

Ein salztoleranter Ökotyp von *Phascum cuspidatum* var.  
*piliferum* (HEDW.) HOOK. & TAYLOR an den Salinen  
von Bad Kreuznach und Bad Münster a.St.

Albert Oesau

**Zusammenfassung:** OESAU, A. (2008): Ein salztoleranter Ökotyp von *Phascum cuspidatum* var. *piliferum* (HEDW.) HOOK. & TAYLOR an den Salinen von Bad Kreuznach und Bad Münster a.St.

Im Rahmen einer Erhebung der Moosflora der Salinen von Bad Kreuznach und Bad Münster a.St. (Rheinland-Pfalz) wurde eine salztolerante Form von *Phascum cuspidatum* var. *piliferum* gefunden. Diese wächst auf dauerfeuchten Salzböden. Im Gegensatz dazu besiedelt die typische Varietät trockene, sonnenexponierte Felsfluren. Es wird deshalb angenommen, dass es sich bei den Pflanzen an den Salinen um einen Ökotyp handelt. Wesentliche morphologische Unterschiede zwischen den beiden Taxa wurden nicht festgestellt. Salztolerante Formen von *P. c.* var. *piliferum* wurden früher auch von Salzstellen aus Schleswig-Holstein und Hessen genannt.

**Abstract:** OESAU, A. (2008): A salt-tolerant ecotype of *Phascum cuspidatum* var. *piliferum* (HEDW.) HOOK. & TAYLOR at the salt works of Bad Kreuznach and Bad Münster a.St.

A salt-tolerant ecotype of *Phascum cuspidatum* var. *piliferum* has been registered during an investigation of the moss flora found on the area of the salt works of Bad Kreuznach and Bad Münster a.St. (Rhineland-Palatinate). The habitat of this species is permanent wet saline soil. Normally the typical variety is xerophyte and colonises dry and sun exposed rock vegetation. Therefore it is supposed, that the described moss at the salines is a salt-tolerant ecotype. No essential morphological differences were found between the varieties. Salt-tolerant varieties of *P. c.* var. *piliferum* are known from saline habitats in Schleswig-Holstein and Hessen.

## 1. Einleitung

Das Erdmoos *Phascum cuspidatum* ist eine sehr variable Art. Es wurden von ihr bereits eine Vielzahl von Varietäten beschrieben (vgl. z.B. BLOCKEEL 1995, CASPARI 2004, FRAHM & FREY 2004, GUERRA, JIMÉNEZ, ROS & CARRIÓN 1991, GUERRA, CANO & ROS 2006, MÖNKEMEYER 1927, NEBEL & PHILIPPI 2000, SCHKUHR 1810, SMITH 2004). Diese sind jedoch nicht immer eindeutig zu trennen, sondern oft durch Übergänge verbunden. Aus diesem Grunde verzichteten einige Autoren auf eine Differenzierung der Varietäten (IGNATOV & IGNATOVA 2003, ZANDER & ECKEL 2007). Aus Rheinland-Pfalz sind neben *P. cuspidatum* var. *cuspidatum* vor allem *P. cuspidatum* var. *piliferum* (HEDW.) HOOK & TAYLOR und *P. cuspidatum* var. *mitraeforme* bekannt

(DÜLL & MEINUNGER 1989, CASPARI 2004, LAUER 2005). Während die charakteristische Varietät *P. cuspidatum* var. *cuspidatum* häufig im Siedlungsbereich auf Äckern und in Gärten, in lückigen Wiesen und an Wegrändern vorkommt, ist *Phasium. c.* var. *mitraeforme* seltener und besiedelt neben Kulturland vor allem lückige Trockenrasen. Dort hat auch *Phasium c.* var. *piliferum* seinen bevorzugten Lebensraum. Im Gegensatz dazu, wurde letzteres Taxon auch in dauerhaft nassen und salzhaltigen Biotopen an den Salinen von Bad Kreuznach und Bad Münster a.St. gefunden. Unter *P. c.* var. *piliferum* werden Pflanzen verstanden, die sich durch lange hyaline bis gelblich gefärbte und in der Regel geschlängelte Glashaare sowie das Fehlen von Papillen auf der Lamina gegenüber nahestehenden Varietäten auszeichnen.

