

Wird die Palme in der Schweiz heimisch?

Autor(en): **Walther, Gian-Reto**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Botanica Helvetica**

Band (Jahr): **113 (2003)**

Heft 2

PDF erstellt am: **28.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-137560>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Wird die Palme in der Schweiz heimisch?

Gian-Reto Walther

Institut für Geobotanik, Universität Hannover, Nienburger Strasse 17, D-30167 Hannover, Germany; e-mail: walther@geobotanik.uni-hannover.de

Manuskript angenommen am 10. Juli 2003

Abstract

Walther G.-R. 2003. Are there indigenous palms in Switzerland? Bot. Helv. 113/2: 158–180.

In times of increasing global exchange of persons and goods, the introduction and subsequent spread of exotic species has likewise intensified. Here an example of an exotic palm species is presented which has successfully colonised the lower areas in southern Switzerland. Based on the resurvey and analysis of old (> 30 years) vegetation records, field observations and transplanting experiments, the successful establishment of vital and self-regenerating populations in these forests is documented and discussed in the context of changing site conditions, ecosystem management and conservation practices. The presented results strongly suggest that changing climatic conditions, especially milder winters, have favoured the naturalisation of the palm and other exotic evergreen broad-leaved species. In present times, the evergreen broad-leaved species dominate the understorey of the native deciduous forest and take an increasingly important role in the local forest ecosystem.

Key words: *Trachycarpus fortunei*, climate change, vegetation shift, invasion, evergreen broad-leaved species, southern Switzerland.

Einführung

Das Auftreten neuer Arten ist in einer Zeit reger interkontinentaler Reisetätigkeit und des globalen Austausches von Gütern ein häufig beobachtetes Phänomen (Klaus 2002). Nebst vielen exotischen Arten, die sich nur vorübergehend in heimischen Ökosystemen halten können, gibt es auch immer wieder solche, die in der heimischen Lebenswelt längerfristig Fuss fassen und sich etablieren können. Auch wenn der Anteil an fremdländischen Baumarten gesamtschweizerisch nur 0.6% beträgt (Brassel und Brändli 1999), können die exotischen Arten mancherorts zu einer auffälligen lokalen Erscheinung werden (Gianoni et al. 1988; Nesa 1999). Vor kurzem wurde eine Vielzahl neu in der Südschweiz auftretender, immergrüner Laubholzarten vorgestellt (Walther 1999). Während einige dieser sogenannten laurophyllen Arten eher als Raritäten angesehen werden sollten, treten andere in einer Häufigkeit und Regelmässigkeit auf, dass

sie als vollständig eingebürgert betrachtet werden können. Darunter befindet sich auch die Hanfpalme *Trachycarpus fortunei* (Hook.) H. Wendl., die im Fokus dieses Beitrages stehen soll.

Aufgrund ihres auffälligen Erscheinungsbildes und Verbreitungsschwerpunktes in tropischen Gebieten wecken Palmengewächse auch bei Nichtbotanikern Assoziationen zu Gebieten wärmeren Klimas. Mit ein Grund, weshalb Palmen gerne als Symbol zur Illustration zu erwartender Veränderungen im Zusammenhang mit der Klimaänderung Verwendung finden (Brönnimann 2002). Auch wenn der Verbreitungsschwerpunkt der hier vorgestellten Palmenart ausserhalb der eigentlichen tropischen Klimazone liegt, ist deren nördliche Verbreitungsgrenze klimatisch bedingt. Während die Details zur Einföhrungsgeschichte der Hanfpalme, deren Heimatgebiet wie auch heutige Verbreitung ausserhalb ihres Ursprungsgebietes bereits an anderer Stelle ausführlich erläutert wurden (Walther 2002b), sollen im vorliegenden Beitrag deren heutige Verbreitung und ökologische Stellung in der heimischen Flora näher ausgeführt werden. Dazu wird sowohl auf einen umfangreichen, nach phytosoziologischen Methoden erhobenen Datensatz zurückgegriffen als auch auf erste Resultate von noch laufenden Freilandexperimenten, welche zum besseren Verständnis der ökologischen Standortansprüche dieser besonderen Art beitragen helfen. Abschliessend wird das Auftreten einer Palmenart in der Schweizer Flora auch vor dem Hintergrund der aktuellen Diskussionen um die Folgen der Klimaänderung bzw. der Invasion exotischer Arten ausführlich diskutiert.

Material und Methoden

Vegetationsaufnahmenvergleich

Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms (NFP) 31 wurden in den 90er Jahren Vegetationsaufnahmen aus den 40er bis 60er Jahren auf einem 30 km breiten Transekt zwischen Schaffhausen und Chiasso nochmals an denselben Standorten wiederholt und mit den ursprünglichen Aufnahmen verglichen (Carraro et al. 1999). 70 Aufnahmepaare aus dieser Untersuchung standen für die spezifischen Auswertungen hinsichtlich der Verbreitung von *Trachycarpus fortunei* in der Südschweiz zur Verfügung. Ergänzt wurden diese Vegetationsaufnahmen durch weitere 32 Aufnahmepaare, welche als Wiederholung der Aufnahmen von Zuber (1979) im Jahre 1998 am Fusse des Monte Brè bei Locarno durchgeführt wurden (Walther 2000b; Walther 2001a). Daraus ergibt sich eine Datenbasis von über 100 Vegetationsaufnahmen von Waldstandorten, die – unterhalb von 950 m. ü. M. gelegen – sich über das südliche Tessin verteilen (Carraro et al. 1999). Über die allgemeinen, aus diesem Vergleich hergeleiteten Vegetationsveränderungen wurde bereits an anderer Stelle ausführlich berichtet (Klötzli et al. 1996; Walther 1997; Carraro et al. 1999; Walther 2000b; Walther et al. 2001a; Walther und Grundmann 2001). Für diesen Beitrag wurde aus den vollständigen Waldaufnahmen die Art *Trachycarpus fortunei* selektiert und aufgrund ihrer Häufigkeiten in drei Gruppen klassiert: (i) in alten und neuen Aufnahmen vorkommend, (ii) nur in neuen Aufnahmen präsent, (iii) keine Präsenz sowohl in alten wie neuen Aufnahmen. Die relative Zunahme ergab sich aus den Unterschieden der jeweiligen Braun-Blanquet-Deckungswerte (Braun-Blanquet 1964) zwischen den alten und zugehörigen neuen Vegetationsaufnahmen. Die Aufnahmen wurden je nach Anteil und Häufigkeit der Zielart aufgrund verschiedener Standortcharakteristika analysiert und ausgewertet.

Verpflanzungsexperiment

Mit den Verpflanzungsexperimenten wurden bewusst rezente Verbreitungsgrenzen überschritten, sowohl lokal bezüglich der Höhe auf der Alpensüdseite (bis max. 900 m. ü. M.) wie auch regional mit dem Anlegen eines Höhentransekts an einem südexponierten Hang auf der Alpennordseite (Fläscherberg; von 500 bis 800 m. ü. M.). Für Verpflanzungsexperimente wurden an einem Standort bei Brissago über 100 Jungpflanzen entnommen und auf Höhentransekten wieder ausgepflanzt (Walther 2000a, Kap. 3). Das Alter der verwendeten Jungpflanzen lässt sich zwar nicht exakt bestimmen, kann aufgrund des Blattstadiums der Pflanzen zum Zeitpunkt der Entnahme am Ursprungsstandort (Abb. 4a) aber auf < 5 Jahre eingeschränkt werden. Die ebenfalls auf einem Höhentransekt ausgesäten *Trachycarpus*-Samen stammen von Adulten von demselben Standort wie die Jungpflanzen. Im Juni 1997 wurden auf der Alpensüdseite alle 100 Höhenmeter sowohl 10 Jungpflanzen wie Samen (300 g) ausgebracht, wobei die Jungpflanzen nach Entnahme am Ursprungsstandort unmittelbar wieder auf den Versuchsfeldern ausgepflanzt wurden. Die Individuen für das Nordalpentransekt wurden nach einer Überwinterung im Kalthaus erst im darauffolgenden Jahr ausgepflanzt. Auch auf der Alpennordseite wurden alle 100 Höhenmeter 10 Jungpflanzen verpflanzt, Samen wurden hier keine ausgebracht.

Alle Jungpflanzen wurden mit einer Plakette markiert, um eine eindeutige Identifizierung zu gewährleisten. Kriterien für die Lage der Versuchsfelder innerhalb des Transekts waren nebst der gegebenen Höhenunterschiede, möglichst mesische Standortbedingungen, gleiche Exposition sowie eine Fläche, wo auch die natürlich gewachsene Vegetation Verjüngung zeigt. Die einzelnen Verpflanzungsfelder sind 1 m² gross und werden durch 2 höhenparallele Reihen à 5 Versuchspflanzen begrenzt. Zwischen den beiden Reihen wurde das Saatgut ins Erdreich eingearbeitet.

Die Verpflanzungsfelder wurden weder oberirdisch noch unterirdisch mit einem Schutz versehen, um möglichst alle auf die Jungpflanzen einwirkenden ökologischen Standortfaktoren miteinbeziehen zu können. Das natürliche Substrat vor Ort wurde für die Verpflanzung verwendet, und die Pflanzen wurden unmittelbar nach dem Einpflanzen gewässert. Später fand weder eine Düngung noch eine weitere Wässerung statt.

In den 5 Jahren seit Versuchsbeginn wurden die Probefelder neun Mal besucht. Dabei wurde jeweils die Anzahl der überlebenden verpflanzten Individuen, die Anzahl und Länge ihrer Blätter wie auch die Höhe der Einzelpflanzen aufgenommen. Die Gesamtzahl der gekeimten Jungpflanzen wurde protokolliert, die Minimal- und Maximalgrösse der Pflanzen pro Fläche erfasst, sowie mittels zufälliger Stichproben (15 Individuen) deren mittleres Wachstum hinsichtlich Länge der Pflanzen und Anzahl gebildeter Blätter abgeleitet. Die Verpflanzungsexperimente laufen seit 1997 und dauern noch an. Die Resultate daraus sind vorläufigen Charakters und sollen hier zur besseren Interpretation der Ergebnisse aus dem Vergleich der Vegetationsaufnahmen dienen.

