

## Hakea öffne dich!

### Biomechanische und morphologische Untersuchungen zum Öffnungsmechanismus der Früchte von Hakea (Proteaceae)



Autoren: Bettina Schlipf, Jan Schmeing, Eva Margarete Schulenberg, Jaqueline Wiese, Heike Beismann

#### Eine biologische Sollbruchstelle

Die in Australien beheimatete Gattung Hakea (Proteaceae) trägt stark verholzte Früchte, mit je zwei Flugsamen (Abb. 1) [1]. Die Früchte können mehrere Jahre geschlossen an den Zweigen hängen. Sie öffnen sich erst bei einem Buschfeuer oder wenn die Früchte von den Pflanzen getrennt werden. Da beide Arten in Süd-Afrika und Süd-Europa eingeführt wurden und sich dort stark invasiv verhalten, kann ein Verständnis des Öffnungsmechanismus zur Bekämpfung beitragen [2]. Zudem können Kenntnisse über Sollbruchstellen in biologischen Materialien dazu dienen, technische Sollbruchstellen in Faserverbundmaterialien kontrolliert und präzise auszulösen.

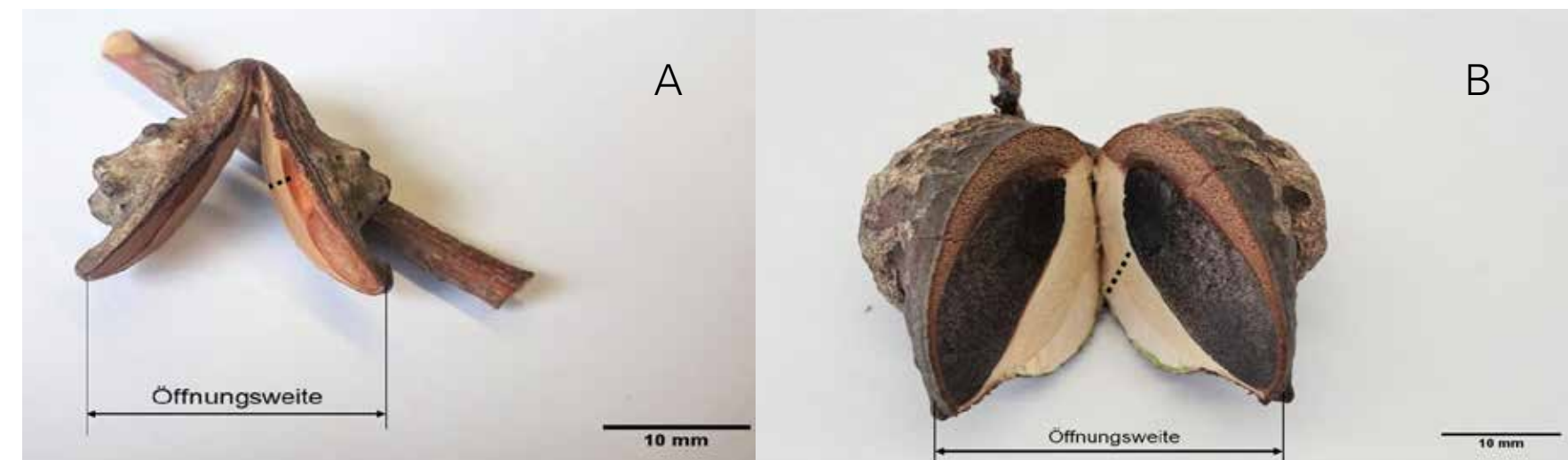


Abb. 1: Offene Frucht von *H. salicifolia*, ohne Flugsamen (A) und *H. sericea*, mit Flugsamen (B). Gestrichelte Linien: Bruchfläche durch Rückennaht wie in Abb. 3 und 4.

