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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 131 (1980)

Heft: 7

Artikel: Hydrologische Einwirkungen des Waldes in den Wildbacheinzugsgebieten Griechenlands

Autor: Kotoulas, D.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766555

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: 15.07.2025

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

Hydrologische Einwirkungen des Waldes in den Wildbacheinzugsgebieten Griechenlands

Von *D. Kotoulas*, Thessaloniki
(Institut für Gebirgswasserbau der Aristoteles-Universität)

Oxf.: 116.1 : (495)

1. Die Waldverhältnisse Griechenlands und die hydrologische Bedeutung des griechischen Waldes

Griechenland weist einen ausgesprochenen Gebirgscharakter auf. Sein Flachland (< 200 m ü. NN) umfasst nur 34,6 % der Gesamtfläche, das Hügel- und Bergland (200 bis 1000 m ü. NN) erstreckt sich auf 54,4 % und herrscht somit vor; es folgen das Gebirgs- und Hochgebirgsland (1000 bis 2000 m ü. NN) mit 10,5 %, während das alpine Gebiet (2500 bis 3000 m ü. NN) mit 0,50 % sehr begrenzt ist (Kotoulas, 1972). Somit könnte Griechenland von Wald bedeckt sein, denn 99,5 % seiner Oberfläche liegen unterhalb der Waldgrenze (1800 bis 2000 m ü. NN).

Der griechische Wald war mehr oder weniger einem intensiven anthropogenen Einfluss ausgeliefert, der seine Verteilung und Struktur stark beeinflusste und zur folgenden Aufteilung der Landesoberfläche führte: Wälder 18,6 %, Gebirgsweiden, Gebüsche 44,5 %, Ackerbau, Obstkulturen 29,4 %, unproduktive Flächen 6,0 %, Sümpfe und Seen 1,5 %. Weiter ist die Aufteilung der Waldflächen nach Betriebsart wie folgt: Hochwald 36,4 %, Mittelwald 16,8 %, Niederwald 46,8 % (*Dafis*, 1967). Was die Holzarten anbetrifft, so herrschen die sommergrünen Laubbäume vor. Somit kann Griechenland mit seinen 18,6 % Waldfläche unter die ärmsten Waldländer Europas eingeordnet werden.

Die kleinen, im ganzen Land verstreuten Waldflächen Griechenlands haben deshalb eine sehr geringe schützende und hydrologische Einwirkung. Diese Nachteile werden teilweise von Gebüschen (vorwiegend Kermeseichengebüsche) ausgeglichen, die den Unterwuchs von zerstörten Wäldern bilden, denn sie nehmen 44,56 % der Gesamtfläche des Landes ein.

Die hydrologische Bedeutung des griechischen Waldes wird von den Klimaverhältnissen des Landes bestimmt. Griechenland weist beträchtliche jährliche Niederschlagsmengen auf. In seinem Hügel- und Bergland fallen z. B. jährlich 760 bis 1320 mm, im Gebirgs- und Hochgebirgsland 1320 bis

2020 mm und im alpinen Gebiet über 2020 mm (Kotoulas, 1972). Mit steigender Meereshöhe nehmen die Schneehöhe und Regenintensität (Gewitter) zu, während die Lufttemperatur abnimmt und das Klima rauher wird. Der griechische Raum ist also nicht wasserarm, wie allgemein angenommen wird. Der Grund für diese Ansicht ist auf die unregelmässige Verteilung der Niederschlagsmenge innerhalb des Jahres zurückzuführen, denn während der Sommermonate herrscht in allen Höhenstufen eine trockene, warme Periode, deren Intensität und Ausdehnung mit der Zunahme der Meereshöhe abnimmt. Der Sommer weist also in Griechenland hohe Temperaturen auf und ist regenarm.

