

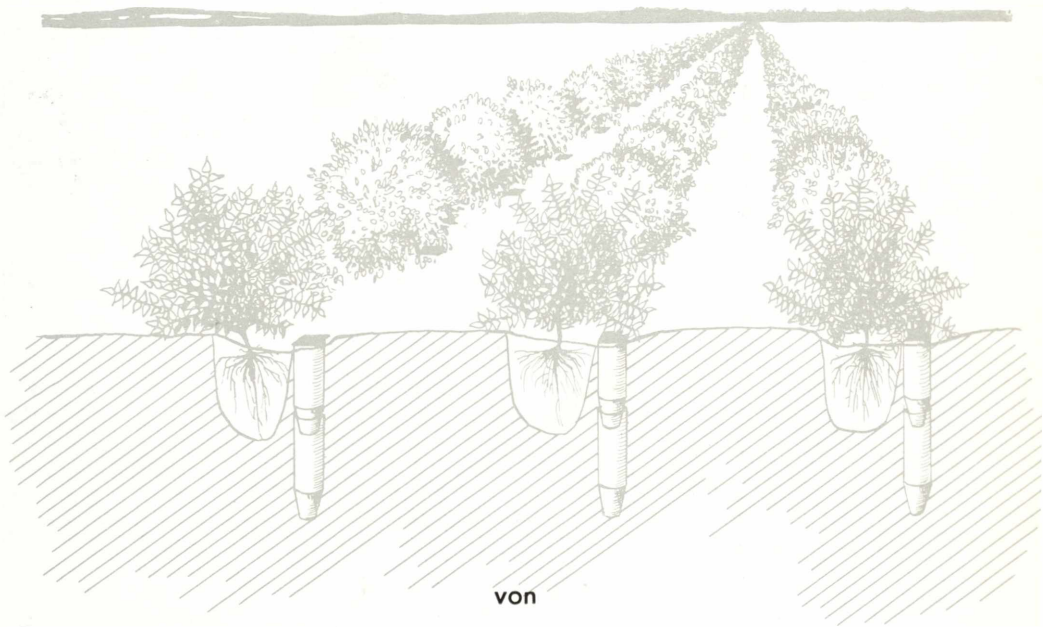
I 92658 199

66

MITTEILUNGEN

ÖSTERREICHISCHEN BUNDES-VERSUCHSANSTALT
WIEN

Aufforstungen in ariden Gebieten



von

Friedrich ZEDNIK

FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT
A 1131 WIEN
(Tel. 82 36 38)

DIREKTOR: DIPL.-ING. HANS E G G E R
Stellvertreter: Dipl.-Ing. Dr. Rudolf Braun

Institut für Waldbau

Leiter: Dipl.-Ing. Dr. Günther ECKHART
Waldbaugrundlagen; Samenkunde und Forstpflanzennachzucht; Waldaufbau und
Waldpflege; Prüfstelle für Waldsamen

Institut für Forstpflanzenzüchtung und Genetik

Leiter: Dipl.-Ing. Leopold GÜNZL
Grundlagen der Züchtung; Angewandte Züchtung; Biologische Holzforschung
Versuchsgarten: Tulln

Institut für Standort

Leiter: Dipl.-Ing. Dr. Helmut JELEM
Klimatologie; Bodenkunde und Forstdüngung; Forstliche Vegetationskunde;
Standortskartierung

Institut für Forstschutz

Leiter: Dipl.-Ing. Dr. Edwin DONAUBAUER
Entomologie; Phytopathologie; Allgemeiner Forstschutz; Forstchemie und
Rauchschäden; Prüfstelle für forstliche Pflanzenschutzmittel

Institut für Ertrag und Betriebswirtschaft

Leiter: Dipl.-Ing. Dr. Josef POLLANSCHÜTZ
Forstliche Meßkunde; Produktionsforschung; Forsteinrichtung; Betriebswirtschaft

Institut für Forsttechnik

Leiter: Dipl.-Ing. Rudolf MEYR
Arbeitstechnik und Arbeitsorganisation; Bringung; Arbeitshygiene und Arbeits-
physiologie; Prüfstelle für Werkzeuge, Geräte und Maschinen

Institut für Forstinventur

Leiter: Dipl.-Ing. Dr. Rudolf BRAUN
Organisation; Methodik; Auswertung; Holzvorratsbilanz; Inventurinterpretation

Institut für Forschungsgrundlagen

Leiter: Dipl.-Ing. Otmar BEIN
Biometrie; Rechenzentrum; Photogrammetrie; Dokumentation und Publikation;
Versuchsgärten: Mariabrunn, Schönbrunn

Institut für Wildbach- und Lawinerverbauung

Leiter: Dipl.-Ing. Dr. Gottfried KRONFELLNER-KRAUS
Geomorphologie und Abtragsforschung; Hydrologie und Gewässerkunde;
Schnee und Lawinen; Verbauungstechnik

Außenstelle für Subalpine Waldforschung in Innsbruck

Leiter: Prof. Dr. Walter TRANQUILLINI

Forstpflanzenphysiologie; Bodenbiologie; Forstpflanzenökologie; Grünverbauung
Klimahaus am Patscherkofel; Bodenkundliches Labor in Imst

**MITTEILUNGEN
DER FORSTLICHEN BUNDES-VERSUCHSANSTALT
WIEN**

(früher „Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs“)

99. Heft

1972

AUFFORSTUNGEN IN ARIDEN GEBIETEN

ODC 233

Afforestation of Arid Regions

Leboisement en Zones Arides

Облесение в сухих районах

von

Friedrich ZEDNIK

OÖLM LINZ



+XOM3133801

Herausgegeben

von der

Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien

Kommissionsverlag: Österreichischer Agrarverlag, 1014 Wien

Copyright by
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1131 Wien

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

Printed in Austria

Redaktion und Gestaltung: Dipl. Ing. Otmar BEIN

I 92658/99

Oberrhein-österreichisches
Landesmuseum Linz/D.

Druck

Inv. Nr. 438/1983

Herstellung und Druck
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1131 Wien

I N H A L T

Seite

Vorwort .	7
Einleitung .	9
Die natürliche Waldgrenze	13
Aufforstungen außerhalb der natürlichen Waldgrenze	16
Die Wirkungsweise der Windschutzstreifen	18
Auswahl fremder Holzarten	24
Methoden der Pflanzenerziehung und Bodenvorbereitung	30
Bodenbearbeitung vor der Pflanzung	33
Die Pflanzung	34
Die Pflanzzeit	37
Die künstliche Bewässerung .	37
Bodenbearbeitung .	39
Praktische Ausführung von Windschutzpflanzungen	39
Kosten der Errichtung von Windschutzstreifen . .	46
Tabelle 1, Windschutzstreifen, Holzarten, Feld IV	50
Versuche mit Tiefenbewässerung .	52
Tabelle 2, Versuche mit Tiefenbewässerung	54
Das Höhenwachstum der Eukalyptusarten auf Feld II	56
Aufforstungen innerhalb der natürlichen Waldgrenze (Mit Abgrenzung der Wuchsgebiete)	57
Praktische Ausführung von Aufforstungen im Wuchsgebiet A (<i>Pinus halepensis</i> , <i>Juniperus phoenicea</i>)	60
Aufforstungsarbeiten mit Hand	62
Aufforstungsarbeiten mit Benützung des Waldpfluges	66
Aufforstungsarbeiten mit Hilfe des Caterpillars .	68
Pflanzung von Wildschutzstreifen	72
Die Futterwälder	76
Versuche in Ouled M' Hamed	78
Versuche in Ouseltia	80
Schlußfolgerungen	84
Zusammenfassung	88
Summary	89
Résumé	90
РЕЗЮМЕ	92
Literaturverzeichnis	93
Kartenanhang	96

VORWORT DES VERFASSERS

Die Grundlagen dieser Arbeit sind im Zuge meiner forstlichen Tätigkeit in der Türkei und in Tunesien entstanden, die sich über eine Reihe von Jahren erstreckt hat.

Als ich im Jahre 1929 in den Dienst der belgisch-türkischen Waldgesellschaft "Zingal" eintrat, sah ich noch bedeutende Urwälder von Tanne und Buche im Pontischen Gebirge, westlich Sinope. Ihr üppiges Wachstum und die Gesetzmäßigkeit ihres Aufbaues prägten sich für immer in meine Erinnerung ein. Meine Tätigkeit bei dieser Gesellschaft dauerte bis 1935.

Von 1956 bis 1960 war ich als Waldbauexperte der FAO (Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen) neuerlich in der Türkei, und diese Stellung eröffnete mir die einmalige Gelegenheit, auf zahlreichen Reisen in alle großen Waldgebiete der Türkei den Zustand dieser Wälder eingehend kennenzulernen und die Folgen aller Grade menschlicher Eingriffe, von der völligen Unberührtheit der Urwälder bis zur gänzlichen Zerstörung des Waldes, mit Ursachen und Auswirkungen an Ort und Stelle zu studieren.

Im November 1960 begann meine Mitarbeit am I. Projekt des Spezialfonds der Vereinten Nationen in Tunesien, mit dessen Hilfe eine bessere Bodennutzung in den niederschlagsarmen Gebieten von "Sidi-Bou-Zid" und "Ouseltia" gefunden werden sollte.

Jede Abweichung von der wohlgeordneten, mitteleuropäischen Bodennutzung fiel mir umso mehr auf, da ich zwischen dem ersten und zweiten türkischen Aufenthalt 19 Jahre lang im Forstverwaltungsdienst in der Heimat tätig war. Trotz angespannter Nutzungen und dichter Besiedlung ist bei uns die Nachhaltigkeit aller Bodenerträge der Angelpunkt des Handelns. Wenn diese Zeilen zu ähnlichem Vorgehen im Mittelmeerraum anregen, haben sie ihren Zweck erfüllt.


Ich fühle mich noch verpflichtet Herrn Mahmut BADRA, damals Direktor der tunes. Staatsforste, Herrn Pierre HARLÉ, Forstdirektor i. R. von Marokko und Berater der tunesischen Regierung und Herrn Kurt FITZ vom Botanischen Institut des Naturhistorischen Museums in Wien für ihre Unterstützung und wertvollen Hinweise bzw. für die Bestimmung von Pflanzen zu danken.

Besonderen Dank schulde ich Herrn Hofrat Dipl. Ing. EGGER, Direktor der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Schönbrunn, dafür, daß er die Drucklegung und Herausgabe der vorliegenden Arbeit erwog, obwohl bisher nur Arbeiten von Angehörigen der Versuchsanstalt zur Veröffent-

lichung gelangten. Ich bin mir dieses besonderen Entgegenkommens voll bewußt und kann nur hoffen, daß die durch den Druck bewirkte allgemeine Zugänglichkeit zu den Erkenntnissen und praktischen Erfahrungen einer sich über Jahre erstreckenden Aufforstungstätigkeit unter schwierigsten klimatischen Verhältnissen sich für zukünftige forstliche Unternehmungen ähnlicher Art verwertbar erweisen möge.

Nicht zuletzt danke ich Herrn Dipl.Ing. Otmar BEIN für alle Mühe, die er im Auftrage der Direktion mit der Vorbereitung der Drucklegung des Textes, der Lichtbilder und des Kartenmaterials zusätzlich auf sich genommen hat.

Innsbruck, 11. November 1971.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'O. Frank', written in a cursive style with a long horizontal stroke extending to the right.

EINLEITUNG

Gemessen an heimischen Verhältnissen, hat der Waldbau der Mittelmeerländer mit viel größeren Schwierigkeiten infolge der ungünstigen Umweltbedingungen zu rechnen. Zu ihnen zählen vor allem die geringeren Niederschläge bei höheren Temperaturen, ihre ungünstige jahreszeitliche Verteilung und allgemeine Veränderlichkeit der Menge sowie eine mehrmonatliche, sommerliche Dürrezeit. Sie bewirkt, daß eine dichte Grasnarbe fehlt und besonders die Hanglagen der abtragenden Kraft des Wassers ausgesetzt sind. Fehler in der Behandlung des Waldes führen daher hier zu viel verderblicheren Nachwirkungen als in Gebieten mit sommerlichen Niederschlägen, deren Böden durch eine dichte Grasnarbe und die reichlichere, natürliche Verjüngung ihrer Holzarten zweifach gegen den Angriff des Wassers geschützt sind.

