Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal =

Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 132 (1981)

Heft: 5

Artikel: Untersuchungen über das Verhalten von Jungpflanzen einiger

Baumarten bei verschiedenem Grundwasserstand

Autor: Leibundgut, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-764406

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: 28.11.2025

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

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen Journal forestier suisse

132. Jahrgang Mai 1981 Nummer 5

Untersuchungen über das Verhalten von Jungpflanzen einiger Baumarten bei verschiedenem Grundwasserstand

Von H. Leibundgut, Zürich

Oxf.: 181.31: 181.36

Vorwort

Im Versuchsgarten Waldegg des ehemaligen Institutes für Waldbau der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (heute Fachbereich Waldbau des Institutes für Wald- und Holzforschung) wurde eine Grundwasserfolgenden beschriebenen Versuche ermöglichte. Dabei sollten Einflüsse des Baumarten und vor allem die Ausbildung ihres Wurzelwerkes untersucht werden.

Die Versuche Versuche stehen in keinem unmittelbaren Zusammenhang. überein. Eine gemeinsame Darstellung erscheint aber dadurch begründet, lauben.

Einzelne Versuchsanlagen dienten auch Herrn Prof. Dr. F. Richard für untersuchungen über die Evaporation und Transpiration.

Die lange Gesamtdauer der Untersuchungen brachte mit sich, dass zahldie hichte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zeitweise damit beschäftigt waren, die nicht alle einzeln erwähnt werden können. Ich bin ihnen allen aber für aber die Laborantin Fräulein M. Mezger, Frau L. Launer als Rechnerin, die B. Prpić, der den Versuch mit Schwarzerlen bearbeitet hat. Ganz besonderen lang der umfangreichen Versuchsakten und einen ersten Entwurf für eine Anstalt für das forstliche Versuchswesen danke ich für die Reinzeichnung der Darstellungen durch seinen Zeichnungsdienst.

1. Die Versuchsfragen

Über den Einfluss des Grundwasserstandes auf den Lebenshaushalt einfluss des Grundwasserstandes auf den Lebenshaushalt einflusserstandes auf den Lebenshaushalt einflussers des Grundwasserstandes auf den Lebenshaushalt einflussers des Grundwassers des Grun zelner natürlicher Waldgesellschaften und das Gedeihen verschiedener Baum arten besteht borsits ziese arten besteht bereits eine umfassende Literatur. Ebenso befassen sich viele Veröffentlichungen mit der Ausbildung des Wurzelwerkes der Waldbäume auf verschiedenen Böden. 2 Dagegen sind die experimentellen Untersuchult gen über die Auswirkungen verschiedener Grundwasserverhältnisse auf Ausbildung des Westellen des Wes Ausbildung des Wurzelwerkes äusserst spärlich. Obwohl solche Unter Suchungen pur mit im zur Wilder suchungen nur mit jungen Waldbäumen und nur über kurze Zeit ausgeführt werden können versnrachen in der kurze Zeit ausgeführt. werden können, versprechen sie doch wertvolle Aufschlüsse, weil erfahrungs gemäss die endeittigen Ben gemäss die endgültigen Bewurzelungstiefen schon sehr früh erreicht werden und auch die auf bestimmten Böden gebildeten Typen der Wurzeltracht schon bei jungen Woldhäumen schon bei jungen Waldbäumen grossenteils erkennbar sind. Diese Erfaltrungen gaben dazu Anlass rungen gaben dazu Anlass, ausgehend von Problemen des praktischen Wald-baues in Versueben mit Zeit baues in Versuchen mit Zuchtpappeln, Balsampappeln, Aspen, Schwaff und Weisserlen und Stieleichen die folgenden Versuche durchzuführen:

Versuch 1. In welchen Merkmalen unterscheiden sich eine sogenannte ockennannels und eine St. «Trockenpappel» und eine «Nasspappel» bei ungleichen Grundwasselt ständen? ständen?

Versuche 2 und 3. Wie reagieren Schwarzerlen und Weisserlen mit der Schildung ihres Wurzelmerten in den Ausbildung ihres Wurzelwerkes und ihrem Wachstum auf verschiedene Grundwasserstände?

Versuch 4. Wie reagieren Aspe, Balsampappel und eine Zuchtpappel der Ausbildung ihres Wurzelmert mit der Ausbildung ihres Wurzelwerkes und ihrem Wachstum auf verschie dene Grundwasserstände? dene Grundwasserstände?

Versuch 5. Welche Auswirkungen haben wechselnde Grundwasself welstände auf die Bewurzelung von Schwarzerlen und Stieleichen, und in welchem Masse sind diese beiden Bewurzelung von Schwarzerlen und Stieleichen, und in welchem Masse sind diese beiden Bewurzelung von Schwarzerlen und Stieleichen, und in welchen Welchen wechselnde Grundwarzerlen und Stieleichen, und in welchen wechselnde Grundwarzerlen und Stieleichen und St chem Masse sind diese beiden Baumarten imstande, einen schweren Lehmboden zu durchwurzele? boden zu durchwurzeln?

2. Die Versuchsanlagen

Die Grundwasser-Versuchsanlage befindet sich im Forstgarten Waldege forstlichen Lehrrewiere der ETIL Zu in der des forstlichen Lehrreviers der ETH Zürich in einer Meereshöhe von 620 m. Sie besteht aus vier Betonback Sie besteht aus vier Betonbecken mit einer Länge von 5 m und einer Breite

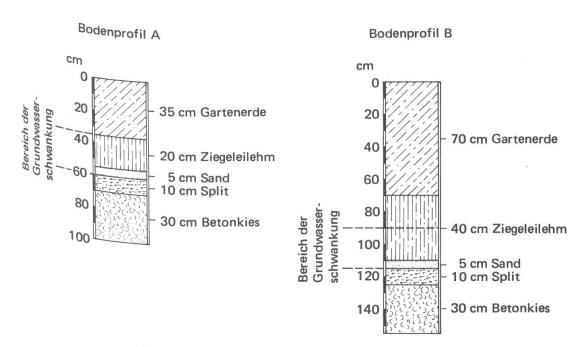
¹ Vgl. Ellenberg, H.: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Ulmer, Stuttgart, 3. 1963.

² Vgl. Köstler, J., Brückner, E., Bibelriether, H.: Die Wurzeln der Waldbäu^{mb}ey, Hamburg und Berlin. 1968 — Characher. Parey, Hamburg und Berlin, 1968. — Chatziphilippidis, G.: Untersuchungen über die Auswirkung einer Grundwassererhebung auf der Zeiter der Waldbaum die Waldbaum der Waldbaum d Auswirkung einer Grundwassererhebung auf den Zuwachsverlauf und das Wurzelwerk der Bäume in einem Auenwald. Dies ETH Zürich V. 2000 der Bäume in einem Auenwald. Diss. ETH Zürich Nr. 6098 und Beih. 62 zu den Ztschr. des Schweiz. Forstvereins. 1979

Von 1,5 m. Je zwei Becken sind 1,7 m tief bzw. 1,25 m tief. Ein weiteres Becken dient der Vorwärmung des Quellwassers auf die Aussentemperatur der Speisung der vier Versuchsbecken.

In diese Becken wurden je nach dem erforderlichen Wuchsraum der Pflanzen je 8 bis 10 gelochte, in 50 cm lange Halbschalen zerlegbare Zement-Rohre mit 40 cm Innendurchmesser aufgestellt. Beim Ausbau konnten die Rohre segmentweise zerlegt werden, so dass sich das Wurzelwerk schicht-Weise ausschlämmen liess. Die ständige Erhaltung eines bestimmten Wasser-Standes in den einzelnen Becken erfolgte durch Zuleitungen aus dem Vorwärmebecken. Überlaufrohre ermöglichten die genaue Einhaltung eines be-Stimmten Grundwasserstandes.

Als Erde diente mit Ausnahme von Versuch 5 ein Gemisch von zwei Teilen Forstgartenerde und je einem Teil gut verrottetem Laubkompost, feinem Flusssand und gesiebtem Handelstorf. Der pH-Wert des Gemisches Wurde Flusssand und gesiebtem Handelstorf. Der pH-Wert des Gemisches Wurde bei der Versuchsanlage mit 6,7 bestimmt. Beim Versuch 5 wurden zwei Wei verschiedene Bodenprofile aufgebaut gemäss der Darstellung 1. Für die Erstell. Erstellung der Lehmschicht wurde Material aus der Lehmgrube Giesshübel der Zürcher Ziegeleien verwendet.



