

## DIE BEIDEN AZOLLA-ARTEN DES NIEDERLÄNDISCHEN PLEISTOZÄNS

von

F. FLORSCHÜTZ

(Mit den Tafeln XIX—XXI.)

Die erste Mitteilung über die Möglichkeit des Vorkommens fossiler *Azolla* im niederländischen Boden rührt von J. LORIE her, der im Jahre 1905 bei der Beschreibung von Bohrproben die Entdeckung von Makrosporangien von *Azolla filiculoides* Lam. in einer dünnen Torfschicht unter Vogelenzang erwähnte (Lit. 1). Da aller Wahrscheinlichkeit nach zur Zeit dieser Bohrung im Jahre 1887 *Azolla* schon in grosser Menge in der Umgebung wuchs, hielt LORIE es nicht für ausgeschlossen, dass rezente Makrosporangien in den Torf geraten wären. Der diesbezügliche Teil der angeführten Arbeit lautet:

„Van eenig belang is de laag hard en droog veen, XIV, tusschen 61.1 en 61.4 M.—A.P., waaruit bij het slibben eenige zeer kleine voorwerpjes werden afgescheiden, klaarblijkelijk van plantaardigen oorsprong. Prof. Went te Utrecht had de goedheid ze voor mij te onderzoeken en ze te bestemmen als „mikrosporen <sup>1)</sup> met massulae van *Azolla filiculoides*“. Overblijfselen van het geslacht *Azolla* waren tot nog toe alleen bekend uit tertiär en carbon en tot voor korten tijd behoorden de beide soorten „*caroliniana*“ en „*filiculoides*“ niet tot onze of de Europeesche flora. Zij zijn als zoodanig eerst, tusschen 1880 en 1890, in ons land opgetreden, na uit den Hortus Botanicus te Leiden te zijn ontsnapt. Het juiste jaar is niet meer met zekerheid uit te maken, daar het geval eerst werd bemerkt, toen de plantjes zich op groote schaal hadden vermenigvuldigd. Zeer waarschijnlijk is het verder, dat zij in 1887 reeds in groote hoeveelheid leefden in den omtrek van Vogelenzang, zoodat de mogelijkheid niet is uitgesloten, dat zij toevallig in het veenmonster zijn verdwaald. In October 1904 heb ik daaromtrent een onderzoek ingesteld. De boring is verricht bij de tuinnanswoning, gelegen aan eenen kleinen straatweg, op den westrand der binnenduinen, waarop Casa Nova is gelegen. Vlak daarbij is eene gegraven put, welker water veel ijzer bevatte, wat aanleiding tot de boring heeft gegeven. Aan de andere zijde van den straatweg, op  $\pm$  25 M. afstand, is eene sloot,

<sup>1)</sup> Wo „*Makrosporen*“ gemeint sind, muss hier eine Schreib- oder Druckfehler vorliegen.

die meestal droog is, doch, tijdens het werk, wel water kan bevat hebben. Aan dezelfde zijde van den straatweg, naar het N. toe, op ongeveer 150 M., is eene breede sloot of vaart, waarin ik veel *Azolla* vond. Deze is gegraven voor het afzanden der binnenduinen en was in 1887 aldaar nog niet aanwezig. Volgens den tuinman is aanvankelijk bij het werk geen water gebruikt, later wel, doch heeft men daartoe eene korte nortonbuis in den grond geslagen. Het is dus niet mogelijk na te gaan op welke wijze de overblijfselen van *Azolla* in het monster veen zijn gekomen, toch blijft de zaak voorshands twijfelachtig. Ware de boring vóór het jaar 1880 verricht, dan zoude men met recht *Azolla* tot de Nederlandsche fossielen uit het (interglaciale?) Diluvium mogen rekenen."

Im Jahre 1919 beschrieb J. VAN BAREN einen Fund in der Nähe von Oosterbeek, der zu Zweifel weniger Veranlassung gab (Lit. 2). VAN BAREN berichtet darüber folgendes:

