

Zeitschrift: Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich
Herausgeber: Geobotanisches Forschungsinstitut Zürich
Band: - (1937)

Artikel: Carex curvula All. ssp. nov. Rosae gilomen. (Kalk-Krummsegge)
Autor: Gilomen, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-377462>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

CAREX CURVULA ALL. SSP. NOV. *ROSAE* GILOM.

(Kalk-Krummsegge)

Von *Hans Gilomen*, Bern.

Carex curvula All. kommt in der alpinen Stufe der Alpen, Pyrenäen, des französischen Zentralplateaus, der Karpaten und der Stara planina, Rila planina und des Piringebirges in Bulgarien vor und bildet die *Carex-curvula*-Assoziation, das *Caricetum curvulae* oder *Curvuletum* (Krummseggenrasen), den Klimaxverein der alpinen Stufe. 1922 faßte Rübel die Ergebnisse der *Curvuletum*-Untersuchungen von Bär, Beger, Bolleter, Braun-Blanquet, Brockmann-Jerosch, Ed. Frey, Furrer, Grisch, Guyot, Lüdi, Roth, Rübel, Stebler, Schröter und Vierhapper in seiner „*Curvuletum*“ betitelten Studie zusammen. 1926 beschrieb C. Schröter *Carex curvula* und ihre Assoziation eingehend in der zweiten Auflage des „Pflanzenleben der Alpen“. Schröter schildert die Krummsegge als Pflanze des Urgebirges, die dem Kalkgebirge fehlt. Er erwähnt aber, *Carex curvula* finde sich ganz selten auch im *Seslerietum coeruleae*, so am Hühnerspiel südlich des Brenner in Tirol, auch sei sie von J. Braun-Blanquet am Calanda bei 2800 m auf Kreidekalkfelsen gefunden worden zusammen mit der kalksteten *Carex firma*. J. Braun-Blanquet und Hans Jenny unterzogen *Carex curvula* und das *Curvuletum* einer eingehenden ökologischen Untersuchung, deren Ergebnisse sie 1926 veröffentlichten. Sie fanden die Krummsegge im schweizerischen Nationalpark (Graubünden) und in den umliegenden Gebieten ausschließlich auf kalkfreiem, saurem Boden von pH 4,1 bis 5,9 (125 Pflanzen) und erklärten *Carex curvula* auf Grund dieser Feststellung als eine ausgesprochen acidiphile Pflanze. Bisher war dies die vorherrschende Auffassung der Pflanzengeographen.

Im Verlaufe meiner Studien über die *Seslerietalia* (Braun-Blanquet) oder die blaugrasreichen Trockenwiesen der Alpen beobachtete ich 1926 am Lautaret (Frankreich, Dauphiné, Dep. Hautes-Alpes) zum erstenmal auf Kalk *Carex-curvula*-Rasen, in denen kalkliebende Arten wie *Sesleria coerulea*, *Dryas octopetala* usw. vorkommen. In den Jahren 1930, 1934 und 1936 dehnte ich meine Untersuchungen

in die Provence-Hochalpen und die Meeralpen aus und fand auch hier auf Kalk Krummseggenrasen. An der Grande Séolane bei Barcelonnette im Dep. Basses-Alpes stellte ich *Carex curvula* in allen hochalpinen Beständen des *Seslerietum coerulae* fest. W. Lüdi machte mich 1930 auf die Wichtigkeit dieser Beobachtungen aufmerksam. Als ich im Winter 1936/37 in der Botanischen Gesellschaft Bern darlegte, *Carex curvula* habe an der Grande Séolane einen pH-Bereich von pH 6,6 bis 8,3 gegenüber pH 4,1 bis 5,9 in Graubünden, fanden diese Mitteilungen solche Beachtung, daß ich mich entschloß, zu untersuchen, ob es sich bei den *Carex-curvula*-Pflanzen des Lautaret und der Grande Séolane um eine ökologische Modifikation oder um eine von den Pflanzen der Schweizer- und Ostalpen genotypisch verschiedene Rasse handle.

Exkursionen.

Um mir das nötige Untersuchungsmaterial beschaffen und Beobachtungen über die Ökologie von *Carex curvula* machen zu können, führte ich im Sommer und Herbst 1937 folgende Exkursionen aus: Hohgant bei Interlaken, Berner Oberland, 10./11. Juli. Auf dem kalkfreien Hohgantsandstein des Gipfels fand ich *Carex-curvula*-Pflanzen mit sehr kurzen Staubbeutel-Fortsätzen, während die Pflanzen des Lautaret, die ich 1926 gesammelt hatte, lange Fortsätze haben. Schon diese erste Exkursion zeitigte das Ergebnis, daß sich vermutlich die Kalkpflanzen der Südwestalpen von den Urgebirgs

Exkursion in die Südwestalpen (Frankreich), 3. bis 13. August. Mont Arouze, westlich Gap. Auf den Kreidekalken stellte ich von 2250 m bis zum Pic de Bure (2712 m) kleine Krummseggenrasen mit *Oxytropis triflora* Hoppe var. *Gaudini* (Bunge) Gams, *Sesleria coerulea* usw. fest. Unmittelbar neben einem *Carex-curvula*-Rasen auf Senonkalk beobachtete ich auf saurem Boden ein *Elynetum* mit acidiphiler Begleitflora, in dem *Carex curvula* fehlt.

Grande Seolane (2903 m) bei Barcelonnette. Auf dem Malmkalkgipfel Pionierrasen von *Carex curvula*, *Festuca pumila*, *Salix serpyllifolia*. Geschlossene Kalk-Krummseggenrasen mit *Leontopodium*, *Oxytropis triflora* var. *Gaudini*, *Sesleria coerulea* usw. Auf windgefeigten Malmfelsen *Carex-curvula*-Dryas-Pionierrasen. Auf

sauren Böden der Grande Séolane fehlt *Carex curvula* (Schneetälchen, Elyneten). Dagegen ist sie in allen Beständen des *Seslerietum coeruleae* vorhanden (vgl. Taf. 4, Abb. 1).

Lautaret und Galibier, Paßübergänge am Nordrand des Granitmassivs des Pelvoux. *Carex curvula* ist auf den Lias-kalkfelsen am Galibier häufig im *Seslerietum coeruleae* und bildet bei 2600 m Reinbestände mit *Oxytropis campestris*, *Leontopodium* usw. *Carex curvula* fehlt am Galibier auf kalk-freiem Quarzit und findet sich auf dem zum Urgesteinsmassiv des Pelvoux gehörenden Combeynot nur ganz vereinzelt in der Nähe von *Dryas octopetala*. Auf der eintägigen Exkursion auf den Combeynot fand ich in diesem Urgebirgsstock (2100 bis 3155 m) nur zwei *Carex-curvula*-Pflanzen.

Herrn Hans Itten, der die Exkursion in die französischen Alpen mitmachte, danke ich für seine freundliche Mithilfe aufs herzlichste.

Gemmi – Rote Kumme – Felsenhorn – Üschinental, westliche Berneralpen, 21./22. und 28./29. August. Auf der Paßhöhe der Roten Kumme gegen die Gemmi und am Felsenhorn östlich der Roten Kumme fand ich ausgedehnte *Carex-curvula*-Rasen auf Schrattenkalk, mit *Leontopodium*, *Sesleria coerulea* usw.

Lötschental, Oberferdenalp, Lötschenpaß-Südseite, Wallis, 26./27. September. Auf der Oberferdenalp wechseln Liaskalke und Quarzite miteinander ab. Auf beiden Gesteinsarten kommt *Carex curvula* vor, und zwar zeigten die pH-Untersuchungen und mikroskopisch ausgeführten Bestimmungen, daß auf dem Kalk die Kalkform der Südwestalpen und auf dem Quarzit die Urgebirgsform wächst. Auf dem Malmkalk des „Jungfrau keils“ am Südhang des Lötschenpasses fand ich nach langem Suchen bei 2650 m die Kalkform der Krummsegge. Sie bildet hier eine kleine Arealinsel mitten in den ausgedehnten Beständen der Urgebirgskrummsegge (Gastern-granit).

Grimsel. Zermatt–Unter Rothorn, 2./6. Oktober, Wallis. Auf dem zentralen Aaregranit der Grimsel-Paßhöhe kommt nur die Urgebirgsform der Krummsegge vor. Am Unter-Rothorn bei Zermatt, das aus Kalkschiefer besteht, fand ich vom Stellisee (2600 m) bis zum Gipfel (3106 m) nur die Kalkform. Am Südrand des Gipfelplateaus gibt es ausgedehnte Kalk-Krummseggenrasen mit *Sesleria coerulea*, *Leontopodium alpinum*, *Oxytropis triflora* var. *Gaudini*.

Abgrenzung der ssp. *eu-curvula* und der ssp. *Rosae*.

Während oder unmittelbar nach den Exkursionen stellte ich das pH der meist frischen Erdproben fest und untersuchte die gesammelten Pflanzen, insgesamt je 341 Pflanzen und Erdproben. Ich verwende ein Betriebsjonometer nach Trenel der Firma Lautenschläger, München, mit Chinhydron-Elektrode.

Zudem untersuchte ich noch 1629 Carex-curvula-Herbarpflanzen aus öffentlichen und privaten Herbarien. Meine variationsstatistischen Untersuchungen haben also als Grundlage mikroskopisch ausgeführte Messungen an 1970 Carex-curvula-Pflanzen. Folgende Institutionen stellten mir das vorhandene Carex-curvula-Material zur Verfügung, wofür ich den Behörden den höflichsten Dank ausspreche. Die eingeklammerte Zahl deutet an, wieviele Pflanzen ich jeweilen für die Variationsstatistik verwendete: Botanische Abteilung des Naturhistorischen Museums Wien (130); Botanische Abteilung des königlichen bulgarischen Naturhistorischen Museums, Sofia (3); Geobotanisches Forschungsinstitut Rübel, Zürich (96); Botanische Sammlungen der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich (282); Botanisches Institut Bern (100); Musée botanique cantonal, Lausanne (199); Conservatoire botanique de la Ville de Genève (Herb. Burnat, Delessert, Barbey-Boissier) (476); Laboratoire de Botanique de l'Université de Grenoble (61); Laboratoire de Botanique de l'Université de Lyon (24); Museo botanico ed erbario coloniale dell'Istituto botanico della R. Università di Firenze (209). Zudem waren die Herren Prof. Dr. R. de Litardière, Grenoble, und Dr. H. Guyot, Basel, so freundlich, mir das Material ihrer Herbarien zur Verfügung zu stellen, was ich ebenfalls bestens verdanke.

Die während der Exkursionen gemachten Beobachtungen, die pH-Messungen und morphologisch-anatomischen Untersuchungen an 1970 Carex-curvula-Pflanzen zeitigten das Ergebnis, daß die Carex-curvula-Pflanzen des Lautaret und der Grande Séolane einerseits und die auf Urgestein vorkommenden Sippen der Schweizeralpen anderseits zu zwei ökologisch und morphologisch verschiedenen Kleinarten gehören, nämlich:

1. *Carex curvula* All. ssp. *eu-curvula* Gilomen (Urgesteins-Krummsegge),
2. *Carex curvula* All. ssp. *Rosae* Gilomen (Kalk-Krummsegge).