Darstellung 1. Bodenprofile des Versuches 5

Als Versuchspflanzen dienten:

 $Z_{uchtpappeln}$. pflanzen von Klon 06.1 («Trockenpappel») und Klon 20.36 («Nasspappel») aus dem Pappelgarten Glanzenberg der ETH Zürich. Die Bezeichnungen «Trocken- bzw. Nasspappel» beruhen auf den Standorten der beiden Bäume, von denen seinerzeit Stecklinge für die Anlage des Mutterstocksortimentes Mutterstocksortimentes gewonnen wurden. Für den Versuch 4 wurde der Klon 01.1 gewählt Klon 01.1 gewählt.

- 1jährige, bewurzelte und zurückgeschnittene Stecklings — Balsampappel. pflanzen aus dem Pappelgarten Glanzenberg (Klon 10.35).
- 1jährige Sämlinge der Herkunft «Krebsbach», Birmens — Schwarzerle. dorf (ZH).
- Weisserle. 2jährige, unverschulte Sämlinge aus dem Forstgarten Gross matt der ETH. Herkunft Zugerberg (möglicherweise ursprünglich Hall delssaatout) delssaatgut).
- Stieleiche. 2jährige, unverschulte Sämlinge aus dem Forstgarten Grossmatt der ETH. Herkunft: Abteilung Gut des Lehrwaldes Albisriederbeig.
- 1jährige Sämlinge der Prov. 139 aus dem Lehrwald Albisrieder — Aspe. berg.

Die Grundwasserstände wurden wie folgt geregelt (Tiefe unter der Booberfläche): denoberfläche):

Versuch 1. 40 und 100 cm.

Versuch 2. Im ersten Jahr einheitlich 90 cm; im zweiten und drittell r 40 und 140 cm Jahr 40 und 140 cm.

Versuch 3. 60 und 140 cm. Da die Versuchsanlage auch Herrn Prof. F. Richard für Evaporatione Dr. F. Richard für Evaporations- und Transpirationsversuche diente, Würden die Rohre in der Vegetstierensteile die Rohre in der Vegetationsperiode durch Blechmanschetten gegen die Nie derschläge abgeschirmt derschläge abgeschirmt.

Versuch 4. Im ersten Jahr bis Ende Juni 80 cm, nachher bis zum Ende dritten Vegetationsperiode 20 der dritten Vegetationsperiode 30 und 170 cm.

Versuch 5. Im ersten Jahr bis Ende Juli 50 cm über der Profilsohle zur Sandschicht) Nachhar wurden (bis zur Sandschicht). Nachher wurde der Wasserspiegel alle zwei Wochen abwechselnd um 25 cm gehaber bei abwechselnd um 25 cm gehoben bzw. wieder gesenkt.

Im Profil A umfasste die Hebung somit die ganze 20 cm dicke Lehnicht, während die 40 cm dieke Lehnicht. schicht, während die 40 cm dicke Lehmschicht des Profiles B nur zur Hälfte unter den Wasserspiegel zu lieden bei der unter den Wasserspiegel zu liegen kam, so dass für die unteren 20 cm Vom Lehmschicht gleiche Redingunger wir in der 1. Dezember bis 31. Januar wurde der Wasserspiegel jeweils unverändert 50 cm über den Profilsobler schalte.

3. Die Versuchsauswertung

Während der laufenden Versuche wurde in der zweiten Vegetations iode bei den Pappelklopen 06.1 vor 1 20000 periode bei den Pappelklonen 06.1 und 20.36 wöchentlich das Höhenwachstum gemessen, um auch einen Grand in der zweiten Vegetablichen versuche wurde in der zweiten Vegetablichen periode bei den Pappelklonen 06.1 und 20.36 wöchentlich das Höhenwachstum gemessen, um auch einen Grand der zweiten Vegetablichen versuche wurde in der zweiten Vegetablichen periode bei den Pappelklonen 06.1 und 20.36 wöchentlich das Höhenwachstung der zweiten Vegetablichen versuche versuch versuche versuch versuche versuch versuche versuch versuche versuch versuch versuche versuch versuch versuch versuch versuch ver tum gemessen, um auch einen eventuellen Unterschied in dessen jährlichen

Verlauf zu erfassen. Zur Bestimmung der Blattoberflächen und Blattmassen der Schwarz- und Weisserlen wurden bei den Versuchen 2 und 3 im zweiten und dritten Jahr jeweils am Ende der Vegetationsperiode das Fallaub ge-Sammelt, Wobei die Kronen der Probepflanzen vor dem Laubabfall mit einer Gazehülle überzogen wurden, um Blattverluste zu vermeiden.

Alle übrigen Messungen und Erhebungen konnten beim Versuchsabschluss ausgeführt werden.

Bei allen Versuchspflanzen wurden die absoluten Trockenmassen der Wurzeln getrennt nach Durchmesserklassen und mit Ausnahme von Ver-William getrennt nach Durchmesserklassen und ihr Isabellagen getrennt nach Durchmesserklassen und ihr Isabellagen Bei den William auch die Trockenmassen der oberirdischen Teile bestimmt. Bei den Wurzeln wurden die folgenden Durchmesserklassen gebildet:

unter 3 mm («Feinwurzeln»)

3-5 mm

5—10 mm

über 10 mm («Grobwurzeln»).

Beim Versuch 5 wurden ausserdem die Feinwurzeln in zwei Klassen unterteilt:

Durchmesser unter 1 mm

^{und} 1—3 mm.

Die Mathematisch-statistische Auswertung erfolgte durch Herrn Dr. D. Rubli nach den für die einzelnen Versuche zulässigen Methoden. Die ent-Sprechenden Unterlagen sind beim Institut hinterlegt. Wo nicht darauf hingewiesen Abschnitt besonders gewiesen Wird, handelt es sich bei den im folgenden Abschnitt besonders hervorgal wird, handelt es sich bei den im folgenden Abschnitt besonders hervorgehobenen Ergebnissen um statistisch stark oder sehr stark gesicherte

4. Die Versuchsergebnisse

Versuch 1. Das Verhalten von zwei Pappelklonen bei ungleichem Grundwasserstand.

Bei unseren mit anderen Baumarten durchgeführten Untersuchungen die siek hatte sich erwiesen, dass der jährliche Verlauf des Höhenwachstums ein gutes Mittel Mittel zur Unterscheidung mancher Herkünfte darstellt. Deshalb wurde auch bei den Unterscheidung mancher Herkünfte darstellt. Deshalb wurde auch bei den unterscheidung mancher Herkünfte darstent. Desnate nich das Ir... lich das Höhenwachstum gemessen. Dabei zeigte sich in allen vier Versuchsserien Land Wachstumsverlauf. Die Serien kein Einfluss des Grundwasserstandes auf den Wachstumsverlauf. Die beiden bei Beiden bei des Beiden bei des Belanzen des Klons 06.1 beiden Klone unterschieden sich dadurch, dass die Pflanzen des Klons 06.1 vom Beginn der Vegetationsperiode an ein grösseres Höhenwachstum aufgewiesen 1. der Sich bis anfangs Juli die Höhe gewiesen haben. Bemerkenswert ist dabei, dass sich bis anfangs Juli die Höhe des Grundwasserstandes auf das Höhenwachstum wenig ausgewirkt hat. Erst in der letzten Periode des jährlichen Höhenwachstums zeigte sich ein erheblicher Unterschied, indem sich die Wachstumskurve beim hohen Grund wasserstand ab Mitte Juli rasch abflachte, während das Höhenwachstull beim tiefen Wasserstand noch etwa drei Wochen länger dauerte.

Der zu hohe Grundwasserstand hat also bei beiden Sorten die Höhelt wachstumsperiode merklich verkürzt.

In der folgenden Zusammenstellung sind die Unterschiede zwischen angegebenen Mittelwerten mit Ausnahme der Trockengewichte der Wurzeln sehr stark oder stark gesichert.

