



Elektroenergiebedarf im Gartenbau



1 Einleitung

Die Produktion von Zierpflanzen und Gemüse in Gewächshäusern und im Freiland zählt zu den energieintensiven Vorgängen landwirtschaftlicher und gartenbaulicher Tätigkeit. Neben dem Heizenergieverbrauch hat auch der Strom einen erheblichen Anteil an der Energierechnung.

Mit der Liberalisierung des Strommarktes hat sich eine Vielzahl von Angeboten und Tarifen entwickelt. In der Regel setzt sich der Strompreis aus drei Komponenten zusammen:

- Arbeitspreis - für die „verbrauchten“ Kilowattstunden [kWh]
- Leistungspreis - für die beanspruchte Leistung [kW]
- Verrechnungspreis - für Zähler, Ablesung und Abrechnung.

Zukünftig wird neben dem Arbeitspreis insbesondere dem Leistungspreis bei den Kosten für elektrische Energie wieder eine größere Bedeutung zukommen.

Im produzierenden Gewerbe und auch im Gartenbaubetrieb sind festgelegte Abläufe zur Nutzung von Maschinen und Geräten vorgegeben, die die Strombezugsverhältnisse und damit auch die Höhe der Stromrechnung bestimmen. Zwischen den einzelnen Sparten und Betriebsformen bestehen jedoch erhebliche Unterschiede. Mit diesem Merkblatt möchten wir Untersuchungen und Ergebnisse in unterschiedlichen Gartenbaubetrieben vorstellen.



2 Messungen

Seit 1998 hat die Fachhochschule Osnabrück im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft (AEL) in Zusammenarbeit mit den Fachberatern für Gartenbau der beiden nordrhein-westfälischen Landwirtschaftskammern und einigen Energieversorgungsunternehmen (EVU) Untersuchungen zum Energiebedarf in fünf Gartenbaubetrieben durchgeführt.

In „typischen“ Betrieben der Sparte Zierpflanzenbau, mit den Produktionsrichtungen Topfpflanzen, Schnittblumen und Eriken wurden systematisch alle installierten elektrischen Verbraucher und deren Anschlussleistungen ermittelt. Gleichzeitig wurde über ein ganzes Jahr der Stromverbrauch der Betriebe mit einer elektronischen Viertel-Stunden-Leistungsmessung erfasst und datentechnisch festgehalten. Aus diesen Messungen lassen sich Kennwerte und Rückschlüsse auf den Stromverbrauch (= elektrische Arbeit in Kilowattstunden [kWh]), die elektrische Leistung (= Kilowatt [kW]) und typische benutzerabhängige Verbrauchsstrukturen ableiten.



Stromverbrauch und Lastgang werden direkt am Zähler erfasst.

3 Stromverbrauch typischer Zierpflanzenbetriebe

In Tabelle 1 sind die Stromverbräuche der vier typischen Betriebe dargestellt, die sich aus den Messungen und EVU-Abrechnungen vergleichbarer Betriebe ergeben. Die genannte Unterglasfläche entspricht in etwa der durchschnittlichen Ausstattung für die jeweilige Produktionsrichtung. Der untersuchte Erikenbetrieb hat eine zugeordnete Freilandfläche von rund 30.000 m² (Verhältnis von Unterglasfläche zu Freilandfläche von 1 zu 6). Die Anordnung der Betriebe in der Tabelle entspricht einem zunehmenden Temperaturbedarf der Kulturen, was jedoch noch keinen Rückschluss auf den gesamten Energiebedarf zulässt.

3.1 Betrieb allgemein

Für alle Betriebstypen konnte bei der Untersuchung festgestellt werden, dass eine gewisse Grundleistung von 0,8 bis 1 kW ständig eingeschaltet ist. Dazu zählen die Regelgeräte, Betriebscomputer, aber auch z.B. der Kühlschrank im Aufenthaltsraum des Betriebes. Es bestehen keine großen Abhängigkeiten von der Betriebsgröße.

3.2 Betriebstyp „Eriken“

Im Erikenbetrieb werden die Gewächshausflächen frostfrei bzw. mit 5 °C beheizt. Selbst mit moderner Regeltechnik laufen bei diesen niedrigen Heiztemperaturen die Pumpen relativ lange.

Die sommerliche Freilandbewässerung schlägt besonders zu Buche. Abbildung 1 zeigt den typischen Leistungsverlauf eines Erikenbetriebes im September. Die Grundlast in der Nacht ist verschwindend gering im Vergleich zur bewässerungsabhängigen Spitzenlast von ca. 30 kW am Tag, die in erster Linie durch die Bewässerungspumpen und weniger durch Gießwagenmotoren und Regelung bewirkt wird. An einzelnen Tagen sind zwei Spitzen zu sehen, was auf zwei Hauptbewässerungsgänge zurückzuführen ist.

3.3 Betriebstyp „Beet- und Balkonware“

Dieser Betriebstyp hat in der Regel kein ausgeprägtes Heizverhalten im Winter, sondern erst im Frühjahr mit Heiztemperaturen um 12-16°C. Deshalb entstehen auch keine besonderen Stromverbrauchsspitzen.

