

**Zeitschrift:** Mycologia Helvetica  
**Herausgeber:** Swiss Mycological Society  
**Band:** 8 (1996)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Isoenzyme als taxonomisches Werkzeug : das Beispiel von Gras-Endophyten  
**Autor:** Leuchtmann, Adrian  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1036434>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 18.02.2026

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

# Isoenzyme als taxonomisches Werkzeug – das Beispiel von Gras-Endophyten

Adrian Leuchtmann

Geobotanisches Institut, ETH Zürich  
Zollikerstrasse 107, 8008 Zürich

Isoenzyme sind funktionell identische oder ähnliche Formen eines Enzyms, die von verschiedenen Genen oder von verschiedenen Allelen eines Gens kodiert werden. Die natürlich vorhandene Variabilität dieser Proteine bei verschiedenen Taxa kann als taxonomisches Merkmal gebraucht werden, welches direkt genetische Unterschiede aufzeigt. Durch elektrophoretisches Auftrennen eines Proteinextrakts und anschliessende spezifische Enzymfärbung werden die Phenotypen einzelner Gene sichtbar gemacht.

Die Isoenzym-Analyse wurde hier bei der taxonomischen Bearbeitung der sogenannten Gras-Endophyten eingesetzt. Gras-Endophyten sind Ascomyceten aus der Familie der Clavicipitaceae und umfassen weltweit sechs Gattungen, wobei nur eine Gattung – *Epichloë* und ihre asexuellen *Acremonium*-Nebenfruchtformen – in Europa vertreten ist. Sie befallen als Endophyten verschiedene Grasarten, wobei erst bei der sexuellen Fortpflanzung äusserlich sichtbare Strukturen gebildet werden, welche die Entwicklung von Blüten und Samen verhindern (Erstickungsschimmel). In vielen Fällen aber bleiben befallene Gräser symptomlos, und der Pilz wird vegetativ über die reifen Samen verbreitet (*Acremonium*-Endophyten). Gras-Endophyten sind auch in der Schweiz häufig, vor allem in Grasarten von Waldstandorten, wobei symptomlose Infektionen dominieren.

*Acremonium*-Endophyten, die von Populationen verschiedener Waldgräser isoliert wurden, unterscheiden sich ganz erheblich in ihren Isoenzym-Mustern und sind genetisch deutlich voneinander differenziert. Der Grad der Differenzierung ist in der Regel etwas kleiner bei Endophyten von gattungsgleichen Wirtgräsern. Trotzdem wurden auch unter den Endophyten von 12 Arten der Gattung *Festuca* sechs deutlich verschiedene Isoenzym-Gruppen gefunden. In allen Fällen lässt sich indirekt eine Wirtspezifität ableiten, aber noch nichts über den taxonomischen Status der Endophyten aussagen.

Um die Frage des taxonomischen Status von Isoenzymgruppen von verschiedenen Wirtgräsern abzuklären, wurden experimentelle Paarungstests zwischen heterothallischen *Epichloë*-Stämmen und asexuellen *Acremonium*-Endophyten durchgeführt. Die Tests haben gezeigt, dass innerhalb der Gattung *Epichloë*, bei der bis vor kurzem nur eine morphologische Art (*E. typhina*) un-

terschieden wurde, mehrere Paarungspopulationen oder biologische Arten existieren mit unterschiedlichen Wirtbeziehungen. Auf diese Weise konnten auch die asexuellen Endophyten von vier *Festuca*-Arten einer der biologischen *Epichloë*-Arten zugeordnet werden. Dies zeigt auf, dass ein bestimmter Endophyt auf einem Wirt sexuell sein kann, auf einem anderen aber asexuell.

Aufgrund von Isoenzym-Daten wurden genetische Distanzen (Index I nach Nei) zwischen verschiedenen Paarungspopulationen berechnet. Die erhaltenen Werte zeigten, dass genetische Distanzen und sexuelle Kompatibilität in hohem Masse korreliert sind, wobei der Grenzwert für biologische Arten etwa bei  $I \geq 0.7$  liegt. Zwischen allen asexuellen Endophyten der untersuchten Waldgräser waren diese Werte deutlich kleiner als 0.7. Falls dieser Grenzwert für die ganze Gruppe Gültigkeit hat, können wir annehmen, dass es sich bei den Endophyten dieser Gräser um eigenständige Arten handelt, die möglicherweise ihre Sexualität verloren haben und daher reproduktiv isoliert sind.

Einzelne asexuelle *Acremonium*-Endophyten scheinen aufgrund ihrer Enzymmuster durch Hybridisierung entstanden zu sein. Ein Beispiel dafür ist ein Endophytenstamm von *Lolium perenne*, der bei allen sieben untersuchten Enzymen nicht, wie bei haploiden Organismen üblich nur ein Allel, sondern zwei unterscheidbare Allele desselben Enzyms besitzt, wobei die Profile von fünf davon der genauen Kombination der vermuteten Eltern entsprechen, die auch aus anderen Pflanzen der gleichen Grasart isoliert wurden. Hybridisierung durch parasexuelle Vorgänge könnte bei Gras-Endophyten ein verbreiteter Mechanismus sein, der die reproduktive Isolierung von asexuellen Stämmen durchbricht und zur Artendiversität beiträgt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Analyse von Isoenzymen bei den naturgemäss merkmalarmen Gras-Endophyten zur Lösung von wichtigen taxonomischen und genetischen Fragen beigetragen hat.