



**Das Lebensministerium**

# Umweltgerechter Zierpflanzenbau

Abschlussbericht  
F/E-Projekt 1999 - 2003

**Freistaat  Sachsen**

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**F/E-Projekte der LfL  
Kurzbericht**

Thema: **Umweltgerechter Zierpflanzenbau**  
Projektleiter: Stephan Wartenberg  
Projektbearbeiter: Stephan Wartenberg  
Margret Dallmann  
Laufzeit: 01.01.1999 bis 31.12.2003

**I. Projektablauf**

1999 bis 2001 Versuche zum Vergleich geschlossener Bewässerungssysteme  
1999 bis 2003 Versuche zur bedarfsgerechten Düngung  
1999 bis 2003 Versuche zur Wachstumsregulierung über zeitweisen N-Entzug  
1999 bis 2001 Versuche zu Licht reflektierenden Tischbelägen  
2002 bis 2003 Versuche zu UV-durchlässigen Dachverglasungen  
2002 bis 2003 Versuche zur Energieeinsparung durch Wärmeintegration  
2001 bis 2003 Versuche zum Torfersatzstoff Xylit

## II. Ergebnisse

Eine ausführliche Darstellung der Forschungsergebnisse ist dem Abschlussbericht zum F/E- Projekt zu entnehmen. Wesentliche Ergebnisse sind:

Es wurden die geschlossenen Bewässerungssysteme „Anstau“, „Fließrinne“, „Fließmatte“ und „geschlossene Matte“ verglichen. Im Ergebnis ist bei der Rekonstruktion von Altanlagen meist die „geschlossene Matte“ zu empfehlen, bei Neubau das System „Anstau“.

Der Einsatz geschlossener Bewässerungssysteme erlaubt den Übergang zur bedarfsorientierten Düngung anhand von Nährstoffbilanzierungen. Für wesentliche Topfkulturen wurden die Richtwerte zusammengestellt, sowie Bedarfswerte für Schnittkulturen in Palettensystemen neu ermittelt.

Ein Vergleich von Schnelltestmethoden der Düngekontrolle (EC-Messgerät, Aktivitätsmessgerät, W.E.T. Messgerät) mit Laboranalysen wies nur mäßig sichere sowie nährstoffspezifische Aussagen der Schnelltests aus. Ein Teil der Verfahren ist nach wie vor kompliziert und mit hohem Arbeitsaufwand verbunden. Die Aussagekraft kann jedoch durch regelmäßige Anwendung im konkreten betrieblichen Umfeld erhöht werden und ist besser als keine Düngungskontrolle.

Mit der Entwicklung eines Verfahrens der Wachstumsregulierung über zeitweisen N-Entzug bei Poinsettien sowie der Einführung weißer Tischbeläge wurden zwei praxisreife Bausteine zur Verminderung der chemischen Wachstumsregulierung erarbeitet. Die Auswirkungen einer stärker UV-B-durchlässigen Dachverglasung auf das Pflanzenwachstums wurden geklärt. Die erzielbaren Effekte rechtfertigen kaum die hohen Investitionskosten, was einer breiten Praxiseinführung entgegensteht.

Bei ersten Versuchen zur Energieeinsparung durch neue Programme der Heizungssteuerung konnten bei einigen Kulturen Einsparungen von bis zu 20 % erreicht werden, ohne dass Kulturzeitverlängerungen oder Qualitätseinbußen in Kauf genommen werden mussten. Dem noch erheblichen Forschungsbedarf wurde durch die Eröffnung eines neuen, spezielleren Projektes Rechnung getragen.

Mit Xylit wurde ein neuer Substratrohstoff und Torfersatzstoff breit getestet und kann empfohlen werden. Es handelt sich um ein Abprodukt der regionalen Braunkohlenindustrie.

Mit einer Reihe von Veröffentlichungen, Fachseminaren und Vorträgen sowie einer Vielzahl an Führungen und Fachdiskussionen an den laufenden Versuchen wurden die Zielstellungen und Ergebnisse aus der Projektarbeit an die Praxis herangetragen und bereits teilweise in Betriebe übernommen.

## III. Schlussfolgerungen

Aus den vorliegenden Ergebnissen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

Ein Verbesserung der Umweltfreundlichkeit und Nachhaltigkeit der Zierpflanzenproduktion unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit ist durch die Entwicklung und Einführung entsprechender Verfahrensvarianten möglich. In den sächsischen Gartenbaubetrieben sind in den letzten Jahren eine Reihe Veränderungen in dieser Richtung vollzogen worden und finden weiter statt. Im Spannungsfeld zur Wirtschaftlichkeit sind Fördermaßnahmen für eine Fortführung und Beschleunigung dieses im öffentlichen Interesse liegenden Prozesses ebenso wichtig wie fachliche Unterstützung. Die im Rahmen des Projektes erarbeiteten Ergebnisse sind Beiträge zu diesem Prozess. Mit dem vorgelegten Projektbericht wird die Forschungsarbeit zum umweltgerechten Zierpflanzenbau als Sammelthema in dieser Breite beendet.

Von den herausgearbeiteten offenen Fragen wird die Energieeinsparung durch spezielle Heizungssteuerungsprogramme in einem Nachfolgethema weiter und intensiver bearbeitet. Die Entwicklung einer stadienbezogenen bedarfsgerechten Düngung wurde aus Kapazitätsgründen zurückgestellt. An der Erarbeitung von Lösungen des Problems der Reinigung und Desinfektion der Nährlösung in geschlossenen Bewässerungssystemen wird in anderen deutschen und europäischen Forschungseinrichtungen sowie der Industrie intensiv gearbeitet.

Das Gesamtziel der Entwicklung umweltfreundlicher und nachhaltiger Anbauverfahren im Zierpflanzenbau ist weiter bei allen Versuchs- und Forschungsarbeiten zu berücksichtigen.

Dr. Wackwitz  
Fachbereichsleiter

**F/E-Projekt „Umweltgerechter Zierpflanzenbau“  
Abschlussbericht**

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Einführung und Problemstellung.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Bearbeitete Problemfelder .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>Kultur in geschlossenen Bewässerungssystemen .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2</b>	<b>Bedarfsgerechte Düngung .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Bedarfsermittlung.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Schnelltestmethoden .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3</b>	<b>Nichtchemische Wachstumsregulierung .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Zeitweiser Stickstoffentzug .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Licht reflektierender Tischbelag .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.3</b>	<b>UV-durchlässige Dachverglasung .....</b>	<b>22</b>
<b>2.4</b>	<b>Einsparung von Heizenergie .....</b>	<b>24</b>
<b>2.5</b>	<b>Torfersatzstoffe .....</b>	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>Ergebnistransfer.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1</b>	<b>Veröffentlichungen.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2</b>	<b>Vorträge und Fachseminare .....</b>	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>Schlussfolgerungen .....</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>Impressum .....</b>	<b>38</b>

## **1 Einführung und Problemstellung**

Eine der Kernaufgaben der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft ist die anwendungsorientierte Forschung mit dem Ziel der Entwicklung praxisreifer Anbautechnologien, die sowohl eine umweltfreundliche und nachhaltige Produktionsweise sichern als auch betriebswirtschaftlich realisierbar sind. Im Zierpflanzenbau kommt dafür den Themenfeldern geschlossene Bewässerungssysteme, bedarfsgerechte Düngung, dem Einsatz von Torfersatzstoffen, der Verminderung des Einsatzes chemischer Pflanzenschutzmittel und Wachstumsregulatoren sowie der Einsparung von Heizenergie bei Gewächshauskulturen eine besondere Bedeutung zu. Eingebettet in die bundesweite Koordinierung der Versuche im Zierpflanzenbau im Rahmen des Verbandes der Landwirtschaftskammern wurden von 1999 – 2003 in Dresden-Pillnitz verschiedene Teilaspekte aus diesen Themenfeldern in Versuchen des Referates Zierpflanzenbau an der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft aufgegriffen und untersucht. Die Handlungsgrundlage und den Rahmen dafür bildete das haushaltsfinanzierte F/E-Projekt „Umweltgerechter Zierpflanzenbau“. Ziel der einzelnen Untersuchungen war dabei stets, Entscheidungsgrundlagen und Empfehlungen ganz konkreter umweltgerechter Verfahrensvarianten im Zierpflanzenbau für die sächsischen Gartenbaubetriebe zu erarbeiten.

## **2 Bearbeitete Problemfelder**

### **2.1 Kultur in geschlossenen Bewässerungssystemen**

Im Versuchsbetrieb Weinbergsgärtnerei standen nach entsprechenden Rekonstruktionsmaßnahmen parallel die geschlossenen Bewässerungssysteme „Anstaubewässerung“, „Rinnenbewässerung“, „Fließmattenbewässerung“ und „Geschlossene Matte“ zur Verfügung. Diese Systeme wurden mit den Leitkulturen Weihnachtsstern, Alpenveilchen, Petunien, Verbena und andere Beet- und Balkonpflanzen, Sommertopfkulturen sowie Topfviolen erprobt, verglichen und weiterentwickelt. Im Ergebnis dieser Versuche sowie der Auswertung der Fachliteratur ergibt sich die in der Tabelle 1 zusammengefasste Bewertung der Bewässerungssysteme.

Bei allen Systemen mit umlaufender Nährlösung (Anstau, Rinne, Fließmatte) ist das Problem der Reinigung des Rücklaufwassers vor allem bei kleineren Systemen nur unzureichend gelöst. Automatisch rückspülende Filter rentieren sich nur bei größeren Anlagen. Die bei kleineren Systemen eingesetzten Scheibenfilter erfordern erheblichen Reinigungsaufwand von Hand.

**Tabelle 1: Vergleich von Bewässerungssystemen in der Topfpflanzenproduktion anhand ausgewählter Kriterien**

Kriterium	offen	geschlossen			
Wasserverbrauch in l / m <sup>2</sup> x Jahr	500 ...700	250 ...300			
Düngerverbrauch in kg / m <sup>2</sup> x Jahr	0,30 ...0,50	0,15 ...0,25			
Umweltfreundlichkeit		kein Austrag von Nährstoffen Halbierung des Wasserverbrauchs Verminderung der Pflanzenschutz aufwendungen			
Arbeitsaufwand		Einsparung von ca. 0,8 Akh / m <sup>2</sup> x Jahr (weniger Gießarbeit, geringer Pflanzenschutz- und Putzaufwand, mehr Kontroll- und Wartungsaufwand)			
	Schlauchbrause	Anstau	Rinne	Fließmatte	geschlossene Matte
Investkosten gesamt in € / m <sup>2</sup>	16 ...20	38 ...43	40 ...45	35 ...40	28 ...32
Investkosten ohne Tische in € / m <sup>2</sup>	1 ...3	11 ...13	10 ...12	10 ...12	7 ...9
Phytopsanitäre Situation	schlecht	gut	sehr gut	gut	mittel
Flexibilität (Topfgrößen, Standweiten)	hoch	hoch	gering	hoch	hoch
Pflanzenqualität	mittel	sehr gut	beste	sehr gut	gut

Als Beratungsempfehlung für Topfkulturen in Gewächshäusern kann aus den Untersuchungen abgeleitet werden:

- Auf Grund der relativ geringen Investitionskosten ist bei der Umstellung von Altanlagen auf geschlossene Bewässerungssysteme das System „Geschlossene Matte“ zu empfehlen. Notwendige Voraussetzung dafür ist das Vorhandensein genau waagrecht justierbarer Tischflächen bzw. entsprechend präzise planierter Bodenflächen.
- Beim Neubau oder grundlegenden Rekonstruktionen von Gewächshäusern ist dagegen dem System „Anstaubewässerung (Ebbe/Flut)“ der Vorzug zu geben. Die höheren Investitionskosten werden durch die hohe Flexibilität dieses Bewässerungssystems und die vor allem in den Wintermonaten deutlich günstigere phytosanitäre Situation gerechtfertigt.

Auch im Freiland wurde eine Fließmattenanlage als geschlossenes System bei der Kultur von Moorbeetpflanzen (*Erica gracilis*, *Calluna vulgaris*) und Sommertopfpflanzen betrieben. Da durch die unvermeidbaren Niederschläge eine schlechtere phytosanitäre Situation zu erwarten war, wurde dieses System mit einer Langsamfiltrationsanlage ausgestattet. Die Kulturergebnisse und Erfahrungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Bei anhaltend nasser Witterung wird die Bewässerungsdüngung problematisch, es kommt zur Nährstoffauswaschung aus den Töpfen, einer Verdünnung der Nährlösung, was durch eine EC-Nachführung teilweise behoben werden kann. Unlösbar ist das Problem, dass die gesättigten Töpfe bei einer Bewässerung von unten keine Nährlösung mehr aufnehmen.
- Gegenüber der sonst üblichen Gießwagenbewässerung ist die Pflanzenqualität verbessert, da keine Spur des Bewässerungsstrahls entsteht. Vorteilhaft ist auch, dass die Töpfe sauber bleiben und direkt von der Kulturfläche weg vermarktet werden können.
- Trotz kranker Pflanzen (*Glomerella*, *Phytophthora*) in einigen Partien war keine Infektion über die umlaufende Nährlösung festzustellen.
- Teilweise waren durch die ständig feuchte Matte Wurzelschäden an den untersten 0,5 bis 1 cm zu beobachten, die jedoch ohne Auswirkungen auf die Sprossqualität blieben.
- Für gelegentlich auftretende Starkniederschläge muss das Gesamtsystem mit relativ großen Abflusskapazitäten und Sammelbecken versehen werden. Nadelöhr ist die Leistung des Langsamfilters.
- Durch die Vermeidung eines Nährstoffaustrages in den Unterboden, das Umgehen von Herbizidanwendungen, die Verminderung von Pflanzenschutzaufwendungen sowie die drastische Reduzierung des Wasserverbrauchs sind klare Umweltvorteile erreichbar.
- Die hohen Investitionskosten von 10 bis 15 € / m<sup>2</sup> stehen einer raschen und breiten Praxiseinführung entgegen.

