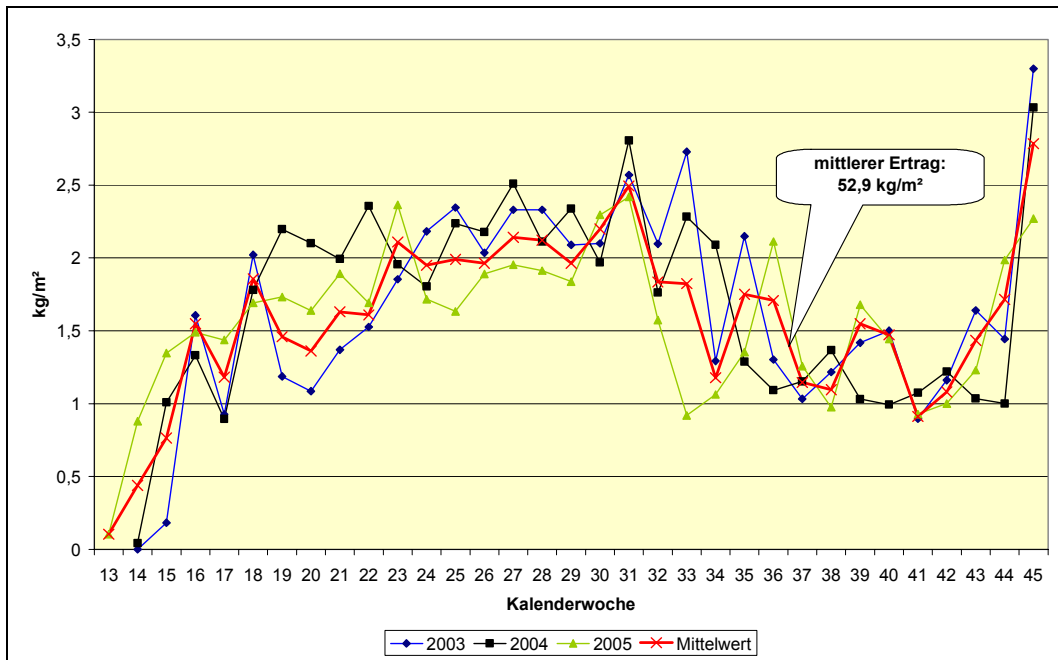
Bezüglich der CO<sub>2</sub>-Anreicherung in der Gewächshausatmosphäre gelten für die Tomaten die gleichen Feststellungen wie für die Gurke (s. Punkt 4.2). Um CO<sub>2</sub>-Düngung zu optimieren, sind ebenfalls betriebsintern die günstigsten ökonomischen Lösungen (Aufwand-Nutzen-Rechnung) auszuloten.

### **5.3 Ertragsergebnisse**

In der Abbildung 23 ist der Ertragsverlauf von runden Tomaten (unveredelt) in den Versuchsjahren 2003 bis 2005 abgebildet. Die mittleren Ertragsleistungen mit einem Gesamtertrag von 52,90 kg/m<sup>2</sup> können als zufrieden stellend eingestuft werden. Noch höhere Erträge wurden in den Sommermonaten, in denen sowohl der Fruchtansatz als auch die Fruchtgröße nicht den Erwartungen entsprachen sowie durch die zunehmende Blütenendfäule (5 bis 7 % des Erntegutes) verhindert. Aufgrund des hochsommerlichen Wetters, der sich daraus ableitenden zu hohen Durchschnittstemperaturen und durch die teils zu geringe Luftfeuchte war es in diesem Zeitraum in der Versuchsgewächshauskabine nicht möglich, die vorgegebenen Optimalwerte bei der Klimagestaltung aufrecht zu erhalten.

Der Ertragsverlauf zeigt, dass bei Pflanzung Anfang Januar im Durchschnitt der Jahre ab der 13./14. KW das Ertragsgeschehen einsetzte. Während in den ersten drei Erntewochen die Erträge

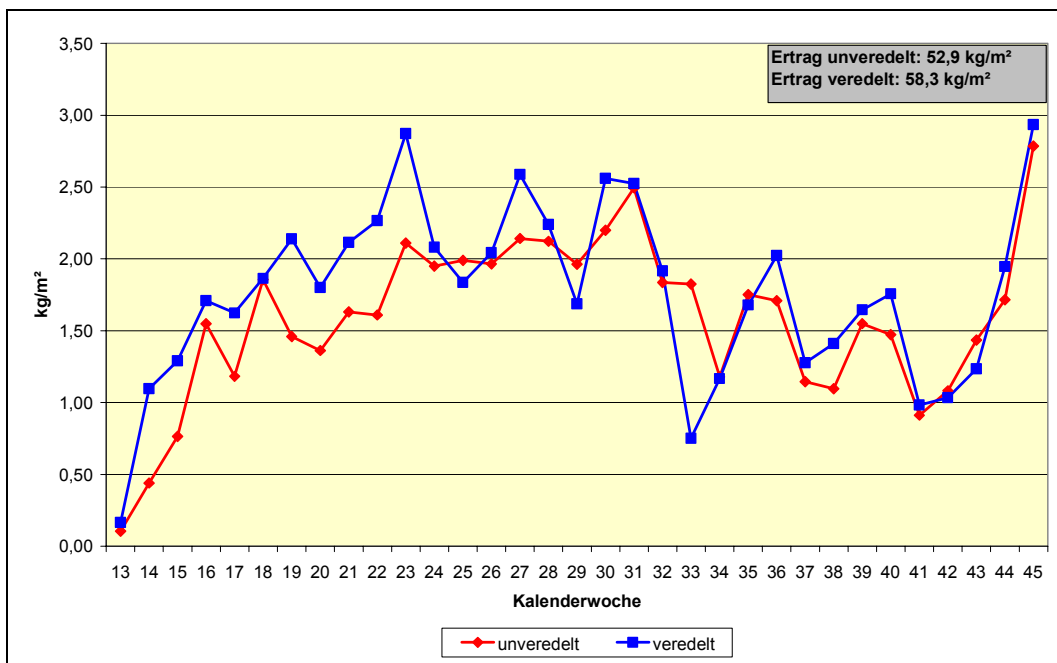
noch unter  $1,0 \text{ kg/m}^2$  lagen, stiegen die Erträge ab April bis Ende Mai kontinuierlich an und erreichten von Anfang Juni bis Mitte August durchschnittlich über  $2,0 \text{ kg/m}^2$  und Woche. Aus diesem Zeitraum stammten auch die jährlichen Höchsterträge, die mit  $2,5$  bis  $2,8 \text{ kg/m}^2$  und Woche zu beziffern sind. Der Ertragsabfall ab der 32./33. KW auf Wochenerträge von rund  $1,5 \text{ kg/m}^2$  resultierte im Wesentlichen aus den Problemen in der Klimagegestaltung im Vormonat (Juli) infolge der hochsommerlichen Temperaturen. Mit abnehmendem Licht gingen dann die Durchschnittserträge ab Ende September auf  $1,0$  bis  $1,3 \text{ kg/m}^2$  und Woche zurück. Dieses Ertragsniveau hielt meist über den gesamten Oktober an. Der starke Ertragsanstieg in den letzten beiden Kulturwochen resultiert aus der Abernte der Bestände zum Kulturrende. Durch eine Temperaturerhöhung auf T/N  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  wurden die Reife der letzten, ausgewachsenen Früchte stimuliert, sodass sich diese innerhalb von zwei Wochen rot färbten. Die vorgestellten Ergebnisse zum Ertragsverlauf von Tomaten auf Substrat stimmen überwiegend mit den Angaben für das Gebiet am Niederrhein von ANDREAS (2004) überein.



**Abbildung 23: Ertragsverlauf von Tomaten auf Substrat**

Während der laufenden Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit bei Tomaten setzte sich, wie schon berichtet, im Tomatenanbau auf Substrat der Trend zum Anbau von veredelten Tomaten immer stärker durch. Im Jahre 2005 prüften wir deshalb im Rahmen der Untersuchungen die Sorte 'Encore F<sub>1</sub>' (Standardsorte bei runden Tomaten) auf der Veredlungsunterlage 'Maxifort F<sub>1</sub>' im Vergleich zur unveredelten Kontrolle. In Abbildung 24 sind die Resultate zum Ertragsverlauf der beiden Prüfvarianten abgebildet. Der mit  $58,3 \text{ kg/m}^2$  deutlich höhere Gesamtertrag der veredelten Tomaten beruhte im wesentlichen auf einem verbesserten Fruchtansatz (10 %) und nur zu einem geringeren Anteil auf dem erhöhten Einzelfruchtgewicht (4 %). Wie in der Abbildung 24 zu erkennen ist, konnte

die veredelte Sorte vor allem in der Phase von Ertragsbeginn an bis Ende Juli bemerkenswerte Ertragsvorteile erzielen. Zwischen der 19. und 24. KW lagen die durchschnittlichen Wochenerträge um rund 0,5 kg/m<sup>2</sup> höher als der Vergleichsvariante. Im weiteren Verlauf näherten sich die Erträge beider Varianten an, wobei die veredelte Variante immer knapp über der unveredelten Sorte lag. Ein besonders lichtarmer August führte 2004 zu einer erheblichen Beeinflussung des Ertragsgeschehens. Die eigentlich zu erwartenden deutlichen Ertragsunterschiede im Hochsommer konnten in 2004 nicht nachgewiesen werden. Infolge der geringen Einstrahlung sanken bei beiden Sorten die Wochenerträge ab Mitte August (Abbildung 3) unter das für diesen Zeitraum normale Niveau. Anfang des Monats kam es durch die fehlende Reifebereitschaft der Früchte sogar zu einem sehr starken Ertragseinbruch (ca. 1,0 kg/m<sup>2</sup>).



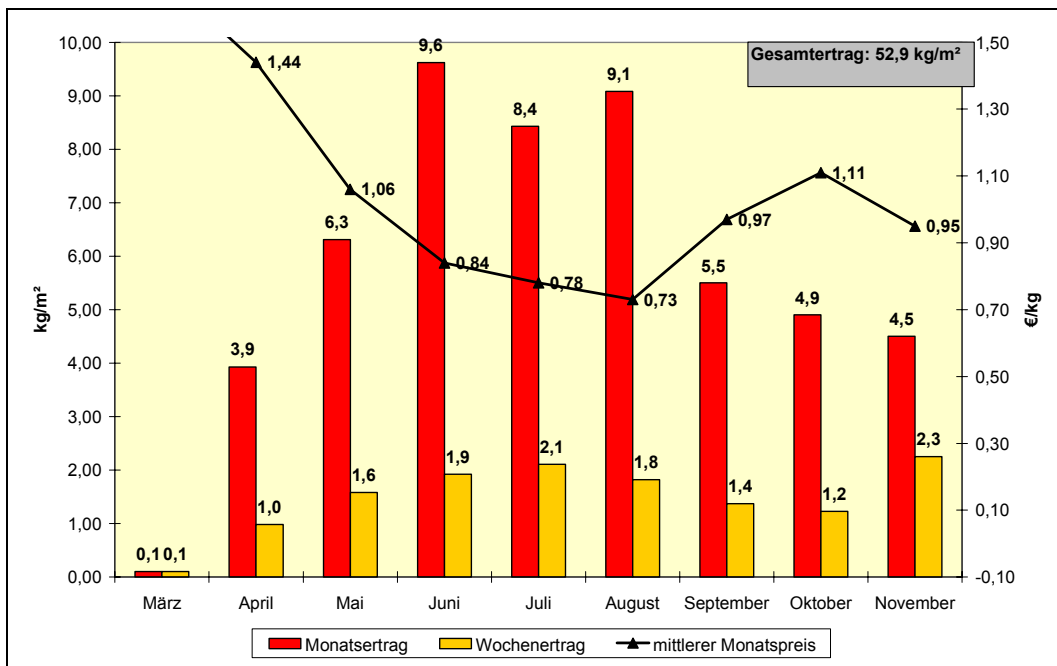
**Abbildung 24: Ertragsverlauf von veredelten und unveredelten Tomaten der Sorte 'Encore F<sub>1</sub>' auf Substrat**

Für die Absatz- und Einkommensplanungen im Betrieb sind immer die durchschnittlichen wöchentlichen sowie monatlichen Erträge von großem Interesse. Die diesbezüglichen Ergebnisse sind in Abbildung 25 vorgestellt. Zwischen den Summen der Wochenerträge und den Monatssummen kann es durch das Übergehen einzelner Kalenderwochen von einem Monat in den nächsten zu Abweichungen kommen. Wesentliche Erntemengen sind bei Tomaten im Substratanbau demnach ab April zu erwarten (1,0 kg/m<sup>2</sup> und Woche). Das Aufkommen im März ist mit durchschnittlich 0,2 kg/m<sup>2</sup> kaum nennenswert. Die Erträge steigen ab der 2. Aprilhälfte bis in den Mai kontinuierlich an und erreichen in den Monaten Juni bis August Höchstwerte. In diesem Zeitraum werden rund 27 kg/m<sup>2</sup> Tomaten oder ca. 50 % der Jahresernte geerntet. Setzt man diese Resultate in Relation zu den Preisverläufen (Anlage 9 „Durchschnittserlöse für Tomaten“), so wird deutlich, dass die Haupternte bei den Tomaten mit den niedrigsten Marktpreisen (< 0,8 €/kg) zusammentrifft. In



Hochpreismonaten (> 1,00 €/kg) März bis Mai werden nur rund 10,0 kg/m<sup>2</sup> oder 20 % des Gesamtaufkommens realisiert. Ab September sinken die Monatsleistungen auf 4,5 bis 5,5 kg/m<sup>2</sup> ab. Diese Tomaten, die in Qualität und Geschmack meist etwas nachlassen, treffen am Markt auf die frische spanische Ernte, wodurch nicht selten der Absatz erschwert wird.

Bei den Wochenerträgen bleibt der April und Mai mit durchschnittlich 1,0 bis 1,6 kg/m<sup>2</sup> deutlich hinter den Erträgen des Sommers zurück. Im Juni bis August kann in den beschriebenen Anbauverfahren mit einem mittleren Wochenaufkommen von 2,0 kg/m<sup>2</sup> gerechnet werden. Im September/Okttober werden vergleichbare Werte wie am Saisonstart erzielt. Nicht unproblematisch für den Absatz ist der meist sehr hohe Ertrag der 'Resterte' im November, nicht zuletzt aus Gründen der teils unzureichenden Qualität dieser Tomaten. Um diese hohe Aufkommen am Kulturende zu verringern, bietet sich nur die Möglichkeit, den Stutztermin und damit den Termin der letzten Ernte auf die ersten Septembertage vorzuziehen. Ein langsames und gleichmäßiges Abreifen der Früchte würde dagegen die Kultur bis weit in den November hinein verlängern und durch die hohen Heizkosten bei gleichzeitig nur mäßigen Preisen das wirtschaftliche Ergebnis unnötig belasten.



**Abbildung 25: Durchschnittlicher wöchentlicher/monatlicher Ertrags- und Preisverlauf von Tomaten auf Substrat**

#### 5.4 Kosten und Leistungen

Der Vergleich der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des Tomatenanbaus auf Substrat soll, wie schon bei der Gurke, auf der Basis des Vergleichs der Deckungsbeiträge vorgenommen werden. Die nachfolgenden Berechnungen beziehen sich ausschließlich auf den Anbau von runden Toma-

ten für die lose Ernte. Nach der Analyse der Kosten- und Leistungsstrukturen sollen anhand der Deckungsbeiträge Möglichkeiten zur Verbesserungen der Wirtschaftlichkeit des Tomatenanbaus auf Substrat vorgestellt werden.

#### 5.4.1 Lohn- und Direktkosten

Die Lohn- und Direktkostenanalyse für den Anbau von Tomaten auf Substrat wird zunächst am Beispiel eines Pflanztermins in der 4. KW vorgenommen. Die dazu notwendigen Daten (vgl. Abschnitt 3.4) wurden über den Versuchszeitraum erfasst und mittels des Excel-Kalkulationsprogramms verrechnet. In der Anlage 7 „Kulturzeiten sowie Kosten-Leistungsrechnung von Tomaten auf Substrat“ ist beispielhaft ein Datenblatt zur Kalkulation der Lohn- und Direktkosten von runden Tomaten (lose Ernte) auf Substrat mit Pflanzung in der 4. KW bei einem Ertragsniveau von 45 kg Tomaten/m<sup>2</sup> vorgestellt.

Die dem Anbauverfahren Tomate auf Substrat (Pflanztermin 4. KW) zurechenbaren Lohn- und Direktkosten sind in Abbildung 26 prozentual wiedergegeben. Analog den Ergebnissen bei der Gurke (s. 4.4.1), entfielen auch bei der Tomate mehr als 30 % aller Kosten auf die Aufwendungen für Heizmaterial. Die Berechnung der Heizkosten erfolgte auf der Basis des aktuellen Preises für Ergas H in Höhe von 0,04 €/kWh. Ihr liegt ein Gesamtverbrauch von rund 290 kWh/m<sup>2</sup> (2,90 Mio. kWh/ha) zugrunde. Neben den Heizkosten spielen vor allem die Lohnkosten für zurechenbare Saisonarbeitskräfte (24 %), die Verpackungskosten (11 %) sowie die Aufwendungen für Jungpflanzen mit 9 % eine bestimmende Rolle.

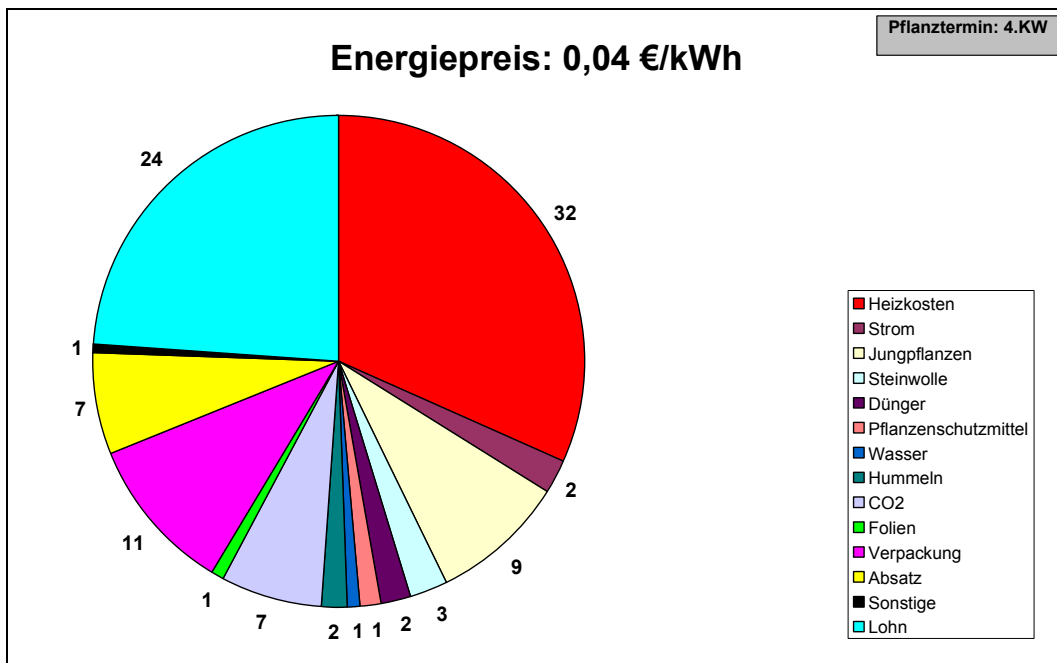


Abbildung 26: Prozentualer Anteil der Lohn- und Direktkosten bei Tomaten

Bei den zurechenbaren Kosten der Saisonarbeitskräfte wurde mit einem Stundenaufwand von 1,47 h/m<sup>2</sup> bei einem Lohnansatz von 6,00 €/Akh kalkuliert. Der Arbeitszeitaufwand wurde entsprechend den Zeitvorgaben in Anlage 8 „Technologien von Tomaten auf Substrat“ berechnet. Bei Tomaten liegt der Bedarf an Saisonarbeitskräftestunden demnach ca. 30 % über dem vergleichbaren Aufwand bei Gurken. Die Ursachen hierfür lassen sich auf die höheren Aufwendungen für die wöchentliche Pflege (Geizen, Wickeln, Ablassen, Blatten) zurückführen.

