

WALDBAUBIOLOGISCHE UND -ÖKOLOGISCHE MÖGLICHKEITEN ZUR ERHÖHUNG DES WASSERDARGEBOTES AUS DEM WALD

Von J. Barner, Freiburg

Wenn ein atmosphärischer Niederschlag, wie z.B. ein Regen auf einen Wald fällt, so schlägt er sich zunächst auf dem Waldkronendach nieder, tropft dann durch sein Geäst und die zahllosen Blätter zu Boden, fließt gleichzeitig entlang den Stämmen der Bäume ebenso zu Boden und dringt anschließend in Boden und Untergrund als Sickerwasser ein und wird zuletzt von den Wurzeln der Bäume wieder aufgenommen, welches dann durch den Transpirationsstromtransport hinauf zu den Blättern der Baumkronen gebracht wird, um wiederum auf dem Wege der aktiven Wasserdampfabgabe der Transpiration in die freie Atmosphäre zu gelangen.

Dasjenige Wasser, das im Boden und Untergrund nicht von den Wurzeln aufgenommen wird, kann in tiefere Gesteinsschichten absinken und kommt zuletzt der Quell- und Bachspende einerseits, sowie der Grundwasservorratsanreicherung andererseits zugute: Quell- und Bachspende, sowie die Grundwasservorratsanreicherung zusammengefaßt, können wir als Wasserdargebot aus dem Walde bezeichnen. Dieses kann vom Menschen als Trinkwasser und von der Industrie als Brauchwasser genutzt werden.

Außer der Tatsache, daß der Wald ein solches Wasserdargebot bieten kann, übt er fraglos auch eine Reihe anderer bedeutsamer Schutzfunktionen aus, wozu u.a. der Lawinen- und Erosionsschutz, die Filterwirkung gegenüber verschiedenen Luftverunreinigungen und die allgemeine Wasserzurückhaltung (Wasserretention), also die Wasserspeicherung im Boden- und Wurzelraum gezählt werden können, die eine stetige und gleichmäßige Wasserabgabe an das Freiland garantiert. Doch darf bei diesen positiv zu bewertenden Funktionen des Waldes nicht außer Acht gelassen werden, daß der gleiche Wald, von dem vor allem in unmittelbarer Nähe von Industrie- und Siedlungsballungszentren ein möglichst großes Wasserdargebot erwartet wird, selbst ein

nicht unbeträchtlicher Wasserverbraucher ist, wobei sein Eigenwasserverbrauch u.U. so groß werden kann, daß unter ungünstigen Umständen für ein Wasserdargebot nach außen kein Wasser erübrigt werden kann.

Mit dem Hinweis auf den Eigenwasserverbrauch des Waldes ist aber nur ein Teil des Problems der Wasserdargebotserhöhung bzw. -verminderung zum Ausdruck gebracht: Eine fühlbare Wasserdargebotsverminderung kann nicht nur allein durch den soeben erwähnten Eigenverbrauch des Waldes infolge Transpiration, also der aktiven Wasserdampfabgabe durch die Blätter zustande kommen, sondern auch durch eine ungünstige Morphologie, also eine ungünstige Gestalt bzw. Aufbauform seiner Bäume, was noch seinerseits verstärkt werden kann durch eine ungünstige Bestandesstruktur. Gerade das Zusammenwirken vieler Einzelbäume zu einem Kollektiv im Sinne eines Baumbestandes, kann sich ganz entscheidend auf einen Gebietswasserhaushalt auswirken, also nicht nur auf den Wasserhaushalt innerhalb der Grenzen des Waldes selbst, sondern auch außerhalb seiner Grenzen, vor allem dort, wo ein größeres Waldwassereinzugsgebiet in den Dienst einer Wasserspeicherwirtschaft, z.B. der Einspeisung von einem oder mehreren Wasserspeicherbecken gestellt ist.