## 2. Methoden

Erste sporadische Begehungen zur Untersuchung der Moosflora an den Salinen in Bad Kreuznach und Bad Münster a.St. erfolgten bereits 1992 in Zusammenarbeit mit H.-J. KLEMENZ. Nach einer längeren Unterbrechung wurden die Arbeiten in den Jahren 2006-2008 fortgeführt und dabei auch *Phasium c.* var. *piliferum* im Einflussbereich der Salinen gefunden.

Unter „Einflussbereich“ werden diejenigen Flächen neben den Salinen bezeichnet, in denen die meisten Blütenpflanzen und Moose aufgrund des salzhaltigen Salinenwassers eine deutliche Reduzierung ihrer Vitalität erfahren und in denen halophile Blütenpflanzen wie *Spergularia salina* und *Puccinellia distans* den Schwerpunkt ihres Auftretens haben. Die salzhaltigen Böden entstehen durch Windverdriftung der von den Salinen herabrieselnden Sole und durch Soleverlust an undichten Stellen der Auffangwannen. Die Tabelle 1 zeigt Ergebnisse einer Untersuchung der Böden in der Umgebung der Salinen. Es ist zu erkennen, dass der Gesamt-Salzgehalt zwar stark schwankt, sie aber nach BRANDES (1999) deutlich als Salzböden bezeichnet werden können. Ihr Einfluss auf die Halophyten *Conardia compacta* und *Desmatodon heimii* wurde bereits besprochen (OESAU & FRAHM 2006).

Tab. 1: Ergebnisse von Bodenuntersuchungen aus dem Einflussbereich der Salinen von Bad Kreuznach und Bad Münster a.St. im Jahre 2006.

Nr.	CaCO <sub>3</sub> %	pH (in CaCl <sub>2</sub> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	K <sub>2</sub> O mg/100g	Mg mg/100g	Natrium mg/100g	Gesamt- Salzgehalt mg/100g NaCl
1	0,2	7,1	19	36	8	173	358
2	3,7	7,5	14	42	9	246	513
3	2,8	7,5	31	45	19	626	1726
4	1,0	7,2	23	29	6	47	63
5	10,6	7,6	19	16	6	109	248
$\bar{x}$	3,7	7,4	21	34	10	240	582

Anmerkungen: Untersuchungen nach VDLUFA-Methoden: Salzgehalt, pH-Wert, Natrium und Magnesium in CaCl<sub>2</sub>; CaCO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O in CAL. Alle Nährstoffwerte in pflanzenverfügbaren Anteilen. Der Salzgehalt als NaCl wurde von der Standardangabe Kaliumchlorid in Natriumchlorid umgerechnet.

Herkünfte der Böden:

1: Bad Kreuznach, TK 6113/3, Karlshalle, 2: Bad Kreuznach, TK 6113/3, nördlichste Saline, 3: Bad Kreuznach, TK 6113/3, mittlere Saline, 4: Bad Kreuznach, TK 6113/3, südlichste Saline, 5: Bad Münster a.St., TK 6113/3, südlichste Saline.

### 3. Ergebnisse

Im Rahmen von Erhebungen zur Moosflora im Einflussbereich der Salinen in den Jahren 2006-2008 fiel das Erdmoos *Phascum c. var. piliferum* auf, das in diesem Lebensbereich nicht erwartet wurde. Das Taxon weicht im ökologischen Verhalten deutlich von der charakteristischen Varietät ab. Dieses wird im Folgenden beschrieben. Es wird ferner auf die wichtigsten Bestimmungsmerkmale „Glashaarlänge“ und „Papillosität“ eingegangen.