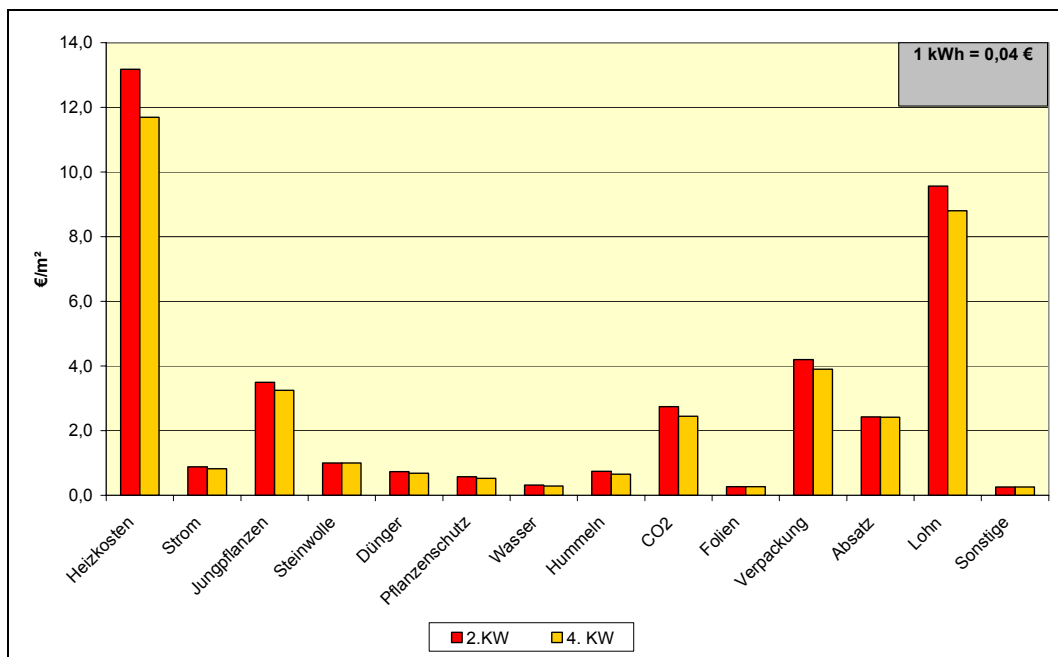
Die Verpackungskosten beziehen sich ausschließlich auf den Absatz in Europool-Klappkisten (6 kg Tomaten/Kiste), die mit einer Umlaufgebühr von 0,45 €/Kiste veranschlagt wurden. Die Jungpflanzenpreise von ca. 1,30 €/Pflanze für Ende Januar entsprechen den durchschnittlichen Marktpreisen für Großabnehmer. Abweichungen dazu können sich aus den stark variierenden Saatgutpreisen für einzelne Sorten ergeben. Aus den übrigen Kostenpositionen ragen mit 7 % die Kosten für CO<sub>2</sub> heraus, die in Abhängigkeit von der Art der CO<sub>2</sub>-Begasung sehr stark von den angeführten Werten abweichen können. In unserer Kalkulation gehen wir von der Verwendung von Kesselabgasen aus und haben den Verbrauch mit 20 % des Heizmaterialverbrauchs geschätzt. In Verbindung mit einem Wärmespeicher ist dies sicher die ökonomisch günstigste Variante der CO<sub>2</sub>-Begasung.

Der Einsatz von technischem CO<sub>2</sub> fällt dagegen viel teurer aus. In unserer Versuchsanlage beliefen sich die durchschnittlichen Kosten für letzteres Verfahren auf rund 4,30 €/m<sup>2</sup> (1 kg CO<sub>2</sub> = 0,165 €; Sollwert bei offener Lüftung 400 ppm; bei geschlossener Lüftung mit Gasbrenner CO<sub>2</sub> erzeugt). Die Absatzkosten wurden mit 5 % der Erlöse angenommen. Sie können im Einzelfall je nach Absatzschiene im Betrieb von 3 bis 10 - 15 % variieren. Die Kosten für Dünge- und Pflanzenschutzmittel, Hummeln, Substrat, Wasser, Folien sowie Kleinmaterial lagen im Bereich von höchstens 3 % und nehmen damit nur unbedeutenden Einfluss auf die Kostenstruktur.

In Abbildung 27 sind die Lohn- und Direktkosten von Tomaten auf Substrat in Abhängigkeit von der Pflanzwoche (2. bzw. 4. KW; in Sachsen üblicher Pflanzzeitraum) gegenübergestellt. Die Basis der Kostenkalkulation bilden hier ebenfalls Energiekosten (Erdgas H) von 0,04 €/kWh. Die Höhe der Lohn- und Direktkosten steigt beim Vorziehen des Pflanztermins von der 4. KW in die 2. KW um rund 3,40 €/m<sup>2</sup> von 37,00 auf ca. 40,40 €/m<sup>2</sup> an. Wie schon in Abbildung 26 aufgezeigt, spielen dabei die Kosten für Heizenergie sowie die für zurechenbare Saisonarbeitskosten die entscheidende Rolle. Die absoluten Heizkosten belaufen sich bei Pflanzung in der 4. KW auf 11,70 €/m<sup>2</sup>. Die Pflanzung in der 2. KW hätte ein weiteres Ansteigen der Heizkosten auf 13,20 €/m<sup>2</sup> zur Folge. Parallel zu den Heizkosten erhöhen sich die angekoppelten Kosten für die CO<sub>2</sub>-Erzeugung ebenfalls. Die Verlängerung der Kulturzeit um zwei Wochen bedingt durch die sich ergebenden Ertragssteigerungen sowie durch die Zunahme der Pflegearbeiten ein Ansteigen der zurechenbaren Arbeitskräftestunden um 0,13 Akh/m<sup>2</sup>. Dadurch erhöhen sich auch die Arbeitskosten auf 9,60 €/m<sup>2</sup>.

Die Unterschiede bei den Jungpflanzen resultieren aus den um ca. 0,20 €/Pflanze höheren Preisen in der 2. KW. Die Kostenpositionen Substrat (Steinwolle) oder Folien sind deckungsgleich oder

unterscheiden sich bei Strom, Düngemittel, Wasser oder Pflanzenschutzmittel (chemisch und biologisch) sowie beim Hummeleinsatz nur unwesentlich.



**Abbildung 27: Lohn- und Direktkosten bei Tomaten in Abhängigkeit der Pflanzwoche**

#### Heizkostenanalyse

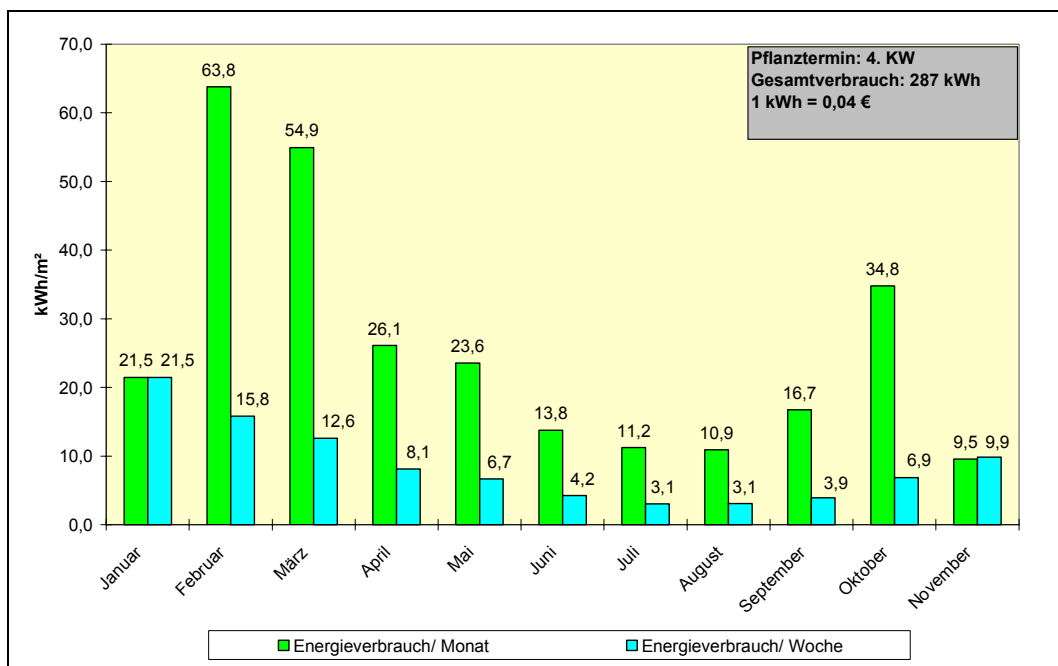
Aufgrund der enormen Bedeutung der Heizkosten für den Substratanbau von Tomaten folgt im Weiteren dazu eine detaillierte Analyse. Die in den Abbildungen 28 und 29 vorgestellten Ergebnisse basieren auf den Untersuchungen der Versuchsjahre 2003 bis 2005 am Standort Dresden-Pillnitz. Bezogen auf einen Pflanztermin in der 4. KW lag der durchschnittliche Gesamtenergieverbrauch bei Tomaten auf Substrat im Untersuchungszeitraum bei 287 kWh/m².

In Abbildung 28 wird zunächst der monatliche Energieverbrauch dargestellt. Die Einzelverbräuche pro Woche ergeben nicht in jedem Fall in der Summe den Monatsverbrauch, weil es zwischen den Monaten immer zu Überschneidungen in den Wochen kommt.

Die verhältnismäßig geringen Verbrauchswerte im Januar resultierten aus dem späten Pflanztermin Ende Januar. Die erwartungsgemäß höchsten Aufwendungen für Heizenergie lagen in den Monaten Februar und März (zusammen ca. 120 kWh/m² in beiden Monaten). Dieser Wert entspricht rund 40 % des Jahresverbrauchs. Bereits im April und Mai fielen die Aufwendungen für Heizenergie spürbar ab. Im Vergleich zum Vormonat halbierte sich der Aufwand für Heizenergie auf rund 25 kWh/m² pro Monat. In den Sommermonaten (Juni bis August) sanken die Energieaufwendungen auf durchschnittlich 11 bis 14 kWh/m² pro Monat. Ab September stieg der Energiebedarf kontinuierlich an und erreichte im Oktober, noch einmal fast 35 kWh/m² pro Monat. Der sich anschließende

gesunkene Bedarf im November hing mit den Auslaufen der Kultur in der 1. Dekade dieses Monats zusammen.

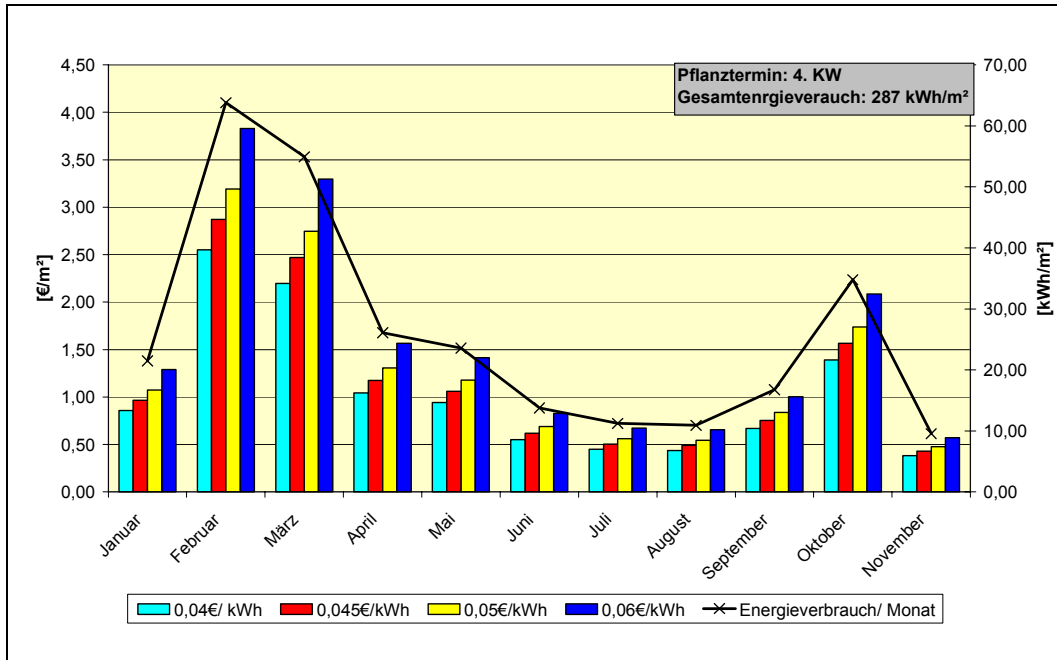
Der größte wöchentliche Energiebedarf (21,50 kWh/m<sup>2</sup> pro Woche) wurde in der letzten Januarwoche unmittelbar nach der Pflanzung registriert, weil in der Pflanzwoche bei Tomaten die höchsten Temperatursollwerte (T/N 20/20°C) erforderlich sind. Mit ähnlich hohen Energieaufwendungen pro Woche müsste bei einem Vorziehen der Pflanzung in die ersten Januarwochen gerechnet werden, so dass bei einer Pflanzung z.B. in der 1. KW bei Tomaten ein Energiebedarf von rund 80 bis 90 kWh/m<sup>2</sup> pro Monat im Januar anzusetzen wäre. Während im Februar/März noch 13 bis 16 kWh/m<sup>2</sup> pro Woche im Tomatenanbau eingesetzt werden mussten, lagen die Werte im Sommer (Juni bis September) nur noch bei 3 bis 4 kWh/m<sup>2</sup> pro Woche. Im Oktober wurden mit knapp 7 kWh/m<sup>2</sup> pro Woche vergleichbare Ergebnisse wie im April/Mai erreicht.



**Abbildung 28: Energieverbrauch von Tomaten auf Substrat**

In der Abbildung 29 werden die monatlichen Kosten für Heizenergie bei Anbau von Tomaten auf Substrat in Abhängigkeit vom Energiepreis simuliert. Neben dem bislang diskutierten Energiepreis von 0,04 €/kWh wurden in der Abbildung die zu erwartenden Steigerungsraten beim Kostenaufwand für Heizenergie aufgetragen. Bei den gegenwärtigen Energiepreisen im Bereich von 0,04 bis 0,045 €/kWh betragen demnach die Aufwendungen im Januar bis April bei 5,60 bis 6,30 €/m<sup>2</sup>. Setzt man diese Kosten ins Verhältnis zu den Gesamtheizkosten (11,70 €/m<sup>2</sup>), so ergibt sich ein Anteil von rund 60 % bis Ende April an den Gesamtkosten. Eine weitere Erhöhung des Energiepreises auf 0,05 €/kWh, würde bereits Kosten von 8,32 €/m<sup>2</sup> für den genannten Zeitraum verursachen.

In den ersten Monaten des Jahres käme eine Erhöhung der Energiekosten um 0,01 €/kWh einer monatlichen Steigerung um ca. 0,55 bis 0,65 €/m<sup>2</sup> gleich. In den Folgemonaten macht sich dagegen der Preisanstieg weniger drastisch bemerkbar. In den Sommermonaten beträgt er je 0,01 €/kWh nur noch 0,11 bis 0,14 €/m<sup>2</sup>. Im Oktober wurden mit einer monatlichen Zunahme von 0,40 €/m<sup>2</sup> fast wieder die Steigerungsraten vom Jahresanfang erreicht.

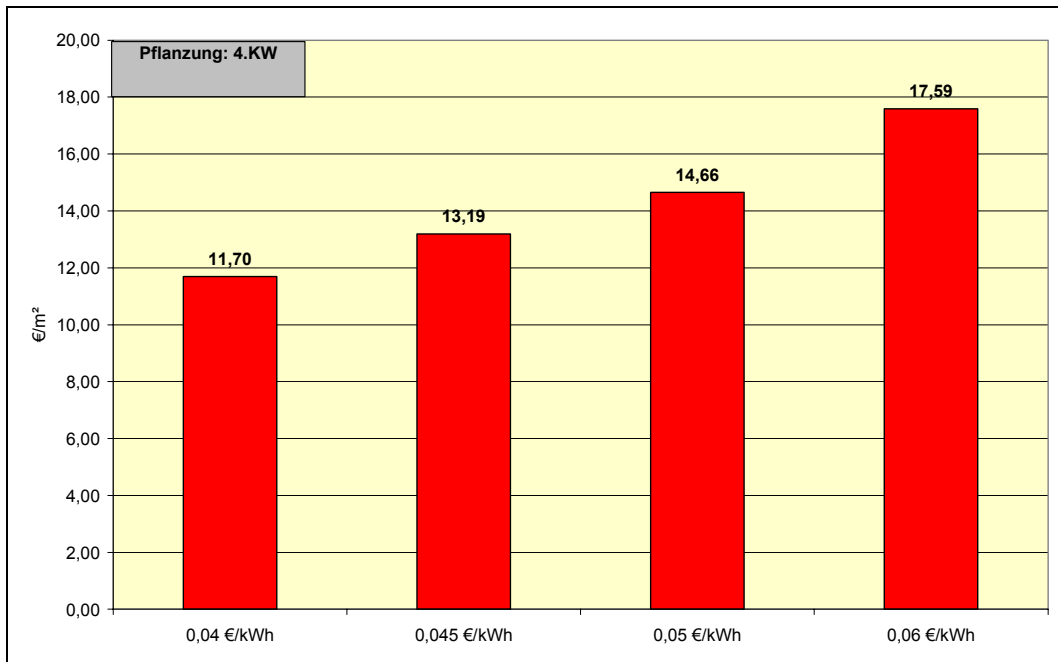


**Abbildung 29: Heizkosten pro Monat bei Tomaten in Abhängigkeit vom Energiepreis**

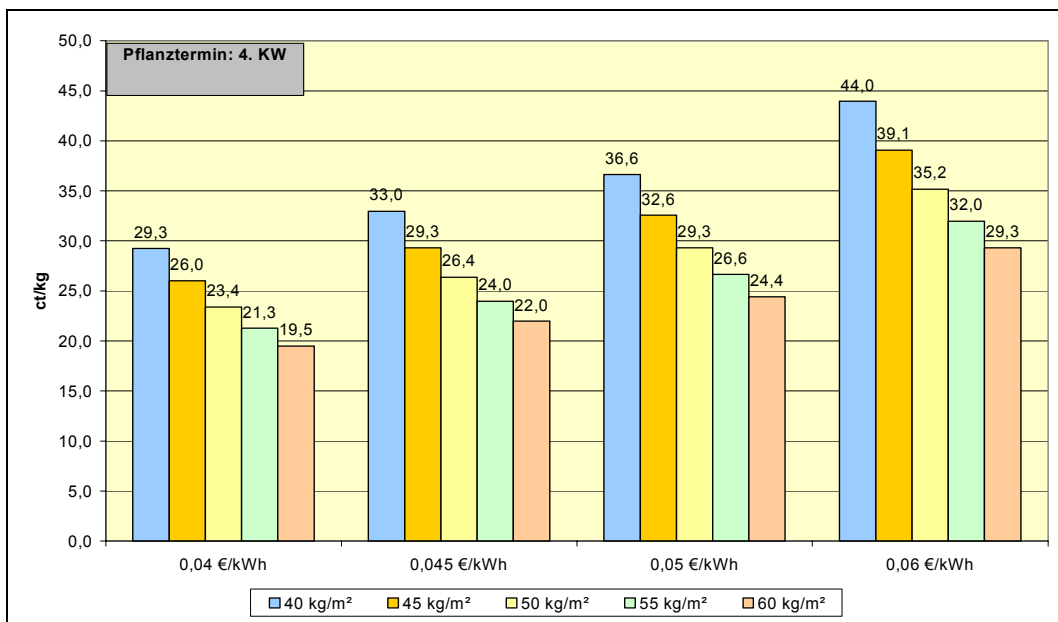
Über die Gesamtheizkosten bei Tomaten auf Substrat informiert Abbildung 30. Die Kosten wurden mit Hilfe des Excel-Kalkulationsprogramms (Anlage 7) ermittelt. Betragen die Heizkosten über die gesamte Anbauperiode bei Tomaten bei einem Energiepreis von 0,04 €/kWh noch 11,70 €/m<sup>2</sup>, so muss bei 0,05 €/kWh bereits mit Ausgaben für Heizenergie von 14,66 €/m<sup>2</sup> kalkuliert werden. Energiepreise von 0,05 oder gar 0,06 €/kWh sind zum heutigen Tag zwar noch nicht aktuell, sollte sich aber die Kostensteigerung bei Heizenergie weiter wie prognostiziert entwickeln, muss in absehbarer Zeit sicherlich mit solchen Preisen gerechnet werden.