## 2.2 Bedarfsgerechte Düngung

### 2.2.1 Bedarfsermittlung

Die bisherigen Richtwerte für offene Systeme bestanden in Vorgaben für die Konzentrationen einer diskontinuierlichen oder kontinuierlichen Flüssigdüngung in Kombination mit Richtwerten für den Nährstoffgehalt im Substrat. Über dessen wiederholte Analyse während der Kultur wurde der reale Ernährungszustand kontrolliert und die Düngung nachreguliert. Die zum Teil auf älteren Untersuchungen beruhenden Substratrichtwerte orientierten sich dabei stärker an der Salzverträglichkeit der Wurzeln der jeweiligen Pflanzenart als an ihrem wirklichen Bedarf.

Die umweltfreundlichen Verfahren einer Bewässerungsdüngung in geschlossenen Systemen oder auch der Einsatz von Langzeitdüngern ohne Nachdüngung ermöglichen die Erstellung und Einführung neuer Richtwerte. Diese Richtwerte geben den Nährstoffbedarf je Pflanze vor. Als Leitnährstoff wird im wesentlichen Stickstoff bilanziert. Nach der nachfolgenden Bilanzierungsformel kann die je Pflanze einzusetzende Nährstoff- bzw. Düngermenge ermittelt und über die Bewässerungsdüngung verabreicht werden:

	Bsp. Topfcyclamen 11-cm-Topf
N-Bedarfsrichtwert je Pflanze	500 mg
- N-Gehalt der Jungpflanze	75 mg
- Nmin-Gehalt des Substrates am Kulturanfang	60 mg
+ Ziel Nmin-Gehalt des Substrates am Kulturende	60 mg
+ 20 % Verlustzuschlag (Denitrifikation)	100 mg
<hr/>	
= N-Düngungsrichtwert für Nachdüngung	475 mg
/ N-Gehalt des Mehrnährstoffdüngers (z.B. 15 %)	
= Düngermenge je Pflanze	3,17 g

Entsprechend der Pflanzenanzahl, die auf einem geschlossenen Bewässerungssystem kultiviert wird, kann nunmehr bedarfsorientiert nachgedüngt werden. Eine Optimierung der zeitlichen Verteilung der Gesamtmenge des Nährstoffbedarfes fehlt bisher, hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.

Für eine Reihe von Topfpflanzenarten liegen inzwischen N-Bedarfsrichtwerte vor, die in der Tabelle 2 wiedergegeben sind.

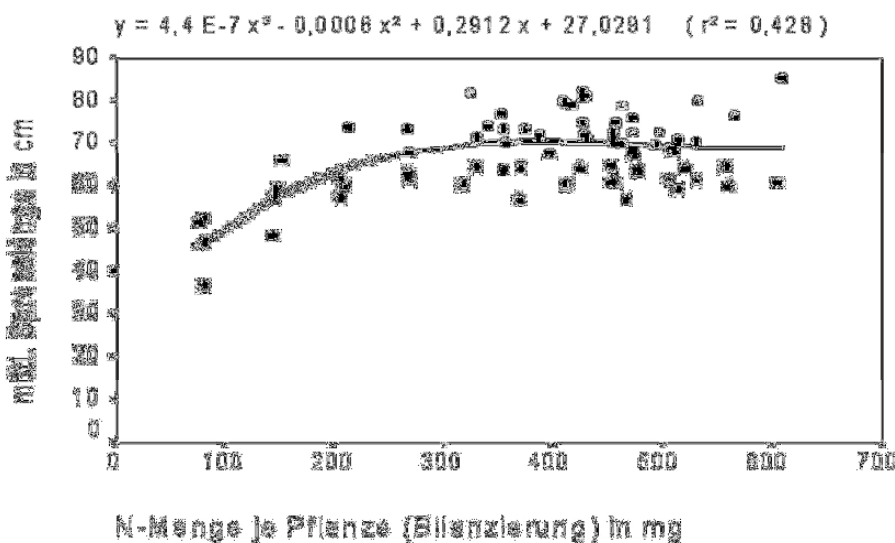


**Tabelle 2: N-Bedarfs- und Düngungsrichtwerte bei Topfpflanzen**

Art	N-Bedarf in mg/Pfl	Substratrichtwerte						Bewässerungsdüngung
		Kulturabschnitt	Nmin in mg/l	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> in mg/l	K <sub>2</sub> O in mg/l	Salzgehalt in g/l	pH-Wert	
Begonia Cultivars Elatior-Grp.	200 - 600	Kulturbeginn	100 - 200	100 - 200	100 - 300	1,0 - 2,0	5,5 - 6,5	0,08-0,10% MND N:K = 1:1
		Kulturende	100 - 250 (400)	200 - 400	150 - 350	< 3,0	5,5 - 6,5	0,08-0,10% MND N:K = 1:1 bis 1,5
Cyclamen persicum	100 - 800	Kulturbeginn	75 - 150	100 - 200	100 - 300	< 1,5	5,5 - 6,5	0,03-0,05 % MND N:K = 1:1
		Kulturende	75 - 150 (200)	150 - 300	100 - 250 (400)	< 2,5	5,5 - 6,5	0,03-0,05% MND N:K = 1:1 bis 1,5
Dendranthema x grandiflorum	300 - 700	Kulturbeginn	250 - 400	150 - 300	200 - 400	1,5 - 3,0 (4,0)	5,5 - 6,5	0,08-0,12% MND N:K = 1:1
		Kulturende	200 - 300	150 - 300	200 - 400	1,5 - 4,0 (5,0)	5,5 - 6,5	0,08-0,10% MND N:K = 1:1
Erica gracilis (2. Jahr)	500 - 600	Kulturbeginn	70 - 140	50 - 100	100 - 200	< 1,0	4,0 - 4,5	0,05-0,09% MND N:K = 1,5 bis 2:1
		N-Dünpause	30 - 60	50 - 100	100 - 200	< 1,5	4,0 - 4,5	0,02-0,04 MND N:K = 1: 1,5 bis 2
		Kulturende	60 - 100	50 - 100	100 - 200	< 2,0	4,0 - 4,5	0,03-0,03 MND N:K = 1:1
Euphorbia pulcherrima	200 - 1000	Kulturbeginn	100 - 200	100 - 300	100 - 200	< 1,5	5,5 - 6,5	0,10-0,15% MND N:K = 1:1
		Kulturende	50 - 150 (200)	100 - 250 (400)	150 - 300	< 3,0	5,5 - 6,5	0,08-0,1% MND N:K = 1:1
Phalaenopsis Cultivars	150 - 300	Kulturbeginn	70 - 140	50 - 100	100 - 200	< 1,0	5,0 - 6,0	0,04-0,07% MND N:K = 1: 1,5
		Kulturende	70 - 140	50 - 100 (200)	100 - 200 (250)	< 1,5	5,0 - 6,0	0,04-0,07% MND N:K = 1: 1,5
Rhododendron simsii	200 - 800	Kulturbeginn	70 - 140	25 - 50	50 - 100	< 1,0	4,0 - 4,5	0,03-0,06 % MND N:P:K = 4:1:2
		Kulturende	140 - 200	50 - 100	100 - 200	< 1,5	4,0 - 4,5	0,03-0,05 % MND N:P:K = 2:1:2
Saintpaulia ionantha	50 - 200	Kulturbeginn	100 - 150	100 - 200	100 - 300	< 1,5	5,5 - 6,5	0,03-0,05 % MND N:K = 1:1,5
		Kulturende	50 - 150 (200)	100 - 200	150 - 300 (400)	< 2,0	5,5 - 6,5	0,03-0,05 % MND N:K = 1:1,5 bis 2
Pelargonium x hortorum	300 - 700	Kulturbeginn	100 - 300 (400)	100 - 200	100 - 300 (500)	< 3,0	5,5 - 6,5	0,08-0,12% MND N:K = 1:1
		Kulturende	100 - 250 (400)	200 - 400	150 - 350 (600)	2,0 - 4,0	5,5 - 6,5	0,06-0,10% MND N:K = 1:1,5

An der Erarbeitung weiterer N-Bedarfsrichtwerte beteiligte sich die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft durch Untersuchungen bei Schnittkulturen in Palettenkultur, die bei der Zwischennutzung der investitionsintensiven geschlossenen Bewässerungssysteme von Interesse sind. Als Zielgrößen für die Optimierung der N-Ernährung war neben dem Ertrag und der äußeren Qualität hier auch die innere Qualität, also die Vasenhaltbarkeit zu berücksichtigen. Im Folgenden werden exemplarisch Ergebnisse entsprechender Untersuchungen bei samenvermehrten Schnittcelosien wiedergegeben, weitere Ergebnisse sind bei den Veröffentlichungen zum Projekt ausgewiesen.

Aus den Abbildungen 1 bis 3 ist deutlich der Zielkonflikt zwischen der äußeren und inneren Qualität, zwischen einer gewissen Sprosslänge sowie –masse und der Vasenhaltbarkeit erkennbar. Die Sprosslänge erreichte mit wachsender N-Versorgung bei etwa 300 mg N je Pflanze bereits ihr Maximum (Abbildung 1), die Sprossmasse nahm im gesamten untersuchten Bereich bis etwa 600 mg N je Pflanze zu (Abbildung 2). Stiele von Varianten mit unter 200 mg N je Pflanze waren nicht vermarktungsfähig. In Gegensatz dazu fiel die Vasenhaltbarkeit von sehr hohen Werten bei den dünnen, drahtig festen Stielen der unterversorgten Varianten rasch ab, erreichte zwischen 300 und 400 mg N je Pflanze ihr Minimum von durchschnittlich etwa 10 Tagen (Abbildung 3). Die weitere Steigerung der N-Versorgung bis 600 mg N je Pflanze führte zu keiner weiteren Verschlechterung der Vasenhaltbarkeit, allerdings waren diese Bestände zunehmend unausgeglich und krankheitsanfällig. Der Optimalbereich für die N-Versorgung von Schnittcelosien liegt bei 200 bis 300 mg N je Pflanze.



**Abbildung 1: N-Menge und Sprosslänge bei Schnittcelosien**

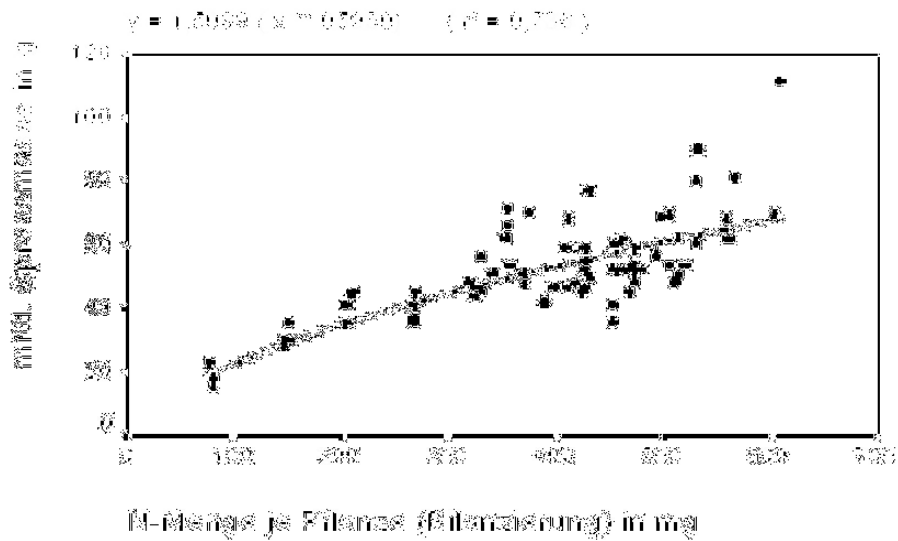


Abbildung 2: N-Menge und Sprossmasse bei Schnittcelosien

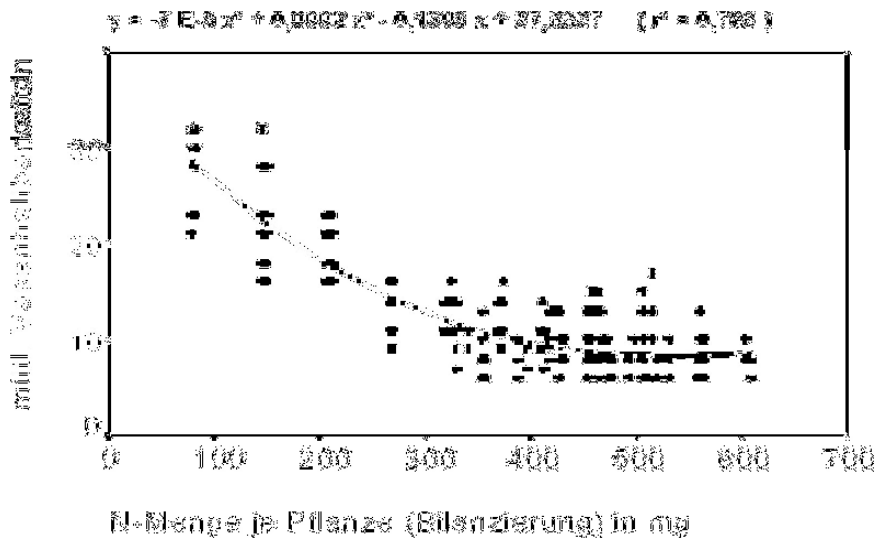


Abbildung 3: N-Menge und Vasenhaltbarkeit bei Schnittcelosien

### 2.2.2 Schnelltestmethoden

Kann bei offenen Systemen oder bei mehreren Kulturen je Bewässerungskreislauf keine Nährstoffbilanzierung realisiert werden, sind für eine bedarfsorientierte Düngung während der Kultur mehrfache Analysen der Nährstoffgehalte des Substrates erforderlich. Insbesondere durch variierende Einstrahlungs-, Temperatur- und Verdunstungsbedingungen kommt es bei gleich bleibenden Nährstoffkonzentrationen zu unterschiedlichen Nährstoffzufuhren. Die Tendenz einer Unter- bzw. Überversorgung ist an der Ab- bzw. Zunahme der Konzentration des jeweiligen Nährstoffes im Substrat ablesbar und ermöglicht ein korrigierendes Eingreifen. Die dafür notwendigen Analysen erfordern jedoch das exakte Ziehen von Sammelproben aus dem Bestand, logistische Aufwendungen und Analysekosten. Diese Aufwendungen sind in vielen Betrieben für die relativ kleinen Anbauumfänge jedoch nicht realisierbar.

