Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 115 (1964)

Heft: 8

Artikel: Untersuchungen über das Wurzelwachstum verschiedener Baumarten

Autor: Leibundgut, H. / Dafis, S.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-765522

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: 10.07.2025

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

Untersuchungen über das Wurzelwachstum verschiedener Baumarten

Von *H. Leibundgut* und *Sp. Dafis*
(Aus dem Institut für Waldbau ETH, Zürich)

Dritte Mitteilung:

Waldföhre und Schwarzföhre

1. Das Problem

In zwei früheren Mitteilungen wurde bereits über die Periodizität des Wurzelwachstums von Lärchen und über die Durchwurzelung eines Tonbodens durch verschiedene Baumarten berichtet (1, 2). Die vorliegende Untersuchung befaßt sich mit der Periodizität des Wurzelwachstums und des Höhenwachstums von vier verschiedenen Herkünften der Waldföhre und einer Herkunft der Schwarzföhre. Ferner wird der Temperatureinfluß auf die Intensität des Wurzelwachstums untersucht.

Diese Untersuchungen sind sowohl im Rahmen der Baumrassenforschung als auch der waldbaulichen Praxis von Interesse, denn die günstigste Zeit zur Ausführung von Verschulungen und Kulturen ist in hohem Maße von der Periodizität des Wachstums abhängig.

2. Die Versuchsanlage

Der Versuch wurde mit folgenden *Herkünften* durchgeführt:

Prov. Nr. 86	Waldföhre aus dem Lehrwald Reppischtal der ETH (Abteilung Diebis; Pfeifengras-Föhrenwald) 750 m ü. M.
Prov. Nr. 94	Waldföhre aus dem Schwarzwald (Hofstett) etwa 700 m ü. M.
Prov. Nr. 104	Waldföhre aus der Gemeinde Horgen (Landforst) im Kt. Zürich, 500 m ü. M.
Prov. Nr. 105	Waldföhre aus Bosnien (Ratak Devetak) 1100 m ü. M.
Prov. Nr. 106	Schwarzföhre aus Österreich (Steinfeld) 200 m ü. M.

Von jeder Herkunft wurden im Oktober 1958 6 zweijährige Pflanzen eingetopft und im Freien überwintert. Mitte Februar 1959 wurden die Pflanzen in die bereits früher beschriebenen Wurzelbeobachtungskasten eingesetzt (Vergl. Schweiz. Zeitschr. f. Forstw. Nr. 11/1963). Bis Mitte Juni waren die Kasten im Glashaus aufgestellt, nachher im Freien. Die Temperaturen schwankten im nicht geheizten Glashaus je nach Witterung und Sonnen-

strahlung von Tag zu Tag ziemlich stark. Die Temperaturen wurden registriert, so daß auch der Einfluß der Temperatur auf das Wurzelwachstum untersucht werden konnte. In der Klimakammer wurde später mit einem Wurzelbeobachtungskasten und gleichem Boden, wie er für den Versuch verwendet wurde, geprüft, wie sich der Tagesverlauf der Lufttemperatur auf den Temperaturverlauf im Boden auswirkt.

Die Messungen und Taxierungen an den Pflanzen wurden in zuverlässiger Weise durch Förster *Rahm* ausgeführt. Die statistischen Auswertungen besorgte Dr. *Dafis*. Die Einrichtung der Anlage zur Messung der Bodentemperaturen erfolgten durch den Technischen Assistenten B. *Keller,* und die Temperaturauswertungen übernahm Frau Forsting. *Bernadzka*. Ihnen allen danke ich für die gute Mitarbeit.

3. Die Ergebnisse

3. 1 *Das Austreiben*

Beim Austreiben der Knospen wurden verschiedene Stadien unterschieden, von denen nur das Stadium 1 gesicherte Unterschiede zwischen den verschiedenen Herkünften ergab. Dieses Stadium ist gekennzeichnet durch den Beginn des Wachstums (deutliche Verlängerung der Knospen). Am frühesten treibt die Herkunft 105 aus Bosnien aus, am spätesten die Herkunft 86 aus dem Reppischtal. Die Unterschiede zwischen der Föhre 94 aus dem Schwarzwald zur Föhre 86 aus dem Reppischtal und der Föhre 104 vom Landforst sind nicht gesichert. Dagegen sind alle Unterschiede zwischen den Herkünften 86, 104 und 105 stark gesichert. Die Schwarzföhre 106 aus Österreich trieb ebenfalls relativ früh aus und steht zwischen den Herkünften 105 und 94. Im weiteren interessiert uns das Austreiben nur im Zusammenhang mit dem Wurzelwachstum.