Zusammenstellung 1 (Zuchtpappeln)

Merkmal	Einheit	nheit Grundwasserstand					
		hoch (40 cm)		tief (100 cm)			
		Klon 06.1	Klon 20.36	Klon 06.1	Klon 20.36		
Trockenmasse der oberirdischen Teile	g	50,55	69,85	61,22	76,55 44,01		
Trockenmasse der Wurzeln	g	38,09	32,41	43,52			
Trockenmasse der Zweige	g	5,85	12,01	7,27	14,71		
Trieblängen	cm	158,2	146,9	167,5	158,5		

Beim tiefen Grundwasserstand sind bei beiden Klonen alle Werte höhen bei sie sich in der prozentualen. wobei sie sich in der prozentualen Erhöhung nicht wesentlich unterscheidelt. Die Reaktion der beiden Wiesen Die Reaktion der beiden Klone auf die Unterschiede des Grundwasser-standes erfolgte im gleichen Siene E standes erfolgte im gleichen Sinne. Es ist somit fragwürdig, ob sich der kloß 06.1 für Trockenstandorte der Kloß 2000 in heber 06.1 für Trockenstandorte, der Klon 20.36 für Nassstandorte tatsächlich ser eignet Die mutmassliche B ser eignet. Die mutmassliche Beurteilung der beiden Klone beruhte einzig darauf, dass der Baum 20.36 darauf, dass der Baum 20.36, von dem ursprünglich die Stecklinge gewonnen wurden, auf einem frischen Poder wurden, auf einem frischen Boden, der Baum 06.1 dagegen auf einem hältnismässig trockenen Kiechelten hältnismässig trockenen Kiesboden stockten. Obwohl die Ergebnisse kurzfristigen Versuches mit Inneren State Grand in State Gra kurzfristigen Versuches mit Jungpflanzen die langfristige Standortseignung zweifellos nicht zu beurteilen orland zweifellos nicht zu beurteilen erlauben, ist nicht zu erwarten, dass bei älteren Bäumen die physiologischen Bissen Liebert in der Bürger bei der Bissen die bei alle bei der Bissen die bei der bei de Bäumen die physiologischen Eigenschaften der für die Ernährung und dorts serversorgung wichtigen Ecinomia serversorgung wichtigen Feinwurzeln grundlegend anders wären. Standorfs rassen natürlicher Baumpopulationen rassen natürlicher Baumpopulationen sind in langer Zeit durch das Zusam menwirken verwickelter Euglischen menwirken verwickelter Evaluationsfaktoren entstanden, so dass weitgehend auf ihre Eignung für bestimmte Stand auf ihre Eignung für bestimmte Standorte geschlossen werden kann. Zuchtpappeln handelt es sich dessen Zuchtpappeln handelt es sich dagegen ausschliesslich um Anbauten, welche zwar die Beurteilung ihrer Tauglichten ausschliesslich um Anbauten, jauben zwar die Beurteilung ihrer Tauglichkeit für den Anbaustandort erlauben über deren ökologische Volonz für über deren ökologische Valenz für andere Standorte aber wenig auszusagell vermögen.

Der vorliegende Versuch bestätigt, dass bei Zuchtpappeln Bezeichnungen wie «Nass- und Trockenpappel» zumeist höchstens auszusagen vermögen,

dass sich ein Klon auf einem bestimmten Standort geeignet hat. Ob er sich einen anderen Standort sogar besser eignen und mit Vorteil durch langfristige und vergleichende Anbauversuch auf verschiedenen Standorten auf entscheiden

V_{ersuche} 2 und 3. Das Wachstum und die Ausbildung des Wurzelwerkes von Schwarz- und Weisserlen.

Der Versuch mit Schwarzerlen ergab mit Ausnahme des Höhentriebes gen, die jedoch statistisch nicht gesichert sind. Gesichert sind allein die durch Blatt-Trockengewichte und Längen der Höhentriebe 1960. Beim tiefen Trockengewichte und Längen der Höhentriebe 1960. Beim tiefen Trockengewichte um 24 % grösser. Trotz diesen Unterschieden sind die Stand nur um 4 % und diejenigen der Wurzeln um 16 % grösser.

Wie die Zusammenstellung 2 und die Darstellung 2 zeigen, ergaben sich lung des Wurzelwerkes

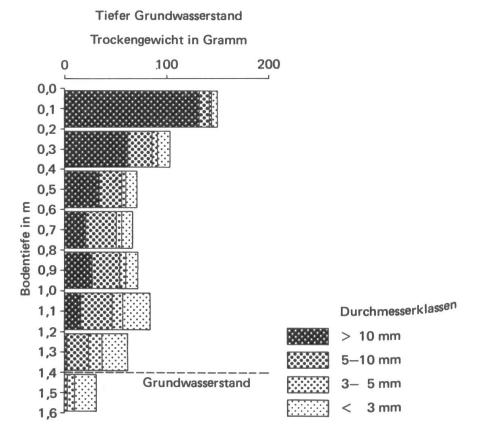
Zusammenstellung 2 (Schwarzerlen)

Merkmal	Einheit	Grundw	asserstand
Länge des Höhentriebes 1960 Durch Trockengewicht oberinding Tribate Paris		hoch (40 cm)	tief (140 cm)
Trockenger Hohentriebes 1960	cm	101,0	67,4
Trockengewicht oberirdische Teile ohne Blätter Durchmesser unter 5 mm Total			
Durchmesser unter 5 mm Total	g	223,6	241,4
total uber 5 mm	g	1176,1	1215,2
	g	1399,7	1456,6
Durchmessor Wurzeln			
Durchmesser unter 3 mm Total Durchmesser über 3 mm	g	227,19	252,58
uber 3 mm	g	878,55	1026,93
Blattoberfläche einseitig	g	1105,74	1279,51
dilttel 1950 einseitig			
Mittel 1959 und 1960	dm^2	110,84	135,45
Prockengewicht Blätter 1959 und 1960		,,,,,	,
und 1960	g	36,87	45,82

Beim hohen Grundwasserstand (0,4 m) ist eine starke Anhäufung der Wurzeln unmittelbar über dem Wasserstand festzustellen. Ein dichtes den Wasserspiegel. Einzelne Wurzeln waren auch noch in einer Tiefe von 1,1 m vorhanden.

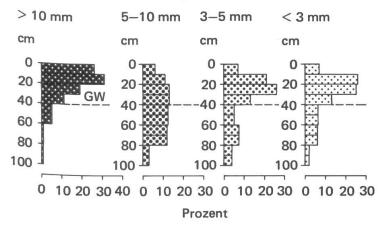
Trockengewicht in Gramm 300 100 200 0,0 0,1 0,2 0,3 Bodentiefe in m 0,4 Grundwasserstand 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9

Hoher Grundwasserstand

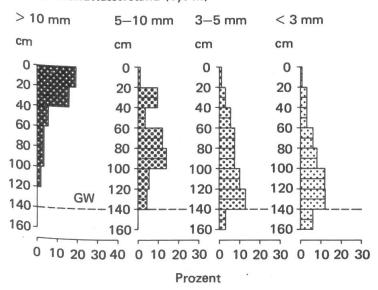


Darstellung 2. Die Verteilung der Wurzelmasse der Schwarzerlen nach Bodentiefen





Tiefer Grundwasserstand (1,4 m)



Darstellung 3. Prozentuale Verteilung des Wurzel-Trockengewichtes der Schwarzerlen nach Bodentiefen, aufgeteilt auf die einzelnen Durchmesserklassen

Beim tiefen Grundwasserstand (1,4 m) reicht die ziemlich gleichmässig wurzeln mit einem Durchmesser über 1 cm waren beim hohen Wasserstand in einer Tiefe von 90 cm vorhanden, beim tiefen Wasserstand in 1,4 m.

Der prozentuale Anteil der Wurzeln mit einem Durchmesser unter 3 mm sich die Verteilung der einzelnen Durchmesserklassen auf die Bodenschichten Wesentlich (Darstellung 3): Die Grobwurzeln besetzen hauptsächlich die Unter 5 mm eine starke Anhäufung unmittelbar über dem Grundwasserniveau besteht.

Der Versuch zeigt eine grosse Anpassungsfähigkeit der Schwarzerle an die Grundwasserverhältnisse und die Bodentiefe. Im Mittel ergab sich beim hohen Grundwasserstand pro Liter Boden eine Feinwurzelmasse von 1,64 g, beim tiefen Grundwasserstand von 1,26 g. Für die Wurzeln mit einen Durchmesser über 3 mm betragen die entsprechenden Werte 6,37 g und 5,11 g.