„In Januari 1911 ontving ik van den directeur van Johanna-Hoeve, den Heer P. M. Burgers, een monster klei uit een boring, op dat landgoed verricht door de firma J. de Boer, toenmaals te Leeuwarden. Deze klei geleek in al haar eigenschappen op de uit Drente, Friesland en Groningen bekende potklei. Zij bestond voor 53.2% uit deeltjes, kleiner dan 0.01 mM.; voor 35.6% uit deeltjes van 0.01—0.05 mM.; voor 6.0% uit deeltjes van 0.05—0.1 mM. en voor 5.2% uit deeltjes van 0.1—2 mM. Het % zand bedroeg dus 11.2%. De klei was kalkloos en het grofste zand bestond uit kwarts, lydiet, zandsteen, kwartsiet, mikrokliën en houtresten (veel eik). Daarnaast kwamen talrijke, met de loupe duidelijk herkenbare, op eikels gelijkende voorwerpjes voor, waaraan, doch slechts microscopisch herkenbare, op ankers gelijkende aanhangsels zaten. Mevrouw J. v. d. Sleen—v. Bork, assistente van Prof. Nierstrasz te Utrecht, was zoo vriendelijk deze voorwerpjes aan een nader onderzoek te onderwerpen, waarbij zij ze herkende als „macrosporen met massulae en glochidiën” van het hierboven genoemde watervarentje. Op mijn verzoek maakte zij tevens de twee hierbijgevoegde afbeeldingen, welke hier gereproduceerd worden, opdat hare aanwezigheid in kleilagen later niet door andere onderzoekers over het hoofd gezien zal kunnen worden. Nu rees de palaeontologisch belangrijke vraag, of de *Azolla* in deze klei „toevallig” of fossiel voorkwam. Naar mijn meening bewijst het volgende, dat wij *Azolla* hier als een fossiel uit het Pleistocéen kunnen beschouwen. In de eerste plaats toch komt *Azolla* thans niet in de omgeving van Oosterbeek voor, zoodat verontreiniging van het boormateriaal uitgesloten is; in de tweede plaats vindt men hier de overblijfselen van *Azolla* in een circa 8 M. dikke, zwarte kleilaag, liggend onder 30 M. fluviaal zand en rustend op 7 M. grof zand, waaronder dan weer een halve M. zwarte klei volgt, waarin *Azolla* wel niet zoo veelvuldig voorkomt als daarboven, maar toch niet geheel ontbreekt.”

Im Jahre 1927 entdeckte VAN BAREN Makrosporangien, ebenfalls von *Azolla filiculoides*, bei einer Grundbohrung im Westen der Gemeinde Wageningen.

Diesen Fundstätten konnte ich 1928 folgende hinzufügen (Lit. 3): Rozendaal-Gelderland (Bohrung), Wageningen-Ost (Bohrung), Neede (Tongrube) und Markelo (Tongrube), bei welcher Ge-

legenheit beiläufig das Vorkommen einer anderen *Azolla*-Art im Ton von Tegelen gemeldet wurde.

Im Jahre 1935 war fossile *Azolla filiculoides* ausserdem bekannt geworden von Biesbosch, Dubbeldam, Wijngaarden, Streepkerk und Veghel (immer bei Bohrungen) und die andere *Azolla*-Art, von mir *Azolla tegeliensis* genannt, aus Tongruben bei Hoogerheide und Wernhout. Mir schien es damals nicht allzu gewagt, diese beiden *Azolla*-Arten gewissermassen vorläufig als Leitfossilien zu betrachten und zwar *Azolla tegeliensis* für die fluviatil-limnische Fazies des Günz-Mindel-Interglazials in den Niederlanden und *Azolla filiculoides* für Süsswasserablagerungen aus der Mindel-Riss-Zwischeneiszeit (Lit. 4).

Seitdem wurden Ueberreste dieser Wasserfarne auch anderwärtig in unsrem Boden angetroffen, nämlich *Azolla filiculoides* bei Dordrecht, Baanhoek, Stadwijk, Leersum und im Wieringermeerpolder (alle Bohrungen) und aufs neue bei Veghel und Rozendaal-Gelderland (in tieferen Schichten); *Azolla tegeliensis* bei Baanhoek, Noordbergum, Rhaan (Bohrungen) und Gaal (Tongrube).

Die Zahl der Fundstätten ist jetzt so gross, dass eine weitere Ueberprüfung der Bedeutung dieser *Azolla*-Arten als Leitfossilien gerechtfertigt erscheint. Eine Uebersicht der Gattung und eine Beschreibung der neuen Art mögen vorangehen.

Vom Genus *Azolla* aus der Familie der *Salviniaceae* sind vier lebende Arten bekannt, welche in zwei Sektionen eingeteilt werden:

1. Sektio *Euazolla*, hauptsächlich charakterisiert durch einen dreiteiligen Schwimmapparat <sup>1)</sup> an der Makrospore und Masulae mit Glochidien. Zu dieser Abtheilung gehören die Arten *Azolla caroliniana* Willd. (Nord-, Mittel- und Süd-Amerika) und *Azolla filiculoides* Lam. (Kalifornien und Süd-Amerika) mit der Subspezies *Azolla filiculoides* var. *rubra* R.Br., welche Australien, Neu-Seeland und Tasmanien bewohnt. Die beiden Arten sind besonders im Bau des Perisporiums verschieden; ausserdem hat *Azolla caroliniana* septirte Glochidien, *Azolla filiculoides* var. *rubra* nur am Scheitel septirte, *Azolla filiculoides*

<sup>1)</sup> D. H. CAMPBELL machte 1893 (Lit. 5) und J. HEIMANS 1915 (Lit. 6) Einwände gegen die von STRASBURGER 1873 (Lit. 7) eingeführte Benennung „Schwimmapparat“, weil dieses Gebilde die Makrospore nicht auf dem Wasser treiben liesse. H. S. RAO (Lit. 8) ist jedoch der Meinung, dass der Ausdruck „swimming apparatus“ nicht unzutreffend ist, in dem Sinne, dass, jedenfalls bei *Azolla pinnata*, die Schwimmkörper als solche funktionieren, sobald das weibliche Prothallium sich entwickelt hat.

unseptirte (abgesehen von einer Scheidewand am oberen Ende).