Eine Erhöhung des Energiepreises um 0,01 €/kWh bedeutet demnach bei Tomaten auf Substrat eine Steigerung der Heizkosten um fast 3,00 €/m<sup>2</sup> (30.000 €/ha). Neben den Gesamtheizkosten sind die Heizkosten pro Kilogramm produzierter Tomaten ebenfalls von Interesse. In Abbildung 31 wurde der Anteil der Heizkosten am fertigen Endprodukt in Abhängigkeit von den Energiekosten für unterschiedliche Ertragsniveaus abgebildet. Aus der Abbildung geht hervor, dass mit dem Ansteigen der Energiekosten um 0,01 €/kWh sich der Heizkostenanteil je kg produzierter Tomaten um rund 6 ct/kg Tomaten erhöht. Steigt der Energiepreis z. B. von 0,04 €/kWh auf 0,05 €/kWh, so nimmt der Anteil der Heizkosten am fertigen Produkt von 23,4 ct/kg bei einem Ertrag von 50 kg/m<sup>2</sup> auf 29,3 ct/Stück zu.

Dagegen führt eine Ertragssteigerung bei Energiekosten von 0,04 €/kWh von 50 kg/m<sup>2</sup> auf z.B. 55 kg/m<sup>2</sup> auf eine anteilige Kostenentlastung von 23,4 ct/kg auf 21,3 ct/kg Tomaten. Das heißt, durch eine Ertragssteigerung um 5 kg/m<sup>2</sup> Tomaten kann der Heizkostenanteil an den Stückkosten bei Tomaten um durchschnittlich 15 % gemindert werden.



**Abbildung 30: Gesamtheizkosten bei Tomaten auf Substrat in Abhängigkeit vom Energiepreis**



**Abbildung 31: Einfluss des Ertrags und der Energiepreise auf den Anteil der Heizkosten am Endprodukt**

#### 5.4.2 Leistungen

Die Leistungen von runden, losen Tomaten auf Substrat wurden auf der Basis der monatlichen Durchschnittspreise der Klasse 1 (Quelle: ZMP-Bilanz Gemüse der letzten fünf Jahre) mittels des Excel-Kalkulationsprogramms in Bezug zum Ertragsverlauf berechnet (Anlage 9). Die Resultate sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

**Tabelle 4: Mittlere Leistungen (Klasse 1) von runden Tomaten auf Substrat**

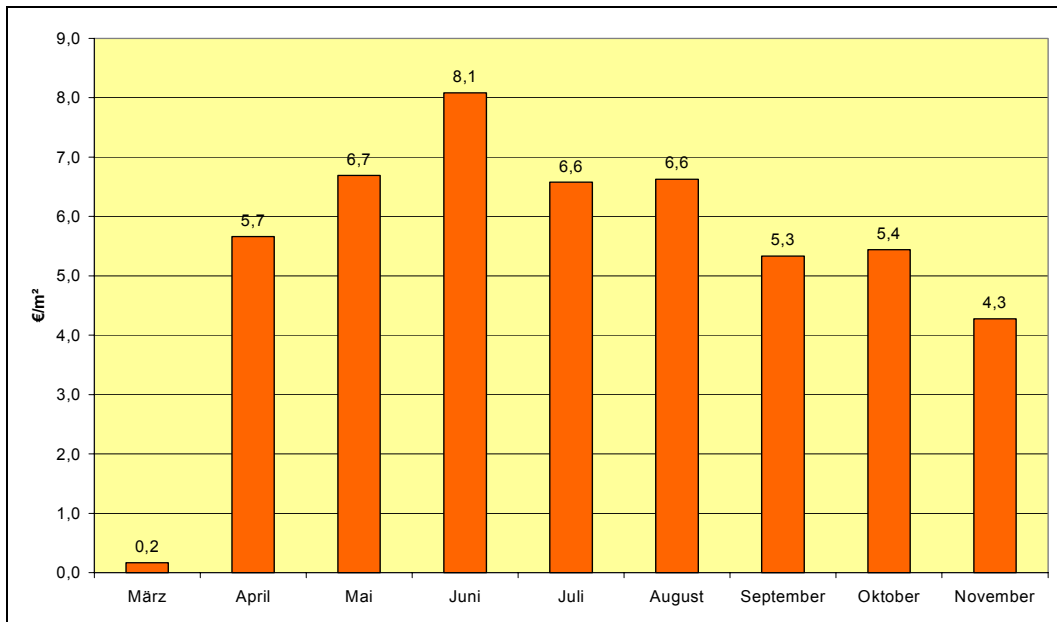
<b>Pflanzwoche</b>	<b>Ertragsleistungen [kg/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Mittlerer Ertrag [kg/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Erlös [€/m<sup>2</sup>]</b>
<b>1. KW</b>	53-63	58	51,79
<b>2. KW</b>	51-61	56	50,53
<b>3. KW</b>	49-59	54	48,91
<b>4. KW</b>	47-57	52	48,18
<b>5. KW</b>	45-55	50	46,34
<b>6. KW</b>	43-53	48	44,12
<b>7. KW</b>	41-51	46	42,28
<b>8. KW</b>	39-49	44	40,03
<b>9. KW</b>	37-47	42	38,08

Die höchsten Erlöse mit 51,79 €/m<sup>2</sup> bei runden Tomaten konnten bei der Pflanzung in der ersten 1. KW erzielt werden. Hier stimmten Früh- und Gesamtertrag mit dem Preisverlauf für Tomaten am besten überein. Im Gegensatz zu den Gurken, lagen bei Tomaten die höchsten Preise in den Monaten März/April, d.h. ein hoher Frühertrag beeinflusste die Einnahmen insgesamt positiv. Im weiteren Verlauf des Jahres sanken die Tomatenpreise fortlaufend ab. Eine längerfristige Preiserholung in den Sommermonaten, wie sie bei den Gurken regelmäßig zu beobachten war, trat bei den Tomaten nicht ein. Demzufolge blieben die Erlöse aller nachfolgenden Pflanzwochen hinter denen der Pflanzung in der 1. KW zurück. Neben den schrittweise sinkenden Gesamterträgen waren demzufolge auch die zunehmend geringer ausfallenden Früherträge ausschlaggebend.

Über die zu erwartenden Umsätze bei runden Tomaten auf Substrat informiert Abbildung 32. Die Einnahmen im März (0,20 €/m<sup>2</sup> pro Monat) waren wegen der nur geringfügigen Erntemengen in diesem Monat eher unbedeutend. Im April und Mai stiegen die Umsätze (5,70 bis 6,70 €/m<sup>2</sup>) merklich an und erreichten in der Regel im Juni mit 8,10 €/m<sup>2</sup> pro Monat den Jahreshöchstwert. Obwohl die Tomatenerträge im Juli/August mit 8,00 bis 9,00 kg/m<sup>2</sup> ähnlich hoch waren wie im Juni, fielen die Umsätze aufgrund der nun spürbar sinkenden Erzeugerpreise auf das Niveau des Monats Mai zurück, obwohl hier rund 3,00 kg/m<sup>2</sup> weniger als im Juli oder August geerntet wurden. Ab September nahm das Monatsaufkommen an Tomaten und damit die zu erzielenden Erlöse merklich ab. Weil sich im Herbst, bedingt durch billige spanische Importe, die Tomatenpreise kaum noch erholten, verminderte sich der Umsatz im September/Oktober auf rund 5,30 €/m<sup>2</sup>. Diese Tendenz setzte



sich im November weiter fort, so dass eine Verlängerung der Kultur weit über die erste Novemberdekade hinaus wegen der dann erheblich steigenden Produktionskosten (Heizenergie) wirtschaftlich wenig interessant ist.



**Abbildung 32: Mittlerer monatlicher Umsatz von runden Tomaten auf Substrat**

Eine Verbesserung auf der Erlösseite bei Tomaten lässt sich gegebenenfalls durch den Anbau von Rispentomaten erreichen. Bei der Wahl von großfrüchtigen Sorten (Einzelfruchtgewicht > 120 bis 130 g) können Rispentomaten heute im Ertragsniveau durchaus mit runden Tomaten zur losen Ernte (Einzelfruchtgewicht ca. 90 g) mithalten. Weil die Durchschnittspreise bei Rispentomaten in den letzten drei Jahren laut ZMP-Bilanz Gemüse rund 0,15 bis 0,20 €/kg über denen von runden Tomaten lagen, kann durch den Anbau von Rispentomaten der Erlös beim Tomatenanbau gesteigert werden. Spezielle Untersuchungen zur Klärung dieser Fragestellung unter den Bedingungen Sachsens sollten in den kommenden Jahren durchgeführt werden.

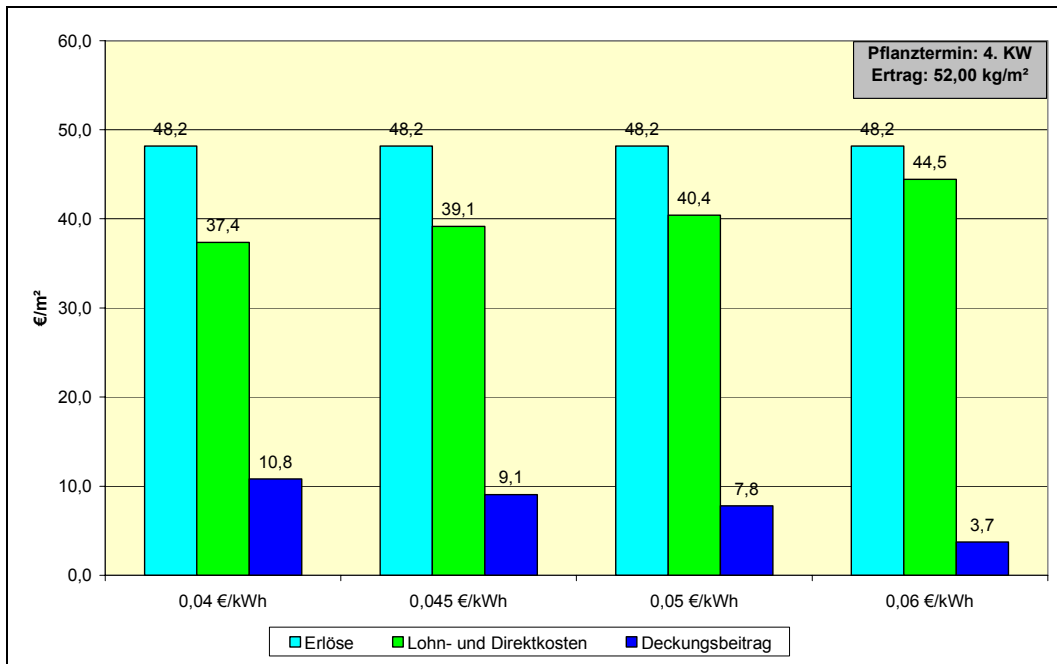
### 5.4.3 Deckungsbeiträge

Die Deckungsbeiträge gelten als Maß der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit einzelner Kulturen bzw. verschiedener Anbauverfahren. Sie geben die Möglichkeit, verschiedene Anbauverfahren von Tomaten auf Substrat hinsichtlich ihrer Vorzüglichkeit gegenüber stellend zu bewerten. Anhand der Kalkulation verschiedener Szenarien (Differenzierungen bei Erlösen und Kosten) können Wege und Lösungen zur Verbesserung des wirtschaftlichen Ergebnisses herausgearbeitet werden.

Für die Berechnung der Deckungsbeiträge wurde das in den Anlagen 7, 8 und 9 vorgestellte Excel-Kalkulationsprogramm verwendet (s. 3.4), mit dessen Hilfe Deckungsbeiträge einzelner Anbauver-

fahren unter Modifizierung der Erträge und Leistungen, der Anbauermine sowie der Lohn- und Direktkosten (vornehmlich Energiekosten) gerechnet werden können.

In der Abbildung 33 ist zunächst der Deckungsbeitrag von Tomaten für die lose Ernte auf Substrat in Abhängigkeit vom Energiepreis dargestellt. Für die Berechnungen wurde für eine Pflanzung in der 4. KW ein mittlerer Tomatenertrag von 52,00 kg/m<sup>2</sup> zugrunde gelegt. Der Energiepreis variierte in der Kalkulation entsprechend den Annahmen bei der Gurke im Bereich von 0,04 bis 0,045 €/kWh (zurzeit aktueller Preis für Erdgas H in Sachsen) über 0,05 bis 0,06 €/kWh.



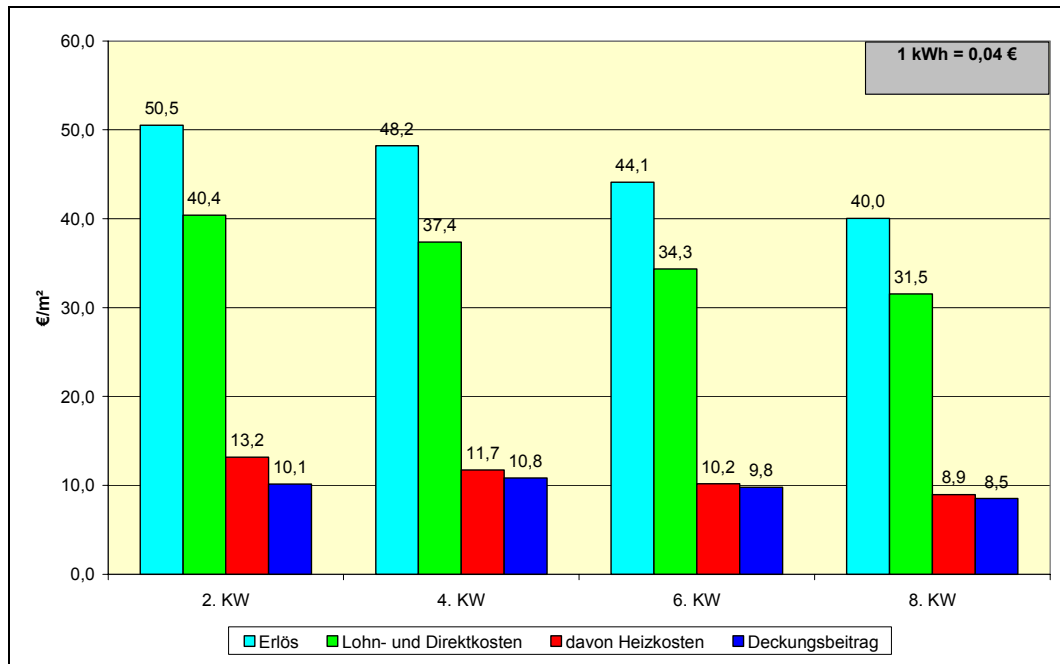
**Abbildung 33: Deckungsbeitrag von Tomaten auf Substrat in Abhängigkeit vom Energiepreis**

Der Anstieg der Direktkosten steht in engem Zusammenhang mit den Steigerungsraten bei den Heizkosten von durchschnittlich 3,00 €/m<sup>2</sup> je Erhöhung der Energiekosten um 0,01 €/kWh. So betragen die Lohn- und Direktkosten bei 0,04 €/kWh noch 37,40 €/m<sup>2</sup>, bei 0,05 €/kWh sind sie schon mit 40,40 €/m<sup>2</sup> anzusetzen. Entsprechend dieser Kostensteigerung sinkt das wirtschaftliche Ergebnis der Tomatenkultur mit zunehmenden Energiepreisen systematisch ab. Kann bei 0,04€/kWh noch mit einem Deckungsbeitrag von 10,80 €/m<sup>2</sup> gerechnet werden, so sinkt der Betrag bei 0,05 €/kWh auf nur noch 7,80 €/m<sup>2</sup> ab.

Bei der Tomatenkultur auf Substrat bedingt demnach eine Steigerung des Energiepreises um 0,01 €/kWh eine Reduzierung des Deckungsbeitrags um knapp 30 % oder rund 3,00 €/m<sup>2</sup> (30.000 €/ha).

Zur Reduzierung der Auswirkungen der Energiepreissteigerungen auf den Deckungsbeitrag gilt es im Weiteren zu untersuchen, ob und welche Effekte durch Verschiebungen im Pflanztermin sowie durch Ertragssteigerungen erzielt werden können.

In der Abbildung 34 sind entsprechend die Deckungsbeiträge von Tomaten auf Substrat in Abhängigkeit vom Pflanztermin abgebildet. Für die Berechnungen wurden die zurzeit in Sachsen üblichen Pflanztermine in der 2. und 4. KW mit späteren Pflanzungen in der 6. bzw. 8. KW verglichen. Als Energiepreis wurden für die kWh 0,04 € angesetzt.



**Abbildung 34: Deckungsbeitrag von Tomaten in Abhängigkeit vom Pflanztermin**

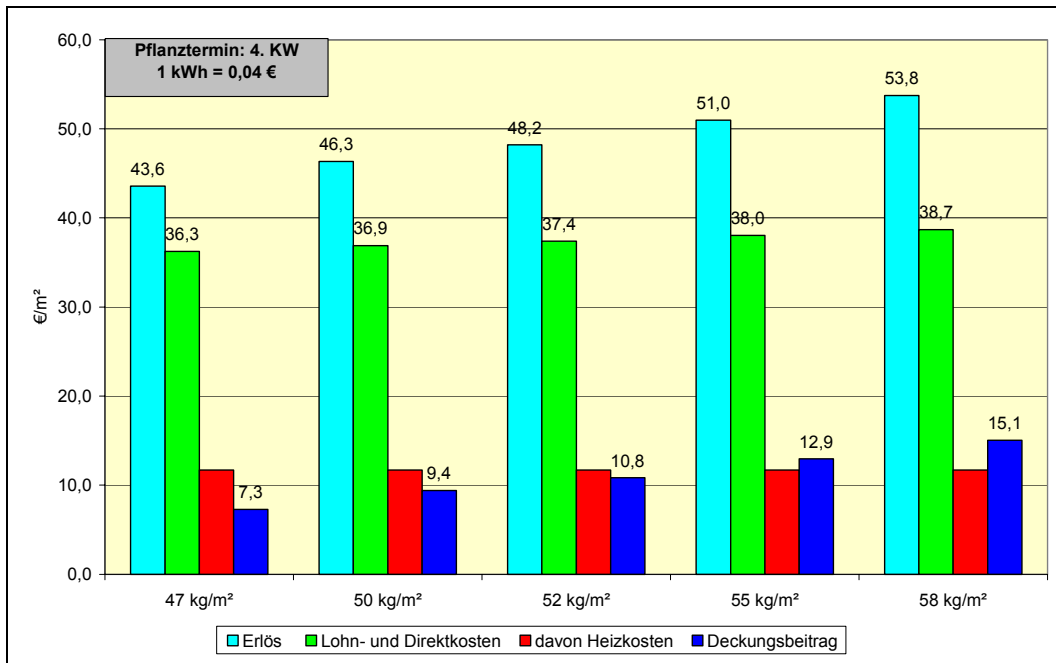
Die Abbildung 34 belegt, dass im Gegensatz zu den Gurken bei den Tomaten zwischen den Pflanzterminen Anfang und Ende Januar sowie im Februar bei weitem nicht so große Unterschiede zwischen Deckungsbeiträgen auftraten. Die besten Resultate erzielte allerdings auch bei der Tomate die Pflanzung in der 4. KW mit einem Deckungsbeitrag von 10,80 €/m². In der 4. KW stimmten hohe Erlöse (48,20 €/m²) mit einem vertretbaren Kostenaufwand am besten überein. In der 2. KW lagen zwar die Erlöse um 2,30 €/m² über denen der 4. KW, dieser Vorteil wurde jedoch durch um 3,30 €/m² höhere Kosten wieder eingebüßt. Der überwiegende Anteil der Kostenzunahme lag in den Mehraufwendungen für Energie begründet. Bei einer Pflanzung in der 6. KW sanken zwar durch den immer geringer werdenden Energiebedarf die Kosten auf mittlerweile 34,30 €/m² ab, dafür gingen in dieser Pflanzwoche durch mittlere Erträge unter 50 kg/m² die Erlöse auf 44,10 €/m² zurück, sodass letztlich der Deckungsbeitrag unter 10,00 €/m² fiel.