Produktionsmerkmale	Topfpflanzen			Schnittblumen
	Eriken	Beet- und Balkonware	„Warmhaus“	Rosen
Unterglasfläche	5.000 m ²	3.000 m ²	10.000 m ²	10.000 m ²
Betrieb allgemein	8.500	8.000	10.000	10.000
Heizung / Klima	15.000	8.500	30.000	25.000
Bewässerung	14.000	2.500	10.000	8.000
Belichtung	---	900	---	2.100.000
Summe (ohne Belichtung)	37.500	19.000	50.000	43.000
eigener Wert				

1) Erikenbetrieb hat zusätzlich 30.000 m² Freilandfläche

Tabelle 1: Stromverbrauch typischer Zierpflanzenbetriebe [kWh/a]

Es ist mit einem Wasserbedarf von ca. 1,0 bis 1,5 m³ je m² und Jahr zu rechnen, der mit einem Stromverbrauch von ca. 0,25 bis 0,50 kWh/m² verbunden ist.

Kulturbedingt wird Störlicht eingesetzt. 500 bis 600 kWh je 1.000 m² Gewächshausfläche sind dabei ein typischer Jahresverbrauch (vgl. AEL-Merkblatt 27/1998). 900 kWh stellen eine praxisübliche Mischgröße dar, weil das Störlicht nicht auf der gesamten Produktionsfläche betrieben wird.

3.4 Betriebstyp „Warmhaus“

Auf Grund der größeren Grundfläche ist der allgemeine Betriebsstrom bei diesem Betriebstyp etwas höher zu planen, da z.B. mit mehr Allgemeinbeleuchtung zu rechnen ist.

Die höchste Leistungsaufnahme tritt in der kalten Jahreszeit auf (Abbildung 2), da die in den Kulturabteilungen benötigten hohen Solltemperaturen nur mit großen Kesselleistungen und längeren Brennerlaufzeiten erreicht werden können.

Die Pumpenlaufzeiten sind deswegen aber kaum länger.

In Abbildung 3 ist der typische Leistungsverlauf eines Warmhausbetriebes im Februar dargestellt. Die „normale“ Heizleistung wird durch einen Kessel abgedeckt, der in diesem Beispiel zusammen mit den Heizungspumpen und der Grundlast eine Leistung von ca. 10 kW benötigt. An sonnigen Tagen reicht die natürliche Einstrahlung zur Temperaturzielung aus, sodass die elektrische Leistung auf die Grundlast zurückfällt. Die niedrige Grundlast in diesem Betrieb ergibt sich aus einer sehr guten Heizungsregelung, die alle nicht benötigten Umwälzpumpen abschaltet. Morgens, nach dem gleichzeitigen Auffahren aller Energieschirme, schaltet sich der Spitzenkessel mit 12 kW Leistung zu, da die maximale Heizleistung aufgrund der einfallenden Kaltluft benötigt wird. Ein späteres oder schrittweises Auffahren der Energieschirme würde diese Spitze etwas zurücknehmen. Abends, nach Wegfall der natürlichen Einstrahlung,

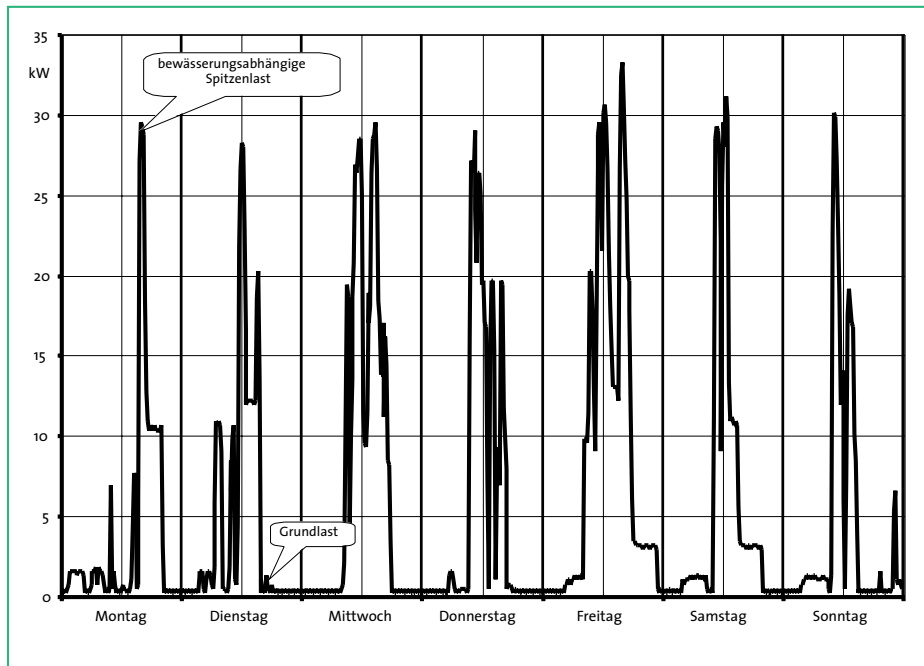


Abbildung 1:
Verlauf des elektrischen Leistungsbedarfs für die Bewässerung im September für den Betriebstyp „Eriken“ (3 ha Freilandfläche)