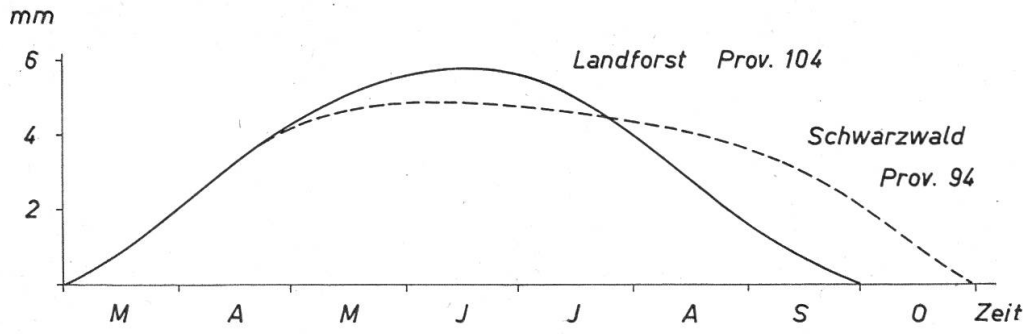
3. 2 *Beginn des Wurzelwachstums*

Das Wurzelwachstum begann bei allen Herkünften *früher* als das Triebwachstum, jedoch in der gleichen Reihenfolge (Prov. 86, 94/104, 105). Die Unterschiede sind jedoch statistisch *nicht* gesichert. Die Schwarzföhre begann mit dem Wurzelwachstum gleichzeitig mit der Prov. 86, also relativ früh. Das Triebwachstum setzte bei allen Herkünften 16—18 Tage nach dem Beginn des Wurzelwachstums ein. Dabei betrugen die Boden- und Lufttemperaturen zur Zeit des Beginnes des Wurzelwachstums durchschnittlich etwa 12°. Wesentliche provenienzbedingte Unterschiede scheinen bei den untersuchten Herkünften nicht zu bestehen, wobei zu bemerken ist, daß nordische und alpine Herkünfte fehlen. Maßgebend dürfte für den Beginn des Wurzelwachstums in erster Linie die Bodentemperatur sein.

3. 3 *Der Verlauf des jährlichen Trieb- und Wurzelwachstums*

Während das Triebwachstum die bekannte, bei den untersuchten Herkünften nicht wesentlich verschiedene Periodizität zeigt, ist dieses beim

Wurzelwachstum viel weniger der Fall. Vom frühen Beginn anfangs März nimmt das Wurzelwachstum allgemein bis Mai/Juni zu, sinkt dann langsam etwas ab und dauert bis Mitte September, bei der Prov. 94 aus dem Schwarzwald sogar bis Mitte Oktober. Ein zweites Maximum im Herbst ist also nicht festzustellen. Bei keiner Herkunft wird die rund 6,5 Monate dauernde Wurzelwachstumskurve durch eine deutlich erkennbare Periode verlangsamten Wachstums unterbrochen. Vielmehr zeigt der ganze Wurzelwachstumsverlauf große Schwankungen während der kurzen Meßintervalle, so daß die Wachstumskurve einer «Fieberkurve» gleicht. Dieser Umstand veranlaßte uns, die Zusammenhänge zwischen Temperatur und Wachstumsintensität näher zu untersuchen. Die graphisch ausgeglichene Wurzelwachstumskurve ist in Darstellung I dargestellt.