Von sehr großem Interesse für die Betriebe sind einfache, sicher und sofort zu Ergebnissen führende Schnelltests. Im Projektzeitraum kamen Methoden und Geräte mit verschiedenen Messprinzipien an den Markt. Diese wurden erprobt und mit den standardisierten Laboranalysen verglichen. Die Vor- und Nachteile der einzelnen Schnelltestmethoden sind in Tabelle 3 zusammengefasst dargestellt. Als Fazit ist festzustellen, dass die bisher zur Verfügung stehenden Geräte und Methoden entweder noch relativ arbeitsaufwendig oder zu unspezifisch und störanfällig sind. Für eine grobe Orientierung der Entwicklung des Salz- bzw. Nährstoffgehaltes im Substrat sind sie jedoch durchaus geeignet. Insbesondere bei regelmäßigem, häufigerem Einsatz in einem konkreten betrieblichen Umfeld (Wasser, Substrat) ist durch die Entstehung konkreter Erfahrungswerte eine Verbesserung der Aussagefähigkeit zu erwarten. Der Einsatz der Schnelltestmethoden stellt gegenüber dem vollständigen Verzicht auf eine Düngungsüberwachung eine klare Verbesserung dar.

**Tabelle 3: Vergleich von Schnelltests zur Düngekontrolle**

Schnelltest	Messprinzip	Vorteile	Nachteile
W.E.T. Messgerät von Cultilene	Messsonde in Boden stechen; Messung von Leitfähigkeit, Feuchtigkeit und Temperatur, daraus wird durch das Messgerät der EC-Wert bestimmt	einfach zu handhaben und sehr schnell; Daten werden im Datenlogger gespeichert und sind komfortabel auswertbar	sehr teuer; ungenaue Ergebnisse; Nährstoffsituation im Boden wird nicht immer richtig erfasst; keine Erfassung der einzelnen Nährstoffe
Aktivitätsmesser	Sonde in Boden stechen; Messung der Aktivität der Salze im Boden (Leitfähigkeit)	einfach zu handhaben und sehr schnell	ungenauere Ergebnisse; Boden muss zur Messung optimal kulturflecht sein; keine Erfassung der einzelnen Nährstoffe
EC-Messgerät	Leitfähigkeitsmessung in Nährlösungen oder Bodenlösung	sichere Methode zur Kontrolle der Bewässerungsdüngung	Herstellung einer Bodenlösung bei Substratanalysen notwendig; keine Erfassung der einzelnen Nährstoffe
pH-Messgerät	pH-Sonde in Nährlösungen oder Bodenlösung tauchen	gute Methode zur Kontrolle der Bewässerungsdüngung	Herstellung einer Bodenlösung bei Substratanalysen notwendig; Sonden altern und müssen gepflegt werden
pH-Messstäbchen	Teststäbchen werden in Bodenlösung getaucht und mit Farbskala verglichen	preiswert	relativ ungenau; Herstellung einer Bodenlösung notwendig
Messstäbchen für Nährstoffe	Spezielle Teststäbchen werden in Lösung getaucht und mit einer Farbskala verglichen bzw. im Reflektometer gemessen	einzelne Nährstoffarten können bestimmt werden	in Substraten nur Nitratbestimmung möglich; Bodenlösung notwendig

### 2.3 Nichtchemische Wachstumsregulierung

Im Zierpflanzenbau, insbesondere bei der Produktion von Topfpflanzen sowie Beet- und Balkonpflanzen ist eine Wachstumsregulierung wichtiger Bestandteil vieler Kulturverfahren. Mit der Beeinflussung des Pflanzenwachstums werden dabei im wesentlichen zwei Ziele verfolgt: Erstens soll der Aufbau, der Habitus der Pflanze, dauerhaft beeinflusst werden. Erwünscht sind hier z.B. eine stärkere basale Verzweigung und kurze Internodien für einen buschigen Pflanzenaufbau oder auch besonders lange Internodien zur Gestaltung von Stammformen. Das zweite Ziel sind möglichst kompakte Pflanzen während der Produktion, um die teuren technischen Ausstattungen der Gewächshäuser durch hohe Pflanzendichten besser ausnutzen zu können. Bei vielen Beet- und Balkonpflanzen ist dabei durchaus erwünscht, dass diese Pflanzen später beim Verbraucher wieder arten- bzw. sortentypisch und stärker wachsen. Beide Ziele lassen sich durch den Einsatz chemischer Wachstumsregulatoren bei vielen Pflanzenarten gut und sicher erreichen.

Allerdings hält auch im Zierpflanzenbau bereits seit Jahren ein starker Trend hin zu einer nichtchemischen Wachstumsregulierung an. Die Zahl der zugelassenen chemischen Wachstumsregulatoren hat in den letzten Jahren bereits abgenommen und wird durch das Greifen der Indikationszulassung weiter drastisch reduziert. Die große Artenvielfalt im Zierpflanzenbau und der relativ kleine Markt lassen keine Entwicklung und Zulassung neuer spezieller Wachstumsregulatoren erwarten und sind auch für Zulassungsverfahren im Rahmen der Lückenindikation erschwerend. Seit Jahren wird deshalb verstärkt nach Möglichkeiten einer nichtchemischen Wachstumsregulierung gesucht und es sind bereits eine Reihe von Bausteinen entwickelt worden. Durch die relativ gut kontrollierbaren Kulturbedingungen in den Gewächshäusern bestehen dabei durchaus gute Erfolgchancen. Etablierte Bausteine einer nichtchemischen Wachstumsregulierung sind:

- die Anwendung der Temperaturstrategien „diff“ und „drop“,
- die gezielte Ausnutzung der photoperiodischen Reaktion einiger Zierpflanzenarten durch terminisierte Verdunklung bzw. Belichtung,
- eine trockene Kulturführung,
- die Verwendung genetisch kompakter, meist dunkellaubiger Sorten.

Diese sogenannten „alternativen“ Strategien zur Wachstumsregulierung sind, verglichen mit einer chemischen Wachstumsregulierung, häufig weniger sicher wirksam und teilweise mit Mehraufwendungen verbunden. Die Suche nach weiteren Bausteinen nichtchemischer Wachstumsregulierung hält an. Im Rahmen des Projektes wurden Untersuchungen zum zeitweisen N-Entzug, zu stärker Licht reflektierenden Tischbelägen sowie einer stärker UV-B-durchlässigen Dachverglasung als Bausteinen einer nichtchemischen Wachstumsregulierung vorgenommen.

### 2.3.1 Zeitweiser Stickstoffentzug

Ausgangspunkt der Entwicklung einer Wachstumsregulierung über zeitweisen N-Entzug war die Tatsache, dass der unmittelbare Einsatz von Holzfasern als Torfersatzstoff an der ungelösten Problematik der N-Dynamik gescheitert ist. Der auf einer dynamischen Mikrobenentwicklung beruhende drastische N-Entzug verursacht in der Regel einen unerwünschten Zwergwuchs der in diesen Substraten kultivierten Pflanzen. Die Beobachtung dieses induzierten Zwergwuchses legte jedoch die Idee nahe, diesen Effekt für die Wachstumsregulierung auszunutzen.

Für eine Wachstumsregulierung zur Erreichung guter Pflanzenqualitäten ist dabei wichtig, diesen Prozess kontrollieren und zeitlich eingrenzen zu können. Dies ist durch die heute im Zierpflanzenbau überwiegend angewendete technische Ausstattung zur Bewässerungsdüngung ohne weiteren Aufwand möglich. Kurzfristig kann von NPK-Mehrnährstoffdüngerlösungen auf N-freie Bewässerungsdüngung umgestellt werden. Durch den Einsatz unbehandelter Holzfasern im Substrat und die Möglichkeit, über die Bewässerungsdüngung Stickstoff sehr gezielt zuzuführen bzw. wegzulassen, lässt sich relativ einfach eine sehr genaue und zeitlich differenzierbare Stickstoffernährung der Pflanzen realisieren. Das ist ein klarer Vorteil dieses Zwei-Komponenten-Systems gegenüber anderen Versuchen, eine Wachstumsregulierung über induzierten Nährstoffmangel, z.B. bei Phosphor, zu realisieren.

Nach positiven Ergebnissen in den Vorjahren bei den Topfstiefmütterchen *Viola x wittrockiana* wurden bei Arbeiten im Rahmen dieses Projektes für *Impatiens Cultivars* Neuguinea-Grp. sowie für den Weihnachtsstern (*Euphorbia pulcherrima*) entsprechende Strategien entwickelt. Bei beiden Arten ließ sich durch einen induzierten N-Mangel eine deutliche Reduzierung der Pflanzenhöhe teilweise auch der Pflanzenbreite erzielen. Neben der Höhe des Holzfaserteils im Substrat erwies sich dabei auch der Zeitpunkt und die Dauer der N-Düngepause als ein entscheidender Einflussfaktor. Mehrere Versuchsreihen erbrachten hier detaillierte und gesicherte Informationen, die für entsprechende Kulturempfehlungen an die Praxis erforderlich sind (Beispiele: Abbildung 4, Abbildung 5)

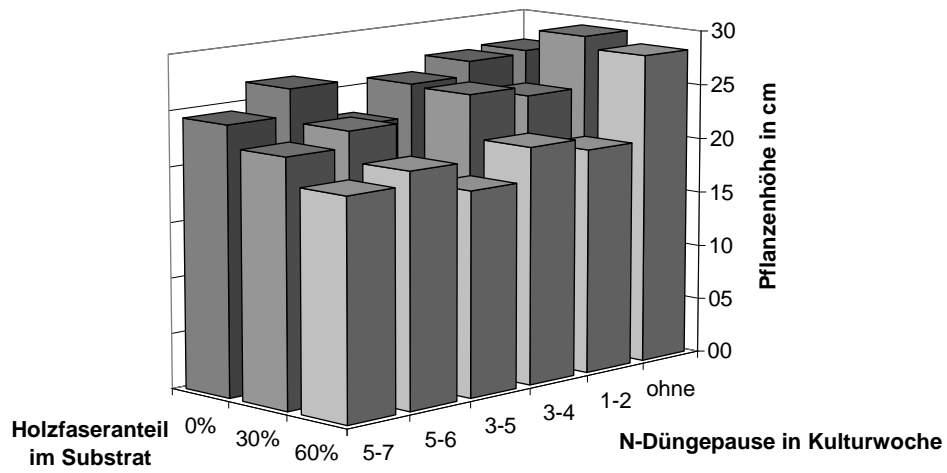


Abbildung 4: Reduzierung der Pflanzenhöhe durch zeitweisen N-Entzug bei *Impatiens* Cultivars Neuguinea-Grp.

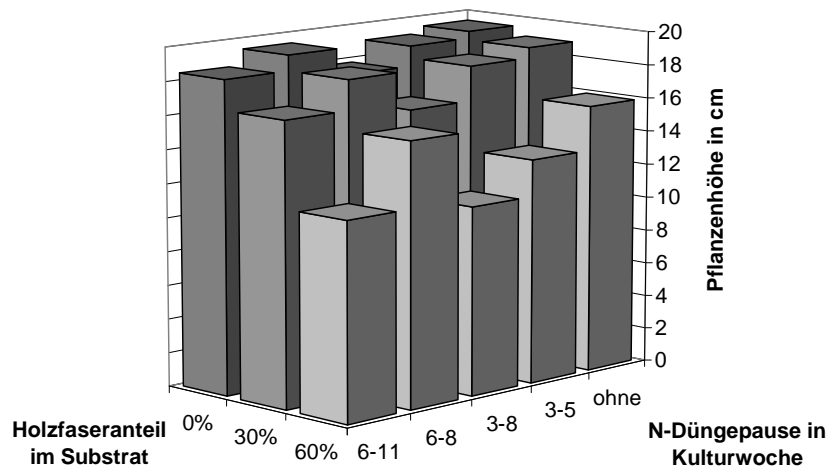


Abbildung 5: Reduzierung der Pflanzenhöhe durch N-Entzug bei *Euphorbia pulcherrima*



Am weitesten sind die Untersuchungen bisher für die Weihnachtssterne als Hauptkultur der Topfpflanzenbetriebe im zweiten Halbjahr gediehen. Für die Realisierung einer Wachstumsregulierung über zeitweisen N-Entzug werden hier folgende konkrete Empfehlungen gegeben:

- Anteil von 30 – 60 % unbehandelter Holzfaser im Substrat,
- Aufkalkung zur pH-Regulierung, Mikronährstoffdüngung und Tonzugabe, eventuell PK- aber keine N-Grunddüngung des Substrates,
- durchgehende PK-Bewässerungsdüngung mit ca. 75 mg  $P_2O_5$  je l Nährlösung und ca. 150 mg  $K_2O$  je l Nährlösung (z.B. durch 0,05 % Flory Basis 2),
- zum Kulturbeginn bis maximal 14 Tage nach dem Stutzen für eine gute Verzweigung ausreichend Stickstoff anbieten, ca. 180 mg N pro l Nährlösung (z.B. mit 0,11 % Hydro-Kalksalpeter oder 0,05 % Ammoniumnitrat),
- N-Düngepause im Zeitfenster zwischen 14 Tage bis etwa 6 Wochen nach dem Stutzen, d. h. in der Regel in der 3. – 7. Kulturwoche,
- innerhalb des Zeitfensters kann die Dauer der N-Düngepause je nach Sorte und Witterung 2 – 3 Wochen betragen,
- spätestens ab 6 Wochen nach dem Stutzen ist wieder Stickstoff anzubieten, um eine gute Brakteengröße und –ausfärbung zu erzielen. 100 – 120 mg N je Liter Nährlösung sind ausreichend (z.B. 0,6 % Hydro-Kalksalpeter oder 0,03 % Ammoniumnitrat).

