



Naturbeobachter, Farnforscher, Waldmensch?

Willkommen bei den Farnfreunden!

Der Verein Farnfreunde der Schweiz bezweckt:

- Förderung der Kenntnisse der Farne und farnverwandten Pflanzen;
- Gedanken- und Materialaustausch unter den Mitgliedern
- Veranstaltung von Tagungen verbunden mit Vorträgen und Exkursionen
- Herausgabe von Publikationen
- Kontaktnahme mit Personen und Vereinigungen mit gleichen oder ähnlichen Interessen auf internationalem Gebiet

An der jährlichen Mitgliederversammlung, mit anschliessenden Vorträgen und Workshops, sowie an den meist im Herbst stattfindenden Exkursionen, ist es möglich mit Farnspezialisten, akademischen Lehrern und interessierten Laien ins Gespräch zu kommen.

Neben der Diskussion offener Fragen zu den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen der Systematik oder über die standortgerechte Verwendung im Garten, bleibt genügend Zeit gemeinsame Farn-Freuden zu teilen.

Der jährliche Mitgliederbeitrag beträgt zurzeit:

CHF	50.00	für Einzelmitglieder
CHF	70.00	für Ehepaare
CHF	100.00	für Firmen und Institutionen
CHF	25.00	Studenten

Die Farnfreunde der Schweiz freuen sich über jede Neuanmeldung.

Impressum

Vereinsmagazin Mai 2019
Härkingen

Herausgeber

Farnfreunde der Schweiz
farnfreunde.ch
info@farnfreunde.ch

Redaktion / Layout

Maria & Michael Schneider

Auflage

400 Exemplare

© Bild und Text

Verwendung nur mit Genehmigung der Autoren.

Präsident

Bruno Jenny

Vorstand

Andreas Fischer
Elisabeth Jakob
Maria Schneider
Michael Kessler
Michael Schneider
Peter Bürki

Titelbild: *Dryopteris wallichiana frisch am Austreiben (Aufn. Farnwerk GmbH)*

Diese Ausgabe des Prothalliums kommt etwas später als letztes Jahr. Wie an der Mitgliederversammlung besprochen, wird es dieses Jahr nur ein Heft geben, dafür etwas umfassender und in grösser Auflage, um mit dem Heft Neumitglieder anwerben zu können. Probeexemplare des Prothallium für Interessenten können bei uns bezogen werden.

Einen Überblick über das Geschehen im letzten Jahr hat Bruno Jenny, Vereinspräsident, verfasst. Tim Schoch stellt den Farnfreunden eine Zusammenfassung seiner Masterarbeit über die heimischen *Athyrium* zur Verfügung. Seine Erkenntnisse sind auch für die Gartenkultivierung äusserst interessant. Elisabeth Jacob berichtet über die Farnexkursion im Val Piora. Mit einzigartigen Makroaufnahmen illustriert Siegfried Piller seine Experimente zur vegetativen Vermehrung von Gametophyten.

Im letzten Heft hat sich ein Fehler eingeschlichen: Wir wurden darauf hingewiesen, dass *Dryopteris affinis ssp. affinis var. affinis* bisher in der Schweiz nicht nachgewiesen wurde. Wer findet ihn zuerst?

Jetzt hoffen wir für dieses Jahr auf etwas mehr Regen und wünschen euch spannende Farnerlebnisse.

Maria & Michael



Tim Schoch, Institut für Systematische und Evolutionäre Botanik, Universität Zürich
 tischoch@icloud.com

Verbreitungsgrenzen verwandter montaner und kolliner Arten: das Beispiel *Athyrium distentifolium* und *Athyrium filix-femina*

Zusammenfassung

Es ist unbestritten, dass der Klimawandel einen Einfluss auf die Verbreitungsgebiete vieler Tier- und Pflanzenarten hat. Während Tieflandarten ihre Verbreitungsgebiete entlang des Höhengradienten ausbreiten können, schwinden die Verbreitungsgebiete der Gebirgsarten zusehends. Um die Reaktion der Arten auf Veränderungen des Klimas besser verstehen zu können, sind grundlegende Verständnisse der Physiologie der einzelnen Arten nötig. In dieser Arbeit wurde untersucht, inwiefern die Temperatur einen Einfluss auf die Verbreitungsgrenzen des alpinen Farnes *Athyrium distentifolium* hat. Dazu wurde die Frosttoleranz und die stomatale Wasserdurchlässigkeit des Farnes gemessen und mit der nahverwandten Tieflandart *Athyrium filix-femina* verglichen.

Die Resultate zeigen, dass die Frosttemperaturen einen Einfluss auf das Verbreitungsgebiet von *A. distentifolium* haben könnten.

Die Untersuchungen der stomatalen Wasserdurchlässigkeit ergaben deutliche Unterschiede zwischen den beiden Arten. Bei kollinen, montanen und künstlichen Bedingungen weist *A. distentifolium* eine höhere Wasserdurchlässigkeit auf. Bei alpinen Bedingungen zeigen beide Arten ähnliche Werte, woraus sich schliessen lässt, dass sich *A. distentifolium* an die in seinem natürlichen Habitat vorkommenden Temperaturen angepasst hat. Genauere

Aussagen, welchen Einfluss die stomatale Wasserdurchlässigkeit auf *A. distentifolium* und sein Vorkommen hat, können nicht gemacht werden. Dazu sind weitere Untersuchungen der Photosyntheseaktivität und der Assimilationsrate nötig.

Einleitung

Der Klimawandel hat bereits begonnen die geografischen Verbreitungsgebiete der Arten zu beeinflussen [1]. Aufgrund der Erwärmung des Klimas und der Änderung des Niederschlages dehnen sich die Verbreitungsgebiete in Richtung der Pole aus [2]. Ebenfalls wurde eine Ausbreitung entlang des Höhengradienten der Verbreitungsgebiete verschiedener Tier- und Pflanzenarten nachgewiesen [3], [4]. Arten, die aber bereits an der oberen Grenze des Höhengradienten leben, können aufgrund dieser Veränderung zurück gehen und sogar aussterben [5], [6], [7].

Damit die Veränderung der Artenzusammensetzung und der Rückgang vieler Gebirgsarten besser verstanden und bestenfalls verhindert werden können, ist ein grundlegendes Verständnis der Pflanzenphysiologie notwendig. Nur mit diesem Verständnis der Physiologie können genauere Szenarien erstellt werden, die zeigen sollen, wie die Arten in der Zukunft auf sich verändernde Umweltbedingungen reagieren werden. Dabei stellt die Photosynthese einen zentralen Prozess dar. Um die

Lichtenergie nutzen zu können, müssen die Pflanzen über die Stomata Kohlenstoffdioxid aufnehmen, der anschliessend im Gewebe in pflanzeigene Stoffe umgewandelt wird [8]. Über diese Stomata regulieren sie aber auch ihren Wasserhaushalt [9].

In dieser Arbeit wird untersucht wie die beiden heimischen und nah verwandten Farnarten *Athyrium distentifolium* Opiz. und *Athyrium filix-femina* (L.) Roth auf 1 unterschiedliche Temperaturbedingungen reagieren und wie sich dies auf ihre Verbreitungsgrenzen auswirkt. *A. filix-femina* ist eine der häufigsten Tiefland-Farnarten der Schweiz, wächst aber bis hoch auf die alpine Stufe [10]. *A. distentifolium* ist dagegen unterhalb von 800 M.ü.M. nicht zu finden [10]. Versuche, diese Art im Tiefland zu kultivieren, sind bisher gescheitert (mündliche Information von Michael Kessler).

Für diese Arbeit wurde die Hypothese aufgestellt, dass die Gründe für das schlechte Überleben von *A. distentifolium* unter 800 M.ü.M. vor allem auf die warmen Temperaturen im Tiefland zurückzuführen sind. Die warmen Nachttemperaturen sollen bei der alpinen Art *A. distentifolium* zu einem zu hohen Wasserverlust und schlussendlich zur Austrocknung der Pflanze führen. In dieser Arbeit wurde untersucht, welchen Einfluss die Temperatur auf das Überleben der beiden Arten hat. Dabei wird 1) das Überleben bei tiefen Temperaturen und 2) die stomatale Wasserdurchlässigkeit bei höhenbedingten Temperaturen untersucht.

Material und Methoden

Für die Experimente wurden je 100 Sporophyten jeder Art gesammelt und am Institut für Systematische und Evolutionäre Botanik eingetopft und gelagert. Zusätzlich zu den Sporophyten wurden Sporen beider Arten gesammelt und daraus Gametophyten angezogen.

Die Experimente wurden in zwei getrennte Teilerperimente unterteilt. Im ersten Teil des Experiments wurde die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pflanzen bei Frost getestet. Im zweiten Teil wurden die Pflanzen über eine komplette Vegetationsperiode bei bestimmten klimatischen Bedingungen gehalten und deren stomatale Wasserdurchlässigkeit untersucht. In allen Experimenten wurden jeweils Gametophyten und Sporophyten beider Arten untersucht.