Darstellung I

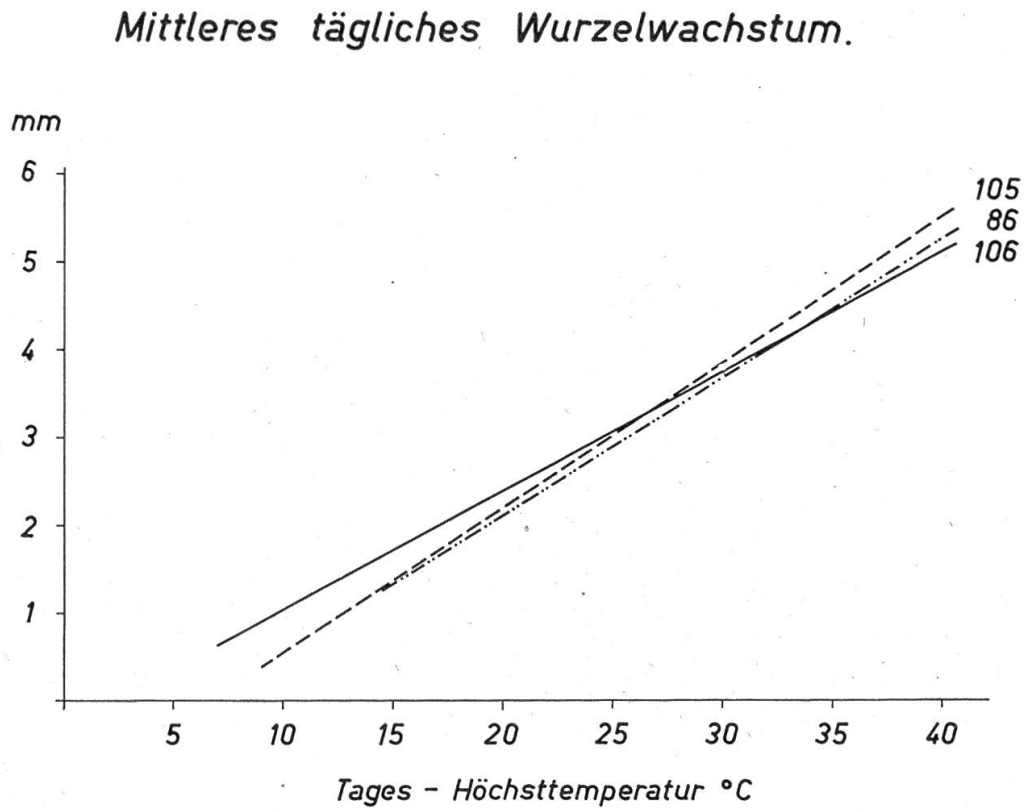
3. 4 *Der Einfluß der Temperatur auf das Wurzelwachstum*

Für die den Wurzelmessungen entsprechenden Intervalle von in der Regel 3 Tagen wurden die Mittelwerte der gemessenen täglichen Höchsttemperaturen der Luft berechnet. Ebenso wurden die mittleren täglichen Zunahmen der gemessenen Wurzellängen berechnet. Danach zeigt sich, daß zwischen den mittleren Höchsttemperaturen und dem Wurzelwachstum ein enger Zusammenhang besteht. Die für die drei Herkünfte 86, 105 und 106 durchgeführten Korrelationsrechnungen ergaben folgende Korrelations-Koeffizienten ($y = a + bx$).

Prov. 86 $y_{86} = 1{,}014 + 0{,}156x$

Prov. 105 $y_{105} = 1{,}173 + 0{,}168x$

Prov. 106 $y_{106} = 0{,}307 + 0{,}135x$



Darstellung II

Die Darstellung II zeigt, daß das mittlere tägliche Wurzelwachstum bei den drei Herkünften sehr ähnlich ist.

Um zu untersuchen, wie weit die Bodentemperatur in den Beobachtungskasten der Lufttemperatur folgte, wurden in zwei Kasten insgesamt 16 Thermoelemente eingebaut, und zwar 12 Elemente 2–5 mm von der Glasscheibe entfernt, also an jenen Ort, auf den sich unsere Wurzelbeobachtungen beziehen. Zum Vergleich wurden 4 Elemente in der Mittelachse des Beobachtungskastens angebracht. Mit 2 weiteren Elementen wurden die Lufttemperaturen gemessen. Für alle Elemente wurden Eichkurven erstellt. Der in der Klimakammer wiederholte Tagesverlauf der Lufttemperatur zeigte die bekannten Auswirkungen auf die Bodentemperatur:

- Die Temperaturmaxima und -minima traten im Boden mit einer Verzögerung auf, und zwar nahe der Glasscheibe um etwa 5 Stunden, in der Mitte der Kasten um etwa 6½ Stunden.
- Die Schwankung der Bodentemperatur ist wesentlich geringer als diejenige der Lufttemperatur. Bei einer Tagesschwankung der Lufttemperatur von 15 °C schwankte die Bodentemperatur nur um 6 °C.
- Infolge der guten Wärmeleitfähigkeit des Bodens beträgt der Temperaturunterschied nahe der Glasscheibe und in der Mitte der Beobachtungskasten nur höchstens 1–2 °C. Die Temperaturschwankungen nahe der Glasscheibe sind 2–3 °C größer als in der Mitte des Kastens.