Die Ergebnisse unterstreichen, dass bei der Tomate durch hohe Früherträge und die damit in Zusammenhang stehenden hohen Erlöse, die vor allem aus frühen Pflanzterminen (1. bis 4. KW) resultieren, das wirtschaftliche Ergebnis positiv beeinflusst wird. Durch die Mehreinnahmen aus den Monaten April/Mai werden die höheren Energieaufwendungen zum großen Teil wieder ausgeglichen und die Kulturen erreichen in diesem Zeitraum bei den heutigen Energiepreisen vergleichbare Deckungsbeiträge. Spätere Pflanztermine ab der 5. bis 8. KW büßen durch einen zu späteren Ertragsbeginn zu viel Umsatz ein. Auch die deutlich niedrigeren Aufwendungen für Heizenergie bei diesen Pflanzterminen können den Deckungsbeitrag nicht mehr auf das Niveau der Januarpflanzungen heben.

Für den Tomatenanbau auf Substrat gilt demnach bei der momentanen Energiepreissituation ein empfehlenswerter Pflanztermin im Zeitraum von der 1. bis 4. KW. In dieser Zeit werden vergleichbare Deckungsbeiträge bei den einzelnen Pflanzterminen erzielt. Die anfangs höheren Energieaufwendungen werden durch bessere Erträge und den damit verbundenen höheren Erlösen aufgefangen.

Eine weitere Möglichkeit der Verbesserung des wirtschaftlichen Ergebnisses bei Tomaten wird in der Steigerung der Ertragsleistungen des Verfahrens gesehen. Wie unter 5.3 bereits vorgestellt, ergibt sich bei Tomaten auf Substrat durch den Anbau veredelter Tomaten die Chance, durch eine vergleichsweise einfache Kulturmaßnahme erhebliche (5 bis 6 kg/m<sup>2</sup>) Ertragssteigerungen zu realisieren. Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der Erträge liegt in der Sortenwahl begründet. Durch den Anbau von Tomatensorten mit höheren Einzelfruchtgewichten können ebenfalls beträchtliche Ertragssteigerungen verzeichnet werden. Bei einem durchschnittlichen Ertrag von 700 Früchte/m<sup>2</sup> würde eine Erhöhung des Einzelfruchtgewichts um 10 g (von 90 g auf 100 g) zur einem Mehrertrag von rund 7 kg/m<sup>2</sup> führen.

In der Abbildung 35 wird dementsprechend der Deckungsbeitrag von Tomaten auf Substrat in Relation zum Ertragsniveau vorgestellt. Für die Darstellung der Ergebnisse wurde der wirtschaftlich günstigste Pflanztermin in der 4. KW (Energiekosten 0,04 €/kWh) ausgewählt.



**Abbildung 35: Deckungsbeitrag von Tomaten auf Substrat in Abhängigkeit vom Ertrag**

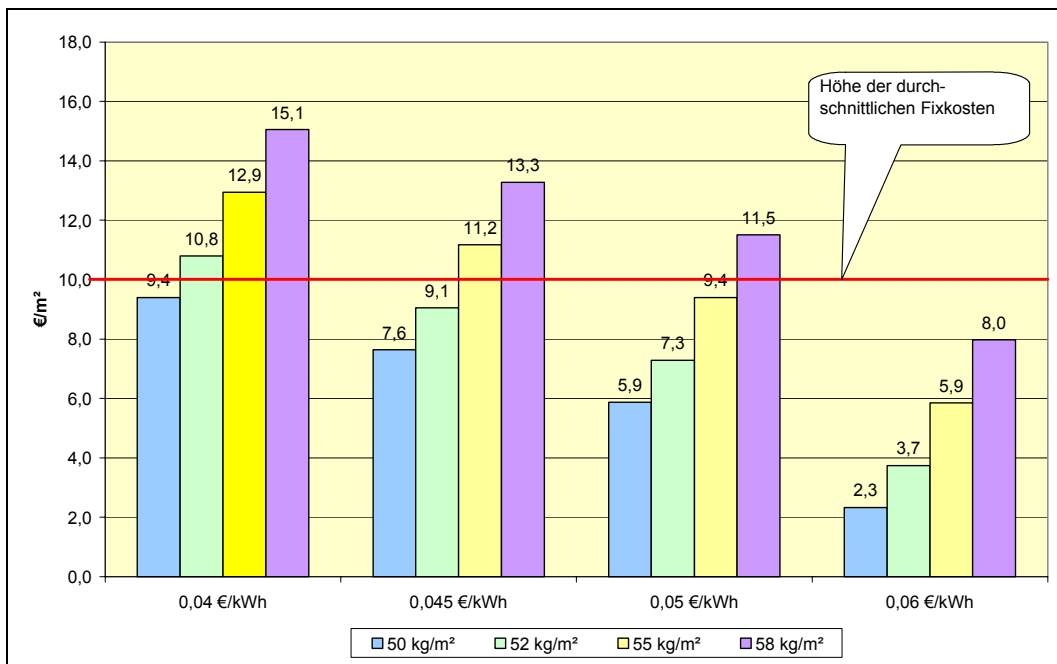
Die Abbildung veranschaulicht nachhaltig den positiven Effekt der Ertragssteigerungen auf den Deckungsbeitrag. Bei einem durchschnittlichen Ertrag von 52,00 kg/m<sup>2</sup> würde, wie oben bereits erläutert, ein Deckungsbeitrag von 10,80 €/m<sup>2</sup> erreicht werden. Eine Ertragssteigerung um 6,00 kg/m<sup>2</sup> auf 58,00 kg/m<sup>2</sup> steigert den Deckungsbeitrag um fast ein Drittel auf 15,10 €/m<sup>2</sup>. Die Verbesserung des wirtschaftlichen Ergebnisses beruht hier im Wesentlichen auf den Zugewinnen im Erlösbereich. Im Vergleich zum Ertrag von 52,00 kg/m<sup>2</sup> stieg der Erlös bei 58,00 kg/m<sup>2</sup> um 5,70 €/m<sup>2</sup> an. Die geringfügigen Abweichungen bei den Kosten resultieren aus Abweichungen in den Absatz- und Verpackungskosten auf den unterschiedlichen Ertragsniveaus. Werden veredelte Tomaten gepflanzt, würde sich der Deckungsbeitrag wegen höherer Jungpflanzenkosten um 1,00 bis 1,50 €/m<sup>2</sup> vermindern. Dieser Kostennachteil kann allerdings durch die zweitriebige Erziehung der Tomatenpflanzen (geringer Pflanzdichte) wieder ausgeglichen werden.

Fasst man die Resultate zum Einfluss des Ertrags auf den Deckungsbeitrag von Tomaten auf Substrat zusammen, so führt eine durchschnittliche Ertragssteigerung von 5,0 kg Tomaten/m<sup>2</sup> zu einer Erhöhung des Deckungsbeitrags um ca. 30 % oder zu einer Aufwertung des finanziellen Ergebnisses um rund 3,50 €/m<sup>2</sup> (35.000 €/ha).

Die Abbildung 36 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die notwendigen Mindesterträge, die für eine rentable Tomatenproduktion auf Substrat bei einem festgelegten Energiepreis notwendig sind. Die in der Abbildung aufgezeigten Werte dienen als Entscheidungshilfen für Substratanbauer von Tomaten, um vor Kulturbeginn das wirtschaftliche Ergebnis des Anbaus abzuschätzen.

Für den Vergleich der Deckungsbeiträge wurde wiederum der Pflanztermin in der 4. KW ausgewählt. Die in der Abbildung 36 aufgetragene rote Linie stellt die durchschnittliche Höhe der fixen Kosten (ca. 8,00 bis 10,00 €/m<sup>2</sup>, Wert geschätzt ca. 25% der variablen Kosten) für einen Tomatenbetrieb dar. Demnach würden alle Deckungsbeiträge unterhalb der Fixkosten in einem „reinen Tomatenbetrieb“ (Tomatenanbau ist der einzige Produktionszweig im Betrieb) zu einem negativen Betriebsergebnis führen. Die Deckungsbeiträge oberhalb der Fixkosten bedeuten demgegenüber, dass das Betriebsergebnis bei den vorgegebenen Konstellationen positiv zu beurteilen ist.

Bei einem Energiepreis von 0,04 €/kWh würde demnach bei einem Ertrag von 52 kg/m<sup>2</sup> Tomaten ein geringfügiger Betriebsgewinn (1,80 €/m<sup>2</sup>) zu verzeichnen sein. Bei 50 kg/m<sup>2</sup> wäre das Betriebsergebnis bereits negativ. Bei Ertragssteigerungen auf 55 kg/m<sup>2</sup> würde sich das Ergebnis auf rund 3,90 €/m<sup>2</sup> verbessern. Folgt man allerdings dem Trend der steigende Energiepreise, so verschiebt sich der Mindestertrag, der für ein positives wirtschaftliches Ergebnis notwendig ist, schrittweise von 55 kg/m<sup>2</sup> bei 0,045 €/kWh auf 58 kg/m<sup>2</sup> bei 0,05 €/kWh. Bei einem Energiepreis von 0,06 €/kWh wären für ein rentables Wirtschaften Erträge deutlich über 60 kg/m<sup>2</sup> notwendig. Legt man die derzeitigen Energiepreise (0,04 bis 0,045 €/kWh) zugrunde, so kann man feststellen, dass die Untergrenze des rentablen Tomatenanbaus auf Substrat mittlerweile bereits bei einem Ertrag von 52 bis 55 kg/m<sup>2</sup> Tomaten anzusetzen ist. Bei einer weiteren Steigerung der Energiekosten auf 0,05 €/m<sup>2</sup> und darüber sind zukünftig Erträge im Bereich von 58,00 bis 60,00 kg/m<sup>2</sup> unbedingt zu erreichen. Der Anbau veredelter Pflanzen sowie großfrüchtiger Sorten wird für die Erzielung dieser Erträge eine unerlässliche Voraussetzung sein.



**Abbildung 36: Deckungsbeitrag von Tomaten auf Substrat in Abhängigkeit vom Ertrag und Energiepreis (Pflanzung 4. KW)**

## 5.5 Zusammenfassung

- Im Tomatenanbau auf Substrat werden sehr hohe Erträge erreicht. Das durchschnittliche Ertragsniveau liegt bei Pflanzterminen im Januar bei losen, runden Tomaten zwischen 52 und 58 kg/m<sup>2</sup>. Notwendige Ertragssteigerungen bei runden Tomaten lassen sich entweder durch den Anbau von Sorten mit höherem Einzelfruchtgewicht oder durch die Pflanzung von veredelten Tomaten erreichen. Die vorgestellten Anbauempfehlungen zur Klimasteuerung sind für das Erreichen dieser Erträge die Grundvoraussetzung.
- Die Erlöse bei Tomaten differieren in Abhängigkeit vom Pflanztermin und erreichen im besten Fall bei Pflanzung in der 1. KW fast 52,00 €/m<sup>2</sup>. Mit jeder Woche späterer Pflanzung sinken die Erlöse und liegen bei Pflanzung in der 8. KW nur noch bei rund 38,00 €/m<sup>2</sup>. Eine Verbesserung der Erlössituation lässt sich möglicherweise durch den Anbau von Rispentomaten erreichen.
- Die Kostenanalyse bei runden Tomaten auf Substrat zeigt, dass bei dem momentanen Energiepreinsniveau von 0,04 bis 0,045 €/kWh ca. 32 bis 34 % der Lohn- und Direktkosten auf die Energiekosten entfallen. Rund 50 % der Energiekosten fallen in den ersten drei Kulturmonaten (Januar, Februar, März) an.
- Die Entwicklung der Energiekosten beeinflusst damit entscheidend die Rentabilität des Tomatenanbaus auf Substrat. Eine Steigerung der Energiekosten um 0,01 €/kWh bedeutet für den Tomatenanbau eine zusätzliche finanzielle Belastung von ca. 30.000 €/ha.
- Der Heizkostenanteil am Endprodukt (Tomate) beträgt bei den gegenwärtigen Energiepreisen 22 bis 25 ct (in Abhängigkeit vom Ertrag). Jede weitere Steigerung des Energiepreises um 0,01 €/kWh würde den Anteil der Energiekosten am Endprodukt um 25 % erhöhen. Durch Ertragssteigerung um 5 kg/m<sup>2</sup> Tomaten kann der Heizkostenanteil am Endprodukt um ca. 15 % gesenkt werden.
- Die Energiepreissteigerungen führen bei Tomaten auf Substrat zu drastischen Einbrüchen in den Deckungsbeiträgen. Einer Erhöhung der Energiekosten um 0,01 €/kWh folgt eine Minderung des Deckungsbeitrages um ca. 30 % oder 30.000 €/ha.
- Die Kalkulationen zu den Deckungsbeiträgen in Relation zum Pflanztermin zeigen, dass zurzeit die optimalen Pflanztermine im Zeitraum zwischen der 1. und 4. KW liegen.
- Zur Verbesserung des wirtschaftlichen Ergebnisses muss es unter Ausnutzung aller Möglichkeiten in der Kulturführung gelingen, die Erträge im Tomatenanbau auf einem sehr hohen Niveau zu stabilisieren. Neben einer optimierten Kulturführung spielt der Anbau veredelter Tomaten und großfrüchtiger Sorten eine entscheidende Rolle. Um bei den gegenwärtigen Preisen gewinnbringend Tomaten auf Substrat anzubauen, ist ein Mindestertrag von 55 kg/m<sup>2</sup> Tomaten erforderlich. Eine Ertragssteigerung um 5 kg/m<sup>2</sup> Tomaten führt zu einer Erhöhung des Deckungsbeitrages um 30 % oder 35.000 €/ha.
- Das überarbeitete und aktualisierte Excel-Kalkulationsprogramm „Planungsprogramm zur Berechnung der Rentabilität von Gewächshausgemüse“ bietet die Möglichkeit, die wirtschaftlichen Resultate beim Gurkenanbau auf Substrat mit ausreichender Genauigkeit zu

kalkulieren. Die ökonomischen Auswirkungen weiterer Steigerungen des Energiepreises auf das Ergebnis des Tomatenanbaus auf Substrat können problemlos kalkuliert werden. Damit dient das Programm als wichtige Entscheidungshilfe für Empfehlungen hinsichtlich der Verfahrensauswahl und der Termingestaltung beim Anbau von Tomaten auf Substrat.

## 6 Wirtschaftlichkeitsvergleich des Anbaus von Gurken und Tomaten auf Substrat

Nachdem in den beiden vorangegangenen Abschnitten die Wirtschaftlichkeit des Anbaus von Gurken und Tomaten auf Substrat im Detail analysiert wurde, soll an dieser Stelle noch eine vergleichende Betrachtung zu beiden Substratkulturen folgen. Der Hintergrund liegt in der Tatsache begründet, dass es für die Anbauer unter bestimmten wirtschaftlichen und organisatorischen (Absatz) Voraussetzungen durchaus sinnvoll sein kann, vom Gurken- zum Tomatenanbau oder umgekehrt zu wechseln.

In der vergleichenden Analyse beider Substratkulturen sollen zunächst die mit den Verfahren verbunden Lohn- und Direktkosten betrachtet werden. In Abbildung 37 werden die variablen Kosten für einen Pflanztermin in der 4. KW bei Energiekosten von 0,04 €/kWh vorgestellt. Das angenommene Ertragsniveau bei Gurken beträgt 145 Stück/m<sup>2</sup> und bei Tomaten 52 kg/m<sup>2</sup>.

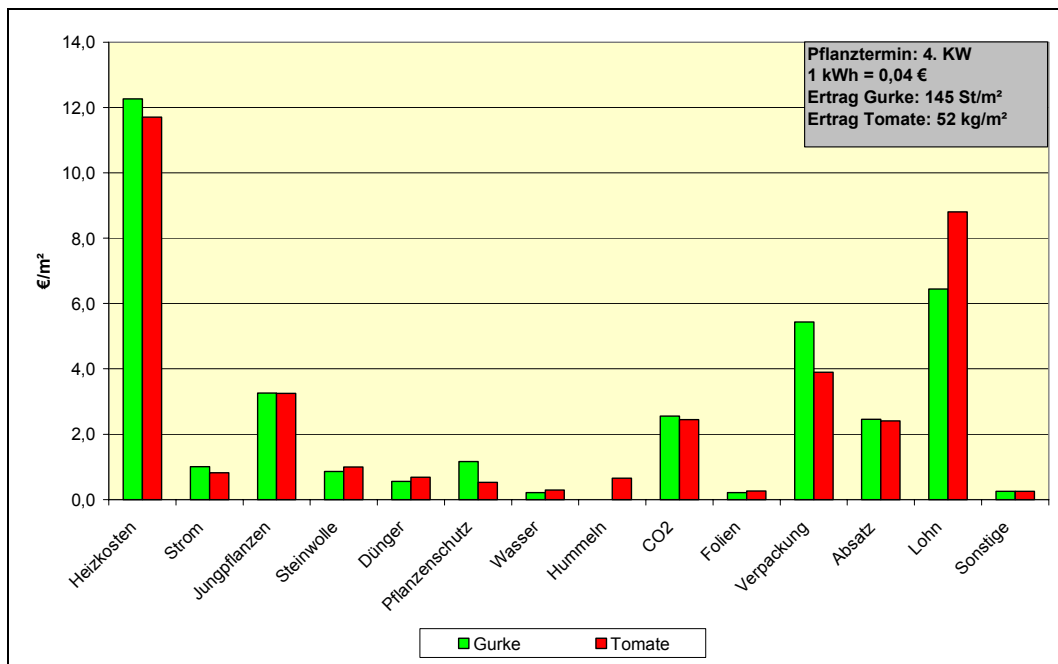
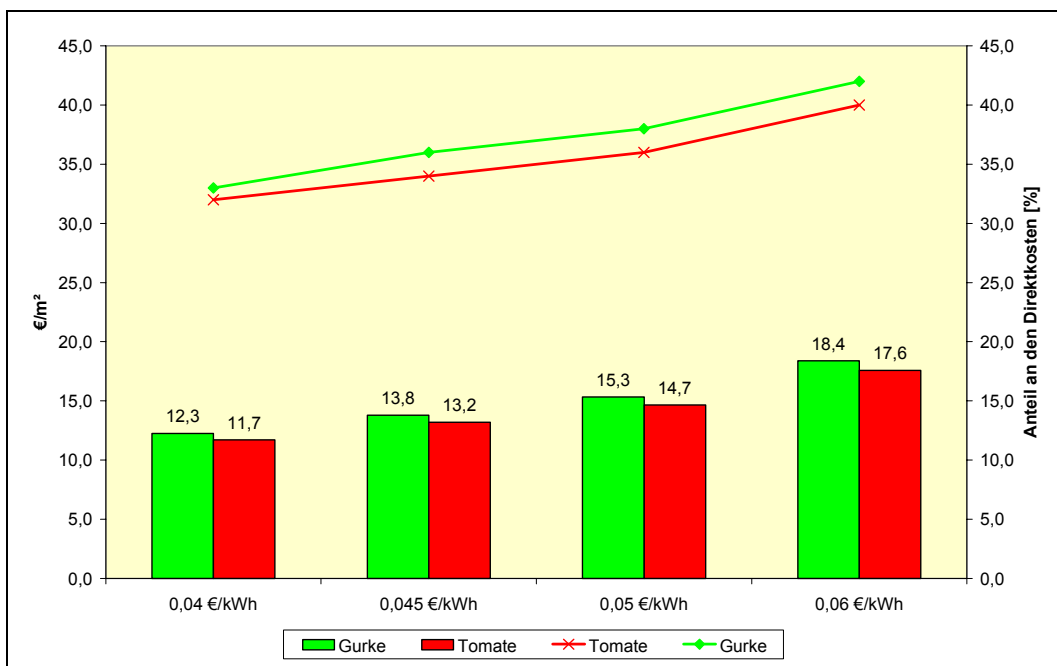


Abbildung 37: Vergleich der Lohn- und Direktkosten beim Anbau von Gurken und Tomaten auf Substrat



Die Gesamtkosten beider Kulturen liegen mit 36,70 €/m<sup>2</sup> (Gurken) bzw. 37,00 €/m<sup>2</sup> (Tomaten) mittlerweile auf einem sehr hohen Niveau. Dabei ist zu konstatieren, dass bei beiden Kulturen, die in den letzten beiden Jahren enorm gestiegenen Kosten für Heizenergie den mit Abstand höchsten Anteil an den variablen Direktkosten ausmachen. Sie befinden sich mittlerweile sowohl bei Gurken wie auch bei Tomaten auf einem sehr hohen Level (11,70 bis 12,30 €/m<sup>2</sup>). Die in der Abbildung 38 aufgezeigten Steigerungsraten bei weiteren Energiepreiserhöhungen verdeutlichen die damit verbundene Brisanz für die Wirtschaftlichkeit der beiden Kulturen. Bei Energiepreisen von 0,05 bis 0,06 €/kWh, die in absehbarer Zeit zu erwarten sind, nehmen die Heizkosten bereits rund 40 % der Gesamtkosten ein, d.h. wenn man sich bei beiden Kulturen über notwendige Kostensenkungen unterhält, so wird es nur noch um die Frage gehen, wie können die Kosten für Energie auf einem wirtschaftlich noch vertretbaren Niveau gehalten werden. Die Lösung dieser Frage wird entscheidend für weitere Existenz der Gurken- und Tomatenanbauer in Deutschland sein.