#### Morphologie

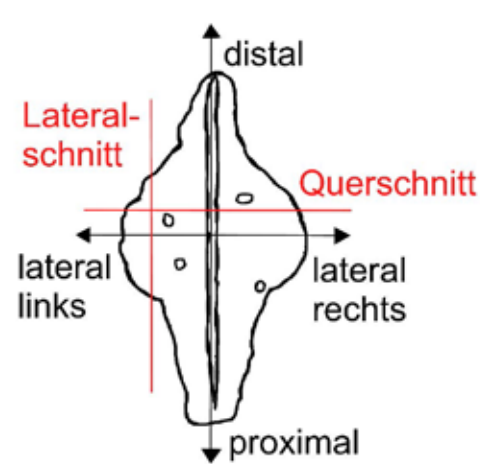
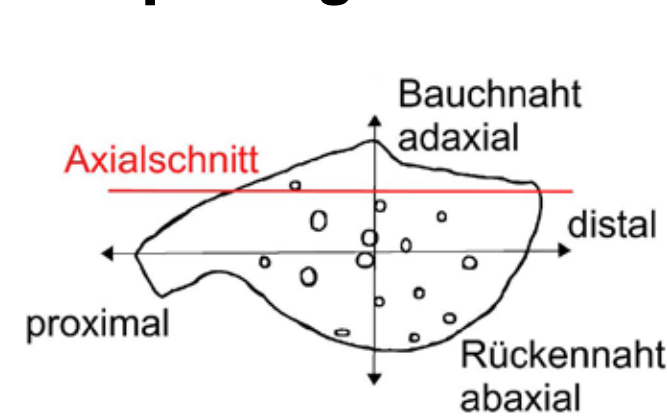


Abb. 2: Darstellung der Schnittebenen am Beispiel *H. salicifolia*. Links, Sicht auf Seite. Rechts, Sicht auf Bauchnaht.



Abb. 3: Querschnitt durch *H. salicifolia*. Gestrichelte Linie: spätere Bruchfläche durch die Rückennaht mit kleineren Zellen. Astrablau-Safranin (AS)-Färbung.

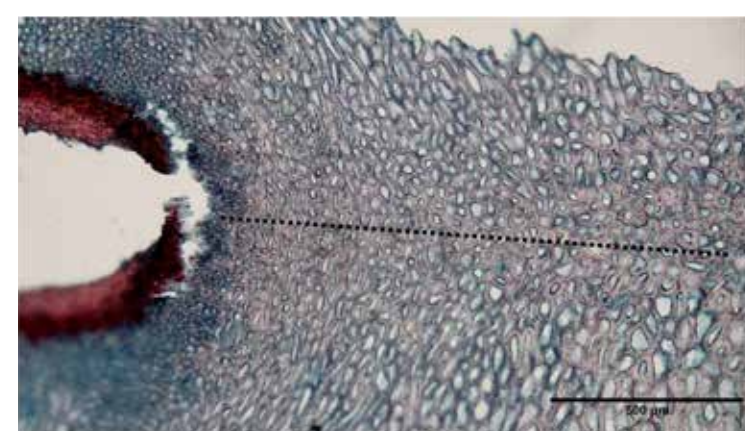


Abb. 4: Querschnitt durch *H. sericea*. Gestrichelte Linie: spätere Bruchfläche durch die Rückennaht mit kleineren Zellen. Fuchsin-Chrysoidin-Astrablau (FCA)-Färbung.



Abb. 5: Querschnitt *H. salicifolia*. FCA-Färbung.

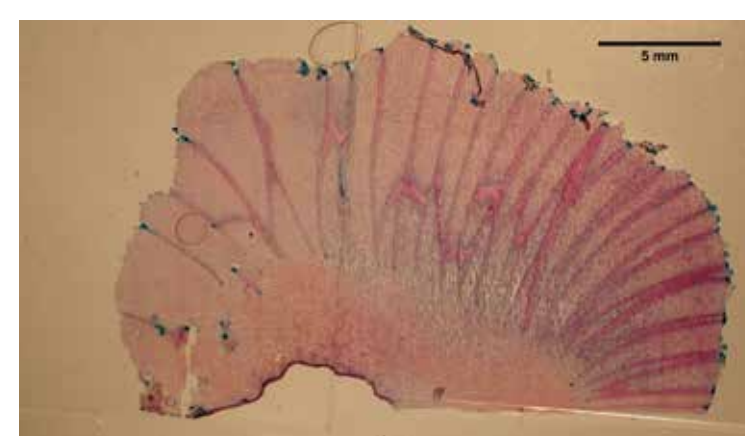


Abb. 6: Querschnitt *H. sericea*. FCA-Färbung.



Abb. 7: Lateralschnitt *H. salicifolia*. Hämatoxylin-Chrysoidin (HC)-Färbung.

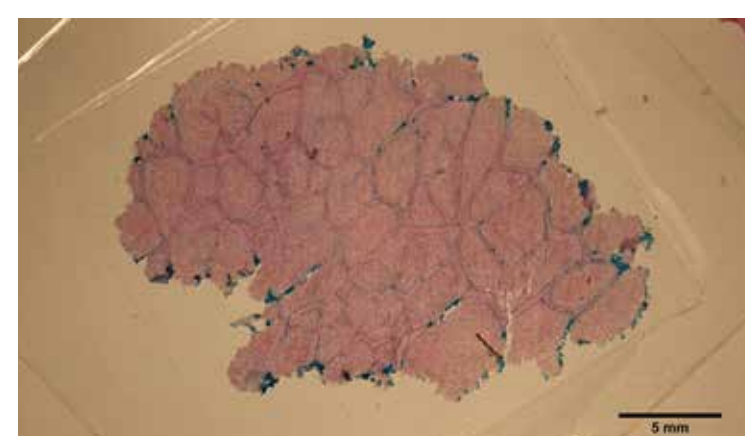


Abb. 8: Lateralschnitt, *H. sericea*. FCA-Färbung.