Der gesamte Untersuchungskomplex mündet also ein, einmal in die Untersuchung über eine geeignete Wahl möglichst wassersparender Baumarten oder -rassen. Sie mündet zum anderen ein in die Untersuchung geeigneter Baumformen mit möglichst günstigen wasserableitenden Wirkungen. Dem Ergebnis dieser beiden Untersuchungen aus dem Gebiet der Waldbaubiologie und -ökologie steht zuletzt der waldbautechnische Komplex gegenüber mit dem Ziel mit Hilfe der auf ihre wasserförderlichen Eigenschaften ausgewählten Baumarten und -rassen möglichst günstig wasserableitende Bestandesstrukturen auszuformen, die in ihrer Gesamtheit auf ein optimales Wasserdargebot aus dem Walde ausgerichtet sind.

Wir wenden uns zunächst dem ersten Teilproblem zu, nämlich dem Problem der Auswahl der Baumarten und Baumrassen, im Hinblick auf ihren mehr oder minder sparsamen Eigenwasserverbrauch, was die Durchführung von Transpirationmessungen an Bäumen erfordert. Transpirationsbestimmungen gehen wissenschaftsge-

schichtlich bis auf die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts zurück, wobei einer der ersten erfolgreichen Forscher auf diesem Gebiet ein österreichischer Wissenschaftler mit Namen von HÖHNEL war, der erste Transpirationsergebnisse von unseren Hauptholzarten mitteilte. Er bediente sich damals einer rein gravimetrischen Methode, indem er Gewichts-differenzen von Topfpflanzen infolge unterschiedlich intensiver Wurzelwasseraufnahme bestimmte. Die feuchtigkeitsgesättigte Topferde wurde im Verlaufe einer längeren Versuchszeit, je nach der Intensität unterschiedlich starker Wurzelwasseraufnahme unterschiedlich leichter im Gewicht und diese Gewichtsänderungen dienten ihm als ein Maß für die stattgefunden habende Transpirationsintensität. Eine weitere Methode aus noch früherer Zeit, die von GUETTARD entwickelt wurde, bestand in einer quantitativen Bestimmung des abgegebenen Wasserdampfes in einem die Blätter und Zweige umschließenden wasserdampfaufnehmenden Gefäß, einem Rezipienten, in dem sich der Transpirationswasserdampf zu einer volumetrisch bestimmbaren tropfbaren Flüssigkeit niederschlagen konnte. An diesen beiden historischen Methoden, nämlich an der Feststellung des Wasserverbrauches an der Wurzel und der Wasserdampf-abgabe in unmittelbarer Blattnähe, wurde auch in späterer Zeit im Prinzip festgehalten.

Der Wasserverbrauch an der Wurzel konnte später mit Hilfe verschiedener Lysimeterkonstruktionen erfaßt werden, wobei eine solche Konstruktion einerseits aus einem Bodengefäß, in die die Pflanze eingesät oder eingepflanzt wird und andererseits aus einem Sickerwasserauffanggefäß besteht, in dem das Sickerwasser aufgefangen und bestimmt wird, was von den Wurzeln nicht mehr aufgenommen werden und daher in die tiefere Bodenschicht abgleiten kann. Es gibt Klein- und Großlysimeterkonstruktionen. Kleinlysimeter haben eine Niederschlagsauffangfläche von wenigen Quadratzentimetern oder Quadratdezimetern. Großlysimeter haben eine Niederschlagsauffangfläche von mehreren Ar, also mehreren tausend Quadratmetern Größe. Großlysimeter können mit verhältnismäßig großen unterschiedlichen Vegetationsdecken bedeckt sein, so z.B. auch von einer Walddecke oder einer Grünlanddecke. Sie können auch unterschiedlich bewirtschaftet werden: Walddecken mit unterschiedlich starker oder schwacher Durchforstung, Grünland-

decken mit unterschiedlich starker Nutzung, z.B. unterschiedlicher Beweidung. Das Wasserdargebot, das von diesen Vegetationsdecken übrig gelassen und im Sickerwasserauffanggefäß dieser Großlysimeter bestimmt wird, gibt dann dem Land- bzw. Forstwirt entsprechende Hinweise, wie er technisch vorzugehen hat, um ein möglichst optimales Wasserdargebot zu erreichen.

