

## Entwicklung von Screening-Verfahren zur Bewertung der Trockenstresstoleranz von Zierpflanzen

Development of a reliable screening strategy for the evaluation of drought stress tolerance in ornamental species

Boehm, Robert<sup>1</sup>; Krato, Theresa<sup>2</sup>; Dohm, Andrea<sup>1</sup>; Hendriks, Ludger<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Klemm & Sohn GmbH, Hanfäcker 10, 70378 Stuttgart

<sup>2</sup> Forschungsanstalt Geisenheim, Zierpflanzenbau, von Lade-Strasse 1, 65366 Geisenheim  
Tel.: ++49-711-9532559; Fax: ++49-711-9532536; E-Mail: r.boehm@selectaklemm.de

DOI: 10.5073/jka.2011.433.007

### Zusammenfassung

Pflegeleichte, stresstolerante Zierpflanzenarten werden vom Verbraucher und vom Handel in steigendem Umfang nachgefragt. Unter Federführung der Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung e.V. (GFP) und gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) wurde daher ein Kooperationsprojekt zwischen praxisnah arbeitenden Forschungseinrichtungen und privaten Zierpflanzenzüchtungsbetrieben durchgeführt. Ziel war die Entwicklung und Evaluierung effizienter, praxistauglicher Screening-Verfahren zur Bewertung von Zierpflanzen-Genotypen im Hinblick auf den Grad ihrer Trockenstresstoleranz. Dazu wurde ein Drei-Stufen-Konzept entwickelt, in dem Pflanzen (1) in einer Kleinparzellenanlage bei zwei Feuchtestufen herangezogen wurden, (2) nach ausreichender Anpassung an das unterschiedliche Wasserangebot für Dehydrierungs-experimente entnommen und in Klimakammern einer Austrocknung unterworfen werden und (3) nach ausreichender Anzuchtdauer in Spezialcontainer verpflanzt und im Freiland bei zwei Feuchtestufen kontinuierlich auf Trockenstresssymptome bonitiert wurden. Insgesamt hat das Projekt durch intensive Beschäftigung mit dem komplexen Thema Trockenstresstoleranz und besonders durch den intensiven persönlichen Austausch zu einem großen Erkenntnis- und Erfahrungsgewinn bei allen beteiligten Projektpartnern geführt. Durch die hohe Umwelt-Interaktion und eine intensive züchterische Bearbeitung scheint der Einfluss der genetischen Komponente eher gering zu sein. Er wird überlagert durch die jeweiligen Kultur- und Produktionsbedingungen in den Betrieben. Dadurch kommt dem Kultivateur eine ähnlich wichtige Rolle wie dem Züchter bei der Ausgestaltung des verkaufsfertigen Produktes zu. Das hohe Ausmaß der Komplexität von Trockenstresstoleranz macht es zudem schwierig, diese Eigenschaft über einfach erfassbare physiologische Marker (z.B. Blattoberflächentemperatur, Stomatamanagement) sicher zu charakterisieren.

Stichwörter: Zierpflanzen, Trockenstresstoleranz, Versuchsstand, Dehydrierung, Petunien, Impatiens

### Abstract

There is a growing demand for low-maintenance, stress tolerant ornamental species by consumers and retail. Under the general management of the Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung e.V. (GFP) and granted by the Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection, a cooperation project between applied research institutions and private breeding companies was carried out. Its aim was the development and evaluation of efficient and practical screening procedures for the evaluation of ornamental genotypes with regard to the degree of drought stress tolerance. For this, a three-stage concept was developed, in which plants have been (1) cultivated in a small-lot greenhouse facility under two different watering conditions, (2) used for dehydration experiments after sufficient adaptation to the different watering conditions and (3) planted into special outside container, cultivated in open space under two different watering conditions and evaluated continuously for drought stress symptoms. In conclusion, by an intense engagement of the cooperation partner with the complex topic of drought stress tolerance and especially by the intense personal exchange of experiences, the project resulted in a high increase of competencies and knowledge of all cooperation partners. Given a high environmental interaction as well as an intense breeding effort, the impact of the genetic constitution of an ornamental genotype seems to be only

small. He is superposed by actual cultivation- and production conditions at the breeding companies. Therefore, the production staff plays an equal important role as the breeder for the realization of the marketable end product. Additionally, the high degree of complexity of drought stress tolerance makes it difficult to reliably characterize drought stress tolerance by simple physiological markers like leaf surface temperature or stoma management.