Frosttoleranz Experiment

Für drei Tage wurden die Sporophyten und Gametophyten in einem Gefrierschrank bei einer bestimmten Temperatur gehalten. Dabei wurde das Experiment bei -10°C gestartet und dann die Temperatur jeweils in -5°C Schritten bis auf -30°C erhöht. Nach jeweils drei Tagen wurden die vordefinierten Sporophyten und Gametophyten aus dem Gefrierschrank genommen. Zu einem späteren Zeitpunkt wurde überprüft, wie viele Pflanzen überlebt haben. Um die Frosttoleranz von Gametophyten bei wärmeren Temperaturen zu untersuchen, wurden ausserdem zusätzliche Gametophyten eine Nacht draussen bei -4°C gelagert.

Klimaexperiment

Für die Klimaexperimente wurden vier Klimaschränke verwendet, in denen Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Licht kontrolliert eingestellt und mit einzelnen Schritten einen Tagesverlauf simuliert werden konnte. Die Experimente starteten Anfang April 2018 und endeten Ende September 2018. Somit konnte eine Vegetationsperiode über sechs Monate simuliert werden. In jedem Klimaschrank wurden im gleichen Stundenschritt dieselben Luftfeuchtigkeits- und Lichtwerte eingestellt, nur die Temperaturwerte unterschieden sich zwischen den jeweiligen Klimaschränken. In drei von vier Klimaschränken wurden Temperaturbedingungen simuliert, wie sie jeweils nahe



Athyrium distentifolium im Habitat



Die gesammelten Sporophyten sind bereit für die Experimente



Athyrium filix-femina Gametophyten

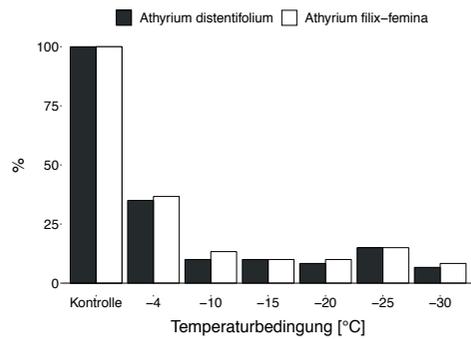


Abbildung 1: Überleben der Gametophyten nach dem Frostexperiment.

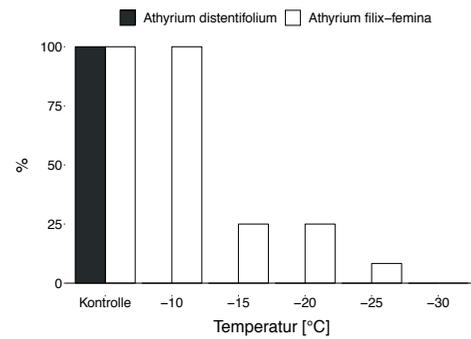


Abbildung 2: Überleben der Sporophyten nach dem Frostexperiment.

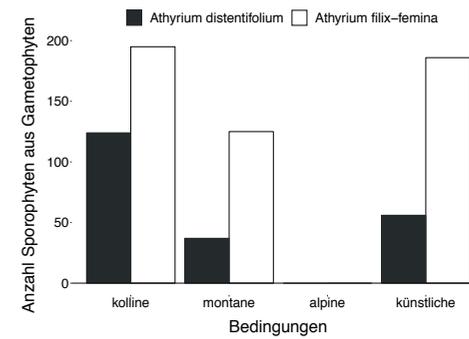


Abbildung 3: Entwicklung der Sporophyten aus Gametophyten im Klimaexperiment.

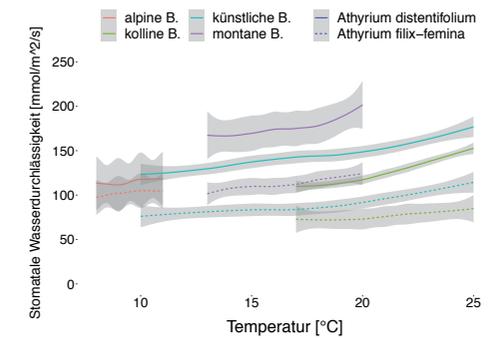


Abbildung 4: Stomatale Wasserdurchlässigkeit bei Tagestemperaturen. Der graue Bereich bildet das Konfidenzintervall von 95% ab.

an den natürlichen Bedingungen auf 500 M.ü.M. (kolline Bedingungen), 1500 M.ü.M. (montane Bedingungen) und 2200 M.ü.M. (alpine Bedingungen) herrschen. Im vierten Klimaschrank wurde ein künstliches Klima mit hohen Tagestemperaturen, wie auf 500 M.ü.M., und tiefen Nachttemperaturen, wie auf 2200 M.ü.M., simuliert. So konnte in jedem Schrank ein kompletter Tagesverlauf simuliert und dieser für 30 Tage wiederholt werden. Anschliessend wurden die Temperaturen an typische Monatswerte entsprechender Höhenlagen angepasst.

Über die ganze Versuchsperiode wurden in regelmässige Abständen Messungen an jedem Sporophyt bei jeder Tages- und Nachttemperatur, die im jeweiligen Klimaschrank herrschte, gemacht. Für die Messungen wurden ein Porometer verwendet. Das Porometer misst die stomatale Wasserdurchlässigkeit. Gemessen wird dabei die Zeit, die ein Blatt benötigt, um durch Freisetzen von Wasserdampf die relative Luftfeuchtigkeit in einer kleinen Kammer um einen bestimmten Betrag zu erhöhen.

Resultate

Frosttoleranz Experiment

Die Resultate der Frostexperimente zeigen, dass beide Arten im Stadium des Game-

tophyten ähnliche Toleranzen gegenüber tiefen Temperaturen haben. Während bei beiden Arten bei -4°C jeweils knapp ein Drittel der Gametophyten gegenüber der Kontrolle überlebt hat, hat bei höheren Frosttemperaturen nur noch ein geringer Teil der getesteten Gametophyten überlebt (Abbildung 1). Bereits bei -10°C sind bei *A. distentifolium* 90% und bei *A. filix-femina* 86.7% eingegangen. Zwischen den Arten sind keine signifikanten Unterschiede zu erkennen.

Anders sehen die Frosttoleranzen der Sporophyten aus. Die Zahl der überlebenden Pflanzen bei *A. filix-femina* liegt bei -10°C noch bei 100%, bei -15°C und -20°C nur noch bei 25% und nimmt mit sinkenden Frosttemperaturen weiter ab (Abbildung 2). Dagegen überlebten bei *A. distentifolium* keine der verwendeten Sporophyten das Experiment.

Klimaexperiment

Im Klimaexperiment zeigen beide Arten bei der Sporophytenbildung aus Gametophyten im Vergleich zwischen den Bedingungen ein gleiches Muster auf (Abbildung 3). Bei den alpinen Bedingungen wurden bei beiden Arten keine Sporophyten gebildet. Bei kollinen Bedingungen sind am meisten Sporophyten

gebildet worden, gefolgt von den künstlichen und den montanen Bedingungen. Im Vergleich zwischen beiden Arten hat *A. filix-femina* bei den drei Bedingungen, in denen Sporophyten gebildet worden sind, gesamthaft mehr Sporophyten ausgebildet als *A. distentifolium*.

Die Messungen der stomatalen Wasserdurchlässigkeit im Allgemeinen ergab einen klaren Unterschied zwischen den beiden Arten (Abbildung 4). Bei drei von vier Bedingungen zeigt *A. distentifolium* eine höhere stomatale Wasserdurchlässigkeit auf als *A. filix-femina*. Die Unterschiede sind, mit Ausnahme der Sporophyten aus den alpinen Bedingungen, signifikant. Nur bei den alpinen Bedingungen weisen beide Arten eine ähnliche stomatale Wasserdurchlässigkeit auf. Die Untersuchungen der stomatalen Wasserdurchlässigkeit in der Nacht ergaben keine Unterschiede zwischen den Bedingungen, aber die selben Unterschiede zwischen den Arten.