Resultate

Vegetationsaufnahmenvergleich

Von den insgesamt 102 ausgewerteten Aufnahmepaaren waren ursprünglich 85 Flächen (83.3%) frei von *Trachycarpus fortunei* (Tab. 1). In nur gerade 16.7% der früheren Aufnahmeflächen trat die Hanfpalme auf. Werden nur die früheren Aufnah-

Tab. 1 Quantitative und qualitative Verteilung der Aufnahmen mit *Trachycarpus*-Vorkommen und deren Änderungen zwischen den beiden Aufnahmezeitpunkten (alt = 60er/70er Jahre; neu = 90er Jahre).

| | NFP-31 Transekt | | Monte Brè (Locarno) | | Alle Aufnahmen | |
|--------------------------------------|--|------|--|------|---|------|
| | Ausgewertete Aufnahmen: 70 # Aufn. | % | Ausgewertete Aufnahmen: 32 # Aufn. | % | Ausgewertete Aufnahmen: 102 # Aufn. | % |
| Anteil mit <i>Trachycarpus</i> (alt) | 4 | 5,7 | 13 | 40,6 | 17 | 16,7 |
| Anteil mit <i>Trachycarpus</i> (neu) | 18 | 25,7 | 29 | 90,6 | 47 | 46,1 |
| Anteil in Strauchschicht (alt) | 0 | 0,0 | 2 | 6,3 | 2 | 2,0 |
| Anteil in Strauchschicht (neu) | 7 | 10,0 | 12 | 37,5 | 19 | 18,6 |
| Anteil in Krautschicht (alt) | 4 | 5,7 | 11 | 34,4 | 15 | 14,7 |
| Anteil in Krautschicht (neu) | 17 | 24,3 | 22 | 68,8 | 39 | 38,2 |
| nur <i>Trachycarpus</i> -Flächen: | | | | | | |
| Deckungswerte zunehmend | 17 | 94,4 | 28 | 96,6 | 45 | 95,7 |
| Deckungswerte gleichbleibend | 1 | 5,6 | 1 | 3,4 | 2 | 4,3 |
| Deckungswerte abnehmend | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |

men aus dem NFP-31 Transekt (Carraro et al. 1999) berücksichtigt, die v.a. aus den 60er Jahren stammen, liegt der Anteil der Flächen gerade mal bei knapp 6%. Die Aufnahmen am Monte Brè aus den 70er Jahren (Zuber 1979) tragen somit den Hauptanteil an *Trachycarpus*-Vorkommen bei den früheren Aufnahmen (Tab. 1). Die Wiederholung aller Aufnahmen zeigt ein ganz anderes Bild. In den 90er Jahren tritt die Hanfpalme schon fast in der Hälfte aller ausgewerteten Aufnahmen auf. Auch hier zeigen sich Unterschiede zwischen den Aufnahmen auf dem NFP-31 Transekt und den Flächen am Fuss des Monte Brè bei Locarno. Bei Ersteren beträgt der Anteil einen Viertel, während Letztere einen solchen von 90 Prozent aufweisen. Auch sind Unterschiede im Alter der verschiedenen Populationen festzustellen. In den früheren Aufnahmen tritt die Hanfpalme fast ausschliesslich in der Krautschicht und mit geringen Deckungswerten auf. Erst in den neueren Aufnahmen tritt *Trachycarpus fortunei* auch vermehrt in der Strauchschicht und mit höheren Deckungswerten auf (Abb. 1). In der Periode zwischen den Aufnahmezeitpunkten hat in über 95% der Flächen mit *Trachycarpus*-Vorkommen die Deckung zugenommen. Auf keiner Fläche war eine rückläufige Tendenz zu verzeichnen.

Nebst dem unterschiedlichen Alter der verschiedenen Aufnahmegruppen früherer Vegetationsaufnahmen – der NFP-31 Basisdatensatz basiert vorwiegend auf Aufnahmen aus den 60er Jahren und früher und ist damit ca. 15 Jahre älter als der Monte Brè Datensatz – spielt auch die Höhenverteilung der Aufnahmen eine wichtige Rolle für das Vorkommen der Hanfpalme (Abb. 2a/b). Während am Monte Brè alle wiederholten Aufnahmen unterhalb 550 m.ü.M. liegen (Abb. 2b), reichen die Flächen aus dem NFP-31 Transekt bis in Lagen über 900 m.ü.M. (Abb. 2a). Darin zeigt sich auch eine deutliche Höhenzonierung der Flächen mit *Trachycarpus*-Vorkommen (Abb. 2a) (Nesa 1999). In den früheren Aufnahmen aus dem NFP-31 Transekt kommt die Hanfpalme nur gerade in vier Aufnahmen der niedrigsten Höhenstufe (< 300 m.ü.M.) vor (Abb. 2a, Kategorie „alt mit T.f.“). In den neueren Aufnahmen werden die beiden untersten Höhenstufen (bis 350 m.ü.M.) bereits vollständig mit Aufnahmen mit

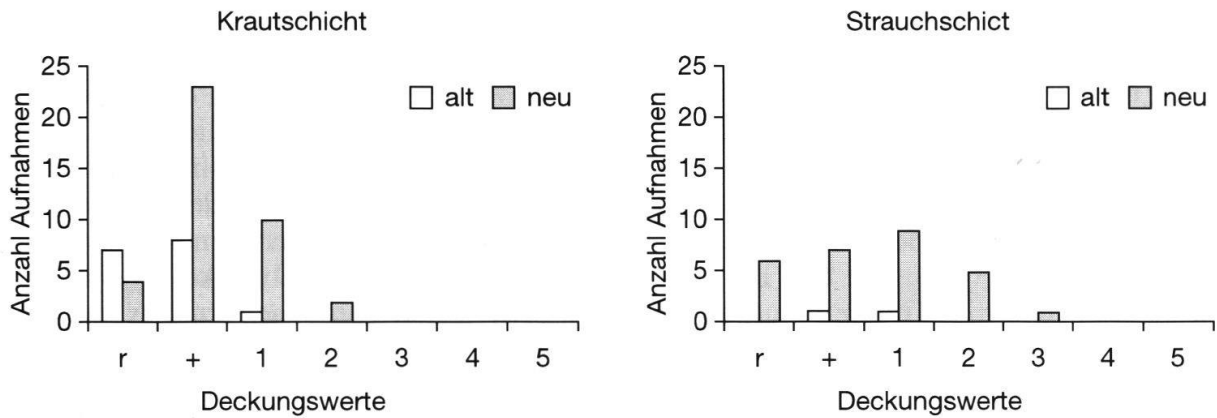


Abb. 1 Vergleich der Auftretenshäufigkeit von *Trachycarpus fortunei* in früheren Aufnahmen (alt) und neueren Aufnahmen (neu) aufgeteilt in Kraut- und Strauchschicht (weitere Angaben im Text).

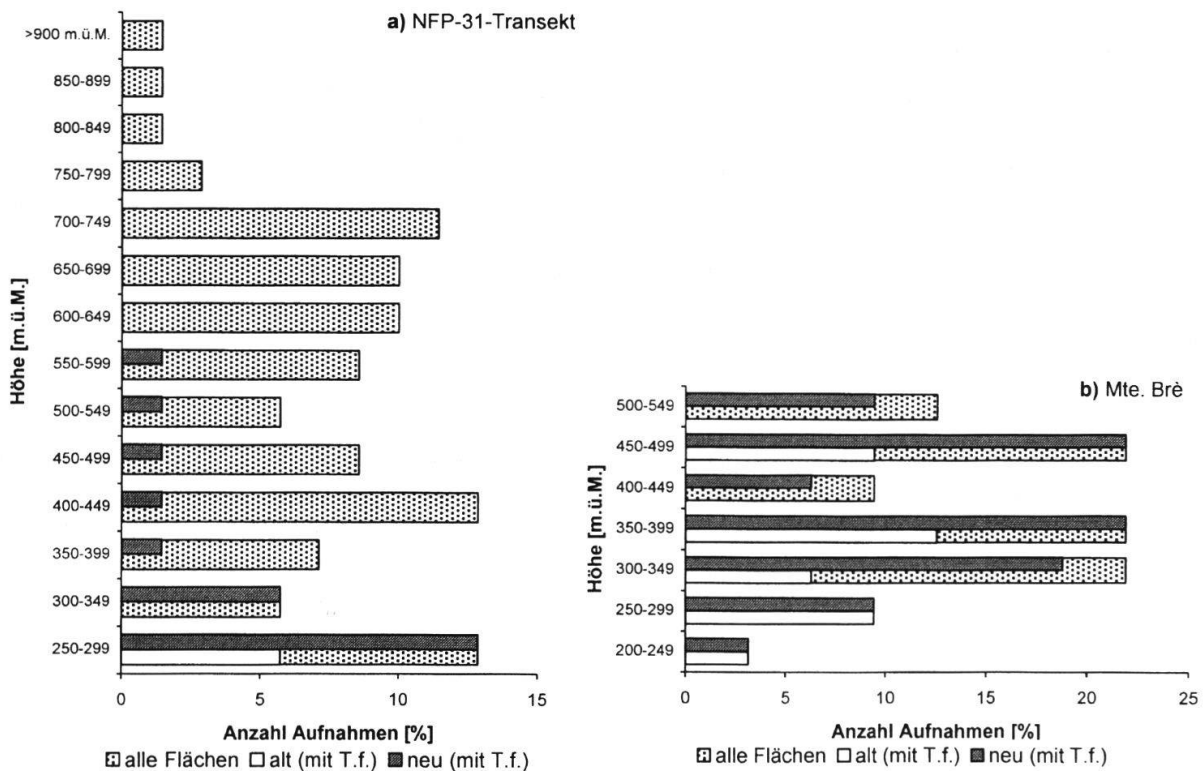


Abb. 2a/b Höhenverteilung der Aufnahmeflächen mit *Trachycarpus fortunei* (T.f.) in den unterschiedlichen Aufnahmesets.

Trachycarpus-Vorkommen eingenommen und bis 600 m.ü.M. sind noch vereinzelt Aufnahmen mit der Hanfpalme zu finden (Abb. 2a, Kategorie „neu mit T.f.“). In den Aufnahmen oberhalb 600 m.ü.M. sind keine *Trachycarpus*-Vorkommen mehr festgestellt worden.

Ein ähnliches Bild zeigt sich in den Aufnahmen vom Monte Brè. Dort wurden zwar schon in den 70er Jahren *Trachycarpus*-Vorkommen in den tieferliegenden Aufnahmeflächen festgestellt (Abb. 2b, Kategorie „alt mit T.f.“), allerdings noch mit geringeren Deckungswerten (Abb. 1). Eine deutliche Zunahme ist in den wiederholten Aufnahmen aus den 90er Jahren in allen untersuchten Höhenstufen festzustellen (Abb. 2b, Kategorie „neu mit T.f.“). In diesem Untersuchungsgebiet konnte bis auf wenige Ausnahmen in allen Aufnahmen ein Vorkommen von *Trachycarpus fortunei* nachgewiesen werden. Dabei erfolgte diese Zunahme nicht nur bezüglich der Präsenz sondern auch bezüglich der relativen Häufigkeit der Hanfpalme (Abb. 1).

Da die Samen der Hanfpalme durch Vögel verbreitet werden, ist eine Samenquelle in einem nahegelegenen Garten als Ausbreitungszentrum von entscheidender Bedeutung für den Ausbreitungsprozess (Müller 2000). In Abbildung 3 werden die verschiedenen Aufnahmeflächen aus dem NFP-31-Transekt in Funktion ihrer Distanz zum Waldrand bzw. zur nächstgelegenen Siedlung dargestellt. Im Waldrandbereich dringen die Flächen mit *Trachycarpus fortunei* bis 100 m in den Wald vor, die maximale Distanz einer Fläche mit *Trachycarpus*-Vorkommen zur nächstgelegenen Siedlung beträgt 350 m (Abb. 3).

Verpflanzungsexperiment

Höhentransekt auf der Alpensüdseite

Das Verpflanzungsexperiment mit Jungpflanzen zeigt mit zunehmender Höhe abnehmende Überlebenschancen für die Versuchspflanzen (Abb. 4a). Allerdings sind auch bei den überlebenden Versuchspflanzen der tieferen Lagen keine grossen Wachstumsfortschritte festzustellen (in Abb. 4a, ausgedrückt durch die Anzahl Blätter). Dieses Experiment lässt aber nicht die Schlussfolgerung zu, dass ein Überleben von *Trachycarpus fortunei* in Gegenden die höher als 600 m.ü.M. gelegen sind, ganz ausgeschlossen wäre. Wie das Keimungsexperiment mit Palmensamen zeigt (Abb. 4b), kann *Trachycarpus fortunei* (unter den während der Versuchsdauer herrschenden Bedingungen) sehr wohl bis in eine Höhe von 900 m.ü.M. keimen und einige Zeit im Jungstadium überleben. Die Anzahl gekeimter Pflanzen pro Versuchsfläche variiert zwischen 17 und ca. 247 Individuen. Nach einer ersten Keimungswelle in den ersten beiden Jahren, setzt im dritten Jahr ein Verdrängungsprozess ein und die Population dünnt aus (minimal 15 bis maximal ca. 150 Individuen pro Fläche; Anzahl variiert von Jahr zu Jahr). Allein aufgrund der Anzahl gekeimter Jungpflanzen lassen sich nach fünfjähriger Versuchsdauer aber keine gesicherten Unterschiede im Höhentransekt herauslesen. Allerdings erscheinen die Pflanzen in den tiefergelegenen Versuchsflächen vitaler als die der höhergelegenen Lagen. Das äussert sich in diesem Stadium der Pflanzen weniger in der Länge der Blätter als vielmehr in der Anzahl Blätter pro Einzelpflanze (Abb. 4b, Blattstadien).

