

# Generative Vermehrung der Farne durch Adventivprothallien

Autor(en): **Piller, Siegfried**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Das Prothallium = Le prothalle**

Band (Jahr): - **(2019)**

Heft 28

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1002209>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Experimente zu Adventivprothallien



# 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 Adventhallien) 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 salz- armer, gärtnerischer Anzucherde. 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

# Experimente zu Adventivprothallien

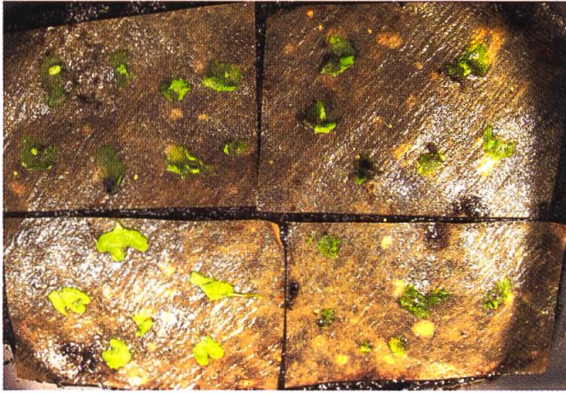


Bild 01: Anzuchtschale am 1. Tag.



Bild 02: Anzuchtschale nach 40 Tagen

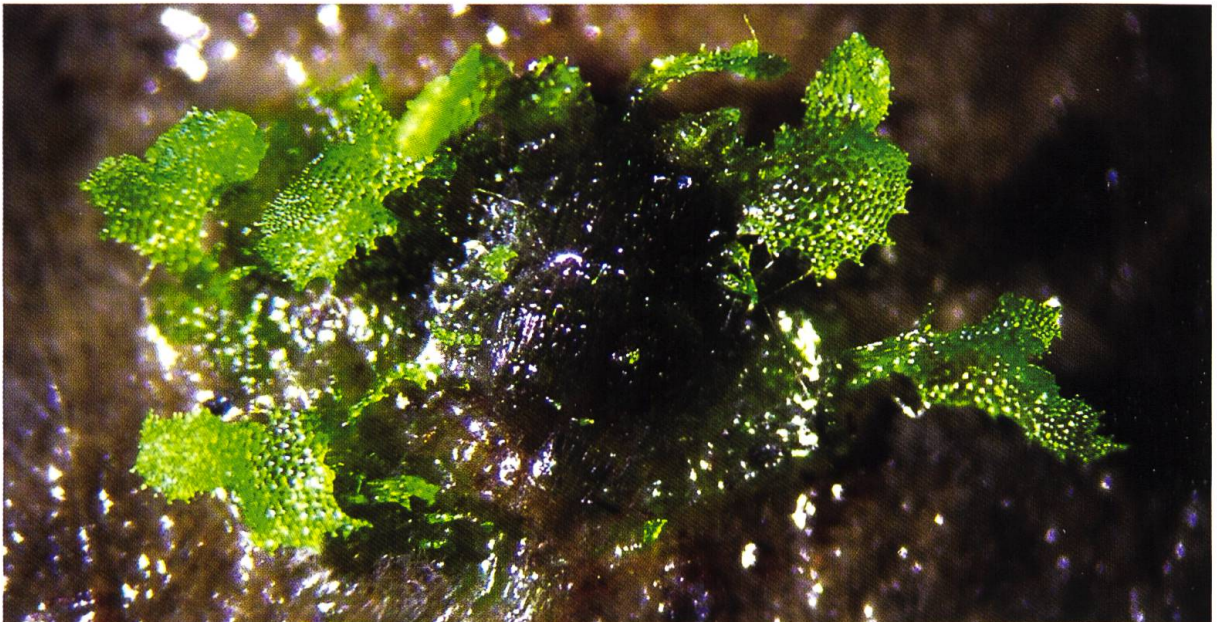


Bild 03: Schon nach 26 Tagen sind bei 20 facher Vergrößerung deutliche Auswüchse an den Rändern der selbst nur ca. 1 mm<sup>2</sup> großen Prothallienabschnitte von *Polystichum* × *arendsii* F<sup>2</sup> zu sehen.

und mit einem Schlittenmikrotom auf 30  $\mu$  (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* F<sup>2</sup> (der 2. Generation von *P. × arendsii*). Dieses um zu beobachten, ob der unterschiedliche Ploidiegrad der Versuchspflanzen in den Ergebnissen eine Rolle spielt. *P. setiferum* gilt als diploide, *P. × arendsii* F<sup>2</sup> 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* F<sup>2</sup>, 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 Schlittmikrotoms 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