Die Untersuchung des Pflanzenwasserverbrauches in unmittelbarer Blattnähe kann durch gravimetrische Bestimmung abgeschnittener transpirierender Blätter vorgenommen werden. Dieses Vorgehen bezeichnet man als Momentanmethode: Man entnimmt einer Pflanze ein Blatt, legt es auf eine auf Milligramm genau wiegende Transpirationswaage, stellt die weitere Wasserdampfabgabe infolge Transpiration durch die Gewichtsabnahme der Blätter fest und bezieht die gefundene Gewichts Differenz auf das Blattgewicht oder die Blattoberfläche. Diese gravimetrische Transpirationsbestimmungsmethode oder Momentanmethode (Momentanmethode deshalb bezeichnet, weil die Messungen sich lediglich innerhalb der kurzen Zeitspanne von einer Minute abspielen) ist inzwischen von modernen gasanalytischen Bestimmungsmethoden abgelöst worden, die in der Lage sind, den infolge Transpiration entstehenden Wasserdampf in unmittelbarer Blattnähe quantitativ zu bestimmen, ohne daß die Blätter abgeschnitten werden müssen. Man muß in einem solchen Fall die transpirierenden Organe, Blätter oder Zweige, von einer Küvette umschließen, ähnlich, wie dies in früheren Zeiten durch Einschluß eines Rezipienten geschah, so daß man dann nicht nur den Wasserdampf während einzelner kurzer Zeitschnitte bestimmen, sondern auch ihn laufend registrieren kann. Man kann damit Einblicke in den Verlauf und das Ausmaß des Wasserverbrauches während einer längeren Zeit, z.B. einer ganzen Vegetationsperiode gewinnen. In letzter Zeit ging man in USA dazu über, nicht nur einzelne Pflanzteile oder ganze Pflanzen in solche Küvetten, sondern ganze Baumbestände einzuschließen bzw. mit durchsichtigen Kunststoff-Folien einzuzelten. Dies erfordert aber eine weitgehende Übertragung der klimatologischen Verhältnisse vom Äußeren des Zelttes in das Zelt- bzw. Bestandesinnere, was dadurch geschieht, daß mit Hilfe eines elektronisch gesteuerten Klima- und Windaggregats die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse und gleichzeitig auch die Windströmungsverhältnisse in das Innere des Zelttes übertragen

werden. Nur dann ist es möglich, eine Wasserdampfdifferenzmessung durchzuführen, ähnlich, wie dies auch in einem Windkanal möglich ist, indem man den Wasserdampfgehalt am Luftein- und -ausgang der betreffenden Einrichtung bestimmt. Diese Versuchsanordnung bietet den Vorteil, daß man hierbei der nicht unbeträchtlichen Extrapolationsschwierigkeiten behoben ist, wie sie bei allen anderen Transpirationsbestimmungsmethoden, auch bei der Momentanmethode notwendig ist, um vom Transpirationsergebnis eines Pflanzenteils, etwa eines Blattes, eines Zweiges oder einer Einzelpflanze auf einen ganzen Bestand schließen zu können.

Meine Mitarbeiter und ich haben nun versucht, einen dritten Weg einzuschlagen, der im Grunde genommen auf das Vorgehen von von HÖHNEL zurückgreift: Wir führten zwar keine gravimetrischen Bodenfeuchtigkeitsveränderungsbestimmungen durch, wie er dies tat, sondern durchstellten den Boden von Baumbeständen mit Bodenfeuchtigkeitsbestimmungsgeräten. Und hier stellte sich bei vergleichbarer Ausgangslage: Vergleichbarem Alter der zu untersuchenden Bestände, vergleichbarer Stammzahl, vergleichbarem Pflanzenverband und vergleichbarer Spiegellage des vorhandenen Grundwasserspiegels heraus, daß je nach unterschiedlicher Intensität der Wurzelwasseraufnahme der Boden unterschiedlich stark austrocknete, was in unterschiedlich hohen Bodenfeuchtigkeitswerten zum Ausdruck kam. Eine solche Bestimmung hat aber nur Aussicht auf Erfolg, wenn die soeben erwähnten Vergleichbarkeiten auch wirklich eingehalten werden können.