Der gebirgige Charakter der griechischen Landschaft und die stark einwirkenden Klimaverhältnisse in Verbindung mit dem empfindlichen geologischen Untergrund des Landes haben die Bildung von mehr als tausend grossen Wildbächen zur Folge, die im ganzen Land verstreut sind und bedeutende Schäden verursachen. Der Mangel an ausreichendem Waldmantel trägt viel dazu bei.

Aufgrund der herrschenden Klimaverhältnisse wird Griechenland vom Standpunkt der Hydrologie durch das unregelmässige und für die menschlichen Bedürfnisse unrationelle Wasserdargebot gekennzeichnet. Dieser unkontrollierbare Wasserhaushalt, das heisst plötzliche, kurzfristige, starke HW-Abflüsse infolge Starkregen, vorwiegend Gewitter, die ausgedehnte Überschwemmungen verursachen, Niedrigwasser bzw. Abflussmangel infolge Sommerdürre, der den Bedarf an Trink- und Industriewasser, Bewässerung, Stromerzeugung besonders stark ansteigen lässt, ist ein Merkmal des griechischen Raumes.

Demzufolge ist das hydrologische Ziel des griechischen Waldes die Kontrolle des Wasserdargebotes innerhalb der Sammelgebiete der kleineren Wasserläufe, nämlich in den Wildbach-Einzugsgebieten, das heisst der kontrollierbare Wildbach-Wasserhaushalt. Hierin sind enthalten die Abnahme bzw. Abflachung der Hochwasserwellen infolge intensiver Niederschläge oder Schneeschmelze und die Zunahme bzw. Erhöhung des Nieder- bzw. Mittelwassers sowie die Verbesserung der Bodendurchlässigkeit und somit die Zunahme des Sicker- und Quellwassers im Bachraum, die zur Bereicherung des Grund- und Quellwassers führt.

Eine solche forsthydrologische Zielsetzung stellt aber folgende Grundforderungen:

— Erhöhung der hydrologischen Einwirkung der vorhandenen Wälder durch geeignete Waldpflege bzw. Bewirtschaftung, die auch zu ihrer Strukturverbesserung führt.
— Wiederbewaldung der ausgedehnten Ödflächen des Landes mit geeigneten Pflanzenarten durch grossräumige Aufforstungen in Wildbach-Einzugsgebieten.

Dies setzt aber das Vorhandensein von Spezial-Grundkenntnissen über den forsthydrologischen Gesamtprozess und somit entsprechende intensive Forschungstätigkeit voraus.

2. Die forsthydrologische Forschung in Griechenland

In Griechenland ist für die Wildbachverbauung nach dem Vorbild von Österreich der griechische Forstdienst zuständig. Dazu trägt auch die gute bautechnische Ausbildung der griechischen Forstingenieure bei. Die forsthydrologische Behandlung der Wildbach-Einzugsgebiete ist deshalb ein Teilzweck der griechischen Wildbachverbauung, und dementsprechend werden die forsthydrologischen Untersuchungen im Rahmen der allgemeinen Wildbachforschung betrieben (*Margaropoulos,* 1976). Die Erforschung der forsthydrologischen Probleme wird von den zwei griechischen Forschungsanstalten in Athen und Thessaloniki sowie vom Institut für Gebirgswasserbau an der Aristoteles-Universität von Thessaloniki durchgeführt und durch Staatskredite finanziert.

Die ersten forsthydrologischen Beobachtungen in Griechenland bezüglich der hydrologischen Wald- sowie Kultureinwirkungen in Wildbach-Einzugsgebieten fallen zusammen mit dem Beginn der Durchführung von intensiven Wildbachverbauungen, vorwiegend im nordgriechischen Raum um 1930. Systematische forsthydrologische Forschungen begannen allerdings erst nach 1960, wurden aber nur in den letzten Jahren besonders intensiviert. Das Programm der FAO/UNDP/FAO/GRE 20/230 «Förderung der Waldforschung Griechenlands» hat viel dazu beigetragen, denn damit wurde der Aufenthalt in Griechenland der Forsthydrologen *H. Anderson* (für zwei Monate im Jahre 1968 und *B. Heede* (1968 bis 1969) ermöglicht, die zur Systematisierung und Organisierung nach internationalem Vorbild der forsthydrologischen Forschung beigetragen haben.