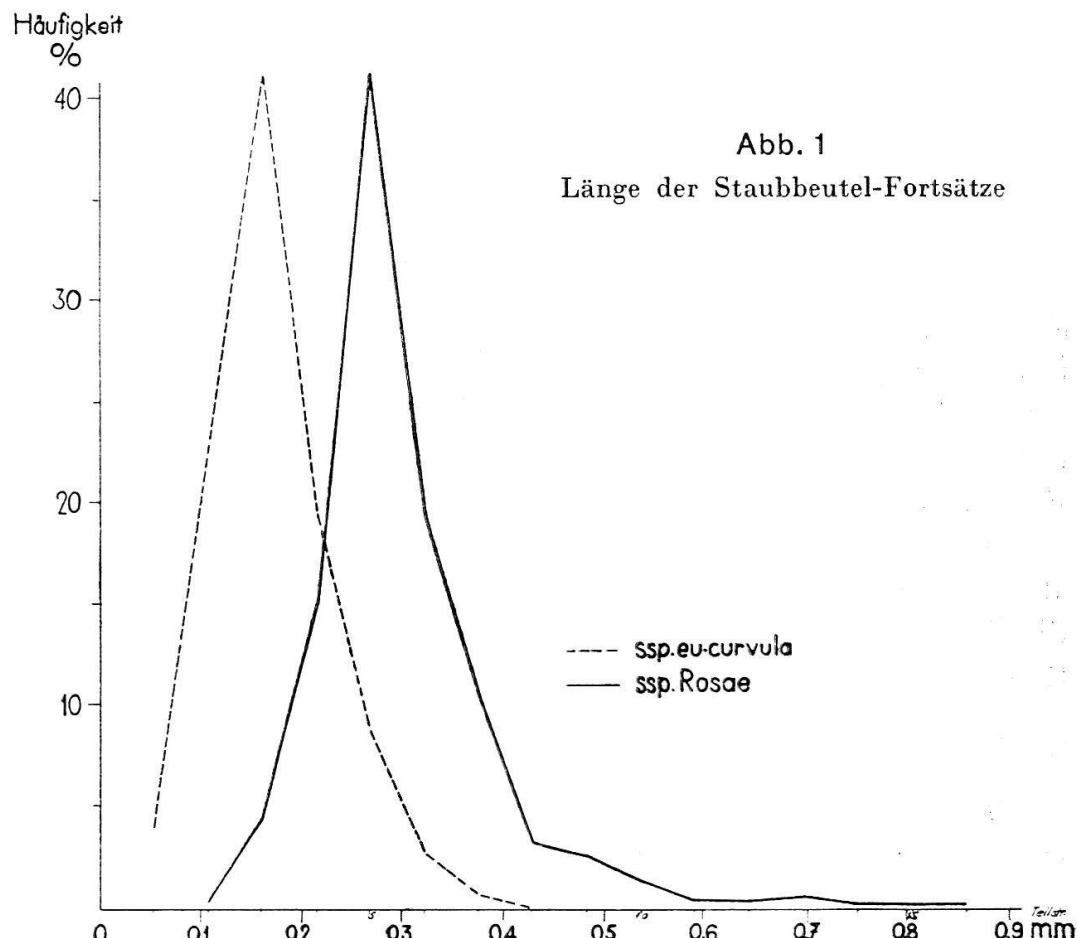
Morphologische Unterschiede der beiden Unterarten von *Carex curvula* All.

1. Staubbeutelfortsatz.

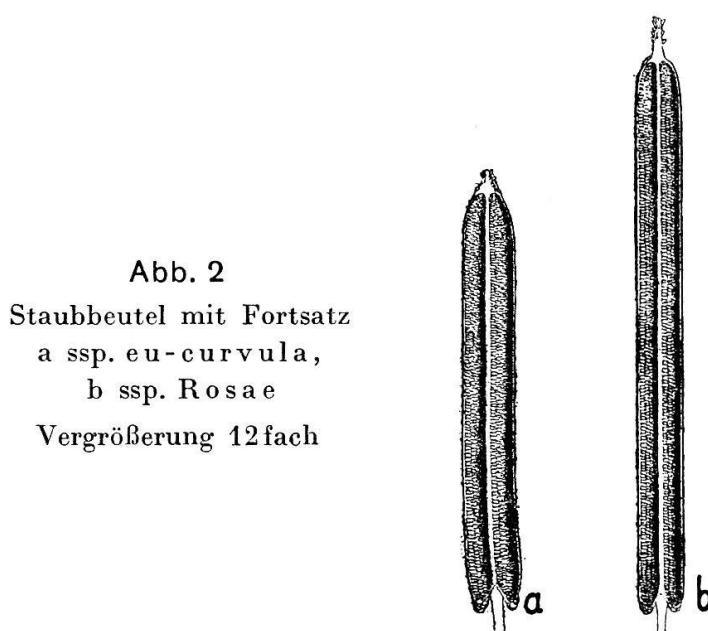
Tabelle I und Abb. 1 zeigen die Resultate der Längenmessungen und Abb. 2 die Form der Staubbeutelfortsätze. Es wurden bei der ssp. *eu-curvula* 1000 und bei der ssp. *Rosae* 500 Staubgefäß gemessen.

| | Länge der Staubbeutel-Fortsätze | | |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------|----------------|
| | Mittelwert | Standard-abweichung | Typische Werte |
| ssp. eu-curvula | 0,17 mm | ± 0,08 mm | 0,09–0,25 mm |
| ssp. Rosae | 0,30 mm | ± 0,10 mm | 0,20–0,40 mm |

Die ssp. Rosae hat in allen Teilgebieten eine ähnliche Kurve wie sie Abb. 1 zeigt. Auch sind alle Fortsätze dieser Unterart rötlich, gelbbraun oder orange gefärbt.



Die ssp. eu-curvula ist in bezug auf die Länge der Staubbeutelfortsätze nicht so einheitlich wie die Kalk-Krummsegge. In den schweizerischen Nordalpen haben ssp. eu-curvula-Pflanzen des Gebietes Hohgant–Faulhorn–Große Scheidegg–Susten–Titlis kürzere Fortsätze; das Maximum der Kurve erscheint bei 0,11 mm statt bei 0,17 mm. In den Südostalpen gibt es im Gegensatz dazu Gebiete, in denen die Fortsätze fast gleich lang sind wie die der ssp. Rosae. Allerdings sind sie meist farblos, wie bei ssp. eu-curvula. Es gibt



aber gelegentlich auch rötlich gefärbte. So ist denn der Staubbeutelfortsatz nicht in allen Fällen ein einwandfreies Unterscheidungsmerkmal der beiden Unterarten. Die Längenkurven der Staubbeutelfortsätze beweisen aber, daß innerhalb der Art *Carex curvula* zwei Rassen vorkommen.

Innerhalb der Gattung *Carex* treten Staubbeutelfortsätze vor allem bei Arten des Subgenus *Primocarex* und Subgenus *Vignea* auf. Sie finden sich sehr häufig und stark ausgebildet bei vielen anderen Cyperaceengattungen, z. B. bei *Schoenus*, *Blysmus*, *Scirpus* usw.

2. Bau des Blattes.

Wie bei vielen kritischen Gramineen liefert uns auch bei *Carex curvula* der Bau des Blattes Merkmale zur sicheren Abgrenzung der beiden Unterarten. Für die mikroskopische Untersuchung verwende ich die ältesten, völlig entwickelten, zweijährigen Blätter nichtblühender Triebe. Den Querschnitt mache ich ca. 2 cm oberhalb des Blatthäutchens. Wenn man zur Bestimmung Blätter nichtblühender Triebe verwendet, hat man den Vorteil, daß man ohne weiteres auch sterile Pflanzen bestimmen kann, wozu man bei Bestandesaufnahmen in der nivalen Stufe häufig gezwungen sein wird.

Abb. 3 zeigt Blattquerschnitte der beiden Unterarten, und in Tabelle II und III und Abb. 4 und 5 sind die Ergebnisse mikroskopischer Messungen an Blattquerschnitten von 1000 eu-curvula- und 800 Rosaepflanzen dargestellt. Wie Abb. 3 zeigt, sind die Blattquer-

| Länge mm | ssp. eu-curvula | | ssp. Rosae | |
|-------------|-----------------|-------|------------|-------|
| | Häufigkeit | | Häufigkeit | |
| | Zahl | % | Zahl | % |
| 0,05 | 39 | 3,9 | — | — |
| 0,11 | 230 | 23,0 | 2 | 0,4 |
| 0,16 | 411 | 41,1 | 22 | 4,4 |
| 0,21 | 195 | 19,5 | 75 | 15,0 |
| 0,27 | 88 | 8,8 | 206 | 41,2 |
| 0,32 | 28 | 2,8 | 97 | 19,4 |
| 0,37 | 8 | 0,8 | 52 | 10,4 |
| 0,43 | 1 | 0,1 | 16 | 3,2 |
| 0,48 | — | — | 13 | 2,6 |
| 0,54 | — | — | 7 | 1,4 |
| 0,59 | — | — | 2 | 0,4 |
| 0,64 | — | — | 2 | 0,4 |
| 0,70 | — | — | 3 | 0,6 |
| 0,75 | — | — | 1 | 0,2 |
| 0,80 | — | — | 1 | 0,2 |
| 0,86 | — | — | 1 | 0,2 |
| | 1000 | 100,0 | 500 | 100,0 |

Tabelle I. Länge der Staubbeutel-Fortsätze.

schnitte typischer Blätter der beiden Unterarten so verschieden, daß man die Zugehörigkeit auf den ersten Blick erkennt. Die ssp. eu-curvula hat einen bandförmigen Blattquerschnitt mit einer feinen Rinne über dem Mittelnerv, die in die Oberseite des Blattes eingesenkt ist. Der Blattquerschnitt der ssp. Rosae ist halbmondförmig bis halbkreisförmig. Die Rinne, wie sie bei ssp. eu-curvula auftritt, fehlt bei typischen Pflanzen der ssp. Rosae. Nur selten findet sich eine Andeutung einer solchen Rinne. Zwischen dem Mittelnerv und der Epidermis der Blattoberseite ist bei der ssp. Rosae viel Mesophyll und Aerenchym. Bei der ssp. eu-curvula fehlen diese Gewebe zwischen der Epidermis der Blattoberseite und dem Mittelnerv oder sie sind stark reduziert, und darauf beruht das Vorhandensein der Rinne. Es gibt allerdings auch eu-curvula-Pflanzen, denen diese Rinne fehlt.