Abbildungen bringen u.a. STRASBURGER (Lit. 7) und BERNARD (Lit. 9).

2. Sektio *Rhizosperma* mit neunteiligem Schwimmapparat an der Makrospore und Massulae ohne Glochidien. Diese Abteilung umfasst die Arten *Azolla pinnata* R.Br. (Süd- und Ost-Asien, Neu-Guinea, Australien, Süd- und West-Afrika und Madagaskar) und *Azolla nilotica* Decaisne (Ost-Afrika). Auch hier liegt der Hauptunterschied im Bau des Perisporiums.

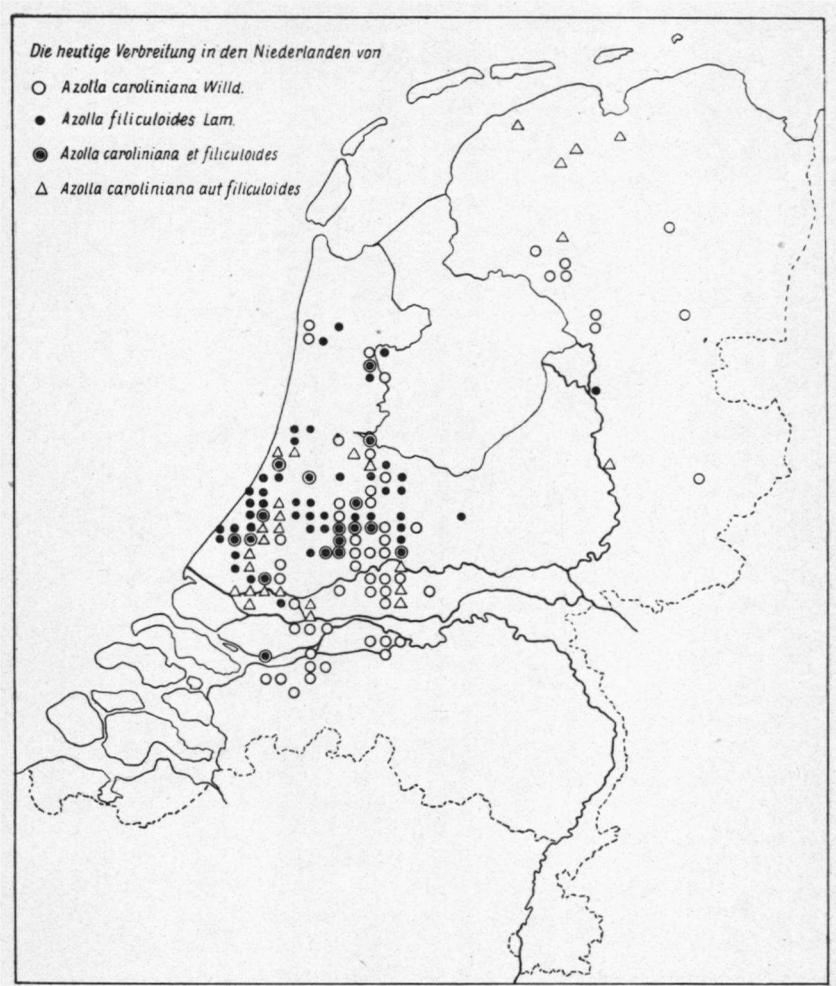
Abbildungen finden sich u.a. bei STRASBURGER (Lit. 7).

Die Makrosporangien mit drei Schwimmkörpern aus den niederländischen pleistozänen Ablagerungen (Abb. 1) sind in jeder Hinsicht denen der rezenten *Azolla filiculoides* gleich. Ebenso zeigen die Massulae mit Glochidien (Abb. 2) keine Abweichungen. Diese zarten Gebilde sind in allen Teilen, einschliesslich der Mikrosporen, gut erhalten. Beim Aufschlemmen der Tonproben ballen die Makrosporangien sich mittels der Glochidien zusammen; dies ist eine vorläufige Anweisung, dass die fossile *Azolla filiculoides* und nicht *Azolla tegeliensis* vorliegt.

Von *Azolla caroliniana* fehlt bisjetzt fossil jede Spur. Beide Arten sind vor ungefähr fünfzig Jahren als Adventivpflanzen bei uns aufgetreten und haben sich, besonders im westlichen Teil der Niederlande, stark verbreitet. Die beigegefügte Karte 1 zeigt das heutige Vorkommen nach Angaben vom „Institut voor het Vegetatie-Onderzoek van Nederland (I.V.O.N.).“