Das Verhältnis der Trockenmasse der oberirdischen Teile zu derjenigen der Wurzeln beträgt beim hohen Grundwasserstand 1,3, beim tiefen 1,1. Der Anteil der Wurzeln an der Gesamtmasse ist also auffallend gross.

Beim Versuch 3 mit Weisserlen ist bei der Auslegung der Ergebnisse zu berücksichtigen, dass die Pflanzen in der Vegetationsperiode ausschließlich durch Grundwasser versorgt wurden, indem die Niederschläge aus den frühet erwähnten Gründen abgeschirmt waren. Da im Versuchsboden das Kapillar wasser höchstens 40 cm angestiegen sein dürfte und auch das Filmwasset beim tiefen Grundwasserstand die obersten Bodenschichten kaum erreich hat, ist anzunehmen, dass die Erlen wenigstens anfänglich unter Wasser mangel gelitten haben. Dies dürfte erklären, weshalb, wie aus der Zusammen stellung 3 hervorgeht, beim hohen Grundwasserstand längere Höhentriebe, grössere Blattmassen und grössere Trockengewichte der oberirdischen Teile und Wurzeln erzeugt wurden.

Zusammenstellung 3 (Weisserlen)

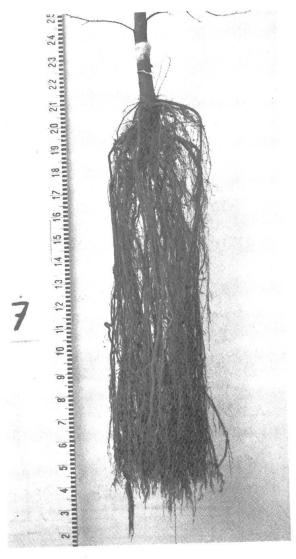
Merkmal	Einheit	Grundwasserstand		
		hoch 60 cm	tief 140	
Scheitelhöhe	cm	345	313	
Trockengewicht der oberirdischen Pflanzenteile (ohne Blätter)	g	986	571	
Blattoberfläche (einseitig)	dm ²	649	405	
Trockengewicht der Blätter	g	315	199	
Trockengewicht der Wurzeln	g	429	324	

Das Verhältnis der Trockenmasse der oberirdischen Pflanzenteile zu der jenigen der Wurzeln beträgt beim hohen Grundwasserstand 2,3, beim tiefen 1,8. Es ist also wesentlich höher als bei den Schwarzerlen. Im Mittel wurden beim hohen Grundwasserstand bei den Weisserlen pro Liter Boden eine Fein wurzelmasse von 3,4 g, beim tiefen Wasserstand von 1,8 g festgestellt. Gie Wurzeln mit einem Durchmesser über 3 mm betragen die entsprechenden Werte 4,3 und 1,3 g. Die Schwarzerle hat somit beim hohen Grundwasserstand eine um 72 % und beim tiefen Grundwasserstand um 58 % grössers Gesamtwurzelmasse pro Liter Boden gebildet. Diese Unterschiede sind um 50 beträchtlicher, als die Weisserlen ein Jahr älter waren. Da die Wurzeln nicht gleichmässig über den ganzen Wurzelraum verteilt sind, haben die Angaben der durchschnittlichen Wurzelmasse pro Liter Boden selbstverständlich nur einen Vergleichswert.

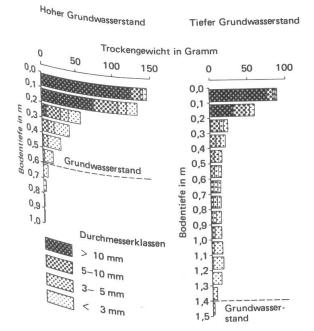


Bild I

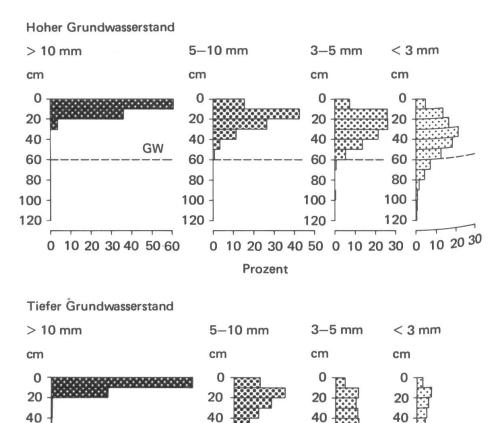
Bewurzelung der Weisserle bei
hohem und tiefem Grundwasserstand (0,4 bzw. 1,4 m).



Weisserle



Darstellung 4. Verteilung der Wurzelmasse der Weisserlen nach Bodentiefen



GW 0 10 20 0 10 20 30 40 50 60 70 0 10 20 30 0 10 20 Prozent

Darstellung 5. Prozentuale Verteilung des Wurzel-Trockengewichtes der Weisserlen nach Bodentiefen, aufgeteilt auf die einzelnen Durchmesserklassen

Über die Verteilung der Wurzelmasse auf die Bodenschichten geben die Darstellungen 4 und 5 Auskunft. Daraus geht hervor, dass Grobwurzeln mit einem Durchmesser über 1 cm praktisch nur in den obersten 20 cm vorhanden waren, während die Feinwurzeln mit einem Durchmesser unter 3 mm unmittelbar über dem Grundwasserspiegel gehäuft sind.

Versuch 4. Wachstum und Wurzelbildung von Aspe, Balsampappel und Zuchtpappel bei verschiedenem Grundwasserstand

Der Versuch verfolgte einen doppelten Zweck: Er sollte einerseits über das Verhalten der drei Baumarten bei zwei verschiedenen Grundwasser-

Ständen Aufschluss geben, anderseits aber auch gegenseitige Vergleiche er-Möglichen. Dabei bot vor allem die Ausbildung des Wurzelwerkes ein Interesse, denn bei der nur kurzen Versuchsdauer wären bei den Wuchsleistungen der alle vorden. der oberirdischen Teile kaum wesentliche Ergebnisse erzielt worden.

Um so mehr, als es sich um drei Baumarten handelt, welche sich erfah-Tungsgemäss in ihren ökologischen Ansprüchen deutlich unterscheiden, waren entsprechende Unterschiede in der Wurzelbildung zum voraus zu erwarten. Dies hat sich in den Versuchsergebnissen bestätigt. Alle aus der Zusammenstellen. stellung 4 hervorgehenden Unterschiede sowohl zwischen den Baumarten, als für die einzelnen Arten auch zwischen den beiden Grundwasserständen Sind mit Ausnahme der Gesamtgewichte der Aspenwurzeln und der gesamten Wurzelmengen der einzelnen Baumarten stark oder sehr stark statistisch ge-

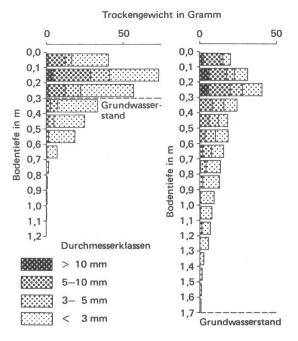
Die Trockengewichte aller oberirdischen Teile, der Stämmchen, Äste und Zweige sowie der Wurzeln mit einem Durchmesser über 3 mm sind beim tiefen State der Feinwurzeln bei tiefen Grundwasserstand grösser. Dagegen ist die Masse der Feinwurzeln bei allen drei Baumarten beim hohen Grundwasserstand absolut und prozentual größser, so dass in der Gesamtmasse der Wurzeln keine oder nur schwach ge-sichert, so dass in der Gesamtmasse der Wurzeln keine oder nur schwach gesicherte Unterschiede bestehen. Das Verhältnis der oberirdischen Trocken-Masse zur Wurzelmasse ist beim tiefen Grundwasserstand grösser, mit Ausnahme bei der Balsampappel. Bei dieser ergaben sich keine gesicherten Unterschiede.