Dazu kommt, daß all diese Länder Sitz früher Kulturen waren, deren Bevölkerung die natürliche Waldecke durch langandauernde, unregelmäßige Nutzungen weithin zerstörte. Je feinkörniger die bloßgelegten Böden sind, desto verheerender wirken Wind und Wasser auf sie ein und verwandeln ehemalige Ackergründe in unbewirtschaftbare "Dachlandschaften". Die oberste Bodenschicht trocknet zeitweise derart aus, daß den Stürmen die Fortbewegung der Bodenteilchen möglich wird. Diese Sandstürme gefährden durch die rein mechanische Wirkung des an der Bodenoberfläche besonders dicht dahintreibenden Sandes die Blätter junger Pflanzungen und überdecken die Pflanzen in den Pflanzgruben. Der geringe Niederschlag fällt oft platzregenartig, sodaß mehr Wasser abrinnt, als vom Boden aufgenommen wird. Waldbrände spielen bei der Vernichtung der restlichen Waldungen eine größere Rolle als im sommerfeuchten Norden und die großen Herden zahlreicher Nomadenstämme vollenden die Vernichtung einer spärlichen Pflanzendecke, die den letzten Schutz des Bodens bedeutet. Die Folge dieser ungünstigen Einflüsse ist eine weitgehende Entwaldung des gesamten Mittelmeerraumes. So weist zum Beispiel die Türkei in ihrer amtlichen Statistik vom Jahre 1954 (1)¹⁾ eine Waldfläche von 13.7 % der Landesfläche aus. Davon werden aber 64 % als sogenannter "zerstörter" Wald bezeichnet. Darunter versteht man die gelichteten Reste einstiger Hochwälder, Macchien mit Gehölzresten und die ausgedehnten Eichen- und Buchenniederwälder, die durch fortgesetzte Beweidung und Nutzung auf Brennholz herabgewirtschaftet sind. Als Beispiel für die Verhältnisse südlich des Mittelmeeres diene Tunesien, das amtlich noch 7 % der Landesfläche, das sind 493.000 ha als Wald ausweist, von denen 270.000 ha als Wirtschaftswald gelten, während der Rest von 223.000 ha (45.2 %) dem zerstörten Walde angehört.

Selbst wenn man berücksichtigt, daß im Inneren beider Länder weite Gebiete von Natur aus waldlose Steppen und Wüsten sind, so gibt es innerhalb der natürlichen Waldgrenze noch sehr viel Kahlgelände, daß eine bedeutende Verbesserung des Bewaldungsprozentes ohne weiteres gestatten würde. Das Entwicklungsprogramm der FAO für den Mittel-

¹⁾ Siehe Literaturverzeichnis

meerraum (2/S.130) sieht denn auch für den Zeitraum 1960 - 1980 für die Türkei 1,160.000 ha und für Tunesien 285.000 ha zur Aufforstung vor, was rund 11 % bzw. 58 % der heutigen Waldflächen gleichkommt. Dieselbe Quelle nennt für den Mittelmeerraum und vergleichsweise für die Vereinigten Staaten auf Seite 4 folgende Ziffern:

Gesamtfläche	Mittelmeerraum	8,410.000 km ²	USA	7,700.000 km ²
davon bebaut	13 %		24 %	
beweidet	15 %		33 %	
bewaldet	6 %		33 %	
verödet	66 %		10 %	

Hier sind also zwei Drittel des Bodens verödet, ohne Ertrag, während in den Vereinigten Staaten bloß zehn Prozent Ödland ausgewiesen werden. Diese Ziffern sind für Nord-Afrika, Vorderasien bis zur Euphratlinie; Süd- und Teile von Westeuropa mit Ausnahme von Nordfrankreich und Norditalien, sowie unter Ausschluß von Albanien und Bulgarien erstellt worden. Aus dem Zurückbleiben des Bewaldungsanteiles im Mittelmeergebiet kann man auf die Größe der zu leistenden waldbaulichen Arbeiten schließen. So rasch der Wald auf Grund der besonderen Umweltverhältnisse zu zerstören ist, so langwierig gestaltet sich seine Wiederherstellung, besonders in Gebieten nahe der natürlichen Waldgrenze. Sie war bis in die jüngste Zeit jene Grenze, bis zu der Aufforstungen mit den bodenständigen Holzarten mit Aussicht auf Erfolg versucht werden konnten. Neuerdings ist man bestrebt mit Hilfe von neuen, fremdländischen Holzarten, deren Ansprüche an die Feuchtigkeit vor allem weit geringer als die der einheimischen Arten sind, die natürliche Waldgrenze gegen die Steppe zu auszuweiten. Für das Gelingen dieser Versuche ist die richtige Wahl entsprechender Holzarten, die Beobachtung zweckmäßiger Pflanzmethoden und eine besondere Pflege in den ersten zwei Jahren, die sich hauptsächlich auf Bodenbearbeitung und künstliche Bewässerung bezieht, eine unabdingbare Notwendigkeit. Als Holzarten haben sich vor allem besondere Eukalyptus- und Akazienarten bewährt, mit deren Pflanzung in Windschutzstreifen im Steppengebiet nun auch dort die Windgeschwindigkeit gebremst und damit die Bodenverlagerung und seine Verdunstung verringert werden, wo dies ehemals nicht möglich war.

Über den gewiss begrüßenswerten waldbaulichen Versuchen im Steppengebiet, die wegen der Ungunst der klimatischen Verhältnisse hohe Kosten verursachen, ist die Dringlichkeit der waldbaulichen Arbeiten innerhalb der natürlichen Waldgrenze nicht außer Acht zu lassen, die mit verhältnismäßig bescheidenem Aufwand die vorhandenen Waldreste vor dem Untergang bewahren, herabgewirtschaftete Wäldungen verbessern und ausgedehnte Kahlfelder wieder in Bestand bringen sollen.

Alle Waldbaumaßnahmen werden aber nur dann im betrachteten Gebiet Bestand haben, wenn es gelingt das Weideproblem zu lösen. Die bisherige Gepflogenheit, die Herden ausschließlich auf brachliegenden Fel-

dern und im Walde weiden zu lassen, ohne nennenswerten Futterbau zu betreiben, hat vor allem zur Waldzerstörung beigetragen. Unter einem Himmelsstrich, in dem im Sommer das Gras verdorrt, wird der Hirte zur Verfütterung von Laub- und Nadelholz schreiten, solange der Wald Futter spendet. Der alte Gedanke des Futterbaues auf bewässerbaren Flächen wird durch die Bereitstellung aller Wasservorräte seiner Verwirklichung näher gebracht werden müssen und sollte durch die neue Idee der Schaffung sogenannter Futterwälder noch ergänzt werden. Dort, wo regelmäßig die Sommerdürre das Gras verdorren läßt, hat der Mensch seit ältesten Zeiten das Laub von Holzgewächsen verfüttert, die mit ihren tiefergehenden Wurzeln noch Feuchtigkeit im Boden nutzen, die den Gräsern unerreichbar bleibt. Geeignete Sträucher und Bäume nach ihrem Futterwert auszuwählen und in regelrechten Pflanzungen heranzuziehen, stellt ein neues, wirksames Mittel dar, um den bisher vom Zufall gestalteten Weideertrag magerer Macchien wesentlich zu verbessern und damit der fortschreitenden Waldverwüstung durch wilde Fällungen in der Trockenzeit wirksam entgegenzutreten. Die Tatsache, daß rund die Hälfte der im Mittelmeerraum noch vorhandenen Waldreste den zerstörten Wäldern zugezählt wird, die zweifellos durch den bisherigen Weidebetrieb in diese Verfassung gebracht wurden, läßt die grundlegende Bedeutung erkennen, die der Neuordnung der Weidefragen zukommt.

Diesem Sachverhalt hat die FAO mit ihrer Tagung in Dubrovnik 1962 Rechnung getragen. Im Auftrage der dort geschaffenen Studienkommission hat Petar ZIANI von der Forstlichen Versuchsanstalt Agram seine Schrift über "Die Möglichkeit der Verwendung von verfütterbaren Bäumen und Sträuchern in der Aufforstung und im Weideland" (3) erst kürzlich herausgegeben und im Zuge des Tunesienprojektes der FAO hat man im vergangenen Frühjahr die ersten, praktischen Versuche zur Schaffung von Futterwäldern unternommen, die bei entsprechender Anlage gleichzeitig der Erosionsbekämpfung dienen.

In den durch eine vieltausendjährige Besiedelung heruntergewirtschafteten Mittelmeergebieten erweist sich somit eine verstärkte, waldbauliche Tätigkeit als wirksamstes Mittel zur Verbesserung der Boden- und Feuchtigkeitsverhältnisse und damit zur Erhöhung der Fruchtbarkeit dieses Lebensraumes. Bereits im 4. Jahrhundert vor Chr. hat Plato in einer entsprechenden Bewaldung die beste Sicherung für die Erhaltung der Fruchtbarkeit einer Landschaft gesehen, wenn er sagt: "Das gegenwärtige Attika kann man als bloßen Überrest des ursprünglichen Landes bezeichnen. Von den Hochlagen ist ohne Unterlaß die Erde abgetragen worden und was von ihr zurückblieb, gleicht dem Skelett eines von Krankheit ausgemergelten Körpers. All der fruchtbare Boden ist hinweggeschmolzen und hat eine Landschaft aus Haut und Knochen zurückgelassen. Als Attika noch nicht verwüstet war, besaß es dicht bewaldete Gebirge und das Land brachte üppige Weiden für Rinder hervor.

Die jährliche Regenmenge ging nicht, wie gegenwärtig, dadurch verloren, daß man ihr erlaubt über den kahlen Boden ins Meer abzufließen, sondern wurde im Schoß der Erde in ihrem ganzen Umfang aufgenommen und in ihrer unzugänglichen Töpfererde gespeichert, wodurch sie befähigt wurde, das von den Höhen in die Senken fließende Wasser als reichlich strömende Quellen und Bäche über ein ausgedehntes Gelände hin zu verteilen". (4)

Diese Feststellungen Platos sind heute so wahr wie damals, nur hat die inzwischen verstrichene Zeit die beklagten Schäden noch erheblich vergrößert.

DIE NATÜRLICHE WALDGRENZE

Die Auffindung der natürlichen Waldgrenze gegenüber der Steppe ist in dem teilweise seit langen Zeiträumen vom Menschen entwaldeten Mittelmeerraum die Voraussetzung für einen sinnvollen Einsatz der Aufforstungsmaßnahmen. Der genaue Verlauf dieser Grenze wird heute in vielen Fällen nur schwierig festzustellen sein, da Waldbrände und Waldweide, Rodungen und Holznutzungen ungeheure Kahlfelder geschaffen haben, aus denen oft weit voneinander entfernte Waldreste inselartig auftauchen. Genügt in der Ebene die Kenntnis zweier benachbarter Waldreste einundderselben Holzart, um diese Grenzlinie zu ziehen, so ist bei Waldinseln, die sich auf Bergflanken getrennter Massive und in gewisser Höhe über der Ebene befinden, erst durch mindestens drei Vorkommen diese Linie aufzufinden. Theoretisch wird sie den Schnitt einer durch die drei Punkte bestimmten Ebene mit dem Gelände darstellen. Man wird dabei bemerken, daß gegen das Landesinnere hin die Waldgrenzen anzusteigen pflegen. LOUIS (5) hat für Anatolien nachgewiesen, daß die untere Waldgrenze im Norden bei 1000 m Seehöhe, in der Gegend von Ankara bei 1200 m und am Hasan-dag, südöstlich des Großen Salzsees, bei 1300 m (5/S. 48) verläuft.

Er definiert die untere Waldgrenze als jene "Höhengrenze, bei der Niederschlag, Wärme und Verdunstung ein solches Maß erreichen, daß jeglicher Baumwuchs aufhört. Da ganz allgemein mit der Entfernung vom Meere die Niederschläge abnehmen und gleichzeitig die Verdunstung größer wird, da das Klima kontinentaleren Charakter gewinnt, kommt es theoretisch zur Ausbildung einer Binnengrenze des Waldes. Gelingt es, an mehreren, benachbarten Orten die untere Waldgrenze festzustellen, so ergibt der Schnitt einer Verbindungsebene dieser Orte mit dem Gelände die ursprüngliche Grenzlinie zwischen Wald und Steppe, ehe der Mensch verändernd in die Vegetationsverteilung eingriff".

Diese Definition macht den Begriff der Waldgrenze klar, sollte aber noch durch die Feststellung ergänzt werden, daß nur Waldreste ein und derselben Holzart mit einander verbunden, eine richtige Waldgrenze ergeben, wie das die Angaben USLU's dartun (6). Er erinnert daran (6/S. 53), daß LOUIS die Höhe der Waldgrenze bei Ankara mit 1200 m angibt, daß er selbst aber diesen Grenzwert mit 1400 m (Baglum, 20 km nördlich Ankara) festgestellt hat. Er findet weiter diese Grenze westlich Ankara (Atderesi) in 980 m und östlich davon (Kusunlar) in 1000 m Seehöhe, während südlich der Stadt (Bursali) die untere Waldgrenze bei 1040 m liegt.

Scheidet man Baglum als einzigen Schwarzkiefernstandort aus der Betrachtung aus, so stimmen die drei restlichen Angaben, die alle Eichenwaldreste betreffen, sehr gut überein, besonders, wenn man das leichte Ansteigen der Waldgrenze von Norden nach Süden und von Westen nach Osten, so wie es von LOUIS für Anatolien gefunden wurde, mit berücksichtigt.

Es ist auch ohne weiteres verständlich, daß "jenes Maß von Niederschlag, Wärme und Verdunstung, bei dem jeglicher Baumwuchs aufhört", je nach den Ansprüchen der einzelnen Holzarten verschieden groß sein wird. Das kann man auch aus der Tatsache entnehmen, daß in der Gegend von Ankara zwischen den unteren Waldgrenzen der Schwarzkiefern und der Eichen eine Höhendifferenz von rund 400 m besteht.