Keywords: Ornamental plant, drought stress tolerance, experimental station, dehydration, Petunia, Impatiens

## Einleitung

Ästhetische und produktionstechnische Eigenschaften zählten neben der Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen über viele Jahre zu den dominierenden Zielen der Zierpflanzenzüchtung. Der Klimawandel, branchenfremde Vermarktungswege und nicht zuletzt das veränderte Konsumentenverhalten hat die Liste der vorrangigen Zuchtziele inzwischen um die Toleranz gegenüber abiotischem Stress erweitert. Für Freilandzierpflanzen besitzt die Trockenstresstoleranz in diesem Zusammenhang besondere Bedeutung. Es werden daher zunehmend Sorten nachgefragt, die durch eine höhere Robustheit und Toleranz Trockenstressphasen besser überstehen. Zur Selektion auf dieses Merkmal ist allerdings eine reproduzierbare Methodik zur Charakterisierung der Trockentoleranz erforderlich. Ein Verbund aus Zierpflanzenzüchtern und anwendungsorientiert arbeitenden Forschungseinrichtungen des Pflanzenbaues und der Messtechnik entwickelte im Rahmen einer von der GFP koordinierten interdisziplinären Zusammenarbeit Screening- und Messverfahren zur Charakterisierung verschiedener Zierpflanzenarten hinsichtlich ihrer Trockentoleranz. Hierbei war es das Ziel, den Züchtern ein robustes und praxistaugliches Verfahren zur verlässlichen Charakterisierung von Zierpflanzen hinsichtlich Trocken-toleranz an die Hand zu geben. Für Zierpflanzen liegen in der Literatur bisher weder Protokolle zur Gestaltung von Dehydrierungs-experimenten noch zur Bonitur der Welkeintensität vor.

## Material und Methoden

Für die Untersuchungen wurden drei verschiedene Zierpflanzenarten ausgewählt: Petunien, Neu-Guinea Impatiens sowie Begonien. Von den beteiligten Industriepartnern (Ernst Benary Samenzucht GmbH, Hann. Münden; Kientzler GmbH, Gensingen; Klemm & Sohn GmbH, Stuttgart; Syngenta Seeds B.V., Hillscheid) wurden verschiedene Sorten für die Versuche zur Verfügung gestellt. Diese waren bereits durch Beobachtungen der Züchter hinsichtlich Trockenstresstoleranz vorcharakterisiert.

Für die Versuche wurden von den Industriepartnern bewurzelte Jungpflanzen geliefert. Die weitere Anzucht erfolgte im Gewächshaus unter zwei Bewässerungsvarianten (praxisübliche Bewässerung und unter intensiven Trockenstressbedingungen). Pro Sorte und Bewässerungsvariante wurden 60 Töpfe angezogen. Die Messung des Wassergehaltes in den Töpfen erfolgte entweder über Tensiometer, Bodenfeuchtesensoren (Tensiomark) oder durch Wiegen der Töpfe. Am Ende der Vorkultur wurde das Frischgewicht der oberirdischen Pflanzenteile durch Wiegen ermittelt. Nach beschriebener Anzucht unter Gewächshausbedingungen wurden acht Töpfe je Sorte und Behandlung entnommen und einem Dehydrierungsprozess unter definierten Bedingungen (22°C, 30-50% rel. Luftfeuchtigkeit, Beleuchtungsdauer 16h, Beleuchtungsstärke 30  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) ausgesetzt. Neben der Saugspannung des Substrates und dem Systemgewicht (Topf+Substrat+Pflanze) wurde der Wasserhaushalt der Pflanzen durch tägliches Messen der Transpirationsrate ermittelt. Zusätzlich erfolgte eine Welkebonitur anhand einer Bilderskala von 1 (ohne Symptome) bis 9 (alle Pflanzenteile stark welk).