Das Endresultat solcher und ähnlicher Bemühungen sind sogenannte vergleichende Transpirationsreihenergebnisse, die entweder in Form von absoluten Werten oder relativen Werten angegeben werden können. Relative Transpirationsangaben haben den Vorteil einer erleichterten Vergleichbarkeit, weil man von einer standardisierten Ausgangsholzart ausgehen kann, z. B. der Fichte, deren Transpirationswert gleich 100% gesetzt werden kann, wobei sich dann alle anderen untersuchten Holzarten entsprechend einreihen lassen, deren Werte je nach dem Ausmaß ihres Eigenwasserverbrauches über dem Wert 100% oder unter dem Wert 100% liegen können.

Das nächste Teilproblem, nämlich die Untersuchung und Beurteilung der jeweiligen Baumform im Hinblick auf ihre hinderliche oder förderliche Wasserableitung zum Waldboden, ist fast ebenfalls so alt, wie die Bemühung um das Transpirationsproblem. Es existiert eine aus dem Jahre 1912 stammende Schrift eines bedeutenden Waldbauers mit Namen KAUTZ, die den Titel trägt: "Der Schutzwald - forst- und wasserwirtschaftliche Gedanken". KAUTZ hatte bereits zu seiner Zeit alle in Frage kommenden bestandeshydrologischen Grundgrößen gekannt, die in der Forsthydrologie eine Rolle spielen: Die niederschlags-abhaltende Wirkung der Baumkronen infolge kronenoberflächlicher Verdunstung des Niederschlagswassers, also jenes Niederschlagswassers, das schon gar nicht auf dem Waldboden auftritt: Diese Größe wird als Interzeption bezeichnet. Zum anderen ist dies das den Stamm entlangfließende Wasser, das auf dem Boden ankommt: Diese Größe wird als Stammabfluß bezeichnet. Dann ist dies das durch die vielen Äste und Blätter hindurchtropfende Wasser, das ebenso auf dem Boden ankommt: Dies ist der sogenannte Kronendurchlaßniederschlag. Dann ist dies die Größe der Bodenverdunstung, also die Verdunstung jenes auf den Boden auftreffenden Wassers, das in den Boden nicht einsickern kann und infolgedessen verdunstet und wieder in die Atmosphäre entweicht und zuletzt ist dies das Bodensickerwasser, das der Wurzelwasseraufnahme und zuletzt der Quell- und Bachspende, sowie der Grundwasservorratsanreicherung zugute kommt.

KAUTZ wies bereits 1912 auf die wasserwirtschaftlich unterschiedlich zu beurteilenden Baumformen verschiedener Holzarten hin und schrieb u.a. "Entgegen der Fichte streckt die Buche, auch noch die bejahrte Buche, ihre Äste im spitzen Winkel vom Stamme gen Himmel. Daher sammelt sich das Wasser in der Buchenkrone an den Zweigen, um in erheblichem Maße am Stamme herunter zu rinnen und an den Gleitflächen der Wurzeln tief in den Erdboden zu gelangen. Das ist der rechte Ort, wo das Wasser vor oberflächlicher Verdunstung geschützt länger aufbewahrt werden kann, um langsam und nachhaltig den Bächen zugeführt zu werden. Ist die Fichte der "Regenschirm", der wenig von den Niederschlägen unter seinen Kronenschirm gelangen läßt, so ist die Buche der "Regentrichter", der jeden nicht gleich oben verdunstenden Wassertropfen tief in den Boden unter dem

Bereich seiner Krone gelangen läßt."

In der Tat sind die Kronendurchlaß- und Stammabflußwerte einerseits, sowie die Interzeptionswerte zwischen Buche und Fichte andererseits sehr verschieden: Wir haben bei der Buche einen mittleren Kronendurchlaß von etwa 60% des Freilandniederschlages und einen Stammabflußwert von 11% und somit einen mittleren Interzeptionswert von 29%.