Die Frage, die sich USLU angesichts der Möglichkeit stellt, Gehölze von Vorposten-Charakter mit Rodungsresten ehemaliger, großer Wälder zu verwechseln und dadurch zu einer unrichtigen Grenzziehung zu gelangen, dürfte nur aus der Kenntnis der Wuchskraft ein und derselben Holzart in ihrem Optimum und außerhalb desselben lösbar sein. Die Schwarzkiefer zum Beispiel, die in ihrem Optimum mächtige, vollholzige Schäfte von 35 m Höhe zu bilden vermag, bringt es im Walde von Beynam, 40 km südlich von Ankara, nur mehr zu abholzigen, 8-9 m hohen Stämmen, die von Misteln strotzen, keinen rechten Schluß erreichen und nur spärliche Verjüngung in ihrer Nähe aufweisen.

USLU bringt eine weitergehende Unterscheidung der Arten der unteren Waldgrenze durch Berücksichtigung des Geländes und der Ausdehnung der Wälder und schlägt eine Dreiteilung vor:

- 1) Untere Trockengrenze des Waldes. Sie ist die klimatisch bedingte Trockengrenze mehr oder weniger geschlossener Waldverbreitung im Gebirge.
- 2) Kontinentale Waldgrenze. Sie ist die klimatisch bedingte Trockengrenze mehr oder weniger geschlossener Waldverbreitung in der Ebene.
- 3) Absolute kontinentale Waldgrenze. Sie ist die Trockengrenze der äußersten, natürlichen Waldinseln in der Ebene.

Die geschlossene oder inselartige Form des Waldvorkommens übt keinen wesentlichen Einfluß auf den Verlauf der Waldgrenze aus. Die Verbreitung im Gebirge oder in der Ebene ändert nichts am Wesen der Waldgrenze, deshalb wäre folgende Vereinfachung und gleichzeitige Ergänzung der Definition angebracht:

Die natürliche Waldgrenze gegen das Binnenland ist die klimatisch bedingte Trockengrenze der am weitesten gegen das Landesinnere vordringenden Holzart, wie sie sich aus der Verbindung ihrer benachbarten Waldungen gleicher Wuchskraft, oder aus dem Verlauf ihrer geschlossenen Verbreitung ergibt.

Ist man gezwungen, bei zwei weit auseinander liegenden Restwaldungen den Verlauf der Waldgrenze aufzufinden, wie er vor der Besiedlung und der damit verbundenen Rodung bestanden hat, so kann die Verbreitung der charakteristischen Sträucher und Begleitpflanzen der betreffenden Waldungen wertvollen Ersatz für die Gehölzreste selbst darstellen. Dieser Fall tritt oft ein, da im allgemeinen die Nutz- und Brennholz liefernden Bäume am Rande der Steppe Mangelware sind und

daher schon jahrelang verschwunden sein können, während sich die zugehörige Vegetation, vom Menschen weniger behelligt, an Ort und Stelle noch erhält. So verraten zum Beispiel *Cistus laurifolius*, *Berberis crataegina*, *Pirus elaeagrifolia* u. a. in der Umgebung von Ankara ehemalige Schwarzkiefern-Standorte. Die letztgenannte Art, der türkische "Ahlat", ist übrigens gleich eine Ausnahme der genannten Regel. Er bleibt wegen seiner Wertschätzung als Pfropfunterlage und Schattenspender noch auf den Feldern zurück, wenn der Pflug längst alle Sträucher und Pflanzen des ehemaligen Waldbodens entfernt hat und mildert dadurch den Eindruck der Öde, den die Kultursteppe um Ankara heute vermittelt.

Wenn auch der Definition der Waldgrenze nach USLU der Mangel anhaftet, daß durch die Gefahr der Verwendung mehrerer Holzarten zur Bestimmung dieser Grenze Fehler entstehen, so ist seine Ermittlung der Waldgrenze um den Großen Salzsee doch frei von solchen Mängeln geblieben, da sie sich auf die vorgefundenen Eichenwaldreste allein stützt. Seine erstmalige Kartierung von 42 solchen Waldresten ist eine wirkliche Bereicherung unseres Wissens um das Ausmaß der durch menschliche Eingriffe verursachten Entwaldung.

Die 42 Örtlichkeiten wurden vom Verfasser in die bekannte Holzartenkarte von HALIL GÖKMEN (7) übertragen, auf der sie mit Ausnahme der Waldinseln Karaca-dag bis Hasan-dag im Süden und Beynam im Norden des Salzsees fehlten. Die neu hinzugekommenen Waldreste engen das bisherige Steppengebiet weiter ein. Im Norden fällt die heute waldlose Gegend um Ankara mit allen 1000 m Seehöhe überschreitenden Flächen in den Bereich des Eichenwaldes. Im Westen rückt die Waldgrenze ebenfalls näher an den Salzsee heran als bisher, wie dies die Eichenvorkommen Nr. 26 - 28 und 41, 42 nördlich Konya dartun.

Es bleibt ein verringertes Steppengebiet zurück, daß sich von Konya über den Salzsee zum oberen Sakarya-Tal und weiter bis gegen Eskişehir hinzieht.

Innerhalb dieser natürlichen Waldgrenze sind Aufforstungen mit den bodenständigen Eichen, *Quercus pub.* und *Quercus cerr.*, die seit unvor-denklichen Zeiten an das Lokalklima angepaßt sind, erfolgversprechend, da sie weder durch außergewöhnlich hohe Pflanzeneingänge noch durch besondere Krankheits-Anfälligkeit überraschen werden, wie dies bei der Einbürgerung fremder Holzarten oft zu befürchten ist.

AUFFORSTUNGEN AUSSERHALB DER NATÜRLICHEN WALDGRENZE

Wie eben ausgeführt wurde, gibt die Kenntnis des Verlaufes der natürlichen Waldgrenze gegen die Steppe die Möglichkeit, die Aufforstungen mit den einheimischen Holzarten innerhalb dieser Grenzlinie erfolgreich und mit verhältnismäßig geringen Kosten zu bewerkstelligen.

Da für die Länder des Mittelmeerraumes beispielsweise eine Ödfläche von 66 % der Gesamtausdehnung errechnet wurde, die neben ehemaligen Waldböden einen beträchtlichen Teil echter Steppe einschließt, erhebt sich die Frage, wie man die zum Teil guten Böden gegen die abtragenden und austrocknenden Einflüsse der Winde vor allem schützen könnte.

Die einheimischen Holzarten sind zweifellos bis zur natürlichen Waldgrenze für solche Windschutzpflanzungen geeignet, vorausgesetzt, daß ihre zu erwartenden Baumhöhen für den gedachten Zweck genügen. Eine Ausweitung der Aufforstungen über die Waldgrenze hinaus, auf echtem Steppenboden, ist in letzter Zeit hauptsächlich mit verschiedenen fremden Eukalyptus- und Akazienarten versucht worden. Mit solchen, aus anderen Erdteilen oder Klimaten stammenden Pflanzen, deren Ansprüche an die Feuchtigkeit viel geringer und deren Fähigkeit, lange Trockenzeiten zu ertragen, noch größer ist als die der vorhandenen Arten, steigen die Erfolgsaussichten der Steppenaufforstung.

Neben der Wahl einer entsprechenden Holzart sind besondere Erziehungs- und Pflanzmethoden, sowie eine laufende Pflege, die sich hauptsächlich auf Bodenbearbeitung und Bewässerung in den ersten zwei Jahren erstreckt, von besonderer Wichtigkeit. Dafür, daß man die bisher baumlose Steppe nun auch mit verschiedenen Holzarten bepflanzen kann, wird man die erforderlichen höheren Kosten gerne aufwenden, die in erster Linie durch eine Bewässerung, Bodenlockerung und Reinhaltung von Unkraut durch volle zwei Jahre auflaufen. Man wird das um so eher tun können, je zuverlässiger die Mehrkosten auf reine Steppenböden beschränkt werden, das heißt, je genauer man den Verlauf der natürlichen Waldgrenze aufgefunden hat, durch welche die Aufforstung mit bodenständigen Holzarten von der notwendigerweise mit fremden Holzarten auszuführenden Steppenaufforstung getrennt sind.

Außerdem ist diese Art der Aufforstung so sparsam, als es die ins Auge gefaßten Zwecke zulassen, zu planen, da vor allem die Anzahl der Pflanzen die Bewässerungskosten beeinflusst. Man hat daher aus einer Anzahl von ausgeklügelten Systemen von breiteren und schmälere Aufforstungsstreifen oder netzartigen Bepflanzungen, das für die besonderen Umstände am besten entsprechende Schema auszuwählen.

Die verhältnismäßig hohen Kosten der Erstanlage solcher Windschutzpflanzungen werden dadurch ermäßigt, daß man, wie erwähnt, die Anzahl der Pflanzenreihen in den Streifen so gering wie möglich hält,

um noch die beabsichtigte Wirkung zu erzielen. Außerdem erspart das gute Ausschlagsvermögen aus dem Stocke, das die meisten Eukalypten auszeichnet, die Kosten der Neubegründung, wodurch sich die Anlageausgaben durch die alle 15-20 Jahre zu erwartenden Holznutzungs-Erlöse noch günstiger beurteilen lassen, auch ohne ziffernmäßige Bewertung der erzielten Schutzwirkung, die durch die Windschutzstreifen inzwischen eingetreten ist.

Bedenkt man ferner, daß Windschutzstreifen durchschnittlich 10 % einer zu sichernden Fläche einnehmen, so sinken die Ausgaben je Hektar geschützter, landwirtschaftlich genutzter Fläche auf ein Neuntel der Hektarkosten der Aufforstungsfläche.

Diese solcherart bereits mehrfach verringerten Kosten der Anlage von Windschutzstreifen sinken noch weiter durch die indirekt erzielte Erosionsschutzwirkung, die dadurch eintritt, daß die Bevölkerung nicht wie bisher die letzten Reste der Vegetationsdecke mit Wurzeln ausgräbt um ihren Brennholzbedarf zu decken und dadurch die freigelegten Böden der Zerstörung durch Wind und Wasser preisgibt, sondern Brennholz aus den Windschutzstreifen erhält.

Es ist weiters auch erforderlich, daß die genaue Erhebung der verfügbaren Wasservorräte für geologisch selbständige Beckenlandschaften jeder großzügigen Bepflanzung vorauszugehen hat, denn dort wo Quellen und Brunnen kaum den Bedarf der Menschen und Haustiere decken, Anlagen von Sperren nicht in Frage kommen und Bohrungen bisher kein Wasser brachten, fehlt jede Bewässerungsmöglichkeit, die aber für die ersten 2 Jahre einer solchen Pflanzung mit durchschnittlich 300-400 l je Pflanze und Jahr unter den Verhältnissen MittelTunesiens vorhanden sein müßte.

Man sollte eine Bodenbenutzungs-Planung, die vom verfügbaren Wasservorrat her gelenkt wird, durch Ausbau von Bewässerungsplänen ganzer Talzüge, wie sie in Tunesien (8) vereinzelt bestehen, zur Ermittlung der aufforstbaren Flächen anstreben. Durch diese Planung würde die aus Bohrungen und ausführbaren Stauwerken bewässerbare Ackerfläche von der Gesamtfläche in Abzug gebracht, eine nicht bewässerbare Restfläche ergeben, die sich aus Ackerland für Trockenlandwirtschaft, Weideflächen, Aufforstungsgelände und Ödland zusammensetzt.

Außerhalb der natürlichen Waldgrenze könnte dieses Aufforstungsgelände nur dann bepflanzt werden, wenn entweder mehr Wasser vorhanden ist, als auf dem bewässerbaren Ackerland gebraucht wird oder wenn fremde Holzarten gefunden werden, die ohne künstliche Bewässerung in dem betreffenden Gebiete gedeihen.

Für die Erstbepflanzung des bewässerbaren Bodens mit einem Netz von Windschutzstreifen kann der 2 jährige Wasserbedarf vom Wasserbedarf der landwirtschaftlichen Kulturen leicht abgezweigt werden, da er im Verhältnis zu ihnen nur den 10. Teil ausmacht.

Nach (8/S.27) benötigt man unter Mittelmeerklima mit 400-500 mm Niederschlag:

für 1 ha Olivenkultur	2.000 m ³ / Jahr
für 1 ha Mandelkultur	2.000 m ³ / Jahr
für 1 ha Aprikosenkultur	2.000 m ³ / Jahr
für 1 ha Frühkartoffelkultur	3.700 m ³ / Jahr
für 1 ha Wintergemüsekultur	5.000 m ³ / Jahr
für 1 ha Tomaten sogar	6.000 m ³ / Jahr
für 1 ha Winterweizen	1.000 m ³ / Jahr
wogegen für	
1 ha Eukalyptus-Windschutzstreifen	327 m ³ / Jahr

auf Feld IV des Versuchsgländes der FAO in Sidi-Bou-Zid im Jahre 1964 unter weit trockeneren Verhältnissen aufgewendet wurden.

Die Wirkungsweise der Windschutzstreifen

Die Ansichten über die Wirkungsweise der Windschutzstreifen gehen bei den einzelnen Autoren oft weit auseinander, was zum Teil in der Verschiedenheit der Windschutzstreifen selbst seine Erklärung findet. Es sind daher alle Berichte über gemessene Änderungen an Windgeschwindigkeit und vor allem Verdunstung besonders wertvoll.