Höhentransekt auf der Alpennordseite

Mit dem Anlegen eines Höhentransekts auf der Alpennordseite wurde eine Gebiet mit noch extremeren Bedingungen für *Trachycarpus*-Jungpflanzen gewählt. Trotzdem haben einige der Versuchspflanzen die vergangenen Winter überlebt (Abb. 5a). Nach dem dritten Winter hat sich eine Abstufung entsprechend der Höhengliederung einge-

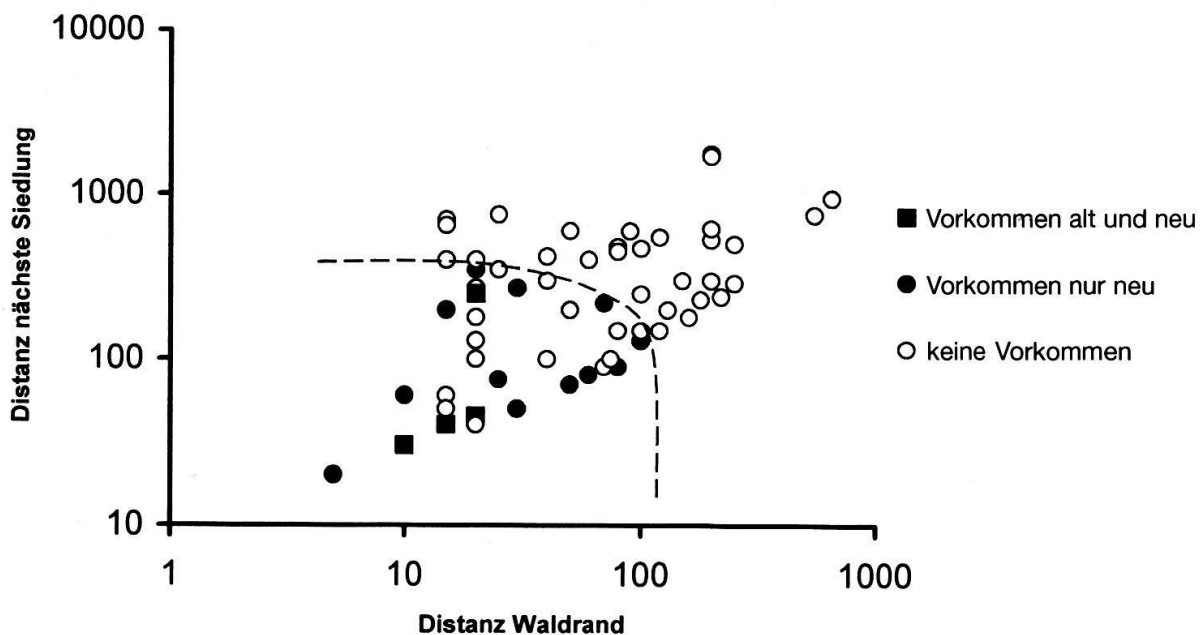


Abb. 3 Abhängigkeit der Lage der Waldflächen mit *Trachycarpus fortunei* von der Distanz zur nächsten Siedlung bzw. zum nächsten Waldrand.

stellt, indem die Überlebensrate mit zunehmender Höhe kontinuierlich sinkt. Allerdings leiden auch die Versuchspflanzen auf 500 m. ü. M., was sich durch die Abnahme der Blätter pro Pflanze deutlich zeigt (Abb. 5b). Allen Flächen gemein ist die Tatsache, dass nach den Wintern jeweils die aufrechten Blätter der Versuchspflanzen nur bis zu einer gewissen Höhe grün sind (pers. Beob.). In ca. 6–10 cm über Grund ist eine scharfe Grenze vorhanden, ab der die Blätter braun bzw. abgebrochen sind.

Diskussion

Zeitliche Entwicklung

Nicht zum ersten Mal treten Palmen in mitteleuropäischen Regionen auf, allerdings liegt die letztere Epoche bereits einige Mio. Jahre zurück (Mai 1995; vgl. auch Abb. 16 in Reisigl und Keller 1994). Fossilfunde einer Palmenart namens „*Chamaerops helvetica*“ weisen darauf hin, dass schon einmal Palmen in der Schweiz heimisch gewesen sein mussten (Mai 1995; Hofmann 2001). Mit den Eiszeiten wurden diese thermophilen Arten dann aber gezwungen nach Süden zurückzuweichen. Mangels Refugien oder infolge unterbrochener Wanderrouten gingen dann viele Arten dieser voreiszeitlichen Vegetation in europäischen Regionen verloren (Klaus 2002). Erst die Reisetätigkeit des Menschen öffnete in den letzten Jahrhunderten wieder den Weg nach Europa für viele verwandte Vertreter dieser voreiszeitlichen thermophilen Vegetation. Leider fehlen bis gegen die Mitte des 19. Jahrhunderts detaillierte Artenlisten mit Angaben z.B. über Einführungszeitpunkt oder Anzahl eingeführter Individuen (Schmid 1956). So können erst die Hinweise aus den Vegetationsbeschreibungen des

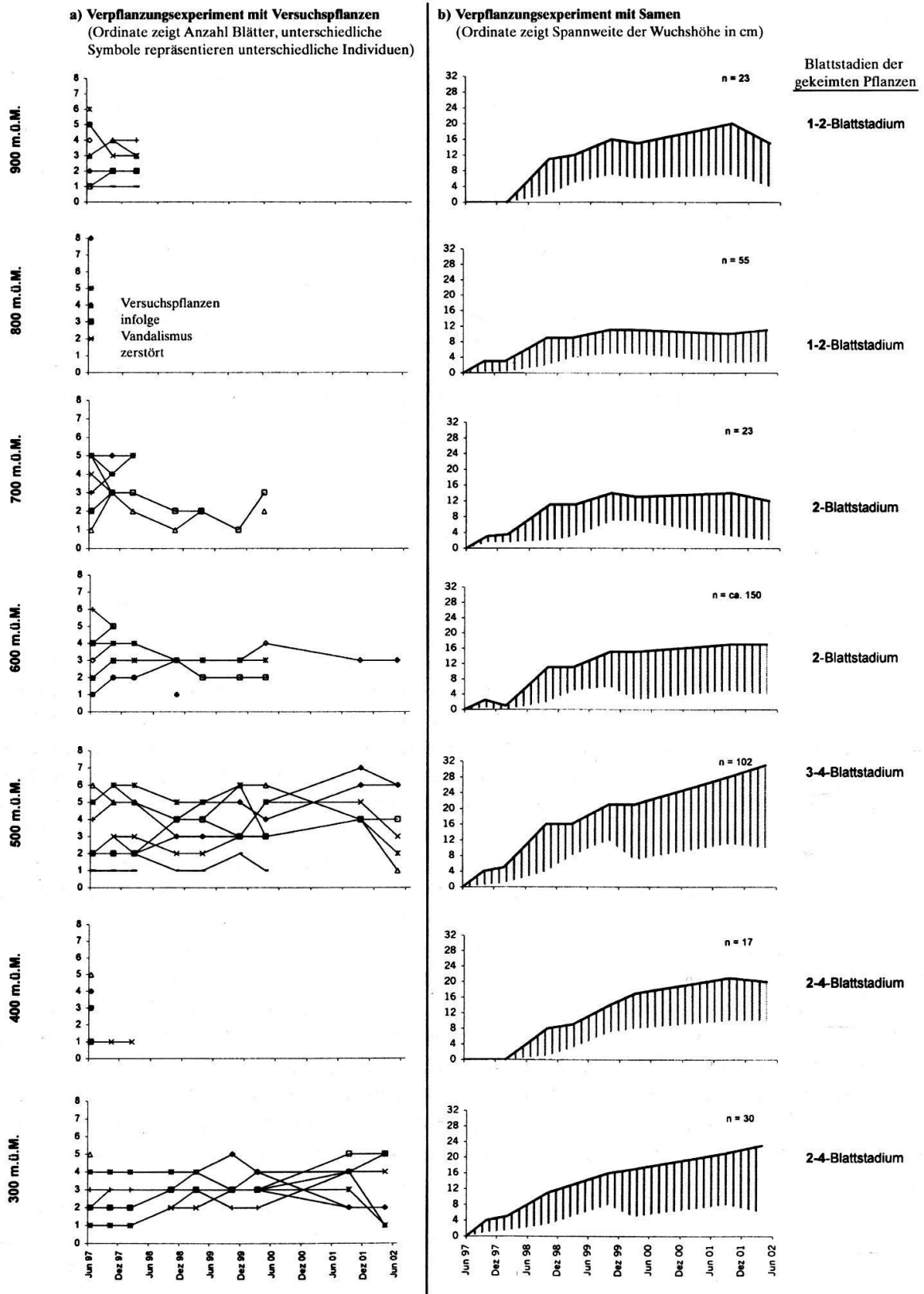


Abb. 4 Verpflanzungsexperiment der Alpensüdseite

a) Entwicklung der verpflanzten Jungpalmen

b) Entwicklung der aus Samen gekeimten Palmen (das Blattstadium wird neben Diagramm angegeben).

frühen 20. Jahrhunderts Aufschluss über verjüngungsfähige Palmenvorkommen im Südtessin geben (Voigt 1920; Schröter 1926, 1936; eine ausführliche Schilderung der Einführungs- und Verwilderungsgeschichte von *Trachycarpus fortunei* liefert Walther 2001a, 2002b). Ob es sich bei den subsontanen Auftreten von *Trachycarpus fortunei* in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts um eine andauernde oder nur vorübergehende Erscheinung gehandelt hat, ist ungewiss (Walther 2002b). Erst in den Aufnahmen von Zuber (1979) erscheint die Hanfpalme auch regelmässiger in Vegetationsaufnahmen. Das damalige Auftreten vorwiegend in der Krautschicht (Abb. 1) ist jedoch ein möglicher Hinweis darauf, dass es der Palme bis in die frühen 70er Jahre nicht gelungen ist, aufzuwachsen, sich zu etablieren und grossflächigere Gebiete nachhaltig zu besetzen. Zusammen mit anderen laurophyllen Arten konnte sie sich ab diesem Zeitpunkt in der Krautschicht festsetzen (Zuber 1979) und in den 80er Jahren rasch in die Strauchschicht aufwachsen (Gianoni et al. 1988). Schliesslich gelang es einigen Vertretern dieser laurophyllen Arten in den 90er Jahren in die Baumschicht vorzudringen (Klötzli et al. 1996; Carraro et al. 1999; Klötzli und Walther 1999; Walther 2001a; Walther et al. 2001a).

Vegetationsaufnahmenvergleich

Die Waldbereiche, in denen sowohl in den früheren wie den neuen Aufnahmen *Trachycarpus fortunei* auftritt, konzentrieren sich auf das Locarnese. Nur in den tiefstgelegenen Waldabschnitten dieser Region konnte die Palme bereits in den 60er und 70er Jahren vereinzelt nachgewiesen werden (Abb. 2). Seither hat sich dieses Bild nachhaltig gewandelt. Ein deutlicher und anhaltender Ausbreitungstrend der Palme ist offensichtlich und kann durch Vegetationsaufnahmen belegt werden. Es besteht kein Zweifel, dass die Hanfpalme in den letzten drei Jahrzehnten im Südtessin Bedingungen vorfindet, die ihr erlauben, auch auf Waldstandorten ohne schützende Eingriffe des Menschen sich gegen die einheimische Vegetation zu behaupten. Aus den Aufnahmen lässt sich ein deutlicher Höhengradient herauslesen. Mit zunehmender Höhe nimmt die Auftretenshäufigkeit der Hanfpalme in den Aufnahmen ab. In grosser Regelmässigkeit tritt *Trachycarpus fortunei* in Waldflächen an Südhängen bis 400 m.ü.M. auf. Darüber und in Nordlagen ist bislang nur mit verstreuten Vorkommen zu rechnen. Eine absolute Obergrenze konnte nicht definitiv festgelegt werden. Aus den Aufnahmen liesse sich eine solche auf ca. 600 m.ü.M. festsetzen, Feldbeobachtungen zeigen allerdings auch noch vereinzelt Vorkommen verwilderter Hanfpalmen in besonders günstigen Lagen bis ca. 780 m.ü.M. (Tab. 2). Wie Verpflanzungsexperimente zeigen, ist ein Überleben von Palmen-Jungpflanzen auch in noch höher gelegenen Waldgebieten zumindest vorübergehend möglich (Abb. 4).