Diskussion

Die Sporophyten von *A. distentifolium* weisen im Vergleich zu den Sporophyten von *A. filix-femina* eine deutlich niedrigere Frosttoleranz auf. Auf den ersten Blick scheint es überraschend, dass die Frosttoleranz der

alpinen Art als Sporophyt so tief liegt, dass sie bereits bei -10°C nicht mehr überleben kann. So kommen in höheren Lagen, wo *A. distentifolium* natürlicherweise vorkommt, doch über die Wintermonate nicht selten noch tiefere Temperaturen vor [11]. Werden aber die Standorte, an denen *A. distentifolium* wächst, etwas genauer betrachtet, so lässt sich durchaus einen Erklärungsansatz für diese tiefe Frosttoleranz finden. *A. distentifolium* wächst vor allem an schattigen, feuchten Stellen, oftmals in sogenannten Senken. An diesen kühlen Standorten sammelt sich im Herbst der erste Schnee schnell an und bleibt anschliessend bis tief in den Frühling liegen. Untersuchungen haben gezeigt, dass der Schnee als guter, natürlicher Isolator des Bodens fungiert. Die Temperaturen unter einer kontinuierlichen Schneedecke betragen konstant nur wenige Minusgrade [12]. So kann *A. distentifolium* unter dem Schnee geschützt vor grossen Temperaturschwankungen überwintern. Wenn im Frühling/Frühsummer dann an diesen Stellen der Schnee verschwindet, herrschen bereits höhere Temperaturen und grössere Fröste sind nicht mehr zu erwarten. Es scheint also, dass der Frost die natürliche Verbreitungsgrenze von *A. distentifolium* einschränkt. Es ist durchaus vorstellbar, dass *A. distentifolium* in



Aussaatbecher am Institut für Systematische und Evolutionäre Botanik, Universität Zürich

tieferen Lagen, unterhalb von 800 M.ü.M., als Gametophyt vorkommt und teilweise auch einen frostreichen Winter überstehen kann, da die Frosttoleranz beider Arten als Gametophyt im Experiment ähnlich war. Entwickelt sich der Gametophyt aber zum Sporophyten weiter, so ist nicht zu erwarten, dass dieser einen frostreichen Winter 4 überleben wird.

Aufgrund der Resultate aus dem Klimaexperiment kann darauf geschlossen werden, dass die Temperatur einen grossen Einfluss auf die Bildung der Sporophyten aus Gametophyten hat. Bei beiden Arten wurden bei warmen Temperaturen mehr Sporophyten gebildet als bei kalten. Dass sich bei beiden Arten bei den Temperaturen der alpinen Bedingungen keine Sporophyten aus Gametophyten entwickelten, könnte mit der

Aktivität der Spermatozoide des Gametophyten zusammenhängen. Die begeisselte Geschlechtszelle muss ihren Weg zum weiblichen Geschlechtsorgan, dem Archegonium, finden [13]. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Temperatur einen grossen Einfluss auf die Schwimgeschwindigkeit und das Überleben der Spermatozoide haben kann [14]. Dies könnte auch bei *A. distentifolium* und *A. filix-femina* der Fall sein und würde erklären, wieso bei den alpinen Bedingungen keine Sporophyten gebildet wurden. Trotzdem sind in der Natur Sporophyten von *A. distentifolium* in Gebieten zu finden, an denen die Temperatur nicht höher als im Experiment liegt. Da Gametophyten sehr klein sind, ist für sie vor allem das sie umgebende Mikroklima wichtig, welches, geschützt durch grössere Pflanzen, durchaus vom Makroklima ab-

weichen kann. Die Temperaturen in diesem Mikroklima können, verglichen mit den Umgebungstemperaturen, deutlich höher liegen und dazu führen, dass trotz der tiefen Umgebungstemperaturen, *A. distentifolium* Sporophyten aus den Gametophyten bildet kann.

Zwischen den Arten ist bei Tages- und Nachttemperaturen ein klarer Unterschied in ihrer stomatalen Wasserdurchlässigkeit zu erkennen. Die mittlere Wasserdurchlässigkeit von *A. filix-femina* liegt bei allen Bedingungen (ausser den alpinen Bedingungen) tiefer als bei *A. distentifolium*. Dies zeigt, dass die Tieflandart *A. filix-femina* sich besser an höhere Temperaturen angepasst hat als die alpine Art *A. distentifolium*, indem sie den Wasserverlust über die Stomata verringert hat. *A. filix-femina* verliert bei gleicher Temperatur aufgrund der niedrigeren stomatalen Wasserdurchlässigkeit weniger Wasser als *A. distentifolium* unter gleichen Bedingungen und bei gleich grosser Blattfläche. Diese Unterschiede könnten auf eine evolutive Anpassung an die klimatischen Bedingungen im natürlichen Habitat zurückzuführen sein. *A. filix-femina* ist im kollinen Gebiet hohen Temperaturen ausgesetzt. Um nicht zu viel Wasser zu verlieren ist die stomatale Wasserdurchlässigkeit verringert. *A. distentifolium* dagegen hat diese Anpassung an warme Temperaturen nicht, da sein natürliches Habitat höher liegt und dort die Temperaturen grundsätzlich tiefer liegen. Unter alpinen Bedingungen, bei welchen *A. distentifolium* sein natürliches Habitat hat, zeigt dieser eine Anpassung der stomatalen Wasserdurchlässigkeit an diese Temperaturen. *A. distentifolium* zeigt bei gleicher Temperatur ähnliche Werte auf wie die von *A. filix-femina*. Während *A. filix-femina* auf kolliner Stufe bezüglich des Wasserverlustes über die Stomata einen Vorteil gegenüber *A. distentifolium* hat, so ist dieser Vorteil bei alpinen Bedingungen nicht mehr

vorhanden. Unter diesen Bedingungen hat aber auch *A. distentifolium* gegenüber *A. filix-femina* keinen Vorteil. Das deutet darauf hin, dass aufgrund der stomatalen Wasserdurchlässigkeit *A. distentifolium* nur in höheren Lagen vorkommt, weil in tieferen Lagen höhere Temperaturen vorherrschen, die Art zu viel Wasser verliert und darum austrocknet.

Vergleicht man die stomatale Wasserdurchlässigkeit bei Nachttemperaturen zwischen den Bedingungen so sind innerhalb einer Art keine Unterschiede zu erkennen. Es ist lediglich ein Trend zu erkennen, der zeigt dass die stomatale Wasserdurchlässigkeit bei steigenden Temperaturen ansteigt. Dagegen sind beim Vergleich der stomatalen Wasserdurchlässigkeiten bei Tagestemperaturen Unterschiede zwischen den Bedingungen innerhalb einer Art zu erkennen. Für die Wasserdurchlässigkeit spielt es demnach eine Rolle, bei welchen Temperaturen 5 die Sporophyten ihre Wedel ausgebildet haben. So haben die neu gebildeten Sporophyten ihre stomatale Wasserdurchlässigkeit an die jeweiligen Bedingungen angepasst. Bei beiden Arten konnten die Sporophyten, die bei den kollinen Bedingungen gewachsen sind, ihre stomatale Wasserdurchlässigkeit an die höheren Temperaturen so anpassen, dass deren Wasserverlust im Vergleich zu den in anderen Bedingungen gelagerten Sporophyten minimiert wurde. Wie Abbildung 4 zeigt, ist ein Trend bei *A. filix-femina* zu erkennen, der zeigt dass je tiefer die Temperaturen waren, bei dem die Sporophyten ihre Wedel ausgebildet hatten, desto höher ist im Vergleich zu den anderen Sporophyten bei gleicher Temperatur die stomatale Wasserdurchlässigkeit. Dieser Trend ist auch bei den Sporophyten von *A. distentifolium* zu erkennen, jedoch mit der Ausnahme der Sporophyten aus den alpinen Bedingungen. Diese Sporophyten zeigen eine ähnlich hohe stomatale Wasserdurchlässigkeit wie

die Sporophyten aus den künstlichen Bedingungen. Sie verlieren also über die Stomata weniger Wasser bei gleicher Temperatur als es aufgrund der Resultate von dem nah verwandten *A. filix-femina* zu erwarten wäre. Die möglich vorgenommene Anpassung der stomatalen Wasserdurchlässigkeit von *A. distentifolium* an die alpinen Bedingungen, die oben im Vergleich zwischen den Arten gemacht wurde, kann hier mit dem Vergleich zwischen den Bedingungen nochmals bestätigt werden. Mit der Messung der stomatalen Wasserdurchlässigkeit können Schlüsse über den Wasserhaushalt und die Transpirationsrate des Sporophyten gemacht werden. Je mehr Wasser der Sporophyt aus dem Boden ziehen kann, desto mehr Wasserverlust über die Stomata sollte dieser vertragen. Da *A. distentifolium* an schattigen, feuchten Standorten vorkommt, sollte es möglich sein, einen höheren Wasserverlust mit einer Mehraufnahme von Wasser zu kompensieren. Dies sollte für *A. distentifolium* auch im Tiefland möglich sein.