Die forsthydrologischen Forschungsprogramme, die in Griechenland bis jetzt durchgeführt wurden bzw. noch im Lauf sind, können wie folgt zusammengefasst werden:

a) Einzelne Untersuchungen zur Bestimmung der Grösse verschiedener forsthydrologischer Faktoren, ohne Berücksichtigung aber des zugehörigen forsthydrologischen Prozesses. Hierin sind enthalten Untersuchungen über den Einfluss des Waldes sowie der Kulturen, die nach ausgedehnten Aufforstungen in Wildbacheinzugsgebieten entstanden, auf die Porosität und die Wasserdurchlässigkeit des Bodens sowie auf die Wassereinsickerung und -speicherung im geologischen Untergrund, über die Evapotranspiration der Wald- und Kulturbestände, über die Wasserkapazität der Streu usw. in verschiedenen Wildbach-Einzugsgebieten.

b) Untersuchungen in Waldbeständen zum Studium von einzelnen forsthydrologischen Prozessen und ihrer Wechselbeziehungen. Hierunter gehören Untersuchungen über die forsthydrologischen Einwirkungen von Waldbeständen aus verschiedenen Holzarten auf die Niederschläge (Niederschlagszurückhaltung, Kronenbenetzung, Stammabfluss, Stammbenetzungswert, Niederschlags- bzw. Schneedurchfall). Die meisten davon sind auch mit Hinweisen der ausländischen Fachleute eingerichtet. Sie werden vorwiegend im nordgriechischen Raum durchgeführt und von der forstlichen Forschungsanstalt von Thessaloniki geleitet. Zu den interessantesten gehören diejenigen über die forsthydrologischen Einwirkungen von Hartkieferkulturen, von Buchenbeständen und Kermeseichengebüschen in verschiedenen Wildbach-Einzugsgebieten Ost-Mazedoniens sowie von Eichenbeständen in Niederwäldern der Chalkidike.

c) Untersuchungen in kleinen Experimental-Einzugsgebieten zur Bestimmung der gesamthydrologischen Waldeinwirkungen und besonders des Waldeinflusses auf den Wasserhaushalt. Derartige Forschungsprogramme werden vorwiegend in Zentral- und Südgriechenland von der forstlichen Forschungsanstalt in Athen durchgeführt. Die Forschungsplanung, die Auswahl der Einzugsgebiete sowie die Einrichtung der geeigneten Wassermessstationen begann nach 1970 und erfolgte durch die obige Anstalt in enger Zusammenarbeit mit den erwähnten FAO-Experten, vor allem mit B. Heede unter besonderer Berücksichtigung der Vorschriften der UNESCO im Handbuch «Representative and experimental basins, an international guide for research and practice» (1970). Bis heute sind folgende Versuchsstationen eingerichtet worden:

— West-Griechenland: Eine Gruppe von Experimental-Einzugsgebieten wurde 18 km weit von der Stadt Amphilochia und 3 km weit vom See Kastraki eingerichtet. Mittlere Seehöhe: 500 m ü. NN, Gesamtfläche: 8 km², Gesteinsart: Flysch. Von den mehreren örtlichen kleinen Einzugsgebieten sind heute nur drei in Betrieb mit Gesamtflächen von 1,8, 1,4 und 1,5 km². Hauptziel: Untersuchung der forsthydrologischen Gesamteinwirkung der Eichenwälder und der immergrünen Laubbäume.

