

Abstract

Fire is an integral component of many plant ecosystems in Australia. In order to regenerate from seeds, plants of the genus *Banksia* produce woody seed pods (follicles), which may open during fire, and release seeds soon afterwards into the nutrient-enriched environment. The aim of this thesis is to understand the material properties of the follicles in order to clarify how certain functionalities are achieved, in particular fire sensitivity.

First, the opening temperature and opening mechanism are examined in follicles of the species *B. attenuata*, sourced from five different locations along a climatic gradient in Western Australia. Based on multi-scale material analysis, we relate the increasing follicle opening temperatures along this gradient to an increment in follicle curvature, and identify a new opening mechanism. Secondly, we study the material properties that enable long-term seed storage and protection without the occurrence of fire. As revealed by structural analysis, follicles of the species *B. candolleana*, *B. serrata* and *B. attenuata* incorporate waxes in between the two valves, which may re-seal closed follicles on hot summer days; by melting at temperatures between 45 – 55 °C. Finally, we investigate the ability of different follicles to protect seeds while opening during fire exposure. For *B. prionotes*, *B. serrata* and *B. candolleana*, we find that all follicles sufficiently insulate seeds during intense experimental burns. We relate this to at least two major factors: i) heat transfer is primarily determined by the geometrical arrangement of individual follicle components, and ii) a highly porous seed separator is present in the follicles of all species, which limits heat transfer in follicles as soon as they have slightly opened.

Zusammenfassung

Feuer ist ein wesentlicher Bestandteil in vielen Australischen Ökosystemen. Zur Regeneration aus Samen bilden Pflanzen der Gattung *Banksia* verholzte Samenkapseln (Follikel) aus, die sich bei Feuer öffnen können und die Samen anschließend freisetzen. Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Materialeigenschaften der Follikel zu verstehen, um zu klären, wie bestimmte Funktionalitäten erreicht werden, insbesondere die Feuerempfindlichkeit. Zuerst werden die Öffnungstemperatur und der Öffnungsmechanismus in Follikeln der Art *B. attenuata* untersucht, die aus fünf verschiedenen Regionen entlang eines klimatischen Gradienten in Western Australia stammen. Durch verschiedene Materialanalysen ordnen wir die steigenden Öffnungstemperaturen einer Zunahme der Follikelkrümmung zu und schlagen einen neuen Öffnungsmechanismus vor. Anschließend betrachten wir die Materialeigenschaften, die eine geschützte Lagerung von Samen für lange Zeiträume, ohne Vorkommen von Feuer, ermöglichen. Für die Arten *B. candolleana*, *B. serrata* und *B. attenuata* identifizieren wir Wachse zwischen den beiden Follikelklappen, die geschlossene Follikel an heißen Tagen wiederverschließen können, indem sie bei Temperaturen zwischen 45 – 55 °C schmelzen. Im letzten Abschnitt ergründen wir die Fähigkeit verschiedener Follikel, die Samen während des Öffnungsvorganges, inmitten von Feuer, zu schützen. Durch intensive Flammenexposition von Follikeln der Arten *B. prionotes*, *B. serrata* und *B. candolleana*, zeigen wir, dass alle Follikel die Samen ausreichend isolieren. Entscheidend hierfür sind mindestens zwei Hauptfaktoren: i) die Wärmeübertragung hängt hauptsächlich von der geometrischen Anordnung der einzelnen Follikelkomponenten ab, und ii) die Follikel aller Arten enthalten einen stark porösen Separator, der die Wärmeübertragung in Follikeln beschränkt, sobald sich diese leicht geöffnet haben.