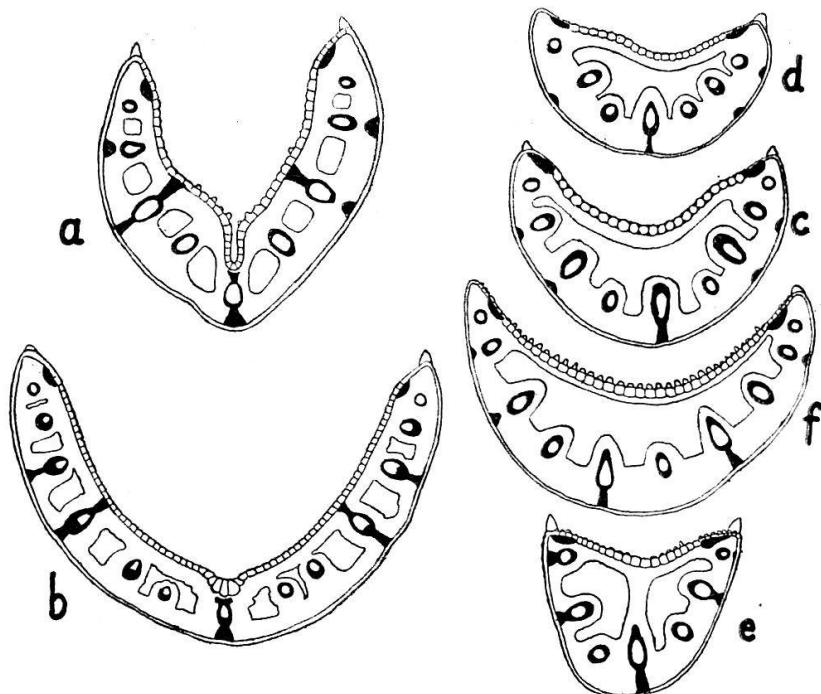


Abb. 3

Blattquerschnitte von *Carex curvula* All. Ssp. *eu-curvula*: a typische Form; b f. *kobresiifolia*. Ssp. *Rosae*; c typische Form; d und e Pflanzen extrem trockener Standorte; f. Blattform von Pflanzen tiefgründiger, etwas feuchter Standorte. Bei beiden Unterarten sind gelegentlich die Epidermiszellen der Blattoberseite mehr oder weniger papillös. (Vergrößerung 30 fach.)

Meist ist sie dann aber durch folgende charakteristische Bildung ersetzt: Über dem Mittelnerv finden sich drei bis sieben Reihen sehr großblumiger, auffälliger Epidermiszellen. (Abb. 3b). Ähnliche Epidermiszellen finden sich an gleicher Stelle auch bei *Kobresia bipartita* Dalla Torre, und der Blattquerschnitt solcher Krummseggen ist überhaupt dem von *Kobresia bipartita* sehr ähnlich. Solche Krummseggen bezeichne ich als *Carex curvula* All. ssp. *eu-curvula* Gilomen f. *kobresiifolia* Gilomen. Von der ssp. *Rosae* lässt sich diese Form ebenso gut unterscheiden wie die typischen *eu-curvula*-Pflanzen, die eine Rinne haben.

Um die auf Grund der Blattanatomie mögliche Abgrenzung der beiden Unterarten mathematisch fassen zu können, habe ich an den Blattquerschnitten mikroskopisch Messungen der Dicke und Breite der Blätter ausgeführt. Die Dicke des Blattes wurde jeweilen beim medianen Nerv gemessen. Aus der Tabelle II ist eine recht gute Trennung der Unterarten bei Verwendung der Blattdicke ersichtlich.

| | Mittelwert | Blattdicke Standard- abweichung | Typische Werte |
|---------------------------|------------|---------------------------------------|-------------------|
| ssp. eu-curvula | 0,23 mm | 0,04 mm | 0,19—0,27 mm |
| ssp. Rosae | 0,40 mm | 0,07 mm | 0,33—0,47 mm |

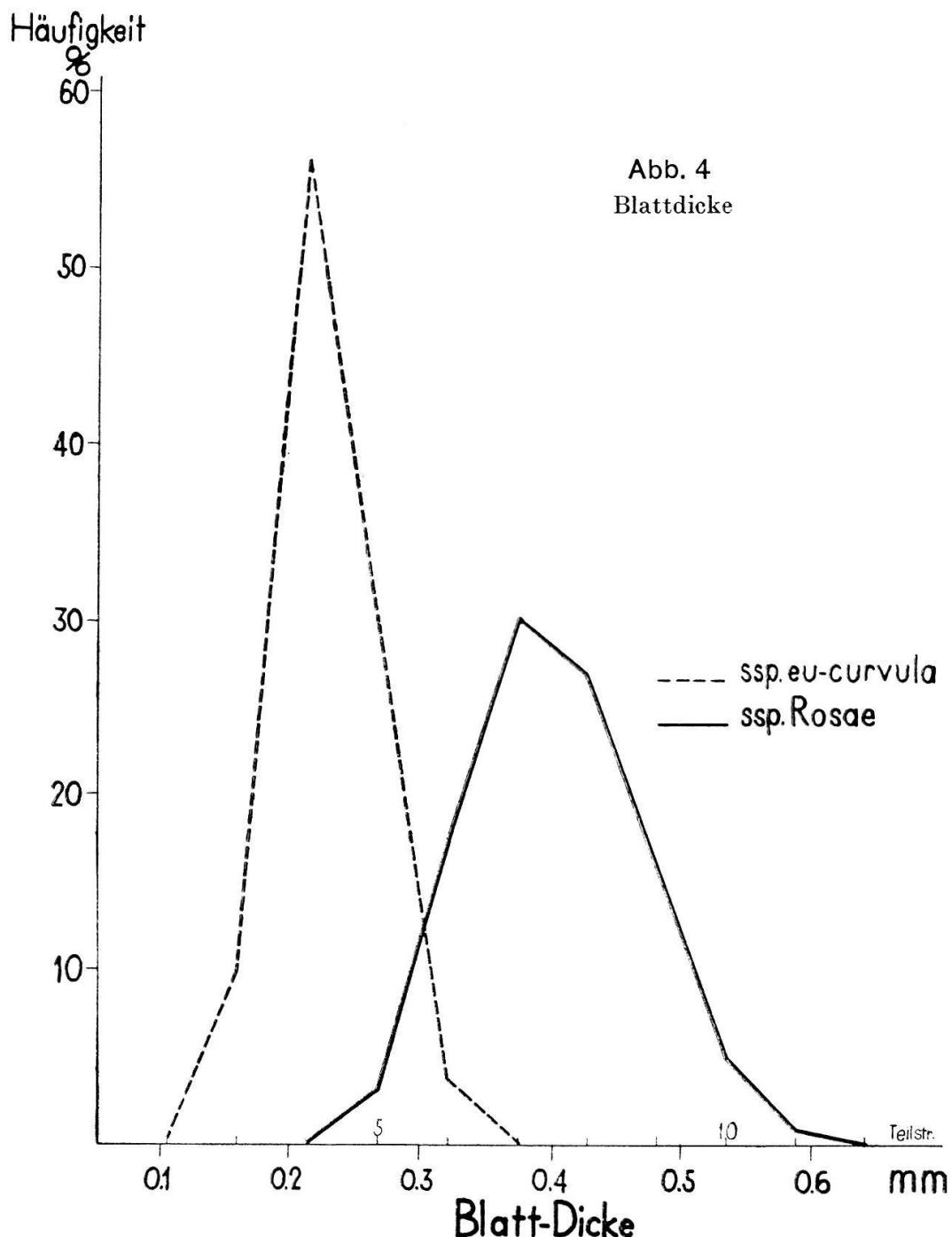
| Blattdicke | Blattbreite | | | | | | | | | | | | | | | | | | | eu- curvula | Rosae | | | | | | |
|----------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|-------|------|------|------|-----|----|--|
| | 0.09 | 1.10 | 1.21 | 1.31 | 1.42 | 1.53 | 1.64 | 1.74 | 1.85 | 1.96 | 2.07 | 2.18 | 2.28 | 2.38 | 2.49 | 2.60 | 2.71 | 2.81 | 2.92 | 3.02 | 3.13 | 3.24 | 3.35 | 3.46 | | | |
| 0.11 | | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | | |
| 0.16 | 1 | 2 | 8 | 7 | 6 | 11 | 13 | 9 | 7 | 7 | 6 | 3 | 8 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | | | | 99 | | | | |
| 0.21 | 1 | 1 | 1 | 14 | 32 | 39 | 51 | 60 | 62 | 61 | 62 | 49 | 37 | 43 | 15 | 20 | 8 | 4 | 2 | 5 | 1 | 1 | 1 | 569 | 1 | | |
| 0.27 | 1 | 1 | 5 | 2 | 8 | 63 | 210 | 18 | 17 | 28 | 33 | 46 | 31 | 20 | 15 | 18 | 19 | 8 | 10 | 3 | 4 | 3 | 4 | 1 | 291 | 25 | |
| 0.32 | 6 | 5 | 21 | 26 | 24 | 16 | 21 | 11 | 51 | 41 | 4 | 6 | 6 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | | | | 37 | 139 | | |
| 0.37 | 3 | 5 | 14 | 32 | 33 | 33 | 41 | 30 | 19 | 13 | 9 | 7 | 1 | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | 241 | | | |
| 0.43 | 1 | 5 | 18 | 18 | 41 | 34 | 23 | 24 | 26 | 11 | 8 | 4 | 2 | 1 | | | | | | | | | | | 216 | | |
| 0.48 | 1 | 4 | 3 | 11 | 19 | 25 | 19 | 12 | 17 | 12 | 2 | 2 | | | 1 | 2 | | | | | | | | | 130 | | |
| 0.54 | | | | 1 | 4 | 8 | 6 | 8 | 5 | 8 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 40 | | |
| 0.59 | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | 7 | |
| 0.64 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| eu- curvula | 1 | 5 | 9 | 21 | 42 | 60 | 83 | 87 | 98 | 105 | 120 | 89 | 69 | 64 | 35 | 44 | 20 | 18 | 6 | 11 | 4 | 7 | 2 | 1000 | | | |
| Rosae | 10 | 14 | 49 | 81 | 95 | 119 | 129 | 89 | 69 | 66 | 41 | 20 | 9 | 3 | 2 | 2 | 2 | | | | | | | | 800 | | |

Tabelle II. Verhältnis von Blattdicke und Blattbreite der beiden Unterarten von *Carex curvula*.

In den Quadranten des Mittelfeldes wurde notiert, wieviele Pflanzen von bestimmter Blattdicke und Blattbreite bei jeder Unterart festgestellt wurden. Die *Carex-eu-curvula*-Werte wurden mit dicken, senkrecht gestellten Zahlen dargestellt, die *Carex-Rosae*-Werte mit dünnen, schiefgestellten Zahlen. Die Zahl 60 in der dritten Reihe von oben und in der neunten Kolonne von links sagt also, bei der ssp. eu-curvula seien 60 Pflanzen gezählt worden, die 0,21 mm dicke und gleichzeitig 1,85 mm breite Blätter hatten. — Rechts finden sich die Summen der Pflanzen jeder Blattdickenklasse, unten die Summen der Pflanzen jeder Blattbreitenklasse der beiden ssp. Verwendet wurden 1000 eu-curvula- und 800 Rosaepflanzen.

Abb. 4 zeigt die Kurven der Blattdicken der beiden Unterarten. Da, wie Tabelle II zeigt, nur die Rosae-Pflanzen Blätter haben, die 0,37 bis 0,64 mm dick sind (das einzige, extreme eu-curvula-Blatt von 0,37 mm Dicke können wir praktisch außer acht lassen), können 79 % der Rosae-Pflanzen durch Messung der Blattdicke bestimmt werden, bei der ssp. eu-curvula entsprechend 66 %.

