

# Pflanzliche Strukturen als Nebelfänger – Untersuchungen an der Gattung *Pinus* L. (Kiefer)

Christopher Traiser<sup>1</sup>, Anita Roth-Nebelsick<sup>1</sup>, Martin Ebner<sup>1</sup>, Wilfried Konrad<sup>1</sup>, Jamal Sarsour<sup>2</sup>, Thomas Stegmaier<sup>2</sup>  
in Kooperation mit dem Botanischen Garten Freiburg

<sup>1</sup> IFG: Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen, Sigwartstr. 10, 72076 Tübingen; <sup>2</sup> ITV: Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Körchschatzstraße 26, 73770 Denkendorf

## Einleitung

Sowohl Einzelpflanzen, als auch Pflanzenbestände in ihrer Gesamtheit fungieren in nebelreichen Habitaten als Nebeladsorber und erhöhen die Menge des verfügbaren Wassers erheblich. Im Jahresmittel kann der adsorbierte Nebel den Niederschlag in Form von fallendem Regen um ein Vielfaches übertreffen. Da eine effektive Tröpfchenabscheidung von großem technischem Interesse ist, werden in dieser Studie verschiedenen *Pinus*-Arten auf materieller und struktureller Ebene auf ihr Vermögen zur „Nebeleernte“ getestet. Ziel dieser Untersuchungen ist ein verbessertes und allgemeingültiges Verständnis der Funktionsweise pflanzlicher Nebeladsorber.

## Untersuchte Pflanzen

Die Kanaren-Kiefer *Pinus canariensis* (Abb. 1–3) wird oft mit einer effektiven Nebeladsorption in Zusammenhang gebracht. Daher konzentrieren sich unsere Untersuchungen auf die Gattung *Pinus*. Die ausgewählten Arten unterscheiden sich deutlich sowohl in ihren Nadelblättern, als auch in ihrem natürlichen Habitat:

- *Pinus canariensis* (3-nadelig, mediterran)
- *Pinus montezumae* (5-nadelig, tropisch)
- *Pinus nigra* (2-nadelig, temperat)
- *Pinus sylvestris* (2-nadelig, boreal, temperat, subalpin)
- *Pinus wallichiana* (5-nadelig, temperat montan)



Abb. 1: Natürlicher Bestand von *Pinus canariensis* auf Teneriffa in ca. 800 m Höhe.



Abb. 2: *Pinus canariensis* mit 1 bis 2-jährigen grünen Nadeln; 2 bis 3-jährige Nadeln vergilben und werden abgeworfen.



Abb. 3: Juvenile, bläuliche Nadeln von *Pinus canariensis*.



Abb. 4: Messstand mit Kaltluft-Nebelgerät im Vordergrund und Einspannvorrichtung für Pflanzen im Hintergrund; seitlich stehen die meteorologischen Messgeräte mit Datenlogger

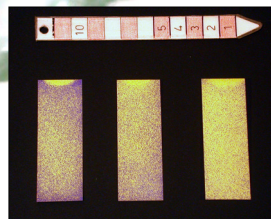


Abb. 5: Wassersensitives Papier zur Analyse des Tropfengrößenspektrums und der Tropfendichte; von links nach rechts abnehmende Tropfendichte bei abnehmender Windgeschwindigkeit

## Messstand und gemessene Parameter

Die Pflanzen wurden im Gewächshaus des Botanischen Gartens Freiburg in verschiedenen Distanzen zu einer Kaltluft-Nebelquelle positioniert und der abgefangene Nebelniederschlag über eine Waage gemessen. Umweltrelevante Parameter wie Luft- und Blattemperatur, Luftfeuchte, Strahlungsbilanz und Strömungsgeschwindigkeit des Nebels wurden per Datenlogger zu jeder Messung aufgezeichnet (Abb. 4). Die quantitative (LWC, liquid water content) und qualitative (Tropfengrößenspektrum) Zusammensetzung des Nebels wurde mit Hilfe von wassersensitivem Papier analysiert (Abb. 5).