Während der N-Düngepause treten leichte N-Mangelsymptome auf, die jedoch entweder erwünscht oder reversibel sind. Leichte Blattaufhellungen verschwinden mit dem Wiedereinsetzen des normalen N-Angebotes. Kleinere Laubblätter tragen zur Qualitätsverbesserung, d.h. einer kompakten Pflanze und einer Verbesserung des Verhältnisses Brakteen- zur Pflanzengröße bei. Weder die Anzahl Triebe noch die Blattanzahl werden bei optimierten Verfahren beeinträchtigt.

Der Anwendbarkeit des Verfahrens sind Grenzen gesetzt, wo mehrere Sätze oder gar Kulturen technisch bedingt in der Bewässerungsdüngung mit einer Nährlösung versorgt werden müssen und so die N-Düngepause nicht konsequent realisiert werden kann. Das neue Verfahren ergänzt die bereits eingeführten Strategien der „alternativen“ Wachstumsregulierung. Einige Substratanbieter stellen auf Anforderung auch bereits Substrate mit unbehandelter Holzfaser her. Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit ist das vorgeschlagene Verfahren kostenneutral bzw. ermöglicht die Einsparung von Mittelkosten und Arbeitszeit für die chemische Wachstumsregulierung. Im Vergleich z. B. mit den alternativen Temperaturstrategien „diff“ und „drop“ werden die Energiekosten nicht erhöht und ist eine deutlich höhere Sicherheit bei der Schaffung der wachstumsregulierenden Bedingungen möglich.

Bei hinsichtlich der Pflanzenart sowie des Kulturverfahrens nicht optimiertem Vorgehen ist mit deutlichen Kulturverzögerungen und Qualitätseinbußen zu rechnen. Es besteht noch Untersuchungsbedarf, insbesondere für die Anwendung bei weiteren Arten. In den Jahren 2002 und 2003 durchgeführte Versuche an stecklingsvermehrten Petunien, Verbenen, Hängepelargonien und Goldmarie (*Petunia x atkinsiana*, *Verbena tenera*, *Pelargonium peltatum*, *Bidens ferulifolia*) machten deutlich, dass sich bei Balkonpflanzen zwar ebenfalls eine deutliche Reduzierung der Pflanzenhöhe bzw. Trieblänge erzielen lässt, eine Optimierung der Nachdüngung zur Qualitätssicherung am Kulturrende jedoch viel schwieriger ist. Anders als Weihnachtssterne, die durch die Tageslängenreaktion zum Blühbeginn ihr vegetatives Wachstum weitgehend abgeschlossen haben, wachsen diese Pflanzen auch nach Beginn der generativen Phase vegetativ weiter. Mit dem gleichzeitig zunehmenden Lichtangebot reagieren sie auf das Wiedereinsetzen einer relevanten N-Versorgung mit einem raschen und kräftigen Durchtrieb. Eine starke Reduzierung der Nachdüngung und Applikation über eine Blattdüngung führte auch bei höheren Anwendungskonzentrationen eher zu Blattschäden als zu einer ausreichenden Behebung der Mangelsymptome. Angemessene Effekte wurden bei einer einmaligen Flüssigdüngung über Kopf (N-betont, z.B. 0,2 % Mehrnährstoffdünger 20-5-10) etwa eine Woche vor dem Verkaufstermin erzielt. Dieser Weg ist nur gangbar, wenn dann genau terminisiert und zügig vermarktet werden kann, eine in den Betrieben meist nicht zu realisierende Voraussetzung.

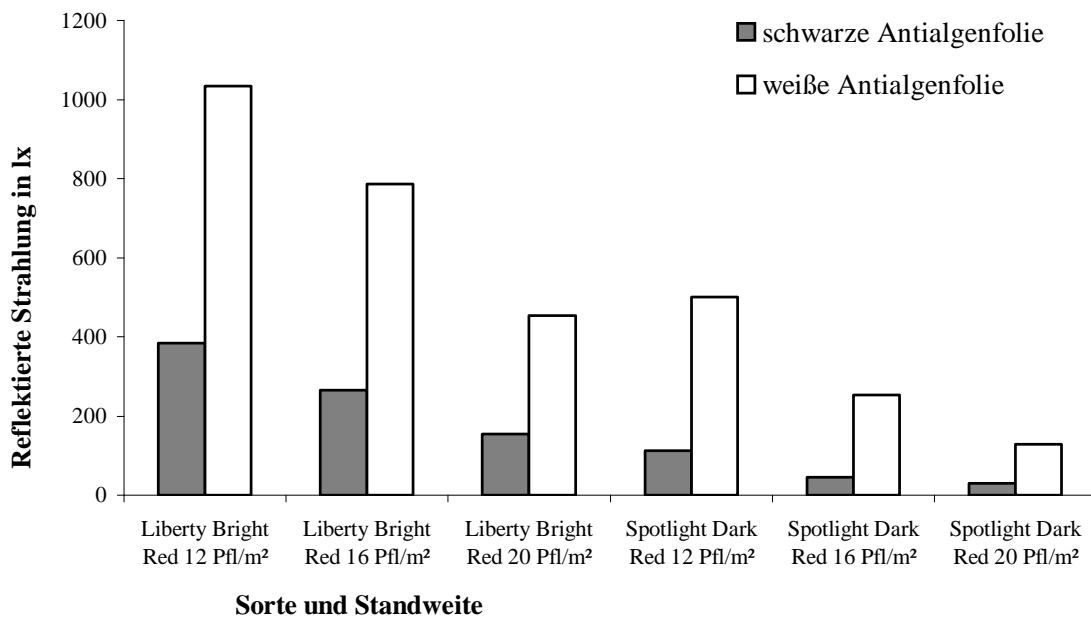
Beim Verbraucher entwickeln diese Pflanzen mit dem Wiedereinsetzen der N-Versorgung sofort einen üppigen Wuchs und sind damit Pflanzen, bei denen eine chemische Wachstumsregulierung meist noch mehrere Wochen nachwirkt, deutlich überlegen.

### **2.3.2 Licht reflektierender Tischbelag**

In den Wintermonaten ist das Lichtangebot oftmals ein begrenzender Faktor für eine Qualitätsproduktion von Zierpflanzen. Im Gemüsebau werden bereits seit Jahren weiße Folien zum Abdecken von Boden und Bewässerungssystemen genutzt um eine maximale Lichtausbeute zu erzielen. Im Zierpflanzenbau ist es dagegen üblich, auf Fließmattenanlagen vorwiegend schwarze Antialgenfolien einzusetzen. Im Rahmen des Projektes wurde der Einsatz weißer Antialgenfolie und anderer reflektierender Tischbeläge bei der Kultur von Weihnachtssterne, Verbenen und Neuguinea-Impatiens getestet. Ziel der Versuche war es, über eine Erhöhung des Lichtangebotes durch stärkere Reflexion von der Tischfläche eine bessere Pflanzenqualität bei gleichzeitiger Reduzierung des Einsatzes chemischer Wachstumsregulatoren.

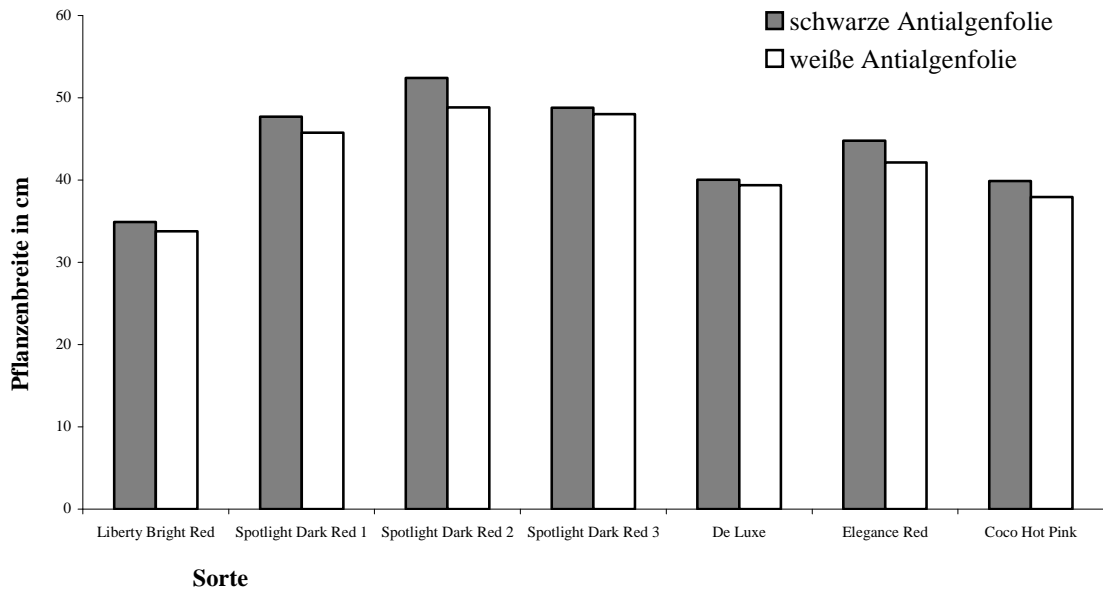
Die Pflanzen wurden auf Fließmattentischen mit schwarzer und weißer Antialgenfolie in drei unterschiedlichen Standweiten angezogen. Während der Kultur wurden die Strahlungsverhältnisse im Bestand regelmäßig mit Lichtsonden erfasst. Zu Versuchsbeginn waren bei allen Standweiten starke Unterschiede im Anteil der Lichtreflexion zu verzeichnen. Auf schwarzer Antialgenfolie

wurden etwa 5 % der einfallenden Strahlung reflektiert und auf weißer Antialgenfolie waren es bis zu 20 %, bei den niedrigen Neuguinea-Impatiens bis zu 30%. Dieser deutliche Unterschied nahm in Abhängigkeit von der Standweite und dem Wuchsverhalten der Sorte im Versuchsverlauf stark ab. In einem dicht geschlossenen Bestand gelangt keine nennenswerte Strahlung auf die Tischfläche und kann dadurch auch nicht reflektiert werden. Ein Beispiel für die reflektierte Strahlung zeigt die Abbildung 6. Die Weihnachtsstern-Sorte 'Spotlight Dark Red' hat einen stärkeren Wuchs und zum Zeitpunkt der Messung war der Bestand bereits geschlossen.



**Abbildung 6: Reflektierte Strahlung in Abhängigkeit vom Tischbelag bei *Euphorbia pulcherrima* (Einstrahlung ca. 10 klx)**

Es traten in Abhängigkeit von Sorte, Standweite und Versuchsjahr teilweise signifikante Unterschiede zwischen weißer und schwarzer Antialgenfolie in der Pflanzenbreite und der Pflanzenhöhe auf. Der Pflanzendurchmesser war in allen Versuchsjahren auf weißer Antialgenfolie im Mittel um 2 cm kleiner als auf schwarzer Folie (Abbildung 7).

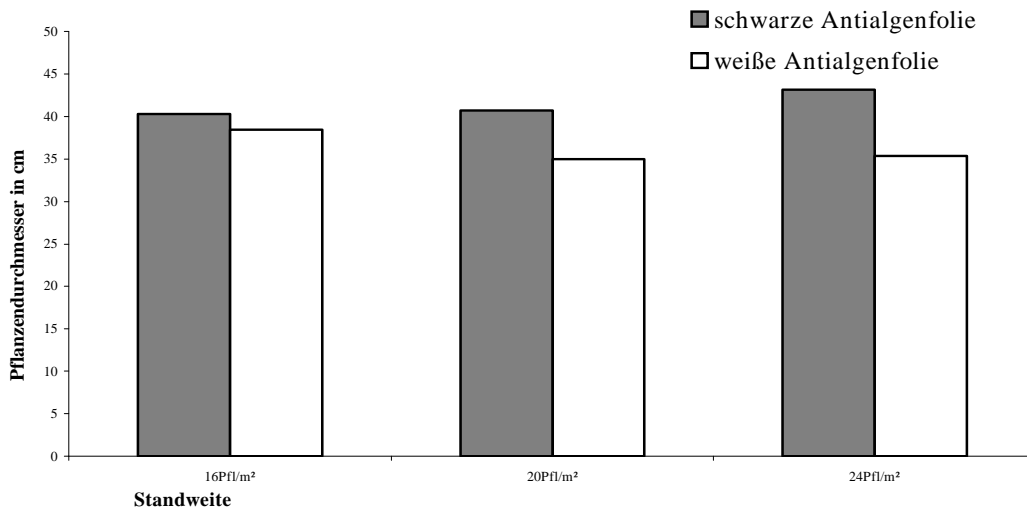


**Abbildung 7: Pflanzenbreite bei *Euphorbia pulcherrima* in Abhängigkeit vom Tischbelag**

Nicht ganz so deutlich war der Einfluss der verschiedenen Folien auf die Pflanzenhöhe. Hier traten starke Sortenunterschiede auf und die Wechselwirkungen mit der Standweite waren stärker als bei der Pflanzenbreite ausgeprägt. Weitere untersuchte Merkmale waren der Brakteendurchmesser, die Wurzelqualität, die Pflanzenfrischmasse und die Triebanzahl. Hier wurden keine Unterschiede zwischen den verschiedenen Tischbelägen festgestellt.

