

Einfluss des Windes auf die Niederschlags- und Schneeverteilung

Wind hat einerseits einen grossräumigen Einfluss: Wind transportiert feuchte Luft (Energie) und hält somit den Wasserkreislauf im Gang. Andererseits kann der Wind auch kleinräumig wirken, indem er die Schneehöhe in Bestandeslücken verändert und verjüngungsfeindliche Standorte bildet. Weiter hat der Wind auch eine Bedeutung für die Ökosysteme, indem Transportmittel für Abgase, Feinstaub, Salze, Sporen, Käfern und weiteren Parasiten sein kann. Weiter auch Nährstoffe.

Effekte von Wind auf die Physiologie von Bäumen

1. Wind erhöht die Transpiration (mit $\sqrt{v_{\text{Wind}}}$):
 - a) Schwacher Wind ist positiv, da bei absoluter Windstille das CO_2 in Blattnähe schnell aufgebraucht wäre und die Photosynthese zum Erliegen käme (schwach = $0.5-1.5\text{ms}^{-1}$).
 - b) Starker Wind hingegen führt zu sehr hoher Transpiration und reduziert somit die Produktivität (stark $>4\text{ms}^{-1}$).
2. Verstärkung von Frosttrocknis.
3. Wärmeverlust:
 - a) Positiv an heissen Standorten, da der Baum vor Hitzeschäden geschützt wird.
 - b) Negativ in kalten Gegenden.

Einfluss von Wind auf die Morphologie von Bäumen

1. Dem Wind ausgesetzte Blätter sind kleiner und dicker. Haben also weniger Angriffsfläche und weniger Wasserverlust.
2. Regelmässige, trockene Winde können Wassermangel verursachen. Die Zellen sind klein, der Baum ist und bleibt ein Zwerg (Zwergwuchs). Durch den kühlenden Effekt des Windes verstärkt – vor allem in kalten Gebieten.
3. Die Biegebewegung beeinflusst die Kohlenstoffallokation. C wird vermehrt in die Wurzeln transportiert.
4. Weitere Effekte auf die Wuchsform:
 - a) einseitige Astentwicklung
 - b) Reduktion des Höhenwachstums. Reduziert den Schlankheitsgrad. Dickenwachstum wird wenig beeinflusst.
 - c) Bildung von Druckholz (Nadelbäume) und Zugholz (Laubbäume)
5. Eingeschränktes durchschnittliches jährliches Höhenwachstum. Bedingt durch starke oder turbulente Winde, die Blätter und Äste zerfetzen (um diesen Effekt abzuschätzen bedient man sich der Flaggenzerfetzungsrate).
6. Mechanische Effekte:
 - a) Sand, Salz und Eiskristalle führen zur Gewebeabrasion (vor allem Epidermis). Dies kann zur Austrocknung führen. Salze sind teilweise auch toxisch.
 - b) Im Extremfall sterben die Endknospen auf der Luv-Seite.

Wirkung der Vegetation auf das Windregime

Die Rauigkeit der Vegetation reduziert die Windgeschwindigkeit und führt zur Bildung von Turbulenzen. In Bestandeslücken wird der Wind nach unten gedrückt und greift die Bäume am Ende der Lücke von unten an, was gewissermassen problematisch sein kann. Bei Waldrändern hat die Struktur und die Dichte eine Rolle. Für die Stabilität ist eine Aufgleitzone nützlich. Dichte Waldränder ohne Aufgleitzone verursachen hinter dem Waldrand starke Turbulenzen. Aus diesem Grund brechen in dieser Situation die Bäume kurz hinter dem Waldrand zuerst. Waldstreifen wirken je nach Dichte unterschiedlich. Sehr dichte Bestände bremsen den Wind auf kleinerem Gebiet stark ab, leicht durchlässige Bestände reduzieren die Windgeschwindigkeit etwas weniger, doch ist der Effekt noch in grösserer Distanz zum Waldstreifen bemerkbar.

Windwurf und Windbruch (unterscheide brechen und umwerfen!)

Windbruch tritt vor allem bei gut verankerten Einzelbäumen mit einem hohen Schlankheitsgrad auf. Windwurf wird durch einen tiefen Schlankheitsgrad und schlechter Verankerung begünstigt. Die Anfälligkeit gegenüber Windwurf hängt von folgenden Faktoren ab:

1. Wurzelsystem: Es gibt Herz-, Pfahl- und Flachwurzelsysteme. Der Wurzelsystemtyp ist aber für einen Baum nicht strikt vorgegeben. Die phänotypische Plastizität ist ziemlich gross.
2. Durchwurzelungstiefe und -volumen.
3. Bodenzustand: Im feuchten Boden ist der Reibungswiderstand kleiner als im trockenen. Herbst und Frühling sind die entsprechenden Jahreszeiten.
4. Räumliches Vegetationsmuster: Je nach Anordnung der Bäume entstehen Lücken, Tunnels oder unterschiedliche Waldränder. Eine Lücke, die sich in Windrichtung verengt ist gefährlich, da der Wind in dieser Verengung beschleunigt wird.

Windwurf hat mehrere Folgen für Waldökosysteme:

1. Destabilisierung der Bodenoberflächenstruktur (Erosion, Rutschgefahr).
2. Lücken in der Bodenvegetation (günstige Ansamlungsbedingungen)
3. Durchmischung der Bodenhorizonte
4. Beispiele von Baumarten:
 - a) Sturmgefährdete Arten in der Schweiz: Fichte und Tanne
 - b) Mässig sturmgefährdet: Birke, Buche, Bergföhre, Schwarzpappel, Kiefer

Zusammenfassung Kapitel 5 aus dem Skript:

- Wind beeinflusst Physiologie & Morphologie von Bäumen
- Wind transportiert H₂O, Salz, Pathogene, Nährstoffe, etc.
- Bedeutung der Waldrandstruktur für Windregime
- Turbulenzen in Lücken („Schneelöcher“)
- Wurzelsysteme von Bäumen: 3 Grundtypen; recht plastisch

Tab. 5-2: Windwurf fördernde und hemmende Faktoren. Quellen: Mitscherlich (1973), Matter (2002).

Windwurf fördernd	Windwurf hemmend
Einzelbaum	
Hoher Schlankheitsgrad (Windbruch)	Tiefer Schlankheitsgrad (Windbruch)
Flachwurzler	Pfahlwurzler / Herzwurzler
Wurzeldeformationen (Baumschule / Pflanzung)	Symmetrischer Aufbau des Wurzelsystems
Pathogene Organismen am Wurzelsystem (Fäuleerreger)	Gesundes Wurzelsystem
Bestand	
Grosse Bestandeshöhe	Kleine Bestandeshöhe
Grosse Rauzigkeit des Kronendaches	Homogener Kronenschluss
Windundurchlässiger Stammraum	Winddurchlässiger Stammraum
Dichter Waldrand	Offener Waldrand
Boden	
Flachgründige Böden	Tiefgründige Böden
Nasse (gesättigte) Böden	Trockene Böden
Verdichteter Boden	Natürlich gewachsener Boden