Fazit

Die Temperatur scheint einen wesentlichen Einfluss auf die Verbreitung von *A. distentifolium* zu haben. Es ist durchaus vorstellbar, dass *A. distentifolium*, wegen seiner ähnlichen Frosttoleranzen zu *A. filix-femina*, im Tiefland als Gametophyt vorkommt. Aufgrund der niedrigen Frosttoleranz des Sporophyten jedoch kann *A. distentifolium* in tieferen Lagen, wegen der fehlenden Schneedecke, Frostperioden nicht überleben. Die Resultate zeigen, dass die Tages- und Nachttemperaturen einen Einfluss auf die Pflanzen und ihre stomatale Wasserdurchlässigkeit haben und möglicherweise auch auf ihre Assimilationsrate. Eine Verringerung des Wasserverlustes durch Verkleinerung der Stomataöffnung hat aber oftmals nur eine minime Änderung in der CO₂ Verfügbarkeit innerhalb des Blattes

zur Folge [15]. Deshalb lassen sich mit der stomatalen Wasserdurchlässigkeit keine direkten Aussagen über die Photosyntheseaktivität und die Assimilationsrate machen. Darum kann die zu Beginn aufgestellte Hypothese weder komplett bestätigt noch komplett verworfen werden. Dafür sind weitere Untersuchungen der Photosyntheseaktivität und der Assimilation nötig.

Zum Schluss ist noch zu erwähnen, dass die Experimente alle reine Laboruntersuchungen darstellen und die Pflanzen somit unter kontrollierten Bedingungen untersucht wurden. Die Bedingungen im Feld stellen sich dagegen viel komplexer dar. Deshalb sind ähnliche Untersuchungen im Feld zusätzlich notwendig um genauere Schlüsse über die Verbreitungsgrenzen machen zu können.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei Dr. Michael Kessler für die grossartige Unterstützung und die Betreuung meiner Arbeit bedanken. Ich bin dankbar für die spannenden Diskussionen, Erkenntnisse und Erfahrungen, die ich während dieser Zeit am Institut für Systematische und Evolutionsnäre Botanik der Universität machen durfte. Weiter möchte ich mich bei Rayko Jonas und Markus Meierhofer für die gärtnerische Betreuung und der Zürcherischen Botanischen Gesellschaft für das Projektstipendium bedanken.

Literatur

- [1] I-Ching Chen, Jane K Hill, Ralf Ohlemüller, David B Roy, and Chris D Thomas. Rapid Range Shifts of Species Associated with High Levels of Climate Warming. *Science*, 333(6045):1024 LP – 1026, aug 2011.
- [2] Camille Parmesan. Climate and species' range. *Nature*, 382:765, aug 1996.
- [3] Lesley Hughes. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends in Ecology & Evolution*, 15(2):56–61, 2000.
- [4] Camille Parmesan and Gary Yohe. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421:37, jan 2003.
- [5] Jean Paul Theurillat and Antoine Guisan. Potential impact of climate change on vegetation in the European alps: A review. *Climatic Change*, 50(1-2):77– 109, 2001.
- [6] Robert K Colwell, Gunnar Brehm, Catherine L Cardelús, Alex C Gilman, and John T Longino. Global Warming, Elevational Range Shifts, and Lowland Biotic Attrition in the Wet Tropics. *Science*, 322(5899):258 LP – 261, oct 2008.
- [7] Emilien Kuhn and Jean-Claude Gégout. Highlighting declines of cold-demanding plant species in lowlands under climate warming. *Ecography*, 42(1):36–44, jan 2018.
- [8] Hans Lambers, F Stuart Chapin, and Thijs L Pons. Photosynthesis. In Hans Lambers, F Stuart Chapin, and Thijs L Pons, editors, *Plant Physiological Ecology*, pages 11–99. Springer New York, New York, NY, 2008.
- [9] Tim J Brodribb and Scott AMMcAdam. Passive Origins of Stomatal Control in Vascular Plants. *Science*, 331(6017):582 LP – 585, feb 2011.
- [10] Konrad Lauber, Gerhart Wagner, and Andreas Gygax. *Flora Helvetica - Illustrierte Flora der Schweiz*, volume 6. Haupt, 2018.
- [11] MeteoSchweiz. Klimareport 2017. Technical report, Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz, Zürich, 2018.
- [12] Christian Körner and Erika Hiltbrunner. The 90 ways to describe plant temperature. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 30(March):16–21, 2018.
- [13] E. Sheffield and P. R. Bell. Current studies of the pteridophyte life cycle. *The Botanical Review*, 53(4):442–490, 1987.
- [14] John H Miller. Fern Gametophytes as Experimental Material. *Botanical Review*, 34(4):361–440, 1968.
- [15] G D Farquhar and T D Sharkey. Stomatal Conductance and Photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology*, 33(1):317–345, jun 1982. 7

Bruno Jenny, Präsident Farnfreunde der Schweiz
Luzerner Garten, Adligenswil

Rückblick 2018 Jahresprogramm

Farnfreunde der Schweiz

Mitgliederversammlung

Adligenswil, 25. Februar

Am Samstag 25. Febr. 18 konnte ich 20 Farnfreunde zur Mitgliederversammlung im Luzerner Garten begrüßen. Die statuarischen Geschäfte sind in kurzer Zeit vorgelesen und allen Mitgliedern einstimmig angenommen. Das Jahresprogramm mit drei Anlässen wurde einstimmig genehmigt. Mit einem Sonderbudget von Fr.1000.00 ist ein Sonderheft für Mitgliederwerbung beschlossen worden.

In der Mittagspause durften wir uns mit sehr feinem Mittagessen aus der Küche des Luzerner Gartens (von Christian Jenny zubereitet) stärken. (zu Lasten Kasse Farnfreunde)
Zum Abschluss durften wir die sehr interessanten Ausführungen zum Thema Unterschied zwischen Flechten und Moose von unserem Mitglied Elisabeth Danner verfolgen.

Allen herzlichen Dank, welche sich für diese Mitgliederversammlung besucht haben.



Rundgang im Farnwerk

Härkingen, 9. Juni

Eine kleine Schar von 9 Farnfreunden durften Maria und Michael in ihrem neu eröffneten Farnwerk begrüßen. Schade, dass die Mitglieder diesem sehr interessanten Betrieb so wenig Interesse zeigen.

Das wundervolle Farnsortiment, die sauberen Kulturen, die genauen Beschriftungen zeichnen die Profi aus. Und nicht nur das; Michael und Maria teilen ihr Wissen gerne mit Interessierten. Das riesige Fachwissen, die einzigartige Leidenschaft, die Beharrlichkeit für Farne alles zu tun, um sie besser zu erkennen und produzieren zu können.

Ich bewundere und danke Michael und Maria für die enormen Arbeiten, welche die beiden für uns Farnfreunde vollbringen.





Gartenführung und Höck bei Peter und Elena Althaus

Bielersee, 14. Juli

Ich würde lieber sagen; die botanische Idylle am Bielersee. Nach einem sehr arbeitsreichen Berufsleben durfte Peter Ende Juni in Pension gehen, und schon nimmt er sich die erste Freizeit um uns Farnfreunden seinen wundervollen Park zu zeigen. Eine leichte Enttäuschung, dass so wenige unserem Ruf, diesen prachtvollen interessanten Park zu erleben gefolgt sind, konnte Peter nur schwer verbergen. Die Vielseitigkeit der Pflanzungen, die wunderschönen Baumfarne am Teich, die riesigen Sortimente an Farnen, Bambus, Hortensien, Hosta, Lilien, einfach unglaublich, und zu jeder Pflanze weiss Peter eine Geschichte zu erzählen. Am runden Tisch, direkt am See wurden wir noch köstlich verwöhnt. Elena und Peter, vielen Dank, dass wir Euren Garten so geniessen durften.



Exkursion Val Piora mit Michael Kessler
Val Piora, 02. September

Nach kurzer Fahrt mit der Standseilbahn von Ambri nach Piora konnte Michael bei mildem Wetter 15 begeisterte Farnfreunde begrüßen. Keine 100 Meter weiter und schon geht Michael mit uns von der Strasse ab zu den ersten Farnen. Aus seinem enormen Wissen zeigt und erklärt uns Michael die feinen Unterschiede zum Erkennen von Dryopteris-Arten. Unterwegs folgten wir mit grosser Spannung immer wieder den recht einfachen verständlichen Ausführungen von Michael.

Dank seiner sorgfältigen Vorbereitung konnte Michael uns auf der Tour rund um den Ritmosee an verschiedenste interessante Farnvorkommen heranführen. Michaels Erklärungen begeisterte uns Alle und spornt uns an, mehr über unsere einheimischen Farne zu lernen.