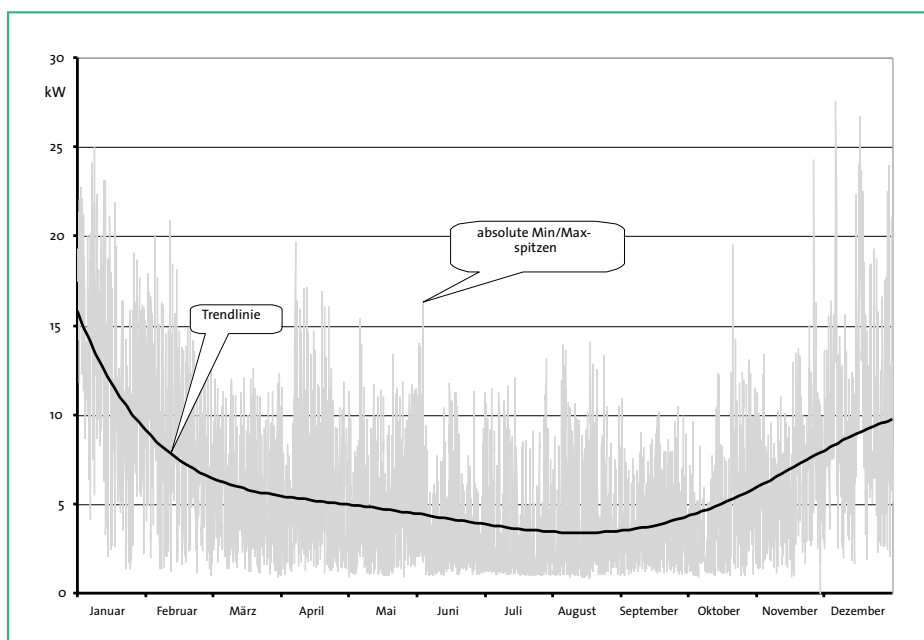
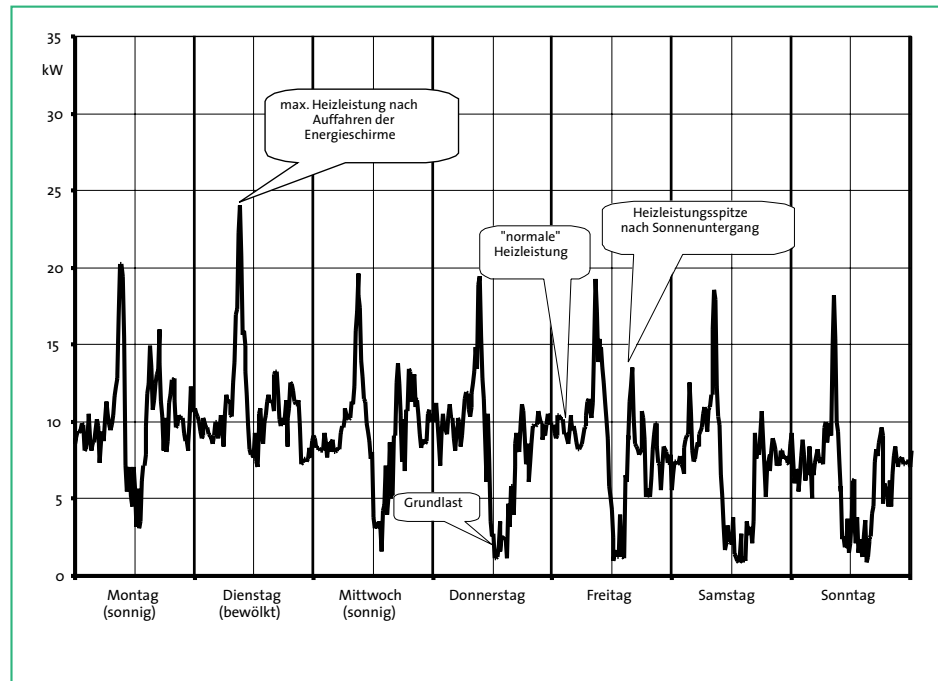


Abbildung 2:
Jahresverlauf der elektrischen Leistungsanspruchnahme für den Betriebstyp „Warmhaus“ (1 ha Gewächshausfläche)

Abbildung 3:
Verlauf der elektrischen
Leistungsanspruchnahme
im Februar für den Betriebs-
typ „Warmhaus“ (1 ha
Gewächshausfläche)



lung, ist eine weitere Spitze zu erkennen. Die Energieschirme sind noch geöffnet und bei Unterschreiten der Solltemperatur muss 18 °C kaltes Wasser innerhalb kurzer Zeit auf Solltemperatur gebracht werden.