Zusammenstellung 4 (Aspe, Balsampappel, Zuchtpappel)

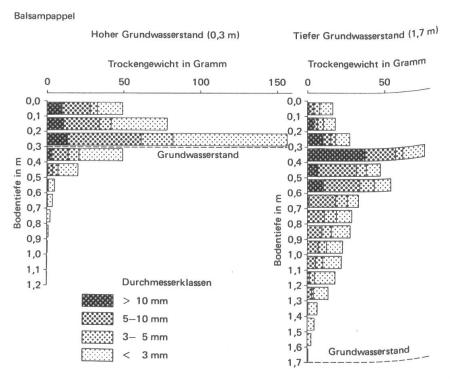
Zusam Ockengewichte g	Aspe		Balsam	pappel	Zuchtp	appel
		Grundwasserstan				
amm	hoch	tief	hoch	tief	hoch	tief
te	248	279	685	758	581	872
tter Zweige	89	116	214	272	153	271
rzeln unter	91	126	195	236	181	324
m r uber	155	113	178	153	330	190
Zeln total	95	121	187	272	235	286
total	250	234	365	425	565	476

Der prozentuale Anteil der Wurzeln mit einem Durchmesser unter 3 mm ist bei der Aspe am grössten und am kleinsten bei der Balsampappel. Er beträgt hei Jahren am grössten und am kleinsten bei der Balsampappel. Er beträgt bei der Aspe am grössten und am kleinsten bei der Daisampurgen bei der Aspe beim hohen Grundwasserstand 62 %, beim tiefen 48 %, bei der Zuschen der Aspe beim hohen Grundwasserstand 62 %, beim tiefen 48 %, bei der Zuchtpappel 58 bzw. 40 % und bei der Balsampappel 49 bzw. 36 %.

Die Darstellungen 6—8 zeigen, dass beim tiefen Grundwasserstand alle drei Baumarten, also auch die Aspe, Wurzeln bis zur Profilsohle ausgebildet Hoher Grundwasserstand (0,3 m) Tiefer Grundwasserstand (1,7 m)

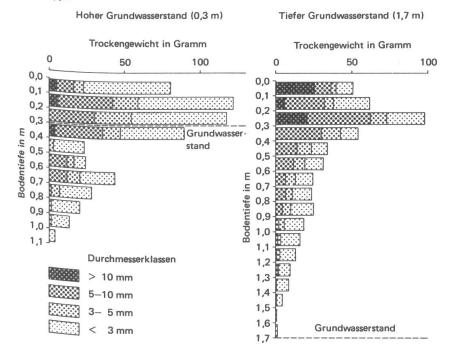


Darstellung 6. Verteilung des Wurzel-Trockengewichtes nach Bodentiefen und Durchmesserklassen



Darstellung 7. Verteilung des Wurzel-Trockengewichtes nach Bodentiefen und Durchmesserklassen



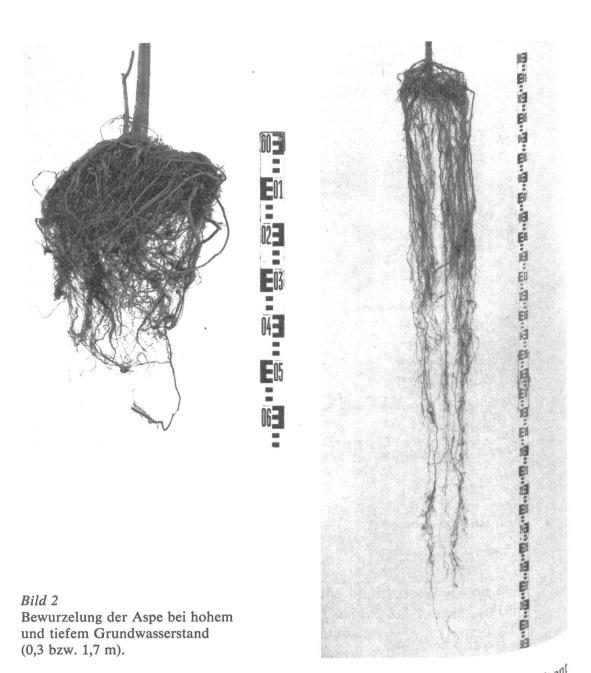


 $D_{arstellung}$ 8. Verteilung des Wurzel-Trockengewichtes nach Bodentiefen und Durchmesserklassen

haben. Beim hohen Wasserstand entfällt von den Feinwurzeln (Durchmesser schicht über dem Grundwasserstand (Aspe 58 %, Balsampappel 71 % und Wurden von der Aspe 30 % der Feinwurzeln gebildet, von der Balsampappel von der Bodenoberfläche bis 20 cm unter dem Wasserniveau enthält somit Balsampappel 74 % der Feinwurzeln, bei der Aspe 88 % und bei der Bodenoberfläche von der Feinwurzeln, bei der Aspe 88 % und bei der Bodenoberfläche von der Feinwurzeln, bei der Aspe 88 % und bei der Bodenoberfläche von der Feinwurzeln, bei der Aspe 88 % und bei der Bodenoberfläche von der Feinwurzeln, bei der Aspe 88 % und bei der Bodenoberfläche von der Feinwurzeln, bei der Aspe 88 % und bei der Bodenoberfläche von der Feinwurzeln, bei der Aspe 88 % und bei der

Beim tiefen Grundwasserstand enthalten die obersten 30 cm bei der Aspe 26 % der Feinwurzeln, bei der Balsampappel 17 % und bei der Zuchtpappel Feinwurzeln die obersten 50 cm des Wurzelraumes entfallen somit 36 % der Wurzeln der Aspe, 32 % der Balsampappel und 32 % der Zuchtpappel.

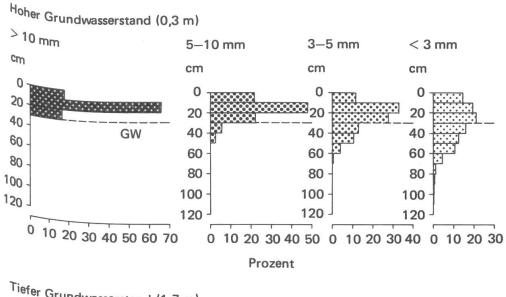
Der Unterschied der Prozentzahlen des hohen und tiefen Grundwasserzeigt die stark verschiedenen ökologischen Ansprüche der drei Baum-

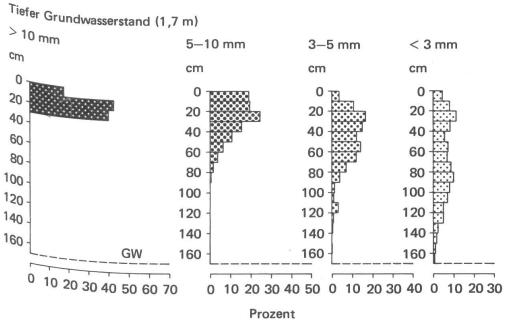


arten. Am stärksten sind die Feinwurzeln der Balsampappel auf den Horizont über dem Grundwasser konzentriert, am wenigsten, wenn auch noch sehr ausgeprägt, bei der Zuchtpappel.

Die Wurzeln mit einem Durchmesser über 3 mm besetzen bei allen drei Baumarten beim hohen Grundwasserstand die darüberliegende Bodenschicht (Aspe 85 %, Balsampappel 84 %, Zuchtpappel 58 %). Bei den Grobwurzeln über 10 mm Durchmesser ist dies noch ausgesprochener der Fall (Aspe 100 %, Balsampappel 89 %, Zuchtpappel 75 %)

Beim tiefen Grundwasserstand besetzen bei der Aspe und Zuchtpappel immer noch etwa die Hälfte der Wurzeln über 3 mm Durchmesser die ober





Darstellung 9. Prozentuale Verteilung des Wurzel-Trockengewichtes der Aspen nach Bodentiefen, aufgeteilt auf die einzelnen Durchmesserklassen

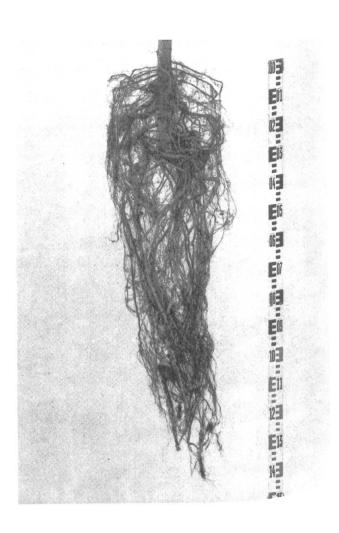
sten 30 cm (Aspe 54 %, Zuchtpappel 53 %), während bei der Balsampappel der Anteil nur noch 13 % beträgt.