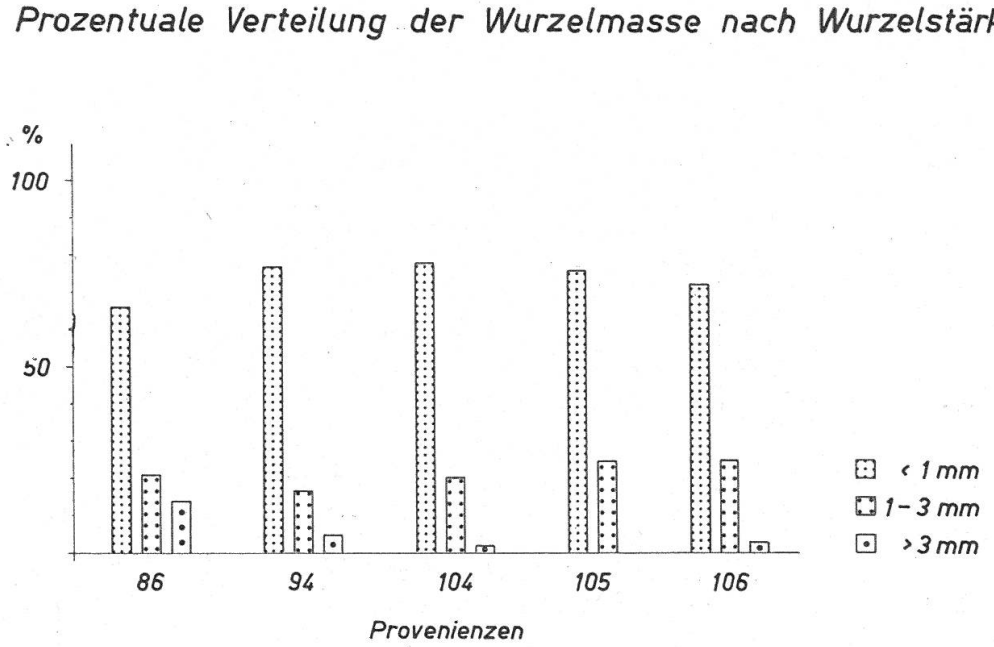
– Das Temperaturmittel des Bodens entspricht ziemlich genau dem Temperaturmittel der Luft.

Da die mittleren Tagesmaxima der Meßperioden sich auch in der relativen Höhe der Bodentemperaturen gut wiederspiegeln, war zulässig, die Korrelation mit dem Wurzelwachstum in der angegebenen Weise zu untersuchen.

3. 5 *Das Trockengewicht der ober- und der unterirdischen Pflanzenteile*

Höhe und *Trockengewicht der oberirdischen Pflanzenteile* zeigen bei den drei Waldföhrenherkünften keine statistisch gesicherten Unterschiede. Dagegen traten beim *Trockengewicht der Wurzeln* zwischen einzelnen Herkünften Unterschiede auf. Die größte Wurzelmasse weist die Föhre 86 aus dem Pfeifengras-Föhrenwald Diebis auf, die kleinste die Föhre 105 aus Bosnien. Die Prov. 94 aus dem Schwarzwald und die Prov. 104 aus dem Landforst unterscheiden sich nicht voneinander und liegen zwischen den erwähnten Extremen. Die Schwarzföhre Prov. 106 verhält sich ebenfalls wie die Prov. 94 und 104.

Deutliche Unterschiede bestehen auch in der *Verteilung der Wurzelmasse nach Durchmesserstufen* ($<$ 1 mm, 1–3 mm, $>$ 3 mm). Die Prov. 86 weist den größten Anteil grober Wurzeln auf, die Prov. 105 den kleinsten. Die Waldföhren Prov. 94 und Prov. 104 und die Schwarzföhre Prov. 106 zeigen wiederum Werte, welche zwischen diesen Extremen liegen. Darstellung III bringt die Unterschiede zum Ausdruck.



Darstellung III

Der Quotient $\frac{Sproßmasse}{Wurzelmasse}$ zeigt mit Ausnahme von Prov. 86 schwach gesicherte Unterschiede zwischen den verschiedenen Herkünften; Prov. 86 zeichnet sich gegenüber den anderen Herkünften durch eine relativ große Wurzelmasse stark aus.