Werner NÄGELI hat 1943 eingehende "Untersuchungen über die Windverhältnisse im Bereich von Windschutzstreifen" veröffentlicht (9). Er hat an zwei Versuchsfeldern (Rhönebene zwischen "Villeneuve" und "Bex" und "Rossboden" bei Chur) mit 7 Schalenkreuzanemometern vom Typ Robinson, die auf 1.40 m hohen Pfählen angebracht waren, die Windgeschwindigkeiten gemessen und mit Atmometern gleichzeitig die Verdunstungsgrößen bestimmt und dabei festgestellt:

a) Bestand "Epinette", Fichte, Pappel, Weym. Kiefer, 20 m hoch, gut geschlossen.

- 1) Auf der Luvseite nimmt die Windgeschwindigkeit von 97 % in 100 m Entfernung bis auf 70 % der Freilandgeschwindigkeit unmittelbar vor dem Windschutzstreifen ab (9/s.239).
- 2) Beim Durchgang durch den Waldstreifen selbst nimmt die Windgeschwindigkeit beständig ab. Sie fällt bei der Durchquerung des im Meßbereich 90 m breiten Streifens "Epinette" von 70 % auf 40 %. Von besonderem Interesse ist, daß diese Verminderung der Windgeschwindigkeit auch leewärts des Schutzstreifens noch anhält. Das absolute Windminimum liegt nicht im Bestand selbst, sondern ca. 50 m leewärts vom Waldrand (24 % von der Freilandgeschwindigkeit).
- 3) In 200 m Entfernung betrug die Windgeschwindigkeit nur 50 % vom Freiland und in 400 m Entfernung 86 %.

b) Bestand "Champ-Bonnet", Fichte, 23 m hoch, mit zahlreichen Löchern, die mit Pappel, Esche, Eiche ausgepflanzt sind und 16 m Höhe aufweisen.

- 1) Luvwirkung setzt bei 150 m Entfernung vom Windschutzstreifen ein (das ist die 6.5 fache Bestandeshöhe von 23 m).
- 2) Beim Durchgang durch den Bestand ist die Abbremsung geringer als in "Epinette"
- 3) Das Windminimum liegt hinter den Beständen in 50-80 m Entfernung. Die windstillste Stelle weist 34 % von der Freiland-Windgeschwindigkeit auf. Von diesem Tiefpunkt steigt die Windgeschwindigkeit wieder rasch an. Der volle Betrag der ungehemmten Freiland-Windgeschwindigkeit wird aber bis zum letzten Meßpunkt in 530 m Entfernung vom leeseitigen Bestandesrand noch nirgends erreicht. Die hier im 23 fachen Abstand der Bestandeshöhe entwickelten Geschwindigkeiten sind aber immerhin so hoch, daß sich die Schutzzone kaum über den 25-30 fachen Betrag erstrecken dürfte (9/S.244).
- 4) Die Schutzwirkung beider Streifen ist auf die 25 - 30 fache Höhe wirksam. Die Schutzwirkung hinter dem Streifen "Epinette" ist besser (weil dichter und breiter) als hinter "Champ-Bonnet" Bis zum 10 fachen Abstand der Bestandeshöhe fällt die mittlere Windgeschwindigkeit auf 35 % ("Epinette") bzw. 48 % ("Champ-Bonnet") der Freilandgeschwindigkeit (9/S.244).

Aus den aufgezählten Messungen in "Epinette" und "Champ-Bonnet" in der Rhonebene, geht hervor, daß durch geeignete Windschutzanlagen die Windgeschwindigkeitsverhältnisse einer Gegend ganz wesentlich beeinflußt werden können (9/S.252).

Bei Änderung der Windgeschwindigkeit tritt aber auch eine Änderung der Verdunstung ein, die wieder eine Änderung der Feuchtigkeitsverhältnisse bewirkt. Über die Änderung bringt NÄGELI folgende Daten (9/S.253):

a) 95 % 85 % 76 % 67 % 56 % 45 % 36 % 27 %

b) 95 % 91 % 86 % 80 % 78 % 70 % 67 % 59 %

a ist die errechnete Windgeschwindigkeit in % der Freilandgeschwindigkeit.

b sind die Mittelwerte der zugehörigen Verdunstung in % der Freilandverdunstung.

An den Windschutzstreifen in Chur, "Rossboden", stellt NÄGELI fest: Die Windabschwächung an der Luvseite ist auf 5 - 7 fache Baumhöhe, auf der Leeseite bis auf 25-30 fache Baumhöhe nachzuweisen. Die Windschutzstreifen sind 10-12 m hoch, bestehen aus 6-10 Reihen von Fichte und Weiß-Kiefer.

Die maximale Windgeschwindigkeit trat in 400 m leeseits mit 86 % der Freilandgeschwindigkeit auf, die Minimalgeschwindigkeit in 50-80 m Abstand vom leeseitigen Bestandesrand. An den Enden der Windschutzstreifen sind Zonen erhöhter Windgeschwindigkeit bis zu 126 % der Freilandgeschwindigkeit festzustellen (9/S.268).

Zu ähnlichen Feststellungen gelangt Prof. A. MOLCHANOW (10), der über die 50 jährigen Erfahrungen berichtet, die man in den russischen Steppengebieten mit Windschutzstreifen gemacht hat. Wenn auch die mitgeteilten Klimawerte vor allem wegen der großen Anzahl von Frosttagen den Mittelmeerverhältnissen wenig entsprechend sind, so geben die Beobachtungen über die Wirkungsweise der Windschutzstreifen auf Windgeschwindigkeit, Wasserablauf und Temperaturänderung einen allgemein gültigen Hinweis auf den zu erwartenden Nutzen.

Die Erhebungen sind in 4 verschiedenen Klimazonen gemacht worden, die sich vor allem stark in der Regenmenge der frostfreien Zeit unterscheiden:

	Jän. Mittel	Jul. Mittel	Frostfreie Tage	Regen
1) Forststeppe	- 10°	20°	160	310 mm
2) Steppe	- 10	22	180	250 mm
3) Halbwüste	- 10	25	180	150 mm
4) Wüste	8	27	180	60 mm

Es haben sich folgende Wirkungen nachweisen lassen:

- 1) Verminderung der Windgeschwindigkeit vor dem Windschutzstreifen durch Stauwirkung auf eine Entfernung, die der 5 fachen Höhe der Bäume entspricht.
- 2) Verminderung der Windgeschwindigkeit hinter dem Windschutzstreifen bis auf 20 fache Höhe nachweisbar.
- 3) Die Verminderung der Geschwindigkeit beträgt hinter dem Streifen 55-80 % bis zu einer Entfernung von 200 m vom Streifen bei einer Windgeschwindigkeit von 5-6 m/sec. und 18 m hohen Windschutzstreifen.
- 4) Die größte Abnahme der Windgeschwindigkeit liegt nicht unmittelbar hinter dem Windschutzstreifen, sondern in einer Entfernung, die der 6 fachen Höhe entspricht.
- 5) Die Durchmischung der Luft in offener Steppe

	100 %
hinter dem Windschutz	30 %
in Entfernung von 5 x Höhe	35 %
- 6) Bei senkrechten Auftreffen des Windes auf die Streichrichtung des Windschutzstreifens, ist die Geschwindigkeitsabnahme am größten. Bei einem Einfallswinkel von 30° ist sie geringer.
- 7) Bei einer Windgeschwindigkeit von 4.1 m/sec. beträgt bei

50 m Abstand zwischen den Streifen die max. Stärke	3 %
100 m Abstand zwischen den Streifen die max. Stärke	12 %
200 m Abstand zwischen den Streifen die max. Stärke	40 %
600 m Abstand zwischen den Streifen die max. Stärke	72 %

 der Windstärke auf offener Steppe.

- 8) Bis auf eine Entfernung von 25 Baumhöhen vom Windschutzstreifen ist eine 25 % ige Verringerung der Verdunstung des Bodens gegenüber der freien Steppe nachweisbar.
- 9) Windschutzstreifen helfen Feuchtigkeit aus der Luft zu sammeln, durch Förderung der Kondensation von Wasserdampf als Nebel, Tau und Reif.
- 10) In den Zwischenfeldern bemerkt man mehr Schneeablagerung, weniger tiefen Bodenfrost (40 cm anstatt 80 cm in offener Steppe) und mehr Feuchtigkeit im Boden (bis zu 40 %) als in ungeschützter Lage.
- 11) Die Windschutzstreifen haben einen wesentlichen Einfluß auf die Menge des oberflächlich ab rinnenden Wassers. Man erhob für

100 % Bewaldung	0.08 % Ablauf
30 % Bewaldung	0.20 % Ablauf
0 % Bewaldung	0.70 % Ablauf
- 12) Diese Einflüsse bewirken eine Steigerung des Hektarertrages an Getreide von

3.4 Zentner/ha bei Streifenabstand 300 m	auf insgesamt 5.2 Z/ha
3.0 Zentner/ha bei Streifenabstand 340 m	auf insgesamt 4.6 Z/ha
2.8 Zentner/ha bei Streifenabstand 400 m	auf insgesamt 4.2 Z/ha
2.5 Zentner/ha bei Streifenabstand 600 m	auf insgesamt 3.4 Z/ha

Ein russisches Dekret vom 20. Oktober 1948 ordnet für nachfolgende Zwecke verschiedene Breiten der Windschutzstreifen an: Es genügen

- | | | |
|----|------|---|
| 5 | 6 m | Breite für gleichmäßige Schneeablagerung |
| 10 | 20 m | Breite für Verminderung der Windgeschwindigkeit |
| 20 | 50 m | Breite für Ufersicherung an Wasserläufen |
| 20 | 60 m | Breite für Wasserberuhigung und Leitung bei Überschwemmungsland |

Für die Erosionsbekämpfung an Hängen wird ein System von breiten Streifen im unteren Drittel und 5-6 m breiten Streifen nahe der Wasserscheide empfohlen.

Als gut verwendbare Holzarten werden in MOLCHANOWs Bericht genannt: *Ailanthus gland.*, *Betula ver.*, *Ulmus camp.*, *Sorbus term.*, *Ulmus primila*, *Pyrus com.*, *Quercus ped.*, *Celtis ecc.*, *Acer neg.*, *Acer tart.*, *Eleagnus ang.*, *Morus alb.*, *Fraxinus americana*, *Ribes aur.* Bezüglich Dichte der Pflanzung werden Reihen von 3-4 m Zwischenraum genannt, ohne Angabe des Abstandes zwischen den Pflanzen. Eine 4-5 malige Bodenbearbeitung zwischen den Reihen im ersten und im zweiten Jahr sind für das Fortkommen der Pflanzungen notwendig.

Über die großen Windschutz-Aufforstungen in den Ebenen von Nord-Dakota, Süd-Dakota, Montana und Wyoming, die 1937 begannen, berichtet GEORGE (10/S.27). Er gibt eine Übersicht des herrschenden Klimas durch nachfolgende Jahresmittelwerte:

Min. t°	Max. t°	Durchschn. t°	Regen mm	forstfr. T.
-32°C(-18/-50)	39°C(30/50)	7°C(1/13)	375(90/1020)	130(50/200)

Es wurden während 8 Jahren mehr als 200 Millionen Bäume und Sträucher versetzt, die sich aus 40 verschiedenen Arten herleiteten. Bei der 1954 erfolgten Überprüfung ergab sich, daß die im öffentlichen Besitz befindlichen, langgestreckten Aufforstungen viel schwieriger zu schützen waren, also die in das Windschutz-System einbezogenen privaten Windschutzstreifen, die durchgehend besseren Erhaltungszustand aufwiesen. 30 % der gesamten Pflanzungen waren durch die Viehweide ernstlich beschädigt. Unter den angegebenen klimatischen Verhältnissen zeigten sich am besten geeignet: *Fraxinus pennsylvanica*, *Acer neg.*, *Ulmus parvifolia*, *Pinus pond*, *Juniperus virginiana* und *Eleagnus ang.*, *Prunus virginiana*, *Caragana arborescens* unter Halbbäumen. Er empfiehlt für zukünftige Windschutz-Pflanzungen:

- 1) Breite der Streifen: 5 - 10 Reihen mit 4 oder 5 m Zwischenraum
- 2) Pflanzenabstand in den Reihen: 2 - 2.5 m
- 3) Reinigung der Fläche von Unkraut vor der Pflanzung und einige Jahre nachher.
- 4) Sofortige Nachbesserung der Eingänge, ehe die Überlebenden die Nachbesserungen zu unterdrücken beginnen.
- 5) Einzäunung bei Weidegang.

Die oben angeführten Holzarten wurden ohne Bewässerung gepflanzt, da besonders hervorgehoben wurde, daß bei vorhandener künstlicher Bewässerungsmöglichkeit noch viele andere Holzarten verwendbar wären. Von einer Pflanzung entlang von Wegen wird mit Rücksicht auf erhöhte Feuergefahr, schlechte Sicht für Fahrer, und Gefahr von Schneeverwehungen abgeraten.