**Abbildung 38: Vergleich der Heizkosten beim Anbau von Gurken und Tomaten auf Substrat**

In den übrigen Kostenpositionen zeichnen sich vor allem Unterschiede bei den Pflanzenschutz-, Verpackungs- und Lohnkosten ab.

Die in der Bedeutung an 2. Stelle stehenden zurechenbaren Lohnkosten für Saisonarbeitskräfte liegen mit 6,40 €/m<sup>2</sup> (Gurken) bzw. 8,80 €/m<sup>2</sup> (Tomaten) rund 35 % auseinander. Der oben schon beschriebene Mehraufwand bei der Tomate begründet sich in erster Linie aus der längeren Kulturzeit sowie aus den im Vergleich zur Gurke deutlich höheren Pflegeaufwand der Kulturen.

Nach den Abweichungen bei den Lohnkosten fallen noch die höheren Ausgaben bei Gurken für Verpackung auf, die sich vorrangig im Mehrbedarf an Verpackungsmaterial für die zu erwartende Ernte begründen. Müssen für 145 Gurken/m<sup>2</sup> ca. 12 Kisten vorgehalten werden, so lassen sich 52 kg/m<sup>2</sup> Tomaten in 9 Kisten verpacken.

Bei den „kleineren“ Kostenpositionen (< 3 % der Gesamtkosten) fallen in der Abbildung die doppelt so hohen Pflanzenschutzkosten bei der Gurke auf. Die Mehrkosten resultieren aus dem insgesamt höher einzustufenden Gefährdungspotenzial durch Krankheiten und Schädlinge der Gurke im Vergleich zur Tomate. In der Langzeitkultur Tomate lassen sich durch Klimagegestaltung, Sorten- und Unterlagenwahl sowie durch den Einsatz von Nützlingen die meisten Schaderreger sehr effektiv, ohne den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen, bekämpfen. Beim Anbau von Gurken ist dagegen die Standzeit der Kulturen deutlich kürzer als bei der Tomate. Nach den Neupflanzungen müssen z.B. Nützlingspopulationen immer wieder neu aufgebaut werden, was Extrakosten verursacht. Der bei den Anbauern gefürchtete Echte Mehltau lässt sich bei starkem Befallsdruck meist nur durch einen relativ hohen Aufwand an chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen beherrschen.

Die Kostenanalyse beider Kulturen beim Anbau auf Substrat zeigt nachdrücklich, dass in diesen modernen Anbauverfahren insgesamt mit sehr hohen Lohn- und variablen Direktkosten zu rechnen ist. Zum Decken der variablen Kosten müssen mittlerweile über 75 % der in den Verfahren erreichbaren Leistungen aufgewandt werden. Die übrigen Erlöse werden zum Großteil für die betrieblichen Fixkosten aufgewendet. Kostensenkungen müssen demnach im Vordergrund der Bemühungen der Anbauer stehen, um die Anbauverfahren auf Substrat rentabler zu gestalten. Allerdings ist gerade in diesem Bereich eine Einflussnahme nur noch in sehr begrenztem Maße möglich. Besonders bei den die Kostenstruktur bestimmenden Heizkosten muss festgestellt werden, dass die Möglichkeiten der Anbauer zur Energieeinsparung in den meisten Fällen bereits ausgereizt sind.

Energieschirme oder Doppelverglasung im Stehwandbereich gehören heute ebenso zum Standard wie moderne, mit neuester Software ausgerüstete Klimacomputer. Eine weitere Reduzierung der Heizungssollwerte unter die empfohlenen Parameter würde bei den aktuellen Sorten zu nicht vertretbaren Ertragseinbrüchen führen. Eine Verschiebung der Pflanztermine in Richtung Ende Februar/Anfang März wäre wegen des zu späten Markteinstiegs gleichbedeutend mit dem Verlust erheblicher Marktanteile an ausländische Mitbewerber. Weil bei den traditionellen Heizträgern - Erdgas und Erdöl - Preisabsenkungen nicht mehr zu erwarten sind, bleibt letztlich nur die Suche nach Alternativen Heizquellen. Der Wechsel auf alternative Energieträger (energetische Nutzung von Biomasse) ist beim Anbau von Substratkulturen in jedem Fall durch eine einzelbetriebliche Kosten-Nutzen-Analyse zu begleiten. Zu Möglichkeiten der Umstellung auf alternative Heizsysteme sei an dieser Stelle auf die in letzter Zeit zahlreich erschienenen Publikationen in der Fachpresse verwiesen. Kritisch anzumerken sind auch die in Europa und selbst in Deutschland vorherrschenden ungleichen Wettbewerbsbedingungen auf dem Energiemarkt. Beim Hauptmitbewerber in den Niederlanden kostet gegenwärtig eine kWh für die Substratanbauer ca. 2,60 ct/kWh. Die Betriebe

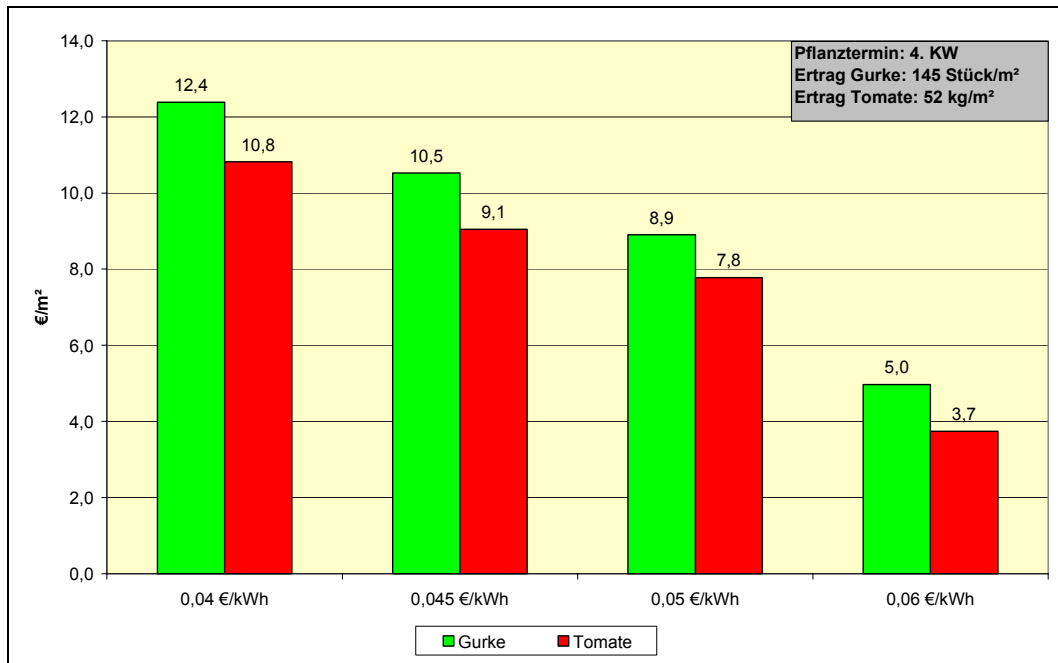
können dort demzufolge deutlich kostengünstiger produzieren und sich damit einen durch die einheimischen Produzenten kaum noch wettzumachenden Marktvorteil durch günstigere Preise sichern.

Die übrigen variablen Kosten verzeichneten in den letzten Jahren zwar auch einen kontinuierlichen Anstieg, der im Vergleich zur Kostenexplosion bei den Energiepreisen eher zu vernachlässigen ist. In der Summe der Kostensteigerung erfolgt jedoch eine weitere Belastung des wirtschaftlichen Ergebnisses und eine Minderung der Rentabilität dieser Anbauverfahren.

Obwohl die zurechenbaren Lohnkosten in den letzten Jahren auf einem vergleichsweise niedrigem Niveau eine gewisse Stabilität auswiesen, muss gerade hier künftig mit einer Erhöhung der Stundenlöhne für Saisonarbeitskräfte gerechnet werden. Erste Steigerungen erfolgten bereits in 2005 mit der Einführung der Sozialabgaben an die polnischen Sozialversicherungssysteme. Die in der Diskussion stehenden Mindestlöhne sowie die besseren Verdienstmöglichkeiten für ausländische Saisonkräfte in den Nachbarländern (Niederlande Großbritannien, Skandinavien) werden mit großer Wahrscheinlichkeit zu einer weiteren Erhöhung des Kostenanteils bei den zurechenbaren Lohnkosten auch im Substratanbau unter Glas führen.

Der Vergleich der in beiden Kulturen zu erwirtschaftenden Deckungsbeiträge soll zuerst am Beispiel von Pflanzterminen in der 4. KW in Abhängigkeit von unterschiedlichen Energiepreisen diskutiert werden (Abbildung 39). Vor dem Hintergrund vergleichbarer Leistungen, 49,13 €/m<sup>2</sup> bei Gurken und 48,18 €/m<sup>2</sup> bei Tomaten, die auf Durchschnittserträgen von 145 Gurken/m<sup>2</sup> und 52 kg Tomaten/m<sup>2</sup> beruhen, sind die Deckungsbeiträge der Gurken denen der Tomaten unabhängig von der Höhe der Energiepreise stets überlegen. Mit Gurken auf Substrat lässt sich ein um rund 13 % besserer Deckungsbeitrag als mit dem Anbau von Tomaten erzielen.

Alarmierend ist jedoch das mittlerweile niedrige Niveau der Deckungsbeiträge bei beiden Kulturen. Noch Anfang 2005, bei Energiekosten bei 0,03 €/m<sup>2</sup>, betragen z.B. bei Gurken die Deckungsbeiträge noch rund 16,00 €/m<sup>2</sup>. Zieht man von den Werten der Abbildung 39 noch die fixen Kosten in Höhe von ca. 10,00 €/m<sup>2</sup> (Gemeinkosten und Unternehmerlohn) ab, so muss man feststellen, dass sowohl Gurken wie auch Tomaten bei den angesetzten Durchschnittserträgen bereits bei Energiekosten von 0,045 €/m<sup>2</sup> praktisch keinen Gewinn mehr erwirtschaften.



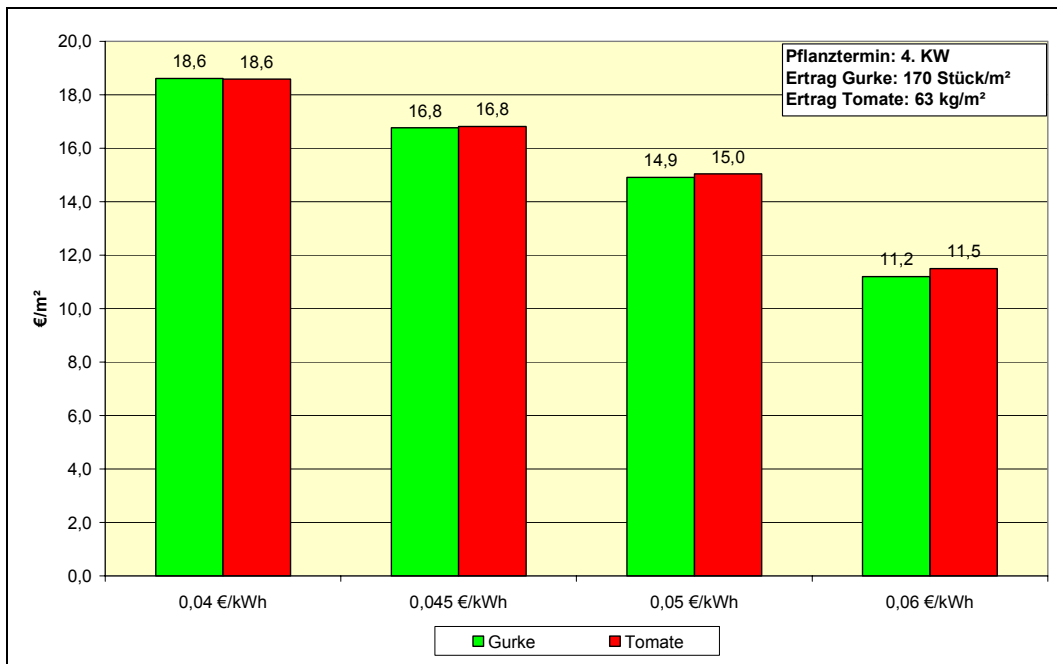
**Abbildung 39: Vergleich der Deckungsbeiträge beim Anbau von Gurken und Tomaten auf Substrat bei unterschiedlichen Energiekosten**

Möglichkeiten zur Verbesserung dieser mittlerweile sehr ernsten wirtschaftlichen Situation sind bei Gurken und Tomaten auf Substrat einerseits in der Suche nach weniger kostenintensiven Energieträgern (s. oben) und andererseits vor allem in der weiteren Steigerung der Einnahmen sowie in der Einsparung von Heizkosten durch eventuelle Verschiebungen der Pflanztermine zu sehen.

Die Verbesserung der Einnahmen aus Gurken und Tomaten wäre theoretisch am einfachsten, indem die gestiegenen Kosten an den Endverbraucher weitergegeben werden. Dieser Weg ist den deutschen Substratanbauern leider verstellt. Weil Gurken und Tomaten zu Weltmarktpreisen gehandelt werden und am Weltmarkt fast immer ausreichend Produkte im Angebot sind, wird der Preis letztlich von den Produzenten mit den niedrigsten Kosten bestimmt. Die oben skizzierten Wettbewerbsverzerrungen am europäischen Markt führen dann dazu, dass sich die deutschen Anbauer dem Preisdiktat niederländischer Produzenten beugen müssen. Verschärft wird diese Situation noch durch den harten Konkurrenzkampf beim deutschen Lebensmitteleinzelhandel. Letztendlich muss der deutsche Anbauer die gestiegenen Kosten mit der Folge der sich ständig verschlechternden Rentabilität seiner Produktion selbst tragen.

Die Erlöse können durch steigende Erträge ebenfalls verbessert werden. Hierzu ist zunächst zu bemerken, dass die in den bisherigen Betrachtungen angesetzten Durchschnittserträge ein für unsere Anbaubedingungen schon recht hohes Niveau widerspiegeln. Weitere Ertragssteigerungen lassen sich nur noch durch eine weiter verbesserte Kulturführung, bei der alle Anbauparameter

bestmöglich eingehalten werden und Verluste durch Krankheiten oder Schädlinge auszuschließen sind, erreichen.

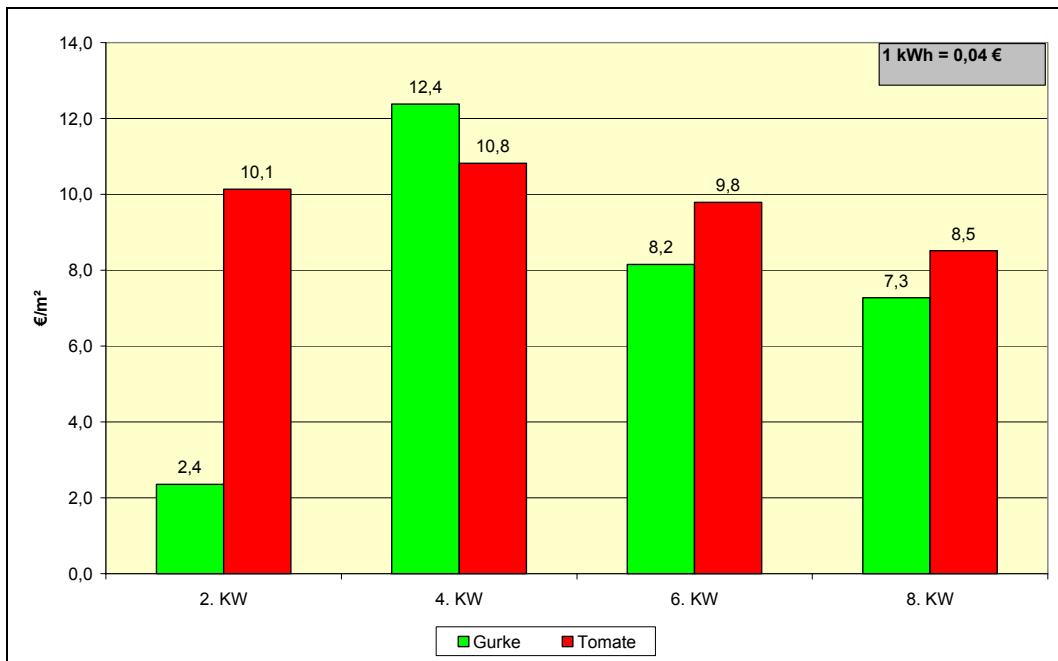


**Abbildung 40: Vergleich der Deckungsbeiträge beim Anbau von Gurken und Tomaten auf Substrat bei angenommenen Höchsterträgen**

In Abbildung 40 werden Deckungsbeiträge für Gurken und Tomaten auf Substrat bei derzeit realistischen Höchsterträgen für unser Anbauggebiet vorgestellt. Mit einer Pflanzung in der 4. KW sollten bei Gurken Erträge von bis zu 170 Stück/m<sup>2</sup> und bei Tomaten von 63 kg/m<sup>2</sup> erreichbar sein. Obwohl die Deckungsbeiträge bei Tomaten geringfügig über denen der Gurke liegen, kann die wirtschaftliche Situation beider Kulturen selbst bei Höchstertragsniveau als identisch eingestuft werden. Wie die Abbildung zeigt, können bei angenommenen Höchsterträgen bis zum einem Energiepreis vom 0,05 €/m<sup>2</sup> mit rund 15,00 €/m<sup>2</sup> noch akzeptable Deckungsbeiträge erzielt werden. Bei 0,06 €/m<sup>2</sup> würden die Ergebnisse selbst bei den zugrunde gelegten Höchsterträgen nur noch knapp über der Gewinngrenze liegen.

Ein Blick auf den Einfluss des Pflanztermins auf die Verbesserung des Deckungsbeitrags bei Gurken und Tomaten zeigt, dass zwischen beiden Kulturarten bemerkenswerte Unterschiede bestehen (Abbildung 41). Während ein Vorziehen der Pflanzung auf Anfang Januar bei den Gurken zu undisputablen Deckungsbeiträgen (2,40 €/m<sup>2</sup>) führt, ist bei Tomaten dieser sehr frühe Pflanztermin wirtschaftlich nur wenig schlechter als der optimale Pflanztermin in der 4. KW zu beurteilen. Unabhängig von den sinkenden Heizkosten im Laufe des Februars schneidet bei beiden Kulturen die 4. KW bei dem vorgegeben Energiepreis am besten ab. Besonders augenfällig ist dabei, dass die Gurke in dieser Pflanzwoche aufgrund der guten Übereinstimmung von Ertrags- und langjährigem Preis-

verlauf deutlich die anderen Varianten überragt. Pflanztermine ab der 6. KW führen bei der Gurke im Gegensatz zur Tomate zu merklichen Einbußen beim Deckungsbeitrag.