Wir haben bei der Fichte einen mittleren Kronendurchlaß von 50% und einen Stammabflußwert von 7% und somit einen mittleren Interzeptionswert von 43%, ein Interzeptionswert, der nur noch von der Tanne übertroffen werden kann. (Werte nach KIRWALD unter Zugrundelegung einer Jahresniederschlagssumme von 700 mm).

Wie KAUTZ bereits im Jahre 1912 richtig bemerkte, ist in wasserwirtschaftlicher Hinsicht die Unterscheidung zwischen "Regenschirmbäumen" und "Regentrichterbäumen" auf Grund ihrer unterschiedlichen Aststellung von grundlegender Bedeutung, weil eben durch die damit zustandegebrachte unterschiedliche Baumform in einschneidender Weise die bestandeshydrologischen Grundgrößen verändert werden können, also die Werte der niederschlagsabhaltenden Wirkung des Kronendaches oder der Interzeption, die Werte des Stammabflusses, des Kronendurchlasses, die natürlich auch eine Veränderung der Werte der Bodenverdunstung und des Bodensickerwassers im Gefolge haben.

Meine Mitarbeiter und ich gingen nun in den letzten Jahren den baummorphologischen Unterschieden verschiedener Baumarten, aber auch verschiedener Baumrassen und ihrer bestandeshydrologischen Wirkung experimentell nach, zumal das Studium baummorphologischer Besonderheiten dann von Bedeutung ist, wenn es weniger um die Unterscheidung morphologisch deutlich verschiedener Arten, wie dies bei der Fichte und der Buche der Fall ist, als vielmehr, wenn es um die Unterscheidung morphologisch deutlich verschiedener Rassen geht, die aber ein- und derselben Baumart angehören, wobei die gefundenen Unterschiede größer ausfallen können, als die von Baumarten allein. So untersuchten wir u.a. die hydrologische Auswirkung der Formen verschiedener Japanischer Lärchen- und Douglasien- und Kiefernrasen.

Wir gingen auf zweierlei Weise vor: Wir führten mit Zentimetermaß und Winkelbestimmungsgeräten genaue morphometrische Aufnahmen von Bäumen durch und zeichneten entsprechende Morphogramme auf und fanden, daß hauptsächlich drei Kriterien für die Ergiebigkeit des Wasserdargebotes bestimmend sind: Der mittlere Winkel der Astwinkelfolge aller Äste von der Baumbasis bis zur Baumspitze. Die Astlängensumme dieser Äste, weil es einen Unterschied ausmacht, ob das Wasser auf einer langen Aststrecke oder kurzen Aststrecke abgeleitet wird. Speziell für die Größe des Stammabflusses spielt jedoch nur jene Aststrecke eine bestimmende Rolle, die das Wasser tatsächlich zum Stamm hinführt und nicht - wie dies z.B. bei sogenannten Kandelaberästen der Fall ist, daß ein Teil des Wassers vom Stamm weggeführt wird und lediglich als Kronendurchlaßniederschlag zu Boden gelangen kann, so daß also nicht das eintreten kann, wie KAUTZ es umschrieb, daß das Wasser "in erheblichem Maße den Stamm herunter rinnen kann, um an den Gleitflächen der Wurzeln tief in den Boden zu gelangen."

Wir gingen auf einem zweiten experimentellen Weg den einzelnen Details der Baumformen und den mit ihnen verbundenen hydrologischen Auswirkungen dadurch nach, indem wir Einzelbäume teils im Bestand, aber auch außerhalb eines Bestandes mit Hilfe eines Gerüstes umgaben, das über das Baumkronendach hinausragte. Dadurch war es uns möglich, von der obersten Gerüstebene aus über dem Baumkronendach einen Kunstregen zu versprühen von unterschiedlicher Niederschlagsintensität, um die Auswirkungen auf den Kronendurchlaß und Stammabfluß, aber auch auf die anderen bestandeshydrologischen Hauptgrößen zu studieren. In der weiteren Folge untersuchten wir an den Bäumen experimentell herbeigeführte morphologische Veränderungen: Veränderung der Astablaufwinkel, indem wir bis zu einem bestimmten Grad die Äste nach unten oder nach oben abbogen, Veränderung der Astlängen und deren wasserführende Strecke durch Einkürzung der Äste, um somit im Laufe der Zeit möglichst alle morphologischen Details kennenzulernen, die sich bestandeshydrologisch auswirken, die also einen unmittelbaren Einfluß auf den Kronendurchlaß und Stammabfluß nehmen.