— Zentral-Griechenland: Zwei Paar Experimental-Einzugsgebiete wurden 15 km östlich der Stadt Karpenissi eingerichtet. Mittlere Seehöhe 1200 m ü. NN, Gesteinsart: Flysch, Grösse der Einzugsgebiete: 1,4 und 1,6 km² für das erste sowie 0,6 und 0,7 km² für das zweite Experimental-Paar. Hauptziel: Untersuchung der forsthydrologischen Gesamteinwirkung der Tannenwälder.

— Ost-Griechenland: In der Nähe des Dorfes Athanate (Metiliyia) auf dem Berg Ossa (Kissabos) wurden zwei Gruppen von Experimental-Einzugsgebieten eingerichtet. Gesteinsart: Schiefer. Gruppe A: mittlere Seehöhe 800 m ü. NN, Einzugsgebiete: drei, jedes von 100 bis 160 ha, Hauptziel: Untersuchung der forsthydrologischen Gesamteinwirkung der immergrü-

nen Laubbäume. Gruppe B: mittlere Seehöhe 950 m ü. NN, Grösse des einzigen Einzugsgebietes: 3,5 km², Hauptziel: Untersuchung der forsthydrologischen Gesamteinwirkung der Buchenwälder.

Zur Durchführung der einzelnen forsthydrologischen Untersuchungen wurden keine standardisierten Verfahren angewendet; für diejenigen in Waldbeständen wurde das Versuchsflächen-Verfahren benutzt, während im Fall von Untersuchungen in Versuchsstationen das Einzugsgebiet-Verfahren aufgrund des obigen UNESCO-Handbuches angewandt wurde.

3. Ergebnisse der forsthydrologischen Forschungen in Griechenland

Anschliessend werden die bedeutendsten Ergebnisse der forsthydrologischen Untersuchungen in Griechenland aufgrund entsprechender Veröffentlichungen sowie von persönlichen Kenntnissen, Informationen und Erfahrungen des Autors angeführt.

a) Niederschlagszurückhaltung (Interzeption), Stammabfluss

Nach 6jährigen Messungen mit dem Versuchsflächen-Verfahren in 42jährigen Beständen mit Hartkieferkulturen (Baumhöhe 14 m, Kronenschluss 0,75, 840 Stämme/ha), die nach Aufforstungen eines Wildbacheinzugsgebietes in der Nähe der Stadt Serras (Seehöhe 600 m ü. NN) entstanden, wurde folgendes festgestellt (*Papoulias,* 1976): Die Interzeption des Bestandes betrug 30 % und der Stammabfluss 0,65 % der jährlichen Niederschlagshöhe (626,1 mm), während die Kronenbenetzung (Interzeptionsspeicherung) sich auf 1,2 mm stellte. Das Verhältnis zwischen Regenfall (R) und Durchfall (T) kann mit einer geradlinigen, besser aber mit einer Parabel-Korrelation wie folgt ausgedrückt werden:

$T = 1200 + 0{,}843\ P\ (r^2 = 0{,}974)$ und $T = 0{,}882 + 0{,}754\ P + 0{,}003\ P^2$ $(r^2 = 0{,}978)$

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind für Griechenland von besonderer Bedeutung, weil heute ausgedehnte Hartkieferkulturen in vielen Einzugsgebieten vorhanden sind, die aus Aufforstungen zu ihrer Verbauung zustandegekommen sind.

Nach den ersten Untersuchungsergebnissen aus entsprechenden Versuchsflächen in der Chalkidike (der Versuch ist im Gang) beträgt weiter die Interzeption der immergrünen Laubbäume, vorwiegend der Kermeseichengebüsche, die ungefähr 20 % der Waldflächen des Landes einnehmen, ebenfalls 30 % der jährlichen Niederschlagshöhe, während in den laubwerfenden Eichen-Niederwäldern, die ungefähr 35 % der griechischen Wälder bestreiten, folgendes festgestellt wurde: Im Sommerhalbjahr beträgt die Interzeption 13,5 % der jährlichen Niederschlagshöhe. Im Winterseme-

ster aber, das heisst in der laublosen Zeit, erscheint der Durchfall, der auf den Waldboden gelangt, um etwas grösser als der gemessene Regenfall im Freiland. Von zuständigen Forschern wird angenommen, dass die Tröpfchen des in dieser Zeit besonders häufigen und dichten Nebels von den nackten Ästen, Zweigen und den Stämmen der Waldbäume aufgefangen und auf den Boden weitergeleitet werden, was zu einer Erhöhung des in den Waldboden gelangenden Wassers führt.