Für die Bewässerung ist etwas mehr Hilfsenergie zu veranschlagen, weil die hier übliche Ebbe-Fluttechnik bei jedem Bewässerungsvorgang immer ca. 2/3 der Wassermenge nur bewegt, ohne dass sie genutzt wird (Wasseraufnahme entspricht 1/3 des Angebotes).

3.5 Betriebstyp „Schnittblumen“

Der allgemeine Betriebsstrombedarf weicht bei diesem Betriebstyp nicht von den Ansprüchen des Warmhausbetriebes ab. Die Hilfsenergie für die Heizung ist in der Regel etwas niedriger, weil die Abteilungen größer und damit die Pumpenleistungen besser angepasst sind.

Die Wasserverteilung erfolgt bei Schnittkulturen meist über Tropfsysteme, ohne große Überschussmengen, sodass der Stromverbrauch dafür geringer angesetzt werden kann.

Assimilationslicht ist im Schnittblumenanbau sehr verbreitet und muss deshalb hier berücksichtigt werden. 50 bis 80 W/m² belichtete Kulturfläche als elektrische Anschlussleistung für 4.000 bis 6.000 lx Beleuchtungsstärke sind hier übliche Werte.

4 Elektrische Anschlusswerte wesentlicher Verbraucher

Selbstverständlich sind die eingangs beschriebenen Betriebe technisch nicht gleich ausgestattet. In der Tabelle 2 sind die für die jeweilige Produktionsrichtung typischen Verbraucher mit ihren Anschlusswerten aufgelistet. Diese Tabelle liefert Anhaltswerte für Planer und Installateure. Für andere Betriebsgrößen können diese Werte über den Flächenbezug umgerechnet werden.

Bedingt durch jahres- und auch tageszeitliche Abläufe im Betrieb kann man davon ausgehen, dass nie alle Maschinen und Geräte gleichzeitig eingeschaltet sind. Das Verhältnis von gleichzeitig eingeschalteter zu installierter Leistung ist der sogenannte Gleichzeitigkeitsfaktor. Er ist in den einzelnen Betriebsformen unterschiedlich und wird auch von den Gewohnheiten der Nutzer beeinflusst.

Beispiel: Von 3 Bewässerungspumpen mit je 11 kW installierter Leistung (= 33 kW) ist eine mit 11 kW eingeschaltet. Das ergibt eine Gleichzeitigkeit von 1/3 oder 33 %.

Andere Verbrauchergruppen haben einen hohen Gleichzeitigkeitsfaktor, z.B. Heizungsumwälzpumpen und Brenner. Dagegen ist die gleichzeitige Nutzung von Lüftungs- und Schattierantrieben auf Grund der Vielzahl der Antriebe, der kurzen Laufzeit je Verstellvorgang und der unterschiedlichen Einstellwerte nur gering.

4.1 Öl-/Gasbrenner

Im deutschen Gartenbau finden sich vornehmlich Monoblockbrenner, d.h. Gebläse und Brennerdüsenstock bilden eine Baueinheit. Die Luftleistung wird mit einem unregulierten Gebläse erbracht, die Luftmenge nur durch eine mechanische Drosselung beeinflusst. Dadurch ist auch bei Teillast im modulierenden Betrieb des Brenners die Stromaufnahme gleich groß wie bei Volllast. Bei kleinen Brennerleistungen mag dies noch vertretbar sein, bei großen nicht mehr. Die verbesserte Regeltechnik bei der Wärmeverteilung im Gewächshaus führt zudem noch zu längeren (doppelten) Brennerlaufzeiten (wesentlich häufigerer Teillastbetrieb).

In den Niederlanden sind die Brenner diesbezüglich angepasster. Entweder wird durch eine Polumschaltung eine Leistungsanpassung erreicht oder durch eine Frequenzregelung, d.h. die Luftleistung wird direkt über die Motorregelung und nicht über eine Luftdrosselung eingestellt – das spart Strom.

4.2 Umwälzpumpen

Für jeden Kessel ist in der Regel eine Pumpe (ca. 0,8 kW) zu finden, die die Rücklauftemperatur zum Kessel auf den vorgeschriebenen Mindestwert anhebt (Kesslrücklaufhebung). Die Ringleitungspumpe hat in der Regel eine Leistung von 0,8 bis 1,2 kW. Für jede Abteilung ist in heutigen Produktionsbetrieben mit zwei Pumpen zu rechnen, je eine für die Oberheizung und die Unterheizung. Je nach Abteilungsgröße sind hier Anschlusswerte von 0,4 bis 1,2 kW je Pumpe üblich. Die Anforderungen an die Regelqualität innerhalb der Kulturen und die Pflanzennähe der Rohre bedingt auch höhere Anschlussleistungen. Durch eine Temperaturdifferenz von nur 5 K zwischen Vor- und Rücklauf wird eine größtmögliche Temperaturgleichmäßigkeit im gesamten Kulturraum erreicht, was aber größere Pumpenleistungen erfordert.