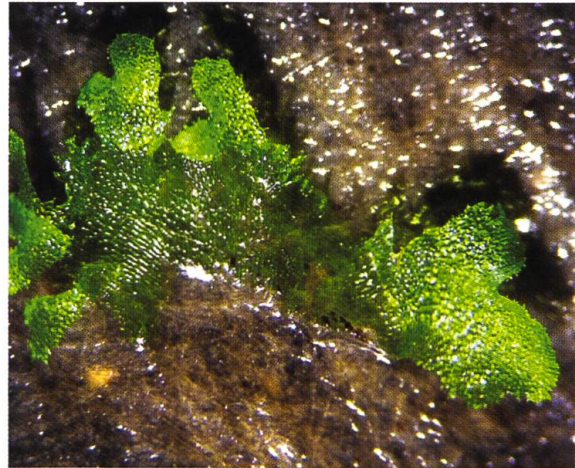


Bild 04: Adventhallien nach nur 26 Tagen, bei 20 facher Vergrößerung auch an Prothallienabschnitten von *Polystichum setiferum* 'Dahlem'.



Bild 05: Anzuchtschale nach 94 Tagen



Bild 06: Reife Adventivprothallien von *Polystichum x arendsii* F<sup>2</sup> nach 59 Tagen

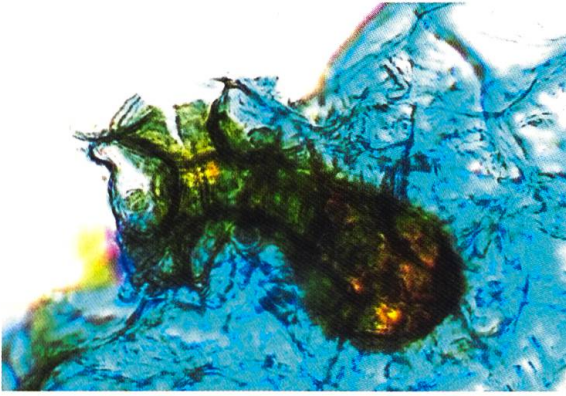


Bild 07: Archegonium von einem Adventhallium des *Polystichum*  $\times$  *arendsii*  $F^2$  nach 74 Tagen in 400 facher Vergrößerung.

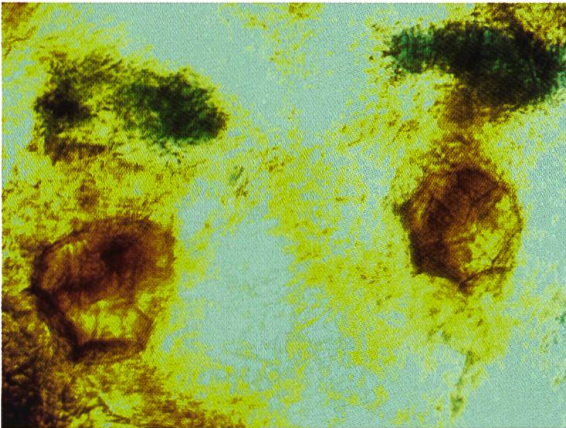


Bild 08: Antheridien von einem Adventhallium des *Polystichum*  $\times$  *arendsii*  $F^2$  nach 74 Tagen in 400 facher Vergrößerung.

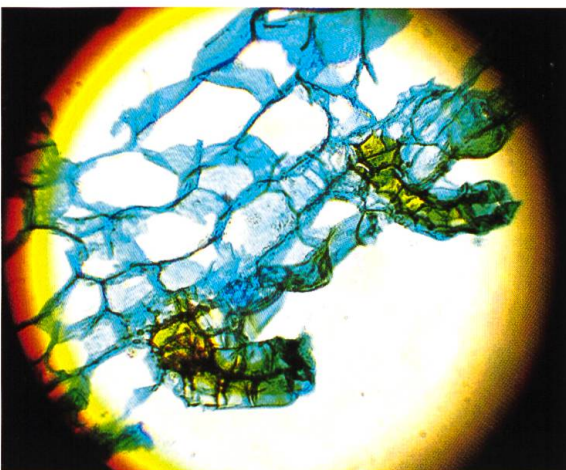


Bild 09: Archegonien von einem Adventhallium des *P. setiferum* 'Dahlem' nach 75 Tagen in 320 facher Vergrößerung.

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 Adventhallien 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 Adventhallien bilden.

Links oben liegen Prothallienabschnitte des *Polystichum setiferum* 'Dahlem'. Auf der rechten Seite liegen in beiden Sektionen Prothallienabschnitte des Farns *Polystichum x arendsii* F<sup>2</sup>.

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

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

Die Entwicklung erfolgte nun sehr zügig.



