

# Über eine Anpassung unseres Wollkrauts in der Puna auf Hawaii

Frank Klötzli (Wallisellen)

## Zusammenfassung

Auf dem Sattel zwischen Mauna Loa und Mauna Kea auf Big Island (Hawaii) war früher der klassische Wuchsort von *Argyroxiphium sandwicense*, eines Kerzenstammes, der entsprechend den Pflanzen (sub-)tropischer Hochgebirge mit Puna- und Paramo-Vegetation glich.

Nach dem Aussterben des Silberschwerts erschien in den 1940er Jahren ein Neophyt aus Europa (Grossblütiges Wollkraut oder Königskerze; Eigenarten siehe v. a. STARR et al., 2003), der sich im gleichen Gebiet ausbreitete. Dabei änderte sich seine Lebensform: von biannuell wurde sie pluriannuell, und der früher krautige Schaft der Pflanze wurde holzig, zudem sehr viel dicker. Oberhalb der Waldgrenze erschien überdies der Blütenstand der Pflanze in oft stark verbänderter Form und näherte sich so der früheren Lebensform des Silberschwerts.

Diese konvergente Form erinnert uns an höhere Organismen, die sich unter vergleichbaren Bedingungen an früher vorhandene Lebensformen anpassten und damit an die herrschenden Umweltbedingungen. Diese Anpassung geschah in der sehr kurzen Zeit von weniger als vierzig Jahren.

Unter Berücksichtigung der obigen Ergebnisse tendieren Neophyten offensichtlich dazu, sich bei Adaptation klar an bewährte Baupläne zu halten.

«Invasive Arten» und «Biodiversität» sind zwei vertraute Schlüsselwörter in der organismischen Biologie. Selten aber wird ein Wort darüber verloren, ob bei ankommende Neophyten sich überhaupt verändern, also sich einem evolutiven Geschehen unterwerfen, mit anderen Worten ihre Durchsetzungsfähigkeit verbessern. Dies könnte sich mit Anpassungen ökophysiologischer und morphologischer Art abspielen.

## On possible adaptations of Mullein (*Verbascum*) in Puna regions on Big Island (Hawaii)

In former days, the saddle between Mauna Loa and Mauna Kea on Big Island (Hawaii) was a classical site for *Argyroxiphium sandwicense*, the Silversword, resembling similar plants with a candle-like stem on (sub)tropical highland with Puna- and Paramo-vegetation.

After the local extinction of this endemic plant a neophyte (*Verbascum thapsus*, Mullein) from Europe established itself in the same area (around the forties), changing its life form: from biannually it became pluriannually, the stem developing from herby to woody and considerably thicker. And above timber line the inflorescence became fasciated and therefore resembling the Silversword, and adapting to the same niche.

This convergent form reminds us of organisms adapting to environmental conditions by changing their original form to a new life form suitable to its new ecological niche in a very short period (less than 40 years).

Considering the above-mentioned results, it is obvious that neophytes tend to obey proven construction plans.

Invasive species and biodiversity are two common key words in organismic biology. However, rather seldom, consideration is given to possible morphological or eco-physiological adaptations in arriving neophytes. They might drive them to undergo evolutionary processes. Subsequently, this might improve their capacities to maintain themselves. – Special observation should be given to such processes.

**Schlagwörter:** *Argyroxiphium sandwicense* – Kerzenstamm – Verbänderung – Konvergenz – Puna – Anpassung – Neophyt

**Key words:** *Argyroxiphium sandwicense* – candle-like stem – fasciation – convergence – Puna – adaptation – neophyte

## 1 EIN NEOPHYT VERÄNDERT SICH

In diesem Kurzbericht wird an einem Beispiel aus den Hawaii-Inseln aufgezeigt, inwieweit sich Veränderungen an der Morphologie, ja an der gesamten Lebensform einem aus Europa einwandernden Neophyten zur Ausbreitung verholften haben. Ähnlich wie im Ursprungsland hat sich die Art auf trocken-steinigen bis felsigen Standorten pionierartig angesiedelt. Es wird auch deutlich, wie die neue Form sich konvergent zu einer früher vorhandenen Art entwickelt hat (Einzelheiten zur Lokal-Geographie und -Vegetation in KLOETZLI, 1994; Flora in SOHMER & GUSTAFSON, 1987; WAGNER et al., 1999).