**Abbildung 41: Vergleich der Deckungsbeiträge beim Anbau von Gurken und Tomaten auf Substrat in Abhängigkeit vom Pflanztermin**

Der Vergleich der Deckungsbeiträge von Tomaten und Gurken unterstreicht, dass beide Substratkulturen in ihrer wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit in etwa miteinander vergleichbar sind. Bei beiden bestimmen die Heizkosten wesentlich das wirtschaftliche Ergebnis. Zur Senkung der Heizkosten gilt es, Möglichkeiten zum Umstieg auf alternative Energieträger zu prüfen. Vor dem Wechsel ist eine betriebsinterne Wirtschaftlichkeitsberechnung vorzunehmen. Heizkosteneinsparungen durch ein Verschieben des Pflanztermins bringen nur begrenzte ökonomische Resultate. Die Minderaufwendungen für Energie werden durch geringere Umsätze meist aufgehoben.

Für Betriebe, die Pflanzungen bereits ab Anfang Januar planen, ist die Tomate der Gurke vorzuziehen, weil sich mit Tomaten bereits ab Anfang Januar zufriedenstellende Resultate erzielen lassen. Gurken sollten dagegen frühestens ab Ende Januar gepflanzt werden. Die beste Möglichkeit, das wirtschaftliche Ergebnis bei Gurken und Tomaten zu verbessern, besteht in der Steigerung der Ertragsleistungen. Beim vollständigen Ausschöpfen des Ertragspotenzials bewegen sich beide Kulturen auf einer vergleichbareren Stufe, so dass auch in diesem Fall ein Wechsel zwischen den Fruchtarten keine wesentlichen Vorteile für die Anbauer bringt.

## 7 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit des Anbaus von Gurken und Tomaten auf Substrat lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

- Der Anbau von Gurken und Tomaten auf Substrat hat sich in den letzten Jahren immer mehr als die dominierende Anbauform in Betrieben mit Absatz über den Lebensmitteleinzelhandel herauskristallisiert. Durch das kontinuierliche und hohe Marktaufkommen an Gurken und Tomaten sind deutsche Produzenten im Zeitraum von März bis Oktober ein zuverlässiger Partner des Handels.
- Das derzeitige Ertragsniveau der Kulturen mit Durchschnittserträgen von 145 Gurken/m<sup>2</sup> oder 52 kg Tomaten/m<sup>2</sup> ist bereits als sehr hoch einzustufen. Mit den erzielten Erträgen wurden bislang ausreichend hohe Deckungsbeiträge erwirtschaftet.
- Mit den drastisch angestiegenen Energiepreisen in den letzten Jahren (von 0,03 €/kWh in 2005 auf 0,045 bis 0,05 €/kWh in 2006), haben sich die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen beim Substratanbau von Fruchtgemüse gravierend verändert. Die Energiekosten sind der mit Abstand wichtigste Kostenfaktor geworden und nehmen mit 12 bis 14 €/m<sup>2</sup> mittlerweile bei Tomaten und Gurken 30 bis 35 % der variablen Direktkosten ein.
- Durch diese enormen Mehrkosten verschlechterte sich das wirtschaftliche Ergebnis der Substratkulturen spürbar. Die Deckungsbeiträge bei Tomate und Gurke werden mit jeder Energiepreissteigerung um 0,01 €/kWh um rund 30 % oder 30.000 bis 35.000 €/ha vermindert. Obwohl bei einem hohen Ertragsniveau zurzeit noch positive Deckungsbeiträge erwirtschaftet werden können, sinken die Gewinne aus den Substratverfahren stark ab. Für zukünftige Investitionen steht den Betrieben immer weniger Kapital zur Verfügung.
- Bei den gegenwärtigen mittleren Erträgen bei Gurken und Tomaten auf Substrat werden die Grenzen der Rentabilität der Anbauverfahren bei Energiekosten von 0,05 €/kWh erreicht.
- Verbesserungen des wirtschaftlichen Ergebnisses des Substratanbaus sind in erster Linie durch Ertragssteigerungen als Folge einer optimalen Kulturführung möglich. Entsprechende Kulturanleitungen wurden im Rahmen des Projektes erarbeitet. Nur durch das Erreichen von Höchsterträgen (ca. 170 Gurken/m<sup>2</sup> bzw. 63 kg Tomaten/m<sup>2</sup>) kann der Substratanbau von Gurken und Tomaten langfristig rentabel gestaltet werden. Möglichkeiten zur Steigerung der Erträge können auch im Umstellen der Sortimente hin zu großfrüchtigen Sorten mit Fruchtgewichten über 120 g bei Tomaten oder durch die Einführung neuer Anbauverfahren (Kultur am hohen Draht) bei Gurken gesehen werden.

- Durch die Verschiebung der Pflanztermine in den Februar sind zwar teils beträchtliche Energieeinsparungen möglich, doch kann sich infolge der verkürzten Anbauzeit der Ertrag und damit der Deckungsbeitrag im Vergleich zu früheren Pflanzterminen (Januar) verschlechtern. Bei den aktuellen Energiepreisen sind Pflanzungen in der 4. oder 5. KW bei Gurken und Tomaten auf Substrat wirtschaftlich am besten zu beurteilen.
- Die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit von Gurken und Tomaten auf Substrat ist miteinander vergleichbar. Der Wechsel von einer Kulturart zur anderen bringt keine nennenswerten ökonomischen Vorteile.
- Mit dem erarbeiteten Excel-Kalkulationsprogramm „Planungsprogramm zur Berechnung der Rentabilität von Substratkulturen unter Glas“ ist es möglich, für Gurken und Tomaten auf Substrat Aussagen zur Wirtschaftlichkeit der Verfahren in Abhängigkeit von der Leistungs- und Kostenstruktur des Betriebes zu erbringen. Mit Hilfe dieses Kalkulationsprogramms können zukünftig für beliebige Fallstudien Rückschlüsse auf die zu erwartenden ökonomischen Resultate der Kultur berechnet werden, so dass vorerst keine weiteren praktischen Erhebungen zur Wirtschaftlichkeit notwendig sind. Das Programm dient somit als wichtige Entscheidungshilfe für die Substratanbauer.
- Über die für Gurken und Tomaten gegebenen Handlungsempfehlungen hinaus wird es für die Betriebe mit Substratanbau von existenzieller Bedeutung sein, für ihre spezifischen Betriebsverhältnisse in der Zukunft alternative, im Vergleich zu Öl und Erdgas kostengünstigere Energiequellen zu erschließen. Die in der Regel sehr kostenintensive Umstellung auf neue Energiequellen muss allerdings auf die speziellen Betriebsbelange abgestimmt und wirtschaftlich untersetzt sein.



## 8 Literaturhinweise

- ANDREAS, CH. (2002): Spätanbau von Salatgurken auf Substrat. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- ANDREAS, CH. (2002): Energieoptimierte Klimaführung bringt an zwei Anbausätze Energieeinsparungen und Ertragsvorteile. Versuche im deutschen Gartenbau 2002
- ANDREAS, CH. (2003): Faustzahlen für die Ernteschätzung bei Tomatenkultur auf Substrat. Der Gemüsebau, Heft 11 15-16
- ANDREAS, CH. (2003): Wie viele Gurken ernten. Gemüse, Heft 7, 15-17
- Andreas, Ch. (2004): Ernteschätzung bei Tomaten auf Substrat. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- Andreas, Ch. (2004): Ernteschätzung bei Salatgurken im Substratanbau. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- ANDREAS, CH. (2004): Energieoptimierte Klimaführung spart bei Rispentomaten bis zu 15% Heizenergie. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- ANDREAS, CH. (2004): 16% mehr Gurken und 15% weniger Heizung bei energieoptimierter Klimaführung. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- ANDREAS, CH. (2005): Vereinfachte prozentuale Ertragsvorherschätzung bei Tomaten. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- ANDREAS, CH., TH. REINTGES (2004): Quantifizierung von Versuchsdaten führt zu Faustzahlen über die Abschätzung der Ertragshöhe bei Salatgurken. Versuche im deutschen Gartenbau 2004
- ANDREAS, CH., TH. REINTGES (2004): Quantifizierung von Versuchsdaten führt zu Faustzahlen über die Abschätzung der Ertragshöhe bei Tomaten. Versuche im deutschen Gartenbau 2004
- ANDREAS, CH., TH. REINTGES (2004): Auch 2003 Energieeinsparung durch energieoptimierte Klimaführung im Substratanbau. Versuche im deutschen Gartenbau 2004
- ANDREAS, CH., TH. REINTGES (2004): Salatgurken brachten energieoptimiert auch 2003 wieder höhere Erträge als mit praxisüblicher Klimastrategie. Versuche im deutschen Gartenbau 2004
- ANDREAS, CH., TH. REINTGES (2005): Energieeinsparung durch energieorientierte Klimaführung 2004 im Substratanbau. Versuche im Deutschen Gartenbau 2005.
- ANDREAS, CH., TH. REINTGES (2005): Wie schon im Vorjahr bringt energieorientierte Klimaführung 2004 lohnenswerte Energieeinsparungen. Versuche im Deutschen Gartenbau 2005.
- ANDREAS, CH., TH. REINTGES (2005): Veredelte Rispentomaten bringen höhere Erträge auf Perlite und Kokos im geschlossenen Recycling-System. Versuche im deutschen Gartenbau 2005
- BEHR, H.-CH. (2004): ZMP Marktbilanz Gemüse 2004. ZMP, Bonn
- BEHR, H.-CH. (2004): ZMP Marktbilanz Gemüse 2004. ZMP, Bonn
- BETRAM, A. et al. (2006): Klimacomputereinsatz in der Praxis, KTBL-Heft 56, 28-32
- Domke, O. (2006): Einbindung von Wärmespeichern in vorhandene Heizungsanlagen, KTBL-Heft 56, 62-63
- FISCHER, M., CH. NOBIS: Holz als Energieträger im Gartenbau. Energieberatung der Landwirtschaftskammer NRW

- FRICKE, A. (1999): Datensammlung für die Betriebsplanung im Intensivgemüsebau. Institut für Gemüse und Obstbau, Universität Hannover, Arbeitskreis Betriebswirtschaft im Gartenbau e.V. Hannover
- HEISE, P. (2004): Entwicklung der Heizenergieversorgung für Gartenbaubetriebe. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- HEISE, P. (2004): Entwicklung der Energieeffizienz im Gartenbau. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- HEISE, P. (2005): Heizung mit Öl oder alternativen Brennstoffen. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- HEISE, P. (2005): Alternative Energien - wie rechnen sie sich. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- HEISE, P. (2005) wann lohnt sich der Umstieg auf alternative Energiequellen. Tagung „Energieeinsatz im Gewächshausgartenbau“ Dresden-Pillnitz 1.12.2005,  
<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfl/inhalt/4407.htm>
- HENDRIX, A.T.M. (1995): Taaktijden voor de groenteteelt onder glas. IMAG-DLO, Rapport 93-14
- JANSEN, D. (2005): Technische Möglichkeiten der Energieeinsparung. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- JANSEN, D.(2005): Entscheidungshilfen zum Thema Energieeinsparung im Gartenbaubetrieb. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- LATTAUSCHKE, G. (2000): Deckungsbeiträge von Gurken und Tomaten beim Anbau im geheizten Doppelfolienhaus. Info-Dienst, Heft 2, 2000, 136-142, Sächs. Landesanst. f. Landwirtschaft
- LATTAUSCHKE, G. (2000): Ökonomische Betrachtungen zum Anbau von Gemüse in Gewächshäusern. Inf. für Praxis und Beratung, Sächs. Landesanst. f. Landwirtschaft, Dresden
- LATTAUSCHKE, G. (2000): Ökonomische Betrachtungen zum Anbau von Gemüse in Gewächshäusern. Unter Doppelfolie Gemüse produzieren. Gärtnerpost 4, 25-28
- LATTAUSCHKE, G. (2000): Ökonomische Betrachtungen zum Anbau von Gemüse in Gewächshäusern. Blockbauweise sorgfältig kalkulieren. Gärtnerpost 5, 2000, 38-41
- LATTAUSCHKE, G., E. BRAUNE, (2001): Planungsprogramm zur Berechnung der Rentabilität für Gewächshausgemüse. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- LATTAUSCHKE, G. (2002): Gestaltung wirtschaftlicher Gemüseanbaufolgen im Doppelfolienhaus. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- LATTAUSCHKE, G. (2004): Anbau von Gewächshausgemüse. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 215 S.
- LATTAUSCHKE, G. (2005): Energieeinsatz im Gemüsebau unter Glas. Tagung „Energieeinsatz im Gewächshausgartenbau“ Dresden-Pillnitz 1.12.2005,  
<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfl/inhalt/4407.htm>
- MENKE, N. (2005): Entwicklung der Energiepreise für Elektrizität, Gas, Kohle und Öl. Tagung „Energieeinsatz im Gewächshausgartenbau“ Dresden-Pillnitz 1.12.2005,  
<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfl/inhalt/4407.htm>
- PAUL, N. (2006): Einsatz von Biomasse im Gartenbau. KTBL-Heft 56, 45-48
- PHILLIP, I., R. BRÖKELAND (2006): Holz als Brennstoff im Gartenbau. KTBL-Heft 56, 49-53
- RATH, T., H.-J. HUSMANN: Hortex 3.0, Institut für Gartenbau und Landwirtschaft, Universität Hannover

- SAUER, H. , A. TEICHERT (2005): Energie clever einsetzen. Optimale Energieführung bei Gewächshauskulturen. Vortragstagung Gemüsebau 2005, Heidelberg. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- SCHOCKERT, K. (2005): Energiebilanz in Gewächshausanlagen verbessern. Tagung „Energieeinsatz im Gewächshausgartenbau“ Dresden-Pillnitz 1.12.2005,  
[HTTP://WWW.LANDWIRTSCHAFT.SACHSEN.DE/DE/WU/LANDWIRTSCHAFT/LFL/INHALT/4407.HTM](http://www.LANDWIRTSCHAFT.SACHSEN.DE/DE/WU/LANDWIRTSCHAFT/LFL/INHALT/4407.HTM)
- SCHUHMACHER, H.J., NOBIS, CH. (2005): Visionen werden Wirklichkeit. Alternative Energiequelle Biogas. GBZ Straelen, GBZ Westfalen-Lippe
- SCHUHMACHER, H.J. (2005): Biogas - für Gartenbaubetriebe eine Energiequelle der Zukunft. Tagung „Energieeinsatz im Gewächshausgartenbau“ Dresden-Pillnitz 1.12.2005,  
<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfl/inhalt/4407.htm>
- STORCK, H. (Hrsg.) (1994): Taschenbuch des Gartenbaus. 3. Aufl. Stuttgart, Ulmer
- TANTAU, H.-J. et al.(2006): Energiesituation im deutschen Gartenbau. KTBL-Heft 56, 7-13
- TEICHERT, A. SAUER, H. (2004): Wirtschaftlichkeit früher Pflanztermine mit konventioneller gegenüber energiereduzierter Temperaturführung gegeben. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- WENZEL, B. (2006): Nutzung von Abwärme aus Biogasanlagen. KTBL-Heft 56, 54-57
- WINKLER, B., G. LATTAUSCHKE et al. (2003): Datenbank Planungs- und Beurteilungsrichtwerte. [www.smul.sachsen.de/bpsplan/](http://www.smul.sachsen.de/bpsplan/)
- o. V. (2005): Energieträger im Gartenbau. Alternativen zu Erdöl und Erdgas. Ministerium für Ernährung und ländlichen Raum Baden-Württemberg
- o. V. (2005): Merkblatt zum Energieeinsatz im Unterglasanbau. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)

## Anlagen

### Anlage 1: Basisfaktoren zur Berechnung der Direktkosten von Gurken und Tomaten (nach Datensammlung für die Betriebsplanung im Intensivgemüsebau, verändert)

<b>Berechnung der Direktkosten für jede einzelne Kultur</b>			
<b>Steinwolle</b>		Preis	Bemerkungen
		EURO je 1000 m <sup>2</sup>	
Steinwolle Expert +1 (2,91€)		856,00	für Gurke
Steinwolle Master +1 (3,19 €)		997,00	für Tomate
Steinwolle Master +1		1300,00	für Paprika
<b>Bewässerung</b>		Kosten	Bemerkungen
		EURO je m <sup>3</sup>	
Stadtwasser	1	1,79	
Brunnenwasser	2	0,26	
Regenwasser	3	0,00	
<b>Düngemittel/Steinwolle</b>		EURO je kg	Bemerkungen
Kalziumnitrat		0,24	
Kaliumnitrat		0,43	
Ammoniumnitrat		1,10	
Magnesiumnitrat		0,53	
Monokaliumphosphat		0,73	
Magnesiumsulfat		0,36	
Eisenchelat, 6%, DTPA		4,60	
Salpetersäure, 53%		0,46	
<b>Sonstige Faktoren</b>			
Auswahl der Preisreihe (1-5)		3	
bzw. je zurechenbare Akh (inkl.		6,00 EURO	

**Anlage 1: Basisfaktoren zur Berechnung der Direktkosten von Gurken und Tomaten  
(nach Datensammlung für die Betriebsplanung im Intensivgemüsebau, verändert)**

<b>Berechnung der Direktkosten für jede einzelne Kultur</b>			
<b>Folien/Vliese</b>	einer Nutzung		Bemerkungen
		EURO	
kein Einsatz	1	0,00	
Flach PE, 500 Loch/0,05mm	2	52,15	bei 2maliger Nutzung
Vlies 17g/m <sup>2</sup>	3	76,69	bei 2maliger Nutzung
Mulchvlies, schwarz, 50g/m <sup>2</sup>	4	92,03	bei 3maliger Nutzung
Folie PE, schwarz, 0,04mm	5	147,76	bei 1maliger Nutzung
Folie PE schwarz/weiß, 0,07 mm	6	120,00	bei 1maliger Nutzung
Unterziehfolie, PE, 0,07 mm	7	100,00	bei 1maliger Nutzung
<b>Art der Verpackung</b>		Kosten	Bemerkungen
		EURO je Stk. und Nutzung	
keine	1	0,00	Die Kosten pro Nutzung
Karton, Gurke	2	0,50	berechnen sich aus
Karton, Tomate	3	0,50	dem Kaufpreis bzw. den
Schale, Feldsalat	4	0,10	jeweiligen Umlaufgebühren
Euro-Pool high H	5	0,20	60x40x23
Euro-Pool middle M	6	0,18	60x40x17
Euro-Pool low L	7	0,16	60x40x12
Euro-Pool Tomatoes T	8	0,45	30x40x15
Euro-Pool Gurke	9	0,45	30x40x15
Einsatz verschiedener Verpackungen	10	0,47	50% Karton und 50% Euro-Pool
<b>Stromkosten</b>		Kosten	Bemerkungen
		EURO je kWh	
		0,14	

**Anlage 1: Basisfaktoren zur Berechnung der Direktkosten von Gurken und Tomaten  
(nach Datensammlung für die Betriebsplanung im Intensivgemüsebau, verändert)**

**Heizkostenberechnung**

Standort	Sachsen	▼
Energiesparmaßnahmen (Energieschirme)	einlag.Energieschirm	▼
Energiesparmaßnahme (Isolierglas)	Isolierglas	▼
Gewächshausgröße	10.000qm	▼
Brennstoff	Erdgas H	▼

<b>Faktoren für verschiedene Brennstoffe</b>			EURO je	
	Faktor	Einheit	Einheit	
Erdgas L	1	1,000	kWh	
Erdgas H	2	1,042	kWh	0,0400
Propan	3	0,077	kg	0,6650
Propan	4	1,450	Liter	0,4900
Heizöl EL	5	1,000	Liter	0,4700
Heizöl S	6	0,087	kg	
Anthrazit	7	1,260	kg	0,1850
Gasflammkohle	8	1,400	kg	0,1750
Grüinguthackschnitzel	9	0,019	m <sup>3</sup>	8,0000
Holzackschnitzel	10	0,016	m <sup>3</sup>	14,0000
Holz, Pelletts	11	2,300	kg	0,1350
Importkohle	12	1,560	kg	0,1280
<b>Gewählter Brennstoff</b>				
<b>Erdgas H</b>		1,042	kWh	0,04

## **Anlage 2      Empfehlungen zur Klimaeinstellung von Gurken auf Substrat**

### **Frühanbau**

Die Angaben für den Frühanbau sind gültig für Pflanztermine ab Anfang Januar; gelten also sowohl für die ersten Pflanztermine für den Anbau in drei Sätzen wie auch für den Anbau in zwei Sätzen.