Bild 10: Erste Sporophyten an Adventhallien des *Polystichum x arendsii* F<sup>2</sup> nach 114 Tagen. Test 1



Bild 11: Pikierfähige Sporophyten aus diesen Adventhallien nach 301 Tagen. Links oben deutlich größer *Polystichum setiferum* 'Dahlem', rechts *Polystichum x arendsii* F<sup>2</sup>. Test 1

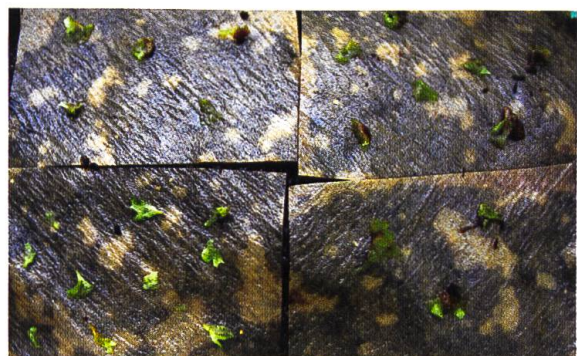


Bild 12: Testschale 2 mit frisch ausgelegten, zerrissenen Adventhallien aus Test 1.

## Experimente zu Adventivprothallien

Im Bild 14 und 15 Mitte- links sieht man Adventhallien und erste Wedel aus Primärwedelabschnitten 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.



Bild 14: Testschale 2 nach 191 Tagen.



Bild 15: Testschale 2 nach 292 Tagen.

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

Letzter Eintrag 27.02.2019.



### 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* F<sup>2</sup> 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 Anzucherde 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.

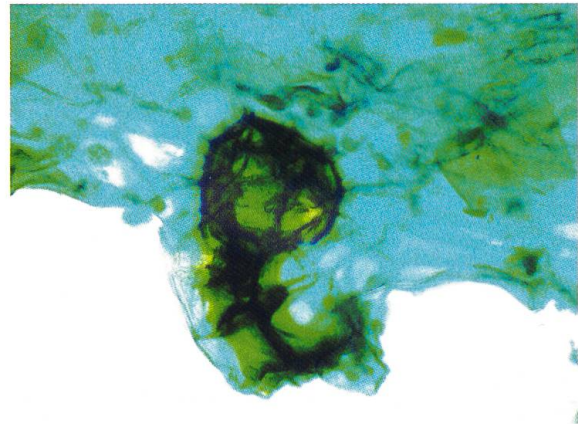


Bild 16: Mikroskopische Untersuchung nach 140 Tagen. Archegonium bei 320 x. Test 2

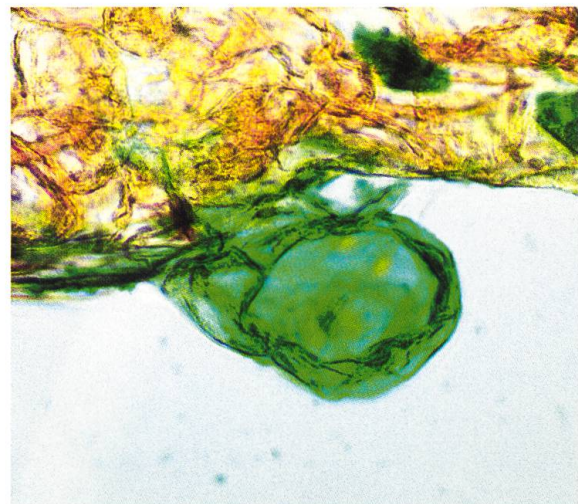


Bild 17: Mikroskopische Untersuchung nach 140 Tagen. Antheridium bei 320 x. Test 2

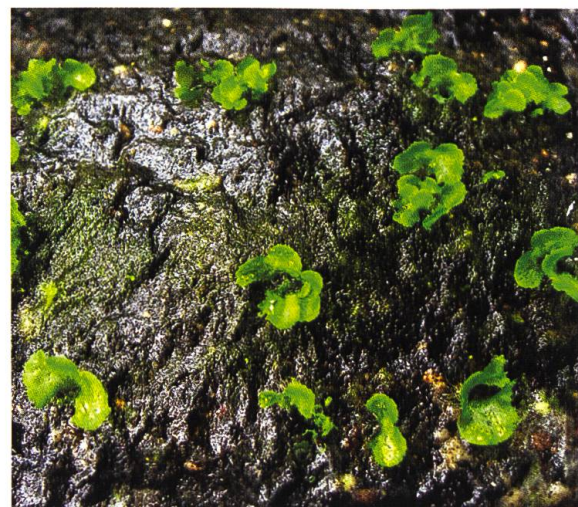


Bild 18: Testschale 3 nach 45 Tagen.



Bild 19: Dieses Adventhallium 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.