Die maximale Distanz der subsontanen Palmenvorkommen zum Waldrand bzw. zur nächstgelegenen Siedlung (Abb. 3) lässt darauf schliessen, dass es sich im Wald nach wie vor um die erste Generation an verwilderten Palmen handelt (vgl. oben Abschn. Zeitliche Entwicklung). Erste fertile Individuen können jedoch mittlerweile auch vereinzelt im Wald angetroffen werden (Voser 1999), so dass ein nächster Schritt in Richtung Waldesinnern unmittelbar bevorsteht. Entsprechend sind dann auch die Wildpopulationen von *Trachycarpus fortunei* nicht mehr von der Samenquelle der Gärten abhängig.

Die Höhenlage und die Distanz zum Waldrand bzw. zur nächstgelegenen Siedlung sind die Parameter, welche die Standortspräferenz der Hanfpalme in der gegenwärtigen Phase am stärksten beeinflussen (Nesa 1999).

Tab. 2 Höchste Vorkommen verwilderter *Trachycarpus fortunei* (unter Angabe der mit ihnen vorkommenden anderen exotischen laurophyllen Arten) in den Alpentälern des Einzugsgebietes des Tessin.

| Talschaft | Ortschaft mit Meereshöhe | Beobachtungen über verwilderte Individuen |
|------------------|---------------------------------------|---|
| Valle Onsernone | Berzona, 780-790m | – <i>Prunus laurocerasus</i> (bis 2 m) – <i>Lonicera japonica</i> – <i>Trachycarpus fortunei</i> bis 1 m gross |
| | Loco, 750 m (Walther 2000a) | – <i>Prunus laurocerasus</i> – <i>Laurus nobilis</i> – <i>Trachycarpus fortunei</i> (bis ca. 50 cm) |
| Malcantone | Kurhaus Cademario, ~800 m | – <i>Prunus laurocerasus</i> häufig – <i>Viburnum rhytidophyllum</i> vereinzelt – <i>Trachycarpus fortunei</i> 3 Expl. 2–3-Blattstadium |
| | Bosco Luganese, 530 m | – <i>Prunus laurocerasus</i> in Strauchschicht – <i>Trachycarpus fortunei</i> bis 1 m gross |
| Luganenseebecken | Monte Brè, 625–630 m (Küttel 2001) | – <i>Trachycarpus fortunei</i> in Krautschicht |
| Valle Verzasca | Corippo, 565-590 m | – <i>Laurus nobilis</i> bis 35 cm – <i>Trachycarpus fortunei</i> 1 Expl. 1-Blattstadium |
| Langenseebecken | Brissago, 590 m (Walther 1995) | – <i>Prunus laurocerasus</i> in Krautschicht |

Verpflanzungsexperiment

Höhentranspekt auf der Alpensüdseite

Bei der Anlage der Versuchsflächen wurden möglichst homogene Standortbedingungen für die einzelnen Flächen auf den verschiedenen Höhenlagen angestrebt. Da praktisch der ganze tiefergelegene Bereich überbaut ist, war es in dieser unteren Höhenlage schwierig, geeignete Waldflächen zu finden. Die tiefstgelegene Fläche (230 m.ü.M.) wurde infolge Bauarbeiten zum Schutze der nahegelegenen Strasse zerstört. Auf 400 m.ü.M. musste aufgrund mangelnder zur Verfügung stehenden Waldflächen auf eine Ersatzfläche ausgewichen werden, die sich im nachhinein für die verpflanzten Jungpalmen als ungünstig herausstellte. Zu flachgründig war das Substrat vor Ort und die Versuchspflanzen vertrockneten schon bald nach Beginn des Experiments. In den oberen Höhenlagen wurden in einzelnen Flächen Verbissspuren festgestellt, was zu Einbrüchen in der Maximallänge der Pflanzen führte (Abb. 4b, 600 m.ü.M. Febr. 98). Nebst Rehen und Gamsen, die sich in diesen Wäldern aufhalten, wurden auch Ziegen im Wald in unmittelbarer Nähe zu den Versuchsflächen angetroffen (pers. Beob.). Die Fläche auf 800 m.ü.M. fiel Vandalismus zum Opfer. Die markierten Pflanzen wurden ausgerissen und in der Nähe der Versuchsfläche deponiert. Allerdings blieb die Fläche mit den gekeimten Samen vor weiterem Schaden verschont. In den höhergelegenen Lagen wird das Relief sehr steil, was entsprechenden Erosionsdruck auch auf die Versuchsfläche in 900 m.ü.M. zur Folge hat. Diese Störungen beeinträchtigten zwar ein-

zelne Versuchsflächen, lassen aber doch allgemeine Interpretationen aus dem Experiment als Ganzes schliessen.

Die Resultate des Experiments lassen erkennen, dass in dieser frühen Phase der Entwicklung der Jungpflanzen die Anzahl Blätter ein wichtiges Kriterium für die Vitalität und den Wachstumsfortschritt darstellt. *Trachycarpus fortunei* bildet im ersten Jahrzehnt ihres Wachstums eine grundständige Blattrosette. Ein eigentlicher Stamm wird erst in einem späteren Stadium ausgebildet (Walther 2002b; Körner und Stöcklin 1999). Die Länge der einzelnen Blätter widerspiegeln eher die lokalen Nährstoff- und Lichtbedingungen, als dass sie etwas über das Alter der Pflanze aussagen können. Auffällig sind die Fluktuationen in der Blattzahl pro Individuum während der Versuchsdauer (Abb. 4a). Beobachtungen im Feld haben gezeigt, dass die Jungpflanzen sehr häufig im Herbst vom Laub der sommergrünen Arten bedeckt werden, und die immergrünen Palmenblätter unter der z.T. kompakten Laubschicht von Fäulnis befallen werden. Kann eine Jungpflanze nicht genügend rasch aufwachsen, wird sie gezwungen jedes Jahr wieder von neuem Blätter zu bilden. Dies hat zur Folge, dass Pflanzen auf weniger günstigen Standorten, die schon mehrere Jahre im Wachstum begriffen sind, nach wie vor nicht über das 2-Blattstadium hinaus wachsen konnten, ein Stadium, das vitale Pflanzen sonst bereits im ersten Jahr erreichen. Experimente mit wiederholter manueller Entfernung von Blättern bei jungen Palmen haben gezeigt, dass dies in den Folgejahren eine Erhöhung der Mortalitätsrate nach sich zieht (McPherson und Williams 1998). Die Tatsache, dass die Pflanzen im Frühjahr zwecks Vermessung jeweils von der darüberliegenden Blattstreu befreit werden mussten, legt den Schluss nahe, dass dadurch eher ein zu positives Bild der Überlebensfähigkeit insbesondere der Pflanzen in höhergelegenen Versuchsflächen wiedergegeben wird, da Jungpflanzen im Frühstadium empfindlich auf Laubbedeckung reagieren können (Molofsky und Augspurger 1992). Vor diesem Hintergrund lässt sich aus dem Keimungsexperiment die Aussage ableiten, dass während die Jungpflanzen in den tiefergelegenen Flächen von Jahr zu Jahr neue Blätter zulegen können ohne gleichzeitigen Verlust der früher gebildeten, es den Pflanzen in den höhergelegenen Flächen zwar gelingt zu überleben, Wachstumsfortschritte sind im Gegensatz zu den Versuchspflanzen der tiefergelegenen Flächen aber kaum zu verzeichnen (Abb. 4b). Es ist zu erwarten, dass mit dem Fortschreiten der Versuchsdauer dieser Unterschied immer deutlicher zu Tage treten wird. Walther (2000a) kommt aufgrund der Entwicklung von Hanfpalmen in Dauerbeobachtungsflächen zum Schluss, dass oberhalb von 600 m.ü.M. Palmensämlinge zwar überleben, jedoch über mehrere Vegetationsperioden kaum Wachstumsfortschritte erzielen können. Damit sind diese Pflanzen während viel längerer Zeit gezwungen in diesem empfindlichen frühen Entwicklungsstadium (Clark et al. 1998) zu überdauern, was die Wahrscheinlichkeit eines Letalschadens durch eine zu dicke Laubstreuauflage, Steinschlag, Tierfrass oder Bodenfrost erhöht und deshalb kaum mit einem längerfristigen Überleben dieser Pflanzen in dieser Höhenlage zu rechnen ist.

Höhentranspekt auf der Alpennordseite

Beim Verpflanzungsexperiment auf der Alpennordseite nimmt die Überlebensrate der Palmen mit zunehmender Höhe ab (Abb. 5a). Auch zeigen die Versuchspflanzen im Frühjahr deutliche Blattschäden. Im Experiment wurde die Kälteresistenz der *Trachycarpus*-Palme von Winter (1976) geprüft. Dabei trat bei Blättern erwachsener Pflanzen eine 50%ige Schädigung bei -12.9°C und Letalschaden bei -17°C auf. Keimlinge und Jungpflanzen zeigen eine grössere Empfindlichkeit gegenüber Tiefsttemperaturen im Vergleich zu erwachsenen Pflanzen (Sakai und Larcher 1987; für *Trachy-*

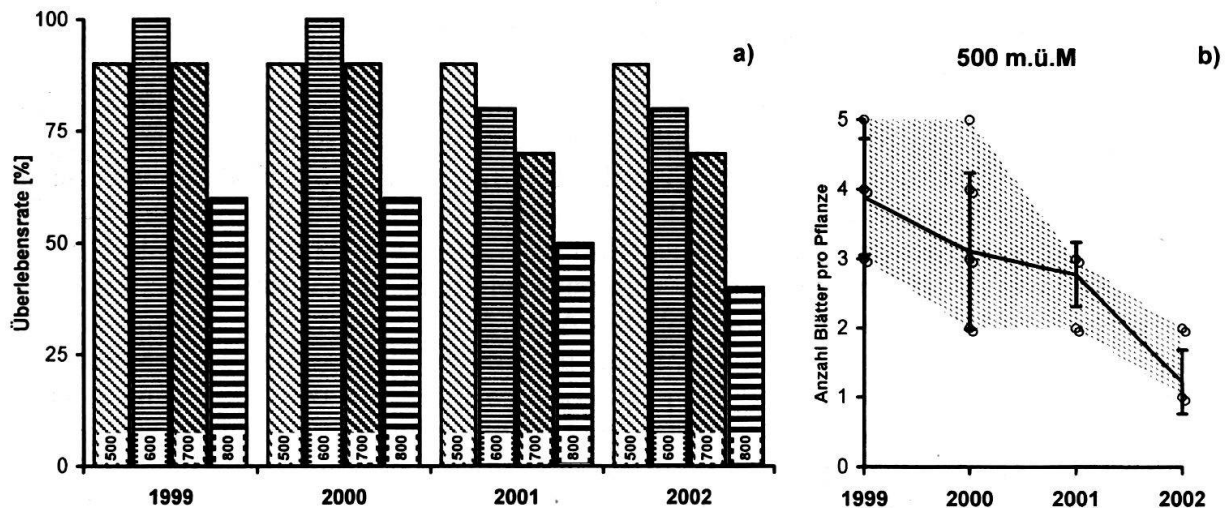


Abb. 5 Verpflanzungsexperiment der Alpennordseite

a) Überlebensraten der verpflanzten Jungpalmen in den verschiedenen Höhenstufen.

b) Entwicklung der Anzahl Blätter pro Pflanze am Beispiel der tiefstgelegenen Versuchsfläche (schraffiert: Spannweite zw. Minima und Maxima, schwarze Linie mit Balken: Mittelwert \pm 1 Standardabweichung, $n = 9$).

carpus siehe auch Walther 2002b). Im Verpflanzungsexperiment auf der Alpennordseite waren nicht selten bei den Blättern des Vorjahres die Blattbasen grün während ab ca. 6-10 cm bis zur Blattspitze die oberen Blatteile braun und vertrocknet sind. Die einheitliche und scharfe Trennlinie lässt darauf schliessen, dass die bodennahen Pflanzenteile durch eine Schneedecke vor den Tiefsttemperaturen geschützt waren, und es sich bei diesen Blattschäden um Erfrierungserscheinungen handelt. Dies würde zur Konsequenz haben, dass das Überleben der Pflanzen abhängig vom Eintreten des nächsten, länger anhaltenden Barfrostereignisses sein wird, bzw. bis das Meristem der Pflanze oberhalb der Schneedecke zu liegen kommt und somit selbst kritischen Wintertemperaturen (s.o.) ausgesetzt wäre. Wachstumsfortschritte der einzelnen Pflanzen sind kaum zu verzeichnen. Im Gegenteil, die kleiner werdende Zahl der Blätter lässt eher auf einen Rückgang der Vitalität der Pflanzen schliessen (Abb. 5b). Eine ähnliche Schlussfolgerung wie bei den höhergelegenen Versuchsflächen des Höhentransekts auf der Alpensüdseite gilt somit auch für die Jungpalmen des Höhentransekts auf der Alpennordseite.