#### 3.1 Lebensform

*Phascum cuspidatum* gilt als Therophyt, d.h., er ist normalerweise kurzlebig, seine Wachstumsphase liegt im Winterhalbjahr, und er überlebt das Sommerhalbjahr in Form von Sporen (DÜLL 2001). Dieses ist bei der charakteristischen Varietät auch mehr oder weniger deutlich ausgeprägt. Die salztolerante Varietät von Bad Kreuznach nähert sich jedoch der Lebensweise eines Chamaephyten, d.h., dass die Pflanzen für sie ungünstige Zeiten nicht in Form von Sporen überleben, sondern dass sie zum überwiegenden Teil auf dem Substrat überwintern. Als Ursache wird vermutet, dass ständig Feuchtigkeit vorhanden ist, und die Pflanzen nur in Frostperioden ungünstigen Wachstumszeiten ausgesetzt sind. Ihre Lebenszeit wird dadurch aber nicht beendet, so dass sie mehrjährig werden. Bemerkenswert ist, dass nur ein sehr geringer Prozentsatz in die generative Phase übergeht und nach der Sporenreife abstirbt. Der Prozentsatz sporenbildender und damit im Sommer absterbender Pflanzen, schwankt von 0 bis etwa 1%. Bei einem derart geringen Anteil variiert der Populationsumfang kaum.

#### 3.2 Farbe

Die salztolerante Form von *P. cuspidatum* hebt sich in ihrer Farbe deutlich von *Phascum c. var. cuspidatum* ab. Diese ist im Sommer schwarzgrün und geht im Winter in ein helles Grün über. Bei *P. c. var. piliferum*-Populationen in Fels-Trockenrasen ist die Farbe in der Regel dunkelgrün bis hellbraun. Es wird vermutet, dass sich die schwarzgrüne Farbe im Sommer in Zeiten des Wachstumsstillstands bildet. Allerdings wird angenommen, dass auch das Wachstum in salzhaltigen Böden die Farbe beeinflusst, da in herkömmlichen Lebensbereichen auf Äckern und sonstigen offenen Böden nie derart dunkel gefärbte Pflanzen angetroffen wurden.

#### 3.3 Habitus

In der Größe weicht die salztolerante Form nicht von der Typusform ab, sie beträgt bei beiden etwa 3 mm. Eine gewisse Variabilität liegt im Bereich des Normalen, naturgemäß fördern günstige Standortbedingungen das Wachstum, während ungünstige es reduzieren. Das für die Nominatform typische Zusammenneigen der oberen Blätter wurde bei der salztoleranten Form nicht beobachtet, letztere ist stets mehr oder weniger stark geöffnet. Der Grad der Öffnung hängt von der Siedlungsdichte ab (Abb. 1).

#### 3.4 Morphologie

Die Länge der Glashaare ist das kennzeichnendste Merkmal sowohl der Trockenrasen-Form als auch der salztoleranten Form. Sie beträgt bei den oberen Blättern ca. 0,8 – 1,1 mm und entspricht damit fast der Blattlänge. Bei *P. c. var. cuspidatum* aus einer angrenzenden, nicht salzbeeinflussten Parkanlage wurde nur eine mittlere Länge der Glashaare von 0,3-0,4 mm gemessen. Diese sind ferner hyalin und oft geschlängelt (Abb. 1).