*Azolla tegeliensis* muss wegen ihres neunteiligen Schwimmapparates (Abb. 3) und der vermutlichen Abwesenheit von Glochidien, in die Sektio *Rhizosperma* eingereiht werden. Das Perisporium dieser neuen Art besteht, wie bei *Azolla pinnata* (Abb. 7), aus zwei ungefähr gleichdicken Schichten (Abb. 5), während bei *Azolla nilotica* die innere Schicht viel schwächer entwickelt ist (Abb. 9). Den wichtigsten Unterschied weist jedoch die Oberfläche des Perisporiums auf: die vorspringenden Höcker sind bei *Azolla pinnata* knotig und sehr gross (bis  $\pm 36 \mu$  lang und  $13 \mu$  dick) (Abb. 6 und 7), bei *Azolla nilotica* und *Azolla tegeliensis* glatt und zarter (respective bis ungefähr  $15 \mu$  und  $11 \mu$  lang und bis  $\pm 6 \mu$  und  $4 \mu$  dick) (Abb. 5, 8 und 9). Demgegenüber bietet, abgesehen von den Höckern, das Perisporium von *Azolla pinnata* und *Azolla tegeliensis* auf Flächenansichten einen ähnlichen Anblick; nur ist das Netzwerk bei der fossilen Art etwas feiner. Bei *Azolla nilotica* treten die Poren zwischen den Prismen als schwarze Punkte stärker hervor.

Massulae von *Azolla tegeliensis* sind noch nicht gefunden.



Karte 1.

Jedes Zeichen befindet sich in einem Quadrat („uurhok“) von ungefähr 28 km<sup>2</sup>, in welchem die eine oder die andere Art, respektive beide, gefunden sind.



Karte 2.

Echte Glochidien werden diese wahrscheinlich nicht besessen haben, sonst wären wohl Makrosporangien mit verankerten Mas-sulae angetroffen.

Auf Karte 2 sind die Fundstätten der *Azolla tegeliensis* und der fossilen *Azolla filiculoides* in den Niederlanden eingetragen. Die beigegefügte Uebersicht der stratigraphischen Stellung der betreffenden Schichten gibt die Tiefen an sowie das Alter der deckenden Ablagerungen. Zum besseren Verständnis dieser Uebersicht sei daran erinnert, dass, nach in diesem Lande vorherrschender Auffassung, im Anfang der Riss-Eiszeit Rhein und Maas ein Schotterdelta anhäuften, die Hochterrasse, welche in einer späteren Phase dieses Glazials von den nördlichen Gletschern überfahren wurde, etwa bis zur Mitte unsres Landes. Sie stauten die Hochterrasse und liessen bei ihrem Abschmelzen Grundmoräne und fluvioglaziales Material zurück. Während des Verschwindens dieses Inlandeises bildete sich in der Südhälfte der Niederlande die Mittelterrasse. Darauf folgte das Riss-Würm-Interglazial, in welcher Zeit die marinen Eem-Sedimente und synchronen limnischen und terrestrischen Ablagerungen deponiert wurden. In der Würm-Eiszeit entstand die Niederterrasse, eine fluviatil-limnische-aeolische Bildung, mit der das Pleistozän abgeschlossen wurde. Auf dieser lagerte sich das Holozän ab.

TěSCH (Lit. 10) trennt die pleistozänen Süßwasser- und Landbildungen unterhalb der Hochterrasse und oberhalb der Meeresbildungen der Günz-Eiszeit in oberes, mittleres und unteres Prae-Riss-Pleistozän. Diese könnten also zusammen Sedimente aus dem Mindel-Riss-Interglazial, der Mindel-Eiszeit und dem Günz-Mindel-Interglazial umfassen. Zum oberen dieser drei Horizonte gehört der Ton von Neede mit der typischen Schnecke *Viviparus diluvianus* Kunth, zum unteren der Ton von Tegelen mit *Viviparus glacialis* S. V. Wood.

Aus der Uebersicht der *Azolla*-Fundstellen geht hervor, dass bisher in den unteren prae-Riss-pleistozänen Schichten nur *Azolla tegeliensis* angetroffen wurde und in den oberen ausschliesslich *Azolla filiculoides*, indem im mittleren Horizont entweder die eine oder die andere Art gefunden wurde und in einem Falle (Baanhoek) beide zusammen. Vielleicht hat *Azolla filiculoides* sich noch bis in der frühen Riss-Eiszeit behaupten können: die Fundschicht unter Vogelenzang kann schon Hochterrasse sein. Man muss aber bedenken, dass bei Bohrungen Verunreinigung von Proben nicht immer zu verhüten ist.

Mit diesem Vorbehalt kann aus der Uebersicht abgeleitet

werden, dass *Azolla tegeliensis* im allgemeinen an das untere Prae-Riss-Pleistozän gebunden ist, *Azolla filiculoides* an das obere, während beide Arten im mittleren Prae-Riss-Pleistozän vermutlich neben einander gelebt haben. Den Makrosporangien dieser Wasserfarne kommt daher, besonders wenn sie zusammen mit *Viviparus glacialis*, respective *Viviparus diluvianus*, auftreten, ein gewisser Wert als Leitfossilien zu.

Von den Funden fossiler *Azolla* ausserhalb der Niederlande sind mir folgende bekannt geworden:

### 1. In England.

ELEANOR M. REID und MARJORIE E. J. CHANDLER beschreiben in Lit. 11 eine neue Art als *Azolla prisca* aus dem Oligozän von Bembridge auf der Insel Wight. Durch den Besitz von Glochidien und einem neunteiligen Schwimmapparat nimmt diese Art eine Mittelstellung zwischen den Sektionen *Euazolla* und *Rhizosperma* ein. Die genannten Autoren ziehen daraus die Schlussfolgerung:

„Probably, therefore, it represents an ancestral type in which features, now distributed, were combined. It is obviously more closely akin to each of the living groups than they are to each other, and either of these groups could have been derived from the fossil merely by suppression of parts — in the one case of the lower floats, in the other of the glochidia.”