4.3 Luftheritzer

Luftheritzer sind in Produktionsgewächshäusern seltener zu finden, weil damit die präzise Klimatisierung erschwert wird. Diese Geräte sind eher in Hallen und Verbindern zu finden, in denen nur kurzfristig geheizt werden muss und keine hohen Kulturansprüche bestehen. Weil die Wärme nur über Luftumwälzung verteilt werden kann, haben Luftheritzer wegen des Ventilators einen höheren Strombedarf. Der Mehraufwand gegenüber einer Rohrheizung geht aus Tabelle 3 hervor.

4.4 Bewässerungspumpen

Die hohe Anschlussleistung im Erikenbetrieb ergibt sich aus der Freilandnutzung. Dafür sind üblicherweise Pumpen mit insgesamt 18 bis 22 kW installiert. Für die Unterglasbewässerung sind im Topfpflanzenbetrieb 7 bis 10 kW üblich. Auf Grund der heute noch oft anzutreffenden Düsenbewässerung im Beet- und Balkonbereich ist der Leistungsbedarf

dieser Betriebe etwas höher einzustufen. Erst durch die moderne Ebbe-Flut-Bewässerung kann eine Leistungsreduzierung erzielt werden, weil die Einheiten (200-400 m²) nacheinander abgearbeitet werden können und sich dadurch je Einheit ein geringerer Leistungsbedarf ergibt. Auch große Schnittblumenbetriebe haben aufgrund der geringen Drücke für Tropfbewässerungsanlagen niedrigere Leistungsansprüche.

4.5 Freiland-Gießwagen

Nur in Stellflächenkulturen, wie dem Eriken- und Callunen-Anbau, Baumschulen oder Staudenkulturen sind im Freiland Gießwagen üblich. Je Gießwagen ist für alte, 2-stufige Antriebsmotoren (Fahrgeschwindigkeit 1,5 oder 3 m/min) 200 Watt je Motor anzusetzen. Neue Antriebe mit 1,5 bis 25 m/min benötigen dagegen ca. 2 kW Antriebsleistung je Motor. Durch einen besseren Wirkungsgrad der neuen Motoren sinkt der Leistungsbedarf bei normaler Geschwindigkeit gegenüber den alten Motoren. Nur bei höheren Geschwindigkeiten (über 3 m/min) erhöht sich der Bedarf.

4.6 Unterglas-Gießwagen

Die Unterglasgießwagen benötigen aufgrund ihrer kürzeren Lauflänge geringere Anschlussleistungen (100 W, schnellere Gießwagen 300 W) und sind oft mit Kleinspannungsmotoren ausgerüstet. Hängegießwagen unter Glas sind hauptsächlich im Erikenanbau oder in Staudenbetrieben zu finden.

4.7 Lüftung

Die Anschlussleistung der Lüftungsmotoren in den für die Produktion heute üblichen Venlo-Gewächshäusern ist geringer geworden (0,4 kW), weil mit größeren Übersetzungen gearbeitet wird. In den Breitschiffgewächshäusern ist mit ungefähr der doppelten Anschlussleistung zu rechnen (1,0 kW).

Produktionsmerkmale	Topfpflanzen			Schnittblumen
	Eriken	Beet- und Balkonware	„Warmhaus“	Rosen
Unterglasfläche	5.000 m ²	3.000 m ²	10.000 m ²	10.000 m ²
Öl- und Gasbrenner	4,5	5,0	8,0	8,0
Umwälzpumpen	4,6	3,5	10,2	5,0
Regelgeräte	0,2	0,2	0,2	0,3
Luftheritzer	0,7	0,5	0,5	
Bewässerungspumpen	20,0	15,0	10,0	10,0
Gießwagenantriebe (Freiland)	4,0			
Gießwagenantriebe (Unterglas)	1,2			
Lüftung	3,0	2,5	4,5	4,5
Schattierung	1,8	1,8	3,9	3,0
Pflanzenbelichtung (Assi.)				800,0
Pflanzenbelichtung (Störl.)		10,0		
Beleuchtung	0,7	0,5	2,0	2,0
CO ₂ -Generatoren			0,2	0,2
Schwefelverdampfer				10,0
Topfmaschine	2,0	2,0	2,0	
Sonstige Verbraucher	3,8	4,0	9,1	10,0

Tabelle 2:
Elektrische Anschlusswerte wesentlicher Verbraucher für typische Zierpflanzenbetriebe [kW]

4.8 Energieschirme/Schattierung

Die Energieschirmantriebe können mit großen Übersetzungen arbeiten, weil die Geschwindigkeit keine große Rolle spielt. 0,2 bis 0,4 kW Anschlussleistung je Antrieb ist hier ein üblicher Wert.

4.9 Assimilationsbelichtung

Der Einsatz der Assimilationsbelichtung hat deutlich zugenommen. Auch der sonst übliche Anschlusswert von ca. 50 W/m² verschiebt sich nach oben auf ca. 70 W/m². Wenn Assimilationslicht eingesetzt wird und dieses mit Strom aus dem Netz betrieben werden soll, sind Sonderverträge und in der Regel auch eigene Trafo-Stationen notwendig. Neue Strategien mit einer intervallartigen Assimilationsbelichtung am Tag, die nur 1/3 der Stromaufwendungen benötigen, werden noch untersucht.