Über die Errichtung von Windschutzpflanzungen in den Pontinischen Sümpfen wird berichtet (11/S.24), daß man zum Schutz gegen NW und S-Wind ein rechteckiges Windschutzgitter für notwendig hielt. Streifen von 5-12 Baumreihen Breite in 400 m Abstand wurden senkrecht dazu alle 100 m durch 1 - 2 Baumreihen gekreuzt. Üblicher Reihenabstand 3 m und Pflanzenabstand 2-2.5 m. *Eucalyptus camaldulensis* hat sich weitaus am besten geeignet. Bezüglich des Aufbaues von Windschutzstreifen hält man (11/S.24) Formen von dreieckigem Querschnitt, mit Sträuchern an den Außenreihen, Halbbäumen in den anschließenden und Bäumen, mit dem unter den gegebenen klimatischen Verhältnissen größtmöglichen Höhenwuchs in der Mitte, für besonders zweckmäßig um "den Wind sachte anzuheben" Im selben Abschnitt wird aber auch die Wirksamkeit von bloß 1 oder 2 Pflanzenreihen betont.

Nach einer vielbesprochenen, neuen Auffassung soll jede zu dichte Pflanzung, die wie eine Wand den Wind anhebt und unter Wirbelbildung wieder absinken läßt, vermieden werden und "durchlässigen Pflanzungen" Platz machen, durch deren kammartige Lücken der Luftstrom beim Durchfließen bloß gebremst, aber nicht aufgewirbelt wird.

Die oben betonte Wirksamkeit von 2 oder selbst bloß 1 Baumreihe, scheint in der neuen Ansicht begründet zu sein. Ein gleichmäßiges

Durchgleiten der Luft durch Baumreihen wird zumindest solange stattfinden, als die Stämme nicht in dichtbelaubten Kronenteil und astreinen Schaft zerfallen. Die bei den Farmern in Tunesien so beliebten Einzelreihen aus *Cupressus pyr.* oder *hor.*, deren Stämme sich bei Lichtzutritt von beiden Seiten nicht reinigen, erfüllen auf beste Art diese Forderung.

Man wird dabei lebhaft an die erfolgreichen Lawinenverbauungen in der Heimat nach HASSENTEUFEL erinnert, bei denen der abgleitende Schneestrom durch Steinkeile in mehrere, paarweise gegeneinander gerichtete Fließbänder zerlegt, sich selbst der Wucht beraubt und liegen bleibt. Bei dem geringeren spezifischen Gewicht der strömenden Luft, ihrer meist kleineren Geschwindigkeit und der unvollkommenen Spaltwirkung selbst von *Cupressus pyr.* gegenüber einem Steinkeil, kommt es zu keinem Stillstand, sondern zu einem Durchfließen mit gemildeter Geschwindigkeit unter dem Drucke der, im Verhältnis zur begrenzten Schneemasse, unbegrenzt, bis zur Windrichtungsänderung nachfließenden Luft. Eben dieses gleichmäßige Durchfließen mit geminderter Geschwindigkeit wird angestrebt.

Der Vorteil einer permeablen Pflanzung liegt auch in der Verringerung der Gefahr einer Überhitzung der Luft in umpflanzten Feldern an windstillen Tagen, da ein Temperatúrausgleich bei durchlässigen Pflanzweisen leichter vonstatten geht.

Eine besonders starke Bremswirkung auf den Wind übt der in Tunesien oft als Hecke gepflanzte Feigen-Kaktus aus. Seine in mehr oder weniger senkrechten, verschiedenen Ebenen liegenden verbreiterten Sproßteile zerlegen den Luftstrom in viele, sich zum Teile selbst vernichtende, an Geschwindigkeit bedeutend verlierende Arme. Bei jedem Sandsturm kann man eine starke Ablagerung von feinsten Bodenteilchen knapp vor und hinter den 2 m Höhe selten übersteigenden Kakteen-Hecken wahrnehmen, die der Sandsturm, der an Geschwindigkeit verliert, zu Boden sinken lassen muß. Knapp oberhalb des Bodens ist bei Sandstürmen der Materialtransport am größten und kann oft die Sicht, wie starkes Schneetreiben, vollkommen nehmen. Es ist vor allem der, wie ein Sandstrahlgebläse wirkende Treibsand, der selbst die lederigen Blätter mancher Eukalypten versehrt und Neupflanzungen vernichtet. Der Fähigkeit den Treibsand, wie beschrieben, anzuladen und wegen seiner mühelosen Anpflanzung, verdient der Feigenkaktus die große Wertschätzung, die er am Rande der Wüste genießt, ganz abgesehen davon, daß er in der Dürrezeit verfüttert werden kann.

Die oftmals seitens der Landwirtschaft beklagte Wurzelkonkurrenz, die den Kulturen durch die Holzarten der Windschutzstreifen erwächst, besteht natürlich und hängt in ihrer Größe von der Ausbildung des Wurzelsystems der verwendeten Holzarten ab. Das weit ausstreichende, horizontale Wurzelsystem der Eukalyptusarten beeinflusst bis zur eineinhalbfachen Baumhöhe die angrenzenden Kulturen. Durch Grabenziehung

in entsprechender Entfernung von der Pflanzreihe oder wiederholtes, maschinelles Durchschneiden der Wurzeln entlang dieser Linie, sucht man diese Konkurrenz einzudämmen und gleichzeitig die Entwicklung des vertikalen Wurzelsystems der Eukalyptusarten zu fördern, eine Maßnahme, die die Widerstandskraft der Pflanzungen gegen Dürre begreiflicherweise verbessert.

Neben Überhitzung der Kulturen und Wurzelkonkurrenz wird auch oft noch der Verlust an Boden gegen die Windschutzpflanzungen ins Treffen geführt. Sie nehmen, je nach Breite der bepflanzten Bänder 7-20 % der Gesamtfläche in Anspruch, was in Kauf genommen werden muß.

Bei der praktischen Ausführung von Windschutzpflanzungen wird es darauf ankommen, unter Berücksichtigung der bisherigen Erfahrungen, die größte Schutzwirkung für die Kulturen mit dem geringsten Aufwand für die Begründung und Erhaltung der sie umgehenden Windschutzstreifen zu erzielen.

Auswahl fremder Holzarten

Bei Aufforstungen außerhalb der natürlichen Waldgrenze ist für ihr Gelingen die richtige Auswahl der zu verwendenden Holzarten die Voraussetzung neben passender Pflanzmethode und 2 jähriger Pflege, wie dies bereits erwähnt wurde. Für die Verhältnisse im Mittelmeerraum, mit ihren geringen Niederschlägen, die noch dazu von Jahr zu Jahr einem starken Wechsel unterliegen und ihrer mehrmonatlichen, sommerlichen Trockenzeit, haben sich aus der rund 700 Arten umfassenden Familie der australischen Eukalypten besonders jene geeignet gezeigt, deren Feuchtigkeitsbedarf gering ist. Unterschreitet er den Bedarf der einheimischen Holzart, die in einem gegebenen Fall die natürliche Waldgrenze bildet, so kann an die Aufforstung außerhalb der Waldgrenze mit dieser anspruchsloseren Holzart gedacht werden, falls auch Temperatur- und Bodenverhältnisse ihr zusagen.

Nachfolgend sind einige Daten zusammengestellt, die eine solche Auswahl erleichtern. Sie sind nach (11), (12) und anderen Literaturangaben für die Verwendung in Tunesien ausgewählt worden.

Nr.	Holzart Eukalyptus	Niederschlag mm	Baumhöhe m	Abs. Temperat.		Seehöhe m
				Min.	Max.	
1	microtheca	175-270	10-15	- 8° C	+ 45° C	500
2	sargenti	200-250	10-15	- 5	+ 45	300
3	dundasi	200-300	15-20	?	?	?
4	pyriformis	200- ?	5- ?	- 5	+ 45	250
5	salubris	200-460	10-20	- 5	+ 38	300
6	oleosa	225-400	6-10	- 6	+ 45	280
7	salmonophloia	200-510	15-25	- 5	+ 50	400
8	intertexta	225-400	5-17	- 6	?	280
9	dumosa	225-400	6-10	- 6	+ 45	280
10	Camaldulensis	225-640	20-40	- 4	+ 50	0-300
11	gillii	wie oleosa				
12	Brockwayi	230-300	15-20	- 4	+ 43	300
13	Flocktoniae	230-430	10-15	- 4.5	?	430
14	torquata	300- ?	6-8	- 6	?	350
15	leucoxyton	300-400	20-25	- 5.5	+ 45	150-500
16	occidentalis	300-500	15-22	- 4	? 40	200
17	astringens	360-560	10-25	- 3	+ 45	270-380
18	sideroxyton	380-640	20-25	- 8	+ 50	800
19	melliodora	380-650	20-25	- 9	+ 38	0-800
20	gomphocephala	400-525	20-35	- 3	+ 40	150

Nr.	Boden	Stockausschlag	Anmerkung
1	Ton	sehr gut	Holz termitenfest
2	Sand/Lehm	?	Salzboden ertragend
3	Sand	?	
4	?	?	
5	Ton	?	
6	Ton	gut	Kalk ertragend, auch auf seichtgründigen Böden
7	Lehm/Ton	?	
8	?	sehr gut	
9	Ton	?	
10	Lehm	gering	lösliches Salz, Kalk nicht vertragend, unter 300 mm nur bei nahem Grundwasserspiegel
11			
12	Sand/Lehm	gering	tiefgründige Böden bevorzugt
13	Sand/Lehm	gering	
14	Ton	gut	Salzgehalt vertragend, keine Varietäten bild
15	Lehm/Ton	gut	verträgt nicht Zurückschneiden des Haupttriebes, da sich Seitenäste nicht heben
16	Sand/Lehm	gut	Salz ertragend
17	Sand/Lehm	ganz gering	Salz gut ertragend, Rinde enthält 50 % Tannin
18	Lehm/Ton	gut	gutes Nutzholz liefernd
19	Sand/Lehm	gut	Blüte honigreich
20	Lehm	gut	Kalk vertragend, salzfest

Die Anordnung nach steigendem Wasserbedarf zeigt sehr schön, daß bei Arten, die mit geringem Niederschlag auskommen, die Baumhöhen im Mittel nur 15 m erreichen, während bei größeren Regenmengen oder nahem Grundwasserstand 20 m und mehr zu erwarten sind.

Pflanzen mit niederem und gleichzeitig eng begrenztem Feuchtigkeitsbedarf, wie *microtheca*, *sargenti* und *Flocktoniae* werden im allgemeinen für die trockensten Gebiete in Frage kommen. Auch die geringe Höhe weist in dieselbe Richtung, die bei allen drei Arten nur

10-15 m beträgt. Der Eukalyptusfachmann Prof. L. D. PRYER von der Universität Canberra, Australien, bezeichnete die Arten *Oleosa*, *inter-texta* und *dumosa* als diejenigen, die in Australien die meiste Trockenheit ertragen. Sie sind gleichzeitig befähigt, ihre Baumhöhen auf 5 und 6 m zu verringern. Gegen Temperaturen, die über -8 und $+50^{\circ}\text{C}$ hinausgehen, sind alle genannten Arten ziemlich gleich empfindlich. Nur 3 Holzarten überschreiten laut diesen Angaben die 500 m Seehöhen-Grenze: *Camald.*, *sider.* und *melliod.* Sie wurden alle drei von Prof. PRYER als ungeeignet für die Aufforstung außerhalb der Waldgrenze um Tunesien bezeichnet. Das Vermögen, salzhaltige Böden zu ertragen, zeichnet besonders die Arten *sargentii*, *torquata*, *occidentalis* und *astringens* aus. Bei dem großen Ausmaß versalzener Böden ist die Eigenschaft besonders wertvoll. Wenn sie noch außerdem, wie bei *astringens*, mit 50 % Gerbstoffgehalt der Rinde gepaart ist, eröffnen sich neue Nutzungsmöglichkeiten für bisher brach liegende Böden in Tunesien und anderwärts.

Nur um darzutun, daß es unter den Eukalyptusarten auch solche gibt, die tiefere Temperaturen als die genannten überdauern, seien *Euc. gunii* und *Euc. Jonstonyi* erwähnt, die -17 , bzw. -22°C ertragen, aber allerdings nur vorübergehend, ohne anhaltend gefrorenen Boden.

Das Maximum an Massenleistung bei den schnellwachsenden Eukalypten scheint *Euc. saligna* mit 35 fm je Jahr und ha zu liefern. Diese Höchstleistung ist aber auch an ein feuchteres Klima von 890 mm Jahresniederschlag gebunden. Die oftmals überraschende gute Wuchsleistung von *Euc. camald.* in Gegenden von geringem Niederschlag erklärt sich bei genauerer Untersuchung, z. B. im Falle Sidi-Bou-Zid/Dorf, durch einen 2-3 m tief liegenden Grundwasserspiegel, da die Niederschläge von rund 250 mm je Jahr nicht hinreichen würden, um Bäume von 20-25 m Höhe wachsen zu lassen. Möglicherweise ist die auffallend niedere untere Grenze des notwendigen Niederschlages wie sie die Liste für *Euc. camaldulensis* mit 225 mm bei einer oberen Grenze von 640 mm aufweist, auf eine, den Verhältnissen in Sidi-Bou-Zid ähnliche Beobachtung zurückzuführen. Das Eingehen zahlreicher *Euc. cam.* Pflanzungen im Steppengebiet Tunesiens spricht für diese Annahme.