Schlussfolgerungen

Mögliche Faktoren, die ein längerfristiges Überdauern der Palmen in der Vergangenheit verhindert haben könnten

Auch wenn der genaue Zeitpunkt der Ersteinführung von *Trachycarpus fortunei* im Tessin nicht exakt bestimmt werden kann (Walther 2002b), ist davon auszugehen, dass schon vor dem Einsetzen der jüngsten Verwilderungswelle der Palme (*Trachycarpus fortunei*) und anderen immergrünen exotischen Laubholzarten (~1970ff.; Walther et al. 2002), eine genügend grosse Gartenpopulation als potentielle Diasporenquelle zur Verfügung stand (De St. Leger 1913). Am Beispiel von *Cinnamomum glanduliferum*

lässt sich nicht nur die zeitliche Abfolge der Verwilderungsgeschichte rekonstruieren (Sittig 1998; Walther et al. 2001a; Walther 2002a), viele der sehr alten Exemplare, welche die Samenquellen für diese subspontanen Populationen sein müssen, können noch heute in den Gärten und Parks bewundert werden. Das Alter dieser Bäume wurde noch nicht eindeutig datiert, mit Stammumfängen beginnend bei 3.65 m bis maximal 7.80 m (Walther, unpubl. Daten) besteht aber kein Zweifel, dass viele dieser Bäume weit über 100 Jahre alt sein dürften. Ein entsprechendes Alter wird demzufolge auch den Palmen in den Gärten und Parks der alten Villen im Südtessin zugewiesen, da sie aus derselben Heimatregion stammen und dementsprechend etwa zur selben Zeit eingeführt worden sein dürften (Walther 2001a, 2002b).

Auch besteht kein Zweifel, dass die tiefergelegenen Waldgebiete des Südtessins bis ins frühe 20. Jahrhundert einem grossen Nutzungsdruck ausgesetzt waren (Ceschi 1998). Oberdorfer (1964, S. 144) weist darauf hin, „dass es im insubrischen Gebiet des Tessin wie in Mitteleuropa wohl keine Waldfläche mehr gibt, die nicht vom Menschen berührt und durch Weide, Brand und die früher künstlich geförderten Kastanien umgestaltet worden wäre. Wenn wir also nirgends mehr mit „Urwäldern“ oder „ursprünglichen Wäldern“ zu tun haben, so zeigen viele ältere, ausgewachsene Bestände doch oft eine so naturnahe Ausgewogenheit der Vegetation, dass es erlaubt sein mag, von einem aktuellen „natürlichen“ Waldvegetations-Zustand zu sprechen, auch wenn der hundertjährige Kastanienbestand etwa auf Geländeformen stockt, die alte Terrassen und damit den sekundären Bewuchs erkennen lassen.“ Die Geschichte der Palmenverwilderung kann deshalb nicht in einem Gebiet, das über die ganze Zeit vom Menschen völlig unbeeinflusst geblieben ist, nachgeforscht werden. Die Intensität von Waldbewirtschaftung und Waldnutzung wird wohl auch ihre Auswirkung auf das Überleben möglicher verwilderter Hanfpalmen gehabt haben. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass auch heute noch in diesem Gebiet Waldabschnitte genutzt werden; allerdings kann mittlerweile selbst ein lokaler Kahlschlag die dort vorkommende Palmenpopulation nicht ausmerzen, da schon kurze Zeit nach erfolgtem Eingriff die Fläche auch wieder von Jungpalmen eingenommen wird (Walther, pers. Beob.). Wenn aber, wie im Falle des vorgängig zitierten Beispiels (Oberdorfer 1964), Autoren bereits in den 60er Jahren von einem natürlichen Waldvegetations-Zustand sprechen (heute würde wohl der Begriff „naturnah“ dafür Verwendung finden) kann davon ausgegangen werden, dass für das Erreichen eines solchen Waldzustandes schon zu jener Zeit einige Jahrzehnte mit nur geringfügigen anthropogenen Störungen verstrichen sein mussten. Es hätten den Palmen also auch bereits vor den 1960er Jahren Waldflächen zur Verfügung gestanden, auf denen sie sich ungestört hätten ausbreiten können, sofern sie schon damals genügend konkurrenzkräftig gewesen wären bzw. optimalere Umweltbedingungen vorgefunden hätten.

Im weiteren kommt auch dem Faktor Feuer eine besondere Bedeutung für die Zusammensetzung der Südtessiner Wälder zu (Delarze et al. 1992; Tinner et al. 1999). Die Feuerhäufigkeit und -intensität kann zwar einen wesentlichen Einfluss auf die Geschwindigkeit des lokalen Etablierungserfolges dieser Arten haben (Conedera et al. 1999; Grund 2001), allerdings zeigen die Arbeiten von Conedera et al. (1996) auch, dass die Feuer seit den 50er Jahren eher häufiger geworden sind, ein möglicher Hinweis darauf, dass Feuer den „Laurophyllierungsprozess“ (def. nach Klötzli und Walther 1999) nicht in seiner Existenz in Frage stellt. Im weiteren können Dickichte mit laurophyllen Arten die Sensitivität gegenüber Kleinf Feuer möglicherweise etwas verringern (Reinhard et al. 2002), indem sie durch ganzjährige Beschattung des Oberbodens ein feuchteres Mikroklima zu bewahren helfen.

Schliesslich könnten auch methodische Aspekte bei der Entdeckung des Phänomens der Palmenverwilderung eine Rolle gespielt haben. Die detaillierten Schilderungen jeglicher floristischer Besonderheiten in den Arbeiten zur vorigen Jahrhundertwende lassen aber den Schluss zu, dass sicherlich auch wilde Palmen Eingang in diese Publikationen gefunden hätten, wären sie tatsächlich schon zu dieser Zeit häufiger anzutreffen gewesen (Walther 2002b). Als weiterer methodischer Einwand könnte die Tatsache stehen, dass die Vegetationsaufnahmen der 60er Jahre nur in älteren geschlossenen Beständen mit einem harmonischen Vegetationsaufbau gemacht wurden, die frei von allen Störungen durch Verlichtung oder durch Ruderalpflanzen waren (Oberdorfer 1964). Die Daten von Zuber (1979) stellen diesbezüglich eine Ausnahme dar, da er seine Vegetationsaufnahmen nach einem regelmässigen Raster von 100 x 100 m Maschenweite über den ganzen Hang des Monte Brè verteilt, erstellt hatte. Die Wiederholungen in den 90er Jahren relativieren diesen Umstand jedoch stark, da mittlerweile selbst in Flächen, die den Kriterien von Oberdorfer (1964) entsprechen, Palmen in den Vegetationsaufnahmen auftreten (Carraro et al. 1999).

Für die zeitgleiche Ausbreitung der verschiedenen immergrünen Laubholzarten, darunter auch die Palme *Trachycarpus fortunei*, muss also primär ein Faktor entscheidend gewesen sein, welcher sich seit den 70er Jahren spezifisch zu Gunsten dieser Arten geändert haben muss (Walther 2001a, 2002a; Walther et al. 2001a). Klimatische Faktoren, insbesondere die Wintertemperaturen, spielen bei der Verbreitung dieses Pflanzentyps in temperierten Gebieten wohl eine entscheidende Rolle (Woodward 1987; Box 1996; Iversen 1944). Die Hanfpalme erträgt zwar Temperaturen unter dem Gefrierpunkt (Anliker 1950; Winter 1976; Walder 1985), trotzdem ist ihre Nordgrenze massgeblich durch Wintertiefsttemperaturen bedingt. Die Existenz einer thermophilen Art an ihrer Verbreitungsgrenze ist insbesondere auch vom Überleben im Frühstadium abhängig, da die Jungpflanzen empfindlicher gegenüber Kälte reagieren als adulte Pflanzen (Larcher 1995; Boorse et al. 1998; Walther 2002b; Honegger 2002). Im weiteren haben immergrüne Arten wie die Hanfpalme, die in direkter Konkurrenz zu sommergrünen Arten stehen, den Vorteil auch im Winterhalbjahr Photosynthese betreiben zu können, vorausgesetzt die Temperaturen liegen über dem Gefrierpunkt (Zeller 1951; Neményi et al. 1999). Diesem Umstand kommt eine besondere Bedeutung zu, da *Trachycarpus fortunei* den Sommer über unter einer geschlossenen Kronenschicht sommergrüner Baumarten überdauern und damit mit nur wenig Licht auskommen muss (Körner und Walther 2001). Somit spielen Temperaturparameter wie die absoluten Tiefsttemperaturen und die Länge der Vegetationsperiode eine wichtige Rolle für das Überleben immergrüner Arten im Grenzbereich ihres Verbreitungsgebietes (Klötzli 1988; Walther 2002a).

Mit den beiden Höhentransekten wurde versucht, einen solchen Klimagradienten zu simulieren. Temperaturmessungen im Winter 1998/99 auf dem Transekt der Alpensüdseite haben ergeben, dass pro 150 Höhenmeter die Temperatur um ca. 1 °C abnimmt (Walther 2000a). Die längerfristigen Unterschiede der Überlebens- und Wachstumsraten der Palmen zwischen den einzelnen Versuchsflächen können deshalb in erster Linie als Folge der Temperaturunterschiede interpretiert werden, auch wenn im Einzelfall noch weitere Faktoren wie z.B. anthropogene Eingriffe oder Unterschiede in den lokalen Bodengegebenheiten (s.o.) der einzelnen Versuchsflächen für die Interpretation mitzubersichtigen sind. Wie langjährige Messreihen belegen, hat sich in besagtem Zeitraum tatsächlich das Klima sowohl global (IPCC 2001) als auch regional (Beniston et al. 1994; Aschwanden et al. 1996) erwärmt. Der Temperaturgradient mit zunehmender Höhe kommt deshalb einem in klimatischer Hinsicht zeitlichen

Gradienten, zurück in die erste Hälfte des vergangenen Jahrhunderts, nahe. Erkenntnisse, die heute von höher gelegenen Standorten abgeleitet werden können, helfen uns demzufolge, die Situation in tiefergelegenen Lagen vor der Zeit der jüngsten Klimaerwärmung zu veranschaulichen. Tatsächlich kommt die Situation der höchstgelegenen Lagen (Tab. 2) den Beschreibungen des frühen Anfangsstadiums der Palmenausbreitung in den 50er und 60er Jahren in tiefergelegenen Lagen (Dal Vesco 1950; Schmid 1956) des Verwilderungsprozesses sehr nahe. Die suboptimalen Wachstumsbedingungen in höheren Lagen zeigen, dass kurzfristig ein Überleben der Sämlinge durchaus möglich, das Aufwachsen und damit Etablieren einer überlebensfähigen Population, wie wir es heute in tieferen Lagen beobachten, aber offensichtlich erschwert ist. Durch wiederholten Blattverlust werden Reserven aufgezehrt (McPherson und Williams 1998), was mittelfristig zum Absterben der Pflanzen führen kann, selbst wenn die kritischen Minimumtemperaturwerte nicht erreicht werden. Erst wenn die klimatischen Bedingungen es den Pflanzen erlauben, genügend rasch aufzuwachsen und damit nicht mehr dem Risiko des Blattverlustes durch Laubbedeckung oder subletale Erfrierungserscheinungen hinnehmen zu müssen, ist ein längerfristiges Überleben auf dem Wildstandort möglich. Ist die Ausbreitung der Palme demzufolge eine Auswirkung der Klimaänderung?