### **Vegetative Phase (Pflanzung bis Erreichen des Spanndrahtes)**

#### **Heizung:**

T/N:                                20/20°C für 3 bis 4 Tage  
   22/20°C bis zur 1. Blüte (21,5/19,5°C (< 20klx bzw. < 70 J/cm<sup>2</sup>))

Nacht/Tag Übergang:        3 h vor SA

#### **Lüftung:**

Dachlüftung:                    geschlossen

#### **Luftfeuchte:**

Entfeuchtung:                keine

Befeuchtung:                 keine

#### **Schirm:**

Nachtfunktion:                von SU bis -1,0 h vor SA

Öffnen:                         10% in 60 Minuten

Tagfunktion:                 geschlossen bei Helligkeit < 15 bis 20 klx bzw. < 50 bis 70 J/cm<sup>2</sup> (nur bei Schirm mit Lichtdurchlässigkeit > 80%)

#### **CO<sub>2</sub>:**

Beginn:                         ca. 2-3 h nach SA (CO<sub>2</sub>-Gehalt < 400 ppm)

Ende:                            2 h vor SU

Sollwert:                      400 ppm + 200 ppm bei Licht (40-60 klx bzw. 135 bis 200 J/cm<sup>2</sup>)

### **Generative Phase (bis Abernte Stammgurken)**

#### **Heizung:**

T/N:                                21/18°C (zu dünne Seitentriebe: 21/17°C)

Nacht/Tag Übergang:        3 h vor SA

Vornacht                    :        SU + 2 h absenken auf 17°C

#### **Lüftung:**

Dachlüftung:                    ab 28°C

Freigabe:                      Lee bis max. 5-10%

#### **Luftfeuchte:**

Entfeuchtung:                nur Tagfunktion, ab 85% rF, Leeseite bis max. 5%

Befeuchtung:                 keine

#### **Schirm:**

Nachtfunktion:                von SU bis -1,0 h vor SA

Öffnen:                         10% in 60 Minuten

Tagfunktion:                 geschlossen bei Helligkeit < 15 bis 20 klx bzw. < 50 bis 70 J/cm<sup>2</sup> (nur bei Schirm mit Lichtdurchlässigkeit > 80%)

**CO<sub>2</sub>:**

Beginn: ca. 2-3 h nach SA (CO<sub>2</sub> < 400 ppm)  
Ende: 2 h vor SU  
Sollwert: 600 ppm + 400 ppm bei Licht (40-60 klx bzw. 135 bis 200 J/cm<sup>2</sup>)

**Generative Phase (Ernte Seitentriebgurken)****Heizung:**

T/N: 21/18°C  
Nachnacht: 3 h vor SA  
Vornacht: SU + 4-5 h absenken auf 17°C  
Zu wenig Blüten: T/N 21/17°C (für 4 Tage)  
Zu wenig Triebe: T/N 21/20°C, 20/19°C (für ca. 1 Woche)  
viele kleine Früchte: T/N 22/20 °C für einige Tage  
Vorlaufbegrenzung: Vegetationsheizung schrittweise absenken (30-40°C)  
Sonderprogramme: 12.00 Uhr bis 14.00 Uhr Sollwert anheben auf 22°C

**Lüftung:**

Dachlüftung: ab 24°C (1-3 K über Heizsollwert)  
Freigabe: Lee/Luv schrittweise auf 100% freigeben, Lee/Luv um 1K versetzt

**Luftfeuchte (Entfeuchtung):**

Tagfunktion (SA-SU): 75-78%  
Nachtfunktion (SU-SA): 80-87%  
Lüftungsspalt: Lee max 20%, Luv max. 10%; nachts Lee bis 10%  
Heizung: Fußrohr- + Vegetationsheizung (rF+2-6%) Freigabe bis 60°C

**Luftfeuchte (Befeuchtung):** nur mit Hochdrucknebelanlage (Tröpfchengröße 10 µm)

Tagfunktion (SA-SU): Luftfeuchte <70% rF  
Nachtfunktion (SU-SA): aus

**Schirm:**

Nachtfunktion: von SU bis -1,0 h vor SA (nur bei Außentemperatur <8°C)  
Öffnen: 10% in 60 Minuten  
Tagfunktion: geschlossen bei Helligkeit < 15 bis 20 klx bzw. < 50 bis 70 J/cm<sup>2</sup> (nur bei Schirm mit Lichtdurchlässigkeit > 80%)  
Geschlossen bei Helligkeit >80 klx bzw. > 270 J/cm<sup>2</sup>  
Spalt Nacht: 10%  
Spalt Tag: 30-35%

**CO<sub>2</sub>:**

Beginn: ca. 2-3 h nach SA (CO<sub>2</sub> < 400 ppm)  
Ende: 2 h vor SU  
Sollwert: 600 ppm + 400 ppm bei Licht (40-60 klx bzw. 135 bis 200 J/cm<sup>2</sup>)  
bei Lüftung: je nach Zudosierungssystem 300-600 ppm (Kostenfrage)



## Sommeranbau

Die Angaben für den Sommeranbau sind gültig für Pflanztermine Mai bis August.

### Vegetative Phase (Pflanzung bis Erreichen des Spanndrahtes)

#### Heizung:

T/N: 20/20°C für 3 Tage  
22/20 °C bis 1. Blüte

Nacht/Tag Übergang: 3 h vor SA

Sonderprogramme: keine

#### Lüftung:

Dachlüftung: ab 24°C (1-3 K über Heizsollwert)

Freigabe: Lee/Luv 100%  
Lee/Luv um 1K versetzt

#### Luftfeuchte (Entfeuchtung):

Tagfunktion (SA-SU): 80%

Nachtfunktion (SU-SA): 85-87%

Lüftungsspalt: Lee max 20%, Luv max. 10%; nachts Lee bis 10%

Heizung: Fußrohr- + Vegetationsheizung (rF+2-6%); Freigabe bis 50°C

**Luftfeuchte (Befeuchtung):** nur mit Hochdrucknebelanlage (Tröpfchengröße 10 µm)

Tagfunktion (SA-SU): Luftfeuchte <70% rF

Nachtfunktion (SU-SA): aus

#### Schirm:

Nachtfunktion: von SU bis -1,0 h vor SA (bei Außentemperatur <8°C)

Öffnen: 10% in 60 Minuten

Tagfunktion: bei Helligkeit >40-50 klx bzw. 113 -170 J/cm<sup>2</sup>

Spalt Nacht: 10%

Spalt Tag: 30-35%

#### CO<sub>2</sub>:

Beginn: ca. 2-3 h nach SA (CO<sub>2</sub> < 400 ppm)

Ende: 2 h vor SU

Sollwert: 400 ppm + 200 ppm bei Licht (40-60 klx bzw. 135 bis 200 J/cm<sup>2</sup>)

bei Lüftung: je nach Zudosierungssystem 300-400 ppm (Kostenfrage)

### Generative Phase (bis Abernte Stammgurken)

#### Heizung:

T/N: 21/18°C

Vornacht: SU+ 4 h absenken auf 17°C

Nacht/Tag Übergang: 3 h vor SA

Zu dünne Seitentriebe: T/N 21/17°C

**Lüftung:**

Dachlüftung: ab 24°C (1-3 K über Heizsollwert)  
Freigabe: Lee/Luv 100%  
Lee/Luv um 1K versetzt

**Luftfeuchte (Entfeuchtung):**

Tagfunktion: 75-78%  
Nachtfunktion: 82-85%  
Lüftungsspalt: Lee max 20%, Luv max. 10%; nachts Lee bis 10%  
Heizung: Fußrohr- + Vegetationsheizung (rF+2-6%) Freigabe bis 50°C

**Luftfeuchte (Befeuchtung):** nur mit Hochdrucknebelanlage (Tröpfchengröße 10 µm)

Tagfunktion (SA-SU): Luftfeuchte <70% rF  
Nachtfunktion (SU-SA): aus

**Schirm:**

Nachtfunktion: von SU bis -1,0 h vor SA (bis Temperatur <8°C)  
Öffnen: 10% in 60 Minuten  
Tagfunktion: bei Helligkeit >70 klx bzw. 240 J/cm<sup>2</sup>  
Spalt Nacht: 10%  
Spalt Tag: 30-35%

**CO<sub>2</sub>:**

Beginn: ca. 2-3 h nach SA (CO<sub>2</sub> < 400 ppm)  
Ende: 2 h vor SU  
Sollwert: 600 ppm + 400 ppm bei Licht (40-60 klx bzw. 135 bis 200 J/cm<sup>2</sup>)  
bei Lüftung: je nach Zudosierungssystem 300-600 ppm

**Generative Phase (Ernte Seitentriebgurken)****Heizung:**

T/N: 21/18°C  
Nacht/Tag Übergang: 3 h vor SA  
Vornacht: SU + 5 h absenken auf 17°C  
Zu wenig Blüten: T/N 21/17°C (für 4 Tage)  
Zu wenig Triebe: T/N 21/20°C, 20/19°C (für ca. 1 Woche)  
Viele kleine Früchte: T/N 22/20 °C für einige Tage  
Vorlaufbegrenzung: 85°C (Fußrohr-, Seitenheizung, Vegetationsheizung 50°Cba September)  
Sonderprogramme: 12.00 Uhr bis 14.00 Uhr Sollwert anheben auf 22°C

**Lüftung:**

Dachlüftung: ab 24°C (1-3 K über Heizsollwert)  
Freigabe: Lee/Luv 100%  
Lee/Luv um 1K versetzt

**Luftfeuchte (Entfeuchtung):**

Tagfunktion: 75-78%  
Nachtfunktion: 82-85%  
Lüftungsspalt: Lee max 20%, Luv max. 10%; nachts Lee bis 10%  
Heizung: Fußrohr- + Vegetationsheizung (rF+2-6%) Freigabe bis 50°C

**Luftfeuchte (Befeuchtung):** nur mit Hochdrucknebelanlage (Tröpfchengröße 10 µm)

Tagfunktion (SA-SU): Luftfeuchte <70% rF  
Nachtfunktion (SU-SA): aus

**Schirm:**

Nachtfunktion: von SU bis -1,0 h vor SA (bis Außentemperatur <8°C)  
Öffnen: 10% in 60 Minuten  
Tagfunktion: bei Helligkeit >80 klx  
Spalt Nacht: 10%  
Spalt Tag: 30-35%

**CO<sub>2</sub>:**

Beginn: ca. 2-3 h nach SA (CO<sub>2</sub> < 400 ppm)  
Ende: 2 h vor SU  
Sollwert: 600 ppm + 400 ppm bei Licht (40-60 klx bzw. 135 bis 200 J/cm<sup>2</sup>)  
bei Lüftung: je nach Zudosierungssystem 300-600 ppm (Kostenfrage)

Anlage 3

Excel-Kalkulationsprogramm

„Kulturzeiten sowie Kosten-Leistungsrechnung von Gurken auf Substrat“

(nach Datensammlung für die Betriebsplanung im Intensivgemüsebau, verändert, Bezug: 1.000 m²)

**Pflanzwoche 4**  
**geschlossenes Verfahren**  
**Kulturzeiten sowie Kosten- und Leistungsrechnung**

Technologie			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	kein Anbau	ausgewählte Technologie
Pflanzwochen, für die die Technologien gültig sind			1/18/32	2/21/33	3/21/34	4/25	5/25	6/26	7/26	8/27	9/27	-	T4
<b>Allgemeine Angaben</b>													
Kulturbeginn	1. Pflanzung	Kalenderwoche	4	4	4	4	4	4	4	4	4		4
Kulturzeit ohne Erntezeit		Wochen	4	4	3	3	3	3	3	3	3		3
Ernteanfang		Kalenderwoche	8	8	7	7	7	7	7	7	7		7
Kulturzeit mit Erntezeit		Wochen	17	19	18	21	20	20	20	19	18		21
Ernteende		Kalenderwoche	20	22	21	24	23	23	23	22	21		24
Kulturbeginn 2	2. Pflanzung	Kalenderwoche	21	23	22	25	24	24	24	23	22		25
Kulturzeit 2 ohne Erntezeit 2		Wochen	2	2	2	3	3	3	2	3	3		3
Ernteanfang 2		Kalenderwoche	23	25	24	28	27	27	26	26	25		28
Kulturzeit 2 mit Erntezeit 2		Wochen	14	12	13	20	20	20	19	20	20		20
Ernteende 2		Kalenderwoche	34	34	34	44	43	43	42	42	41		44
Kulturbeginn 3	3. Pflanzung	Kalenderwoche	35	35	35								
Kulturzeit 3 ohne Erntezeit 3		Wochen	2	2	2								
Ernteanfang 3		Kalenderwoche	37	37	37								
Kulturzeit 3 mit Erntezeit 3		Wochen	14	15	14								
Ernteende 3		Kalenderwoche	48	49	48								
<b>Erträge</b>													
Erntemenge Klasse 1	mittel	Stück	145.000	142.000	140.000	145.000	142.000	137.000	134.000	130.000	126.000		145.000
	bis	Stück	125.000	122.000	120.000	125.000	122.000	117.000	114.000	110.000	106.000		125.000
Verkaufsrate		in %	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		100%
Erntemenge Klasse 2		kg	4.568	4.473	4.410	4.568	4.473	4.316	4.221	4.095	3.969		4.568
Preis Klasse 2		EURO	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40		0,40
<b>Erlös</b>	mittel	<b>EURO</b>	<b>44.554</b>	<b>44.857</b>	<b>44.556</b>	<b>49.126</b>	<b>47.039</b>	<b>45.383</b>	<b>44.438</b>	<b>42.312</b>	<b>42.000</b>		<b>49.126</b>
<b>Heizmaterial</b>													
Erdgas H		kWh	370.901	388.122	369.575	306.601	296.954	296.954	286.391	286.391	277.029		306.601
<b>Heizmaterialkosten</b>		<b>EURO</b>	<b>14.836</b>	<b>15.525</b>	<b>14.783</b>	<b>12.264</b>	<b>11.878</b>	<b>11.878</b>	<b>11.456</b>	<b>11.456</b>	<b>11.081</b>		<b>12.264</b>
Energieverbrauch		kWh	8.100	7.800	7.500	7.200	6.900	6.600	6.300	6.100	5.800		7.200
<b>Energiekosten</b>		<b>EURO</b>	<b>1.134</b>	<b>1.092</b>	<b>1.050</b>	<b>1.008</b>	<b>966</b>	<b>924</b>	<b>882</b>	<b>854</b>	<b>812</b>		<b>1.008</b>
<b>Saat- und Pflanzgut</b>	Pflanzen / 1000 Bm²		1.450	1.450	1.450	1.450	1.450	1.450	1.450	1.450	1.450		1.450
Jungpflanzen 1	Stück		1.450	1.450	1.450	1.450	1.450	1.450	1.450	1.450	1.450		1.450
Preis	EURO /Stück		1,4	1,35	1,25	1,20	1,15	1,10	1,10	1,05	1,05		1,20
Jungpflanzen 2	Stück		1.450	1.450	1.450	1.450	1.450	1.450	1.450	1.450	1.450		1.450
Preis	EURO /Stück		1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05		1,05
Jungpflanzen 3	Stück		1.450	1.450	1.450								
Preis	EURO /Stück		1,05	1,05	1,05								
<b>Saatgut-/Jungpflanzenkosten</b>		<b>EURO</b>	<b>5.075</b>	<b>5.003</b>	<b>4.858</b>	<b>3.263</b>	<b>3.190</b>	<b>3.118</b>	<b>3.118</b>	<b>3.045</b>	<b>3.045</b>		<b>3.263</b>
<b>Aufleiten</b>		<b>EURO</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>48</b>		<b>48</b>
<b>Steinwolle</b>	Steinwolle Expert +1 (2,91€)												
<b>Kosten für Steinwolle</b>		<b>EURO</b>	<b>856</b>	<b>856</b>	<b>856</b>	<b>856</b>	<b>856</b>	<b>856</b>	<b>856</b>	<b>856</b>	<b>856</b>		<b>856</b>
<b>Düngung</b>													
Kalziumnitrat	kg		550	540	530	520	510	500	490	480	470		520
Kaliumnitrat	kg		580	570	560	550	540	530	520	510	500		550
Ammoniumnitrat	kg		15	14	13	12	10	11	50	9	8		12
Magnesiumnitrat	kg		31	29	27	25	23	21	19	17	15		25
Monokaliumphosphat	kg		140	130	120	110	100	90	80	70	60		110
Magnesiumsulfat	kg		180	170	160	150	130	120	110	100	90		150
Eisenchelat, 6%, DTPA	kg		9	8	7	6	6	6	5	5	4		6
Salpetersäure, 53%	kg		26	24	22	20	18	16	14	12	10		20
<b>Düngemittelkosten</b>		<b>EURO</b>	<b>635</b>	<b>609</b>	<b>584</b>	<b>559</b>	<b>533</b>	<b>515</b>	<b>534</b>	<b>469</b>	<b>444</b>		<b>559</b>
<b>Co<sub>2</sub> - Düngung</b>	Erdgas H	kWh	74.180	77.624	73.915	61.320	59.391	59.391	57.278	57.278	55.406		61.320
<b>Kosten für CO<sub>2</sub> Düngung</b>		<b>EURO</b>	<b>3.092</b>	<b>3.235</b>	<b>3.081</b>	<b>2.556</b>	<b>2.475</b>	<b>2.475</b>	<b>2.387</b>	<b>2.387</b>	<b>2.309</b>		<b>2.556</b>
<b>Bewässerung</b>													
<b>Bewässerung</b>	Brunnenwasser												
Menge	mm		880	870	860	850	840	830	820	810	800		850
<b>Bewässerungskosten</b>		<b>EURO</b>	<b>220</b>	<b>218</b>	<b>215</b>	<b>213</b>	<b>210</b>	<b>208</b>	<b>205</b>	<b>203</b>	<b>200</b>		<b>213</b>
<b>Pflanzenschutz</b>													
chemischer Pflanzenschutz	EURO		250	250	250	220	220	220	200	200	200		220
biologischer Pflanzenschutz	EURO		1.100	1.100	1.100	950	950	950	950	950	950		950
<b>Pflanzenschutzkosten</b>		<b>EURO</b>	<b>1.350</b>	<b>1.350</b>	<b>1.350</b>	<b>1.170</b>	<b>1.170</b>	<b>1.170</b>	<b>1.150</b>	<b>1.150</b>	<b>1.150</b>		<b>1.170</b>
<b>Folien und Vliese</b>													
<b>Kosten Folien u. Vliese</b>	Folie PE schwarz/weiß, 0,07 mm	EURO	220	220	220	220	220	220	220	220	220		220
Verpackung	Euro-Pool Gurke	Stück/Verp.	12	12	12	12	12	12	12	12	12		12
<b>Verpackungskosten</b>		<b>EURO</b>	<b>5.438</b>	<b>5.325</b>	<b>5.250</b>	<b>5.438</b>	<b>5.325</b>	<b>5.138</b>	<b>5.025</b>	<b>4.875</b>	<b>4.725</b>		<b>5.438</b>
<b>Absatz (ohne Verpackung)</b>		<b>%</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>		<b>5,0</b>
<b>Absatzkosten</b>		<b>EURO</b>	<b>2.228</b>	<b>2.243</b>	<b>2.228</b>	<b>2.456</b>	<b>2.352</b>	<b>2.269</b>	<b>2.222</b>	<b>2.116</b>	<b>2.100</b>		<b>2.456</b>
<b>sonstige Direktkosten</b>		<b>EURO</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>		<b>250</b>
<b>Direktkosten</b>		<b>EURO</b>	<b>35.405</b>	<b>35.998</b>	<b>34.796</b>	<b>30.300</b>	<b>29.474</b>	<b>29.068</b>	<b>28.352</b>	<b>27.928</b>	<b>27.240</b>		<b>30.300</b>
zurechenbare Arbeitskraftstunden	AKh		1.154	1.124	1.107	1.074	1.069	1.080	1.080	1.069	1.069		1.074
<b>Kosten Saisonkräfte, zurechenbare Ak</b>		<b>EURO</b>	<b>6.927</b>	<b>6.742</b>	<b>6.642</b>	<b>6.444</b>	<b>6.414</b>	<b>6.480</b>	<b>6.483</b>	<b>6.411</b>	<b>6.411</b>		<b>6.444</b>
<b>Kosten- und Leistungsrechnung</b>													
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>EURO</b>	<b>9.149</b>	<b>8.859</b>	<b>9.760</b>	<b>18.826</b>	<b>17.565</b>	<b>16.314</b>	<b>16.086</b>	<b>14.384</b>	<b>14.759</b>		<b>18.826</b>
- je Arbeitskraftstunde	EURO /AKh		7,93	7,88	8,82	17,53	16,43	15,11	14,89	13,46	13,81		17,53
- je Flächeneinheit	EURO /Bm²		9,15	8,86	9,76	18,83	17,56	16,31	16,09	14,38	14,76		18,83
<b>Deckungsbeitrag</b>		<b>EURO</b>	<b>2.223</b>	<b>2.117</b>	<b>3.118</b>	<b>12.383</b>	<b>11.151</b>	<b>9.834</b>	<b>9.604</b>	<b>7.973</b>	<b>8.348</b>		<b>12.383</b>