Neben den Eukalyptusarten sind vor allem verschiedene *Acacia*arten für die Aufforstung außerhalb der Waldgrenze verwendbar. Ihre Hilfsdaten sind folgende:

Nr.	Holzart Acacia	Niederschlag mm	Baumhöhe m	Abs. Temperat.		Seehöhe m
				Min.	Max.	
1	cyanophylla	127-635	7-8	- 3° C	?	
2	ligulata	150-250	7-8	- 5	?	300
3	acuminata	200-300	5-8	- 5	?	200
4	raddiana	200	8	- 6	+ 53	250
5	aneura	230-300	?	?	?	?
andere Holzarten						
6	Pistacia atl.	150-200	20	frosthart		bis 2000
7	Casuariana dec.	150-250	10	- 8	?	bis 600
8	Casuarina glauca	200-300	10	- 5	?	bis 300
9	Tamarix artic.	200-400	10-15	- 5	?	bis 300

Nr.	Boden	Ausschlagsvermögen	Anmerkung
1	Sand	gut	zur Bindung von Dünen sand geeignet
2	Sand	?	
3	Sand	?	
4	Lehm/Ton	?	Früchte geben wertvolles Viehfutter
5	Sand	?	als Viehfutter verwertbar
andere Holzarten			
6	Lehm	gut	veredelt zu Pist. vera
7	Sand/Lehm	?	erträgt Salzgehalt
8	Sand/Lehm	?	
9	Sand	sehr gut	erträgt Salzgehalt

Auffallend ist der durchgängig geringe Feuchtigkeitsbedarf der Akazien, der sie für Aufforstungen außerhalb der Waldgrenze empfiehlt. Nach Prof. PRYER bilden sie und nicht die Eukalypten die Waldgrenze gegen die Steppen Australiens. Da mit Ausnahme von *Acacia cyan.* ihre Verwendung im Mittelmeergebiet erst in den Anfängen steht, ist mit einer Steigerung ihrer Anwendung nach Artenzahl und Flächenausmaß zu rechnen.

Eine zunehmende Berücksichtigung bei Aufforstungen ist vor allem der in Nordafrika heimischen *Acacia raddiana* (*tortilis*) zu wünschen, in deren Waldungen angeblich Hannibal seine Kriegselefanten weiden ließ und die heute auf einen geschützten Restbestand von 440 Stück in der Ebene zwischen Gafsa und Sfax bei Bou Hedma, am Fuße des 790 m hohen Berges Bouhedma zusammengeschmolzen sind. Die Örtlichkeit ist auf der Tunesienkarte 1 750.000 von Shell (13) verzeichnet. In neuerer Zeit berichtet erstmals M. E. PELISSIER 1853 in seiner "Description de la Régence de Tunis" über den Akazienwald von Bou Hedma. 1874/75 berichtet DOUMET-ADAMSON nach seinem Besuche daselbst von 40.000 Stämmen, die diesen Wald bilden. Bei seiner 1884 stattfindenden 2. Reise, sieht er bereits einen großen Teil des Waldes von Unternehmern der französischen Armee geschlagen. Diese Nachrichten finden sich in einer Aktensammlung der Generalforstdirektion Tunis (14). In dem Werk "Plantes de la Tunisie" von BONNET und BARATTE (15), wird auf S.147 das Vorkommen von *Acacia raddiana* wie folgt geschildert: "*Acacia tortilis* bildet einen Bestand von rund 35.000 ha im Bled Tahla zwischen Sfax und Gafsa und findet sich nördlich und südlich dieser Lokalität in kleinen Gruppen oder isolierten Stücken bei Biar-Mta-el-Arneb, an den Rändern des Oued Leben, am Fuß des Djebel Bou Hedma, an den Wasserstellen von Mahamla, dem Djebel Eddedj, bei Khanget-Oum-el-Oguel, etc.

Die angeführten Lokalitäten stellen die nördlichsten Vorkommen dieser Akazie dar (Arabien, Ägypten, Fezzan, Tuareg - Länder, Ghadames) und zwar im Oued Tahla mit allen Anzeichen einer unbestreitbaren Spontaneität. Zur Zeit als die wissenschaftliche Mission daselbst durchkam, im Jahre 1848, war der Wald von Tahla offenbar in Abnahme begriffen; die Bäume, die stellenweise lange, geradlinige Zeilen bildeten, standen 50-100 m von einander entfernt, was eine durchschnittliche Dichte von 4-1 Baum pro Hektar ergibt. Die bestentwickelten Exemplare waren 12-15 m hoch, mit einem Stammdurchmesser von 30-40 cm in 1 m Höhe über dem Boden. Obwohl die meisten Bäume reichlich fruchteten, waren junge Bäume sehr selten, was sich auf zwei Ursachen zurückführen läßt:

- 1) auf den Befall fast aller Samen durch einen kleinen Käfer (*Bruchus/Mylabris/Aurivillii* Blanc), dessen Larve die Keimblätter und oft auch den Embryo auffrißt;
- 2) auf die Beweidung durch Kamele, Ziegen und Hammel, die die jungen Pflanzen zerstören "

Wenn die heute sichtbare Waldgrenze in Tunesien von *Pinus hal.* gebildet wird und ungefähr der Linie Sbeitla Kap Bon entspricht, so scheint ihr früher eine *Acacia raddiana*-Waldgrenze auf der Strecke Sfax Gafsa vorgeschoben gewesen zu sein. Diese Stellung der Akazie am äußersten Saume der Bewaldung gegen die Steppe zu würde sich auch mit den erwähnten Beobachtungen Prof. PRYERs in Australien decken. Dieser neue Gedanke zeigt noch eindringlicher, wie sehr gerade Aufzuchtbestrebungen mit der heimischen Holzart *Acacia radd.* bisher in ganz Nordafrika vernachlässigt wurden, obwohl sie ein bedeutend geringeres Risiko in sich tragen, als solche mit fernher geholten fremden Holzarten. Das Muster einer getrockneten, 2 jährigen *Acacia radd.* in der Forstdirektion Tunis, mit 20 cm Sproß- und 150 cm Pfahlwurzel-Anteil, wirbt um Verständnis des langsameren Jugendwachstumes bei verringerter Vertrocknungsgefahr.

Methoden der Pflanzenerziehung und Bodenvorbereitung, sowie des Setzens der Pflanzen

In allen Pflanzgärten, die ich in Tunesien besuchte, war für Windschutz, Sonnenschutz und Bewässerungsmöglichkeit gesorgt und die Pflanzen wurden in Nylonsäckchen oder Ton-Gartentöpfen gezogen und an die Pflanzorte befördert.

Die Pflanzungen sollen womöglich gleich nach Verlegung des Bewässerungsnetzes angelegt werden, damit sie ehe baldigst wirksam werden. Wohl am häufigsten wird *Cupressus hor.* oder *pyr.* auf 0.5 bis 1 m Abstand in einfachen oder doppelten Reihen um die Beet- und Fahrwegfläche gezogen und diese in ihrem Inneren, je nach Größe und abzuwehrender Windstärke, wieder durch Zypressen-Reihen weiter unterteilt. Zufahrtswege für LKW-Pflanzentransporte werden tunlichst nahe an die Beettafeln herangeführt. Bei unvollkommen wirkenden Schutzpflanzen in den ersten Jahren des Bestehens eines Gartens, ersetzen häufig Schilfmatten, die an schnell errichtete Dahrtzäune gebunden werden, die noch fehlende Zypressenwand. Aus der lückenlosen Durchführung dieser Schutzmaßnahmen kann man schließen, wie sehr Windschutz gegen Verdunstungssteigerung an Böden und Pflanzen und gegen die mechanische Beschädigung der Blätter durch treibenden Sand unter den herrschenden Verhältnissen nötig ist.

Nicht minder wichtig ist es, besonders in den ersten Wochen nach dem Aufgehen der Saaten oder nach dem Verschulen, die Pflanzen zumindest vor den ärgsten Gluten der Mittagssonne schützen zu können. Winkel-eisen als Stützen sind mit ebensolchen horizontalen Eisen verschraubt, auf denen Schilfmatten abgerollt werden, sobald Schatten gebraucht wird. Meist werden die Nadelhölzer unter dem Schattendach gezogen, während die Laubhölzer, vor allem die vielen Eukalyptuspflanzen, nur in der ersten Zeit Schatten verlangen.

Die Pflanztafeln werden zum Unterschied von unseren heimischen Gepflogenheiten nicht erhöht über den Wegen, sondern versenkt oder zumindest gleich hoch mit den Wegen angelegt. Da alle Pflanzen in Nylonsäckchen von rund 6 cm Durchmesser und 20-25 cm Länge oder in Blumentöpfen herkömmlicher Form von rund 12 cm oberer Öffnung und 12-13 cm Höhe erzogen werden, richtet sich die Tiefe der Ausschachtung der Tafel nach der Höhe der verwendeten Pflanzbehälter. Für *Pinus hal.*, *Cupressus hor.*, *Juniperus phoen.* und *Cerathonia sil.* zieht man die direkte Saat in Blumentöpfen vor. Die Pfahlwurzeln dieser Holzarten können gegebenenfalls durch die große Öffnung am Grunde des Topfes leicht ins freie Erdreich dringen und bleiben so vor spirali-ger Verkrümmung bewahrt, wie sie öfter in den viel längeren Nylonsäckchen zustande kommt, wenn die Pflanzen zu alt geworden sind und darauf vergessen wurde, die Säckchen vor Verwendung zu durchlöchern oder die Löcher zu klein oder zu hoch, unter Ausschluß des Bodens angebracht wurden. Sind die Wurzeln durch die Öffnung des Blumentopfes bereits ausgetreten und durch den Rand des Gefäßes eingengt, so ist das Gefäß besser zu zerschlagen, um Beschädigungen der Wurzel zu vermeiden, die durch das Abstreifen des Topfes entstehen müssen. Es leuchtet ein, daß solcherart überentwickelte Pflanzen bei längeren Transportwegen der Gefahr der Wurzelrocknis ausgesetzt sind. Die besten Erfolge erzielt man mit Pflanzen, die möglichst stark sind, aber aus ihren Behältern, ob Nylon oder Blumentopf, die Wurzel weder austreten ließen, noch zu Spiralwuchs im Behälter zwangen. Der beste Augenblick für die Auspflanzung ist immer der, in dem die unverbildete Wurzelspitze sich knapp an den Rand des Gefäßes herangearbeitet hat. Vorteil der Nylonsäckchen ist es, besonders wenn ihre Länge auf 30-35 cm vergrößert würde, besser entwickeltes Pflanzenmaterial liefern zu können, da einer Wurzellänge von 25 cm ein nicht viel kleineres Pflänzchen entspricht, während z. B. Eukalyptuspflanzen von bloß 10 cm Länge im Gelände oft eingehen.

Werden Pflanzen vor dem Ausheben tüchtig eingegossen, so überstehen sie, ob in Nylonsäckchen oder Tontöpfen gezogen, einen weiteren Transport, selbst unter der afrikanischen Sonne. Das Eingießen muß im Beet erfolgen und nicht erst nach Verladung, auf dem LKW, da die Nylonsäckchen, auch bei sorgfältiger Schichtung in nur einer Schichte, nie so vollkommen vertikal gestellt werden, wodurch ein Teil des Wassers außen an den Hüllen abrinnt, anstatt im Inneren vom Wurzelballen aufgenommen zu werden. Je älter und blattreicher die gelieferten Eukalyptus-Pflanzen sind, umso wichtiger wird das Stutzen bis auf 4-5 Blätter noch im Beet, damit nicht durch den Fahrtwind und die erhöhte Verdunstung, die er verursacht, vertrocknete Pflanzen ans Ziel gebracht werden. Nach den gewonnenen Erfahrungen verträgt *Eucalyptus leuc.* das Stutzen des Haupttriebes schlecht.

Die nächstliegenden Äste heben sich ein Jahr lang nicht, um die Funktion des Haupttriebes zu übernehmen. Wenn sie schließlich, vielfach gestützt, sich zu geben beginnen, so bleiben leuchterförmige Gabelbildungen zurück, in deren Mitte noch lange der Stumpf des gestutzten Haupttriebes zu sehen ist und nicht selten bricht der zum Haupttrieb gewordene Ast vom Schaft ab und diese erste, schlecht vernarbte Wunde birgt wahrscheinlich schon den Keim künftiger Fäulnis in sich.

Nach mündlicher Mitteilung von Herrn FRANCKET der Forstlichen Versuchsanstalt Tunis verträgt auch Eucalyptus atringens das Zurückschneiden des Haupttriebes nicht. In solchen Fällen ist die wechselweise Entnahme der halben Ast- und Blattanzahl rund um den Schaft zu empfehlen.