### 2. In Nord-Amerika.

In Lit. 12 meldet EDWARD W. BERRY die Anwesenheit von Pflanzenabdrücken in miozänen Tonschichten des „Esmeralda formation“ in „the Great Basin“ von West-Nevada. Obgleich unzweifelhafte Ueberreste von Sporokarpen nicht entdeckt werden konnten, stellt Berry die gefundenen, beblätterten Sprosse in die Gattung *Azolla*, da gewisse Teile der Fossilien zu der Annahme berechtigten, dass es sich um Mikrosporokarpe oder Massulae handele. Von dieser *Azolla tertiaria* schreibt er:

„I am quite sure that it is an *Azolla*, and it is of especial interest since no fossil species of this genus, except the remains of an existing species in the European Pleistocene, have been known until recently. Last year Reid and Chandler described the very complete remains of a species, *Azolla prisca*, from the Oligocene of the Isle of Wight, in which they were able to make out, most conclusively, most of the details of organization. It was this discovery and the resemblance of the Esmeralda fossils to the English material which convinced me of the nature of the former.”

### 3. In Vorderindien.

B. SAHNI und H. S. RAO beschreiben in Lit. 13 als eine neue

Art *Azolla intertrappea* aus den tertiären „Deccan Intertrappean Series“ der Nagpur-Chhindwara-Gegend in Vorderindien. Sie fanden Blätter, Mikro- und Makrosporokarpe, sowie Massulae mit Glochidien, und berichten darüber folgendes:

„All these fragments undoubtedly belong to one and the same species. The form and structure of the megasporocarp is distinct from that of any known species: the „float“ being specially large and rounded at the apex. It appears to consist of several parts which lie rather low, somewhat like a helmet, over the top of the megaspore. The wall of several megaspores has also been seen covered with a felt of fine threads exactly like those which are found in modern species of the genus and in which the glochidia become anchored. However, in the fossil form no glochidia have so far been discovered attached to the megasporocarps.“

#### 4. In Russland.

a. Aus dem Mittel-Pliozän des Gouvernements Woronesch nennt P. A. NIKITIN in Lit. 14 und 15 das Vorkommen von *Azolla* cf. *pinnata* R.Br. zusammen mit u.a. *Brasenia tuberculata* C. et E. M. Reid, *Epipremnum crassum* C. et E. M. Reid, *Proserpinaca reticulata* C. et E. M. Reid und *Euryale* spec. Auf einem mir gesandten Separat-Abdruck notierte Nikitin: „Now I think it is not *pinnata*.“

b. Aus dem Pleistozän der Nieder-Wolga erwähnt P. A. NIKITIN (Lit. 15) *Azolla filiculoides* Lam. mit *Aldrovanda vesiculosa* L., *Brasenia purpurea* (Michx.) Casp. u.a.

Nach GAMS (Lit. 16) sind die Aktschaghyl-Schichten, in welchen Nikitin *Azolla* cf. *pinnata* fand, jünger als der Ton von Reuver, aber vermutlich älter als der Ton von Tegelen. C. und E. M. REID nennen als Fossilien des Tons von Reuver, nebst sehr vielen anderen, *Brasenia tuberculata*, *Epipremnum crassum* und *Proserpinaca reticulata* (Lit. 17), die im Ton von Tegelen bisher nicht angetroffen sind. Aus dem Reuverschen Ton ist noch keine *Azolla* zum Vorschein gekommen.

*Azolla filiculoides* wurde von NIKITIN in den Baku- und Singhil-Sedimenten gefunden, welche GAMS (Lit. 16) in ein Mindel-Interstadial und in das Mindel-Riss-Interglazial einreihet. In Russland enthalten deshalb jung-pliozäne oder alt-pleistozäne Schichten eine *Azolla*-Art der Sektio *Rhizosperma* und mittel-pleistozäne Ablagerungen *Azolla filiculoides*. Diese Tatsachen bilden eine schöne Parallele zu den Beobachtungen in den Niederlanden.

Zu grossem Dank bin ich dem Direktor des „Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening“, Herrn W. F. J. M. KRUL im Haag, verpflichtet, ferner dem Direktor der Abteilung „Geologische Kaart“

der „Geologische Stichting”, Herrn DR. P. TESCH in Haarlem, und dem Geologen beider Institute, Herrn DR. J. F. STEENHUIS in Haarlem; diese Herren stellten mir die meisten Bohrproben, welche zu dieser Arbeit verwendet wurden, zur Verfügung. Herrn DR. TESCH gebührt besonderer Dank für seine Bereitwilligkeit und Mühe, die geologischen Daten und Folgerungen zu revidieren und zu berichtigen.

Botanisches Museum und Herbarium der  
Reichsuniversität Utrecht, im Juli 1938.