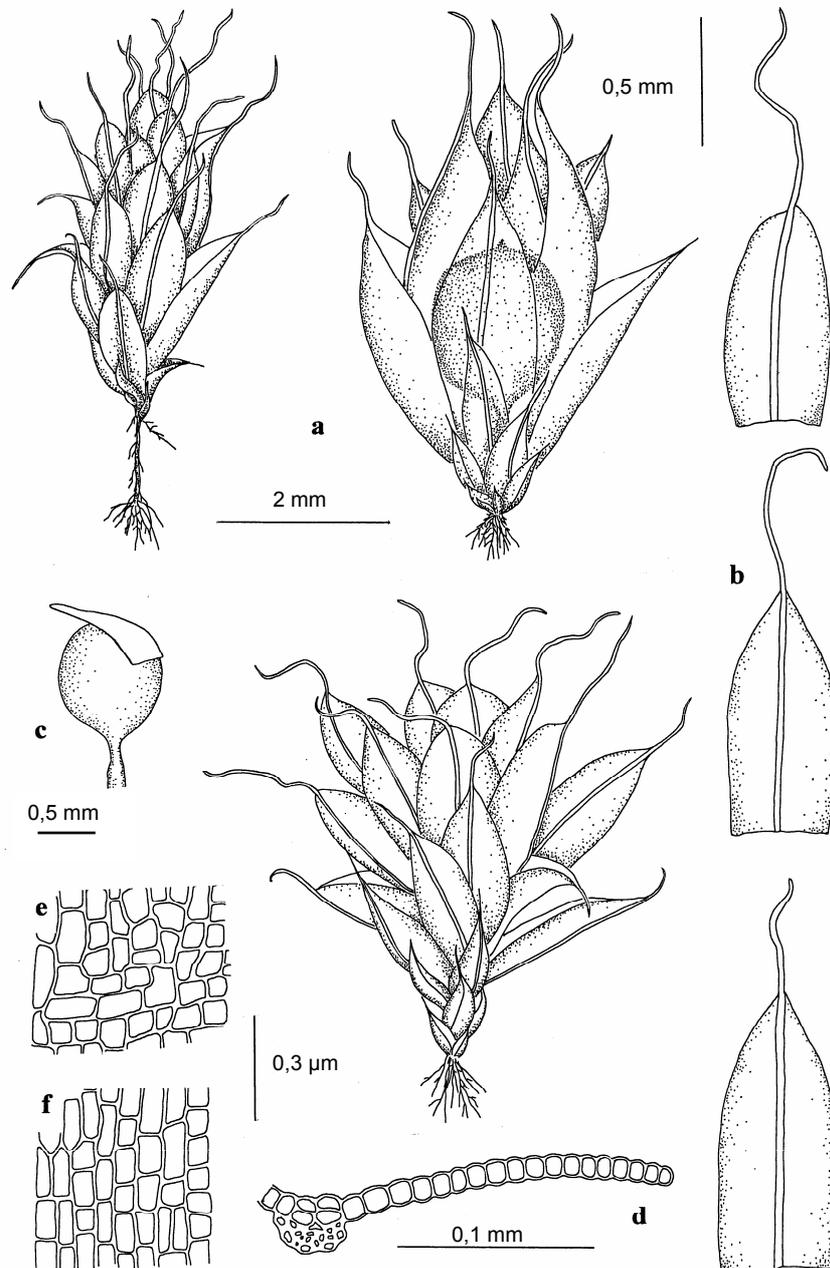


Abb. 1: *Phascum cuspidatum* var. *piliferum* aus dem Einflussbereich der Salinen von Bad Kreuznach und Bad Münster a.St. Es bedeuten: a: Pflanzen verschiedener Ausprägung, b: Blätter aus dem oberen Bereich der Pflanzen, c: Kapsel mit Kalyptra, d: Querschnitt durch eine Blatthälfte im mittleren Bereich der Lamina, e: Zellen im oberen Bereich der Lamina, f: Zellen im unteren Bereich der Lamina.

Wie viele Merkmale, so variiert auch das Glashaar im Verbreitungsgebiet von *P. c. var. piliferum* sowohl in der Länge als auch in der Farbe und Form offenbar erheblich. In der Tab. 2 sind diesbezügliche Angaben einiger Autoren zusammengestellt. Fasst man diese Angaben kurz zusammen, kann das Glashaar als „lang, hyalin bis gelblich und leicht geschlängelt“ charakterisiert werden. Mit diesen Merkmalen stimmt das Bad Kreuznacher Taxon problemlos überein.

Tab. 2: Charakterisierung der Glashaare, eines wichtigen Bestimmungsmerkmals von *Phascum cuspidatum* var. *piliferum*, bei verschiedenen Autoren.

CASPARI (2004)	FRAHM & FREY 2004	GUERRA et al (2006)	MÖNKEMEYER (1927)	NEBEL & PHILIPPI (2000)	SCHKUHR (1810)	SMITH (2004)	vorliegende Untersuchung
gelblich, an vielen Blättern 0,3 - >0,6 mm	lang, hyalin oder gelblich	Blattrippe als 0,4 bis 0,7 mm langes Glashaar austretend	Rippe als langes, hyalines oder gelbliches Haar austretend	Blattrippe als langes, hyalines bis gelbes Haar austretend	borstenartig, gekräuselt	leicht geschlängelt, 0,6-1,4 mm lang	hyalin bis gelblich, geschlängelt, 0,8-1,1 mm lang

Als weiteres relevantes Merkmal sollen die Papillen auf der Lamina von *P. c. var. piliferum* angesprochen werden. Hierzu äußern sich CASPARI (2004) und GUERRA, CANO & ROS (2006). Sie bezeichnen die Lamina als völlig glatt, wobei gelegentlich Ansätze von Papillen auf den ventralen Rippenzellen zu finden sind. Diese Angaben stimmen mit den Verhältnissen bei der salztoleranten Form überein. Auch die charakteristische Form von Fels-Trockenrasen weist nach Herbarmaterial aus der näheren Umgebung des Untersuchungsgebietes keine Papillen auf der Lamina auf.