Für einen gemeinsamen Ringversuch zur Validierung der erzielten Ergebnisse unter Praxisbedingungen wurden von den Industriepartnern insgesamt 9 Sorten zur Verfügung gestellt (Tabelle 1), deren Verhalten bereits in vorhergehenden Versuchen charakterisiert worden war. Zur Standardisierung der Versuchsbedingungen wurden je 30 Pflanzen nach einer gemeinsamen Anzucht in Geisenheim auf die Projektpartner aufgeteilt und neben den Bewässerungs- und Düngungsstrategien auch die jeweiligen Bonituren und Messungen verabredet. Die übrigen Kulturmaßnahmen und die Klimatisierung der Versuchsgewächshäuser erfolgten standortspezifisch. Die Bewässerung erfolgte über Untersetzer mit einem Fassungsvermögen von etwa 200 Milliliter. Je 10 Pflanzen (Kontrolle) wurden ausreichend bewässert, die übrigen 40 Pflanzen

(Stressvariante) erst nach starker Austrocknung des Substrates (etwa -500 hPa, circa 20 % der max. Wasserkapazität). Zur Ermittlung des Systemgewichtes wurden 4 repräsentative Pflanzen pro Parzelle ausgewählt und deren Gewichtsverlauf täglich überwacht. Die Nährstoffversorgung erfolgte über eine Bewässerungsdüngung mit 0,8 g/l für Impatiens und 1,2 g/l für Petunien unter Verwendung von Ferty 3-Mega. Zur Charakterisierung der Trockenstresstoleranz wurden die Bewässerungshäufigkeit notiert und im Rahmen einer Abschlussbonitur (nach 6 Wochen) die Pflanzenschäden (Nekrosen 1-9), die Frischmassenreduktion durch Trockenstress sowie die Anzahl der Blüten aufgenommen.

**Tab. 1** Im Ringversuch bei den Züchtern verwendete Pflanzensorten

<b>Pflanzenart</b>	<b>Sorte</b>	<b>Herkunft</b>
Impatiens	Timor	Kientzler
Impatiens	i-0588-3	Syngenta
Impatiens	K06-6321-5	Syngenta
Impatiens	Salmon Pink	Selecta Klemm
Impatiens	Cerise Frost	Selecta Klemm
Petunia	Dark Violet	Selecta Klemm
Petunia	Lilac Dark vein	Selecta Klemm
Petunia	Veranda Salmon	Kientzler
Petunia	Veranda White	Kientzler
Petunia	Odyssey	Selecta Klemm
Petunia	Hot Rose Morn	Selecta Klemm

## Ergebnisse und Diskussion

### ○ **Entwicklung eines dreistufigen Screening-Konzeptes zur sicheren Charakterisierung von Zierpflanzenarten hinsichtlich Trockenstresstoleranz:**

Im Zuge des Projektes wurde ein Drei-Stufen-Konzept zum Screening von Zierpflanzenarten hinsichtlich Trockenstresstoleranz erarbeitet und getestet. Ziel war die Identifizierung trockenstresstoleranter Genotypen.

In der ersten Stufe des Screeningkonzeptes wurden die bei zwei Feuchtestufen herangezogenen Pflanzen hinsichtlich der Ertrags- und Qualitätsbeeinflussung durch Trockenstress mittels Frischmassenbestimmung und bildanalytischer Verfahren erfasst.

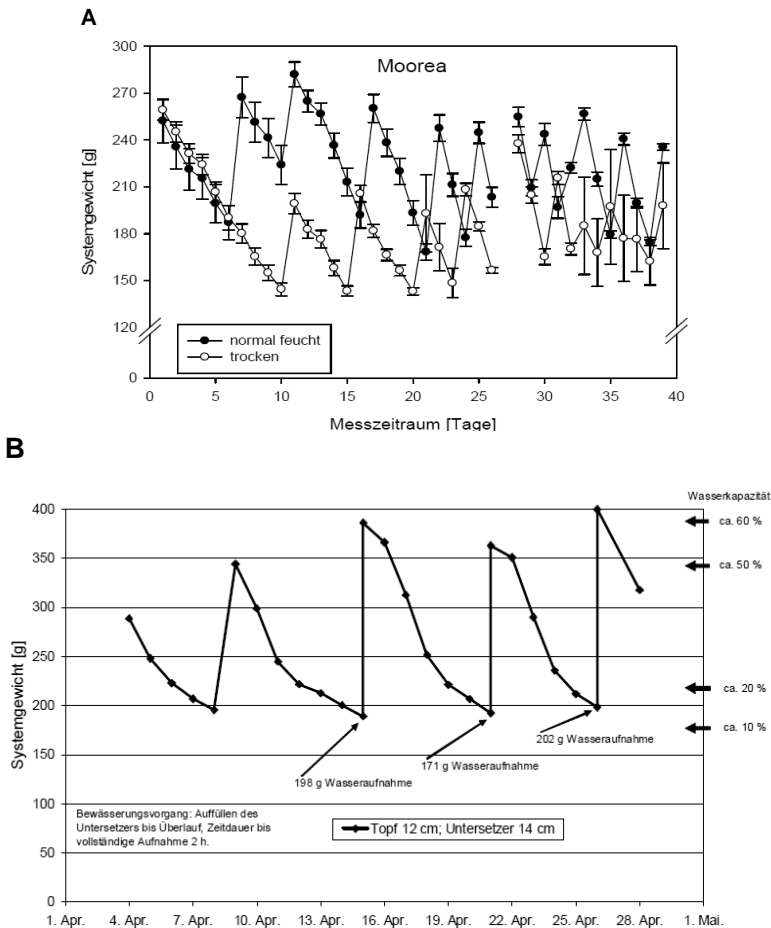
In der zweiten Stufe wurden die Genotypen in Klimakammern einem definierten Austrocknungsprozess unterzogen und die Geschwindigkeit des Welkeverlaufes sowie das Regenerationsvermögen nach Wiederbewässerung als charakteristische Parameter ermittelt.