#### LITERATUR.

1. J. LORIÉ: Beschrijving van eenige nieuwe grondboringen, VI. Mededeelingen omtrent de geologie van Nederland, verzameld door de Commissie voor het Geologisch Onderzoek, No. 34. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, 2e Sectie, Deel XII, No. 2, 1905.
2. J. VAN BAREN: Over het voorkomen van *Azolla filiculoides* Lam. in Pleistocene zoetwaterkleilagen onder Oosterbeek. Verhandelingen van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën, Geologische Serie, Deel IV, 1919.
3. F. FLORSCHÜTZ: Fossiele *Azolla* in Nederland. Nederlandsch Kruidkundig Archief, Jaargang 1928.
4. F. FLORSCHÜTZ: Over *Azolla* en de ouderdomsbepaling van interglaciale zoetwaterafzettingen in Nederland. „Geologie en Mijnbouw”. Mei 1935.
5. D. H. CAMPBELL: On the Development of *Azolla filiculoides* Lam. Annals of Botany, Vol. VII, 1893.
6. J. HEIMANS: *Azolla*. De Levende Natuur, 20e Jaargang, 1915.
7. E. STRASBURGER: Ueber *Azolla*. 1873.
8. H. S. RAO: The Structure and Life-history of *Azolla pinnata* R. Brown with Remarks on the fossil History of the Hydropteridae. Proceedings of the Indian Academy of Sciences, Vol. II, No. 2, 1935.
9. C. BERNARD: A propos d'*Azolla*. Recueil des Travaux Botaniques Néerlandais, No. 1, 1904.
10. P. TESCH: De opeenvolging van de oud-Pleistocene lagen in Nederland. Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, 2e Reeks, Deel LI, 1934.
11. E. M. REID and M. E. J. CHANDLER: The Bembridge Flora. Catalogue of Cainozoic Plants in the Department of Geology of the British Museum (Natural History), Vol. I, 1926.

12. E. W. BERRY: The Flora of the Esmeralda Formation in Western Nevada. Proceedings of the United States National Museum, Vol. 72, 1927.
13. B. SAHNI and H. S. RAO: *Azolla intertrappea* sp. nov. The silicified flora of the Deccan Intertrappean Series, Part IV. Proceedings of the Twenty-first Indian Science Congress, Bombay, 1934.
14. P. A. NIKITIN: Postpontische fossile Floren und die Entwicklung der Vegetation im Gouvernement Woronesch (russisch). Nautschnie nowosti i sametki, April 1928.
15. P. A. NIKITIN: Quartäre Floren des Niederwolgagebiets (russisch). Trudi Komissii po isutscheniju tschetwertitschnogo perioda, III, 1933.
16. H. GAMS: Beiträge zur Mikrostratigraphie und Paläontologie des Pliozäns und Pleistozäns von Mittel- und Osteuropa und Westsibirien. Eclogae geologicae Helvetiae, Vol. 28, 1935.
17. C. REID and E. M. REID: The Pliocene Floras of the Dutch-Prussian Border. Mededeelingen van de Rijksopsporing van Delfstoffen, No. 6, 1915.

## GEOLOGISCHE LAGE DER AZOLLA-SCHICHTEN.

## Azolla filiculoides Lam.

Fundstelle	Tiefe in Metern	Unterstufe	Alter der deckenden Schichten	Symbole der geologischen Karte 1 : 50000
Wieringermeer („Oude Zeug“)	68—70	Oberes Prä-Riss-Pleistozän	Holozän	I
			Niederterrasse der Würm-Eiszeit	II 8
			Fluvioglazial } der Grundmoräne } Riss- Hochterrasse } Eiszeit	II 4 II 3 II 1 II 0
Vogelenzang	63—64	Hochterrasse oder oberes Prä-Riss-Pleistozän	Holozän	I
			„Eem“-Ablagerungen	II 8 <sup>1</sup>
			Fluvioglazial } der Grundmoräne } Riss- Hochterrasse } Eiszeit	II 4 II 3 II 1 II 1 II 0
Dordrecht	33—35	Oberes Prä-Riss-Pleistozän	Holozän	I
			Niederterrasse der Würm-Eiszeit	II 8
			Hochterrasse der Riss-Eiszeit	II 1 II 0
Dubbeldam	23—24	Wie Dordrecht	Wie Dordrecht	
Stadwijk	21—23	Wie Dordrecht	Wie Dordrecht	
	41—42			
Baanhoek	27—29	Oberes und mittleres Prä-Riss-Pleistozän	Wie Dordrecht	II 0
	58—61			
Biesbosch	15—17	Oberes und mittleres Prä-Riss-Pleistozän	Wie Dordrecht	II 0
	22—23			
	62—64			
Wijngaarden	45—47	Oberes Prä-Riss-Pleistozän	Wie Dordrecht	II 0
	Streefkerk	28—31	Oberes und mittleres Prä-Riss-Pleistozän	Wie Dordrecht
59—60				
72—74				