**Gurke (Gh) Steinwolle,****Angaben in Euro**

		indirekter Absatz			Direktabsatz		
		Preise 2004 Stück	Durchschnitts- preise 2002-2004 Stück	Durchschnitts- preise 2000-2004 Stück	Durchschnitts- preise 1992 -2004 Stück	Preise 2004 Stück	genutzte Preisreihe
JANUAR	1						0,00
	2						0,00
	3						0,00
	4						0,00
	5						0,00
FEBRUAR	6	0,50	0,44	0,50	0,58	0,70	0,50
	7	0,50	0,44	0,50	0,58	0,70	0,50
	8	0,50	0,44	0,50	0,58	0,60	0,50
	9	0,50	0,44	0,50	0,58	0,60	0,50
MÄRZ	10	0,30	0,37	0,35	0,34	0,56	0,35
	11	0,30	0,37	0,35	0,34	0,56	0,35
	12	0,30	0,37	0,35	0,34	0,56	0,35
	13	0,30	0,37	0,35	0,34	0,56	0,35
APRIL	14	0,32	0,31	0,30	0,27	0,51	0,30
	15	0,32	0,31	0,30	0,27	0,51	0,30
	16	0,32	0,31	0,30	0,27	0,51	0,30
	17	0,32	0,31	0,30	0,27	0,51	0,30
	18	0,32	0,31	0,30	0,27	0,51	0,30
MAI	19	0,36	0,32	0,32	0,29	0,51	0,32
	20	0,36	0,32	0,32	0,29	0,51	0,32
	21	0,36	0,32	0,32	0,29	0,51	0,32
	22	0,36	0,32	0,32	0,29	0,51	0,32
JUNI	23	0,22	0,26	0,25	0,23	0,46	0,25
	24	0,22	0,26	0,25	0,23	0,46	0,25
	25	0,22	0,26	0,25	0,23	0,46	0,25
	26	0,22	0,26	0,25	0,23	0,46	0,25
JULI	27	0,26	0,24	0,25	0,24	0,41	0,25
	28	0,26	0,24	0,25	0,24	0,41	0,25
	29	0,26	0,24	0,25	0,24	0,41	0,25
	30	0,26	0,24	0,25	0,24	0,41	0,25
	31	0,26	0,24	0,25	0,24	0,41	0,25
AUGUST	32	0,29	0,27	0,32	0,35	0,41	0,32
	33	0,29	0,27	0,32	0,35	0,41	0,32
	34	0,29	0,27	0,32	0,35	0,41	0,32
	35	0,29	0,27	0,32	0,35	0,41	0,32
SEPTEMBER	36	0,25	0,31	0,33	0,32	0,51	0,33
	37	0,25	0,31	0,33	0,32	0,51	0,33
	38	0,25	0,31	0,33	0,32	0,51	0,33
	39	0,25	0,31	0,33	0,32	0,51	0,33
	40	0,25	0,31	0,33	0,32	0,51	0,33
OKTOBER	41	0,35	0,25	0,27	0,29	0,51	0,27
	42	0,35	0,25	0,27	0,29	0,51	0,27
	43	0,35	0,25	0,27	0,29	0,51	0,27
	44	0,35	0,25	0,27	0,29	0,51	0,27
NOVEMBER	45	0,29	0,25	0,24	0,25	0,51	0,24
	46	0,29	0,25	0,24	0,25	0,51	0,24
	47	0,29	0,25	0,24	0,25	0,51	0,24
	48	0,29	0,25	0,24	0,25	0,51	0,24
	49	0,31	0,30	0,31	0,31		0,31
	50						0,00
	51						0,00
	52						0,00

## Anlage 6

### Empfehlungen zur Klimagestaltung von Tomaten auf Substrat

#### Ganzjahresanbau

##### Vegetative Phase (Pflanzung bis deutliches Wachstum der 1. Früchte)

###### Heizung:

T/N: 20/20°C für 3 bis 4 Tage  
20/18°C bis zur 1. Blüte (19/18°C (< 20klx bzw. < 70 J/cm<sup>2</sup>))  
19/18°C 1. Blüte bis beginnendes Fruchtwachstum

Nacht/Tag Übergang: 3 h vor SA

Krausköpfe: ca. 1 Woche 18/19°C

Sonderprogramm: 12.00-14.00 Uhr Sollwert anheben auf 20°C

###### Lüftung:

Dachlüftung: geschlossen  
bei Außentemperaturen über 5°C ab 26°C

Freigabe: Lee bis max. 5-10%

###### Luftfeuchte:

Entfeuchtung: keine

Befeuchtung: keine

###### Schirm:

Nachtfunktion: von SU bis -1,0 h vor SA

Öffnen: 10% in 60 Minuten

Tagfunktion: geschlossen bei Helligkeit < 15 bis 20 klx bzw. < 50 bis 70 J/cm<sup>2</sup> (nur bei Schirm mit Lichtdurchlässigkeit > 80%)

###### CO<sub>2</sub>:

Beginn: ca. 2-3 h nach SA (CO<sub>2</sub>-Gehalt < 400 ppm)

Ende: 2 h vor SU

Sollwert: 400 ppm + 200 ppm bei Licht (40-60 klx bzw. 135 bis 200 J/cm<sup>2</sup>)

##### Generative Phase (beginnendes Fruchtwachstum bis Kulturende)

###### Heizung:

T/N: 19/18°C / 18/18°C / 18/17°C (sortenabhängig)

Nacht/Tag Übergang: 3 h vor SA

Vornacht : SU + 2 h absenken auf 16,5 bis 17°C bis 1. Ernte

SU + 4 h absenken auf 15,5 bis 16,5 ab 1. Ernte

Sonderprogramm: 12.00-14.00 Uhr Sollwert anheben auf 20°C

###### Lüftung:

Dachlüftung: ab 21°C (1-3 K über Heissollwert)

Freigabe: Lee/Luv schrittweise auf 100% freigeben, Lee/Luv um 1K versetzt

**Luftfeuchte (Entfeuchtung):**

Tagfunktion (SA-SU): 72-75%

Nachtfunktion (SU-SA): 78-82%

Lüftungsspalt: Lee max 20%, Luv max. 10%; nachts Lee bis 10%

Heizung: Fußrohr- + Vegetationsheizung (rF+2-6%) Freigabe bis 60°C

**Luftfeuchte (Befeuchtung):** nur mit Hochdrucknebelanlage (Tröpfchengröße 10 µm)

Tagfunktion (SA-SU): Luftfeuchte <65% rF

Nachtfunktion (SU-SA): aus

**Schirm:**

Nachtfunktion: von SU bis -1,0 h vor SA

Öffnen: 10% in 60 Minuten

Tagfunktion: geschlossen bei Helligkeit < 15 bis 20 klx bzw. < 50 bis 70 J/cm<sup>2</sup> (nur bei Schirm mit Lichtdurchlässigkeit > 80%)

Geschlossen bei Helligkeit >80 klx bzw. > 270 J/cm<sup>2</sup>

Spalt Nacht: 10%

Spalt Tag: 30-35%

**CO<sub>2</sub>:**

Beginn: ca. 2-3 h nach SA (CO<sub>2</sub> < 400 ppm) (nur bei Außentemperatur <8°C)

Ende: 2 h vor SU

Sollwert: 600 ppm + 400 ppm bei Licht (40-60 klx bzw. 135 bis 200 J/cm<sup>2</sup>)

bei Lüftung: je nach Zudosierungssystem 300-600 ppm (Kostenfrage)



Anlage 7

Excel-Kalkulationsprogramm

„Kulturzeiten sowie Kosten-Leistungsrechnung von Tomaten auf Substrat“  
(nach Datensammlung für die Betriebsplanung im Intensivgemüsebau, verändert; Bezug: 1.000m²)

Tomate (Gh) Steinwolle Pflanzwoche 4

geschlossenes Verfahren

Kulturzeiten sowie Kosten- und Leistungsrechnung

			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	kein Anbau	e Technologie
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	-	T4
<b>Pflanzwochen, für die die Technologien gültig sind</b>													4
<b>Allgemeine Angaben</b>													
Kulturbeginn	1. Pflanzung	Kalenderwoche	4	4	4	4	4	4	4	4	4		4
Kulturzeit ohne Erntezeit		Wochen	10	10	10	10	9	9	8	8	8		10
Ernteanfang		Kalenderwoche	14	14	14	14	13	13	12	12	12		14
Kulturzeit mit Erntezeit		Wochen	47	46	45	44	43	42	41	40	39		44
Ernteende		Kalenderwoche	50	49	48	47	46	45	44	43	42		47
<b>Erträge</b>													
Erntemenge	mittel	kg	58.000	56.000	55.000	52.000	50.000	48.000	46.000	44.000	42.000		52.000
	von	kg	53.000	51.000	49.000	47.000	45.000	43.000	41.000	39.000	37.000		47.000
	bis	kg	63.000	61.000	59.000	57.000	55.000	53.000	51.000	49.000	47.000		57.000
Verkaufsrate		in %	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		100%
Erlös	mittel	EURO	50.151	48.760	47.611	48.189	46.664	45.127	43.234	41.180	39.515		48.189
<b>Heizmaterial</b>													
Erdgas H		kWh	339.138	321.174	306.371	293.149	279.136	266.453	256.266	248.532	239.717		293.149
Heizmaterialkosten		EURO	20.348	19.270	18.382	17.589	16.748	15.987	15.376	14.912	14.383		17.589
Energieverbrauch		kWh	6.500	6.300	6.100	5.900	5.700	5.500	5.300	5.100	4.900		5.900
Energiekosten		EURO	910	882	854	826	798	770	742	714	686		826
Saat- und Pflanzgut		Triebe / 1000 Bm²	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100		3.100
Jungpflanzen		Stück	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500		2.500
Preis		EURO /Stück	1,50	1,40	1,40	1,30	1,30	1,20	1,05	1,05	1,05		1,30
Saatgut-/Jungpflanzenkosten		EURO	3.750	3.500	3.500	3.250	3.250	3.000	2.625	2.625	2.625		3.250
Aufleiten		EURO	350	350	350	350	350	350	350	350	350		350
Steinwolle	Steinwolle Master +1 (3,19 €)												
Kosten für Steinwolle		EURO	997	997	997	997	997	997	997	997	997		997
<b>Düngung</b>													
Kalziumnitrat		kg	600	590	580	570	560	550	540	530	520		570
Kaliumnitrat		kg	730	720	710	700	690	680	670	660	650		700
Ammoniumnitrat		kg	15	14	13	12	10	11	50	9	8		12
Magnesiumnitrat		kg	36	34	32	30	28	26	24	22	20		30
Monokaliumphosphat		kg	200	190	180	170	160	150	140	130	120		170
Magnesiumsulfat		kg	180	170	160	150	130	120	110	100	90		150
Eisenchelate, 6%, DTPA		kg	9	8	7	6	6	6	5	5	4		6
Salpetersäure, 53%		kg	26	24	22	20	18	16	14	12	10		20
Düngemittelkosten		EURO	758	732	707	682	656	638	657	592	567		682
CO <sub>2</sub> - Düngung	Erdgas H	kWh	67.828	64.235	61.274	58.630	55.827	53.291	51.253	49.706	47.943		58.630
Kosten für CO <sub>2</sub> Düngung		EURO	4.241	4.016	3.831	3.666	3.490	3.332	3.204	3.108	2.997		3.666
<b>Bewässerung</b>													
Menge	Brunnenwasser	mm	1.300	1.250	1.200	1.150	1.100	1.050	1.000	950	900		1.150
Bewässerungskosten		EURO	325	313	300	288	275	263	250	238	225		288
<b>Pflanzenschutz</b>													
chemischer Pflanzenschutz		EURO	25	25	25	25	25	25	25	25	25		25
biologischer Pflanzenschutz		EURO	550	550	550	500	500	500	450	450	400		500
Pflanzenschutzkosten		EURO	575	575	575	525	525	525	475	475	425		525
Hummeln	Anzahl Völker		8	8	7	7	6	6	6	5	5		7
	Preis je Volk		93,00	93,00	93,00	93,00	93,00	93,00	93,00	93,00	93,00		93,00
Kosten für Hummeln		EURO	744	744	651	651	558	558	558	465	465		651
<b>Folien und Vliese</b>													
Kosten Folien u. Vliese	Folie PE schwarz/weiß, 0,07 mm Folie PE, schwarz, 0,04mm	EURO	268	268	268	268	268	268	268	268	268		268
Verpackung	Euro-Pool Tomatoes T	kg/Verp.	6	6	6	6	6	6	6	6	6		6
Verpackungskosten		EURO	4.350	4.200	4.125	3.900	3.750	3.600	3.450	3.300	3.150		3.900
Absatz (ohne Verpackung)		%	5	5	5	5	5	5	5	5	5		5
Absatzkosten		EURO	2.508	2.438	2.381	2.409	2.333	2.256	2.162	2.059	1.976		2.409
sonstige Direktkosten		EURO	250	250	250	250	250	250	250	250	250		250
Direktkosten		EURO	40.373	38.535	37.171	35.650	34.249	32.793	31.363	30.352	29.364		35.650
zurechenbare Arbeitskräftstunden		AKh	1.612	1.594	1.530	1.467	1.452	1.436	1.421	1.406	1.390		1.467
Kosten Saisonkräfte, zurechenbare AKh		EURO	9.671	9.565	9.182	8.801	8.709	8.618	8.526	8.434	8.342		8.801
<b>Kosten- und Leistungsrechnung</b>													
Direktkostenfreie Leistung		EURO	9.778	10.225	10.441	12.539	12.415	12.334	11.871	10.828	10.151		12.539
- je Arbeitskräftstunde		EURO /AKh	6,07	6,41	6,82	8,55	8,55	8,59	8,35	7,70	7,30		8,55
- je Flächeneinheit		EURO /Bm²	9,78	10,22	10,44	12,54	12,42	12,33	11,87	10,83	10,15		12,54
Deckungsbeitrag		EURO	107	659	1.259	3.738	3.706	3.716	3.345	2.394	1.809		3.738



Anlage 9 Excel-Kalkulationsprogramm „Durchschnittserlöse für Tomaten“

**Tomate (Gh) Steinwolle**

**Angaben in Euro**

		indirekter Absatz			Direktabsatz		
		Preise 2004 kg	Durchschnitts- preise 2002-2004 kg	Durchschnitts- preise 2000-2004 kg	Durchschnitts- preise 1992 -2004 kg	Preise 2002 kg	genutzte Preisreihe
JANUAR	1						0,00
	2						0,00
	3						0,00
	4						0,00
	5						0,00
FEBRUAR	6						0,00
	7						0,00
	8						0,00
	9						0,00
MÄRZ	10						0,00
	11						0,00
	12						0,00
	13						0,00
APRIL	14	1,04	1,33	1,44	1,47	3,00	1,44
	15	1,04	1,33	1,44	1,47	3,00	1,44
	16	1,04	1,33	1,44	1,47	3,00	1,44
	17	1,04	1,33	1,44	1,47	3,00	1,44
	18	1,04	1,33	1,44	1,47	3,00	1,44
MAI	19	1,01	0,99	1,06	1,20	2,80	1,06
	20	1,01	0,99	1,06	1,20	2,80	1,06
	21	1,01	0,99	1,06	1,20	2,80	1,06
	22	1,01	0,99	1,06	1,20	2,80	1,06
JUNI	23	0,74	0,85	0,84	0,92	2,50	0,84
	24	0,74	0,85	0,84	0,92	2,50	0,84
	25	0,74	0,85	0,84	0,92	2,50	0,84
	26	0,74	0,85	0,84	0,92	2,50	0,84
JULI	27	0,62	0,77	0,78	0,79	2,00	0,78
	28	0,62	0,77	0,78	0,79	2,00	0,78
	29	0,62	0,77	0,78	0,79	2,00	0,78
	30	0,62	0,77	0,78	0,79	2,00	0,78
	31	0,62	0,77	0,78	0,79	2,00	0,78
AUGUST	32	0,49	0,68	0,73	0,69	1,50	0,73
	33	0,49	0,68	0,73	0,69	1,50	0,73
	34	0,49	0,68	0,73	0,69	1,50	0,73
	35	0,49	0,68	0,73	0,69	1,50	0,73
SEPTEMBER	36	0,66	1,02	0,97	0,87	2,00	0,97
	37	0,66	1,02	0,97	0,87	2,00	0,97
	38	0,66	1,02	0,97	0,87	2,00	0,97
	39	0,66	1,02	0,97	0,87	2,00	0,97
	40	0,66	1,02	0,97	0,87	2,00	0,97
OKTOBER	41	0,73	1,08	1,11	1,03	2,20	1,11
	42	0,73	1,08	1,11	1,03	2,20	1,11
	43	0,73	1,08	1,11	1,03	2,20	1,11
	44	0,73	1,08	1,11	1,03	2,20	1,11
NOVEMBER	45	0,76	0,86	0,95	0,92	2,50	0,95
	46	0,76	0,86	0,95	0,92	2,50	0,95
	47	0,76	0,86	0,95	0,92	2,50	0,95
	48	0,76	0,86	0,95	0,92	2,50	0,95
DEZEMBER	49	0,39	0,71	0,85	0,87		0,85
	50	0,39	0,71	0,85	0,87		0,85
	51	0,39	0,71	0,85	0,87		0,85
	52	0,39	0,71	0,85	0,87		0,85

## **Impressum**

- Herausgeber:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden  
Internet: [www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/publikationen](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/publikationen)
- Autor:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Fachbereich Gartenbau  
Dr. Gerald Lattauschke  
Söbrigener Straße 3a  
01326 Dresden  
Telefon: 0351/2612702  
Telefax: 0351/2612704  
E-Mail: [gerald.lattauschke@pillnitz.lfl.smul.sachsen.de](mailto:gerald.lattauschke@pillnitz.lfl.smul.sachsen.de)
- Redaktion:** siehe Autoren
- Endredaktion:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Birgit Seeber, Ramona Scheinert, Matthias Löwig  
Telefon: 0351/2612-345  
Telefax: 0351/2612-151  
E-Mail: [birgit.seeber@pillnitz.lfl.smul.sachsen.de](mailto:birgit.seeber@pillnitz.lfl.smul.sachsen.de)
- ISSN:** 1861-5988
- Redaktionsschluss:** Mai 2006

Für alle angegebenen E-Mail-Adressen gilt:

Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Dokumente

### **Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.