4.10 Störlicht

Störlicht wird kulturtechnisch gezielt eingesetzt. Der elektrische Aufwand ist jedoch oft noch zu hoch, weil die Möglichkeiten der Intervallbelichtung zu selten genutzt werden. Damit wäre in vielen Fällen der Verbrauch um 80 % zu reduzieren (AEL-Merkblatt 27).

4.11 Allgemeinbeleuchtung

Im Arbeitsbereich der Hallen und Verbinder ist in der Regel eine ordentliche Arbeitsplatzbeleuchtung vorhanden. In den Kulturräumen sieht das schon anders aus. Bei überlegter Installation, z.B. mit Langfeldleuchten, kann die nötige Arbeitsplatzbeleuchtung auch durch eine Störbelichtungsanlage erzielt werden (AEL-Merkblatt 27).

4.12 CO₂-Generatoren und CO₂-Verteilung

CO₂ kann auf verschiedene Weise in die Gewächshäuser gebracht werden. Beim Einsatz von atmosphärischen Brennern ist keine Hilfsenergie nötig. Auch nicht für die Verteilung von technischem CO₂, wenn die Verdampfung passiv, d.h. mit Luftwärmetauschern erfolgt. Wird jedoch der Einfachheit halber eine elektrische Verdampfung eingebaut, bedeutet das 18 kW Anschlussleistung bzw. eine Verteuerung des technischen CO₂ um ca. 10%.

Werden CO₂-Kanonen eingesetzt, so ist für jedes Gerät mit ca. 0,6 kW für den Ventilator zu rechnen. Größere Betriebe (über 10.000 m² Gewächshausfläche) verteilen das CO₂ pflanzennah über 5-cm-PE-Schläuche im Bestand. Hierfür ist ein zentrales Gebläse mit ca. 2 kW erforderlich.

Tabelle 3:
Anschlusswerte, Laufzeiten und Stromverbrauch wesentlicher Verbraucher.
Werte bezogen auf 1.000 m² Gewächshausfläche; unterstellt wurde ein Betrieb mit 10.000 m² Unterglasfläche, aufgeteilt in 10 Abteilungen à 1.000 m²

		Werte aus den untersuchten Betrieben					eigene Werte			
		elektrische Leistung			Laufzeit pro Jahr	Verbrauch (Ø-Wert)	Verbrauch (Ø-Wert) pro Jahr	el. Leistung	Laufzeit	Verbrauch
unterer Wert	Ø-Wert	oberer Wert	h/a	kWh/a						
für den ganzen Betrieb:						je Abteil	Betrieb			
Betrieb	allgemeine Verbraucher	0,8	1,0	1,5	8.500	---	8.500			
Heizung	Brenner (zweistufig)	3,0	4,0	7,0	1.500	---	6.000			
	Ringleitungspumpe	0,8	1,0	1,2	5.000	---	5.000			
	Brenner (modulierend)	3,0	4,0	7,0	3.000	---	12.000			
	Ringleitungspumpe	0,8	1,0	1,2	3.000	---	3.000			
Bewässerung Pumpenleistung	Brunnenpumpe	1,0	2,0	3,0	660	---	1.320			
	Düsenrohr	2,0	5,0	7,5	1.500	---	7.500			
	Tropfbewässerung	2,0	3,0	5,0	833	---	2.499			
	Fließfläche	1,5	2,0	3,0	700	---	1.400			
gleichzeitig	Ebbe-Flut-Anlage	5,0	7,0	10,0	700	---	4.900			
	5 Gewächshaus-Gießwagen	8,0	9,0	10,0	500	---	4.500			
gleichzeitig	10 Freiland-Gießwagen	15,0	20,0	25,0	350	---	7.000			
je Abteil:						je Abteil	Betrieb			
Klima	Pumpen (Rohrheizung)	0,4	0,6	1,0	1.500	900	9.000			
	Luftheizer (Lüfter+Pumpe)	1,6	2,0	3,0	1.500	3.000	30.000			
	Energieschirm-antriebe	0,3	0,5	1,0	250	125	1.250			
	Lüftungsantriebe (Breitschiff)	0,8	1,0	1,5	100	100	1.000			
	Lüftungsantriebe (Venlo)	0,2	0,4	0,8	100	40	400			
sonstige	Schwefel-verdampfer	0,6	1,0	1,1	2.500	2.500	25.000			
Belichtung	Assimilationslicht	50,0	60,0	80,0	1.800	108.000	1.080.000			
	Störlicht	2,0	3,0	15,0	200	600	6.000			

4.13 Schwefelverdampfer

Werden Schwefelverdampfer eingesetzt, ist deren Anschlussleistung nicht zu vernachlässigen. Die Betriebsweisen sind sehr unterschiedlich, von Dauerbetrieb bis hin zum zeitgesteuerten Einsatz. Bei der Gerätebeschaffung sollte auf eine regelbare Heizung für einen sparsamen Stromverbrauch geachtet werden.