Fundstelle	Tiefe in Metern	Unterstufe	Alter der deckenden Schichten	Symbole der geologischen Karte 1 : 50000
Leersum	$\pm 28$	Oberes Prä-Riss-Pleistozän	Fluvioglazial } Hochterrasse } der Riss- Eiszeit	II 4 II 1 II 0
Wageningen- West	$\pm 25$	Oberes Prä-Riss-Pleistozän	Holozän Niederterrasse der Würm-Eiszeit Fluvioglazial } Hochterrasse } der Riss- Eiszeit	I II 8 II 4 II 1 II 0
Wageningen- Ost	40—44	Oberes Prä-Riss-Pleistozän	Hochterrasse der Riss-Eiszeit	II 1 II 0
Oosterbeek	31—40 } 47—48 }	Oberes Prä-Riss-Pleistozän	Hochterrasse der Riss-Eiszeit	II 1 II 0
Rozendaal	40—48 } 56—60 }	Oberes Prä-Riss-Pleistozän	Hochterrasse der Riss-Eiszeit	II 1 II 0
Neede	7—17	Oberes Prä-Riss-Pleistozän	Gestaute Hochterrasse mit Resten der Grund- moräne der Riss-Eiszeit	II 2 II 0
Markelo	1—9	Oberes Prä-Riss-Pleistozän	Gestaute Hochterrasse mit Resten der Grund- moräne der Riss-Eiszeit	II 2 II 0
Veghel	93—94 } 96—98 } $\pm 118$ 122—129 }	Oberes und mittleres Prä-Riss-Pleistozän	Niederterrasse der Würm-Eiszeit Mittelterrasse } Hochterrasse } der Riss- Eiszeit	II 8 II 6 II 1 II 0

## Azolla tegeliensis Florsch.

Fundstelle	Tiefe in Metern	Unterstufe	Alter der deckenden Schichten	Symbole der geologischen Karte 1 : 50000
Noordbergum	155—157	Unteres Prä-Riss-Pleistozän	Fluvioglazial } der Grundmoräne } Riss-Hochterrasse } Eiszzeit	II 4 II 3 II 1 II 0
Rhaan	30—32	Mittleres Prä-Riss-Pleistozän	Niederterrasse der Würm-Eiszeit } Fluvioglazial } der Grundmoräne } Riss-Hochterrasse } Eiszzeit	II 8 II 4 II 3 II 1 II 0
Tegelen	15—20	Unteres Prä-Riss-Pleistozän	Hochterrasse der Riss-Eiszeit	II 1 II 0
Gaal	± 5	Mittleres Prä-Riss-Pleistozän	Hochterrasse der Riss-Eiszeit	II 1 II 0
Baanhoek	58—61	Mittleres Prä-Riss-Pleistozän	Holozän Niederterrasse der Würm-Eiszeit Hochterrasse der Riss-Eiszeit	I II 8 II 1 II 0
Hoogerheide	± 3	Mittleres oder unteres Prä-Riss-Pleistozän	Mittleres oder unteres Prä-Riss-Pleistozän	II 0
Wernhout	± 2	Mittleres oder unteres Prä-Riss-Pleistozän	Mittleres oder unteres Prä-Riss-Pleistozän	II 0

*Azolla filiculoides fossilis.*

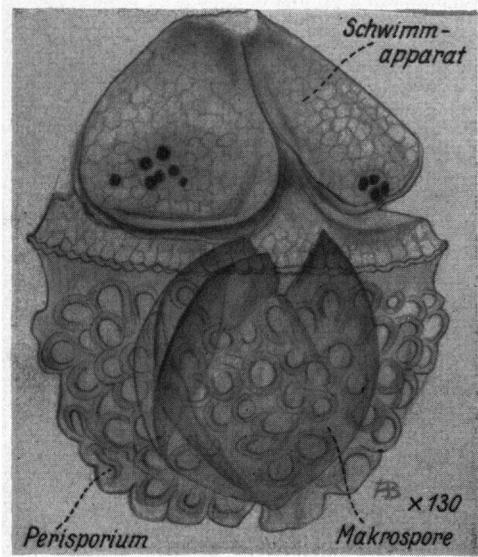


Abb. 1.  
Makrosporangium.

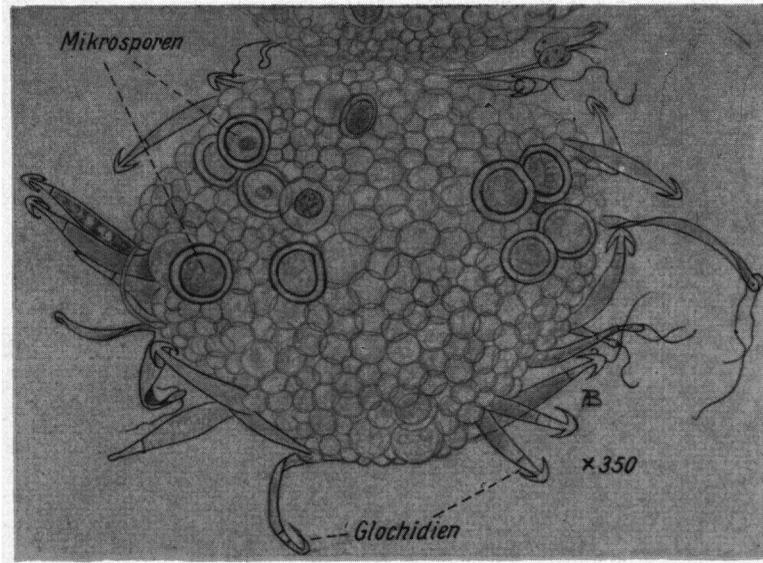


Abb. 2. Massula.