Die dritte Stufe diente der Evaluierung der in den vorangegangenen Stufen gewonnenen Bewertungen der Genotypen. Hierbei wurde geprüft, ob die unter Gewächshaus- und Klimakammerbedingungen gewonnenen Erkenntnisse zur Trockenstresstoleranz mit dem Verhalten der Genotypen unter Freilandbedingungen korrespondieren.

### ○ **Entwicklung einer Kleinparzellenanlage zur Anzucht des Pflanzenmaterials unter verschiedenen Trockenstressintensitäten:**

Im ersten Schritt dieses Teilprojektes wurde versucht, die Ebbe- und Flut-Kleinparzellenanlage der Forschungsanstalt Geisenheim als Prüfstand für eine automatische Applikation von Trockenstress zu nutzen. Das Vorhaben scheiterte am begrenzten Einsatzbereich der derzeit auf dem Markt verfügbaren Tensiometer. In nachfolgenden Untersuchungen wurden die auf der Messung der Wärmekapazität basierende

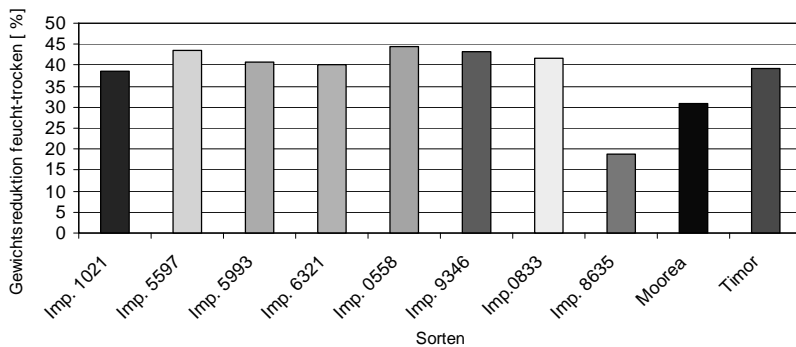
Bodenfeuchtesensoren Tensiomark geprüft. In Übereinstimmung mit Ergebnissen anderer Versuchsansteller musste jedoch festgestellt werden, dass auch dieser Fühlertyp bislang keine verlässlichen Daten im Bereich hoher Wasserspannung liefert. In der Folge wurde eine gravimetrische Bewässerungssteuerung entwickelt, bei der 8 Referenzpflanzen pro Parzelle täglich gewogen und bei Unterschreitung eines bestimmten Bewässerungsschwellenwertes einem etwa 8-10-minütigen Anstauvorgang ausgesetzt werden. Unter diesen Bedingungen entstehen Wasserangebotsprofile wie sie in Abbildung 1A dargestellt sind. Ein besonderes Problem bei diesem Konzept stellte die Wiederbefeuchtung der Substrate nach starker Austrocknung und die im Versuchsverlauf zunehmende Heterogenität der Bestände infolge unterschiedlicher Wasseraufnahme dar. Durch die Verwendung von Untersetzern mit definiertem Volumen konnte die Wasserzufuhr optimiert werden. In Abbildung 1B ist der Feuchteverlauf bei diesem Verfahren dargestellt. Wegen seiner Einfachheit wurde dieses Verfahren in den späteren Ringversuchen von allen teilnehmenden Projektpartnern verwendet.



**Abb. 1** Wasserangebot in den Versuchspartzen während der Pflanzenanzucht. Verlauf des Topfwassergehaltes bei Bewässerung (A) ohne Untersetzer am Beispiel Impatiens und (B) unter Verwendung von 14 cm-Untersetzern am Beispiel Petunien (nur Trockenvariante).