Aus der Tabelle II kann man auch das Verhältnis Blattbreite : Blattdicke ablesen. Die Blattbreite ist die Summe der Abstände beider Blattränder vom Mittelnerv, möglichst nahe an der Epidermis der Blattunterseite gemessen. Diesen Abstand zwischen Blattrand und Mittelnerv messe ich auf jeder Hälfte des Querschnittes in zwei



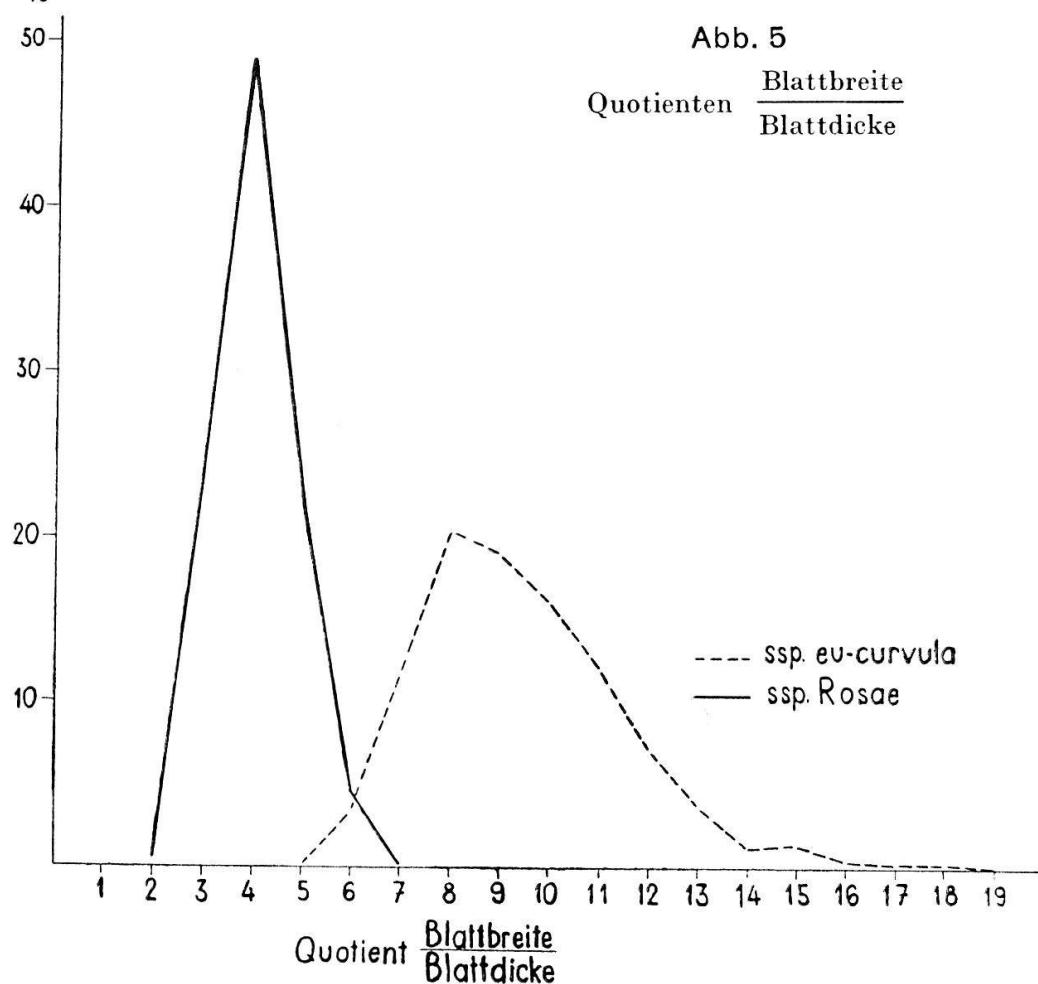
bis drei Teilstrecken, je nach Breite des Blattes. Auf Grund der Tabelle II ergeben sich für die Blattbreite folgende Werte:

| | Mittelwert | Blattbreite | Standard-abweichung | Typische Werte |
|---------------------------|------------|-------------|---------------------|----------------|
| ssp. eu-curvula | 2,13 mm | ± 0,41 mm | 1,72—2,54 mm | |
| ssp. Rosae | 1,62 mm | ± 0,29 mm | 1,33—1,91 mm | |

Wie ersichtlich, ist die Blattbreite allein kein ausgezeichnetes Unterscheidungsmerkmal. Sie ist aber wichtig, weil wir nun die Merkmalskombination Blattbreite/Blattdicke zur Unterscheidung der beiden Unterarten verwenden können. Rechnen wir nämlich bei Zugrundestellung der ursprünglichen Tabelle, aus welcher Tabelle II durch eine kleine Vereinfachung entstand, für jedes Blatt diesen Quotienten aus, so finden wir bei der ssp. eu-curvula Werte im Bereich der Zahlen 5 bis 19, bei ssp. Rosae entsprechende Werte von 2 bis 7 (siehe Tabelle III und Abb. 5). Bei der ssp. eu-curvula tritt nun der Quotient 5 nur in 0,1 % der Fälle auf, und ebenso tritt der Quotient 7 bei der ssp. Rosae auch nur bei 0,1 % aller Pflanzen auf. Sehen wir von diesen zwei extremen Fällen ab, so ergibt sich, daß wir für ca. 95 % der Carex-curvula-Pflanzen einzig und allein auf die Merkmalskombination Blattbreite/Blattdicke gegründet, die Zu-

Häufigkeit

%



| Blattbreite Blattdicke | ssp. eu-curvula | | ssp. Rosae | |
|---------------------------|--------------------|-------|--------------------|-------|
| | Häufigkeit | | Häufigkeit | |
| | Anzahl Pflanzen | % | Anzahl Pflanzen | % |
| 2 | — | — | 4 | 0,5 |
| 3 | — | — | 188 | 23,5 |
| 4 | — | — | 391 | 48,9 |
| 5 | 1 | 0,1 | 180 | 22,5 |
| 6 | 35 | 3,5 | 36 | 4,5 |
| 7 | 121 | 12,1 | 1 | 0,1 |
| 8 | 205 | 20,5 | — | — |
| 9 | 190 | 19,0 | — | — |
| 10 | 181 | 18,1 | — | — |
| 11 | 121 | 12,1 | — | — |
| 12 | 71 | 7,1 | — | — |
| 13 | 37 | 3,7 | — | — |
| 14 | 12 | 1,2 | — | — |
| 15 | 15 | 1,5 | — | — |
| 16 | 4 | 0,4 | — | — |
| 17 | 3 | 0,3 | — | — |
| 18 | 3 | 0,3 | — | — |
| 19 | 1 | 0,1 | — | — |
| Total | 1000 | 100,0 | 800 | 100,0 |

Tabelle III. $\frac{\text{Blattbreite}}{\text{Blattdicke}}$

gehörigkeit zur jeweiligen Unterart bestimmen können. Der Quotient Blattbreite/Blattdicke erreicht nämlich bei der ssp. Rosae nur bei 4,5% der Pflanzen den Wert 6 und analog bei der ssp. eu-curvula bei 3,5% aller Pflanzen. Man erhält für die Quotienten Blattbreite/Blattdicke folgende Werte:

| | Mittelwert | Standard- abweichung | Typische Werte |
|---------------------------|------------|-------------------------|-------------------|
| ssp. eu-curvula | 9,5 | 2,1 | 7,4—11,6 |
| ssp. Rosae | 4,0 | 0,8 | 3,2— 4,8 |

Die Bereiche der typischen Werte beider Unterarten sind durch einen Zwischenraum getrennt, der 2,6 Einheiten umfaßt, woraus die

große Bedeutung der Merkmalskombination Blattbreite/Blattdicke für die Bestimmung der Zugehörigkeit von *Carex-curvula*-Pflanzen zur jeweiligen Unterart ersichtlich ist.

Die Blattquerschnitte ließ ich in Milchsäure aufquellen und verwendete für die Messungen Leitz-Objektiv Nr. 1 (1 Teilstrich = 0,0536 mm). Mißt man die Blätter makroskopisch, so erhält man meist nicht die Breite respektive Dicke des Blattes, sondern die größte Dimension des Blattquerschnittes, die bei bandförmigen Blättern als „Breite“, bei borstenförmigen als „Dicke“ bezeichnet wird. Da die Eu-curvula-Blätter meist beim Mittelnerv gefalzt sind, so erhält man bei dieser ssp. als größte Dimension des Blattes die Hälfte der im Mikroskop gemessenen Breite, also als Mittelwert $2,13 \text{ mm} : 2 = 1,06 \text{ mm}$. Bei der ssp. Rosae wird man als größte Dimension den größten Durchmesser des halbmondförmigen Querschnittes messen. 200 Messungen ergaben hierfür den Mittelwert 0,98 mm. Es ist also meist unmöglich, die beiden ssp. durch makroskopische Messungen der Blätter auseinander zu halten.

Über die Zahl der Blattnerven gibt untenstehende Zusammenstellung Auskunft. Bei beiden Unterarten tritt das Maximum der Häufigkeit bei Nervenzahl 9 auf. Eine Unterscheidung der Unterarten nach der Zahl der Nerven ist also nicht möglich. Spinner

| Nervenzahl . . | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | Anzahl Pflanzen | Total |
|--------------------|---|---|----|-----|------------|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----------------|-------|
| ssp.eu-curvula . . | 1 | — | 15 | 54 | 270 | 153 | 161 | 100 | 91 | 24 | 3 | 1 | 872 | |
| ssp.Rosae . . | 4 | 6 | 54 | 157 | 341 | 83 | 33 | 17 | 9 | — | — | — | 604 | |

erwähnt in seiner Dissertation „L'anatomie foliaire des Carex suisses“, für *Carex curvula* sei der Nerventypus IX charakteristisch. Ein Nerv von diesem Typus liegt mitten im Mesophyll und wird auf der Unterseite des Blattes von einem Sklerenchymstrang begleitet, der nicht mit dem Nerv zusammenhängt. Beispiel Abb. 3c je der zweite und dritte Nerv vom Blattrand aus. Diese Nerven vom Typus IX treten bei beiden ssp. auf, doch sind sie bei ssp. Rosae häufiger.

Auch die Krümmung der Blätter, das Merkmal, dem *Carex curvula* den Namen verdankt, ist nicht bei beiden Unterarten in gleichem Maße ausgebildet. Unter 100 eu-curvula-Pflanzen fand ich 83 mit krummen und 17 mit geraden Blättern und unter 100 Rosaeblättern 69 mit geraden und 31 mit krummen Blättern. Auch hierin zeigt sich also ein bedeutender Unterschied zwischen den beiden Unterarten, ohne daß man aber dieses Merkmal für sich allein bei der Bestimmung verwenden könnte.

3. Farbe der Tragblätter der Blüten.

Meist zeigen die beiden Unterarten in der Farbe der Tragblätter der Blüten auffällige Unterschiede. Bei der ssp. eu-curvula fand

ich bei der Kontrolle von 100 Pflanzen folgendes: 58 Pflanzen hatten kastanienbraune und schwarzbraune, 37 hellbraune und 5 bräunlich-gelbe Tragblätter. Bei der ssp. Rosae sind die Tragblätter in der Regel heller gefärbt. Unter 100 Rosae-Pflanzen fand ich 57 mit bräunlich-gelben und gelbbraunen, 38 mit hellbraunen und 5 mit kastanienbraunen Blütenköpfchen.