Exkursion Farnfreunde der Schweiz: Val Piora/TI, 2. Sept. 2018, 16 TeilnehmerInnen
 Leitung: Michael Kessler, Institut für Systematische und Evolutionäre Botanik, Zürich
 Text: Elisabeth Jacob, Gärtnerei Blattgrün, Rifferswil | Fotos: Lucia & Jürg Rothenbühler

Wie die Wurmfarne (*Dryopteris*) Botaniker verwirren

*An diesem Sonntag stand das Thema *Dryopteris* und seine ungeklärten Verwandtschaften und eine bisher unbenannte Art im Mittelpunkt des Interesses. Zwei Wochen vor den Farnfreunden war das Val Piora bereits Ziel einer internationalen Farnexperten-Gruppe gewesen, die sich um Klärung innerhalb der *Dryopteris* Gruppe bemüht und weltweite Verwandtschaften aufdecken will. Selbst für ausgewiesene Farnspezialisten sei dies "der reinste Horror", meinte Michael Kessler, weil sich die Arten untereinander wild kreuzten.*

Unter Farnspezialisten werden jedoch bis zu 20 Arten vermutet. Diese grosse Diskrepanz zu klären und genetisch zu erforschen, welche Arten, Unterarten oder Formen genetisch auseinander zu halten sind, damit befassen sich derzeit und in den nächsten Jahren Botanikerinnen und Botaniker weltweit. Ursache des Durcheinanders ist, dass bei viele Arten Jungpflanzen direkt aus den Sporen auswachsen ohne Befruchtung, so dass aber keine Genvermischung stattfindet. Es findet also keine geschlechtliche Vermehrung statt, mit einer Verschmelzung der Geschlechtszellen (Gameten) und einer Teilung des Chromosomensatzes bei der Meiose. In der Botanik wird diese ungeschlechtliche Form der Vermehrung Apomixie genannt. Sie führt zu diesem Durcheinander bei der Gattung *Dryopteris*. Diploide, triploide und tetraploide Formen existieren nebeneinander, normalerweise ohne sich zu kreuzen. Gelegentlich finden Kreuzungen statt, aber die Nachkommen sind in der Regel steril.

Aus verschiedenen Regionen der Schweiz waren 16 Farnfreundinnen und -freunde angereist, um sich auf die Suche nach Farnen im Val Piora, rund um den Ritomsee in der Leventina TI zu machen. Einige hatten bereits in der Region übernachtet, um Morgens zeitig an der Exkursion teilnehmen zu können.

Die Farnfreundinnen und -freunde nahmen die Ausführungen von Michael Kessler interessiert auf, aber die Komplexität des Themas scheint sowohl Laien, als auch gute Farnkenner zu fordern.

Von der Talstation bei Piotta führt eine der steilsten Standseilbahnen Europas in die Höhe. Zahlreiche Wanderwege in die Bergwelt um den Ritomsee und um weitere kleinere Seen sind ausgeschildert, sowie ein botanischer Lehrpfad entlang der bewaldeten Seeseite. Für botanisch Interessierte ist die Region ohnehin besonders interessant. So gab es neben Farnen auch zahlreiche weitere botanische Kleinode zu bewundern.

Spannend und konkret wurde es dann, als die noch unbenannte Art gesichtet wurde, die Jakob Schneller vor ein paar Jahren an der gleichen Stelle im Wäldchen nahe der Staumauer entdeckt hatte. *"Es handelt sich*

Gemäss Flora Helvetica werden der Gattung *Dryopteris* acht Arten zugerechnet.





Asplenium septentrionale



Michael Kessler mit dem unbekanntem *Dryopteris 'pseudoexpansa'*



Klettern gehört für *Pteridomaniacs* dazu



Oreopteris limbosperma



Cryptogramma crista



Michael Kessler erläutert die Verwandtschaftsverhältnisse der europäischen Wurmfarne

um eine tetraploide Art, die wir im Botanischen Institut in Kultur genommen haben. In ein bis zwei Jahren werden wir wissen, was es genau ist", äusserte sich Michael Kessler vorsichtig. Als eine Art Arbeitsname wird sie *Dryopteris 'pseudoexpansa'* genannt, da die Ähnlichkeit mit *Dryopteris expansa* deutlich ist. Wie sie denn dereinst benannt wird, «*Dryopteris schnellerii*» oder «*D. 'pseudoexpansa'*»? Michael Kessler wollte sich nicht festlegen.

Auf Höhenlagen beschränkte Arten

Auf der bewaldeten Seeseite wurden weitere Farnarten entdeckt. Darunter Arten, die in den Niederungen des Mittellandes nicht wachsen würden, wie beispielsweise *Athyrium dystentifolium*. Weshalb die montanen Arten in tieferen Regionen nicht wachsen,

ist noch nicht wissenschaftlich geklärt. "Das liegt möglicherweise an den tiefen Nachttemperaturen in der Höhe. Die Atmung ist bei Pflanzen temperaturabhängig, das heisst, dass bei zu warmen Nachttemperaturen die Energie aus der Photosynthese aufgebraucht wird und die Farne in Tieflagen kaum wachsen", erklärt Michael Kessler das Phänomen. Weitere Arten, die nur in Höhenlagen gut wachsen, sind *Cystopteris alpina*, *Cystopteris montana*, *Athyrium distentifolium*, *Polystichum lonchitis* und alle drei *Woodsia*-Arten.

Auf der Suchliste der Farnexkursion standen weitere Farne: *Asplenium x adulterimum*, eine in der Natur seltene Hybride zwischen *A. trichomanes* ssp. *trichomanes* und *A. viride*. In Kultur kreuzen sich die

beiden Arten häufig, jedoch selten in der Natur. *Woodsia pulchella* war eine weitere, gesuchte Art. Beide waren in der Region Val Piora vor Jahren gesichtet worden. Nachdem die vielen Expertenaugen auf der zweiwöchigen, internationalen Dryopteris-Tour die Farne nicht entdeckt hatten, schien es unwahrscheinlich, dass Laien diese entdecken sollten. Und so bleiben sie denn weiterhin auf der Suchliste.

Polenta zum Zmittag und Schachtelhalme im Nachgang

Die Suche nach Farnen, das Bestimmen von Pflanzen und die angeregten Gespräche während der Wanderung machten langsam hungrig. Mit Verspätung trafen wir im Bergrestaurant ein. Er habe nicht mehr mit uns gerechnet, meinte der Wirt. Das war im ersten Moment enttäuschend, aber eine blitzschnelle Polenta war rasch auf dem Teller und mit einem Glas Rotwein kamen die Farnfreundinnen und -freunde schnell wieder zu Kräften.

Auf der unbewaldeten Seeseite des Ritomsees wuchsen erwartungsgemäss weniger Farne. Zwei Schachtelalm-Arten wurden an feuchten Stellen entdeckt. Manchen war neu, dass *Equisetum* seit gut zehn Jahren ebenfalls zu den Farnen gehören. Immer wieder richtete Exkursionsleiter Michael Kessler die Aufmerksamkeit auf Farne, Moosfarne oder Schachtelhalme und beschrieb typische Merkmale, weltweite Verwandtschaften und erzählte von botanischen Forschungen. Das war anregend und wird sicherlich die Teilnehmenden dazu bewegen, sich mit der einen oder anderen Art vertiefter zu befassen oder einem botanischen Thema nachzugehen.

Folgende Farne, Schachtelhalme und Moosfarne wurden auf der Farnexkursion entdeckt und bestimmt:

Farne und Schachtelhalme

Asplenium ruta-muraria
Asplenium septentrionale
Asplenium trichomanes
Asplenium viride
Athyrium distentifolium
Athyrium filix-femina
Cryptogramma crispata
Cystopteris alpina
Cystopteris fragilis
Dryopteris borrieri fo. *robusta*
Dryopteris carthusiana
Dryopteris dilatata
Dryopteris expansa
Dryopteris 'pseudoexpansa' (unbestimmte Art, entdeckt von Jakob Schneller)
Equisetum arvense
Equisetum hyemale
Gymnocarpium dryopteris
Oreopteris limbosperma
Phegopteris conecitilis
Polypodium vulgare
Polystichum lonchitis
Pteridium aquilinum (von der Seilbahn aus)

Bärlappe und Moosfarne

Lycopodium annotinum
Selaginella selaginelloides



Siegfried Piller, Freizeit- Farnforscher, Wuppertal, Deutschland, x2.piller@t-online.de

Generative Vermehrung der Farne durch Adventivprothallien

Abstrakt

Diese Arbeit beschreibt den Verlauf eines Versuches, an dessen Ende es nachweisbar erscheint, dass den evolutionsbiologisch einfachen, thallosen Pflanzen mehrere Optionen zur Vermehrung zur Verfügung standen. Hier am Beispiel der ersten Generation der leptosporangiaten Farnpflanzen, dem Prothallium. Wird ein Prothallium mechanisch zerstört so wachsen an den, vom Scheitelmeristem getrennten, thallosen Gewebebruchstücken, Adventivprothallien. Diese sind mit weiblichen und männlichen Gametangien ausgestattet, also zur sexuellen aber apomiktischen Vermehrung fähig.

Vorwort

Dieter E. Meyer veröffentlichte im Dezember 1952 eine Arbeit mit dem Titel:

"Über das Verhalten einzelner, isolierter Prothalliumzellen und dessen Bedeutung für Korrelation und Regeneration."