○ **Vegetationsversuche unter Gewächshausbedingungen (Kleinparzellenanlage):**

Die Vegetationsversuche unter Gewächshausbedingungen dienten dazu, den Einfluss des Wasserangebotes bzw. der Trockenstressintensität auf Wachstumsleistungen der Genotypen zu prüfen. Daneben wurden Pflanzen herangezogen, an denen der Einfluss der Anzuchtbedingungen auf die Trockenstresstoleranz untersucht werden konnte. Zur Charakterisierung der Wachstumsleistung wurden der Pflanzendurchmesser und die Frischmasse der Pflanzen ermittelt. Zusätzlich wurden Blühbeginn und Wurzelwachstum (Wurzelentwicklung und -qualität) erfasst. Von den ermittelten Parametern erwies sich die Frischmasse als besonders aussagekräftig. Abbildung 2 zeigt beispielhaft die Frischmassenreduktion durch Trockenstress bei verschiedenen Impatiens Genotypen. Unter den gewählten Versuchsbedingungen betrug die Frischmassenreduktion durchschnittlich 40 % mit zum Teil deutlichen Unterschieden zwischen den getesteten Genotypen. Diese Massenreduktion wird daher als ein praxistauglicher Parameter zur Charakterisierung der Trockenstresstoleranz eingestuft.



**Abb. 2** Relative Reduzierung der Frischmassenbildung verschiedener Impatiens-Genotypen nach Anzucht unter verschiedenen Wasserangeboten im Vegetationsversuch

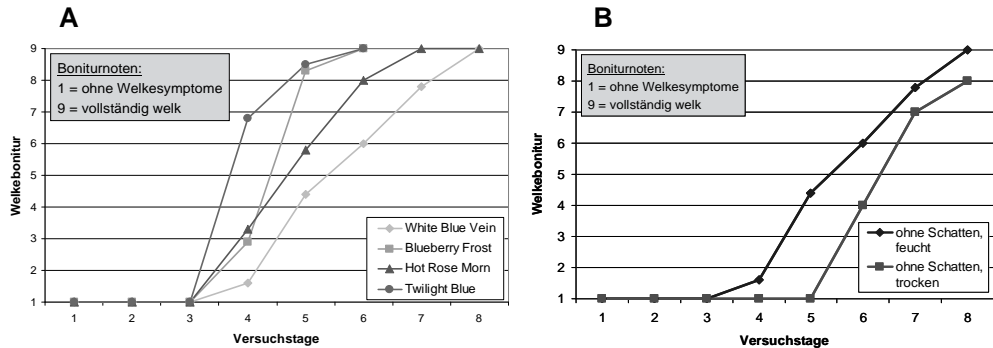
○ **Dehydrierungsversuche zur Identifizierung von Trockenstresstoleranz im Kurzzeitexperiment:**

Zierpflanzen verlieren beim Auftreten von Trockenstress ihren Zierwert. Es ist daher nahe liegend, ihr Welkeverhalten in Dehydrierungsversuchen zu prüfen und als Indikator der Trockenstresstoleranz zu definieren.

Aus den Pflanzenbeständen der Kleinparzellenanlage wurden zu zwei Terminen Testpflanzen für Dehydrierungsexperimente entnommen und in Klimakammern einer Austrocknung unterworfen. Neben dem Welkeverlauf wurden das Systemgewicht und die Saugspannung erfasst. Zur Charakterisierung der Trockenstresstoleranz wurde die Welkeintensität als Funktion der Saugspannung dargestellt.

Sowohl bei den untersuchten Petunien- als auch den Impatiens-Sorten waren deutliche Unterschiede hinsichtlich des Welkebeginns und Welkeverlaufes festzustellen (Abbildung 3A). Daneben war zu erkennen, dass das Wasserangebot in der Anzuchtphase auf Grund von Anpassungsphänomenen erheblichen Einfluss auf den Welkeverlauf nimmt (Abbildung 3B). Weiterhin wurde die Welkeanfälligkeit in hohem Maße durch die Blattfläche der Prüfsorten bestimmt.

Um das Verhalten der Genotypen in den verschiedenen Dehydrierungsexperimenten miteinander vergleichen zu können, wurde eine semiquantitative Bewertung der Trockenstresstoleranz vorgenommen. Die Pflanzen wurden dabei in drei Klassen bezüglich ihrer Trockenstresstoleranz eingeteilt (sehr tolerant, durchschnittlich tolerant und wenig tolerant). Die Klassifizierung erfolgte durch das Ermitteln des Systemgewichtes bei Erreichen der Boniturnote 9 (Tabelle 2).