4. Wurzeln.

Auch in der Farbe der Wurzeln zeigen sich auffällige Unterschiede. Meist sind die Wurzeln der Rosae-Pflanzen rotbraun bis schwarzbraun, und zwar sind alle Wurzeln einer bestimmten Pflanze gleich gefärbt. Es kommt nur selten vor, daß sich unter den dunklen Wurzeln einer Rosae-Pflanze noch einige gelbe oder gelbbraune finden. Bei der ssp. eu-curvula aber sind die Wurzeln meist hellbraun und fast immer finden sich neben den braunen noch junge Wurzeln von gelber oder gelbweißer Farbe. Die Wurzeln ein und derselben Pflanze sind also bei der ssp. eu-curvula meist auffällig verschiedenfarbig. Dunkelbraune oder schwarzbraune Wurzeln treten bei der ssp. eu-curvula nur selten auf. Vermutlich beruht die verschiedene Farbe der Wurzeln auf einer Reaktion der Pflanze gegen den physikalisch-chemischen Zustand des Bodens.

Die Unterschiede in der Farbe der Wurzeln sind so auffällig, daß sie zusammen mit andern Merkmalen bei der Bestimmung der beiden ssp. verwendet werden können. Allerdings muß man beim Sammeln die Wurzeln möglichst vollständig mitnehmen.

Ökologische Unterschiede der zwei Unterarten von *Carex curvula*. Verhalten zur Bodenreaktion.

Nachdem ich auf Grund der Morphologie und Anatomie die Gesamtart *Carex curvula* All. in die zwei Unterarten aufgeteilt hatte, konnte ich meine pH-Messungen zusammenstellen und den pH-Bereich jeder Unterart bestimmen. 108 Erdproben, die ich bei Pflanzen der ssp. eu-curvula entnommen hatte auf der Alp Oberferden, auf dem Lötschenpaß und auf der Grimsel, und 223 Wurzelerden von Pflanzen der ssp. Rosae von der Grande Séolane, vom Mont Arouze, vom Lautaret, vom Unter-Rothorn bei Zermatt, von der Alp Oberferden, vom Lötschenpaß und von der Roten Kumme, ergeben folgenden pH-Bereich:

| | |
|-------------------------|----------------|
| ssp. eu-curvula | pH 4,0 bis 6,8 |
| ssp. Rosae | pH 5,8 bis 8,6 |

In Abb. 6 ist der pH-Bereich veranschaulicht. Nach meinen pH-Messungen ist die ssp. eu-curvula acidiphil. Erinnern wir uns, daß J. Braun-Blanquet und H. Jenny für *Carex curvula* All. einen pH-Bereich von 4,1 bis 5,9 gefunden haben und vergleichen wir damit den von mir festgestellten pH-Bereich der ssp. Rosae, so sind wir berechtigt, den Schluß zu ziehen, daß Braun-Blanquet und Jenny nur mit Eu-curvula-Pflanzen arbeiteten. Meine Messungen bestätigen das von Braun-Blanquet und Jenny gefundene Resultat, mit der Einschränkung, daß sie nicht den pH-Bereich der Gesamtart, sondern nur den der ssp. eu-curvula festgestellt hatten. Zudem ist durch meine Untersuchungen der pH-Bereich der Urgesteins-Krummsegge nach der basischen Seite erweitert worden, was aber nicht schwer ins Gewicht fällt, da auch so die ssp. eu-curvula als ausgesprochen acidiphil erscheint.

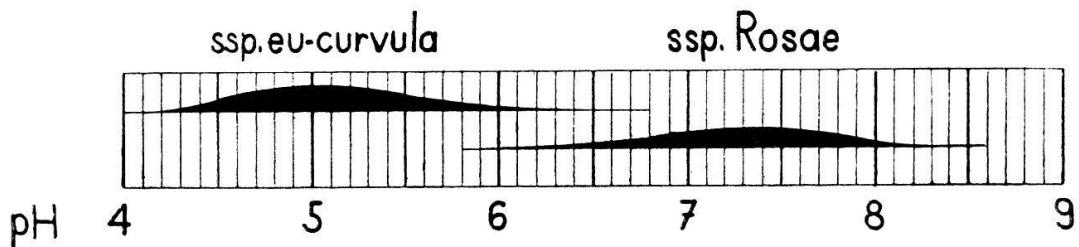


Abb. 6
pH-Bereich der beiden Unterarten von *Carex curvula*.

Die Kalk-Krummsegge hat die meisten pH-Werte zwischen pH 6,8 und 8,6, und nur 17% der Pflanzen dieser Unterart kommen auf schwach saurem Boden vor. Der Mittelwert liegt ungefähr bei pH 7,4. Es fällt auf, daß die Kalk-Krummsegge noch auf Böden von pH 8,4 bis 8,6 gedeiht. Die vor 1937 ausgeführten Messungen ergaben als basischsten Wert pH 8,4, und die Erweiterung bis pH 8,6 wurde durch die erst im Sommer 1937 berücksichtigten Kalkschieferböden des Unter-Rothorns bei Zermatt bewirkt, die stark basisch sind. Die ssp. Rosae wurde auf folgenden Gesteinen gefunden: Kalkschiefer, Kalkglimmerschiefer, Kalkphyllite der penninischen und ostalpinen Decken; eugeogene kalkhaltige Sedimente, z. B. Liaskalke, Flysch; dysgeogene Kalke wie Schrattenkalk und Malm; Trias-Dolomit. Selten nur kommt die Kalk-Krummsegge in Urgesteinsmassiven vor,

so im Pelvoux-, Belledonne- und Mercantourmassiv der Südwestalpen. Sie findet sich hier aber nur ganz vereinzelt an Stellen, wo der Boden neutral oder nur schwach sauer ist. An solchen Stellen besteht die Unterlage wohl aus Amphibolit, Hornblendeschiefer und ähnlichen Gesteinen.

Verbreitung der beiden Unterarten von *Carex curvula* All.

Bei Berücksichtigung der Standorte der auf Seite 80 erwähnten eigenen und aus fremden Herbarien stammenden *Carex-curvula*-Pflanzen, die für die variationsstatistischen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit verwendet wurden, ist es möglich, ein vorläufiges, natürlich noch lückenhaftes Bild der Verbreitung der zwei Unterarten der Krummsegge zu entwerfen.

a) ssp. *Rosae*, Kalk-Krummsegge.

Pyrenäen. Vor allem im französischen Departement Hautes-Pyrénées: Am Pic du Midi de Bigorre, am Pic Blanc und Pic Gabiédon bei Gèdre, in der Gegend von Gavarnie, hier auch an der Brèche de Roland. Südwestlich des durch diese Standorte umschriebenen Gebietes auch jenseits der Grenze in Spanien, in Aragon, bei Panticosa. Östlich des erwähnten Verbreitungsgebietes der Hautes-Pyrénées scheint die ssp. *Rosae* weniger verbreitet zu sein.

Alpen. Südwestalpen, Frankreich: Departemente Alpes-Maritimes, Basses-Alpes, Hautes-Alpes und Isère (die beiden letztern bilden die Dauphiné). Die Südwestalpen bilden das Verbreitungszentrum der ssp. *Rosae*. In der Dauphiné stellte ich fest, daß am Mont Aurouze bei Gap (Dep. Hautes-Alpes) und am Nordrand des Urgesteinsmassivs des Pelvoux, also am Lautaret und Galibier, auf dem zum Pelvoux gehörenden Combeynot (Urgestein), ausschließlich ssp. *Rosae* vorkommt. Im untersuchten fremden Herbarmaterial befanden sich auch Pflanzen aus dem Innern der Urgesteinsmassive des Pelvoux und der Belledonne. Aber alle diese *Carex-curvula*-Pflanzen aus der Dauphiné gehören zur ssp. *Rosae*. Es wird weiteren Untersuchungen vorbehalten sein, festzustellen, ob *Carex curvula* ssp. *eu-curvula* im Pelvoux-, Grandes-Rousses- und Belledonne-massiv und überhaupt in der Dauphiné fehlt. Sollte in diesen Urgesteinsmassiven der Dauphiné die Urgesteins-Krummsegge fehlen, wie es einstweilen den Anschein macht, so müßte man annehmen, die beiden Unterarten würden auch in ihrem Verhalten zu Klima-

faktoren sehr stark voneinander abweichen. Die Dauphiné hat nämlich ein extrem submediterran-kontinentales Klima. Nach meinen Beobachtungen kommt auch in den Basses-Alpes oder Provence-Hochalpen (Grande Séolane bei Barcelonnette) nur die ssp. Rosae vor. Auch sammelten E. Burnat und A. Saint-Yves auf dem Grand Coyer bei Annot nur die Kalk-Krummsegge. Ebenso fand ich im Quellgebiete des Var in den französischen Meeralpen nur die ssp. Rosae. Dank dem reichlichen, von Emile Burnat und seinen Mitarbeitern gesammelten Herbarmaterial kann man heute schon feststellen, daß in den Meeralpen ssp. Rosae auf allen Gesteinsarten, also auch auf dem Urgestein des Mercantourmassivs, hier allerdings sehr selten, vorkommt. Wir haben also analoge Verhältnisse wie in der Dauphiné. Auf einem einzigen der ca. 60 Herbarbogen aus den Meeralpen, die mir zu Gesicht kamen, fanden sich neben Rosae-Pflanzen auch solche der ssp. eu-curvula. Sie stammen von der Cime de la Plate nördlich der Var-Quelle. Wir haben also in den Meeralpen ein geschlossenes Areal der ssp. Rosae, in dem die ssp. eu-curvula nur als Seltenheit eingestreut ist. Von ihrem Verbreitungszentrum in den Südwestalpen strahlt die ssp. Rosae nach Osten und Norden aus.

Piemont, Italien. Vom Col de Fréjus über dem Mont-Cenis-Tunnel und dem Col Sestrière südwestlich Susa bis zum Monte Rosa ist die ssp. Rosae ziemlich häufig, besonders am Mont-Cenis, im Cognetal und Aostatal. Offenbar überwiegt sie gegenüber der ssp. eu-curvula ziemlich stark.

Savoyen, Frankreich. Wie im Piemont überwiegt auch hier die Kalk-Krummsegge stark.

Hochsavoyen, Frankreich. In diesem niederschlagsreichen Gebiet, in dem das Urgesteinsmassiv des Montblanc einen großen Raum einnimmt, ist die Kalk-Krummsegge selten. Hier sammelte fast ausschließlich John Briquet, und in Savoyen Eug. Perrier de la Bathie.