Wir haben bis jetzt lediglich die beiden Bestimmungsgrößen

Eigenverbrauch (Transpirationszahlen) und die bestandeshydrologischen Grundgrößen im Zusammenhang mit unterschiedlicher Baummorphologie behandelt. Nun hat es der Waldbauer weniger mit Einzelbäumen zu tun, als mit ganzen Baumbeständen, deren Baumkollektiv technisch unterschiedlich behandelt werden kann. Die unterschiedliche Behandlung beginnt bereits bei der Wahl des Pflanzenverbandes bei Begründung der Kultur. Die unterschiedliche Behandlung setzt sich dann fort mit der unterschiedlich schwachen oder starken Stammzahlenentnahme im Laufe des weiteren Bestandeslebens. Die unterschiedliche Bestandesbehandlung kann dabei völlig verschiedene hydrologische Wege einschlagen: Je nachdem, ob die Stammzahlenentnahme von Bäumen aus der Bestandesunterschicht oder von Bäumen aus der Bestandesoberschicht des Kronendaches erfolgt, wobei zwei grundlegende Arten der Stammzahlenentnahme existieren, die Stammzahlenentnahme auf dem Wege der sogenannten Niederdurchforstung und die Stammzahlenentnahme auf dem Wege der Hochdurchforstung, wobei bei der letzteren Art von Durchforstung, also der Hochdurchforstung, bewußt das obere Kronendach durchbrochen wird, so daß noch am ehesten Aussicht besteht, die Interzeption zu vermindern und den Kronendurchlaßniederschlag im Sinne des Einbaus von "Regentrichtern" nach KAUTZ zu vermehren, um möglichst viel Niederschlagswasser zum Waldboden gelangen zu lassen.

Man kann sich nun gedanklich vorstellen, daß man die Auflockerung des Bestandes bis zu einem Extrem steigern könnte, um extrem hohe Waldbodenniederschläge zu erhalten. Aber dies kann zu einem Trugschluß führen: Durch extreme Auflichtung treten nämlich eine Reihe von Erscheinungen zu Tage, die berücksichtigt werden müssen: Einmal geht die Waldbodenbeschattung verloren und es entsteht eine vermehrte Unkrautdecke und Strauchdecke, die durchaus stärker interzipierend wirken kann, als das geschlossene Kronendach des erwachsenen Bestandes. Zum anderen verändert sich die Morphologie der Bäume nach zwei Richtungen hin: So lange unter der gegenseitigen Beeinflussung des Bestandeskollektivs eine gegenseitige Überschneidung oder zumindest eine Berührung der Baumkronen vorhanden war, behielten die Äste einen einmal eingenommenen Astwinkel bei. Sobald die Kronenberührung aufgehoben wird und eine sogenannte Kronenabwölbung eintritt, so daß die Äste in die Kronenlücken

einwachsen können, setzt ein verstärktes Astlängenwachstum mit einer Aststellung ein, die mehr nach der Waagrechten hin tendiert, was zu stumpfen Astablaufwinkeln führen kann. Ja, es kann sogar zu einem kandelaberartigen Astwachstum kommen, was zumindest die Größe der wasserführenden Aststrecken und somit des besonders wertvollen Stammabflusses vermindert.