**Abb. 3** Welkeverlauf verschiedener Petunien-Sorten im Dehydrierungsexperiment. A, Vergleich von 4 Petunien-sorten aus der gut gewässerten Vorkultivierungsvariante; B, Vergleich einer Petunien-sorten aus den beiden unterschiedlichen Vorkultivierungsvarianten

**Tab. 2** Semiquantitative Bewertung der Trockenstresstoleranz verschiedener Impatiens-Genotypen anhand des Welkeverhaltens im Dehydrierungsexperiment (1= sehr tolerant, 3=wenig tolerant). Jedes Dehydrierungsexperiment wurde dreimal durchgeführt.

Sorte	Ranking 1/2009 feucht*	Ranking 2/2009 feucht	Ranking 3/2009 feucht	Ranking 1/2009 trocken	Ranking 2/2009 trocken	Ranking 3/2009 trocken	Mittelwert	Standard- Abweichung
Imp. 9346	1	1	1	1	1	1	1	0
Imp. 5993	2	1	1	1	1	2	1,33	0,52
Timor	2	1	2	2	1	2	1,67	0,52
Imp. 8635	1	2	2	1	1	3	1,67	0,82
Imp. 5597	1	1	2	1	2	3	1,67	0,82
Imp. 1021	2	2	2	2	2	2	2	0
Imp. 6321	3	2	2	3	3	2	2,5	0,55
Moorea	2	3	3	2	2	3	2,5	0,55
Imp. 0588	3	3	3	3	3	3	3	0
Imp. 0833	3	3	3	3	3	3	3	0

\*feuchte bzw. trockene Anzucht der Genotypen im Vegetationsversuch

Inzwischen ist das Verfahren soweit standardisiert, dass es für Anwendungen in der Praxis geeignet erscheint. Wegen der hohen Trennschärfe zwischen den Genotypen und der einfachen Standardisierung des Testes hat sich das Welkeverhalten der Pflanzen im Dehydrierungsexperiment somit zum Schlüsselkriterium für das Screeningkonzept entwickelt.

#### o Vegetationsversuche im Freiland:

Zur Überprüfung, inwieweit die Anzuchtbedingungen die Trockenstresstoleranz beeinflussen und zum Studium der Wechselwirkungen zwischen Trockenstress und Strahlungstress wurden in Geisenheim Freilandtestungen mit den aus der Kleinparzellenanlage stammenden Pflanzen durchgeführt. Zunächst standen im Freiland methodische Aspekte im Vordergrund des Interesses. Zur Differenzierung des Wasserangebotes wurde den trockenen Varianten bei Unterschreitung eines definierten Systemgewichtes nur etwa 50% der Wassermenge zugeführt, die als optimale Versorgung notwendig waren. Diese Versuchsbedingungen führten bei einigen Impatiens-Sorten zum Totalausfall. Besonders drastisch waren diese Effekte bei Pflanzen aus einer Anzucht mit hohem Wasserangebot und niedrigem Schattiersollwert

Wesentlich besser überstanden wurden die Stressbedingungen von den im Test befindlichen Petunienarten. Robustestes Produkt in diesem Test war die Begonien-Sorte 'Richard Galle', die den 8-wöchigen Prüfzeitraum mit nur 4 Bewässerungsvorgängen überstanden hat.

Insgesamt gestaltete sich dieser Teilaspekt der Trockenstresscharakterisierung als der schwierigste Projektteil, da es einerseits nicht zufriedenstellend gelungen war, das Wasserangebot unter Freilandbedingungen zu standardisieren und zu automatisieren und Strahlungs- und Trockenstresseffekte kulturabhängig zu differenzieren. Eventuell muss versucht werden, das Freilandverhalten unter Trockenstress ebenfalls im Rahmen von kurzzeitigen Dehydrierungsversuchen zu erfassen. Die Differenzierung zwischen Strahlungstoleranz und Trockenstresstoleranz erscheint dagegen so komplex, dass eine substanzielle Bearbeitung nur im Rahmen eines Folgeprojektes möglich erscheint.