Palmen in der Schweiz – ein Indiz für die Klimaänderung?

Walther (2002a) hat die Entwicklung der Wintertemperaturen seit Beginn der Messreihen im Südtessin untersucht. Während in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts durchschnittlich 75 Frosttage pro Winterperiode auftraten, verringerte sich dieser Wert seit den 70er Jahren um mehr als die Hälfte (ca. 30 Tage/Jahr). Im weiteren zeigen Carraro et al. (1999), dass sich auch die Wiederkehrsdauer für Tiefsttemperaturen im Vergleich dieser beiden Perioden deutlich verändert hat. Traten in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts Tiefsttemperaturen von unter $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ noch alle 7–8 Jahre auf, so lässt sich eine Wiederkehrsdauer für solche Werte seit den 70er Jahren nur noch statistisch herleiten und auf ca. 50 Jahre beziffern, eingetreten sind sie in dieser Periode nicht mehr. Sollten solche Ereignisse tatsächlich nur noch in Intervallen von 50 Jahren auftreten, sind die Jungpflanzen längst aus dem kritischen Jungstadium herausgewachsen und ebenso robust wie die Pflanzen der Gartenpopulationen. Ein solches Ereignis hätte dann kaum noch Wirkung auf die Wildpopulationen, ausser die Temperaturen würden so tief fallen, dass auch die gepflanzten Palmen dadurch Schaden erleiden würden (Walder 1985). Die heutigen winterlichen Klimabedingungen bedeuten für die immergrünen Pflanzen eine längere Vegetationsdauer als Folge der geringer werdenden Anzahl Frosttage sowie weniger häufige Stressereignisse durch winterliche Tiefsttemperaturen bei gleichzeitig länger werdenden Erholungsphasen zwischen solchen Ereignissen (Walther 2002a). Es ist leicht vorstellbar, dass dieser Umstand den immergrünen Pflanzen zum entscheidenden Vorteil verholfen haben könnte, um sich in Konkurrenz mit den sommergrünen Pflanzen nicht nur vorübergehend zu halten, sondern sich auch längerfristig etablieren zu können (Walther 2001b; Klötzli 2002).

Dieser Umstand könnte auch als mögliche Erklärung dafür dienen, dass in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts ein vorübergehendes Auftreten von *Trachycarpus*-Sämlingen zwar möglich war, die Bedingungen aber das Aufwachsen und Etablieren in Konkurrenz zur laubwerfenden Vegetation (noch) nicht auf dieser breiten Front zugelassen haben, wie dies heute beobachtet werden kann (Walther et al. 2001a; Körner und Walther 2001). Obwohl ein Überleben ausgewachsener Pflanzen in den Gärten möglich war, scheint die Etablierung auf Waldstandorten zu dieser Zeit erschwert

gewesen zu sein (Walther 2002b). Die Klimabedingungen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts könnten etwa denjenigen entsprochen haben, wie wir sie heute oberhalb von ca. 600 m.ü.M. vorfinden (Benicchio und Branca 1994).

Die Ausbreitung der Palme und anderer immergrüner Laubholzarten in der Südschweiz ist nur ein Beispiel für den jüngsten Vormarsch thermophiler Arten in Europa (Kesel und Gödeke 1996; Ott 1996; Vesperinas et al. 2001). Auch in Europa einheimische immergrüne Laubholzarten zeigen an ihrer nördlichen Verbreitungsgrenze deutliche Ausbreitungstendenzen (Berger und Walther 2003). Im weiteren lassen sich Ausbreitungstendenzen von *Trachycarpus fortunei* nicht nur in der Südschweiz beobachten, die Verjüngung findet auch in anderen Grenzlagen des Verbreitungsgebietes der Hanfpalme statt, wie z.B. in SW-England (Bisgrove und Hadley 2002) oder an der Schwarzmeerküste Georgiens (pers. Beob.). Bereits publiziert wurden Meldungen über die subspontane Verjüngung der Hanfpalme in Kroatien (Kovacevic 1998) und Japan (Okutomi und Kamei 1980, 1987). Generell ist zu beobachten, dass ökologische Anzeichen für die laufende Klimaänderung immer deutlicher sichtbar werden (Hughes 2000; McCarty 2001; Walther et al. 2001b, 2002).

Auch wenn eine Beweisführung für die Klimaänderung als mitverantwortlichen Faktor bei der in den letzten drei Jahrzehnten zu beobachtenden Ausbreitung thermophiler Arten wohl nie abschliessend erbracht werden kann (Beerling et al. 1995), sprechen doch viele Indizien dafür, dass die klimatischen Bedingungen der jüngsten Zeit die Überlebens- und Entwicklungschancen für *Trachycarpus fortunei* nicht nur in den Wäldern der Südschweiz sondern auch in den Gärten der Nordschweiz erheblich verbessert haben (Klötzli 1995; Berchtold 2000; Stähler 2000).

Ist die Palme Trachycarpus fortunei nun in der Schweiz einheimisch?

Die Palmenart *Trachycarpus fortunei* wird zwar umgangssprachlich auch „Tessinerpalme“ genannt und in der populären Literatur auch schon explizit als einheimisch bezeichnet (Honegger 2001), trotzdem geht ihr Vorkommen in Europa natürlich auf die Einführung durch den Menschen zurück. Demzufolge wird sie auch weiterhin als „Neophyt“ in der heimischen Flora gelten. Die Häufigkeit und Potenz des Auftretens von *Trachycarpus fortunei* auf Waldstandorten lässt aber den Schluss zu, diese Art als vollkommen eingebürgert bzw. naturalisiert zu betrachten. Auch sind alle Entwicklungsstadien der Art bis hin zu fertilen Individuen auf Waldstandorten zu beobachten (Körner und Stöcklin 1999), so dass der Begriff „Agriophyt“ aus der Terminologie für die verschiedenen Einbürgerungsgrade von Neophyten (Lohmeyer und Sukopp 1992) für die Hanfpalme angewendet werden kann. Damit werden diejenigen Pflanzenarten bezeichnet, die erst durch die Tätigkeit des Menschen in ein Gebiet gelangt sind, aber mittlerweile als feste Bestandteile der natürlichen Vegetation auftreten und in ihrem Fortbestehen nicht mehr auf die Tätigkeit des Menschen angewiesen sind.

Die Hanfpalme hat sich in den letzten drei Jahrzehnten zu einem wesentlichen Bestandteil der Südschweizer Tieflagenwälder entwickelt und kann praktisch in allen Waldgesellschaften dieser Lagen als Begleitart auftreten. Folgerichtig hat diese Art mittlerweile auch schon Aufnahme in der „Flora Helvetica“ (Lauber und Wagner 1998) oder der „Swiss Web Flora“ (WSL 2000) gefunden. Im weiteren führen auch Delarze et al. (1999) den „Laubwald mit immergrünem Unterholz“ als eigenständige Einheit unter den Lebensräumen der Schweiz. Demzufolge ist die Palme zwar in der Schweiz nicht im engeren Sinne des Wortes „einheimisch“, fühlt sich in der Südschweiz aber sehr wohl „heimisch“, was sich durch ein entsprechendes Wachstumspotential auch auf naturnahen Waldstandorten niederschlägt.

Während exotische Arten früher als Symbol für Wohlstand und gesellschaftliches Ansehen standen und so bezeichnete Pflanzen als selten galten, schwierig zu beschaffen und kostenträchtig waren (Kiermeier 1988), wird heutzutage allein die Bezeichnung „Exot“ für fremdländische Arten in manchen Augen bereits mit negativen Implikationen verknüpft (Eser 1998). Auch wenn Paul und Holdenrieder (2000) die Palme aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Grösse kaum als echte Konkurrenz für die einheimischen Waldbäume sehen und Weber (2002) das Vorkommen von *Trachycarpus fortunei* als unproblematisch bezeichnet, werden von anderer Stelle Vorbehalte geäußert. In der Zusammenfassung eines Seminars über städtische Wälder, Parks und Bäume in der Schweiz wird als Problem im Zusammenhang mit den Wäldern das „schnelle Wachstum von Unerwünschtem (verwilderte Gartenpflanzen, exotische Arten und immergrüne, insubrische Vegetation wie *Trachycarpus fortunei* usw.)“ explizit erwähnt (Seeland 1999). Auch wird die Art in der „Grauen Liste“ der Neophyten, „die sich in der Schweiz auszubreiten scheinen und an wenigen Stellen bereits Probleme verursachen“ (Weber et al. 2002) geführt. Ein Phänomen, das in den 60er Jahren nicht als erwähnenswertes Waldbauprobem der Kastanienstufe Insubriens vorhanden gewesen zu sein scheint (Leibundgut 1962), hat mittlerweile bereits Eingang in einen juristischen Prozess gefunden. Im Bundesgerichtsentscheid (BGE 1998) 124_II_165 kann folgendes nachgelesen werden: „Der Begriff des „einheimischen“ Waldbaums sei ohnehin relativ. Es sei schon fraglich, ob man Bäume, die schon seit rund 300 Jahren in der Schweiz verbreitet seien, noch als „fremdländisch“ bezeichnen könne. Zudem seien die meisten dieser sogenannten „fremdländischen“ Bäume vor den Eiszeiten bei uns verbreitet gewesen. Der Waldbegriff dürfe auch nicht statisch aufgefasst werden. Im Wald fänden, ausgelöst von verschiedensten Ursachen (Siedlungseinflüsse, extensive Waldbewirtschaftung, Klimaveränderung, erhöhter Stickstoffeintrag), natürliche Entwicklungsprozesse statt, welche die Waldvegetation signifikant veränderten. So hätten sich z.B. im Tessin eingeführte Zierpflanzen im Wald etabliert, und auch in ungestörten Laubwäldern nördlich der Alpen würden bisher nicht oder kaum beobachtete Arten auftreten“ (Stutz und Girard 1998).

Nach Carraro (unpubl. Daten) fügt sich die Hanfpalme oft harmonisch in das bereits bestehende Artengefüge mit gleichen funktionellen Eigenschaften ein, so z.B. in das *Vinca-Hedera* Gefüge der Krautschicht oder das *Ilex-Taxus-Abies* Gefüge der Strauch- bis unteren Baumschicht. Ein Vergleich der Artenzahlen hat gezeigt, dass Vegetationsaufnahmen mit *Trachycarpus*-Vorkommen nicht weniger artenreich sind als Vegetationsaufnahmen ohne *Trachycarpus*. Durch das zusätzliche Auftreten der Neophyten ändert sich die Gesamtartenzahl eher in die leicht gegenteilige Richtung (Carraro unpubl. Daten; Klötzli 2002). „Die heutige Erweiterung des Artenspektrums der immergrünen Unterschicht kann auch als Zeichen der Erholung der Waldvegetation – im Sinne einer Abnahme der chorologischen Spannung [def. nach Carraro et al. 1999; Anm. des Autors] – interpretiert werden, nachdem in der Vergangenheit physioökologisch und vegetationsstrukturell wichtige Synusien vom Menschen eliminiert bzw. unterdrückt wurden“ (G. Carraro, pers. Mitteilung, Mai 2002; Tinner und Conedera 1995).