Westliche Schweizeralpen. Die ssp. Rosae ist ziemlich verbreitet, doch überwiegt die ssp. eu-curvula. In den Walliseralpen hat die ssp. Rosae ein zusammenhängendes Areal vom Val de Bagnes bis zum Nufenenpaß und zur Furka-Paßhöhe. Sie ist hier auf die Kalkschiefer der penninischen Decken beschränkt. Die Gegend von Zermatt ist besonders reich an Beständen der Carex curvula ssp. Rosae (Caricetum Rosae). In den Waadtländer- und Berneralpen (ein-

schließlich der zum Wallis gehörenden Südhänge dieser Gebirgskette) findet sich ssp. Rosae an der Dent de Morcles sowie an der Gemmi, in der Umgebung von Leukerbad und auf der Südseite des Lötschenpasses, ganz vereinzelt noch im Lauterbrunnental am Tschingeltritt (leg. Ludwig Rütimeyer und leg. von Rütte, Juli 1846).

Tessin, Schweiz. Östlich der Linie Lötschenpaß–Furka–Nufenen ist die ssp. Rosae selten. Außer am Nufenenpaß ist sie bisher im Tessin nur am Campolungopaß (leg. Schröter) festgestellt. Dieser Standort steht mit dem Nufenen durch einen Streifen kalkhaltiger Gesteine in Verbindung.

Ostalpen. Für dieses große Gebiet konnte ich an Hand des Herbarmaterials, das mir von öffentlichen und privaten Herbarien zur Verfügung gestellt wurde, nur wenige Standorte feststellen, so daß man den Eindruck bekommt, die Kalk-Krummsegge sei in den Ostalpen selten. Standorte der Ostalpen:

Graubünden, Schweiz:

1. Curvergrat, Oberhalbstein, leg. C. Schröter 11.VIII.1891, Bot. Sammlung der Eidgen. Techn. Hochschule Zürich (= E.T.H.).
2. Lac blanc (vermutlich Lago bianco am Berninapaß), leg. L. Favrat, E.T.H.
3. Pischa (Val Pischa, nordwestlich Val del Fain im Oberengadin?), leg. B. Branger, 25.VII.1904, E.T.H.
4. Scaletta (Paß zwischen Davos und Scanfs, fraglicher Standort), leg. F. Favrat, 17.VII.1867, E.T.H.

Lombardei, Italien:

5. Sobretta (6 km südöstlich Bormio), leg. M. Longa, VII.1893, Herb. Florenz.

Trentino, Italien:

6. Hühnerspiel (Amthorspitze südlich Brenner), leg. R. de Littardiére, 1.IX.1909. Auf diesen Standort bezieht sich auch die Angabe von C. Schröter im Pflanzenleben der Alpen (2. Aufl. S. 432), an der Rollspitze in der Hühnerspielgruppe komme Carex curvula im Seslerietum coeruleae vor. (Sesleria coerulea ist kalkstet.)

7. Alptriften in Tristen in Weissenbach (25 km ostsüdöstlich des Brenner), leg. G. Treffer, 20.VII.1886, Herb. Florenz.

Kärnten (Gau Österreich, Deutschland):

8. In der Gamsgrube der Pasterze bei Heiligenblut, leg.

E. Preißmann, 16.VIII.1880, Bot. Abt. Naturh. Mus. Wien, Mus. Palat. Vindob. Nr. 5084, und leg. R. de Litardière, 21.VIII.1909.

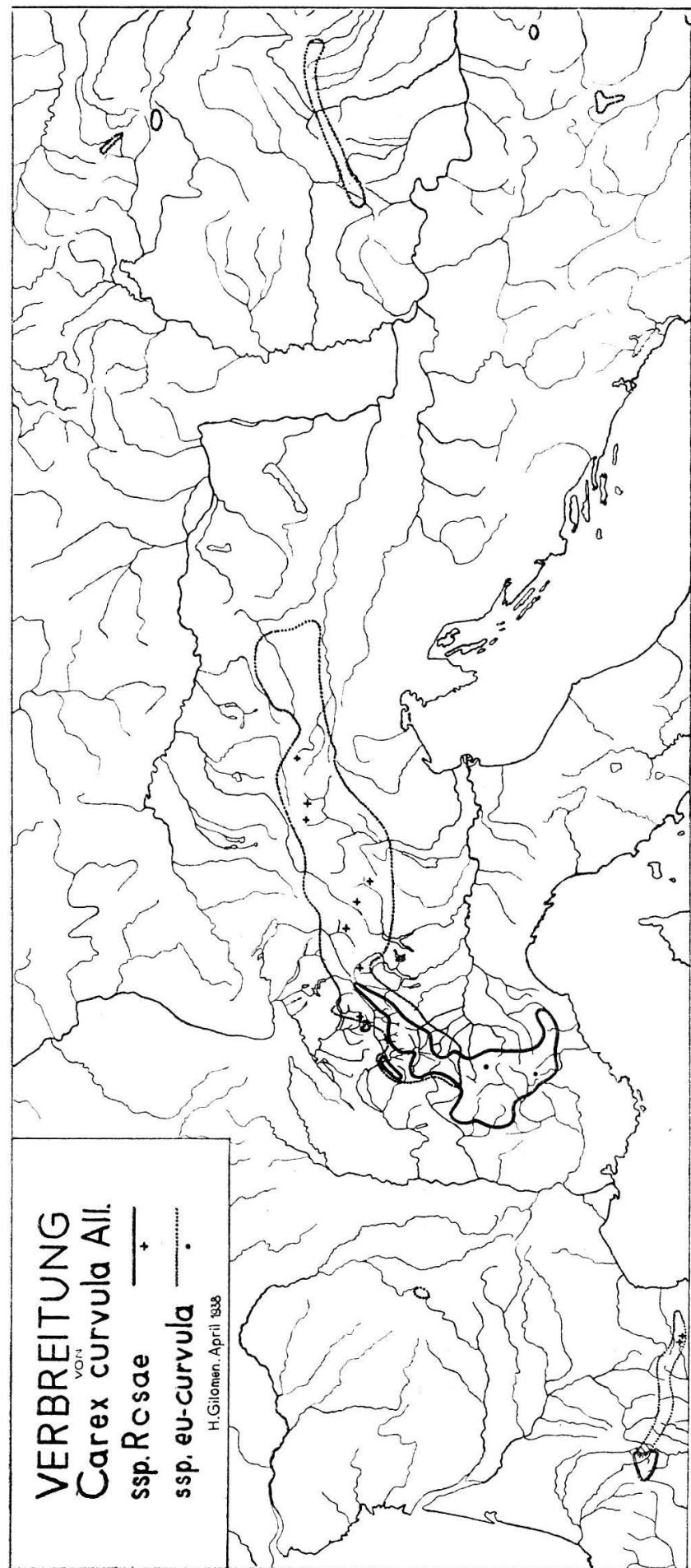
An Hand der Sammlung von Spezialkarten des Geologischen Institutes der Universität Bern konnte die Gesteinsunterlage des jeweiligen Gebietes der erwähnten ostalpinen Rosae-Standorte festgestellt werden. Am Campolungopaß im Tessin kommen Trias-Dolomite und Kalkglimmerschiefer vor, in Graubünden am Curvergrat Kalkschiefer, an der Pischa beim Heutal Trias-Dolomit, in den italienischen Ostalpen an der Sobretta Bündnerschiefer mit Marmorenlagerungen, am Hühnerspiel südlich des Brenner Kalkphyllite und Kalkglimmerschiefer, in Tristen im Weißenbachtal Triaskalk, Dolomitmarmor und Kalkglimmerschiefer, und in Kärnten an der Gamsgrube beim Großglockner Kalkglimmerschiefer. Analog wie die Kalk-Krummsegge in den südlichen Walliser Alpen auf den Kalkschiefern oder Triaskalken- und -dolomiten der penninischen Decken verbreitet und auf diese Schiefer lokalisiert ist, finden sich in den Ostalpen die meisten Standorte der ssp. Rosae auf Kalkschiefern, Kalkphylliten, Kalkglimmerschiefern, Triasdolomiten und -kalken der ostalpinen Decken.

b) ssp. *eu-curvula*, Urgesteins-Krummsegge.

In den Ostkarpathen und in den bulgarischen Gebirgen kommt, nach dem untersuchten Material zu schließen, nur die ssp. *eu-curvula* vor. Sie findet sich nach Mitteilung von B. Pawłowski in den Ostkarpathen auf kalkarmer Unterlage. Für die Bielaer-Tatra wurde von B. Kotula 1890 *Carex curvula* vom Gipfel der Jatki Tylne, 2019 m, angegeben, der aus Kalkgestein besteht. Die Angabe ging in die neueren polnischen Floren über, und gestützt darauf wurde *Carex curvula* von K. Domin (1928) unter die kalksteten Arten des Tatra-Gebietes eingereiht. Das würde die Vermutung nahelegen, es handle sich hier um ssp. Rosae. Die Angabe von Kotula erwies sich aber als falsch; die von ihm gesammelte Pflanze war *Cobresia bipartita* (nach freundl. schriftl. Mitt. v. B. Pawłowski; vgl. auch die Zusammenstellung bei Pawłowski 1930). *Carex curvula* fehlt den Westkarpathen vollständig.

In den Ostalpen ist die ssp. *eu-curvula* auf geeigneter Bodenunterlage allgemein verbreitet, während die ssp. Rosae nur sporadisch vorzukommen scheint. Erst vom Tessin ab gegen Westen

Abb. 7



nimmt die Urgesteins-Krummsegge immer mehr ab, um schließlich in den extrem kontinentalen Südwestalpen sehr selten aufzutreten oder sogar zu fehlen. In den Pyrenäen ist die ssp. eu-curvula verbreitet, und im französischen Zentralplateau kommt sie wohl allein vor.

Unsere heutigen Kenntnisse über die Verbreitung der beiden Unterarten von *Carex curvula* sind im Verbreitungskärtchen (Abb. 9) dargestellt.

Erläuterung zur Verbreitungskarte: Für die Verbreitungskarte wurden die Standorte der 1970 in der vorliegenden Arbeit untersuchten *Carex curvula*-Pflanzen verwendet. Die ssp. Rosae hat in den Pyrenäen außer dem geschlossenen Areal im Quellgebiet des Gave de Pau und der Cinca noch zwei Standorte bei Cambre d'Azes in den Ostpyrenäen. Die vereinzelten Standorte der ssp. Rosae in den Ostalpen sind auf Seite 94 erwähnt. Die zwei vereinzelten Standorte der ssp. eu-curvula in den Südwestalpen sind die Cime de la Plate bei der Var-Quelle in den französischen Meeralpen und Col de Sestrières im Piemont, 17 km ostnordöstlich von Briançon. In den Karpathen kommt die ssp. eu-curvula vor allem in den Südkarpathen oder Transylvanischen Alpen vom Quellgebiet der Temes bis zur Jalomita vor. Zudem findet sie sich in den Ostkarpathen am Ineu im Rodna-Gebirge und im Cernahora- oder Csornahora-Gebirge. In Bulgarien kommt die Urgesteinskummsegge in der Stara-Planina (Balkan-Gebirge) am Jumrukcal, in der Rila Planina und im Pirin-Gebirge vor.¹⁾

Für den Nachweis einiger schwer auffindbarer Örtlichkeiten der Pyrenäen bin ich Herrn Prof. F. Nussbaum in Bern zu Dank verpflichtet, ebenso Herrn Prof. A. Streckeisen in Zürich für die Angabe von Karpathen-Standorten, die in geographischen Atlanten nicht zu finden sind.