Durch den Einsatz weißer Antialgenfolie lassen sich etwas kompaktere Pflanzen erzielen, bei denen vor allem der Pflanzendurchmesser reduziert ist. Der erreichte Effekt ist allein für eine sichere Wachstumsregulierung nicht ausreichend, stellt aber einen weiteren Baustein zur nichtchemischen Qualitätsbeeinflussung dar.

Der Einsatz von weißer Antialgenfolie zur Erzielung eines kompakten Pflanzenaufbaus wurde auch bei Neuguinea-Impatiens und Verbenen getestet. Bei *Verbena x tenera* der Sorte 'Temari Patio Rose' konnte eine Reduzierung von Pflanzenbreite und Pflanzenhöhe auf der weißen Antialgenfolie erreicht werden (Abbildung 8). Die Pflanzen hatten auf der weißen Folie einen kompakteren Pflanzenaufbau und wurden auch in der Bonitur des Gesamteindrucks besser bewertet.



**Abbildung 8: Pflanzendurchmesser in Abhängigkeit vom Tischbelag bei *Verbena x tenera* 'Temari Patio Rose'**

Bei Neuguinea-Impatiens der Sorte 'Pago Pago' wurde auf beiden Antialgenfolien eine sehr gute Pflanzenqualität erreicht. Im Gegensatz zu den Ergebnissen bei Weihnachtssternen und Verbenen war der Pflanzendurchmesser auf weißer Antialgenfolie größer als auf schwarzer Folie. Ursache dafür ist das stark lichtorientierte Wachstum bei Impatiens, die entsprechend dem höheren Lichtangebot von unten bzw. der Seite stärker in diese Richtung wachsen.

Weißer Antialgenfolie wird im Handel ebenso wie die schwarze auf Rollen angeboten und ist auch in der Handhabung entsprechend. Der Preis ist etwa derselbe wie bei schwarzer Folie und liegt bei 0,20 €/m².

Probleme können mit der Veralgung auftreten. Besonders bei einer feuchten Kulturführung bildet sich auch auf neuer Folie recht schnell ein Algenbelag. Dieser vermindert dann auch das Reflexionsvermögen. Der zur Lösung dieses Problems getestete Einsatz verspiegelter Folien scheiterte daran, dass die Aluminiumbedampfung durch die Nährlösung sowie Wurzel- ausscheidungen angegriffen und aufgelöst wurde. Andere verspiegelte Folien scheiden aus Kostengründen aus.

Der Einsatz von weißer Antialgenfolie kann in Abhängigkeit von Pflanzenart und Sorte zu positiven Einflüssen auf das Pflanzenwachstum führen und dadurch ein Beitrag zur Anzucht von Qualitätspflanzen ohne den Einsatz von chemischen Wachstumsregulatoren sein. Die erzielbare Wirkung ist wesentlich von der Bestandesdichte und dem Gesamtlichtangebot abhängig.

### 2.3.3 UV-durchlässige Dachverglasung

Einen weiteren Ansatzpunkt für eine nichtchemische Wachstumsregulierung bieten Auswirkungen der Lichtqualität auf das Pflanzenwachstum. Ein höherer Anteil in den Spektralbereichen Blau und Ultraviolett führt zu kompakteren Pflanzen.

Mit dem Bau der neuen Pillnitzer Versuchsgewächshausanlage ergab sich die Möglichkeit, ein Abteil mit einem stärker UV-B-durchlässigen Spezialglas (Planilux Diamant) einzudecken und so Vergleiche mit herkömmlichem Gartenblankglas vorzunehmen. Sowohl an Beet- und Balkonpflanzen als auch an einem späten Satz Topfchrysanthen erfolgten entsprechende Versuche, deren Ergebnisse zusammengefasst in Tabelle 4 und Tabelle 5 wiedergegeben sind.

**Tabelle 4: Auswirkungen einer stärker UV-B-durchlässigen Dachverglasung auf das Pflanzenwachstum bei Beet- und Balkonpflanzen**

Art / Sorte	Veränderungen gegenüber Normalglas in %			
	Kulturtage	Pflanzenhöhe	Pflanzenbreite	Frischmasse
Begonia tuberhybrida 'Pin Up Flame'		-0,3	1,5	25,5
Lobelia erinus Exp. S&G 20028	-5,2	<b>-15,3</b>	-6,9	21,6
Lobelia erinus 'Trailing Dark Blue'	-15,6	3,3	-16,7	3,9
Osteospermum ecklonis 'Exp. S&G 20029'	-10,2	-11,4	12,6	49,9
Osteospermum ecklonis 'Exp. S&G 20030'	-6,2	-10,3	-2,0	12,0
Pelargonium hortorum 'Bergpalais' KW10	-0,7	-0,4	3,3	10,3
Pelargonium hortorum 'Bergpalais' KW4	-2,0	-7,2	-3,1	<b>17,4</b>
Petunia x atkinsiana 'Conchita Double Pink'	-3,6	-7,7	-3,3	17,4
Petunia x atkinsiana 'Conchita Double White'	-1,2	4,6	7,9	<b>26,1</b>
Sanvitalia procumbens 'Cuzco Santis 99-3'	-16,8	8,1	-2,9	63,1
Verbena tenera 'Babylon Light Blue'	-4,0	-9,2	7,8	<b>50,0</b>
Verbena tenera 'Babylon Purple'	<b>-9,3</b>	-4,3	-7,4	<b>48,2</b>
Mittelwert	-6,0	-5,1	-1,1	<b>23,2</b>

**fett** = sign. Unterschiede im t-Test mit  $\alpha = 0,05$

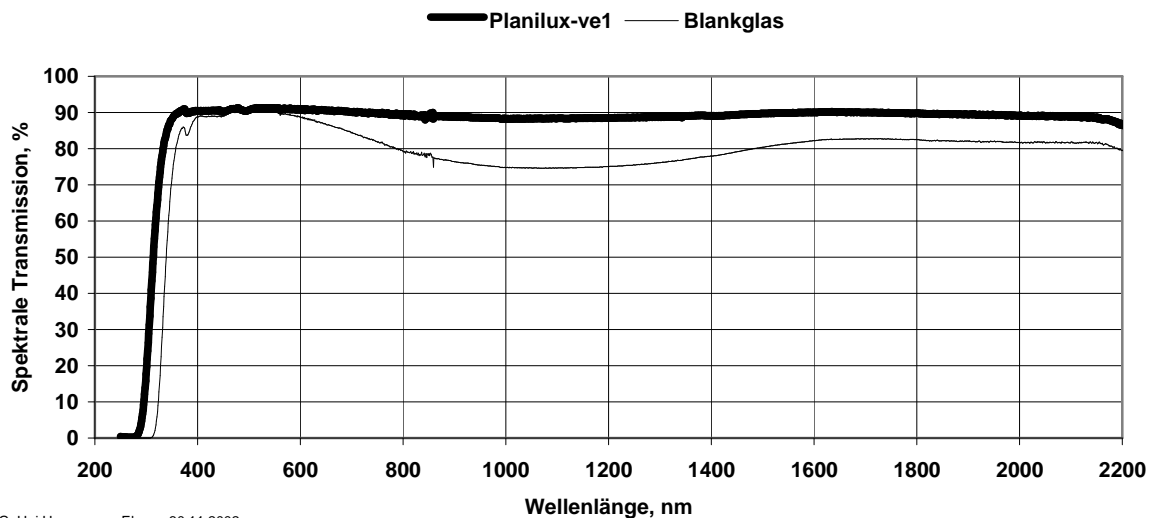
**Tabelle 5: Auswirkungen einer stärker UV-B-durchlässigen Dachverglasung auf das Pflanzenwachstum bei Topfchrysanthemem**

Sorte	Veränderungen gegenüber Normalglas in %					
	Kulturtag	Pflanzenhöhe	Pflanzenbreite	Frischmasse	Triebanzahl	Blütendurchmesser
Salmon Springfield	<b>-1,3</b>	-1,5	-1,0	<b>15,5</b>	0,7	<b>3,7</b>
Baton Rouge	<b>-1,0</b>	0,1	2,1	<b>23,0</b>	4,0	<b>4,2</b>
Yellow Eleonora	-0,3	<b>6,7</b>	<b>6,4</b>	<b>24,3</b>	-0,2	1,7
Monte Rosa	<b>-1,4</b>	3,1	0,9	<b>15,7</b>	4,2	<b>4,7</b>
Gilroy	<b>-0,6</b>	<b>-3,6</b>	<b>-2,6</b>	<b>9,1</b>	<b>10,5</b>	2,2
Yahou Peach	<b>-1,8</b>	<b>-4,9</b>	-0,5	<b>17,6</b>	6,0	<b>6,3</b>
Malabar	<b>-2,0</b>	<b>6,3</b>	<b>3,4</b>	<b>25,0</b>	2,5	<b>7,4</b>
Palü Bronze	0,1	<b>2,8</b>	1,9	<b>13,1</b>	<b>16,1</b>	<b>6,2</b>
D. T. Yellow Day	<b>-0,8</b>	<b>5,1</b>	<b>2,3</b>	<b>24,9</b>	3,2	<b>3,8</b>
Mittelwert	<b>-1,0</b>	1,6	1,4	<b>18,7</b>	<b>5,2</b>	4,5

**fett** = signifikante Unterschiede im t-Test mit  $\alpha = 0,05$

Hinsichtlich der Pflanzengröße zum Kulturende war sowohl bei den Beet- und Balkonpflanzen als auch bei den Topfchrysanthemem kein wesentlicher Einfluss der stärker UV-B-durchlässigen Dachverglasung festzustellen. Die in einige Fällen biostatistisch zu sichernden Unterschiede von wenigen Prozentpunkten sind für eine praktische Nutzung nicht relevant. Auch die Kulturdauer war unbeeinflusst. Im Gegensatz dazu war bei der oberirdischen Frischmasse unter dem Planilux-Glas eine deutliche Zunahme in der Größenordnung von 20 % festzustellen. Als Ursache dafür konnte das generell höhere Lichtangebot unter Planilux Diamant ermittelt werden. Bereits bei eigenen Messungen mit verschiedenen Sensoren waren in anderen Spektralbereichen als UV-B deutlich höhere Durchlässigkeiten festgestellt worden. Endgültige Aufklärung lieferte eine freundlicherweise vom Institut für Gartenbautechnik der TU Hannover durchgeführte Transmissionsmessung über den gesamten relevanten Spektralbereich.

### Spektrale Transmission Planilux-Diamant (LfL Pillnitz) - Perkin Elmer "lambda 900 UV"



ITG, Uni Hannover, v.Elsner, 30.11.2002

**Abbildung 9: Spektrale Transmission bei Planilux Diamant im Vergleich zu Gartenblankglas**

Vor diesem Hintergrund ist auch eine Neubewertung der wachstumsregulierenden Wirkung des Planilux Diamant nötig: Da die größere Frischmasse bei gleich bleibender Pflanzengröße und Kulturdauer erzielt wurde, liegt also durchaus eine erwünschte Hemmwirkung und Qualitätssteigerung vor. Ob diese Effekte jedoch den drei- bis vierfach höheren Glaspreis des Planilux Diamant rechtfertigen, sei dahingestellt.

#### 2.4 Einsparung von Heizenergie

Umweltgründe und betriebswirtschaftliche Zwänge rücken Maßnahmen zur Energieeinsparung auch im Zierpflanzenbau immer wieder in den Brennpunkt des Interesses. Neben konstruktiven Maßnahmen sowie der Suche nach weniger wärmebedürftigen Arten und Sorten ist in den letzten Jahren die Entwicklung von intelligenten Regelstrategien zur Heizungssteuerung deutlich verstärkt worden. Chancen zur Energieeinsparung ergeben sich hier aus

- der Fähigkeit der Pflanzen zur Wärmeintegration,
- der Eigenschaft der Gewächshäuser, „Strahlungsfallen“ zu sein,
- tages- und jahreszeitlich bedingten Schwankungen der Außentemperatur,
- der daraus resultierenden Tatsache, dass die Energiesituation in den Gewächshäusern häufig zwischen Energiedefizit (Heizungsfall), ausgeglichener Energiebilanz und Energieüberschuss (Lüftungsfall) schwankt.



Für eine praktische Anwendung dieser theoretischen Ansätze fehlen jedoch weitgehend entsprechende Regelprogramme für die Gewächshaussteuerung und vor allem deren Einstellparameter. Neben der Energieeinsparung sind die Risiken und Nebenwirkungen solcher Programme hinsichtlich des Pflanzenwachstums zu beachten. Drastische Kulturzeitverlängerungen oder Qualitätseinbußen können für Energieeinsparungen jedoch nicht in Kauf genommen werden. Im Rahmen dieses Projektes wurden deshalb erste Versuche durchgeführt, die der Optimierung von Steuerungsprogrammen zur Energieeinsparung unter Berücksichtigung der Pflanzenqualität und der Kulturdauer dienen. In der neuen Versuchsgärtnerei erfolgten 2002 und 2003 Untersuchungen bei der Kultur von Weihnachtssternen und Beet- und Balkonpflanzen.

Dabei wurden die folgenden Heizungssteuerungsprogramme verglichen:

- Standard Diff

Als Vergleichsvariante wurde das Steuerungsprogramm „Standard Diff“ gewählt. Die Auswahl dieses Steuerungsprogramms als Vergleichsvariante erfolgte auch auf Grund der mit diesem Programm in der Regel erreichten hohen Pflanzenqualität.