Das Geschehen hat sich auf dem Sattel zwischen Mauna Loa und Mauna Kea auf Big-Island zwischen ca. 2100 m bis 3300 m (bei 20° NB) abgespielt, und zwar ab ca. 1948 (JUVIK & JUVIK, 1984, 1992) (vgl. Abb. 1, 2). Trotz den noch relativ jungen vulkanischen Böden erstreckt sich dort oberhalb der Waldgrenze (Wald mit *Metrosideros polymorpha*) und vermischt mit *Sophora*-Busch und heidenartiger

Vegetation eine schwach geneigte Ebene mit einem Puna-artigen Ökosystem.

Vor der Ankunft der Weissen (bzw. seiner Haustiere, vor allem Ziegen) wuchs im oberen Waldbereich bis hinauf in den mittleren Puna-Bereich die typische Lebensform eines «Kerzenstammes» aus der Gattung *Argyroxiphium* (hier: *sandwicense*; Asteraceae, «Silversword». Abb. 3, 4). Also hatte sich auch auf dieser Insel eine Lebensform entwickelt wie in ähnlicher Waldgrenzlage auf Teneriffa (Kanarische Inseln) in konvergenter Form aus der Fam. Boraginaceae mit *Echium wildpretii* (Abb. 5) und ähnlichen kleineren Kerzenformen aus der Gattung.

Unter ähnlichen Bedingungen auf dem Festland und anderen (sub-)tropischen Inseln erscheinen vergleichbare Lebensformen aus den Lobeliaceae auf dem Festland der ostafrikanischen Hochgebirge [mit *Lobelia* div. spec.] und den mittleren Anden aus der Fam. der Bromeliaceae (mit *Puya* div. spec.), meist vereint mit Schopfbäumen aus den Asteraceae (*Senecio* bzw. *Espeletia* div. spec.), Lobeliaceae



Abb. 1. Überblick über das Sattelplateau zwischen Mauna Loa und Mauna Kea mit *Sophora* – und *Verbascum*-Gruppen. (Photo: Sunder)

Fig. 1. View on the saddle between Mauna Loa and Mauna Kea with groups of *Sophora* and *Verbascum*. (Photo: Sunder)



Abb. 2. Cinder Cone (Aschentrichter) mit *Sophora-Acacia* scrub. *Verbascum*-Flur in dieser Höhe +/- nicht verändert. (Photo: Klötzli)  
Fig. 2. Cinder Cone with *Sophora-Acacia* scrub. *Verbascum* stand not altered at this elevation. (Photo: Klötzli)

(*Lobelia*) und *Bromeliaceae* (*Puya*). Eine viel ältere konvergente Lebensform bei den Baumfarne hatte sich schon im Erdaltertum bei der Gattung *Cyathea tomentosissima* in den Paramo-Lagen im feuchten Hochgebirge Irian Jayas durchgesetzt. (Näheres zur Puna siehe z. B. in WALTER & BRECKLE, 1983–91; RAUH, 1988; KLOETZLI, 1990)

## 2 ENTSCHEIDENDE VERÄNDERUNGEN

Ausgehend von flacheren Lagen an der Kona-Küste (ab etwa dem Jahr 1910) zeigte sich unser bekanntes Wollkraut (*Verbascum thapsus*, Scrophulariaceae) etwa 40 Jahre später entlang der Sattel-Strasse ob Himo. Anfangs breitete es sich nur im Waldgrenz-Bereich merklich aus (DEGENER, 1946, ohne Angaben von veränderten Formen). Aber es veränderte sich im Aufbau und in der Form recht schnell. Damit steht es im Gegensatz zur Form und zur Häufigkeit der Pflanze auf La Réunion, wo sie indessen ohne Veränderungen auftritt (siehe in CADET, 1974, sowie JUVIK & JUVIK, 1992).