Wie auch immer man gegenüber einer exotischen Flora eingestellt ist, die Palme ist – wie schon im Miozän – (wieder) zu einem festen Bestandteil der Südschweizer Flora geworden. Aus der Erkenntnis der Entwicklung der vergangenen drei Jahrzehnte können zwar Hinweise für die Richtung der Waldentwicklung in diesen tieferen Lagen des Südtessins abgeleitet werden, der Ausbreitungsprozess der Hanfpalme und vieler anderer immergrüner Laubholzarten ist aber nach wie vor im Gange und dessen End-

stadium kann bis heute noch nicht abschliessend beurteilt werden (Körner und Stöcklin 1999). Allerdings würden Sofort-Massnahmen zur Ausrottung von *Trachycarpus fortunei* auf Waldstandorten solange nichts bringen, bis nicht auch die Samenquellen in den Gärten eliminiert würden (Myers et al. 2000). Die Wahrscheinlichkeit und Durchsetzbarkeit einer solchen Massnahme ist im Tessin wohl eher als gering zu betrachten. Auf der anderen Seite können aber auch exotische Pflanzen die Erfüllung der lokalen Waldfunktionen unterstützen. Nicht nur, dass die Hanfpalmen der Landschaft des Südtessins den charakteristischen südlichen Charme verleihen, auch in den Wäldern können sie mit ihren dichten Beständen zur Primärfunktion des Waldes in diesen Gebieten, dem Schutz vor Steinschlag, beitragen. Eine radikale Durchforstung könnte deshalb zumindest kurzfristig negative Konsequenzen für die nahegelegenen Siedlungen mit sich bringen. Auch gibt es mittlerweile Beispiele für positive Interaktionen von eingeführten Arten mit Vertretern der einheimischen Lebewelt (Drake et al. 2001). Jüngste Forschungsergebnisse aus Neuseeland zeigen, dass *Trachycarpus*-Pollen mittlerweile ein Hauptbestandteil der Nahrung einer seltenen einheimischen Fledermausart darstellt (P.G. Peterson, pers. Mitteilung, Sept. 02).

Eine Beurteilung der (Uner-)Wünschbarkeit von Palmenvorkommen in der Schweiz sollte demzufolge nicht allein von der Tatsache ausgehen, dass diese Art vor einigen hundert Jahren vom Menschen eingeführt wurde. Sollte man sich tatsächlich eine diesbezügliche Meinung bilden wollen, müsste man sich zuerst ein umfassendes Bild der ökologischen Implikationen des Auftretens von *Trachycarpus fortunei* in den betroffenen Waldbereichen machen, welches auch die längerfristige Entwicklung nicht nur der biotischen Zusammensetzung der Wälder sondern auch der massgeblichen abiotischen Faktoren wie z.B. die fortschreitende Klimaänderung (Knutti et al. 2002; Zwiers 2002) miteinbeziehen würde. Allein die Feststellung der Tatsache, dass eine exotische Art in einem bestimmten Waldbereich auftritt, kann dem Anspruch einer umfassenden ökologischen Beurteilung nicht gerecht werden.

Für die Unterstützung bei der Literaturbeschaffung sei R. Langenauer (Geobotanisches Institut ETHZ) herzlich gedankt. Vegetationskundliche Daten wurden von der WSL (Birmensdorf), R.K. Zuber sowie der DIONE SA (Locarno) freundlicherweise zur Verfügung gestellt. G. Carraro und F. Klötzli sei für Kommentare zu einer früheren Version des Textes gedankt. Die Feldarbeiten fanden im Rahmen des Projekts „Klimaänderung und Naturkatastrophen“ NFP 31 bzw. des durch den Schweizerischen Nationalfonds finanziell unterstützten Projekts Nr. 31-46761.96 statt. Die Arbeiten zu Fluktuationen der Arealgrenzen europäischer immergrüner Laubholzarten werden gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) Projekt Nr. WA 1523/5-1.

Literatur

- Anliker J. 1950. Die im Freien aushaltenden Palmen der Südschweiz. Schweiz. Beitr. Dendrol. 2: 33–51.
- Aschwanden A., Beck M., Häberli C., Haller G., Keine M., Roesch A., Sie R. und Stutz M. 1996. Die Ergebnisse des Projektes Klima 90 Band 1: Auswertungen. Klimatologie 1961–1990, Heft 2 (1/4). Bereinigte Zeitreihen. Klimatologie der Schweiz (Jahrgang 1996). SMA, Zürich.
- Beerling D.J., Huntley B. and Bailey J.P. 1995. Climate and the distribution of *Fallopia japonica*: use of an introduced species to test the predictive capacity of response surfaces. J. Veg. Sci. 6: 269–282.
- Benicchio G. und Branca A. 1994. Gartenflüchtlinge wohin damit? Semesterarbeit, Fach Botanik, Hochschule Rapperswil: 26 S. + Anhang.

- Beniston M., Rebetez M., Giorgi F. and Marinucci M.R. 1994. An Analysis of Regional Climate Change in Switzerland. *Theor. Appl. Climatol.* 49: 135–159.
- Berchtold G. 2000. Die Tessinerpalme erobert die Nordschweiz. *Gartenbau* 8: 20–22.
- Berger S. and Walther G.-R. 2003. *Ilex aquifolium* – a Bioindicator for Climatic Change? *Verh. Ges. Ökol.* 33: 127.
- Bisgrove R. and Hadley P. 2002. Gardening in the Global Greenhouse: The Impacts of Climate Change on Gardens in the UK. Technical Report. UKCIP, Oxford: 115 p.
- BGE 1998. Entscheidungen des Schweizerischen Bundesgerichts. Amtliche Sammlung, 124/II(4): 165–179.
- Boorse G.C., Ewers F.W. and Davis S.D. 1998. Response of Chaparral shrubs to below-freezing temperatures: acclimation, ecotypes, seedlings vs. adults. *Am. J. Bot.* 85/9: 1224–1230.
- Box E.O. 1996. Plant functional types and climate at the global scale. *J. Veg. Sci.* 7: 309–320.
- Brassel P. und Brändli U.-B. (Red.) 1999. Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993–1995. Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf; Bundesamt Umwelt Wald Landsch. (BUWAL), Bern. Haupt, Bern: 442 S.
- Braun-Blanquet J. 1964. *Pflanzensoziologie*. Springer, Wien: 865 S.
- Brönnimann S. 2002. Picturing climate change. *Clim. Res.* 22: 87–95.
- Carraro G., Klötzli F., Walther G.-R., Gianoni P. and Mossi R. 1999. Observed changes in vegetation in relation to climate warming. Final report NRP 31. vdf Hochschulverlag, Zürich: 87 pp.
- Ceschi R. 1998. *Storia del Cantone Ticino. L'Ottocento*. Casagrande, Bellinzona: 819 p.
- Clark J.S., Macklin E. and Wood L. 1998. Stages and spatial scales of recruitment limitation in southern Appalachian forests. *Ecol. Monographs* 68/2: 213–235.
- Conedera M., Marcozzi M., Jud B., Mandallaz D., Chatelain F., Frank C., Kienast F., Ambrosetti P. e Corti G. 1996. Incendi boschivi al Sud delle Alpi: passato, presente e possibili sviluppi futuri. Rapporto di lavoro PNR 31. vdf Hochschulverlag, Zürich: 144 p.
- Conedera M., Hofmann C. and Tinner W. 1999. Vegetation shift and laurophyllisation: the possible role of forest fires. In: Klötzli F. and Walther G.-R. (eds.). *Recent shifts in vegetation boundaries of deciduous forests, especially due to general global warming*. Birkhäuser, Basel: 69–80.
- Dal Vesco E. (Hrsg.) 1950. *Isole di Brissago – Parco botanico del Cantone Ticino*. Guida ufficiale: 55 S.
- Delarze R., Caldelari D. and Hainard P. 1992. Effects of fire on forest dynamics in southern Switzerland. *J. Veg. Sci.* 3/1: 55–60.
- Delarze R., Gonseth Y. und Galland P. 1999. *Lebensräume der Schweiz*. Ott, Thun: 413 S.
- De St. Leger T. 1913. The vegetation of the island of St. Leger in Lago Maggiore. *J. Royal Hort. Soc.* 38: 503–514.
- Drake D., McConkey K. and Morrell T. 2001. Does seed predation by introduced rats threaten or enhance recruitment of *Pandanus* trees in Tonga? 86th Annual Meeting of the Ecological Society of America, 2001, Abstracts. URL: <http://abstracts.allenpress.com/esa-cgi/document.cgi?YEAR=2001andID=24108> siehe dazu auch: http://nasw.org/users/ajacobson/BMN/ESA_Day2.aliens.htm
- Eser U. 1998. Assessment of plant invasions: theoretical and philosophical fundamentals. In: Starfinger U., Edwards K., Kowarik I. and Williamson M. (eds.). *Plant invasions: Ecological mechanisms and human responses*. Backhuys, Leiden: 95–107.
- Gianoni G., Carraro G. und Klötzli F. 1988. Thermophile, an laurophyllen Pflanzenarten reiche Waldgesellschaften im hyperinsubrischen Seengebiete des Tessins. *Ber. Geobot. Inst. Eidgenöss. Tech. Hochsch., Stift. Rübel Zür.* 54: 164–180.
- Grund K. 2001. Untersuchungen zur Feuertoleranz immergrüner Arten im südlichen Tessin. Diplomarbeit, Institut für Geographie der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg: 117 S. + Anhang.
- Hofmann B. 2001. Earth Sciences – Paleontology, systematic collections. URL: http://www.nmbe.ch/abtew/pal_syst_swiss.html
- Honegger A. 2001. Pflanzen des Südens im Norden der Alpen. *Neue Zürcher Zeitung* 94, 24. April 2001: B7.
- Honegger A. 2002. Einige Pflanzen blieben auf der Strecke. *Neue Zürcher Zeitung* 165, 19. Juli 2002: 37.