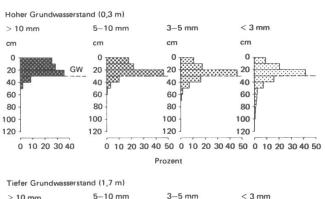
Auch mit den Grobwurzeln über 10 mm Durchmesser hat allein die Balsampappel die tieferen Bodenschichten besetzt.

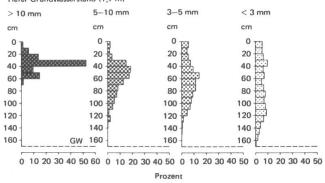
Gesamthaft ist festzustellen, dass die Aspe in jedem Fall verhältnismässig findliche Balsampappel bei tiefem Grundwasserstand verhältnismässig tief wurzelt. Dies geht auch aus den Darstellungen 6—11 hervor.



Bild 3
Bewurzelung der Balsampappel bei hohem und tiefem Grundwasserstand (0,3 bzw. 1,7 m).



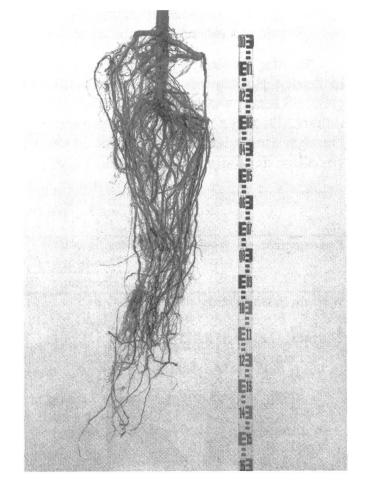


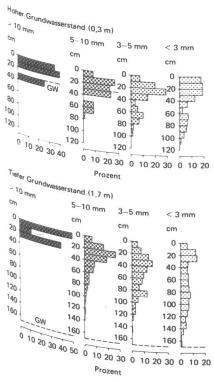


Darstellung 10
Prozentuale Verteilung des
Wurzel-Trockengewichtes der
Balsampappeln nach Boden
tiefen, aufgeteilt auf die
einzelnen Durchmesserklassen



Bild 4
Bewurzelung der Zuchtpappel bei hohem und tiefem Grundwasserstand (0,3 bzw. 1,7 m).





Darstellung 11
Prozentuale Verteilung des WurzelTrockengewichtes der Zuchtpappeln nach
Bodentiefen, aufgeteilt auf die einzelnen
Durchmesserklassen

Versuch 5. Die Bewurzelung von Schwarzerle und Stieleiche in einem Boden mit einer Lehmschicht und wechselndem Grundwasserstand.

Aus der Zusammenstellung 5 geht vorerst hervor, dass beide Baumarten in beiden Bodenprofilen und bei beiden Grundwasserständen praktisch die gleiche Gesamtwurzelmasse gebildet haben. Die Unterschiede sind nicht gesichert. Dagegen bestehen wesentliche Unterschiede in den Anteilen Durchmesserstufen, zum Teil auch in der Verteilung nach der Bodentiefe und vor allem der Durchwurzelung der Lehmschicht.

Zusammenstellung 5. Wurzel-Trockengewicht g

Bodenschicht	Tiefe cm	Profil A Grundwasser 0.60 / 0		Profil B Grundwasser	1.15 / 0.90
		Schwarzerle	Eiche	Schwarzerle	Eiche
Wurzeln in Gartenerde	0—35 0—70	847,6	944,2	749,9	936,0
Wurzeln in Lehmschicht	35—55				
$<$ 1 mm ϕ Total		25,5 95,1	18,6 28,3		
$<$ 1 mm ϕ Total	70—90			23,9 103,2	17,2 28,6
$<$ 1 mm ϕ Total	90—110			17,2 84,9	5,5 28,3
Gartenerde und Lehmschicht					
< 1 mm	0—55	173,5	147,6		
Total	0—55	942,7	972,5		
< 1 mm Total	0—115 0—115			162,9 938,0	156,3 992,0

In beiden Bodenprofilen weist die Stieleiche in der Gartenerdschicht eine etwas grössere Wurzelmasse als die Schwarzerle auf. In den Lehmschichten dagegen ist die Wurzelmasse der Schwarzerle mehr als dreimal grösser, wie die Zusammenstellung 6 zeigt:

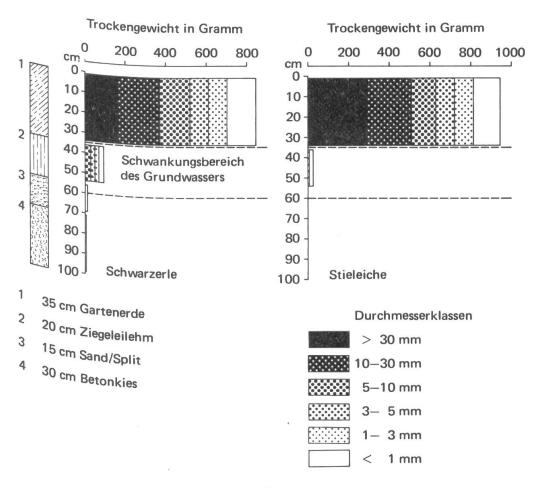
Zusammenstellung 6. Prozentualer Anteil der Wurzelmasse der Lehmschicht an der Gesamtmasse der Wurzeln

Profil A (20 cm di	cke Lehmschicht)	Profil B (40 cm dicke Lehmschicht)
Schwarzerle	10,1 %	Obere 20 cm 9,0 % Untere 20 cm 20,0 % Total 239 %
Stieleiche	2,9 %	Obere 20 cm Untere 20 cm 5,7 % Total

Die Wurzeln in der Lehmschicht verteilen sich wie folgt auf die Durchmesserstufen:

Zusammenstellung 7. Prozentuale Verteilung der Wurzeln in der Lehmschicht nach Durchmesserstufen

Durchmesser-	nach Burchmessersturen							
stufe messer-	Schwarzerle		Stieleiche	Stieleiche				
	Lehmschicht 20 cm	Lehmschicht 40 cm		Lehmschicht 20 cm	Lehmsci 40 cm	hicht		
Unter 1 mm		obere 20 cm	untere 20 cm		obere 20 cm	untere 20 cm		
018 3	27	23	29	66	60	74		
018 8	22	20	34	20	35	26		
018 10	22	27	26	10	5	_		
10 bis 30 mm	24	30	11	4		_		
oo mm	5			_		_		

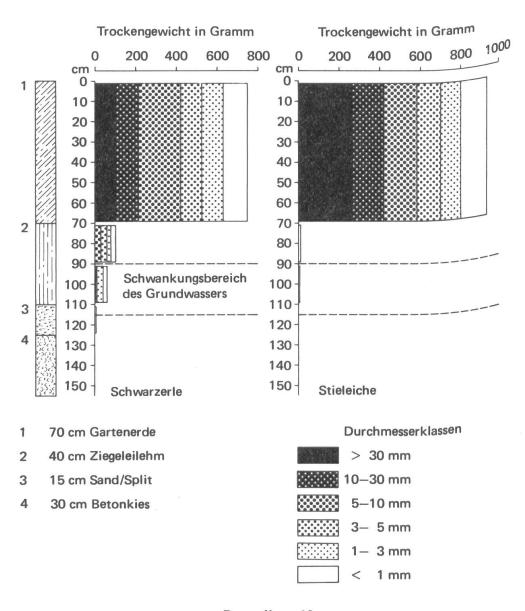


Darstellung 12

Bodenprofil A

Verteilung der Wurzeltrockengewichte nach Durchmesserklassen und Bodenhorizonten

Während die Schwarzerle in der 20 cm dicken Lehmschicht des Profiles Anoch bis 30 mm dicke Wurzeln zu bilden vermochte, waren die dickstell Eichenwurzeln nur bis 10 mm dick. Noch deutlicher zeigt sich die geringere Fähigkeit der Stieleiche, mit dem Wurzelwerk eine bindige Lehmschicht im Grundwasserbereich zu durchdringen, beim Profil B mit der 40 cm dickell Lehmschicht. Während die Schwarzerle in dieser auch noch die untere Hälfte mit bis 10 mm dicken Wurzeln zu durchdringen vermochte, weist dort die Stieleiche noch höchstens 3 mm dicke Wurzeln auf. Das ungleiche Verhalten der beiden Baumarten geht auch aus den Darstellungen 12 und 13 hervor.