#### Biomechanik

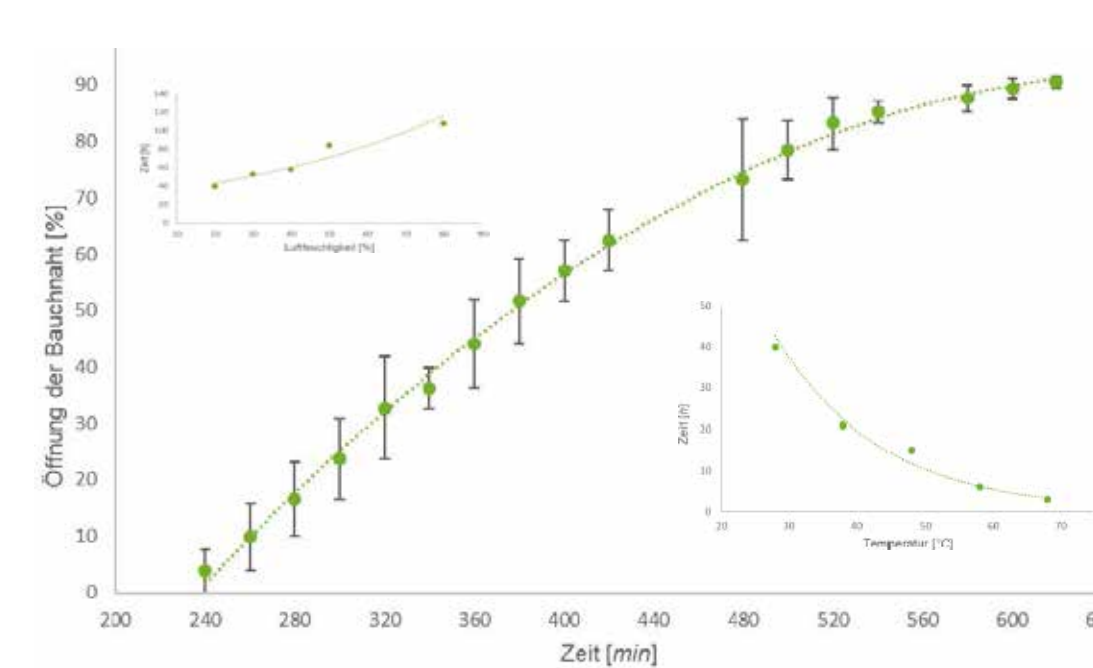


Abb. 9: Öffnungsweite der Früchte von *H. sericea* bei 20 % Luftfeuchte (LF) und 68°C (n = 10). Inserts: Vollständige Öffnung von je 5 Früchten bei unterschiedlicher LF (und 28°C) bzw. Temperatur (und 20 % LF).

Mit abnehmender Luftfeuchte oder zunehmender Temperatur öffnen sich die Früchte schneller. Bei 20 % Luftfeuchte und 68°C sind die Früchte von *H. sericea* nach 10 Stunden vollständig geöffnet, so dass die Samen freigesetzt werden können (Abb. 9).