b) Evapotranspiration

Die potentielle Evapotranspiration wurde sowohl indirekt nach der Methode von Thornthwaite oder, seltener, nach der von Pennman berechnet, als auch direkt mit Hilfe von Lyssimetern gemessen. Nach einer solchen Rechnung betrug die jährliche potentielle Evapotranspiration der Tannenbestände im Universitätswald Pertouli (Seehöhe 1100—1700 m, mittlere jährliche Niederschlagshöhe 1672 mm, mittlere jährliche Lufttemperatur 9,4 °C) 595 mm (Papoulias, 1973). Weiter führen die ersten Ergebnisse aus Direktmessungen zu einem sehr engen Verhältnis zwischen der Evapotranspiration und der Sonnenbestrahlung.

c) Wasserverhältnisse des Bodens und der Streu

Aus Untersuchungen in 30jährigen Beständen mit Hartkieferkulturen in Wildbacheinzugsgebieten ergab sich folgendes (Kotoulas, 1965): Die entstandene 2,0 cm dicke Streu, die heute den Boden oberflächig voll bedeckt, schützt ihn gegen Erosion und hält 2,8 mm Niederschlagshöhe auf 1 m^2 Bodenoberfläche zurück. Die Kulturen haben weiter zu einer Zunahme von 11,4 % der Bodenporosität, von 85—132 % des Humusgehaltes sowie von 5,56 % der Wasserdurchlässigkeit im Boden und schliesslich von 1,56 % der Bodenfähigkeit zur Wasseraufnahme geführt. Somit ist ihre Einwirkung von grosser forsthydrologischer Bedeutung. Dort, wo die Bodentiefe wegen intensiver Oberflächenerosion des Einzugsgebietes unter 0,25 m sank, minderte sich der zur Verfügung stehende verwendbare Wasservorrat des Bodens (Wassergehalt unter dem permanenten Welkepunkt) besonders während der trockenen, warmen Sommerperiode und rief ausgedehnte Strauch- beziehungsweise Buschbildung der Hartkiefer hervor. Durch andere Untersuchungen wurde weiter folgendes bewiesen (Papoulias, 1972): Das Weideverbot in Einzugsgebieten mit Grasvegetation führte zur Versiebenfachung ihres Volumens, zur Verdreifachung des Humusgehaltes im Boden, zur Verbesserung aller Bodeneigenschaften sowie zur Steigerung der Wasserversickerungsgeschwindigkeit im Boden von 20 auf 46 mm/h. Entsprechende Untersuchungen in Versuchsflächen der Chalkidike, die noch im Lauf sind, bestätigen dieses interessante Ergebnis.