*Azolla tegeliensis*.

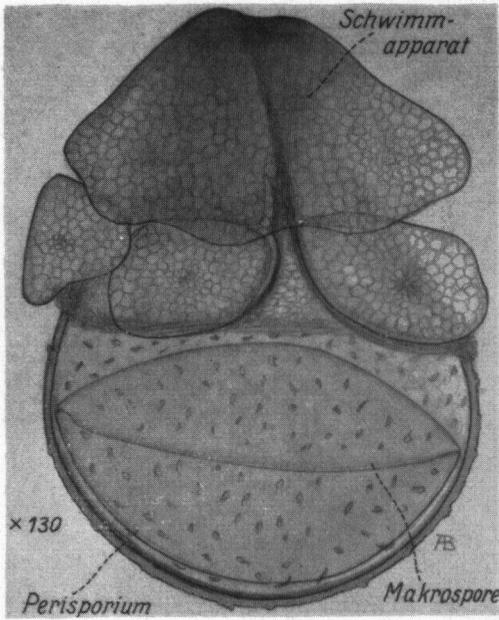


Abb. 3.  
Makrosporangium.

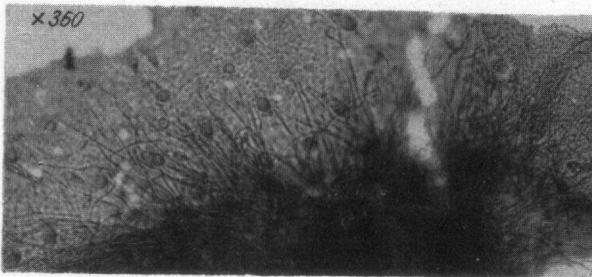


Abb. 4.  
Flächenansicht  
des Perisporiums.  
Aufn. B. W. Smit.

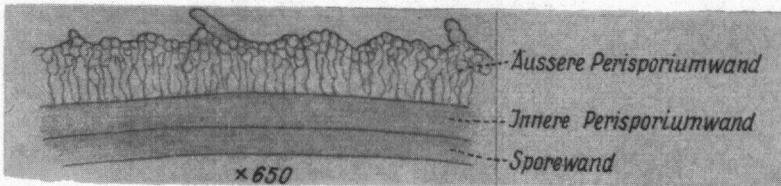
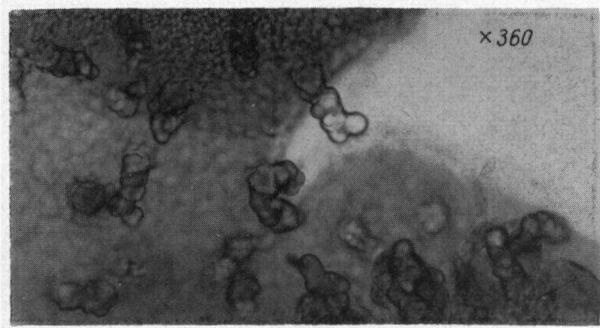
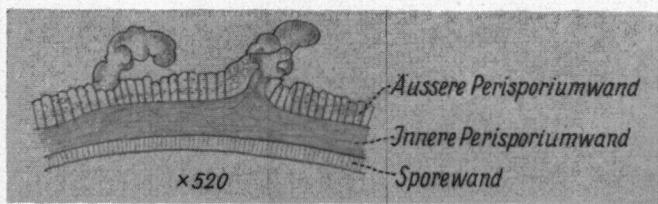


Abb. 5.  
Querschnitt des Perisporiums.

**Azolla pinnata.**

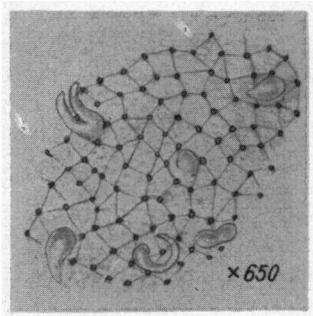


**Abb. 6.**  
Flächenansicht  
des Perisporiums.  
Aufn. B. W. Smit.

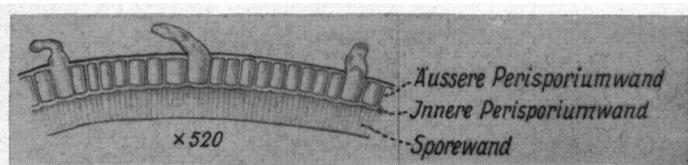


**Abb. 7.** Querschnitt des Perisporiums. Nach Strasburger.

**Azolla nilotica.**



**Abb. 8.**  
Flächenansicht des Perisporiums.



**Abb. 9.** Querschnitt des Perisporiums. Nach Strasburger.