Es kann aber noch ein anderes mit der Freistellung des Baumes verbundenes Phänomen eintreten: Der Blattcharakter ändert sich auf Grund der veränderten Lichtverhältnisse einschneidend: Solange die Bäume im Dichtscluß standen, konnte noch ein deutlicher physiologischer Unterschied zwischen Ober- und Unterkrone getroffen werden und zwar in dem Sinne, daß die dem Freilandlicht ausgesetzte Oberkrone ausschließlich Sonnenblätter oder Sonnennadeln mit durchschnittlich hoher absoluter Transpirationsintensität ausbildet. Die von der Oberkrone beschattete Unterkrone hat hingegen weitgehend Schattenblätter mit durchschnittlich niedrigerer absoluter Transpirationsintensität. Wandelt sich Ober- und Unterkrone infolge allmählicher Freistellung dahingehend um, daß der Baum zuletzt ausschließlich Lichtblätter bzw. Lichtnadeln bildet, so können wir u.U. recht hohe Transpirationsintensitäten in Form eines Luxuskonsums des Eigenwasserverbrauches erwarten, was dann seinerseits wieder den infolge der Freistellung zustandegebrachten erhöhten Zufluß des Sickerwassers zu den Baumwurzeln aufzuheben vermag. In der Tat weisen neuere Transpirationsmeßergebnisse von extrem freigestellten Bäumen auf einen solchen Luxuskonsum auf dem Wege der Transpirationswasserdampfabgabe hin. Außerdem weisen auch hydrologische Abflußergebnisse aus ganzen Wassereinzugsgebieten auf einen weiteren Umstand hin: Man bestimmte das aus einem Wassereinzugsgebiet herausfließende Abflußwasser mit Hilfe von Meßwehren und kam zum Ergebnis, daß im Verhältnis zu einer erfolgten extremen Freistellung der Bäume und damit verbundener extremen Reduzierung der Stammzahl und gleichzeitig reduzierten Stammkreisfläche, die erwartete Zunahme des Abflusses unverhältnismäßig gering ausfiel, so daß extreme Stammzahlenreduzierungen mit unverhältnismäßig geringer Wasserdargebots-ergiebigkeit erkaufte werden mußten.

Bei der Ausgestaltung unterschiedlicher Bestandesstrukturen können somit zwei ungünstige bestandeshydrologische Situa-

tionen entstehen: Einmal durch extremen Dichtschluß, wodurch der Kronendurchlaß und auch der Stammabfluß zu stark gedrosselt würde, wobei zwar die Bodenverdunstung in Grenzen gehalten werden könnte, aber die Interzeptionswerte Maximalwerte erreichten. Als Endergebnis bekämen wir ein Minimum an Wasserdargebot aus dem Walde. Das andere Extrem wäre extremer Weitstand der Bäume, der dann zwar zu einer Erhöhung des Kronendurchlasses führen würde, jedoch zu einem nicht sonderlich erhöhten Stammabfluß, weil das den Stamm hinunter rinnende Wasser bei Weitstand und entsprechender Besonnung und Windumströmung zu einer Verdunstung des Stammabflußwassers führen würde. Außerdem würde die Bodenverdunstung infolge des Wegfalles der kronenverdunstungsmindernden Wirkung des Kronendaches erheblich gesteigert. Zusätzlich wäre zuletzt damit zu rechnen, daß infolge des Weitstandes die Baumkronen sich weitgehend zu Lichtkronen mit überwiegenden Lichtblättern umbilden würden mit entsprechend erhöhten oder sogar überhöhten Transpirationsintensitäten, so daß all diese Veränderungen zusammen genommen zu einem nur unbedeutenden Betrag des Waldwasserdargebotes führen würden.

Das Optimum des Waldwasserdargebotes liegt sicher irgendwo zwischen diesen beiden Extremen. Es läßt sich in jedem Waldbestand durch das mit dem optimalen Waldwasserdargebot verbundene ökologisch bestimmbare Auflichtungsprozent fixieren. Wo es genau liegt und wo es im einzelnen zu suchen ist, ist nunmehr heute Aufgabe der forsthydrologischen Forschung geworden. Es ist einmal zu suchen in einer möglichst geringen Transpiration, d.h. in einem möglichst geringen art- und rassenspezifischen Eigenwasserverbrauch der Bäume. Es ist zum anderen zu suchen in einer möglichst geeigneten Ausgestaltung dieser Bäume, deren Morphologie so beschaffen sein muß, daß das Niederschlagswasser möglichst schnell und unverdunstet zum Boden und Untergrund gelangen kann. Es ist zuletzt zu suchen in einer hierzu passenden optimalen Bestandesstruktur, die in jedem Falle frei von Extremen sein muß, also von übertriebenem Dichtschluß und übertriebenem Freistand der diese Bestandesstruktur bildenden Glieder.