Desgleichen ist die Art auf Teneriffa viel seltener und ohne neue morphologische Anpassungen (Abb. 4). Auf dem Sattel verändert sich ihre Erscheinungsform wie folgt:

- Sie erreicht Wuchshöhen von 3 bis 4 m (europäische Werte gemäss Flora Europaea, TUTIN et al., 1972: 0,5–2 m).
- Die Stengelbasis vergrössert sich auf einen Durchmesser von 5–8 cm (in Europa: 1–2 cm).
- Der untere Stammbereich wurde holzig (in Europa i. d. R. nur krautig und nicht verzweigt, ausser in SE-Spanien).
- Sie blüht in einem Alter von mehr als 2 Jahren (Europa: 2 Jahre).
- Viele Individuen unterlaufen Verbänderungen (Schätzung  $\geq 20\%$ ).
- Das Holz weist eine spezielle Gewebestruktur auf, die sich bis anhin mit keiner anderen Art vergleichen lässt (SCHWEINGRUBER, mündl. Mitteilung, Art mit spez. Holzhistologie).



Abb. 3. *Argyroxiphium sandwicense*, Asteraceae (Fundstelle: Haleakala Crater, Maui).

Fig. 3. *Argyroxiphium sandwicense*, Asteraceae (Locality: Haleakala Crater, Maui). (Photo: Klötzli)

Im gesamten Puna-Bereich oberhalb der Wälder (vgl. Tab. 1 lit. cit.) ergab sich eine Invasionsfläche von ca. 2000 km<sup>2</sup> innerhalb von ca. 80 Jahren.

### 3 MÖGLICHE WEGE ZUR ADAPTATION

Mit diesen morphologischen Unterschieden zur Stammform aus Europa nähert sich unsere Königskerze «Speziations-nah» bereits einem Kerzenstamm, verstärkt durch die ungewöhnlich häufige Verbänderung, die nach Umfragen auf das Wollkraut anderswo nicht zutrifft und in den Floren nicht gemeldet wird. Bei meinem Besuch (1988) waren die verbänderten Wuchsformen im gesamten Sattel-Gebiet zu beobachten (auf mind. 10 km<sup>2</sup>). Nach Aussagen von KUEFFER (mündl. Mitteilung 2008) hat sich nach 20 Jahren daran nichts geändert.



Abb. 4. *Verbascum thapsus*, Scrophulariaceae, stark verbändert.

Fig. 4. *Verbascum thapsus*, Scrophulariaceae, strongly altered (fasciated). (Photo: Sunder)

Daraus lassen sich einige vorsichtige Schlüsse ziehen:

1. Wird eine ökologische Nische mit einer besonderen Lebensform frei, so kann sich ein Neophyt auf diesen freien Platz setzen, allenfalls unter Adaptation an die früher vorhandene Lebensform (dies in Übereinstimmung mit Darwins Wahrnehmungen auf Galapagos).
2. Bei unserem Beispiel ist die Adaptation an vielen Pflanzenteilen ziemlich konvergent der früheren bewährten Lebensform nachempfunden und eine typische Form in der weltweit verbreiteten Puna-Vegetation, dem tropisch/subtropischen Grasland-Orobium, bei unserem Falle der trockenen bis mässig feuchten Puna. Dabei wird mit den Kerzenstämmen auf grösstmögliche Art der für die Samen-Reifung ungünstigen bodennahen Luftschicht ausgewichen. Die Keimung dürfte sich in besonderen skelettreichen und somit schutzspendenden Teilen der



Bodenoberfläche abspielen, mithin einer Anpassung an das Tageszeitenklima wie bei den übrigen Kerzenstämmen folgen (siehe auch BASKIN & BASKIN, 1981).