### 3.5 Ökologisches Verhalten

Im Einflussbereich der Salinen von Bad Kreuznach ist die salztolerante Form von *Phascum cuspidatum* in einer hohen Stetigkeit mit dem halophilen *Desmatodon heimii* und mit *Didymodon tophaceus* vergesellschaftet. Beide Arten können lokal hohe Deckungsgrade erreichen. Hinzu kommen selten bis zerstreut *Amblystegium serpens* var. *serpens*, *Barbula unguiculata*, *Bryum barnesii*, *Bryum bicolor* s.str., *Bryum caespiticium*, *Bryum rubens*, *Didymodon sinuosus*, *Eurhynchium praelongum* und *Weissia longifolia*. Diese Arten besitzen offenbar ebenfalls eine gewisse Salztoleranz.

Die wichtigsten Begleiter *Desmatodon heimii* und *Didymodon tophaceus* können bezüglich ihres ökologischen Verhaltens als Feuchtezeiger eingestuft werden, die dauerfeuchte bis vernässte Standorte besiedeln (DÜLL 2001). Damit ist auch gleichzeitig der Lebensraum, der von der salztoleranten Form von *P. c. var. piliferum* besiedelt wird, ökologisch gekennzeichnet.

Die Nominatform *P. c. var. piliferum* wird jedoch übereinstimmend als Trockniszeiger bewertet (DÜLL 2001, LAUER 2005, MEINUNGER & SCHRÖDER 2007, NEBEL & PHILIPPI 2000). Auch nach eigenen Beobachtungen wächst diese Varietät in der Umgebung von Bad Kreuznach in Lücken von Fels-Trockenrasen, vergesellschaftet mit *Didymodon acutus*, *Encalypta vulgaris*, *Pleurochaete squarrosa* und anderen Trockniszeigern.

Es ergibt sich somit der Befund, dass der Trockniszeiger *P. c. var. piliferum* eine weite ökologische Amplitude aufweist. Da keine relevanten morphologischen Unterschiede zwischen den beiden Ausprägungen auf trockenen bzw. feuchten Standorten bestehen, wird angenommen, dass es sich bei dem Taxon von den Salinen von Bad Kreuznach und Bad Münster a.St. um einen

salztoleranten Ökotypen handelt. Dieses scheint übrigens nicht das einzige Vorkommen in Deutschland zu sein, denn auch JENSEN (1952) und GRIMME (1936) geben *P. c.* var. *piliferum* von Salzstellen in Schleswig-Holstein bzw. Hessen an. GRIMME (1936) fand dieses Taxon sogar in einem mit den Bad Kreuznacher Verhältnissen vergleichbaren Biotop, nämlich an der Saline von Bad Sooden-Allendorf und beobachtete auch, dass es oft mit *Desmatodon heimii* vergesellschaftet ist.

#### 4. Anmerkungen zum Artenschutz

Die charakteristische Flora der Salinen von Bad Kreuznach und Bad Münster a. St. ist einmalig in Rheinland-Pfalz. Leider wird ihr von Seiten des Naturschutzes keinerlei erkennbare Aufmerksamkeit gewidmet. So werden die Lebensräume des halophilen Mooses *Desmatodon heimii* und des salztoleranten Ökotyps von *P. c.* var. *piliferum* zunehmend durch Befestigung der Wege an den Salinen (Teerbelag) und weitere Baumaßnahmen eingeengt. Auch die früher nicht seltene Salz-Schuppenmiere *Spergularia salina* und andere halophile Blütenpflanzen sind heute sehr selten geworden und vom Aussterben bedroht. Hierauf wurde in letzter Zeit verschiedentlich hingewiesen (ATZBACH, BLAUFUß & SCHNEIDER 1989, BLAUFUß & REICHERT 1992, SCHREIBER 1988).

#### 5. Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. J.-P. FRAHM, Bonn, für Hilfe bei der Beschaffung von Literatur.