In dieser Arbeit schildert D. E. Meyer, wie an zerschnittenen Prothallien auf Agar mit entsprechenden Nährmedien Adventivprothallien wachsen. Er schließt daraus, dass diese aus einzelnen, vom Scheitelmeristem enthemmten Zellen an der Peripherie des Prothalliums entstehen. Durch Herauslösung einzelner Zellen aus dem Korrelationszusammenhang der Pflanzenbildung werden diese zur eigenen Teilungsgesetzlichkeit befähigt. Wie sich diese Adventivprothallien in seinem Labor weiterentwickelten, wird in seinem Aufsatz nicht geschildert.

Hier setzt meine Arbeit an. Unter gärtnerischen Bedingungen soll geklärt werden, was aus solchen Adventivprothallien (Kurzform Adventhällien) werden kann und wie sie ausgestattet sind. Begleitet wird der Text von mikroskopischen und einfachen Photographien die nicht bilderbuchtauglich sind, sondern als Arbeitsfotos zur Anschauung und zum Nachweis des Sachverhaltes zu verstehen sind.

Material und Methoden

Verwendet werden Klarsicht-Kunststoffbehälter (Salatschälchen) als Anzuchtschalen, zur Hälfte gefüllt mit normaler aber salzärmer, gärtnerischer Anzuchterde. Diese wurde zuvor in einem Papierfilter mit kochendem Wasser desinfiziert.

Vor der Belegung mit dem Versuchsmaterial wurde die Oberfläche des Substrates mit ebenfalls desinfiziertem weißem Filterpapier belegt (Teefilter). Das Substrat wurde so nass gehalten, dass sich das vollgesaugte Filterpapier durch Eigengewicht glatt auslegt.

Dies geschah zur besseren und sauberen Handhabung des Pflanzenmaterials und als geeigneter Hintergrund für die photographische Dokumentation. Diese wurde mit einer einfachen Digitalkamera (Coolpix 5900) durchgeführt, zum Teil unter Zuhilfenahme eines Lichtmikroskopes. Zur Vorbereitung auf die mikroskopische Untersuchung wurden die vorgefärbten Prothallien zwischen zwei Möhren- bzw. Karottenscheiben gelegt

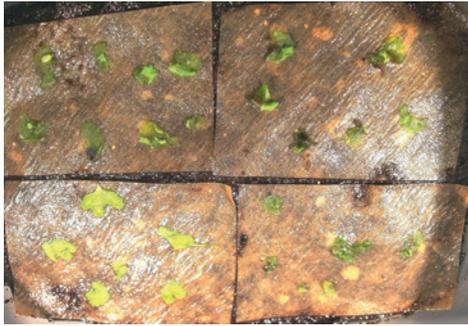


Bild 01: Anzuchtsschale am 1. Tag.



Bild 02: Anzuchtsschale nach 40 Tagen



Bild 03: Schon nach 26 Tagen sind bei 20-facher Vergrößerung deutliche Auswüchse an den Rändern der selbst nur ca. 1 mm² großen Prothallienabschnitte von *Polystichum x arendsii* F² zu sehen.

und mit einem Schlittenmikrotom auf 30 µ (0,03 mm) geschnitten.

Das Pflanzenmaterial stammt aus eigener Aussporung. Verwendet wurden Prothallien aus Diplosporen von *Polystichum setiferum* 'Dahlem' und von *Polystichum aculeatum* × *P. munitum* F² (der 2. Generation von *P. x arendsii*). Dieses um zu beobachten, ob der unterschiedliche Ploidiegrad der Versuchspflanzen in den Ergebnissen eine Rolle spielt. *P. setiferum* gilt als diploide, *P. x arendsii* F² als hexaploid.

Das Experiment wurde unter natürlichem Licht bei einer Raumtemperatur von 22 bis 24° C durchgeführt.

Es wurden insgesamt 4 Tests in Folge durchgeführt.

Test 1

die 1. Generation Adventivprothallien von Prothallien aus Meiosporen

Bild 01 zeigt die Ausgangssituation. Die Substratoberfläche der Pflanzschale, ca. 7 x 5 cm groß, ist in 4 Sektionen aufgeteilt und wie folgt belegt: Links unten wurden Blätter von Primärwedeln des *Polystichum setiferum* 'Dahlem' ausgelegt. Es soll festgestellt werden, ob sich diese in ähnlicher Weise wie die Prothallienabschnitte verhalten.

Links oben im Bild 01 liegen Prothallienabschnitte des *Polystichum setiferum* 'Dahlem'. Dazu wurden von mehreren Prothallien die Flügel abgeschnitten und diese noch weiter zerteilt. Die Mittelteile der Prothallien wurden verworfen. Auf der rechten Seite liegen in beiden Sektionen Prothallienabschnitte des Farns *Polystichum x arendsii* F², die in gleicher Weise wie oben beschrieben zugeschnitten wurden.

Die folgenden Bilder 02 und 05 zeigen jeweils die Veränderungen im Überblick.

Die Zerstörungen in Bild 05 sind auf die Entnahme von Prothallien für mikroskopische Untersuchungen zurückzuführen. Nachdem die Adventhallien eine Größe von ca. 5 bis 6 mm erreicht hatten (Bild 06), wurden einige entnommen und mikroskopisch untersucht.

Zu diesem Zweck wurde der mittlere Teil der Adventivprothallien mit Hilfe eines Schlittenmikrotoms in ca. 30µ starke Scheiben geschnitten. Diese Schnitte wurden leicht angefärbt um den Kontrast zu erhöhen, präpariert und anschließend mit einem Lichtmikroskop untersucht.

Die Archegonien sind mit Ihrer Eizelle tief im Gewebe des Thallus eingebettet und schauen nur mit ihrem "Muttermund" heraus. Sie sind in einem geglückten Schnitt



Bild 04: Adventhallien nach nur 26 Tagen, bei 20-facher Vergrößerung auch an Prothallienabschnitten von *Polystichum setiferum* 'Dahlem'.



Bild 05: Anzuchtsschale nach 94 Tagen



Bild 06: Reife Adventivprothallien von *Polystichum x arendsii* F² nach 59 Tagen

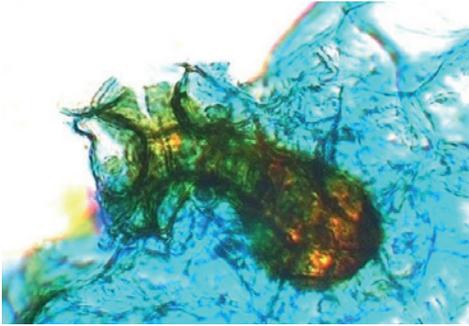


Bild 07: Archegonium von einem Adventhalthium des *Polystichum x arendsii* F² nach 74 Tagen in 400 facher Vergrößerung.

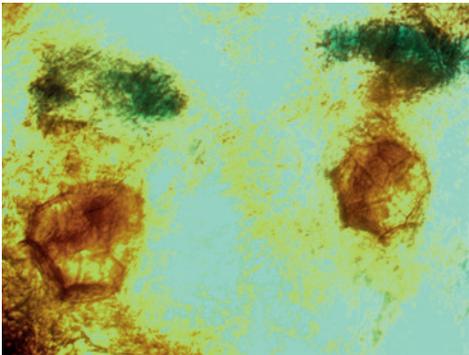


Bild 08: Antheridien von einem Adventhalthium des *Polystichum x arendsii* F² nach 74 Tagen in 400 facher Vergrößerung.

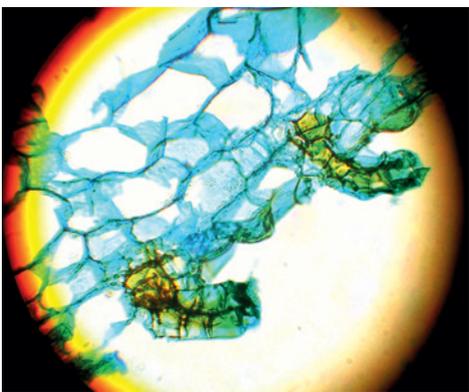


Bild 09: Archegonien von einem Adventhalthium des *P. setiferum* 'Dahlem' nach 75 Tagen in 320 facher Vergrößerung.

gut zu erkennen. Die deutlich kleineren Antheridien sitzen wie dunkle Kristallkugeln nur wenig eingebettet an der Oberfläche des Gewebes. Sie werden beim Vorgang des Schneidens meistens zerstört. Man findet sie zuverlässiger und in größerer Zahl in einem sogenannten Quetschpräparat als dunkle Punkte.

Ähnliche Fotos konnten auch von *Polystichum setiferum* 'Dahlem' dokumentiert werden.

Damit ist erwiesen, dass Adventhalthien dieser beiden Farnarten sich ganz normal intra- und intergametisch befruchten können.

Da die Ausgangsprothallien haploider Art waren, wachsen daraus wieder Farne mit dem ursprünglichen, doppelten Chromosomensatz, also original Klone.