Darstellung 13

Bodenprofil B

Verteilung der Wurzeltrockengewichte nach Durchmesserklassen und Bodenhorizonten

Die in der Lehmschicht enthaltenen Wurzelmengen mögen gewichtsmässig auch bei der Schwarzerle als gering erscheinen. Wenn wir jedoch die Wurzellängen pro Liter Boden berechnen, ergeben sich erstaunlich hohe Werte. In der Zusammenstellung 8 sind die Trockenmassen pro Liter Boden Irockenwurzelmasse bei verschiedenen Wurzeldurchmessern und in Zusammenstellung 10 die errechneten Wurzellängen pro Liter Boden.

Zusammenstellung 8. Trocken-Wurzelmasse pro Liter Boden

Profil	Baumart	Erde	Lehm
A	Schwarzerle	19,3 g	3,8 g
	Stieleiche	21,5 g	1,1 g
В	Schwarzerle	8,5 g	1,7 g
	Stieleiche	12,6 g	0,6 g

Zusammenstellung 9. Errechnete Wurzellängen in m

Wurzeldurchmesser	Wurzellänge pro 1 g
0,5 mm	12,7 m
mm	3,2 m
2 mm	0,8 m
3 mm	0,4 m



Grundwasserstand (0,6 bzw. 1,4 m) und einer Lehmschicht in 35 bzw. 70 cm Tiefe.

Zusammenstellung 10. Errechnete Gesamt-Wurzellänge in m pro Liter Boden

Bodenschicht	Schwa	Schwarzerle				Stieleiche		
	Profil	A	Profil	В	Profil	A	Profil	B
	<1 m	m 1–3 m	m < 1 m	m 1–3·m	170jn $1m < 1m$	m 1–3 n	1m < 1m	$m \stackrel{1-3}{\longrightarrow}$
Erdschicht	41,6	1,7	21,6	1,2	37,2	1,7	24,2	1,2
Lehmschicht: obere 20 cm	12,9	0,6	12,1	0,6	9,4	0,2	8,6	0,3
untere 20 cm			8,8	0,6			2,8	0,1

Die berechneten Gesamtwurzellängen dürften nur nach der Grössenordnung stimmen, da die spezifischen Gewichte der Wurzeln verschiedenet Durchmesser nicht bekannt sind und zudem für eine genaue Berechnung eine viel feinere Unterteilung nach Wurzeldicken unerlässlich wäre. Trotzden sind einige aufschlussreiche Feststellungen möglich:

Die Schwarzerle hat in der Lehmschicht des Profiles A und in der oberen Lehmschicht des Profiles B ohne Unterschied der verschieden mächtigen darüberliegenden Erdschicht die gleichen Wurzellängen gebildet. Dies gilt nach der Grössenordnung auch für die Stieleiche. In der Erdschicht weisen beide Baumarten praktisch die gleichen Wurzellängen auf, wobei in der doppelt so hohen Erdschicht die Wurzellängen pro Liter Boden wesentlich geringer sind. Vor allem ist die Länge der Feinwurzeln nur etwas mehr als halb so gross wie in der niedrigen Erdschicht des Profiles A (Schwarzerle



Bild 6

Bewurzelung der Stieleiche bei hohem und tiefem Grundwasserstand (0,6 bzw. 1,4 m) und einer Lehmschicht in 35 bzw. 70 cm Tiefe.



52%, Stieleiche 65%). Die 1—3 mm dicken Wurzeln dagegen sind bei der der Stieleiche überhaupt nur spärlich vorhanden sind.

Die Fähigkeit der Schwarzerle, mit ihren Wurzeln dichte Lehmschichten Verhältnismässig gut zu durchdringen und auch bis in sauerstoffarmes, steden Grundwasser vorzustossen, beruht, wie namentlich Bibelriether in in ich anatomischen Forstzeitschrift» 1964 beschrieben hat, auf den besondegroße, lufthaltige Zellen im Wasserleitungsgewebe (Xylem) auf.

5. Zusammenfassung wesentlicher Ergebnisse

Die in den Jahren 1951 bis 1971 durchgeführten Grundwasserversuche Wurden verschiedenen Einzelfragen und Baumarten entsprechend angelegt. Zusammenfassen:

Es handelte sich vor allem darum, die Ausbildung des Wurzelwerkes und das Wachstum von Jungpflanzen verschiedener Baumarten — von Pappeln, Grundwasserständen, Weiss- und Schwarzerlen — bei zwei verschiedenen und Schwarzerlen zu untersuchen. Ein weiterer Versuch mit Stieleichen prüfen, eine bindige, stark wasserhaltende Lehmschicht zu durchwachsen. baren Bedingungen wurden in einer Versuchsanlage mit genau bestimmberen Bedingungen durchgeführt.

Die Ergebnisse gelten selbstverständlich nur für junge Einzelpflanzen Waldbestände und ältere Bäume übertragen werden:

- Unter natürlichen Bedingungen ist das Grundwasser zumeist bewegt und zweifellos sauerstoffreicher als in der Versuchsanlage. Das Grundwasser wurde zwar in den Versuchsbecken durch einen den festgelegten Wasserstand erhaltenden Zufluss ständig schwach erneuert, war aber doch stehend und sauerstoffarm.
- Die Speisung der Grundwasseranlage erfolgte durch Leitungswasser mit einer Mindestmenge darin gelöster Nährstoffe. Natürliches Grundwasser wäre vermutlich reicher an Mineralstoffen.
- Die Zementrohre mit 40 cm Innendurchmesser erlaubten nur eine sehr beschränkte seitliche Wurzelentwicklung.
- Erfahrungsgemäss unterscheiden sich die Typen der Bewurzelung von Jungpflanzen und älteren Bäumen.

³ Bibelriether, H.: Die Bewurzelung von Schwarzerlen in den Auwäldern von Prek¹ (Slowenien). Allg. Forstzeitschrift, 19 (1964), 638—640.

Anderseits erlauben die Versuchsergebnisse doch wesentliche Vergleiche, weil alle Versuchspflanzen unter genau definierten Bedingungen standen. jahren erreicht werden und sich die physiologischen Eigenschaften der Feinwurzeln mit dem Alter der Bäume kaum wesentlich ändern, dürften gewisse Schligge auf der Mall dem gewisse Schlüsse auf das Verhalten älterer Bäume zulässig sein. Mit den Alter der Bäume ändert sich ber Alter der Bäume ändert sich hauptsächlich die durch die Grobwurzeln gernagte Wurzeltracht Die eine Baume zulassig sein. With gernagte Wurzeltracht Die eine Baume zulassig sein. prägte Wurzeltracht. Die physiologischen Bedingungen für die Feinwurzelt bleiber de und Feinstwurzeln bleiben dagegen während des ganzen Baumlebens, soweit nicht wesentliche Anderweit nicht wesentliche Änderungen der physikalischen und chemischen Boden eigenschaften erfolgen weitert eigenschaften erfolgen, weitgehend konstant. Das homogenisierte Erdmaterial und die Möglichkeit zur Erfolgen und die Möglichkeit zur Erfassung des gesamten Wurzelwerkes, inbegriffen die feinsten Wurzels zur die feinsten Wurzeln mit Durchmesser bis zu einem Zehntelmillimeter weniger erlaubten öbelogisch weniger erlaubten ökologisch wichtige Unterschiede zwischen den untersuchten Baumarten zu orfosser ten Baumarten zu erfassen, welche Untersuchungen unter natürlichen Bedingen kaum zugen der gungen kaum zugänglich sind.