4.14 Topfmaschinen und Transportbänder

Normale Topfmaschinen tragen mit ihren 2 bis 3 kW nicht zu großen Anschlusswerten bei. Wird jedoch mehr automatisiert, so ist die Summe der Antriebsmotore näher zu betrachten.

Die Tabelle 3 zeigt Basiszahlen zum Stromeinsatz für die wesentlichen Verbrauchsgruppen in Gartenbaubetrieben. Zur besseren Vergleichbarkeit sind die Angaben auf 1.000 m² Unterglasfläche bezogen. Die Werte der elektrischen Leistung sind erfahrungsgemäß breit gefächert. Deshalb werden die Ober- und Unterwerte angegeben. Aus den Durchschnitts(Ø)-Werten für die Anschlussleistung und der jährlichen Laufzeit wird durch Multiplikation der Jahresstromverbrauch errechnet. Die drei letzten Spalten sind für den Eintrag eigener Werte vorbereitet. Dadurch ist ein direkter Vergleich mit den Durchschnittswerten und eine Beurteilung des eigenen Betriebes möglich. Da es jedoch keine absolute Übereinstimmung der Betriebe gibt, können die Angaben der Tabelle im Einzelfall erheblich von den eigenen Werten abweichen. In diesen Fällen sollten mögliche Ursachen gesucht und, falls erforderlich, über Abhilfe nachgedacht werden.

Tabelle 4:
Eckdaten für verschiedene Bewässerungssysteme (bezogen auf eine typische Bewässerungseinheit)

Bewässerungssystem	Fläche je Einheit m ²	Wassergabe je Zyklus	Dauer je Bewässerungszyklus Minuten	Fördermenge m ³ /h	Systemdruck bar	Pumpenleistung kW	Antriebsmotor-Wirkleistung kW
Düsenrohr (Rotordüsen)	500	5 mm	15	10	5,5	3,3	---
Tropfbewässerung (4 Töpfe/m ²)	1.000	250 ml/Topf	5	12	3,0	2,2	---
Fließfläche	500	3 mm	8	10	3,0	1,8	---
Ebbe-Flut-Anlage	250	20 mm	8	38	3,0	6,8	---
Gewächsh.-Gießwagen (10/11er Topf)	500	100 ml/Topf	30	5	5,0	1,5	0,30
1 Freiland-Gießwagen (10/11er Topf)	5.000	100 ml/Topf	60	6	5,0	1,8	0,50
Gießwagenanlage (10 Gießwagen)	50.000	100 ml/Topf	60	60	5,0	18,0	5,00
Tabelle für eigene Werte							
Bewässerungssystem	Fläche je Einheit m ²	Wassergabe je Zyklus	Dauer je Bewässerungszyklus Minuten	Fördermenge m ³ /h	Systemdruck bar	Pumpenleistung kW	Antriebsmotor-Wirkleistung kW
Düsenrohr							
Tropfbewässerung							
Fließfläche							
Ebbe-Flut-Anlage							
Gewächshaus-Gießwagen							
1 Freiland-Gießwagen							
Gießwagenanlage							

5 Stromkennzahlen für die Bewässerung

Tabelle 4 listet für verschiedene Bewässerungssysteme anlagenspezifische Kennzahlen auf, die für die Auslegung herangezogen werden können

5.1 Brunnenpumpe

Für die Untergrundbewässerung kann im Durchschnitt heute mit 0,8 bis 1 m³/m² und Jahr gerechnet werden. Wenn eine Brunnenpumpe einen Zwischenbehälter drucklos füllt, ist meist eine Förderleistung von 10 bis 20 m³/h anzutreffen (entspricht etwa 2 kW elektrische Leistung). In älteren Betriebsstrukturen versorgt die Brunnenpumpe direkt Düsenbewässerungen, die um die 25 m³/h ausbringen. Dabei handelt es sich in der Regel noch um Inline-Pumpen mit ca. 12 kW elektrischer Leistung.

5.2 Düsenrohr

Pralldüsen mit hohem Wasserdurchsatz (5 l/min = 300 l/h) und schlechter Verteilgenauigkeit sollten heute nicht mehr benutzt werden. Rotationsdüsen mit geringerem Durchsatz (100 l/h) und erheblich verbesserter Gleichmäßigkeit werden heute für Neuanlagen benutzt. Nachrüstungen sind zu empfehlen. Aufgrund dieses geringeren Durchsatzes sind die Anlagen einfacher zu bauen und die Pumpenleistungen können kleiner ausfallen.

5.3 Tropfbewässerung

Diese Anlagen benötigen nur einen Druck von ca. 1 bis 1,5 bar am Tropfer (2-3 bar Systemdruck); so dass Pumpen mit geringerer elektrischer Leistung möglich sind.