4. Folgerungen

Das Wurzelwachstum beginnt bei der Wald- und bei der Schwarzföhre unter Versuchsbedingungen bei annähernd gleichen Tages-Mitteltemperaturen von Luft und Boden wesentlich früher als das Triebwachstum. Es bestätigte sich, daß das Austreiben der Triebe vor allem auch von den Lichtverhältnissen (Tageslänge!) beeinflußt wird, das Wurzelwachstum dagegen von der Bodentemperatur und der Bodenfeuchtigkeit.

Im Unterschied zum Triebwachstum erstreckt sich die Wurzelwachstumsperiode über die ganze Vegetationsperiode, so daß die Pflanzen bei günstigen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen auch nach Abschluß des Triebwachstums noch gut «anwachsen» können.

Die Wurzelmasse von Jungpflanzen zeigt bei verschiedenen Herkünften relativ größere Unterschiede als die Sproßmasse. Diese Unterschiede dürften für den Aufforstungserfolg auf extremen Standorten von erheblicher Bedeutung sein. Zur Erklärung waldbaulicher Erscheinungen sollten vermehrt Wurzeluntersuchungen durchgeführt werden. Die herkunftsbedingten Unterschiede in der Ausbildung und in den Wachstumsvorgängen des Wurzelwerkes dürften waldbaulich von ebenso großer Bedeutung sein wie die bisher hauptsächlich von der Provenienzforschung erfaßten Merkmale der oberirdischen Pflanzenteile.

Résumé

Etudes sur la croissance des racines de différentes essences forestières. Troisième communication: le pin sylvestre et le pin noir.

Des études sur la périodicité de la croissance des pousses et des racines ont été faites avec des pins sylvestres de quatre provenances différentes et des pins noirs d'une seule provenance. Les résultats sont les suivants.

La croissance des racines des pins sylvestres et des pins noirs commence, dans les conditions d'essais et pour des températures journalières moyennes de l'air et du sol à peu près égales, bien plus tôt que la croissance des pousses. Ainsi se confirme le fait que la croissance des pousses est tout particulièrement influencée par les conditions de lumière (la longueur du jour); la croissance des racines, en revanche, dépend avant tout de la température et de l'humidité du sol.

A la différence de la croissance des pousses, la période de croissance des racines s'étend sur toute la période de végétation, de telle sorte que, dans des conditions favorables de température et d'humidité, même après la fin de la croissance des pousses, les plantes peuvent encore très bien « s'enraciner ».

Les masses des racines de jeunes plants de différentes origines se caractérisent par des différences relativement plus grandes que les masses des pousses. Ces différences sont certainement d'une très grande importance pour le succès des reboisements exécutés sur des stations extrêmes. Il serait souhaitable d'entreprendre un plus grand nombre d'études sur les racines, ce qui permettrait d'expliquer bien des phénomènes sylvicoles. Les différences, dues à l'origine des plantes, dans la formation et la croissance de leurs racines ont certainement une aussi grande importance sylvicole que la détermination des caractéristiques aériennes de ces plantes telle qu'elle a été pratiquée jusqu'à présent, en particulier par les études de provenances.

Traduction Farron

Literatur

1. *Leibundgut* Hans und *Dafis Spiros:* Die Periodizität des Wurzelwachstums von Lärchen verschiedener Herkunft. XIII. IUFRO-Kongreß Wien 1961, Ber. 2. Teil, Bd. 1, 1962.
2. *Leibundgut* Hans, *Dafis Spiros* und *Richard Felix:* Untersuchungen über das Wurzelwachstum verschiedener Baumarten. Schweiz. Zeitschr. f. Forstw., 1963.

Die Welt in 50 Jahren

Zu den Aufgaben, die unserer Generation wie jeder anderen gestellt sind, gehört die Fürsorge für die Natur, die Erhaltung ursprünglicher Landschaftsbilder und der Schutz gefährdeter Tiere und Pflanzen. Es ist dies eine grosse, aber auch eine dankbare Aufgabe. Und jeder, der guten Willens ist, kann dazu beitragen sie zu erfüllen.

Sammlung des Vereins zur Förderung des WORLD WILDLIFE FUND, Zürich, Löwenstraße 1
Postcheckkonto VIII 58957