Neben Nylonsäckchen und Blumentöpfen werden seit einem Jahr die französischen "Godets fertiles" verwendet. Es sind das Papierbecher von 18 cm Länge und 8 cm oberem Durchmesser, mit Düngestoffen imprägniert und für die Wurzeln durchwachsbar. Ihr unbestreibbarer Vorteil besteht darin, daß der ganze Becher, wie er aus dem Beet gehoben wird, mit vielen Wurzeln rundum, die ihn durchdrungen haben, an der Pflanzstelle versetzt wird, ohne daß die Pflanze durch hastiges oder schlampiges Abziehen der Hülle gefährdet wird. Die Pflanzen in den konischen Bechern sind dabei in den Beeten so dicht und ohne Einbettung in Erde, aneinander zu reihen, daß die zu Quadraten verformten, runden Öffnungen der Becher, die unter ihnen befindlichen Hohlräume abschließen. Dadurch vertrocknen die durch die Papierwand hindurchgewachsenen Wurzeln an der Spitze und geben zu neuer Wurzelbildung im Inneren des Bechers Anlaß, wodurch ein wurzelreicher Wurzelballen entsteht. Nachteilig ist die für forstliche Zwecke geringe Höhe von max 18 cm und der Umstand, daß schon nach Jahresfrist die Haltbarkeit der Becher sehr verringert ist, wodurch die Sicherheit der Erhaltung des Wurzelballen bis zum Augenblick der Pflanzung schwindet.

In heißen Gegenden scheint die Nylonhülle die beste Gewähr gegen Verdunstung und Austrocknung des Wurzelballens auf langen Transportwegen und schattenlosen Pflanzstellen zu sein unter der Voraussetzung, daß längere 30-35 cm Säckchen verwendet werden, die neben einer entsprechenden Bodenöffnung auch seitwärts Luftlöcher aufweisen und die Pflanzen ausgesetzt werden, wenn sich die Wurzelspitze dem Boden nähert, da sie dann genügend stark, jedoch ohne Spiralwurzelbildung sein wird.

Mit Rücksicht auf die gesteigerte Verdunstung wird die Verwendung von Torfhüllen, die in feuchteren Klimaten rasch Eingang gefunden hat, hinter der Verwendung dichter, verdunstungshemmender Hüllen zurückstehen müssen. Die Nylonhülle erfüllt die Forderung nach Verhinderung der Verdunstung. Sie bietet außerdem noch den Vorteil des geringen Gewichtes und erleichtert dadurch wesentlich den Pflanzentransport. Man kann, ohne Schaden für die Pflanzen, ohne weiteres 2.000 Stück auf der Ladefläche eines LKW verstauen, während man diese Zahl bei Verwendung von Blumentöpfen nur durch Übereinander-Lagern erreichen kann.

Bei der Füllung der Pflanzenbehälter ist in jedem Falle darauf zu achten, daß die Erde soviel Bindigkeit besitzt, daß der Wurzelballen im Augenblick der Lösung der Hülle nicht zerfällt, sondern möglichst unbeschädigt ins Pflanzloch gelangt.

Bodenbearbeitung vor der Pflanzung

Davon, wie rasch die Wurzeln des Pflänzlings in tiefere, der Austrocknungsgefahr weniger ausgesetzte Bodenschichten vorzudringen vermögen, hängt im Mittelmeerraum der Erfolg oder Mißerfolg der Aufforstungen ab. Da im allgemeinen in einem tief vorgelockerten Boden die Wurzel bessere Wachstumsbedingungen vorfindet, als in einem verfestigten Grunde, kommt der guten Bodenbearbeitung ausschlaggebende Bedeutung zu. Diese Lockerung bis auf 60-80 m Tiefe wird am besten durch starke, eiserne Haken, die als Zusatzgeräte zu Caterpillar TD/20 der "International Harvester Company", Chicago, geliefert werden, besorgt. Je nach Zweck und Bodenwiderstand können in einem Durchgang ein, zwei oder drei Pflanzlinien gezogen werden, von denen die beiden letzteren 2.50 bzw. 1.25 m Abstand haben. Die natürliche Lage der Bodenschichten bleibt dabei erhalten. Von der vorgelockerten Furche aus entstehen zusätzlich Bodenrisse links und rechts, die ein allseitiges Wurzelwachstum fördern.

Diese Bodenlockerung soll bei trockenem Boden gemacht werden, da bei durchnässten Böden die Rißbildung seitwärts der Furche nicht zustande kommt und außerdem eine gewisse Bodenverdichtung zu beiden Seiten des Hakendurchganges, insbesondere bei bindigen Böden, zu bemerken ist. Bei den in Tunesien beispielsweise häufig seichtgründigen Böden, die auf Tuffen oder Kalkhorizonten lagern, wird die verfestigte Schichte, die meist nicht viel stärker als 10-15 cm ist, bei Durchgang der Haken zertrümmert und der darunter liegende Boden den Wurzeln erreichbar. Bei bleibend seichtgründigen Böden versucht man dadurch, daß man den bearbeiteten, gelockerten Boden entlang der Pflanzlinie wallartig bis auf ein Mehrfaches der ursprünglichen Bodentiefe mit Gradern zusammenschiebt, beste Bedingungen für das Wurzelwachstum zu schaffen. Die schnellwachsenden Eukalypten lohnen diese Mehrarbeit durch ein auffallend besseres Wachstum entlang der angehäuften Linie. Werden an Hängen diese Wälle den Schichtenlinien entlang geführt und bepflanzt, so stellen sie nicht bloß tiefgründigere, sondern auch feuchtere Örtlichkeiten als die unbearbeiteten Hänge dar, da sie ihren Pflanzen das am Hang abfließende Wasser sammeln und so der Aufforstung und Erosionsbekämpfung dienen.

Stehen keine Maschinen zur Bodenlockerung zur Verfügung, so ist ein entsprechend großes Pflanzloch auszuheben. Die Olivenpflanzung der Sfaxer Umgebung bevorzugt Pflanzgruben von 1 m³ Inhalt zur Begün-

stigung allseitigen Wurzelwachstums. Für die Eukalyptus- und Akazienpflanzungen wurden Gruben von mindestens 60 cm³ Ausmaß verwendet.

Bei Pflanzung auf mächtigeren, durch Caterpillar nicht zu zerbrechenden, verdichteten Kalkdecken, wird die Sprengung der Pflanzgruben, nach Freilegung des Gesteines im seichtgründigen Boden, mit Erfolg angewendet. Die Bildung von Rissen nach allen Seiten in der Gesteinsdecke erleichtert den Durchgang der Wurzeln zu darunter liegenden Erdschichten.

Neben der Bodenlockerung ist die Reinigung des Bodens der Pflanzstellen von Gräsern und Kräutern unbedingt erforderlich. Dabei genügt es keinesfalls, den Boden oberflächlich zu reinigen und die oft sehr tiefgehenden Wurzeln im Boden zu belassen, die dann wieder austreiben und besonders durch die künstliche Bewässerung derart erstarken, daß sie die Pflanzen verdämmen. Die zuerst versäumte, gründliche Reinigung des Bodens von Unkraut ist später, im bepflanzt Zustand, auch bei Aufwendung hoher Kosten, nicht mehr ganz zu erreichen. Das Umackern der vor allem mit dem Hundszahn (*Cynodon dactylon*) bestandenen Rasenflächen und das Ausklauben seiner Wurzelstränge, Furche für Furche, hat sich als wirksames Bekämpfungsmittel erwiesen. Auch das auf Erschöpfung durch fortwährendes Austreiben und Abschneiden der jungen Triebe durch wiederholte Behandlung der Fläche mit Scheibenpflügen oder Kultivatoren beruhende Reinigungsverfahren, führt zum Erfolg. Z. B. schneiden die schwalbenschwanzförmigen Messer des schweren Massey-Ferguson-Kultivators Nr. 526 bei ihrem horizontalen Gleiten handbreit unter der Bodenoberfläche die Triebe ab. Diese Behandlung ist nur bei Trockenheit zulässig, da im feuchten Boden die abgeschnittenen Stücke sonst wieder anwurzeln und eine Vermehrung des gefürchteten Unkrautes an Stelle einer Verminderung brächten.

Die Pflanzung

Auf dem, wie bereits in Kürze geschildert, gelockerten und gereinigten Boden, soll nun gepflanzt werden. Sind die Pflanzen in Blumentöpfen gezogen, so genügt meist ein mehrmaliges Klopfen an die Außenwand des Topfes, um ihn vom sich ablösenden Wurzelballen abziehen zu können. Stehen Pflanzen in Nylonsäckchen zur Verfügung, so hat man nach der ursprünglichen Pflanzweise bloß den Boden des Säckchens abzutrennen und die Pflanze im Schutze des verbleibenden Nylon-Zylinders zu versetzen. Zur Begründung dieser Methode gab man an, daß durch den verbleibenden Nylonmantel die Pflanze an der Entwicklung eines horizontal ausstreichenden Wurzelsystems gehindert würde, und dadurch zwangsweise die Pfahlwurzel in ihrem Wachstum gefördert wäre.



Ouseltia, $1F_4$: Herstellung der Pflanzgräben mit Hand
Erhaltung der natürlichen Vegetationsdecke zwischen den Pflanzreihen



Ouseltia, $1F_1$, Anlage von "unterbrochenen" Pflanzgräben in Schichtenlinien
für *Pinus halepensis* Aufforstung

Die ersten Pflanzungen in Tunesien wurden nach der klassischen Methode ausgeführt. Es zeigte sich aber bald, daß es vorzuziehen sei, die Nylonhülle im Augenblick der Pflanzung vollkommen zu entfernen, da dadurch

- 1) die Gefahr einer mangelhaften Abtrennung des Bodens vermieden wird, die zur Spiralwurzelbildung Anlaß geben könnte,
- 2) gerade bei den Eukalypten die Ausbildung des ihnen von Natur aus zukommenden horizontalstreichenden Wurzelsystems ermöglicht wird, das sie neben einem vertikal absteigenden Wurzelsystem auszeichnet,
- 3) die vielen geringen Regenfälle, die nur wenige cm tief die Boden-
decke anfeuchten, durch dieses Wurzelsystem der Pflanze zukommen,
bei Belassung der Hülle aber von der Pflanze ferngehalten werden.

Es wurde daher mit einer Rasierklinge zuerst der Boden des Säckchens abgeschnitten, dann die zylindrische Hülle der Länge nach durchtrennt, die Pflanze samt der sie noch umgebenden Hülle richtig ins Pflanzloch gestellt, mit Erde locker umgeben, die Hülle behutsam angehoben und zwischen dem unbeschädigten Wurzelballen und dem locker anliegenden Erdreich in die Höhe gezogen. Ist das Erdreich um die Pflanze festgetreten und die Schale zur Bewässerung 70 x 70 oder größer gerichtet, so kann mit der Bewässerung, die tunlichst bald nach der Pflanzung auszuführen ist, begonnen werden.

Gegenwärtig stehen, wie gesagt, meist Nylonsäckchen von 20-25 cm Länge in Verwendung. Wenn in Zukunft Säckchen von 30-35 cm Länge verwendet würden, die keine wesentliche Verschlechterung für den Transport und Haltbarkeit des Wurzelballens bedeuten, so wären stärkere Pflanzen mit einem 30 cm tiefgehenden Wurzelstock zu erzielen. Setzt man noch außerdem diese Pflanzen 10 cm tiefer als ihrem Teilungspunkte Wurzel/Stamm entsprechen würde, so hätte man bestenfalls 40-45 cm Tiefe der Wurzelspitze im Augenblicke der Pflanzung erreicht. Dieser Umstand würde zweifellos eine Verringerung des hohen Pflanzeneinganges bringen, der darin begründet ist, daß bis zum Eintritt des ersten Sommers, die Wurzelspitze die austrocknende Bodenschicht noch nicht durchwachsen hat. Schwaches Pflanzenmaterial ist für die Tiefenpflanzung nicht geeignet, da es zu leicht bei Sandsturm übersandet würde und bei länger dauernder Bedeckung einginge.

Gegen Sandverwehung und die Durchlöcherung der Blätter bei Treibsand hat man vielfach mehr oder weniger halbkreisförmige Schutzwände mit 50-80 cm Abstand von der Pflanze aus Palmblättern hergestellt. Ausgewachsene Blätter der Dattelpalme können aus den Oasen billigst bezogen werden, wo die untersten Blätter der Krone alljährlich vom Stamm abgenommen werden. In 3 Teile zerschnitten und mit den Enden in den Boden gesteckt, ergeben sie einen rund 50 cm hohen Schirm gegen die Hauptwindrichtung. Ihr Nachteil ist, daß sie bei Sandsturm auf die Pflanzen fallen können und daß die Reinigung der Pflanzstellen durch sie erschwert wird.

Die Pflanzzeit

Als Pflanzzeit kommt das zeitliche Frühjahr in erster Linie in Frage, während die Herbstpflanzung nur ausnahmsweise empfohlen werden kann. Unter Süd-Tunesischen Verhältnissen haben die Spätfröste im Binnenland ungefähr Mitte Februar aufgehört; die Wärme, die die wärmeliebenden Eukalyptusarten zum Antreiben benötigen (Gafsa, Kairouan, Februar-mittel 10.8° bzw. 11.8°C) ist erreicht. Bei künstlicher Bewässerung wachsen die Pflanzen rasch an und beginnen zu treiben. Das Wachstum kommt ungefähr mit Ende Mai zum Stillstand (Gafsa, Kairouan, Mai mittel 22.3° bzw. 20.6°C), der bis Anfang Oktober dauert (Gafsa, Kairouan, Oktobermittel 20.8° bzw. 21.2°C). Von Oktober bis Mitte November ist mit dem Anwachsen der Kulturen zu rechnen (Gafsa, Kairouan, Novembermittel 14.8° bzw. 15.9°C). Späterhin erschweren Frühfröste und an Heftigkeit zunehmende Sandstürme ihr Fortkommen.