3. Gelegentlicher (Nass-) Schneefall und stärkere Winde verlangen eine Stabilisierung des «Stammes» mittels röhrenförmiger Verdickung und Verholzung.
4. Die altbewährte Lebensform des Kerzenstammes aus dem Paläophyticum – am besten vertreten bei den Offenland-Baumformen der Paramo im Westen Neu-Guineas oder bei den *Lomatia*-Stämmchen in den Quellsümpfen in Waldgrenzlagen der Sierra de Talamanca Costa Ricas – etabliert sich in augenfälliger Weise an diesen Neophyten. Kurz: «Altbewährtes setzt sich durch», in diesem Falle die Puna-Lebensform «Kerzenstamm» (vgl. auch Entsprechendes in der Konvergenz für die Tierwelt, LEVINGTON, 1993).

Offensichtlich ist bei *Verbascum thapsus* vor rund siebenzig Jahren ein «Suchprozess» initiiert worden, indem die ursprüngliche Art sich mit den erwähnten Veränderungen v. a. in der ökologischen Nische von *Argyroxiphium sandwicense* hat durchsetzen können. Mit dieser optimalen Adaptation an Puna-Bedingungen nähert sich die Art einer dauerhaften, beständigen und bewährten Lebensform.

Abb. 5. *Echium wildpretii*, Boraginaceae (zum Vergleich: von den Cañadas auf Teneriffe, Kanarische Inseln) (Photo: Sigg)

Fig. 5. *Echium wildpretii*, Boraginaceae (to compare with Silversword from the Cañadas, on Teneriffe, Canary Islands) (Photo: Sigg)

Tab. 1. Lagen maximaler Dichte, Grösse, Verbänderung, Polykarpie von *Verbascum thapsus* auf Big Island, Hawaii (nach JUVIK & JUVIK, 1992)<sup>1)</sup>

Verbänderung im Vgl. zur Normalform	Höhe ü. M. / m	Maximalwerte (in den kartierten Probeflächen)
1. Vielstämmigkeit (bzw. sekundäre Rosetten) (Polykarpie)	Ab > 2100	40–60 % 60% auf 3000 m
2. Verbänderung <sup>2)</sup>	> 2100–ca. 2500	31 % / 35 % von reifen Pflanzen < 2000 m keine Verbreitung
3. Wuchshöhe der Kerze	> 2100/2500	DS 140 cm (50–325 cm), max. 3–4 m, ab 2500 m Gigantismus mit «insulärer Arboreszenz» für Rosettenpflanzen; v. a. Maxima bei Rubrik 1, 2, 3 und Verholzung
4. Dichte pro 100 m <sup>2</sup>	Ab 2000–2750 (1625) 1800–2000 (3300)	> 190 Sprosse (max.) 160–180, 110–160
5. Rosetten-Durchmesser	> 2250	DS 67 cm, max. 70–150 cm

Bemerkungen:

«It is particularly ironic that mullein appears to be filling a niche similar to that vacated by Hawaii's endemic Silversword...» (JUVIK & JUVIK, 1992)

<sup>1)</sup> meist auf gestörten Standorten v. a. früheren Weideflächen

<sup>2)</sup> Fixierte genetische Umwandlung noch offen; evtl. primär Frostwirkung, auch bei *Echium* ab 2000 m (unterhalb 2000 m selten Frost)

Sattel: günstig wegen häufigem Nebel

Im W: Konkurrenz der Grasartigen

In einer Zeit neuerer klimatischer Entwicklungen war es für uns von besonderem ökologischen Interesse, solchen Adaptationsmöglichkeiten nachzuspüren, um bei etwaigen Neophyten Einschränkungsmöglichkeiten und ihre Auswirkungen rechtzeitig zu ergründen. Gerade das Überschreiten wärmeabhängiger Grenzlagen ist ein Prozess, der bei einigen Neophyten aktuell stattfindet und in einigen Ökosystemen neue Konkurrenzbedingungen mit unvorhersehbaren Reaktionen schafft, die vom wirtschaftenden Menschen spezielle Massnahmen erfordert.

In diesem Sinne ist es für uns von Interesse, abweichenden Wuchsformen solcher Neophyten nachzugehen, um ihre Auswirkungen abzuklären.