- Lichtkorrektur

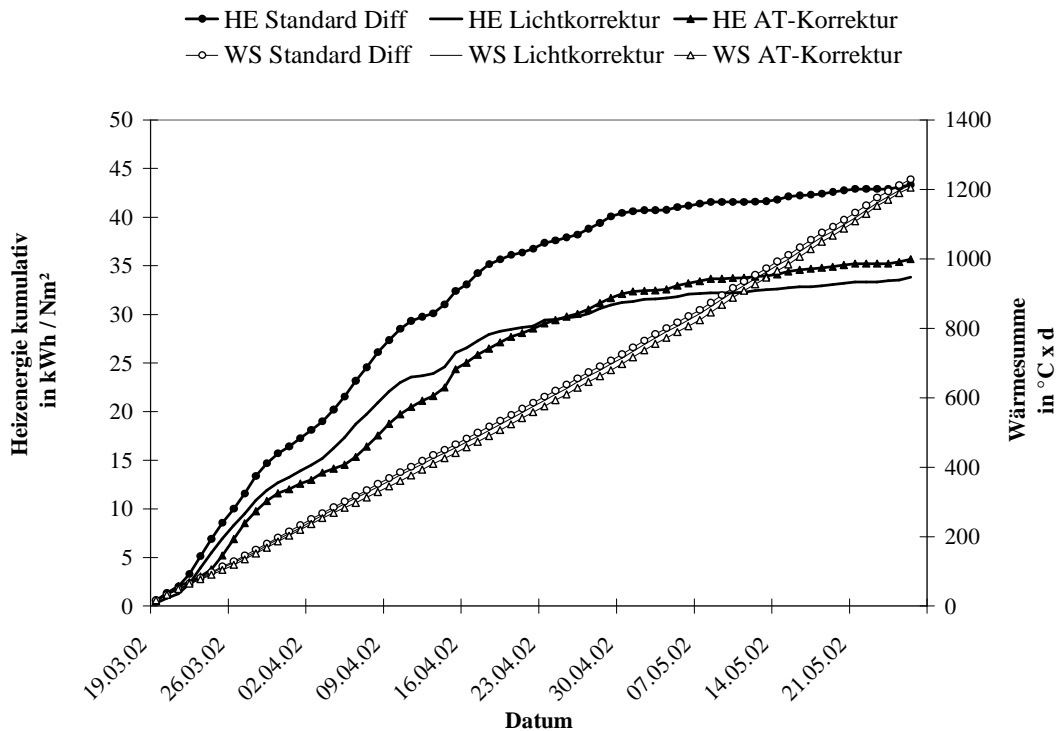
Im Programm „Lichtkorrektur“ wird der aktuelle Heizungssollwert an die Außenstrahlung gebunden. Je nach Lichtangebot erfolgt eine Korrektur eines Sockelheizungssollwertes nach oben. Höhere Temperaturen finden somit nur in energetisch günstigeren Situationen statt. Bei der Festlegung der Einstellwerte wurde versucht, über die gesamte Kulturdauer hinweg für die Pflanzen möglichst das gleiche Wärmeangebot (Wärmesumme in °C x Tag) wie bei der Vergleichsvariante zu erreichen. Das Programm ist Standardsoftware der Firma RAM, Herrsching.

- Außentemperaturkorrektur

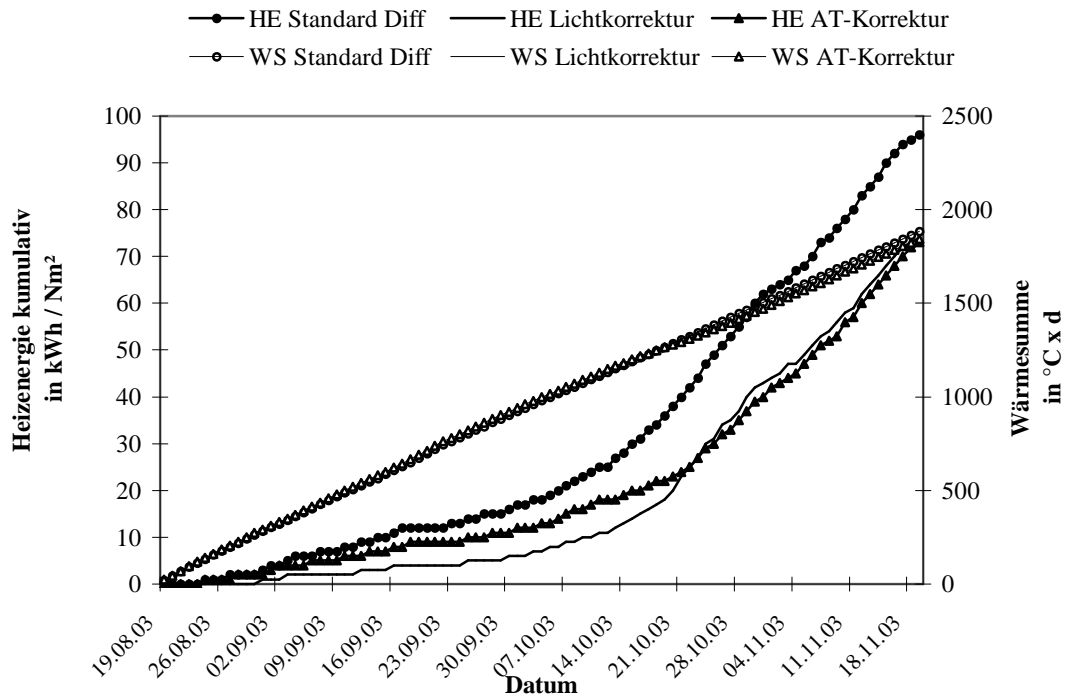
Beim Programm „Außentemperaturkorrektur“ (= AT-Korrektur) erfolgt eine Anpassung des Heizungssollwertes an die Außentemperatur. In vorwählbaren Bereichen der Außentemperatur wird der Heizungssollwert linear nach oben (Sollwertanhebung) oder nach unten (Sollwertabsenkung) korrigiert. Damit diese Korrekturen auf Dauer nicht zu einer zu starken Abweichung in der Entwicklung der Temperatursumme und damit der Pflanzen führen, überwacht dieses Programm die Differenz zwischen der realen Temperatursumme und der auf einer angenommenen Tagesmitteltemperatur beruhenden theoretischen Temperatursumme. Wird die Differenz zur theoretischen Temperatursumme zu groß, erfolgt wiederum eine Abschwächung der Sollwertanhebungen bzw. -absenkungen. Das Programm ist Erprobungssoftware, die auf Vorschlag seitens der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft von der Firma RAM, Herrsching entwickelt wurde.

Abbildung 10 und Abbildung 11 geben als Beispiele die Verläufe der eingesetzten Heizenergie sowie der erzielten Wärmesummen im Jahr 2002 wieder. Es wurde eine weitgehend gleiche

Entwicklung der Wärmesummen der verschiedenen Steuerungsprogramme angestrebt und erreicht. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für einen sinnvollen Vergleich der eingesetzten Heizenergie sowie für die Beurteilung der Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum. In der Frühjahrssaison wurde gegenüber der Variante „Standard Diff“ durch das Steuerungsprogramm „Lichtkorrektur“ eine Einsparung von etwa 21 % und mit dem Programm „Außentemperaturkorrektur“ eine Einsparung von 18 % der Heizenergie erreicht. In der Herbst-/Wintersaison mit dem abnehmenden Lichtangebot schnitt die „Lichtkorrektur“ deutlich schlechter ab, benötigte für die gleiche Wärmesumme wie das Standardprogramm sogar einen geringfügig höheren Einsatz an Heizenergie. Mit dem Programm „Außentemperaturkorrektur“ konnte auch in der Herbst-/Wintersaison eine Einsparung von 20 % der Heizenergie erreicht werden. Diese Ergebnisse konnten in 2003 reproduziert werden, wobei weitere Programmvarianten einbezogen wurden.



**Abbildung 10: Eingesetzte Heizenergie (HE) und erzielte Wärmesumme (WS) durch verschiedene Energiesparprogramme bei der Kultur von Beet- und Balkonpflanzen 2002**



**Abbildung 11: Eingesetzte Heizenergie (HE) und erzielte Wärmesumme (WS) durch verschiedene Energiesparprogramme bei der Kultur von Weihnachtsster-  
nen 2003**

In der Frühjahrssaison konnten bei den vier einbezogenen Beet- und Balkonpflanzenarten (*Petunia x atkinsina*, *Pelargonium peltatum*, *Verbena x tenera*, *Bidens ferulifolia*) keine signifikanten Unterschiede im Pflanzenwachstum festgestellt werden. Untersucht wurden neben der Kulturdauer die Triebanzahl, die Pflanzhöhe und der Pflanzendurchmesser anhand von zwei Sätzen mit Kulturbeginn in Kalenderwoche 4 und 10.

Im Gegensatz dazu war in der Saison 2002 bei den Weihnachtsster-  
nen durch das Programm „Lichtkorrektur“ eine negative Beeinflussung des Pflanzenaufbaus zu beobachten (siehe Tabelle 6). In den Winter hinein stellen sich bei diesem Programm häufiger als bei den anderen höhere Tag- und niedrigere Nachttemperaturen ein. Diese Verhältnisse fördern das unerwünschte Streckungswachstum. Die Pflanzen aus dem Programm „AT-Korrektur“ entsprachen der Qualität aus „Standard Diff“. Die Kulturdauer war bei allen drei Varianten annähernd gleich.

**Tabelle 6: Pflanzenaufbau von Weihnachtssternen bei verschiedenen Energiesparprogrammen 2002 (Mittelwerte aus 5 Sorten und 3 Varianten der N-Ernährung)**

Merkmal	Standard Diff	Steuerungsprogramm	
		Lichtkorrektur	AT-Korrektur
Pflanzenhöhe in cm	31,4 <sup>a</sup>	36,7 <sup>b</sup>	31,9 <sup>a</sup>
Pflanzendurchmesser in cm	57,9 <sup>a</sup>	62,4 <sup>b</sup>	57,7 <sup>a</sup>
Brakteenanzahl	4,3 <sup>a</sup>	4,0 <sup>b</sup>	4,3 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Signifikanzgruppen TUCKEY-B-Test,  $\alpha = 5\%$

Im Jahr 2003 waren die Ergebnisse bei den Weihnachtssternen noch differenzierter. In einigen Programmvarianten konnten zwar kompaktere Pflanzen als im Standard erzielt werden, jedoch traten auch teilweise kleinere Brakteen sowie eine leichte Entwicklungsverzögerung auf. Diese drückt sich in geringfügig niedrigeren Boniturnoten für den Cyathienzustand aus.

**Tabelle 7: Pflanzenaufbau von Weihnachtssternen bei verschiedenen Energiesparprogrammen 2003 (Mittelwerte aus 40 Sorten)**

Merkmal	Standard Diff	AT-Korrektur 1	Heizungsprogramm			Lichtkorrektur	Abschnitt
			AT-Korrektur 2	AT-Korrektur 3			
Pflanzenhöhe in cm	34,9 <sup>b</sup>	33,0 <sup>b</sup>	29,8 <sup>a</sup>	29,6 <sup>a</sup>		32,9 <sup>b</sup>	34,0 <sup>b</sup>
Pflanzenbreite in cm	50,0 <sup>c</sup>	47,2 <sup>b</sup>	44,2 <sup>a</sup>	43,7 <sup>a</sup>		46,1 <sup>b</sup>	50,4 <sup>c</sup>
Brakteendurchmesser in cm	25,2 <sup>c</sup>	23,9 <sup>b</sup>	23,8 <sup>b</sup>	22,2 <sup>a</sup>		24,0 <sup>b</sup>	25,2 <sup>c</sup>
Brakteenanzahl	3,9 <sup>b</sup>	3,8 <sup>b</sup>	3,5 <sup>a</sup>	3,8 <sup>b</sup>		3,9 <sup>b</sup>	4,0 <sup>b</sup>
Cyathienzustand*	3,9 <sup>c</sup>	2,3 <sup>a</sup>	2,2 <sup>a</sup>	2,0 <sup>a</sup>		2,9 <sup>b</sup>	3,0 <sup>b</sup>

<sup>a,b,c</sup> Signifikanzgruppen TUCKEY-B-Test,  $\alpha = 5\%$

\*Bonitur von 1 = Knospenstadium bis 9 = überreif abgefallen

Hinsichtlich der Energieeinsparung durch spezielle Heizungsprogramme sowie deren Einstellungsparameter besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.

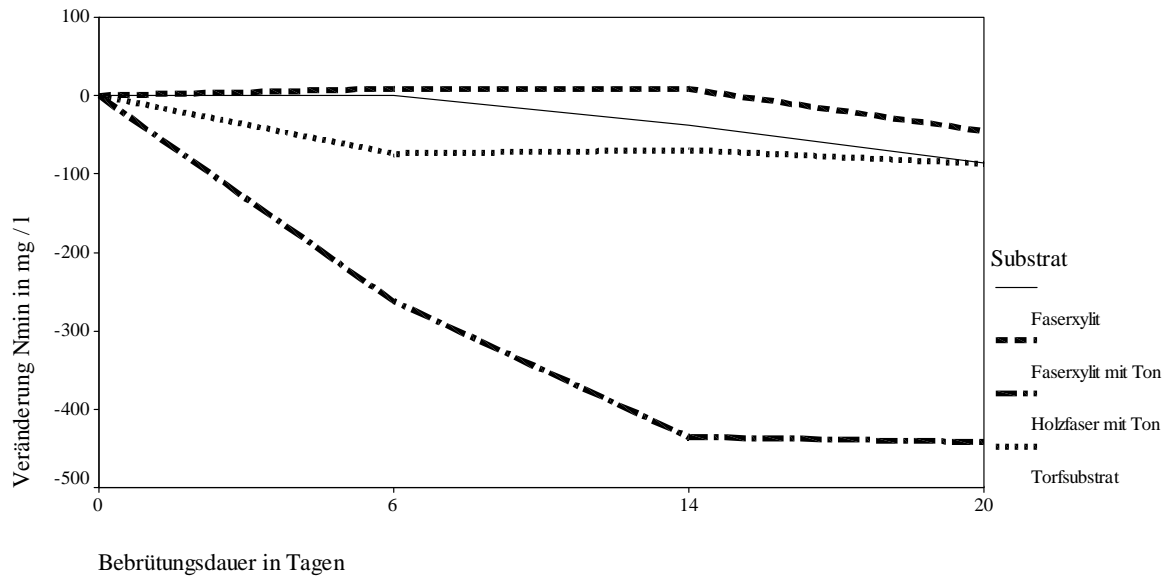
## 2.5 Torfersatzstoffe

Die Suche nach neuen Torfzuschlag- und Torfersatzstoffen ist ein seit Jahren andauernder Prozess. Neue Zuschlagstoffe werden gesucht, um gute Torfeigenschaften noch besser auszunutzen oder strukturschwache Torfe zu verbessern. Insbesondere die preisgünstigen Frästorfe weisen für die Anforderungen in modernen Bewässerungssystemen häufig eine zu feine Struktur auf und bedürfen einer Verbesserung. Die Suche nach Torfersatzstoffen wird durch die anhaltende Umweltdiskussion ebenso vorangetrieben wie durch das Wissen um die Endlichkeit der Torflagerstätten.