Als wesentliche Untersuchungsergebnisse sind hervorzuheben:

- Die Trockenmassen sowohl der oberirdischen Teile wie der Wurzeln sind im allgemeinen beim tiefen Grundwasserstand grösser. Eine Austrahme macht die Schwarzel nahme macht die Schwarzerle, indem sie beim hohen und tiefen Grundwasserstand praktisch die gleichen Trockenmassen erzeugt hat.
- Der Anteil der Feinwurzeln ist dagegen beim hohen Grundwasserstand absolut und prozentual allegen. absolut und prozentual allgemein grösser.
- Die Verteilung der Wurzelmasse auf die Bodenschichten ist stark vom Grundwasserstand abhängig und bei den einzelnen Baumarten großenteils verschieden Am aus " teils verschieden. Am ausgeprägtesten ist das Wurzelwerk bei der Aspe über dem Grundwasserstend über dem Grundwasserstand und sogar über der Zone des Kapillarwassers ausgehildet Ebones hat in weiter der Zone des Kapillarwassers ausgehildet Ebones hat in weiter der Zone des Kapillarwassers ausgehildet Ebones hat in weiter der Zone des Kapillarwassers ausgehildet Ebones hat in weiter der Zone des Kapillarwassers ausgehildet Ebones hat in weiter der Zone des Kapillarwassers ausgehildet Ebones hat in weiter der Zone des Kapillarwassers ausgehildet Ebones hat in weiter der Zone des Kapillarwassers ausgehildet Ebones hat in weiter der Zone des Kapillarwassers ausgehildet Ebones hat in weiter der Zone des Kapillarwassers ausgehildet Ebones hat in weiter der Zone des Kapillarwassers ausgehildet Ebones hat in weiter der Zone des Kapillarwassers ausgehildet Ebones hat in weiter der Zone des Kapillarwassers ausgehildet Ebones hat in weiter der Zone des Kapillarwassers ausgehildet Ebones hat in weiter der Zone des Kapillarwassers ausgehildet Ebones hat in weiter der Zone des Kapillarwassers ausgehildet Ebones hat der Zone des Zones des Zones der Zones des Zones de sers ausgebildet. Ebenso hat die Weisserle vor allem ihre Grobwurzeln oberflächlich und auch der und oberflächlich und auch den grössten Teil der Feinwurzeln in der bis etwa 40 cm über dem Grundwarzeln in der bis etwa 40 cm über dem Grundwasserniveau liegenden Bodenschicht entwickelt. Eine Anhäufung sowehl der Grund-Eine Anhäufung sowohl der Grob- wie der Feinwurzeln über dem Grundwasserstand zeigen ebenfalle die Gründen die wasserstand zeigen ebenfalls die Stieleiche und die Balsampappel, sich vor allem durch einer sich vor allem durch einen grossen Anteil der Grobwurzeln auszeichnet. Auffallend ist bei den weten der Grobwurzeln auszeichnet. Auffallend ist bei den untersuchten euramerikanischen Pappelhybriden, dass ein ansehnlicher Teil Jeweich dass ein ansehnlicher Teil des Wurzelwerkes in den Grundwasserbereich hineinreicht Obwohl die Gel hineinreicht. Obwohl die Schwarzerle wie die anderen untersuchten Baumarten eine starke Art is 6 Baumarten eine starke Anhäufung der Feinwurzeln unmittelbar über Grundwasserspiegel aufweist Grundwasserspiegel aufweist, wurzelt sie auch beim hohen Grundwasserstand verhältnismässig tief in den in stand verhältnismässig tief, indem ihr Wurzelhorizont bis etwa 70 cm unter den Wasserspiegel wieldt ter den Wasserspiegel reicht.

Beim tiefen Grundwasserstand ist das Wurzelwerk bei allen Baumarten über das ganze Bodenprofil bis in eine Tiefe von 1,5 bis 1,7 m ziemlich gleichmässig abnehmend verteilt. Die allgemein auffallend grosse Bewurzelungstiefe mag zum Teil damit zusammenhängen, dass die gelochten Zementlüber das ganze Profil bis auf den Grundwasserstand einen gewissen
Seitlichen Luftzutritt zum Bodenprofil erlaubt haben.

- In der Fähigkeit zur Durchwurzelung einer Lehmschicht ergab sich ein erheblicher Unterschied zwischen der Schwarzerle und der Stieleiche. Die Trockenmasse der Wurzeln in der Lehmschicht ist bei der Schwarzerle rund dreimal grösser als bei der Stieleiche, wobei es sich bei der Schwarzerle zu 27 % um Wurzeln mit einem Durchmesser unter 1 mm handelt. Bei der Stieleiche beträgt dieser Anteil sogar 66 %, während sie in der Lehmschicht nur wenige gröbere Wurzeln zu entwickeln vermochte.
- Die Wurzellängen pro Liter Boden sind selbst in der Lehmschicht beachtlich gross. Die Erdschicht enthält bei der Schwarzerle wie der Eiche je nach der Tiefe des Bodenprofils eine Gesamtlänge der Wurzeln von etwa 2¹/₂ bis 4 cm pro cm³ Erde. In der oberen Lehmschicht von 20 cm sind in 1 cm³ Lehm von der Schwarzerle Wurzeln in der Gesamtlänge von etwa 1,3 cm gebildet worden. Die Länge der Stieleichenwurzeln beträgt dagegen nur knapp 1 cm. Eine untere Lehmschicht von 20 cm enthält pro cm³ immer noch etwa 1 cm Schwarzerlenwurzeln, während Eichenwurzeln praktisch fehlen. Im Laufe eines ganzen Baumlebens vermag somit vor allem die Schwarzerle durch abgestorbene und neu gebildete feine Wurzeln selbst eine zeitweise wassergetränkte Lehmschicht bis in eine beträchtliche Tiefe aufzuschliessen.

Für die Wasserversorgung und Nährstoffaufnahme der Bäume und damit fahrungsgemäss eine wesentliche Rolle. Diese ist weitgehend auch vom hindurch Grundwasser beeinflussten Böden hängt der Gasaustausch stark von arten auf diese Verhältnisse sehr ungleich reagieren, ist zwar aus praktischer Erfahrung längst bekannt. Experimentelle Untersuchungen zur genaueren behandelten Untersuchungen zeigen, dass eine Erweiterung unseres Wissens Aufwand Geschehnisse im Wurzelraum zumeist nur mit einem erheblichen möglich ist.

Résumé

Recherches sur le comportement des jeunes plants de différentes essences, suivant le niveau des eaux phréatiques

Dans une station expérimentale, station dont le niveau des eaux phréatiques est réglable de façon précise, on a réalisé cinq essais afin d'étudier la conformation de l'appareil radiculaire de l'aune noir, de l'aune blanc, du peuplier baumier, du peuplier de culture, du peuplier tremble et du chêne pédonculé, en rapport avec le niveau des eaux phréatiques, niveau parfois oscillant. Une autre expérience devait mettre en lumière la faculté des racines de l'aune noir et du chêne pédonculé à transpercer une couche argileuse compacte, sous influence des eaux phréatiques.

Les résultats essentiels de ces expériences peuvent se résumer de la manière suivante:

- En règle générale, la quantité de substance sèche des racines et des parties aériennes est plus grande si les eaux phréatiques sont basses. L'aune noir fait exception, produisant la même quantité de substance sèche, le niveau des eaux phréatiques étant élevé ou non.
- La proportion des racines fines est en valeur relative et absolue plus grande, si les eaux phréatiques sont hautes.
- La répartition de la masse des racines dépend fortement du niveau des phréatiques et varie selon les essences. La majeure partie des racines du tremble se trouve au-dessus des eaux phréatiques et même au-dessus des eaux capillarité. Les grosses racines de l'aune blanc sont surtout superficielles et plus grande partie de ses racines fines se développe dans la couche se trouvait à environ quarante centimètres au-dessus des eaux phréatiques. Le peuplier baumier et le chêne pédonculé présentent une accumulation des grosses et fines racines au-dessus des eaux phréatiques, accumulation caractérisée par fines racines au-dessus des eaux phréatiques, accumulation caractérisée peupliers hybrides euraméricains étudiés qu'une partie considérable des racines atteint la zone des eaux phréatiques. L'aune noir, bien que ses racines soient accumulées directement au-dessus de la nappe phréatique, les forme, même si les eaux phréatiques sont élevées, relativement profondément.
- La longueur des racines par litre de terre est même dans la couche argileuse considérablement grande. La longueur totale des racines varie, pour l'aune noir comme pour le chêne, entre 2½ cm et 4 cm par cm³ selon la profondeul. Dans les vingt centimètres supérieurs de la couche argileuse la longueur totale des racines de l'aune noir est d'environ 1,3 cm par cm³, celle du chêne pédon culé d'à peine 1 cm.
- Quant à la capacité des racines à traverser une couche argileuse, on constate une importante différence entre l'aune noir et le chêne pédonculé. La quantité de substance sèche des racines de l'aune noir dans la couche argileuse est environ trois fois plus grande que celle du chêne pédonculé

Traduction: S. Croptiel