LITERATURVERZEICHNIS

- AL-SARAF, S.: Hydrologische Untersuchungen in waldbaulich unterschiedlich behandelten Japanischen Lärchenbeständen, Freiburger Dissertation, 1973.
- BARNER, J. : Die Bedeutung der Baummorphologie für die Holzartenwahl in Trockengebieten, Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1953.
- BARNER, J. : Die Wechselwirkungen von Wald und Wasser im Lichte der amerikanischen Forschungen, Mitteilungen des Arbeitskreises "Wald und Wasser", Nr. 4, 1961.
- BARNER, J. : Wege zu einer vergleichenden Verfahrensforschung im Waldbau, Aus: Forstwissenschaft im Dienste der Praxis, BLV - Verlag, München, Basel, Wien, 1961.
- BARNER, J. : Experimentelle Methoden und Ergebnisse zur Klärung der Wechselwirkungen zwischen Wald und Wasserhaushalt, Schriftenreihe der Forstlichen Abteilung der Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, 1964.
- BARNER, J. : Experimentelle Ökologie des Kulturpflanzenanbaus, Verlag Paul Parey, Hamburg, 1965.
- BARNER, J. : Zur Winterfeuchtigkeit unter Japanlärche, Allgemeine Forstzeitschrift, 1968.
- BAUMGARTNER, A.: Der Wald als Umweltfaktor in der Grenzschicht Erde/Atmosphäre, Veröffentlichungen der Meteorologischen Gesellschaft München, Weihenstephan, 1973.
- GUETTARD, J.S.: Mémoire sur la Transpiration insensible des plantes, Hist. Acad. Roy. Sci., Paris, 1748.
- HADRI, H. : Ein hydrometrischer Vergleich zwischen Beständen der Japanischen Lärche und Douglasie, Freiburger Dissertation, 1974.
- HÖHNEL, F.v. : Über die Transpirationsgröße der forstlichen Gewächse mit Beziehung auf die forstlichmeteorologischen Verhältnisse, Mitt. Forstl. Versuchswesen Österreichs, 1881.

- HOERNSTEIN, P. : Untersuchungen über den Stammabfluß an Koniferen, Freiburger Dissertation (In Bearbeitung).
- KAUTZ, H. : Schutzwald - Forst- und wasserwirtschaftliche Gedanken, Verlag Julius Springer, Berlin, 1912.
- KIRWALD, E. : Grundzüge der Forstlichen Wasserhaushaltstechnik, einschließlich der Wildbachverbauung, Verlag J. Neumann, Neudamm, 1944.
- KRAHL, W. : Hydrologische Studien in einem Japanischen Lärchenbestand, Diplomarbeit der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg, 1969.
- ROSENSTOCK, A. : Hydrologische Studien in einem Douglasienbestand, Diplomarbeit der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg, 1969.
- STALFELT, M.G. : Der Einfluß der Durchforstung auf die Funktion der Nadeln und auf die Ausbildung der Baumkrone bei der Fichte, Stockholm, 1973.
- STOCKER, O. : Meßmethoden der Transpiration, Aus: Handbuch der Pflanzenphysiologie von W. RUHLAND, Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1956.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Jörg Barner,
Leiter der Forschungsstelle für
Experimentelle Landschaftsökologie
der Universität,
D - 78 Freiburg i.Br.
Belfortstraße 18 - 20
Rückgebäude, III. OG.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen aus dem Institut für Umweltwissenschaften und Naturschutz, Graz](#)

Jahr/Year: 1975

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Barner Jörg

Artikel/Article: [Waldbaubiologische und -ökologische Möglichkeiten zur Erhöhung des Wasserdargebotes aus dem Wald. 27-39](#)