#### ○ Ringversuch bei den Züchtern:

Nach der Erarbeitung des Drei-Stufen-Konzept als taugliches Verfahren zur Identifizierung trockenstresstoleranter Genotypen wurde im nächsten Schritt eine stark vereinfachte Version auf seine Eignung für Züchtungsbetriebe geprüft. Grundidee dieses vereinfachten Screeningverfahrens sind sich wiederholende Austrocknungs- und Wiederbefeuchtungsphasen (De- und Rehydrierungsprozesse) unter Gewächshausbedingungen. Mit diesem Konzept wurde auch das Ziel verfolgt, Trockenstresssituationen unter Konsumentenbedingungen (sporadische Bewässerungen im Wechsel mit sich wiederholenden Trockenstressphasen) zu simulieren. Zur Charakterisierung der Trockenstresstoleranz wurde die Bewässerungshäufigkeit der einzelnen Genotypen während des 6-wöchigen Prüfzeitraumes erfasst. Am Versuchsende wurden zusätzlich aufgetretene Pflanzenschäden (Nekrosen 1-9), die Frischmassenreduktion durch Trockenstress, sowie (bei Petunien) die Anzahl der Blüten aufgenommen. Genotypen mit einer geringen Frischmassenreduktion, geringerem Blütenverlust und/oder wenigen Pflanzenschäden werden bei der Bewertung als trockenstress-tolerant eingestuft. Zur Auswertung wurde an den beteiligten Standorten für jeden Parameter ein spezifisches Ranking ermittelt. (Tabelle 3).

**Tab. 3** Ergebnisse des Ringversuches (vereinfachter Dehydrierungstest). 6 Petunien- und 5 Impatiens-Sorten wurden an 4 verschiedenen Standorten über 6 Wochen periodischem Trockenstress ausgesetzt. Die Auswertung erfolgte im Vergleich zu einer gut bewässerten Variante und mündete in einem Ranking der Sorten hinsichtlich des Ausmaßes der Trockenstresstoleranz. Standort 1 = Geisenheim; Standort 2 = Hann. Münden; Standort 3 = Gensingen; Standort 4 = Stuttgart, n.b. = nicht bestimmt

Merkmal	Standort	Petunien						Impatiens				
		Veranda White	Dark Violet	Veranda Salmon	Lilac Dark Vein	Hot Rose Morn	Odyssey	Timor	i-0588-3	K06-6321	Cerise Frost	Salmon Pink
Pflanzenschäden	1	3	2	6	1	5	4	1	2	5	3	4
	2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	1	2	5	3	4
	3	2	3	1	5	3	6	3	1	2	5	6
	4	2	1	3	5	4	6	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
	Ø	<b>2,3</b>	<b>2,0</b>	<b>3,3</b>	<b>3,7</b>	<b>4,0</b>	<b>5,3</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>4,0</b>	<b>3,7</b>	<b>4,7</b>
Gewichtsreduktion	1	3	5	2	4	1	6	4	1	2	3	5
	2	4	3	2	1	6	5	3	1	4	2	5
	3	6	2	1	4	3	5	2	5	1	4	3
	4	4	1	6	5	2	3	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
	Ø	<b>4,3</b>	<b>2,8</b>	<b>2,8</b>	<b>3,5</b>	<b>3,0</b>	<b>4,8</b>	<b>3,0</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>3,0</b>	<b>4,3</b>
Bewässerungshäufigkeit	1	1	4	3	5	6	2	3	5	4	1	2
	2	1	2	4	5	4	6	3	5	4	1	2
	3	1	4	6	2	4	5	4	5	1	3	2
	4	6	5	3	1	3	4	2	3	1	4	5
	Ø	<b>2,3</b>	<b>3,8</b>	<b>4,0</b>	<b>3,3</b>	<b>4,3</b>	<b>4,3</b>	<b>3,0</b>	<b>4,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,3</b>	<b>2,8</b>
Blütenanzahl	1	2	4	1	3	5	6	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
	2	1	4	3	2	6	5	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
	3	4	2	1	3	6	5	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
	4	2	3	6	4	1	5	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
	Ø	<b>2,3</b>	<b>3,3</b>	<b>2,8</b>	<b>3,0</b>	<b>4,5</b>	<b>5,3</b>	<b>n.b.</b>	<b>n.b.</b>	<b>n.b.</b>	<b>n.b.</b>	<b>n.b.</b>
Durchschnitt		<b>2,8</b>	<b>2,9</b>	<b>3,2</b>	<b>3,4</b>	<b>3,9</b>	<b>4,9</b>	<b>2,6</b>	<b>2,8</b>	<b>2,9</b>	<b>3,0</b>	<b>3,9</b>