Von jeder Sorte wurden 2 Stück eingetopft, zur morphologischen Kontrolle in ca. 3 Jahren.

Adventivprothallien von den Primärwedeln konnten nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

Dieser Test 1 begann am 01.01.2018 und endete vorerst am 18.11.2018.

Test 2

die 2. Generation Adventivprothallien Adventiv von Adventiv

Bild 12 zeigt wieder die Ausgangssituation. Die Substratoberfläche der Pflanzschale ist wieder in 4 Sektionen aufgeteilt und wie folgt belegt: Links unten wurden Blattabschnitte von Primärwedeln des *Polystichum setiferum* 'Dahlem' ausgelegt. Nachdem der 1. Versuch unbefriedigend verlief, soll hier noch einmal festgestellt werden, ob sich überhaupt Adventhalthien bilden.

Links oben liegen Prothallienabschnitte des *Polystichum setiferum* 'Dahlem'. Auf der rechten Seite liegen in beiden Sektionen Prothallienabschnitte des Farns *Polystichum x arendsii* F².

Im Gegensatz zum Test 1 wurden die Prothallienflügel nicht weiter zerschnitten, sondern in kleine Stücke zerrissen. Der Gedanke war, dass auf diese Weise vielleicht mehr unverletzte Randzellen zur Verfügung stehen als bei geschnittenen Kanten. Alle verwendeten Pflanzenteile stammen aus dem Test 1.

Einige Adventhalthien wurden für die mikroskopische Untersuchung entnommen. Durch starke Rhizoidenbildung werden die Konturen der Adventhalthien teilweise überdeckt. In diesem Stadium muss, durch Zugabe von Wasser, das Schwärmen der Spermatozoiden provoziert werden.

Nach einer Laufzeit von 200 Tagen wurden die Adventhalthien umgesetzt in frische, sterile Anzuchterde. Die Positionen innerhalb der Schale wurden beibehalten, so dass die Adventhalthien der Primär-Wedelabschnitten wieder links unten im Bild zu sehen sind.

Die Entwicklung erfolgte nun sehr zügig.



Bild 10: Erste Sporophyten an Adventhalthien des *Polystichum x arendsii* F² nach 114 Tagen. Test 1



Bild 11: Pikierfähige Sporophyten aus diesen Adventhalthien nach 301 Tagen. Links oben deutlich größer *Polystichum setiferum* 'Dahlem', rechts *Polystichum x arendsii* F². Test 1

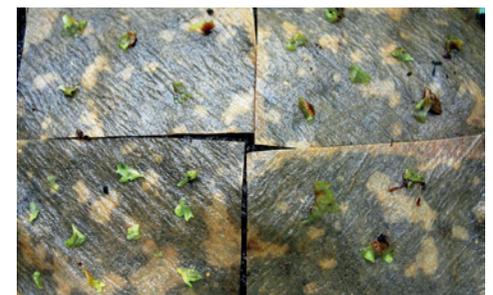


Bild 12: Testschale 2 mit frisch ausgelegten, zerrissenen Adventhalthien aus Test 1.

Im Bild 14 und 15 Mitte- links sieht man Adventhallien und erste Wedel aus Primär-Wedelabschnitten des *Polystichum setiferum* 'Dahlem'. Die Ausbeute ist zwar deutlich geringer, grundsätzlich ist damit aber erwiesen, dass auch aus Primärwedeln Adventhallien gezogen werden können. Die Sporlinge werden in einigen Wochen pikierfähig sein.



Bild 13: Testschale 2 nach 48 Tagen.

Dieser Test 2 begann am 11.05.2018 und endet wenn die jungen Sporophyten pikiert werden können.

Letzter Eintrag 27.02.2019.

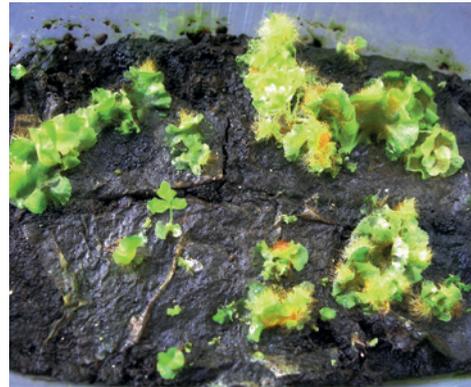


Bild 14: Testschale 2 nach 191 Tagen.



Bild 15: Testschale 2 nach 292 Tagen.

Test 3

die 3. Generation Adventivprothallien, Adventiv von Adventiv von Adventiv

Es wurde eine neue Schale angesetzt und mit ungeteiltem, weißem Filterpapier belegt. 3 Adventhallien, ausschließlich von *Polystichum x arendsii* F² aus Test 2, wurden in möglichst kleine Stücke zerrissen und auf diese Fläche verteilt. Die folgenden Bilder zeigen den Entwicklungsverlauf.

Nach ca. 150 Tagen wurden die Adventhallien in frische, sterile Anzuchterde umgesetzt, wobei die Positionen innerhalb der Schale wieder weitgehend beibehalten wurden. Dadurch wird die optische Kontrolle der einzelnen Adventhallien erleichtert.

Nach dem Umsetzen erfolgt die Entwicklung in der Regel deutlich schneller. Es wird noch einige Wochen dauern, bis die Sporlinge pikierfähig sind. .

Dieser Test 3 begann am 01.07.2018 endet wenn die Sporlinge pikiert werden können.

Letzter Eintrag 27.02.2019.

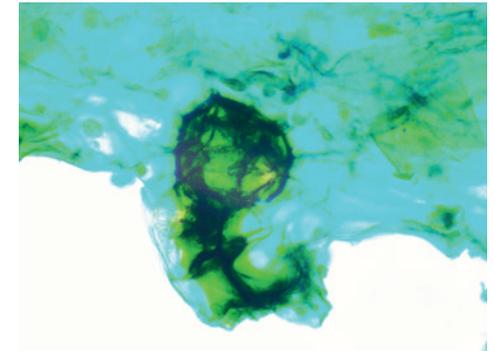


Bild 16: Mikroskopische Untersuchung nach 140 Tagen. Archegonium bei 320 x. Test 2

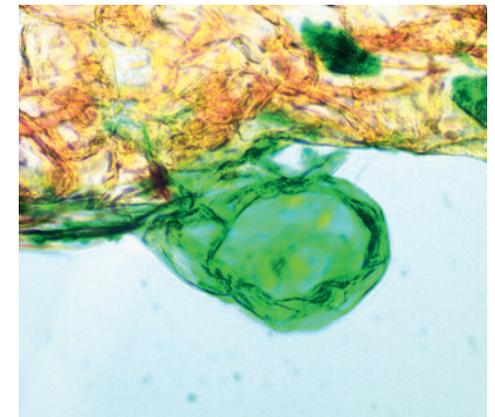


Bild 17: Mikroskopische Untersuchung nach 140 Tagen. Antheridium bei 320 x. Test 2



Bild 18: Testschale 3 nach 45 Tagen.



Bild 19: Dieses Adventhällium ist auf Bild 18 links unten zu sehen. Es wurde wie dargestellt zerschnitten, danach die abgeschnittenen Flügel mit 2 Pinzetten in möglichst kleine Stücke zerrissen und auf die Fläche der neuen Anzuchtschale für Test 4 verteilt.



Bild 20: Testschale 3 nach 125 Tagen.

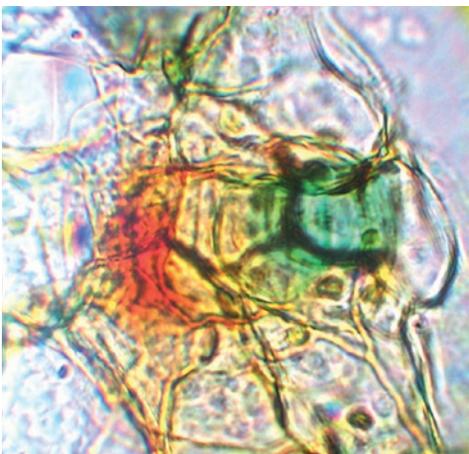


Bild 21: Mikroskopische Untersuchung nach 140 Tagen. Archegonium bei 400 x. Test 3

Test 4

die 4. Generation Adventivprothallien
Adventiv von Adventiv von Adventiv von
Adventiv

Es wurde eine neue Schale wie in Test 3 beschrieben angesetzt. Nur ein Adventhällium von *Polystichum x arendsii* F² aus Test 3 wurde verwendet. Es ist im Test 3 auf Bild 18 links unten und auf Bild 19 zu sehen und dort beschrieben. Die folgenden Bilder zeigen den Entwicklungsverlauf.

Wie man sieht, können aus einem einzigen Prothallium mindestens 12 entwicklungsfähige Adventhällien gewonnen werden.

Dieser Test 4 begann am 24.09.2018 und läuft weiter, bis die Sporlinge pikierfähig sind.