Das unter 2.3.1 vorgestellte, im Rahmen dieses Projektes für die Kultur von Weihnachtssternen zur Praxisreife entwickelte Verfahren der Wachstumsregulierung über einen zeitweisen Stickstoffentzug ist gleichzeitig ein Beitrag für den sinnvollen Einsatz des Torfersatzstoffes Holzfaser. Die bei diesem Verfahren einzusetzenden Substrate müssen für eine sichere Funktion der zweiseitigen N-Steuerung 30 bis 60 % unbehandelte Holzfaser enthalten.

Ein neu ins Gespräch gekommener Substratausgangsstoff ist Xylit (griech. Xylon = Holz). Es handelt sich dabei um ein Abprodukt der Braunkohleindustrie, wo es bei der Aufbereitung der Rohbraunkohle anfällt. Bisher wird das anfallende Xylit überwiegend aufwändig zerkleinert, um dann nur energetisch genutzt zu werden. Xylit bietet mit seinen besonderen Eigenschaften jedoch interessante Möglichkeiten zur stofflichen Nutzung. Einige davon sind im Gartenbau zu sehen, wo Xylit als Mulchstoff, als Substratausgangsstoff und zur Bodenverbesserung angewendet werden kann.

Hinsichtlich der chemischen Eigenschaften weist Xylit eine sehr große Ähnlichkeit zu Weißtorf auf. Der sehr geringe Salzgehalt, der niedrige pH-Wert und eine hohe Sorptionsfähigkeit bieten wie beim Torf guten Spielraum, über die Grunddüngung und Aufkalkung entsprechende Optimalwerte für die Pflanzen sicher einzustellen. Obwohl die Holzstrukturen beim Xylit noch deutlich erkennbar sind und auch ein entsprechend sehr weites C : N-Verhältnis vorliegt, wurde bei Brutversuchen nur ein sehr geringer bzw. kein N-Entzug festgestellt (siehe Abbildung 12). Durch den sehr langen Inkohlungsprozess liegen offenbar trotz der erhaltenen Holzstruktur keine mikrobeverfügbaren C-Quellen vor.



**Abbildung 12: Verlauf des N-Entzuges in verschiedenen Substraten (nach Aufdüngung auf 1000 mg N / l, bei 20 °C)**

Ähnlich wie Torf weist Xylit, einmal ausgetrocknet, eine sehr geringe Wiederbenetzbarkeit auf und ist lang anhaltend wasserabweisend. Bleibt der Rohfeuchtegehalt von etwa 40 %, den Xylit bei der Förderung bzw. Trennung aufweist, erhalten, so stellt die Wasseraufnahme kein Problem dar.

Auf Grund eines geringeren Anteiles an Feinporen liegt die Wasserhaltefähigkeit beim Xylit deutlich unter der des Torfes. Dieser „Nachteil“ macht Xylit aber zu einem hervorragenden Mischungspartner gerade für strukturschwache Frästorfe, die sonst durch eine zu geringe Luftführung häufig Schwierigkeiten im Wurzelbereich bereiten. Ein weiterer Vorteil ist auch die dunkle bzw. schwarze Färbung des Xylites. Die Akzeptanz als Substrat beim Verbraucher ist deshalb von vornherein gut. Bei der Aufbereitung, Herstellung und Verwendung von xylithaltigen Substraten entsteht zwangsläufig Abrieb, ein schwarzer Kohlestaub. Bei Bewässerung von oben wird dieser in einem gewissen Umfang auch aus den Töpfen ausgewaschen. Bei der Kultur im geschlossenen System auf Anstautischen kommt es zu einer Trübung der Nährlösung, die Verschmutzung der Filter entspricht jedoch der bei der Verwendung von Torfsubstraten. Verschiedene Substratmischungen sowohl mit Torf und Xylit der Siebfraktion 0 – 4 cm als auch speziell aufbereitete, ausschließlich auf Xylit beruhende Substrate wurden in Dresden-Pillnitz auch auf ihre Topfmaschinengängigkeit geprüft und bereiteten dabei keinerlei Probleme.

Für torffreie, ausschließlich auf Xylit basierende Substrate ist eine Verbesserung der Struktur, insbesondere der Wasserhaltefähigkeit erforderlich. Am Lehrstuhl Agglomerationstechnik und Luftreinigung der TU Bergakademie Freiberg wurden versuchsweise aus Xylit verschiedenste Strukturen bis hin zu Pellets erzeugt. Als aussichtsreich erwies sich dabei die Aufbereitung mit

einem so genannten „Doppelschneckenextruder“. Durch gegenläufige Schnecken werden bei hohem Druck die Holz- bzw. Xylitfasern getrennt und teilweise zu einer kugeligen Struktur aufgerollt. Auch kann die Einarbeitung von Kalk, Ton und Grunddünger in diesem Arbeitsgang mit erledigt werden.

Pflanzen in derart hergestellten Substraten wiesen ein sehr gutes Wurzel- und Sprosswachstum auf. Durch die gegenüber Standard-Torfsubstraten jedoch weiterhin bestehende geringere Wasserhaltefähigkeit ist die Wasserversorgung dieser Pflanzen etwas knapper, so dass diese vergleichsweise kompakt bleiben - eine bei der Kultur von Balkonpflanzen eher positiv zu bewertende Tatsache.

Sicher lässt sich nahezu jede gewünschte Struktur aus Xylit herstellen, die Aufwendungen und Kosten der Aufbereitung dürfen jedoch nur so hoch sein, dass eine Wettbewerbsfähigkeit mit dem Torf gegeben ist. Diese Wettbewerbsfähigkeit besteht am ehesten, wenn einfache Siebfraktionen des Faserxylits als Mischungspartner zum Torf eingesetzt werden.

In einem Großversuch unter Beteiligung der Vattenfall Europe Mining AG, Abteilung Brennstofftechnik Schwarze Pumpe und dem Erdenwerk Luckau der Stender AG wurden im Jahre 2003 jeweils 20 m<sup>3</sup> von zwei speziellen Xylit-Mischungen hergestellt, deren Zusammensetzung und Eigenschaften in Tabelle 8 wiedergegeben sind.

**Tabelle 8: Zusammensetzung von Xylitmischungen und deren Eigenschaften**

Xylit Mix 1 für Topfkulturen		Xylit Mix 2 Nullsubstrat für Balkonkästen	
Faserxylit	ca. 50 %	Faserxylit	ca. 50 %
Weißtorf	ca. 45 %	Weißtorf	ca. 35 %
Ton	ca. 5 %	Ton	ca. 15 %
Spurenelemente	100 g/m <sup>3</sup>	Spurenelemente	100 g/m <sup>3</sup>
N-P-K 14-16-18	1 kg/m <sup>3</sup>	pH	5,5 – 6,0
pH	5,5 – 6,0		
Rohdichte	0,42 kg/l	Rohdichte	0,48 kg/l
Nmin	130 mg/l	Nmin	4 mg/l
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	108 mg/l	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12 mg/l
K <sub>2</sub> O	202 mg/l	K <sub>2</sub> O	68 mg/l
pH	6,1	pH	6,0
Salzgehalt	1,0 g/l	Salzgehalt	0,4 g/l

Die Mischung Xylit Mix 1 wurde im Fachbereich Gartenbau Dresden-Pillnitz der LfL erfolgreich bei größeren Versuchen zur Kultur von Weihnachtssternen, Cyclamen, Saintpaulien, Sinningien, *Streptocarpus* sowie *Euphorbia lomii* eingesetzt.

Xylit Mix 2, ein Nullsubstrat, fand in Kombination mit entsprechender Depotdüngung umfangreich Verwendung bei der Sichtung von Balkonpflanzen am Pillnitzer Probefeld. In 482 Balkonkästen mit diesem Substrat wurden Sortimente von 43 verschiedenen Balkonpflanzenarten getestet, von *Acalypha*, *Ageratum*, *Bidens* und *Diascia* über *Impatiens*, *Nemesia*, Pelargonien und Petunien bis hin zu *Scaevola*, *Sutera*, *Torenia* und Verbenen. Die Kästen am Pillnitzer Probefeld werden über eine zeitgesteuerte Tropfenbewässerung mit Wasser versorgt. Da diese Bewässerung sich an den Kästen mit dem größten Wasserbedarf orientieren muss, kommt es bei der Mehrzahl der Kästen zwangsweise zu einer Überschussbewässerung. Hier werden an die Dränagefähigkeit des Substrates besonders hohe Anforderungen gestellt, die das Xylit Mix 2 sehr gut erfüllte. Auch bei im Wurzelbereich so empfindlichen Pflanzenarten wie *Calibrachoa* kam es zu deutlich geringeren Ausfällen als in den Vorjahren.

Faserxylit ist kein nachwachsender Rohstoff, die Vorräte sind, wie die Braunkohle selbst, endlich. Aus der Braunkohlenförderung steht Xylit jedoch auf absehbare Zeit mit gleich bleibender Qualität auch in größeren Mengen zur Verfügung. Es kann dazu dienen, die Torfvorräte zu strecken und als Mischungspartner auch minderwertige Torfe substratfähig zu machen. Eine Einbeziehung in die RAL-Gütesicherung für Substratausgangsstoffe ist anzustreben und dürfte inhaltlich keine Schwierigkeiten bereiten.

### **3 Ergebnistransfer**

Mit einer Reihe von Veröffentlichungen, Fachseminaren und Vorträgen sowie einer Vielzahl an Führungen und Fachdiskussionen an den laufenden Versuchen wurden die Zielstellungen und Ergebnisse aus der Projektarbeit an die Praxisvertreter herangetragen und bereits teilweise in Betriebe übernommen.

#### **3.1 Veröffentlichungen**

zu 2.1 Kultur in geschlossenen Bewässerungssystemen:

WARTENBERG, ST.: Tipps zum Bewässerungssystem „Geschlossene Matte“. Aktuelles für die Praxis, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Oktober 1999

DALLMANN, M.: Kontrolle der Bodenfeuchtigkeit bei Topfpflanzen mit einem kapazitiven Sensor. in Versuche im deutschen Gartenbau – Zierpflanzenbau 2000: Nr. 2

WARTENBERG, ST.: Vergleichsanbau bei *Calluna vulgaris* auf einer Fließmattenanlage im Freiland. in Versuche im deutschen Gartenbau – Zierpflanzenbau 2000: Nr. 40

WARTENBERG, ST.: Vergleichsanbau bei *Calluna vulgaris* (2. Versuchsjahr). in Versuche im deutschen Gartenbau – Zierpflanzenbau 2001: Nr. 38

WARTENBERG, ST. *Calluna*-Sorten im Vergleich – Zweijähriger Sichtungsanbau in Dresden-Pillnitz. Gärtnerbörse 2001:14, S. 22-24



WARTENBERG, ST. Calluna varieties in comparison. GB Horticultural Industry 2001:2, S. 26-28

zu 2.2.1 Bedarfsermittlung

WARTENBERG, ST.: Neue Strategien bei der Düngung im Zierpflanzenbau, Teil III: Langzeitdünger. Infodienst der LfL 1999:3, S. 99-102

WARTENBERG, ST.: Schnitt-Celosien im Sommerloch: Optimierte Düngung bei der Palettenkultur. Gärtnerbörse 2000:6, S. 28-29

WARTENBERG, ST.: Neue Strategien bei der Düngung im Zierpflanzenbau, Teil IV: Blattdüngung. Infodienst der LfL 2000:1, S. 115-120

WARTENBERG, ST.: Nährstoffbilanzierung bei *Carthamus tinctorius*, *Gomphrena haageana*, und *Clarkia amoena* in Palettenkultur. in Versuche im deutschen Gartenbau – Zierpflanzenbau 2001: Nr. 2

WARTENBERG, ST.: Stickstoff, Ertrag und Qualität bei Celosien in Palettenkultur. BDGL-Schriftenreihe (19) 2001, S. 23

WARTENBERG, ST.: Düngung von Schnittblumen in Palettenkultur. Infodienst der LfL 2001:4, S. 127-130

WARTENBERG, ST.: Düngung von Schnittblumen in Palettenkultur. Gärtnerbörse 2001:5, S. 18-20

zu 2.2.2 Schnelltestmethoden

DALLMANN, M.: Möglichkeiten und Grenzen der Schnelltestmethoden. Gärtnerpost 1999:12, S. 18-19

DALLMANN, M.: Aktivitätsmessung als Methode zur kulturbegleitenden Ermittlung der Düngebedürftigkeit bei Balkonpflanzen. in Versuche im deutschen Gartenbau – Zierpflanzenbau 2000: Nr. 10

DALLMANN, M.: Schnelltestmethoden zur Kontrolle von Substrat und Düngung im Zierpflanzenbau. Infodienst der LfL 2000:2, S. 1126-129

DALLMANN, M.: Testung des W.E.T.-Messgerätes in verschiedenen Topfpflanzenkulturen. in Versuche im deutschen Gartenbau – Zierpflanzenbau 2003: Nr. 002

zu 2.3.1 Zeitweiser Stickstoffentzug

WARTENBERG, ST.: Einsatz von weißer Antialgenfolie in der Topfpflanzenproduktion. Aktuelles für die Praxis, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, März 2000