d) Wald und Abfluss

Die ersten griechischen forsthydrologischen Forschungsergebnisse aus systematischen Versuchen in Experimental-Einzugsgebieten weisen die günstige Einwirkung des Waldes auf den Wasserhaushalt nach, was bereits seit langer Zeit bekannt war. Aus diesen Forschungen scheint klar hervorzugehen, dass in den bewaldeten Einzugsgebieten der gesamte Wasserabfluss kleiner als in den unbewaldeten ist, was auf die grössere Interzeption der Waldbestände im Vergleich zu den übrigen Vegetationsarten sowie auch auf die besseren Infiltrationsverhältnisse im Waldboden zurückzuführen ist. Der Wald mindert weiter spürbar die Hochwasserspitzen, so dass generell die Hochwassergefahren vermieden werden. Es ist auch bewiesen, dass der Wald gleichfalls eine Verminderung des Niedrigwassers verursacht, was aber für Griechenland während der trockenen, warmen Sommerperiode nicht erwünscht ist. Weiter wird nachgewiesen, dass der Wasserabfluss im Waldboden wegen der zahlreichen dazwischenliegenden Hindernisse langsam und hauptsächlich durch den Waldboden und die Waldstreu stattfindet und so die Erosion der Bodenoberfläche vermieden wird (*Karamitros,* 1974, Kotoulas, 1976, *Vousaras,* 1978). Allerdings muss, bis man positive Schlussfolgerungen über die wirklichen Einwirkungen des griechischen Waldes auf den Abfluss ziehen kann, noch eine ziemliche Zeitspanne mit dem Betrieb der Experimentalstationen vergehen.

Weiter zeigen die ersten Forschungsergebnisse aus den Versuchsflächen mit sommergrünen Eichenniederwäldern in der Chalkidike, dass während der Winterperiode der Wasserabfluss aus den bewaldeten Bodenflächen grösser ist als im Vergleich zu demjenigen aus den frisch kahlgeschlagenen Bodenflächen. Dieses Ergebnis, das noch einer Bestätigung bedarf, wird von den zuständigen Forschern mit der grösseren Niederschlagsmenge erklärt, die in der gleichen Zeit wegen Zurückhaltung der Nebeltröpfchen auf dem Stamm und den Ästen der Waldbestände auf den Boden gelangt (siehe unter a: Interzeption).

Interessant sind weiter die Anfangsergebnisse aus den Versuchsflächen in Wildbacheinzugsgebieten bei Serras. Sie zeigen, dass die Wasserabfluss- und Erosionszunahme nach Verbrennung von Kermeseichenbüschen (eine übliche Katastrophe in Griechenland während des Sommers) praktisch unbedeutend bleibt, was aber auch erst noch bestätigt werden muss.

e) Der Wasserhaushalt

Untersuchungen des Wasserhaushaltes in Griechenland aufgrund der Berechnung der potentiellen Evapotranspiration nach Thornthwaite beziehungsweise Pennman sowie der vorhandenen Niederschlags- und Temperaturmessungen in verschiedenen Gebieten des Landes haben zu folgendem interessanten Ergebnis geführt (Papoulias, 1974): Das griechische Flachland weist einen jährlichen Wassermangel von ungefähr 200 mm für West- und

Nordgriechenland, von 400 mm für Zentralgriechenland (Thessalien) und von 600 mm für Attika auf. Im Gegensatz hierzu wird das Bergland durch einen Überschuss von 200 mm im Hügelland und 1300 mm im Gebirgsland gekennzeichnet, so dass Griechenland, abgesehen von seiner Sommerdürre, also auf jährlicher Niederschlagsbasis gerechnet, über einen bedeutenden Wasserüberschuss verfügt.

4. Schlussfolgerungen

Griechenland weist eine bedeutende forsthydrologische Tätigkeit auf. Es muss auch für die Zukunft eine grössere forsthydrologische Aktivität erwartet werden.

Die bis heute durchgeführte forsthydrologische Forschung bezweckte hauptsächlich das Studium sowohl der verschiedenen forsthydrologischen Faktoren als auch des gesamten forsthydrologischen Prozesses und somit die Entwicklung von Behandlungsmassnahmen der Forstvegetation für eine grössere Wassererzeugung von besserer Qualität aus den Wildbacheinzugsgebieten. Die Vielseitigkeit der griechischen Standortsverhältnisse sowie der mediterrane Charakter der griechischen Vegetation verlangen aber ein intensiveres und ausgedehnteres forsthydrologisches Forschungsprogramm.