Letzter Eintrag 27.02.2019

Diskussion

Adventivprothallien, die sich an Gewebeteilen von Prothallien entwickeln, wenn man diese vom Scheitelmeristem getrennt hat, können nicht als apospor bezeichnet werden, Sie sind Regenerate eines Prothalliums, welches ja aus einer Spore entstanden ist. Daher sind sie mit den gleichen Gametangien ausgestattet wie das Ursprungsprothallium und somit sexuell.

Dass diese, bisher nur unter Laborbedingungen auf Agar beobachteten Vorgänge, auch unter gärtnerischen Bedingungen möglich sind, beweist mein Test.

Die für diesen Versuch verwendeten Ursprungs-Prothallien wurden aus Meiosporen gezogen, das heißt, sie waren mit rekombiniertem Erbgut ausgestattet. Die aus ihnen hervorgegangenen Adventivprothallien (Kurzform Adventhällien) tragen das gleiche haploide, rekombinierte Erbgut wie

das zerstückelte Ursprungs- Prothallium, aber eben alle das gleiche.

Welche Schlussfolgerungen sind daraus zu ziehen?

Es ist unerheblich ob die Adventhällien eines bestimmten Meioprothalliums sich selbst befruchten oder sich untereinander befruchten. Alle Sporophyten die aus diesen Verbindungen hervorgehen, sind vollständig homozygot und bilden einen Klon- Schwarm.

Hat das eine Bedeutung? Ich glaube nicht, denn diese Klone können wieder Meiosporen produzieren. Es ist nur eine weitere Möglichkeit für die Farnpflanzen, sich auch unter widrigen Umweltbedingungen zu behaupten. Zum Beispiel dass Prothallien nach einer Beschädigung nicht gleich verloren sind, sondern sogar noch verstärkt zur Vermehrung beitragen können. Der Ploidiegrad scheint dabei keine Rolle zu spielen. Das solche Situationen in der Natur nicht selten vorkommen, aber kaum beobachtet werden können, lässt sich denken.

Aus gärtnerischer Sicht kann man sagen, dass aus einem einzigen Prothallium innerhalb eines Jahres viele tausend Jungfarne gezogen werden können, ohne großen Aufwand und ohne auf Sporen angewiesen zu sein.

Zwischen zerschnittenen und zerrissenen Gewebeteilen konnte im Ergebnis kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Die in der Anzuchtschale im Segment links unten ausgelegten Blätter von Erstlingswedeln des *Polystichum setiferum* 'Dahlem' zeigten während der 1. Testphase keine regenerative Neigung (siehe Bild 05). Es muss allerdings erwähnt werden, dass diese Wedel weitgehend unbeschädigt

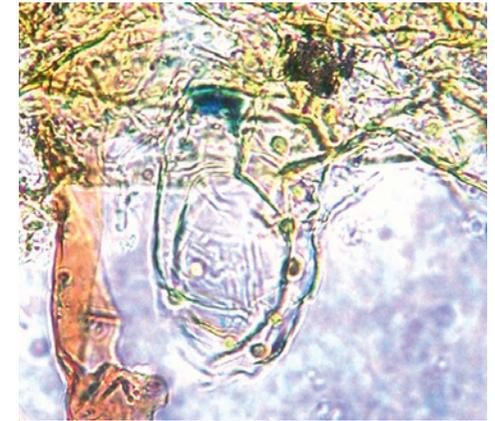


Bild 22: Mikroskopische Untersuchung nach 140 Tagen. Antheridium bei 400 x. Test 3



Bild 23: Testschale 3 nach 241 Tagen.



Bild 24: Testschale 4 nach 40 Tagen.



Bild 25: Testschale 4 nach 85 Tagen. Das Prothallium unten in der Mitte wurde für die mikroskopische Untersuchung geschnitten.



Bild 26: Mikroskopische Untersuchung nach 129 Tagen. Archegonium bei 320 x. Test 4

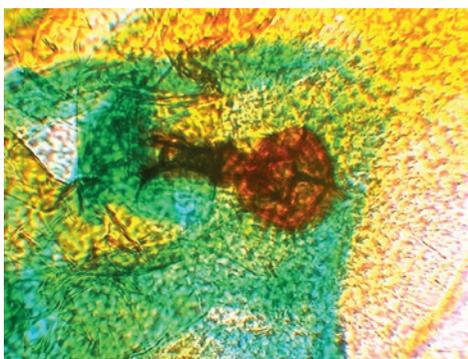


Bild 27: Mikroskopische Untersuchung nach 129 Tagen. Antheridium bei 320 x. Test 4

verwendet wurden. Ein Versuch mit zerschnittenen Wedeln im Test 2 war dagegen erfolgreich.

Es bildeten sich allerdings nur wenige Prothallien (Bild 14).

Der Unterschied zu den regenerativ entstandenen Adventhallien ist natürlich gravierend, weil es sich hier um Adventhallien handelt, die an Sporophytenwedeln, also apospor, entstanden sind. Hier könnte die Genexpression von Kormophyt auf Thallophyt eine hemmende Rolle spielen. Außerdem sind diese Adventhallien mindestens diploide. Sollten sie sich sexuell vermehren, entstehen zum Beispiel autotetraploide Farne.

Eine mikroskopische Untersuchung auf Gametangien soll in einem weiteren Test vorgenommen werden.

Danksagung

Ich danke Herrn Dr. Berndt Peters, Süderbrarup, für Anregungen und kritische Durchsicht.



Bild 28: Testschale 4 nach 211 Tagen. Drei Prothallien wurden für mikroskopische Untersuchungen entnommen.

Jahresprogramm 2019

Farnfreunde der Schweiz

Samstag, 23. Februar 2019

Farnfreunde MV, Gartencenter Wyss
Zuchwil

Sonntag, 9. Juni 2019

Gärtnerei Farnwerk, unerwartete Farnfunde
im Härkingen Wald

Grösste Farnsammlung in der Schweiz.

Führung durch die Gärtnerei Farnwerk:

Was gibt's neues für den Garten und in der Sammlung? Anschliessend Exkursion in den nahegelegenen Wald. Wir zeigen euch für die Region unerwartete Farnvorkommen.

Einige dieser Pflanzen kommen nur vereinzelt vor und könnten ohne Führung vermutlich erst nach mehreren Tagen gründlicher Suche entdeckt werden.

Sonntag, 16. Juni 2019

Infostand am Raritätenmarkt St. Urban

Sonntag, 14. Juli 2019

Exkursion Rooterberg
Maria Schneider, Michael Kessler,
Michael Schneider

Der Rooterberg wird im Vereinsheft Farnblätter, N°24 von 1993 im Artikel «*Polypodium interjectum* am Rooterberg I Kt. Luzern» von Eugen Kopp und Michael Zink, erwähnt. So haben wir uns an diesem Hang mehrmals auf die Suche nach dem genannten Farn gemacht. Vom Polypodium haben wir nur wenige Stöcke gefunden – Doch was am Rooterberg sonst noch an Farnen wächst hat uns begeistert. Jeder stillgelegte Steinbruch ist eine kleine Farnwelt für sich.

Sonntag, 18. August 2019

Gartenbesuch bei Peter Bürki in Suhr

Peter Bürki pflegt auf kleinster Fläche über hundert verschiedene Farnarten. Er sammelt mit viel Engagement Farnwedel in verschiedenen Entwicklungsstadien um die Farnkultivierung im Herbarium dokumentieren zu können.

Sonntag, 1. September 2019

Infostand am Farntag im Seleger Moor,
Gärtnerei Blattgrün

Farntag im Seleger Moor mit der Gärtnerei Blattgrün, Farnwerk und einem Infostand der Farnfreunde, um den Besuchern die Farne näher zu bringen. Führungen im Seleger Moor und in der Gärtnerei Blattgrün zu den Farnen und deren Verwendung im Garten.

Detaillierte Informationen folgen in den Einladungen per Mail.

Anmeldung per Mail an info@farnfreunde.ch

- Verbreitungsgrenzen verwandter montaner und kolliner Arten:
das Beispiel *Athyrium distentifolium* und *Athyrium filix-femina*** Seite 4
Tim Schoch, Institut für Systematische und Evolutionäre Botanik,
Universität Zürich
- Rückblick 2018 Jahresprogramm Farnfreunde der Schweiz** Seite 14
Bruno Jenny, Präsident Farnfreunde der Schweiz,
Luzerner Garten, Adligenswil
- Wie die Wurmfarne (*Dryopteris*) Botaniker verwirren** Seite 18
Elisabeth Jacob, Gärtnerei Blattgrün, Rifferswil
- Generative Vermehrung der Farne durch Adventivprothallien** Seite 24
Siegfried Piller, Freizeit-Farnforscher, Wuppertal, Deutschland
- Jahresprogramm 2019** Seite 35
Farnfreunde der Schweiz