#### 4 VERDANKUNGEN

Für spezielle Literatur zu *Verbascum* danke ich insbesondere Herrn Prof. Dr. Rolf Rutishauser. Weitere Verdankungen an amerikanische Kollegen siehe in KLOETZLI, 1994.

#### 5 LITERATUR

- BASKIN, J.M. & BASKIN, C.C. 1981. Seasonal changes in germination responses of buried seeds of *Verbascum thapsus* and *V. blattaria* and ecological implications. *Can. J. Bot.* 59, 1769–1775.
- CADET, T. 1974. Étude sur la végétation des hautes altitudes de l'île de La Réunion (Océan Indien). *Vegetatio* 29(2), 121–130.
- CARLQUIST, SH. 1980, 1985. Hawaii, a natural history. 2<sup>nd</sup> ed. Honolulu (Pac. Trop. Bot. Gard.), 468 pp.
- DEGENER, O. 1946, 1932–80. Flora Hawaiiensis 5. Honolulu (private).
- JUVIK, J.O. & JUVIK, S.P. 1984. Mauna Kea and the myth of multiple use: endangered species and mountain management in Hawaii. *Mountain Res. and Devel.* 4(3), 191–202.

JUVIK, J.O. & JUVIK, S.P. 1992. Mullein (*Verbascum thapsus*): The Spread and Adaptation of a Temperate Weed in the Montane Tropics. In: *Alien Plant Invasions in Native Ecosystems of Hawai'i*, C. P. Stone, C.W. Smith, and J.T. Tunison, eds. University of Hawai'i Press, Honolulu, HI. <http://www.hear.org/books/apineh1992/pdfs/apineh1992.pdf>

KLOETZLI, F. 1990. African mountain grasslands in their global context with an overview on Puna as an orobiome. In: «Dynamics of a tropical mountain ecosystem», M. WINIGER, U. WIESMANN & J.R. RHEKER Hrsg., pp. 75–81. *Proceed. Intern. Workshop on Ecology and Socio-Economy of Mount Kenya Area 1989*. *Afric. Stud. Ser. A8*, Geogr. Bern, UNESCO/IUBS.

KLOETZLI, F. 1993. Dornpolster und Kissenpolster – zwei divergierende Adaptationen. *Festschr. Zoller. Diss. Bot.* 196, 155–162.

KLOETZLI, F. 1994. Vegetation als Spielball naturgegebener «Bauherren» (am Beispiel von *Verbascum* in der «Puna» Hawai'i's). *Festschr. Ellenberg. Phytocoenol.* 24, 667–675.

LEVINGTON, J.S. 1993. Die explosive Entfaltung der Tierwelt im Kambrium. *Spektrum Wissensch.* 1993, 54–62.

RAUH, W. 1988. Tropische Hochgebirgspflanzen. Wuchs und Lebensform. Springer, Berlin/Heidelberg, 206 pp.

SOHMER, S.H. & GUSTAFSON, R. 1987. Plants and Flowers of Hawaii. Univ. of Hawaii Press, Honolulu, 160 pp. (Lit!).

STARR, F., STARR, K. & LOOPE, L. 2003. *Verbascum thapsus*. [http://www.hear.org/starr/hiplants/reports/pdf/verbascum\\_thapsus.pdf](http://www.hear.org/starr/hiplants/reports/pdf/verbascum_thapsus.pdf)

TUTIN, T.G. 1972. Hrsg. *Flora Europaea* 3. Cambridge Univ. Press, 211 pp.

WALTER, H. & BRECKLE, W. 1983–91. *Ökologie der Erde*. 4 Bde. G. Fischer, Stuttgart, 238 + 461 + 587 + 586 pp.

WAGNER, W.L., HERBST, D.R. & SOHMER, S.H. 1999. *Manual of the Flowering Plants of Hawai'i*. 2 vols. Bishop Museum Special Publication 83, University of Hawai'i and Bishop Museum Press, Honolulu, HI.

Prof. em. Dr. F. Klötzli, Gartenstrasse 13, CH-8304 Wallisellen.