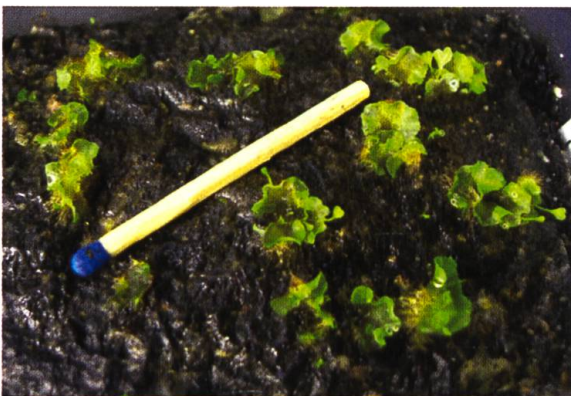


Bild 20: Testschale 3 nach 125 Tagen.

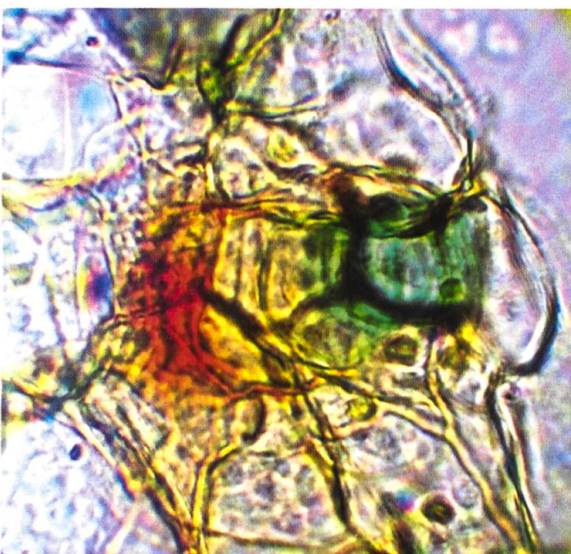


Bild 21: Mikroskopische Untersuchung nach 140 Tagen. Archegonium bei 400 x. Test 3

## 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 Adventhallium von *Polystichum x arendsii* F<sup>2</sup> 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 Adventhallien gewonnen werden.

Dieser Test 4 begann am 24.09.2018 und läuft weiter, bis die Sporinge 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 Adventhallien) 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 Adventhallien 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



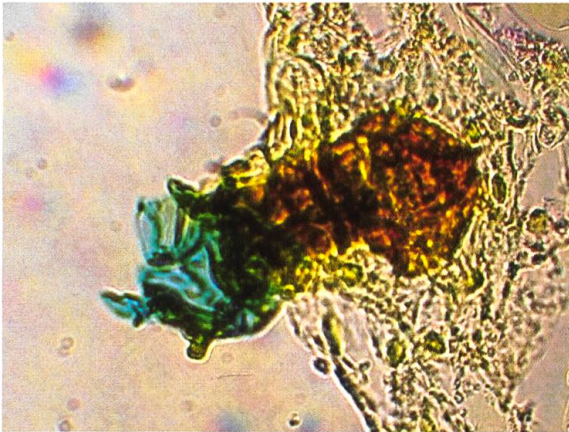
Bild 23: Testschale 3 nach 241 Tagen.



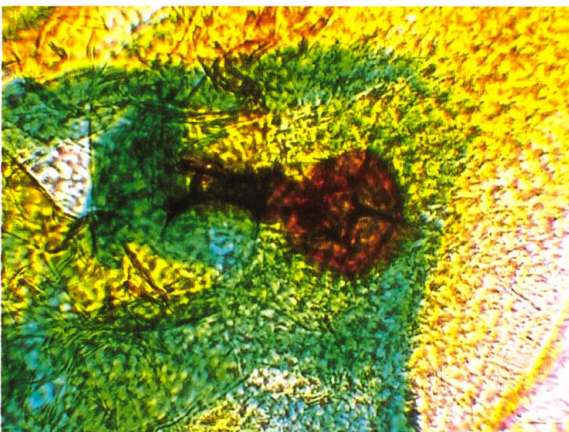
Bild 24: Testschale 4 nach 40 Tagen.



*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.

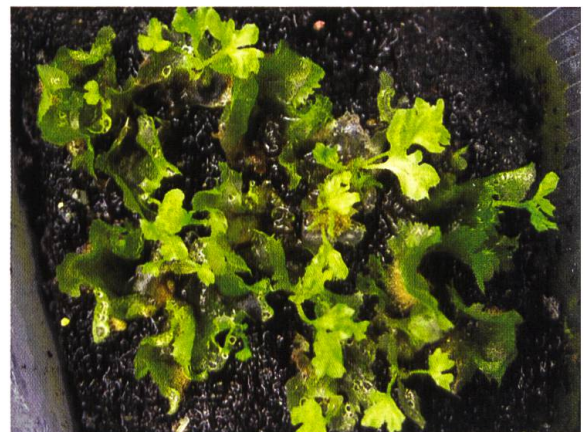
Es bildeten sich allerdings nur wenige Prothallien (Bild 14).

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.*