- Hughes L. 2000. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends Ecol. Evol.* 15/2: 56–61.
- IPCC 2001. Climate change 2001 – the scientific basis. Contribution of the Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge Univ. Press, Cambridge: 881 pp.
- Iversen J. 1944. *Viscum*, *Hedera* and *Ilex* as Climate Indicators. *Geol. Fören. Förhandl.* 66/3: 463–483.
- Kesel R. und Gödeke T. 1996. *Wolffia arrhiza*, *Azolla filiculoides*, *Lemna turionifera* und andere wärmeliebende Pflanzen in Bremen – Boten eines Klimawandels? *Abh. Nat.wiss. Ver. Bremen* 43/2: 339–362.
- Kiermeier P. 1988. Einen Garten ohne Exoten könnte man mit der Natur verwechseln. *Gartenamt* 37: 369–375.
- Klaus G. 2002. Invasive Tier- und Pflanzenarten. HOTSPOT – Informationen des Forum Biodiversität Schweiz 5: 3–5. URL: http://www.biodiversity.ch/download/hotspot_5-2002_d.pdf
- Klötzli F. 1988. On the global position of the evergreen broad-leaved (non-ombrophilous) forest in the subtropical and temperate zones. *Veröff. Geobot. Inst. Eidgenöss. Tech. Hochsch., Stift. Rübel Zür.* 98: 169–196.
- Klötzli F. 1995. Vormarsch der Immergrünen. *Gartenbau* 51/52: 12–15.
- Klötzli F. 2002. Palmenwälder im Tessin? HOTSPOT – Informationen des Forum Biodiversität Schweiz 5: 6. URL: http://www.biodiversity.ch/download/hotspot_5-2002_d.pdf
- Klötzli F., Walther G.-R., Carraro G. und Grundmann A. 1996. Anlaufender Biomwandel in Insubrien. *Verh. Ges. Ökol.* 26: 537–550.
- Klötzli F. and Walther G.-R. 1999. Recent vegetation shifts in Switzerland. In: Klötzli F. and Walther G.-R. (eds.). *Conference on recent shifts in vegetation boundaries of deciduous forests, especially due to general global warming*. Birkhäuser, Basel: 15–28.
- Knutti R., Stocker T.F., Joos F. and Plattner G.-K. 2002. Constraints on radiative forcing and future climate change from observations and climate model ensembles. *Nature* 416: 719–723.
- Körner Ch. und Stöcklin J. 1999. Lorbeer, Bambus, Palmen in der Schweiz? *Sammlung der Berichte eines pflanzenökologischen Praktikums in Locarno des Botanischen Instituts der Universität Basel*: 51 S.
- Körner Ch. and Walther G.-R. 2001. Fingerprints of climate change – concluding remarks. In: Walther G.-R., Burga C.A. and Edwards P.J. (eds.). *Fingerprints of Climate Change – Adapted behaviour and shifting species ranges*. Kluwer Academic / Plenum Publ., New York: 305–316.
- Kovacevic M. 1998. The significance of the spontaneous vegetation in the old garden of the arboretum Trsteno (Croatia). *Acta Bot. Croat.* 55/56: 29–40.
- Küttel K. 2001. *Vegetationskundliche Untersuchungen zur Ausbreitung immergrüner exotischer Gehölze im Luganese*. Diplomarbeit, Geographisches Institut, Universität Zürich: 74 S. + Anhang.
- Larcher W. 1995. *Physiological Plant Ecology*. 3. Auflage. Springer, Berlin: 506 pp.
- Lauber K. und Wagner G. 1998. *Flora Helvetica*. 2. Auflage. Haupt, Bern: 1614 S.
- Leibundgut H. 1962. Waldbauprobleme in der Kastanienstufe Insubriens. *Schweiz. Z. Forstwes.* 113: 164–188.
- Lohmeyer W. und Sukopp H. 1992. Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. *Schr.Reihe Vegetationsk.* 25. Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, Bonn-Bad Godesberg: 185 S.
- Mai D.H. 1995. *Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas*. Fischer, Jena: 691 S.
- McCarty J.P. 2001. Ecological consequences of recent climate change. *Conserv. Biol.* 15/2: 320–331.
- McPherson K. and Williams K. 1998. The role of carbohydrate reserves in the growth, resilience, and persistence of cabbage palm seedlings (*Sabal palmetto*). *Oecologia* 117: 460–468.
- Molofsky J. and Augspurger C.K. 1992. The effect of leaf litter on early seedling establishment in a tropical forest. *Ecology* 73: 68–77.
- Müller A. 2000. *Zur Bedeutung der Vögel für die Ausbreitung von exotischen Pflanzen*. Diplomarbeit, Geobotanisches Institut, ETH Zürich: 81 S.

- Myers J.H., Simberloff D., Kuris A.M. and Carey J.R. 2000. Eradication revisited: dealing with exotic species. *Trends Ecol. Evol.* 15: 316–320.
- Neményi A., Georgakopoulos J.H., Kissimon J., Badacsonyi A. and Horváth G. 1999. Diurnal cycle and photoinhibition of photosynthesis in palm *Trachycarpus fortunei* H. Wendl. under winter and summer conditions. *Z. Naturforsch.* 54c: 658–664.
- Nesa R. 1999. L'espansione di specie esotiche nei boschi della zona di Brissago. Dipartimento del territorio del Cantone Ticino, Divisione dell'ambiente, Sezione forestale, Ufficio VIII circondario, 24 p. + Annesso.
- Oberdorfer E. 1964. Der insubrische Vegetationskomplex, seine Struktur und Abgrenzung gegen die submediterrane Vegetation in Oberitalien und in der Südschweiz. *Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschl.* 23/2: 141–187.
- Okutomi K. and Kamei H. 1980. Composition of mature population of *Trachycarpus fortunei* in the national park for nature study in Tokyo. *Misceellaneous Reports of the National Park for Nature Study* 11: 77–87.
- Okutomi K. and Kamei H. 1987. Effects of *Aucuba japonica* on the growth of *Trachycarpus fortunei* in the National Park for Nature study, Tokyo. *Papers on plant ecology and taxonomy to the memory of Dr. Satoshi Nakanishi. The Kobe Geobotanical Society, Japan:* 291–302.
- Ott J. 1996. Zeigt die Ausbreitung der Feuerlibelle in Deutschland eine Klimaveränderung an? *Nat.schutz Landsch.plan.* 28/2: 53–61.
- Paul L. und Holdenrieder O. 2000. Klima und Pflanzen Insubriens. In: Bodmer H.-C., Holdenrieder O. und Seeland K. (Hrsg.). *Monte Verità. Huber, Frauenfeld:* 63–102.
- Reinhard M., Alexakis E. et Rebetez M. 2002. Incendies de forêts au Sud des Alpes et en Australie. *La Forêt* 3: 22–23. URL: <http://wslar.epfl.ch/rubrique/year2002/rubr0302.html>
- Reisigl H. und Keller R. 1994. *Alpenpflanzen im Lebensraum.* 2. Auflage, Fischer, Stuttgart: 149 S.
- Sakai A. and Larcher W. 1987. *Frost Survival of Plants. Ecological Studies* 62, Springer, Berlin.
- Schmid E. 1956. *Flora des Südens.* 2. Aufl., Rascher, Zürich: 167 S.
- Schröter C. 1926. *Exkursion der Volkshochschule ins Tessin, 22.–24. Mai 1926. Pflanzenliste.*
- Schröter C. 1936. *Flora des Südens.* Rascher, Zürich: 151 S.
- Seeland K. 1999. *Städtische Wälder, Parks und Bäume. Zusammenfassung des Seminars über städtische Wälder, Parks und Bäume in der Schweiz am 22. September 1999 in Zürich.* URL: <http://www.fowi.ethz.ch/ppo/Coste12/d/workshop1.html>
- Sittig E. 1998. *Dendroökologische Rekonstruktion der Einwanderungsdynamik laurophyller Neophyten in Rebbrachen des südlichen Tessins. Diplomarbeit, Fachbereich Geographie, Philipps-Universität Marburg/Lahn:* 138 S.
- Stähler M. 2000. *Palmen in Mitteleuropa. The European Palm Society, München:* 71 S.
- Stutz H.-P. und Girard P. 1998. *Vom Park zum Wald..., ein Streifzug durch den Gesetzesdschungel. Schweiz. Beitr. Dendrol.* 45: 53–59.
- Tinner W. e Conedera M. 1995. Indagini paleobotaniche sulla storia della vegetazione e degli incendi forestali durante l'Olocene al Lago d'Origlio (Ticino meridionale). *Boll. Soc. Sci. Natur.* 83/1–2: 91–106.
- Tinner W., Hubschmid P., Wehrli M., Ammann B. and Conedera M. 1999. Long-term forest fire ecology and dynamics in southern Switzerland. *J. Ecol.* 87/2: 273–289.
- Vesperinas E.S., González Moreno A., Sans Elorza M., Sánchez E.D., Sánchez Matta D. and Gavilán R. 2001. The expansion of thermophilic plants in the Iberian Peninsula as a sign of climatic change. In: Walther G.-R., Burga C.A. and Edwards P.J. (eds.). *Fingerprints of Climate Change – Adapted behaviour and shifting species ranges. Kluwer Academic / Plenum Publ., New York:* 163–184.
- Voigt A. 1920. *Beiträge zur Floristik des Tessins. Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 18/19: 332–357.
- Voser P. 1999. Causes of shifts in vegetation in the past and present. In: Klötzli F. and Walther G.-R. (eds.). *Conference on recent shifts in vegetation boundaries of deciduous forests, especially due to general global warming. Birkhäuser, Basel:* 53–59.
- Walder M. 1985. Die Auswirkungen des Kälteeinbruchs im Januar 1985 auf wärmeliebende Pflanzen in einem Tessiner Garten. *Schweiz. Beitr. Dendrol.* 35: A189–A199.

- Walther G.-R. 1995. Ausbreitung und Grenzen laurophyller Arten im Südtessin. Diplomarbeit, Geobotanisches Institut, ETH Zürich: 37 S. + Anhang
- Walther G.-R. 1997. Longterm changes in species composition of Swiss beech forest. *Ann. Bot. (Roma)* 55: 77–84.
- Walther G.-R. 1999. Distribution and limits of evergreen broad-leaved (laurophyllous) species in Switzerland. *Bot. Helv.* 109/2: 153–167.
- Walther G.-R. 2000a. Laurophyllisation in Switzerland. *Diss. ETH Nr. 13561*: 140 pp. URL: <http://e-collection.ethbib.ethz.ch/show?type=diss&nr=13561>
- Walther G.-R. 2000b. Climatic forcing on the dispersal of exotic species. *Phytocoenologia* 30/3–4: 409–430.
- Walther G.-R. 2001a. Laurophyllisation – a sign for a changing climate? In: Burga C. and Kratochwil A. (eds.). *Biomonitoring: General and applied aspects on regional and global scales*. Kluwer, Dordrecht: Tasks for vegetation science. 35: 207–223.
- Walther G.-R. 2001b. Palmen in der Schweiz – ein Indiz? *Bulletin ETH Zürich* 280: 38–41.
- Walther G.-R. 2002a. Weakening of climatic constraints with global warming and its consequences for evergreen broad-leaved species. *Folia Geobot. Phytotaxon.* 37: 129–139.
- Walther G.-R. 2002b. Die Verbreitung der Hanfpalme *Trachycarpus fortunei* im Südtessin – 50 Jahre nach der Erstaufnahme. *Schweiz. Beitr. Dendrol.* 47: 29–41.
- Walther G.-R. and Grundmann A. 2001. Trends of vegetation change in colline and submontane climax forests in Switzerland. *Bull. Geobot. Inst. ETH* 67: 3–12.
- Walther G.-R., Carraro G. and Klötzli F. 2001a. Evergreen broad-leaved species as indicators for climate change. In: Walther G.-R., Burga C.A. and Edwards P.J. (eds.). *Fingerprints of Climate Change – Adapted behaviour and shifting species ranges*. Kluwer Academic/Plenum Publ., New York: 151–162.
- Walther G.-R., Burga C.A. and Edwards P.J. 2001b. *Fingerprints of Climate Change – Adapted behaviour and shifting species ranges*. Kluwer Academic / Plenum Publ., New York: 329 pp.
- Walther G.-R., Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., Beebee T.J.C., Fromentin J.-M., Hoegh-Guldberg O. and Bairlein F. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416: 389–395.
- Weber E. 2002. Gebietsfremde Pflanzenarten in der Schweiz. *HOTSPOT – Informationen des Forum Biodiversität Schweiz* 5: 10–11. URL: http://www.biodiversity.ch/download/hotspot_5-2002_d.pdf
- Weber E. et al. 2002. Schwarze Liste und Graue Liste und “Watchlist“. URL: www.cps-skew.ch/deutsch/neoph22.2_d.pdf
- Winter A. 1976. Die Temperaturreistenz von *Trachycarpus fortunei* Wendl. und anderen Palmen. *Diss. Universität Innsbruck*: 79 S.
- Woodward F.I. 1987. *Climate and Plant Distribution*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- WSL 2000. Swiss Web Flora. URL: <http://www.wsl.ch/land/products/webflora/m1/lat-deT.html>
- Zeller O. 1951. Über die Assimilation und Atmung der Pflanze im Winter bei tiefen Temperaturen. *Planta* 39: 500–526.
- Zuber R.K. 1979. Untersuchungen über die Vegetation und die Wiederbewaldung einer Brandfläche bei Locarno (Kanton Tessin). *Beih. Z. Schweiz. Forstver.* 65.
- Zwiers F.W. 2002. The 20-year forecast. *Nature* 416: 690–691.