#### 6. Literatur

- ATZBACH, O., BLAUFUß, A. & SCHNEIDER, W. (1989): Rheinische Landschaften. Schriftenreihe für Naturschutz und Landschaftspflege, Heft 34, 43 S. Köln.
- BLAUFUß, A. & REICHERT, H. (1992): Die Flora des Nahegebietes und Rheinhessens. – Pollichia-Buch Nr. 26: 1061 S. Bad Dürkheim.
- BRANDES, D. (1999): Flora und Vegetation salzbeeinflusster Habitate im Binnenland – eine Einführung. – Braunschweiger Geobotanische Arbeiten 6: 7-12. Braunschweig.
- CASPARI, S. (2004): Moosflora und Moosvegetation auf Gestein im Saar-Nahe-Bergland. - Diss. Saarbrücken, 414 S. u. Anhang. Saarbrücken.
- DÜLL, R. (2001): Zeigerwerte von Laub- und Lebermoosen. – In: ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V. & WERNER, W.: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobotanica XVIII, 3. Aufl.:175-220. Göttingen.
- DÜLL, R. & L. MEINUNGER (1989): Deutschlands Moose. Teil 1 – 368 S. Bad Münstereifel.
- FRAHM, J.-P. & FREY, W. (2004): Moosflora. – 4. Aufl., 538 S. Stuttgart.
- FREY, W., FRAHM, J.-P., FISCHER, E. & LOBIN, W. (1995): Die Moos- und Farnpflanzen Europas. In GAMS, H.: Kleine Kryptogamenflora 4, 6. Aufl.: 426 S. Stuttgart, Jena, New York.
- GRIMME, A. (1936): Die Torf- und Laubmoose des Hessischen Berglandes. – Feddes Repertorium, Beiheft 92: 135 S. Berlin.
- GUERRA, J., JIMÉNEZ, M.N., ROS, R.M. & CARRIÓN, J.S. (1991): El genero *Phascum* (Pottiaceae) en la Península Ibérica. – Cryptogamie, Bryologie, Lichenologie 12: 379-423. Paris.
- GUERRA, J., CANO, M.J. & ROS, R.M. (2006): *Phascum* L. ex HEDW. In: GUERRA, J., CANO, M.J. & ROS, R.M. (Edit.): Flora Briofítica Iberica. – Vol. III: 176-180. Murcia.
- IGNATOV, M.S. & IGNATOVA, E.A. (2003): Moss flora of the Middle European Russia. Vol. 1: Sphagnaceae - Hedwigiaceae. - 608 S. Moskau.
- JENSEN, N. (1952): Die Moosflora von Schleswig-Holstein. – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Floristik in Schleswig-Holstein und Hamburg, Heft 4: 240 S. Kiel.

- 
- LAUER, H. (2005): Die Moose der Pfalz. – 1219 S., Pollichia-Buch Nr. 46. Bad Dürkheim.
- MEINUNGER, L. & SCHRÖDER, W. (2007): Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands. Band 2. – 699 S. Regensburg.
- OESAU, A. (2005): Zur Verbreitung und Vergesellschaftung des Salzmooses *Desmatodon heimii* (HEDW.) MITT. in Rheinhessen (Rheinland-Pfalz). – *Limprichtia* 26: 1-12. Bonn.
- OESAU, A. & FRAHM, J.-P. (2006): Zur Erklärung der Vorkommen von Salzmoosen an Bachrändern in Rheinhessen. – *Archive for Bryology* 16: 1-7. Bonn.
- SCHKUHR, C. (1810): Deutschlands kryptogamische Gewächse. - Teil 2, Heft 1: 170 S. Wittenberg.
- SCHREIBER, B. (1988): Der Artenrückgang der Blüten- und Farnpflanzen im Nahe-Hunsrückgebiet. – Diss. Universität Mainz, 1001 S., publiziert in der Heimatkundlichen Schriftenreihe des Landkreises Bad Kreuznach 25/1 u. 2. Bad Kreuznach.
- ZANDER, R.H. & ECKEL, P.M. (2007): *Tortula*. In: *Flora of North America*. Vol. 27, part 1: 586-603. *Flora of North America Editorial Committee* (Hrsg.). New York, Oxford.