5.4 Fließfläche

Bei der Fließbewässerung wird ein Wasserfilm auf die Fläche gebracht. Die Wasserausbringung sollte ca. 200 Liter je Stunde und Meter Auslaufbreite betragen, damit eine

ausreichender Wasserfilm entsteht. Die Laufzeit ist abhängig von der Bedarfsmenge, die für die jeweilige Fläche benötigt wird. Überschussmengen sind gering zu halten.

5.5 Ebbe-Flut-Anlagen

Für Ebbe-Flut-Anlagen werden hohe Wassermengen je Zeiteinheit benötigt, damit eine gleichmäßige Bewässerung erfolgen kann. In der Praxis sind Förderleistungen von 40 bis 60 m³/h zu finden. Der Druck muss nicht hoch sein, weil mit groß dimensionierten Zuläufen gearbeitet wird. Damit lassen sich je Flutvorgang ca. 200 bis 400 m² fluten. Diese Flächen sollten mit der Pumpstation in ca. 7 Minuten mit 2 cm Wasserhöhe (ohne Töpfe auf der Fläche) befüllt werden können. Beispiel für die Berechnung der erforderlichen Fördermenge der Pumpe:

$$\frac{300 \text{ m}^2 \cdot 0,02 \text{ m}^3 \cdot 60 \text{ min}}{\text{m}^2 \cdot 7 \text{ min} \cdot \text{h}} = 51 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

5.6 Gewächshaus-Gießwagen

Die Schlauchlängen beschränken hier die Wassermenge, sodass ein Gewächshausgießwagen mit ca. 5 m³/h versorgt werden muss. Je nach Betriebsstruktur wird heute angestrebt, möglichst viele Gießwagen auf einmal betreiben zu können. 30 m³/h ist dabei eine durchaus gängige Größe.

5.7 Freiland-Gießwagen

Auch hier begrenzt der Schlauch die Wasserabnahme je Gießwagen. Üblicherweise können Freilandgießwagen bei 200 m Fahrweg (= 100 m Schlauchlänge) und einem 1¼-Zoll-Schlauch maximal 8 m³/h Wasser abnehmen, sonst tritt ein zu großer Druckabfall auf. Neue Anlagen in Betrieben mit 10 bis 15 Gießwagen haben Pumpstationen mit 90 bis 120 m³/h. Damit können alle Gießwagen gleichzeitig betrieben werden, ohne störende Abhängigkeiten befürchten zu müssen.

5.8 Auslegungshilfe

Folgende Faustzahl kann angenommen werden:

$$\frac{50 \text{ Wh}}{\text{m}^3 \cdot \text{bar}}$$

Die Zahl besagt, dass für die Förderung von 1 m³ Bewässerungswasser bei einem Druckverlust von 1 bar in der Anlage mit einem Stromverbrauch von 50 Wh zu rechnen ist. Die Faustzahl kann sowohl zur Dimensionierung der Pumpenleistung als auch zur Ermittlung des Stromverbrauchs herangezogen werden (vgl. nachfolgende Beispielsberechnungen).

Beispiele für die Anwendung der Faustzahl:

1. Berechnung der benötigten elektrischen Pumpenleistung

$$\text{Wassermenge pro Stunde} \cdot \text{Druck} \cdot \text{Faustzahl} = \text{elektrische Pumpenleistung}$$

Beispiel:

$$30 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 5 \text{ bar} \cdot \frac{50 \text{ Wh}}{\text{m}^3 \cdot \text{bar}}$$

$$= 7.500 \text{ W} = 7,5 \text{ kW}^*$$

2. Jahresstromverbrauch für Bewässerung

$$\text{Wassermenge pro Jahr} \cdot \text{Druck} \cdot \text{Faustzahl} = \text{Jahresstromverbrauch}$$

Beispiel:

$$10.000 \text{ m}^3/\text{a} \cdot 2 \text{ bar} \cdot \frac{50 \text{ Wh}}{\text{m}^3 \cdot \text{bar}}$$

$$= 1.000.000 \text{ Wh/a} = 1.000 \text{ kWh/a}^*$$

*zusätzlich sind anlagenspezifische Verluste von 20 bis 25 % zu berücksichtigen



Hinweise auf weiterführende Literatur

- [1] AEL-Merkblatt 27, Photoperiodische Pflanzenbelichtung
- [2] AEL-Heft 3 Pflanzenbelichtung

Bearbeitung

Fotos: Domke
 Bearbeiter: Dipl.-Ing. Peter Cremer, RWE Plus AG;
 Dipl.-Ing. Otto Domke, Landwirtschaftskammer Rheinland,
 Straelen; Dipl.-Ing. Markus Fischer, Landwirtschaftskammer Rhein-
 land, Straelen; Thomas Hölscher, KTBL; Hartmut Kämper, AEL

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe und
 Zusendung eines Belegexemplars an die AEL.
 Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung
 in der Landwirtschaft e. V. AEL
 Am Hauptbahnhof 12, 60329 Frankfurt am Main
 Tel.: (0 69) 2 56 19-1 04, Fax: (0 69) 23 27 21
 e-Mail: ael@ael-online.de • Internet: www.ael-online.de