Die Ergebnisse bei Impatiens deuten darauf hin, dass sich die untersuchten Merkmale zwischen den Standorten stärker unterscheiden als zwischen den Genotypen. Dies lässt darauf schließen, dass die verabredeten Protokolle zur Pflanzenbehandlung und insbesondere zur Trockenstressapplikation nicht bei allen Partnern konsequent angewendet werden konnten und noch einen zu großen Raum für individuelle Unterschiede an den verschiedenen Standorten ließen. Neben der Wasser- und Nährstoffversorgung haben auch die Klimabedingungen an den einzelnen Standorten variiert und somit die Heterogenität der Bewertungen gefördert haben. Klimaaufzeichnungen zur Überprüfung dieser Hypothese liegen nur von einzelnen Standorten vor. Bei den Petunien wurden zusätzlich zu den Merkmalen Frischmassenreduktion, Gießhäufigkeit und Pflanzenschäden auch die Blütenzahl und ihre Reduzierung durch Trockenstressapplikation erfasst. Ähnlich wie bei Impatiens unterschieden sich auch die im Test befindlichen Petunien-Genotypen in ihrem Ranking stark voneinander (Tabelle 3). Allerdings fallen bei der Bewertung die Sorte 'Veranda White' durch viele niedrige Bewertungen (hohe Trockenstresstoleranz) und die Sorte 'Odyssey' durch viele hohe Bewertungen (niedrige Trockenstresstoleranz) auf. Zwischen den Standorten sind allerdings auch bei diesem Merkmal erneut große Unterschiede festzustellen.

Insgesamt hat sich auch bei den Petunien gezeigt, dass das Pflanzenwachstum und die gewählten Toleranzparameter Frischmassenreduktion, Blütenbildung und Schadintensität nach Trockenstressapplikation stärker durch die Bedingungen am Versuchsstandort als durch den Genotyp definiert werden. Dieser Sachverhalt belegt erneut den großen Einfluss der Standortbedingungen auf die Merkmalsausprägung von Zierpflanzen und die Notwendigkeit von Produkttestungen an verschiedenen Standorten. Gleichzeitig kann daraus geschlossen werden, dass Screeningprozesse mit einem Anspruch auf Reproduzierbarkeit zu einer deutlich exakteren Definition und Einhaltung der Kultur- und Versuchsbedingungen zwingen als das im Rahmen dieses Projektes realisiert wurde. Die gemessenen Unterschiede in der Nährstoffversorgung der Pflanzen und im Salzgehalt der Substrate beeinflussen bekanntermaßen die Stressintensität und damit auch die Testbedingungen. Ähnliches gilt auch für die bei diesem Projekt eingesetzten Boniturparameter. Beleg hierfür sind die sehr unterschiedlichen Bewertungen der Pflanzenschäden an den einzelnen Standorten und zwischen den Genotypen.

Neben den aufgeführten Ursachen kann man spekulieren, ob die genetischen Kontraste der geprüften Sorten zu gering waren, um sie mit Hilfe eines einfachen Praxistestes aufzudecken. Weiterhin ist denkbar, dass die Klimabedingungen und insbesondere die Einstrahlung am Ende der Differenzbehandlung die Intensität der Pflanzenschäden nach Trockenstressapplikation beeinflusst haben.

### **Danksagung**

Die Autoren bedanken sich bei der Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung e.V. (GFP) für die Koordination des Gesamtprojektes. Das Projekt wurde gefördert aus Mitteln.

### **Zugang zu neuen FuE-Konzepten durch innovative Verfahren der Pflanzenphänotypisierung**

Access to novel R&D concepts through innovative plant phenotyping approaches

Altmann, Thomas

Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK), Corrensstraße 3, 06466 Gatersleben

DOI: 10.5073/jka.2011.433.008

### **Zusammenfassung**

Die Entwicklung und Anwendung automatisierter Verfahren der nicht- oder minimal-invasiven Erfassung von Eigenschaften und Merkmalen von Pflanzen eröffnet neue Möglichkeiten der Identifizierung genetischer Faktoren, die pflanzliche Leistungen und Charakteristika bestimmen, der Untersuchung von Umwelteinflüssen auf die Merkmalsausprägung, der Selektion von Individuen oder Linien mit vorteilhaften Eigenschaften aus großen Populationen, der Optimierung von Pflanzenproduktionsverfahren und des