Verzeichnis der Botaniker und Floristen, welche das Herbariumsmaterial sammelten, das in der vorliegenden Arbeit verwendet wurde.

Abkürzungen, welche die Gebiete bezeichnen: A: Auvergne, französisches Zentralplateau, P: Pyrenäen, D: Dauphiné, M: Meeralpen, Pt: Piemont, S: Savoyen und Hochsavoyen, W: Westschweiz (Walliser-, Waadtländer- und Berneralpen), T: Tessin, G: Graubünden, O: Übrige Ostalpen, K: Karpathen, B: Bulgarische Gebirge.

¹⁾ Anmerkung während des Druckes: Nach J. Horvat kommt auch in den altserbisch-makedonischen Hochgebirgen *Carex curvula* bestandbildend vor, besonders auf Sar-Planina, Rudoka, Korab. (Zur Erforschung der Hochgebirgsvegetation des Vardarbanats. Bull. Internat. Acad. Yougoslave Sc. et Beaux Arts, Cl. Sc. **29** 1936, S. 139.)

H. Abegg G, Achtaroff B, Fr. Sigm. Alioth W. O, Angeli O, J. Arcangeli Pt, Arvet-Touvet D, S. Aubert T, Ch. Bader W, John Ball P, Barbey O, Eug. Perrier de la Bathie D. Pt. S, P. Baumgartner G, Ch. Bélanger P. Pt, Gustave Beauverd D, A. Benner P, Henri Bernet W. G, W. Bernoulli W. G, Binder W, Bordère P, Bornmüller O, Bonjean Pt, Borza K, B. Branger G, H. Braun O, J. Braun-Blanquet G T, John Briquet M. S. Pt. W, Brown W, H. Brockmann G, Emile Burdet W, Emile Burnat M, R. Buser W, Ch. Brügger G, Ad. Boisot S, C. Camperio O, Candrian G, Carestia Pt, François Cavillier M, Cavin W, A. Chabert Pt S, Chiovend Pt, Chaboisseau D, Charpentier W, Paul Chenevard W. T. Pt, Herm. Christ G, Christener W, Joh. Coaz G, Ed. Cornaz Pt, J. v. Csató K, P. Culmann G, abbé Daenen W, de Dieudonné P, Dübi G, F. Duflon W, J. C. Ducommun W, Dutoit W, A. de Eichenfeld O, Fauché D, Fauconnet W, abbé Faure D, Alph. Faure D, L. Favrat W G, E. Ferrari Pt, Fenzl O, A dr. Fiori Pt, Ed. Fischer W G, L. Fischer W, Fischer-Ooster W, P. Flütsch G, Foucaud P, Ed. Frey W, A. de Franqueville P, Gander O, P. Gave Pt S, Gehri O, Georgieff B, W. Gerhard W, Hans Gilomen M D W, Hanne Goldschmidt G, Godet W, M. Guinochet M, C. Gürtler K, Guthnick W, Gwalser G, Henri Guyot Pt. W. K, K. Hager G, O. Heer T G, Heidenreich W, Heimerl O, Eug. Heß G T, Heuffel K, H. Hirzel W, Theod. Hottinger W, Hoppe O, Huguenin Pt, Huter O, H. Jaccard Pt. W, B. Jacob W, Jaeggli T, Jaeggi G, Jeanjaquet W, Jordan D, Jordanoff B, A. Keller W, Louis Keller O, A. Kerner O, Kneucker W, Walo Koch W, G, Kotula O, Lagger W, Lehmann G, J. J. Linder W, Louis Leresche W, R. de Littardiére D. O. W, M. Longa O, J. Madalski K, Rosine Masson W, Marcailhou d'Ayméric P, A. Mermod W, A. Maillefer D. W, Merklein W, Montini O, Maurice Moreillon W. G, Moser O, J. Müller Pt, Gust. Müller P. T, Müllner O, Murr O, Jean Muret W, G, Noack G, Nyárády K, Pacher O, Parlatore S. Pt. O, A. und Ed. Huet du Pavillon P. Pt. W, Pareú K, A d. Pellat D. Pt, H. Pellat A, Perrot P, G. Peter W, Pittoni O, Philippe de Bagnère de Bigorre P, P. Porta O, E. Preisemann O, Proal D, Portenschlag O, Del Ponte Pt, Pozzi G, Eug. Rambert W, Ramond P, Redtenbacher O, abbé Ravaud D, Regel W, Reichardt O, Reuter W, Reynier W, Rikli G. W, H. A. Romieux W, E. Rostan Pt, J. v. Rovats K, Eduard Rübel G.A, Ludw. Rütimeyer W, von Rütte W, Walter Rytz T. G, Sandoz-Dutoit W, Salzmann P, A. Saint-Yves P. M, J. C. Schleicher W, Aug. Schmidely W, Schnyder G, Schädler W, Ludw. Em. Schaeerer W. G, Schöneberger G, C. Schröter W. T. G. O, Schmidt W, Schulz O, Schuppli W, Schur K, Sennholz O, Sieber D. O, H. Siegfried T, W. Sonder W, Stebler G, Stefanoff B, N. Stojanoff B, Steinegger W, Stephén Sommier Pt. O, Tanfani Pt, F. von Tavel W. G, Theobald G, Thomas W, H. S. Thompson Pt, Traunsteiner O, G. Treffer O, G. Trog W, Uehlinger A, Lino Vaccari Pt, Vidal M, W. Vogel W, Fr. Volz W, Wittig O, F. O. Wolf W, Wulfen O, Ernest Wilczek D. M. S. Pt, Wolosczak O, M. Zoya G. O.

Synonymie von *Carex curvula* All. ssp. *Rosae* Gilomen.

1. *Carex curvula* All. var. *stenophylla* Christ.

Hermann Christ, der Altmeister der schweizerischen Pflanzengeographie, bestimmte die Carices des Herbier Emile Burnat, das sich in Genf befindet und ein prachtvolles, reiches, von Burnat und seinen Mitarbeitern

gesammeltes Material der Meeralpen enthält. Dabei fiel Christ auf, daß die *Carex-curvula*-Pflanzen der Meeralpen von denen der Schweizeralpen abweichen. Auf einem Notizblatt bei Herbarpflanzen vom „Sommet du Col de Pelouse du côté de cime de Voga (Alpes Maritimes sept.-occ.)“, die Burnat am 9.VIII.1887 sammelte, findet sich die Bleistiftnotiz Christ's: „C. curvula prend dans les Alpes Maritimes des allures très drôles: jamais je n'ai vu dans nos Alpes des éch. aussi grèles et stenophylles.“ Er bestimmte diese feinborstigen Pflanzen als *Carex curvula* All. v. *stenophylla* C. Auch in den Botanischen Sammlungen der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich finden sich als var. *stenophylla* Christ bestimmte *Carex-curvula*-Pflanzen vom oben erwähnten Standort und auf einem weiteren Herbarbogen solche, die Burnat Ende Juli 1887 an der Lokalität „Moutière“, sehr wahrscheinlich Col de la Moutière, sammelte. Beide Standorte finden sich im nördlichsten Teile des französischen Departements Alpes-Maritimes an der Grenze zwischen diesem und dem Departement Basses-Alpes.

Diese Pflanzen der var. *stenophylla* Christ sind typische Exemplare der *Carex curvula* All. ssp. *Rosae* Gilomen. Christ hat seine var. nicht beschrieben und veröffentlicht, so daß sie in die Synonymie fällt. Auch wenn er diese var. veröffentlicht hätte, wäre die Bezeichnung *stenophylla* ungeeignet, da schon eine *Carex stenophylla* Wahlenberg (1802) besteht und da es wahrscheinlich ist, daß Autoren mit engem Artbegriff die stark abweichende ssp. *Rosae* als Art erklären werden.

2. Folgende Namen, von denen man vermuten könnte, sie bezügen sich eventuell auf *Carex curvula* All. ssp. *Rosae* Gilomen, sind nicht synonym:

a) *Carex mirabilis* Schleicher, nomen nudum. In schweizerischen Herbarien sind gelegentlich ca. 30 cm hohe *Carex-curvula*-Pflanzen als *Carex mirabilis* Schleicher bestimmt. In seinem Catalogus hucusque absolutus omnium plantarum in Helvetia (1821) führt Schleicher *Carex mirabilis* Host, aber keine *Carex mirabilis* Schleicher auf. Also ist *Carex mirabilis* Schleicher ein nomen nudum. *Carex mirabilis* Host, Icones et descriptiones graminum austriacorum. 1801–1810, t. 4, tab. 78 (1809), ist Synonym von *Kobresia bipartita* Dalla Torre.

b) *Carex curvula* All. β major Gaudin (1830), in Flora helvetica vol. VI, p. 63. Diagnose: „ β major, caule recto, fere pedali“. Als Synonym gibt Gaudin an: „C. mirabilis (an Host?) Schl. cat. 1821.“ Diese mehrdeutige Schreibweise Gaudins ist wahrscheinlich schuld an der Entstehung des nomen nudum *Carex mirabilis* Schleicher. Über die Herkunft dieser *Carex curvula* All. β major Gaud. gibt Gaudin an: „ β in M. Sylvio. Amiciss. L. Thomas“. (M. Sylvii = Matterhorn bei Zermatt.) Wie die Beschreibung sagt, verstand Gaudin darunter 30 cm hohe *Carex-curvula*-Pflanzen mit geradem Stengel. Solche hohen Exemplare treten bei ssp. eu-curvula häufiger auf als bei ssp. *Rosae*. Im Material des Musée botanique cantonal de Lausanne fand ich vier von Thomas im Saastal gesammelte Pflanzen der Form β major Gaud. Von diesen gehören zwei zur ssp. *Rosae* und zwei zur ssp. eu-curvula. Außerdem fand ich im erwähnten Herbarium noch zehn weitere Pflanzen der Form β major. Gaud., die in den Jahren 1839 bis 1874 von Jean Muret (8 Ex.), 1874 von Favrat und 1892 von Wilczek gesammelt worden waren. Von diesen zehn Pflanzen gehört nur eine einzige zur ssp. *Rosae*. Die Form *Carex*

curvula All. β major, mit der sich Gaudin, sein Freund L. Thomas und Jean Muret beschäftigt hatten, umfaßt also nach dem Lausanner Material zu schließen, hauptsächlich Pflanzen der ssp. *eu-curvula*, kommt also nicht als Synonym der ssp. *Rosae* in Betracht.

c) *Carex tripartita* All. (1785) *Flora Pedemontana* t. II, pag. 265, tab. 92, fig. 5. *Carex spica terminali tripartita* Hall. hist. n. 1356. — Da diese Pflanze als Synonym von *Carex curvula* aufgeführt wird und da die ssp. *Rosae* im Piemont häufig ist, so mußte festgestellt werden, ob *Carex tripartita* All. eventuell mit ssp. *Rosae* identisch sei. Herr Prof. Dr. Capelletti, Direktor des Botanischen Institutes der königl. Universität Turin, war so freundlich, mir den „Typus“ der *Carex tripartita*, nach dem Allioni die Art beschrieben hatte, zur Untersuchung zu senden. Dieser „Typus“ ist eine Pflanze der *Carex curvula* All. ssp. *eu-curvula* Gilomen mit dreilappigem, dunklem Blütenköpfchen, wie es übrigens schon aus der oben erwähnten Figur der *Flora Pedemontana* ersichtlich ist. *Carex tripartia* All. ist Synonym von *Carex curvula* All. ssp. *eu-curvula* Gilomen. Mit diesem Befund stimmt gut überein, daß Allioni als Fundort außer den Alpen von Gressoney, am Südfuß des Monte Rosa, den Großen St. Bernhard angibt, wo nur die ssp. *eu-curvula* vorkommt.