## Untersuchte Objekte

Die Nebeladsorption der untersuchten *Pinus*-Arten wurde auf verschiedenen komplexen Strukturebenen gemessen: (1) Einzelnadeln (Abb. 6), (2) Nadelverbände in einer Nebelharfe (Abb. 7) und (3) benadelte Zweige (Abb. 8). Darüber hinaus wurden künstliche Objekte in Form einer idealisierten Zweigspindel mit „normierten“ Abmaßen (Abb. 9) zur Vergleichszwecken getestet. Mit Hilfe dieser künstlichen Objekte können grundlegende Prinzipien der Nebeladsorption analysiert werden.

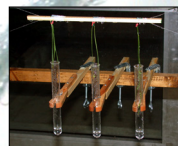


Abb. 6: Benetzung von Einzelnadeln dreier *Pinus*-Arten.

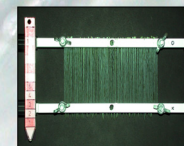


Abb. 7: Nebelharfe mit 90 Nadeln; Maßstab in [cm].



Abb. 8: Zweigstück von *Pinus canariensis*; Maßstab in [cm].

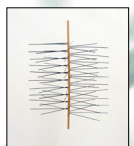


Abb. 9: Künstliche Zweigspindel; Spindelhöhe 30 cm.

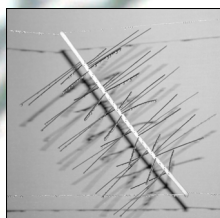


Abb. 10: Künstliche Zweigspindel um ca. 45° gekippt; zahlreiche Nadeln sind geneigt und leiten die eingefangenen Nebeltropfen ab.

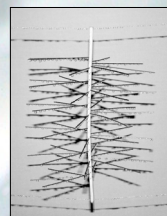


Abb. 11: Künstliche Zweigspindel mit senkrechter Achse; die waagerechten Nadeln bieten den Nebeltropfen keinen Abfluss.

## Erste grundlegende Ergebnisse

Anhand der Versuche mit der künstlichen Zweigspindel kann gezeigt werden, dass die Orientierung der Spindelachse im Raum von grosser Bedeutung ist (Abb. 10 und 11). Dies ist sehr wahrscheinlich auf das unterschiedliche Verhalten der Tropfen auf der Oberfläche zurückzuführen, das sich für verschiedene Neigungswinkel deutlich unterscheidet.

Bei den natürlichen Objekten zeigen sich ebenfalls starke Unterschiede bezüglich des Verhaltens der anhaftenden Tropfen, die hier aber im wesentlichen durch Oberflächeneigenschaften (z.B. Kontaktwinkel) verursacht werden (Abb. 12 und 13).

Ferner konnte durch die Spindelversuche gezeigt werden, dass die „erntende“ Struktur nicht zu dicht sein darf. Die räumliche Dichte der adsorbierenden Materialien sowie deren dreidimensionale Anordnung hat ebenfalls erheblichen Einfluss auf die Effektivität des Nebeladsorbers. So kann z.B. unter Umständen die räumliche Verdichtung der Auffangflächen zu einer markanten Abnahme des Nebeltrags führen, während lockere Gebilde zu einer vergleichsweise erhöhten Nebelausbeute führen.

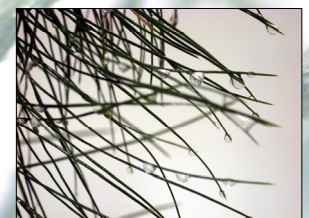


Abb. 12: *Pinus canariensis*: Zweig mit adulten Nadeln, die relativ wenige, große Nebeltropfen zurückhalten; Nadelndurchmesser ca. 0.7 mm.



Abb. 13: *Pinus canariensis*: Zweig mit juvenilen Nadeln, die relativ viele, kleine Nebeltropfen zurückhalten; Nadelndurchmesser ca. 0.7 mm.