WARTENBERG, ST.: Wachstumskontrolle bei Poinsettien durch zeitlich differenzierte Stickstoff-Düngung. Gärtnerpost 1999:5, S. 12

WARTENBERG, ST.: Poinsettien auf Entzug – Wachstumsregulierung durch zeitlich differenzierte N-Ernährung. Gärtnerbörse 1999:12, S. 15-16

WARTENBERG, ST.: Wachstumsregulierung bei *Euphorbia pulcherrima* durch zeitlich differenzierte Düngung. BDGL-Schriftenreihe (17) 1999, S. 27

WARTENBERG, ST.: Wachstumsregulierung über zeitweisen N-Entzug bei Poinsettien. Aktuelles für die Praxis, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Juli 2000

WARTENBERG, ST.: Wachstumsregulierung über die N-Versorgung bei Neuguinea-Impatiens-Hybriden. in Versuche im deutschen Gartenbau – Zierpflanzenbau 1999: Nr. 105

WARTENBERG, ST.: Wachstumsregulierung über zeitweisen N-Entzug bei Poinsettien. in Versuche im deutschen Gartenbau – Zierpflanzenbau 2000: Nr. 79

WARTENBERG, ST. Wachstumsregulierung im Zierpflanzenbau durch zeitweisen N-Entzug. Infodienst der LfL 2000:11, S. 111-116

WARTENBERG, ST.: Wachstumsregulierung bei Poinsettien über die N-Ernährung unter verschiedenen Temperaturbedingungen. in Versuche im deutschen Gartenbau – Zierpflanzenbau 2002: Nr. 68

WARTENBERG, ST.; RIETZE, E.; GRAEFLING, N.: Wachstumsregulierung bei Balkonpflanzen durch zeitweisen N-Entzug möglich. in Versuche im deutschen Gartenbau – Zierpflanzenbau 2002: Nr. 12

WARTENBERG, ST.: Wachstumsregulierung über zeitweisen Stickstoff-Entzug. Gärtnerbörse – Das Magazin für den Zierpflanzenbau 2003:11, S. 20-22

zu 2.3.2 Licht reflektierender Tischbelag

WARTENBERG, ST.; DALLMANN, M.: Untersuchungen zum Einfluss reflektierenden Tischbelages (weiße Antialgenfolie) auf die Qualität bei Euphorbia pulcherrima. in Versuche im deutschen Gartenbau – Zierpflanzenbau 1999: Nr. 68

WARTENBERG, ST.; DALLMANN, M.: Untersuchungen zum Einfluss reflektierenden Tischbelages (weiße Antialgenfolie) auf die Qualität bei Verbena-Hybriden. in Versuche im deutschen Gartenbau – Zierpflanzenbau 1999: Nr. 152

WARTENBERG, ST.; DALLMANN, M.: Untersuchungen zum Einfluss reflektierenden Tischbelages (weiße Antialgenfolie) auf die Qualität bei Impatiens-Neuguinea-Hybriden. in Versuche im deutschen Gartenbau – Zierpflanzenbau 1999: Nr. 104

DALLMANN, M.; WARTENBERG, ST.: Qualitätsplus durch weißen Tischbelag?. Deutscher Gartenbau 1999:20, S. 18-19

WARTENBERG, ST.; DALLMANN, M.: Untersuchungen zum Einfluss reflektierender Tischbeläge auf die Qualität bei Euphorbia pulcherrima. in Versuche im deutschen Gartenbau – Zierpflanzenbau 2000: Nr. 80

WARTENBERG, ST.; DALLMANN, M.: Einsatz von weißer Antialgenfolie in der Topfpflanzenproduktion. Infodienst der LfL 2000:4, S. 173-175

zu 2.3.3 UV-durchlässige Dachverglasung

WARTENBERG, ST.: Stärker UV-B-durchlässige Dachverglasung hat nur geringen Einfluss auf die Kulturdauer und Pflanzenqualität bei Beet- und Balkonpflanzen. in Versuche im deutschen Gartenbau – Zierpflanzenbau 2002: Nr. 10

zu 2.4 Einsparung von Heizenergie

WARTENBERG, ST.; SCHULZE, P: Energiepreiskrise – Was tun? Energiesparmaßnahmen im Unter-Glas-Betrieb. Aktuelles für die Praxis, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Oktober 2000

WARTENBERG, ST.; DALLMANN, M.: Energieeinsparung durch spezielle Steuerungsprogramme ist bei der Kultur von Beet- und Balkonpflanzen möglich. in Versuche im deutschen Gartenbau – Zierpflanzenbau 2002: Nr. 9

WARTENBERG, ST.: Auswirkungen von Energiesparprogrammen in der Gewächshaussteuerung auf das Pflanzenwachstum im Zierpflanzenbau. BDGL-Schriftenreihe (21) 2003: S. 205

WARTENBERG, ST.; DALLMANN, M.: Energieeinsparung durch neue Steuerungsprogramme im Zierpflanzenbau unter Glas. Infodienst der LfL 2003:3, S. 159-165

WARTENBERG, ST.: Neue Steuerungssoftware hilft beim Energiesparen. Gärtnerbörse – Das Magazin für den Zierpflanzenbau 2003:11, S. 20-22

WARTENBERG, ST.: Nur wenige Cyclamensorten für extrem späte Sätze geeignet. in Versuche im deutschen Gartenbau – Zierpflanzenbau 2003: Nr. 033

### **3.2 Vorträge und Fachseminare**

zu 2.1 Kultur in geschlossenen Bewässerungssystemen

19.06.1999, Wurzen: Arbeitskreis Geschlossene Bewässerungssysteme im Gb Grünert

15.09.2000: Pillnitz, Fachseminar „Heide aktuell“: Erica und Calluna auf einer Fließmattenanlage (geschlossenes System) im Freiland

zu 2.2 Bedarfsgerechte Düngung

10.11.1999, Pillnitz: Fachseminar „Substrate und Düngung“

25.05.2000, Straelen: Treffen Arbeitskreis Zierpflanzenqualität: Vortrag „Stickstoff, Ertrag und Qualität bei Celosien in Palettenkultur“

06.06.2000, Mittelherwigsdorf: Gärtnerversammlung Kreisgärtnergruppe Zittau: Vortrag „Düngung und Substrate und der Einsatz von Messgeräten“

01.03.01, Osnabrück: Jahrestagung der DGG: Vortrag „Stickstoff, Ertrag und Qualität bei Celosien in Palettenkultur“

zu 2.3 Nichtchemische Wachstumsregulierung

16.11.2001, Pillnitz: Fachseminar „Pillnitzer Poinsettientag“: Vortrag „Wachstumsregulierung bei Euphorbia pulcherrima durch zeitlich differenzierte N-Ernährung“

23.01.2002, Oschersleben-Neindorf: Zierpflanzenstag Sachsen-Anhalt: Vortrag „Wachstumsregulierung bei Euphorbia pulcherrima durch zeitlich differenzierte N-Ernährung“

28.05.2002, Pillnitz: Pillnitzer Forum: Vortrag „Torfersatzstoffe und N-Düngepause – neue Wege bei der Wachstumsregulierung im Zierpflanzenbau“

20.06.2002, Hannover-Ahlem: Treffen Arbeitskreis Gewächshausklima: Vortrag „UV-B-durchlässige Bedachungsmaterialien“

zu 2.4 Einsparung von Heizenergie

10.10.2000, Mobschatz: Gärtnerversammlung: Vortrag „Kulturtechnologische Einsparmöglichkeiten von Heizenergie im Zierpflanzenbau“

16.11.2001, Pillnitz: Fachseminar „Pillnitzer Poinsettientag“: Vortrag „Wieviel ist notwendig? - Heizenergie und andere Ressourcen“

28.02.2003, Weihenstephan: Jahrestagung der DGG: Vortrag „Auswirkungen von Energieeinsparungsprogrammen in der Gewächshaussteuerung auf das Pflanzenwachstum im Zierpflanzenbau“

20.06.2002, Hannover-Ahlem: Treffen Arbeitskreis Gewächshausklima: Vortrag „Energieeinsparung, erste Erfahrungen mit Langzeitintegrationsstrategien“

19.11.2003, Heidelberg: Vortragstagung Zierpflanzenbau „Poinsettien“: Vortrag „Kostengünstig produzieren durch Temperaturintegration“

25.11.2003, Pillnitz: „Pillnitzer Poinsettienseminar“: Vortrag „Mit der Gewächshaussteuerung Energie sparen?“

zu 2.5 Torfersatzstoffe

07.11.2000: Leipzig: Infotag „Gärtnerische Erden, Komposte, Substrate“

25.11.2003, Pillnitz: „Pillnitzer Poinsettienseminar“: Präsentation zur Kultur in Holzfaser- und Xylithaltigen Substraten

#### 4 Schlussfolgerungen

Aus den vorliegenden Ergebnissen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

Es wurden die geschlossenen Bewässerungssysteme „Anstau“, „Fließrinne“, „Fließmatte“ und „geschlossene Matte“ verglichen. Im Ergebnis ist bei der Rekonstruktion von Altanlagen meist die „geschlossene Matte“ zu empfehlen, bei Neubau das System „Anstau“.

Der Einsatz geschlossener Bewässerungssysteme erlaubt den Übergang zur bedarfsorientierten Düngung anhand von Nährstoffbilanzierungen. Für wesentliche Topfkulturen wurden die Richtwerte zusammengestellt, sowie Bedarfswerte für Schnittkulturen in Palettensystemen neu ermittelt.

Ein Vergleich von Schnelltestmethoden der Düngekontrolle (EC-Messgerät, Aktivitätsmessgerät, W.E.T. Messgerät) mit Laboranalysen wies nur mäßig sichere sowie nährstoffunspezifische Aussagen der Schnelltests aus. Ein Teil der Verfahren ist nach wie vor kompliziert und mit hohem Arbeitsaufwand verbunden. Die Aussagekraft kann jedoch durch regelmäßige Anwendung im konkreten betrieblichen Umfeld erhöht werden und ist besser als keine Düngungskontrolle.

Mit der Entwicklung eines Verfahrens der Wachstumsregulierung über zeitweisen N-Entzug bei Poinsettien sowie der Einführung weißer Tischbeläge wurden zwei praxisreife Bausteine zur Verminderung der chemischen Wachstumsregulierung erarbeitet. Die Auswirkungen einer stärker UV-B-durchlässigen Dachverglasung auf das Pflanzenwachstums wurden geklärt. Die erzielbaren Effekte rechtfertigen kaum die hohen Investitionskosten, was einer breiten Praxiseinführung entgegensteht.

Bei ersten Versuchen zur Energieeinsparung durch neue Programme der Heizungssteuerung konnten bei einigen Kulturen Einsparungen von bis zu 20 % erreicht werden, ohne dass Kulturzeitverlängerungen oder Qualitätseinbußen in Kauf genommen werden mussten. Dem noch erheblichen Forschungsbedarf wurde durch die Eröffnung eines neuen, spezielleren Projektes Rechnung getragen.

Mit Xylit wurde ein neuer Substratrohstoff und Torfersatzstoff breit getestet und kann empfohlen werden. Es handelt sich um ein Abprodukt der regionalen Braunkohlenindustrie.

Mit einer Reihe von Veröffentlichungen, Fachseminaren und Vorträgen sowie einer Vielzahl an Führungen und Fachdiskussionen an den laufenden Versuchen wurden die Zielstellungen und Ergebnisse aus der Projektarbeit an die Praxis herangetragen und bereits teilweise in Betriebe übernommen.

Ein Verbesserung der Umweltfreundlichkeit und Nachhaltigkeit der Zierpflanzenproduktion unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit ist durch die Entwicklung und Einführung entsprechender Verfahrensvarianten möglich. In den sächsischen Gartenbaubetrieben sind in den letzten Jahren

eine Reihe Veränderungen in dieser Richtung vollzogen worden und finden weiter statt. Im Spannungsfeld zur Wirtschaftlichkeit sind Fördermaßnahmen für eine Fortführung und Beschleunigung dieses im öffentlichen Interesse liegenden Prozesses ebenso wichtig wie fachliche Unterstützung. Die im Rahmen des Projektes erarbeiteten Ergebnisse sind Beiträge zu diesem Prozess. Mit dem vorgelegten Projektbericht wird die Forschungsarbeit zum umweltgerechten Zierpflanzenbau als Sammelthema in dieser Breite beendet.

Von den herausgearbeiteten offenen Fragen wird die Energieeinsparung durch spezielle Heizungssteuerungsprogramme in einem Nachfolgethema weiter und intensiver bearbeitet. Die Entwicklung einer stadienbezogenen bedarfsgerechten Düngung wurde aus Kapazitätsgründen zurückgestellt. An der Erarbeitung von Lösungen des Problems der Reinigung und Desinfektion der Nährlösung in geschlossenen Bewässerungssystemen wird in anderen deutschen und europäischen Forschungseinrichtungen sowie der Industrie intensiv gearbeitet.

Das Gesamtziel der Entwicklung umweltfreundlicher und nachhaltiger Anbauverfahren im Zierpflanzenbau ist weiter bei allen Versuchs- und Forschungsarbeiten zu berücksichtigen.

## 5 Impressum

- Herausgeber:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden  
Internet: [WWW.LANDWIRTSCHAFT.SACHSEN.DE/LFL](http://WWW.LANDWIRTSCHAFT.SACHSEN.DE/LFL)
- Redaktion:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Fachbereich Gartenbau  
Stephan Wartenberg  
Telefon: 0351 / 26 12 - 700  
Telefax: 0351 / 26 12 - 704  
e-mail: [stephan.wartenberg@pillnitz.lfl.smul.sachsen.de](mailto:stephan.wartenberg@pillnitz.lfl.smul.sachsen.de)  
(Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Dokumente)
- Redaktionsschluss:** Januar 2004

### **Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.