Zusammenfassung der Resultate; Beschreibung der ssp. *eu-curvula* und der ssp. *Rosae* (vgl. auch Taf. 4, Abb. 2).

1926 bis 1936 wurde vom Verfasser beobachtet, daß *Carex curvula* All. in den Südwestalpen (Frankreich) häufig auf Kalkböden mit pH 6,8 bis 8,4 vorkommt, während sie bisher als ausgesprochen acidiphil gehalten wurde.

1937 wurde versucht, die Frage zu lösen, ob die auf Kalk vorkommenden *Carex-curvula*-Sippen der Südwestalpen gegenüber den auf das Urgestein beschränkten *Carex-curvula*-Pflanzen der Ostalpen nur eine ökologische Modifikation oder eine genotypisch verschiedene Rasse darstellen. Morphologische, anatomische und ökologische Untersuchungen, die an 1970 *Carex-curvula*-Pflanzen ausgeführt wurden, zeitigten das Ergebnis, daß die auf Kalk vorkommenden *Carex-curvula*-Pflanzen der Südwestalpen gegenüber den auf Urgestein vorkommenden Krummseggen der Ostalpen eine erblich verschiedene Rasse darstellen.

Carex curvula All. wird in zwei Subspecies aufgeteilt. nämlich:

1. *Carex curvula* All. ssp. *eu-curvula* Gilomen, Urgebirgs-Krummsegge. (Syn.: *Carex tripartita* All. Fl. Ped. 1785).

| Typus | Variationsbreite |
|---|---|
| Wurzeln hellbraun. | Wurzeln einer Pflanze meist verschiedenfarbig, hellbraun bis weißgelb, selten dunkelbraun. |
| Stengel krumm. | Stengel meist krumm, Fruchtköpfchen oft nickend. |
| Blätter krumm. | Blätter meist krumm. |
| Blattquerschnitt bandförmig, mit feiner Rinne über dem Mittelnerv. Zwischen Mittelnerv und Epidermis der Blattoberseite kein Mesophyll und Aerenchym. | Blattquerschnitt bandförmig meist mit feiner Rinne. (Bei der f. kobresiifolia finden sich an Stelle der Rinne 3—7 Reihen großer Epidermiszellen). Zwischen Mittelnerv und Epidermis der Blattoberseite kein oder wenig Mesophyll und Aerenchym. |
| Proportion Blattbreite: Blattdicke = 12:1. | Proportion Blattbreite: Blattdicke = 7:1 bis 12:1, Mittelwert 9,5:1. |
| Tragblätter der Blüten kastanienbraun. | Tragblätter der Blüten meist kastanienbraun bis schwarzbraun, oft aber auch hellbraun, selten bräunlichgelb. |
| Fortsätze der Antheren 0,11 mm lang, farblos. | Fortsätze der Antheren 0,09 bis 0,25 mm lang (Mittelwert 0,17 mm), meist farblos. |
| Auf Hohgantsandstein, pH 4,2. Hohgant, Berner Oberland, Schweiz, 11.VII.1937. !! | Meist auf Urgestein, pH-Bereich: pH 4—6,8. |

Verbreitung: Bulgarische Gebirge, Karpaten, Alpen (fehlt in großen Gebieten der Südwestalpen oder ist dort selten), französisches Zentralplateau, Pyrenäen.

Soziologie: Die ssp. eu-curvula bildet den Klimaxverein des Curvuletums. Die bisher erschienene pflanzengeographische Literatur bezieht sich fast ausschließlich auf ssp. eu-curvula. Wenn in „Curvuletum“ Leontopodium und andere calciphile Pflanzen notiert wurden, ist der Verdacht berechtigt, daß dort die ssp. Rosae vorkommt.

Abänderungen:

var. *Rodnensis* Porcius.

forma *kobresiifolia* Gilomen. Über der Mittelrippe der Laubblätter drei bis sieben Reihen sehr große Epidermiszellen.

2. *Carex curvula* All. ssp. *Rosae* Gilomen. Mitt. Naturf. Ges. Bern 1937 (1938), S. XXVI–XXVII. Syn.: *Carex curvula* All. var. *stenophylla* Christ, in Herbier Burnat, Genf, und Botan. Sammlungen der Eidgen. Techn. Hochschule Zürich. (Ohne Beschreibung.), Kalk-Krummsegge.

| Typus | Variationsbreite |
|---|--|
| Alle Wurzeln dunkelbraun. | Alle Wurzeln einer Pflanze meist gleichfarbig, braun bis schwarzbraun, selten hellbraun und einzelne gelblich. |
| Stengel gerade. | Stengel meist gerade. |
| Blätter schwach gekrümmt. | Blätter meist gerade, nur ca. 30% krumm. |
| Blattquerschnitt halbmondförmig, ohne feine Rinne. Zwischen Mittelnerv und Epidermis der Blattoberseite viel Mesophyll und Aerenchym. | Blattquerschnitt meist halbmondförmig, auch halbkreisförmig. Rinne selten angedeutet. Zwischen Mittelnerv und Epidermis der Blattoberseite viel Mesophyll und Aerenchym. |
| Proportion Blattbreite : Blattdicke = 4:1. | Proportion Blattbreite : Blattdicke = 3,2 : 1 bis 4,8 : 1. Mittelwert 4 : 1. |
| Tragblätter der Blüten bräunlichgelb. | Tragblätter der Blüten meist bräunlichgelb oder hellbraun, selten kastanienbraun. |
| Fortsätze der Antheren 0,30 mm lang, gelb. | Fortsätze der Antheren 0,20 bis 0,40 mm lang (Mittelwert 0,30 mm), gelb bis rot gefärbt. |
| Auf Senonkalk von pH 7,5. Mont Aurouze, 2250 m, Frankr., Dep. H.-Alpes, 6.VIII.1937.!! | Meist auf kalkhaltigem Boden, pH-Bereich: pH 5,8 bis 8,6. |

Verbreitung: Pyrenäen, Alpen. Verbreitungszentrum in den französischen Südwestalpen (Meeralpen, Provence-Hochalpen, Dauphiné). In Savoyen (Frankreich), Piemont (Italien), Walliseralpen, Waadtländer- und Berneralpen von der Dent de Morcles bis zum Lötschenpaß (Schweiz) ziemlich häufig. Östlich der Linie Lötschenpaß-Nufenen (Schweiz) selten, geht bis zum Großglockner (Kärnten, Deutschland). Vorläufige Umgrenzung; Verbreitung in den Ostalpen ist noch festzustellen.

Soziologie: *Carex curvula* ssp. *Rosae* bildet in den Westalpen die Pflanzengesellschaft *Caricetum Rosae*, die zu den *Seslerietalia* (Braun-Bl.) gehört.

* * *

Zum Schluß spreche ich allen, die mich bei der Durchführung dieser Arbeit unterstützten und derselben Interesse entgegenbrachten, den besten Dank aus. Vor allem bin ich Herrn Prof. Dr. E. Rübel für die wirksame Hilfe bei der Durchführung und Veröffentlichung der vorliegenden Arbeit und für das Interesse, das er derselben entgegenbrachte, zu Dank verpflichtet. Ebenso danke ich Herrn Direktor Dr. W. Lüdi für die Einführung in die Technik der pH-Messungen und in die Ökologie der Pflanzen, für freundliche Beratung und Vermittlung ausländischen Herbarmaterials. Herrn Prof. Hans Pallmann und Herrn Dr. von Grünigen, Landwirtschaftliche Versuchsanstalt Liebefeld, spreche ich den Dank aus für Ratschläge und Mithilfe bei pH-Messungen, ebenso Herrn Dr. S. Blumer, Privatdozent, Bern, für seine Ratschläge betreffend die Durchführung mikroskopischer Messungen und variationsstatistischer Arbeiten. Den Herren Privatdozenten Dr. Walo Koch und Dr. A. Becherer bin ich für ihre Mithilfe bei der Feststellung der Synonymie von *Carex curvula* ssp. *Rosae* zu Dank verpflichtet. Ganz besonders danke ich meinen Lehrern: Herr Prof. W. Rytz führte mich in die Pflanzengeographie ein und vermittelte für die vorliegende Untersuchung viel ausländisches Herbarmaterial. Herrn Prof. Ed. Fischer, der mich in die Botanik und ihre wissenschaftlichen Untersuchungsmethoden einführte, sowie auch Herrn Prof. W. Schopfer danke ich für das große Interesse, das sie meiner Arbeit entgegenbrachten.

Literatur.

- Allioni C., Flora Pedemontana **2**, 1785, p. 264–265.
- Braun-Blanquet J. und Jenny Hans, Vegetations-Entwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen (Klimaxgebiet des *Caricion curvulae*). Mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse im schweizerischen Nationalparkgebiet. — Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. 63, 1926 (181–349).
- Diels Ludwig, Aufgaben der Phytographie und der Systematik. — Abderhalden. Handb. biolog. Arbeitsmethoden Abt. XI, Teil 1 (69–189).
- Domin Karel, The Relations of the Tatra Mountain Vegetation to the Edaphic Factors of the Habitat. A synecological study. (Read at the International Botanical Congress in Ithaca, N.Y., 1926.) — Acta Botanica Bohemica **6—7**, 1928 (133—165).
- Gaudin, I., Flora helvetica 6, 1830 (63–64).
- Gilomen Hans, Neue Beiträge zur Ökologie, Morphologie und Systematik von *Carex curvula* (Krummsegge). Mitte. Naturf. Ges. Bern **1937**, 1938 (Sitzungsber. Bern. Bot. Ges.) (XXVI—XXVII).
- Host N. Th., Icones et descriptiones graminum austriacorum **3**, 1805, tab. 78; **4** 1809, tab. 78.
- Kükenthal Georg, Cyperaceae-Caricoideae. — Das Pflanzenreich von A. Engler, Heft 38, 1909.
- Pawlowski, B., Floristische Notizen aus der Tatra III. Acta Soc. Bot. Polon. **7** 1930 (S. 134).
- Rübel Eduard, Curvuletum. Mitt. aus dem Geobot. Inst. Rübel in Zürich, 1922 (15 S.). (Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Beiheft 1, 1925).
- Schleicher J. C., Catalogus hucusque absolutus omnium plantarum in Helvetia cis et transalpina sponte nascentium. 1821.
- Schröter C., Das Pflanzenleben der Alpen. 2. Aufl. 1926.
- Spinner Henri, L'anatomie foliaire des *Carex* suisses. Diss. Univ. Zürich 1903.

Eingehende Verzeichnisse der pflanzengeographischen Literatur finden sich bei Rübel S. 14–15 und Schröter S. 1217–1222.