Weiterhin müssen bei der forsthydrologischen Forschungsprogrammierung zwei andere bedeutende Faktoren des griechischen Wasserhaushalts besonders berücksichtigt werden. Es handelt sich sowohl um den Schnee, der vor allem in den gebirgigen Zonen des Landes reichlich und lange vorkommt, als auch um das Grund- und Quellwasser sowie um den Einfluss des Waldes auf beide. Die Deutlichmachung ihrer forsthydrologischen Einwirkungen wird besonders zur Kenntnis des Wasserkreislaufes in Griechenland beitragen sowie auch zur besseren Begegnung der Wasserbedürfnisse des Landes. Allerdings setzt eine übersichtlichere und, wenn möglich, quantitative Erfassung der allgemeinen Auswirkungen der Waldvegetation auf den Wasserkreislauf und insbesondere auf den Wasserhaushalt und den Wasserertrag auch die Erforschung der ausgedehnten übrigen Waldvegetation (Büsche, Gräser) voraus.

Es ist anzunehmen, dass sich in Griechenland der Wasserbedarf, welcher vorwiegend während der trockenen und warmen Sommerperiode besonders hervortritt, in naher Zukunft wegen der schnellen wirtschaftlichen Entwicklung des Landes, vor allem durch dessen Eintritt in die EWG, noch bedeutend steigern wird. Aus diesen Gründen ist die Entwicklung der Forsthydrologie in Griechenland zum Zweck einer rationellen, unschädlichen und weitgehend nützlichen Regulierung der Menge, der Dauer und auch der Qualität des verfügbaren Wassers aus den Wildbacheinzugsgebieten und folglich einer richtigen und vorausschauenden Wasserbewirtschaftung nicht nur wichtig, sondern bedeutet eine nationale Notwendigkeit.

Résumé

L'influence de la forêt sur le régime des eaux dans les bassins de réception des torrents de la Grèce

La Grèce est un pays montagneux où malgré des précipitations annuelles relativement élevées, tombant sous forme de pluie ou de neige, règne une sécheresse estivale intense. Son taux de boisement est faible (18,6 %) et les roches qui composent son sous-sol sont sensibles à l'érosion. Cela explique la formation de plus de mille torrents dévastateurs, dispersés sur l'ensemble du pays. Par conséquent, les forêts de la Grèce ont une fonction primordiale à remplir, qui recouvre non seulement la protection des sols contre l'érosion, mais aussi la production et la régulation des réserves en eau. Il est donc nécessaire d'accroître par des mesures appropriées l'influence régulatrice de la couverture forestière existante, et de reboiser les vastes surfaces dénudées du pays, principalement dans les bassins-versants.

En Grèce, les travaux de correction des torrents ressortissent au Service forestier, à qui incombe également le traitement adéquat des forêts en vue d'améliorer l'hydrologie des bassins de réception. La recherche en matière d'hydrologie forestière est effectuée par les Instituts de recherches forestières d'Athènes et de Thessalonique, ainsi que par l'Institut pour les constructions hydrauliques en montagne de l'université de Thessalonique.

Les études réalisées en Grèce jusqu'à ce jour dans le domaine de l'hydrologie forestière ont fourni des résultats intéressants. Ainsi, dans des peuplements de Pin d'Alep (*Pinus halepensis var. brutia*) âgés de 42 ans, l'interception atteint-elle 30 % des précipitations annuelles incidentes (621 mm) et l'écoulement le long des troncs 0,65 %. La même valeur d'interception a été relevée dans des peuplements d'essences feuillues sempervirentes (Chêne kermès en particulier). A la suite des reboisements effectués il y a 30 ans au moyen du Pin d'Alep dans les bassins-versants, on a constaté une augmentation de la porosité du sol de 11 %, de sa teneur en humus de 85 à 132 % et de sa capacité de rétention en eau de 1,5 %; la litière, toujours dans les mêmes peuplements, mesure 2 cm d'épaisseur et présente un pouvoir de rétention hydrique équivalent à 2,8 mm. Sur les surfaces soustraites au pâturage la masse de la végétation herbacée a été multipliée par sept et la teneur en humus du sol par trois. La vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol est passée de 20 à 46 mm par heure. En outre, toutes les propriétés du sol se sont améliorées.