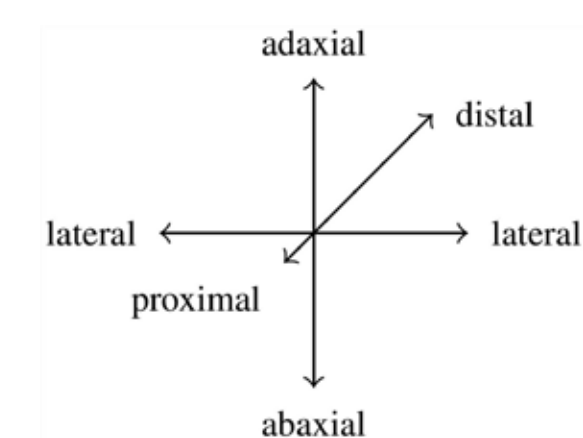
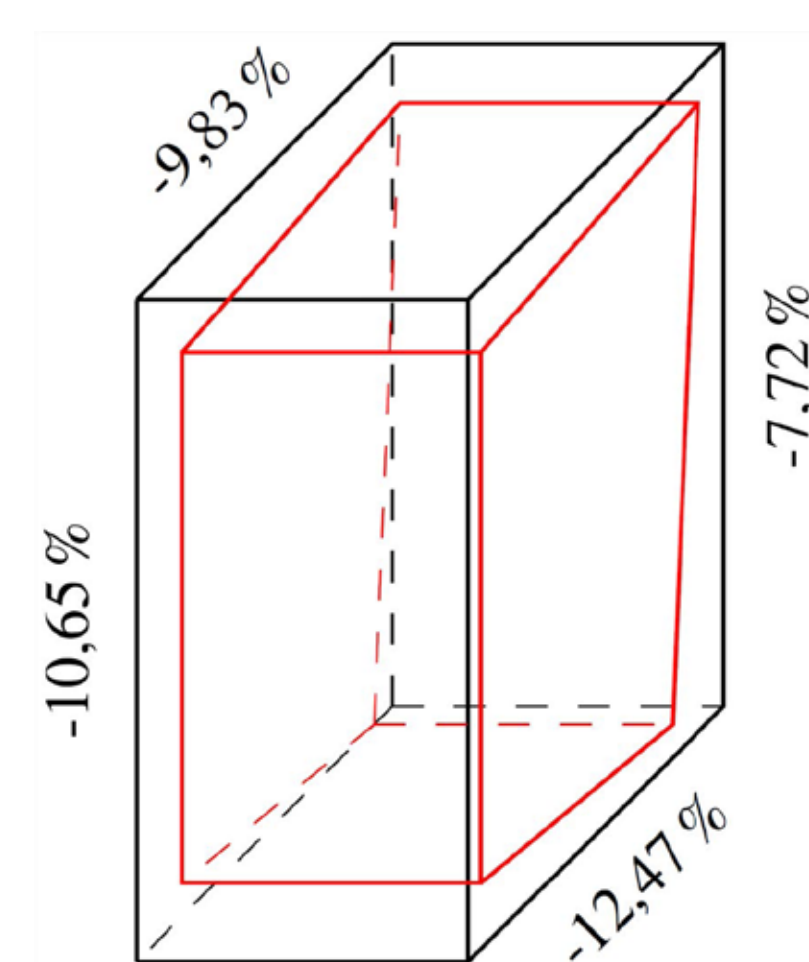


Abb. 10: Angabe der Schwindmaße (links) und Richtungsangaben (rechts) für die bauchige laterale Verdickung von *H. sericea*. Schwarze Linie: vorher, rote Linie: nachher; Angaben des Schwindmaßes in Prozent (n = 20); Angabe der Schnittebenen wie in Abb. 2.

Proben aus den lateralen Verdickungen von *H. sericea* zeigen ein stark anisotropes Schwindverhalten (Abb. 10). Sowohl in axialer (proximal-distal), als auch in Querrichtung (adaxial-abaxial) schwinden die Proben ca. 10x stärker als in lateraler Richtung.

#### Erste Ergebnisse zur Funktionsweise

Der Öffnungsmechanismus kann durch das anisotrope Schwindverhalten der lateralen Verdickungen erklärt werden. Das Schwindverhalten wird von der inneren Morphologie bestimmt. Bei *H. salicifolia* liegen lignifizierte Gewebe (Leitbündel) im Querschnitt ringförmig um die Samenkühle herum, und sind untereinander vernetzt (Abb. 5, 7). Bei *H. sericea* zeigen die Leitbündel auch im Querschnitt Vernetzungen, die damit in alle Raumrichtungen besonders ausgeprägt sind (Abb. 6, 8). Letztlich sorgt das anisotrope Schwindverhalten für große Spannungen, die wiederum die Öffnung der Früchte entlang präformierter Sollbruchstellen (Abb. 3, 4) bewirken. Weitere bildgebende Untersuchungen wie  $\mu$ CT-Aufnahmen werden derzeit vorgenommen, um die dreidimensionale innere Morphologie darstellen zu können.

[1] WILSON, A., Hrsg., 1999. Proteaceae 3: Hakea to Dryandra. Melbourne: Australian Biological Resources Study/CSIRO Publishing. Flora of Australia. 17B. ISBN 978-0-643-06454-6  
[2] MARCHANTE, H.; MARCHANTE, E.; FREITAS, H.: Invasive plant species in Portugal: an overview. In: BRUNEL, S. (Hrsg.): Invasive plants in Mediterranean type regions of the world. Council of Europe Publishing, 2005, S. 99–103