Des études portant sur le bilan hydrologique du pays dans son ensemble, il ressort que pour les régions de plaine le déficit annuel se situe entre 200 et 600 mm (de lame d'eau), alors que pour les zones montagneuses ce bilan se solde par un excédent oscillant entre 200 et 1300 mm. Par conséquent, abstraction faite des mois secs de l'été, la Grèce présente globalement un bilan hydrologique excédentaire. Pourtant il est à craindre que les besoins en eau de la Grèce, particulièrement aigus durant la sécheresse de l'été, ne cessent de s'accroître, étant donné le rapide essor économique de ce pays que ne manquera pas de stimuler encore son entrée dans le Marché commun. Dans le but d'augmenter

et de régulariser les disponibilités en eau du pays, le développement de l'hydrologie forestière et l'intensification de la recherche qui lui est liée sont une nécessité impérieuse, bien plus, un devoir national.

Traduction: *J.-G. Riedlinger*

Literatur

Dafis Sp., 1967: Die Forstwirtschaft der europäischen Mittelmeerländer unter besonderer Berücksichtigung der griechischen Forstwirtschaft. Veröffentlichung der CEA, Heft 35, Brugg.

Karamitros Ev., 1974: Die Untersuchungen auf Experimental-Einzugsgebieten in Griechenland. Griechische Geologische Gesellschaft (griech.).

Kotoulas D., 1965: Die Hartkieferkulturen auf Wildbacheinzugsgebieten. Thessaloniki (griech. mit deutscher Zusammenfassung).

Kotoulas D., 1965: Les plantations de *Pinus Brutia* dans les bassins versants en Grèce. FAO/SCM-65/3b/I.

Kotoulas D., 1972: Vorlesungen über Forsthydrologie. Thessaloniki (griech.).

Kotoulas D., 1972: Die Wildbäche Süddeutschlands und Griechenlands, Teil 1, Bericht Nr. 25 der Versuchsanstalt für Wasserbau der TU München.

Kotoulas D., 1976: Die Ergebnisse der forsthydrologischen Forschung während der letzten Jahrzehnte. Mitt. des Lehrstuhles für Gebirgswasserbau der Aristoteles-Universität Thessaloniki.

Margaropoulos P., 1967: Forest Hydrology Research in Greece. In «Forest Hydrology» von Sopper W. und Lull H., Pergamon Press, Braunschweig, New York, Oxford, Paris.

Papoulias J., 1972: Einwirkung der Gräserabweidung auf die Wasserdurchsickerung im Boden. Forstl. Forschungsanstalt von Thessaloniki, Heft 50 (griech.).

Papoulias J., 1973: Der Wasserhaushalt einiger Bergstandorte Griechenlands aufgrund der potentiellen Evapotranspiration. Zeitschrift «Der Wald», Heft 59—60 (griech. mit engl. Zusammenfassung).

Papoulias J., 1973: Die potentielle Evapotranspiration im Universitätsforst Pertouli und ihre Bedeutung als Standortsfaktor. Jahrbuch der Land- und Forstwirtschaftl. Fakultät der Aristoteles-Universität Thessaloniki (griech.).

Papoulias J., 1974: Beitrag zur Bewertung und Auswertung der Wasservorräte des griechischen Berglandes. Griech. Geologische Gesellschaft (griech.).

Papoulias J., 1976: Die forsthydrologische Einwirkung der Hartkiefer auf die Niederschläge (Habilitationsarbeit am Institut für Gebirgswasserbau, Thessaloniki) (griech. mit engl. Zusammenfassung).

Vousaras, Al., 1978: Die Behandlung der Einzugsgebiete und die Wasserproduktion. Forstl. Forschungsanstalt von Athen, Heft 2 (griech. mit engl. Zusammenfassung).