Da im Frühjahr ungefähr 3-3.5 Monate, je nach Witterungsgunst zum Anwachsen der Pflanzen zur Verfügung stehen, ehe die Sommerhitze beginnt, im Herbst aber nur 1-1.5 Monate dem Anwurzeln der Pflanzen günstig sind, die Herbst-Pflanzung überdies während des Winters mit möglichen Trockenzeiten gegossen und gepflegt werden muß, ohne nennenswerte Fortschritte im Wachstum zu erzielen, Sandstürme und Fröste ihr außerdem durch Monate Verluste bringen können, ist das Frühjahr als Hauptpflanzzeit außerhalb der Waldgrenze zu empfehlen und der kurze Herbst für die notwendigen Nachbesserungen zu verwenden. Die Temperaturangaben sind Mittelwerte einer 50 jährigen Beobachtung (16).

Bei Aufforstungen innerhalb der natürlichen Waldgrenze, die ohne künstliche Bewässerung ausgeführt werden, richtet man sich gewöhnlich nach dem Eintreffen der ausgiebigen Regenfälle, die nach der Sommertrocknis mindestens 30 mm erreichen müssen, ehe man zu Auspflanzung schreitet. Da die Hauptregelmengen in diesen Waldgebieten von Dezember bis Ende Februar fallen, die dort beheimateten Kiefern und Zypressen den geringen Frösten besser widerstehen als die Eukalypten, so ist gegebenenfalls auch ein entsprechend starker Regen im Dezember oder Jänner zur Pflanzung auszunützen.

Die künstliche Bewässerung

Für das Gelingen einer Pflanzung außerhalb der natürlichen Waldgrenze ist, wie wir gesehen haben, die Wahl einer passenden Holzart, eine besondere Aufzucht und Pflanzweise und eine sich über 2 Jahre erstreckende Pflege notwendig, die hauptsächlich Bewässerung und Bodenbearbeitung beinhaltet.

Wenn auch die Feuchtigkeitsbedürfnisse der verwendbaren Holzarten vom Niederschlag, der am Aufforstungsorte herrscht, theoretisch gedeckt würden, so ist doch ein Zuschuß von durchschnittlich 300 - 400 Litern

Wasser je Pflanze und Jahr in Mittel-Tunesien notwendig, um die jungen Pflanzen über die schwierigste Zeit hinwegzubringen, in der sie mit ihrem ungenügend entwickelten Wurzelsystem den von Jahr zu Jahr stark wechselnden Niederschlagsverhältnissen ausgesetzt sind. Diese Menge wird sich, je nach der Witterung des Jahres, erhöhen oder senken. Nach der Pflanzung wird um jedes Bäumchen eine wannenartige Vertiefung zur Aufnahme des Wassers angelegt. Bei Pflanzungen in parallelen Reihen von 2.5 - 4 m Abstand gibt man diesen Wannen rechteckige Form, um die notwendige Fahrbahnbreite für die Durchfahrt der Bewässerungsfahrzeuge zu erhalten, von denen Tankwagen von 3.000 - 4.000 l Inhalt, die von Traktoren gezogen werden, in einem mehr oder weniger ebenen Gelände und auf leichten Böden sich gerade noch als einsatzfähig erwiesen. Bei tierischen Zug werden kleine Kessel von 500 l Fassungsraum benützt.

Die einzelne Wassergabe soll so bemessen sein, daß der Boden an der Pflanzstelle bis über das Ende der Wurzel hinaus durchfeuchtet wird, woraus sich das Verlangen nach starken Wassergaben von 30-40 l erklärt. Eine geringere Wassermenge würde nur die oberste Bodenschicht anfeuchten und damit die Ausbildung des horizontalen Wurzelsystems auf Kosten der Pfahlwurzel fördern.

Um das Wachstum der Pflanze, im Falle der Frühjahrskultur, vor Eintritt des Sommers noch möglichst zu fördern, ist eine gewisse Häufung der Bewässerungen in den Monaten März einschließlich Mai mit etwa 5 Wassergaben zu empfehlen. Während der heißen Sommermonate, Juni, Juli und August, die eine Ruheperiode im Leben der Pflanzen bedeuten, genügt eine dreimalige Wassergabe, die die Pflanze bei ruhendem Wachstum bloß vor dem Vertrocknen schützen soll. Für den kühleren Rest des Jahres, von September bis einschließlich Februar, in dem außer der Temperaturabnahme auch noch der Großteil des Niederschlages zu verzeichnen ist, genügt es 2 Bewässerungen vorzusehen, um bei auftretenden Trockenperioden helfend eingreifen zu können. Es ist also höchstens mit einer Bewässerung von etwa 300-400 l in 10 Raten zu 30-40 l zu rechnen, von denen 5 auf den Frühling, 3 auf den Hochsommer und 2 auf den Rest des Jahres entfallen. Bei günstiger Verteilung der Niederschläge kann eine Einsparung bis zur Hälfte der Bewässerungen erzielt werden. Im zweiten Jahr ist mit Rücksicht auf die größere Widerstandskraft der erstarkten Pflanzen normaler Weise mit der halben Wassermenge von 150-200 l das Auslangen zu finden. Inwieweit durch Auswahl besonders widerstandsfähiger Holzarten und neuartige Tiefenbewässerung die künstliche Bewässerung noch zu verringern wäre, soll bei Besprechung der praktischen Arbeiten erörtert werden.

Es gehören auch alle Versuche, die sich mit der Gewinnung zusätzlicher Wassermengen auf Flächen beschäftigen, die der Pflanzung benachbart sind, zu den künstlichen Bewässerungsmaßnahmen, wie Staue aller Art von abfließendem Wasser, das nachträglich wieder auf Pflan-

zungen verteilt wird, Regenfangflächen im geneigten Gelände, die ihren Wasserablauf den Wannen oder Gräben der unterhalb liegenden Pflanzreihen zuführen, alle Formen bepflanzter Wälle in Schichtenlinie, die ein Vielfaches der Regenmenge, die dem Standraum eines Baumes entspricht, sammeln und für die Pflanze speichern.

Bodenbearbeitung

Der nach der Bewässerung verhärtende und Trockenrisse bildende bindigere Boden muß behauen werden, um die durch die Reißbildung bedeutend vergrößerte, verdunstende Oberfläche wieder zu verringern und durch die mit Hohlräumen durchsetzte oberste Bodenschichte die Wärmeeinstrahlung zu vermindern. Gleichzeitig sind alle Unkräuter, die durch die Bewässerung ebenfalls erstarken, bei der Bodenbearbeitung mit der ganzen Wurzel zu entfernen. Die Bodenbearbeitung beansprucht ungefähr die Hälfte aller für die Anlage von Windschutzpflanzungen aufzuwendenden Schichten. Sie ist ein dankbares Feld für weitgehende Mechanisierung, sobald der Zwang zur Beschäftigung arbeitsloser Menschen wegfällt. Bei anzulegenden Windschutzstreifen werden die Abstände der Pflanzreihen mit Vorteil so zu wählen sein, daß Bodenbearbeitung und Reinigung mit einem Kultivator-Durchgang erfolgen und für die Handarbeit nur die Lockerung und Reinigung des Bodens in den Wannen und zwischen denselben bleiben. Bei 3 m Reihenabstand entfallen rund 2 m auf die Arbeitsbreite des Kultivators und je 50 cm auf die beidseitigen, halben Wannenbreiten.

Alle Pflanzreihen im geneigten Gelände sind, etwa von 2 % Steigung an, im Zuge der Schichtenlinien zu führen, damit weder Radspuren noch Kultivatorfurchen zu Wasserrissen werden. Sind Pflanzreihen bei Ausführung von Windschutzgittern in der Falllinie zu führen, so ist "nicht versetzt" zu pflanzen, so daß die Radspuren nach Bewässerung durch den nachher erfolgenden Durchgang des Kultivators im Zuge der Bearbeitung der anschließenden Felder wieder ausgelöscht werden.

PRAKTISCHE AUSFÜHRUNG VON WINDSCHUTZ- PFLANZUNGEN

Im Jahre 1961 lief in Tunesien das erste Projekt des Spezialfonds der Vereinten Nationen an, das unter anderem die Möglichkeit der Pflanzung vom Windschutzstreifen im regenarmen Gebiet von Sidi-Bou-Zid, die dazu geeigneten Holzarten und Techniken, sowie ihre Rückwirkung auf die landwirtschaftlichen Erträge im Schutz der Pflanzungen praktisch erproben sollte.

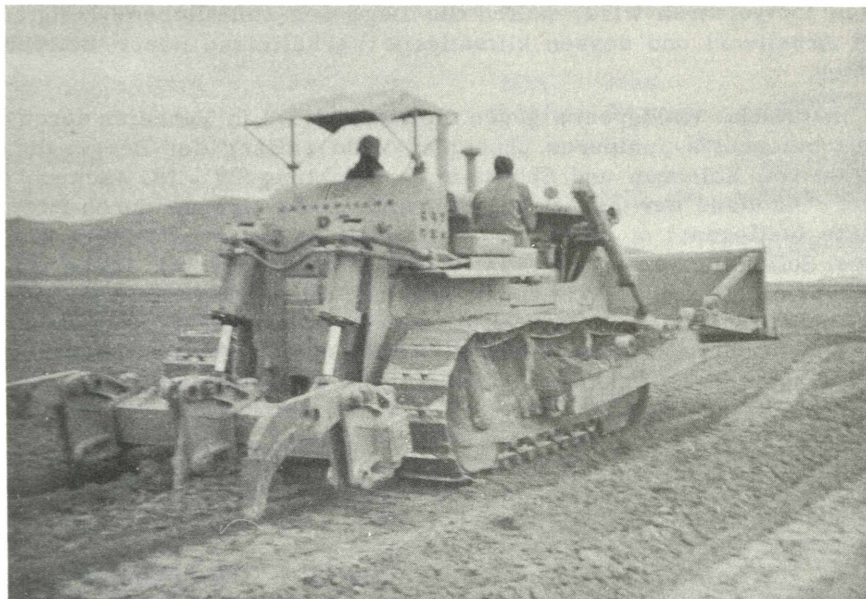
Das Versuchsgelände liegt ungefähr 30 km südöstlich des Dorfes Sidi-Bou-Zid und rund 110 km westlich der großen Hafenstadt Sfax (13).

Es ist eingeeignet zwischen den von südwest nach nordost streichenden Ausläufern des Atlasgebirges, den Djebel Kebar, 793 m, im Nordwesten und den Djebel Boudinar, 716 m, im Südosten, die die feuchten Seewinde abhalten und so an der besonderen Trockenheit der Gegend schuldtragend sind. Seine 3.000 ha sind ein Teil des Weidegebietes des Stammes der Ouled M'Hamed, deren Dorf sich auf einem alten, römischen Siedlungshügel, am Rande des Geländes erhebt. Das Gelände war ursprünglich von vielen kleinen Dünen durchstellt, die das dornige Gesträuch des *Zizyphus lotus* trugen. Man hat sie mit Hilfe eines Caterpillars eingeebnet, ehe die Pflanzarbeit begann.

Die Straße Sidi-Bou-Zid Maknassy teilt das Versuchsgelände in zwei Hälften, eine ebene im Westen und eine sanft ansteigende im Osten, an die sich das Gebirge Boudinar anschließt. Von ihm kommen zweittrockene Bachläufe zu Tal, deren Ufer bis zur Straße hin tief ins Gelände einschneiden und westlich der Straße allmählich verflachen. In ihnen stürzen bei Regen die Wässer dem abflußlosen Tiefpunkt der Ebene zu und bilden dort viele Tage lang einen silberglänzenden Seespiegel bis sie verdunsten und versickern und einen braunen Boden freigeben, der mit tiefen Rissen zerspringt ohne sich zu begrünen, woran der erhöhte Salz- und Gipsgehalt die Schuld trägt.

Nach Untersuchung der Bodenverhältnisse wurden aus der Gesamtfläche die Felder II - V ausgeschieden, die auf den Seiten 102 und 103 dargestellt sind und deren Boden vorzugsweise aus jenem tiefgründigen Löß besteht, auf dem die berühmten sfaxer Olivenkulturen bestens gedeihen. Die Übersichten zeigen die Anlage der Windschutzstreifen auf Feld II und Feld IV, die zusammen einen ziemlich gut abgerundeten Block von 331 ha Fläche (II. 210 ha, IV 121 ha) bilden, was für die spätere Beobachtung der Veränderung der Windgeschwindigkeiten von Bedeutung ist. Die Streifen des Feldes II sind breiter (4-8 Pflanzreihen) als die des Feldes IV (3 Pflanzreihen). Sie beanspruchen 11.44 % der Gesamtfläche, während auf Feld IV nur 7.17 % der Gesamtfläche für die Windschutzstreifen beansprucht wurden.

Der Arbeitsplatz liegt außerhalb der natürlichen Waldgrenze. Für die Pflanzung der Windschutzstreifen ist daher die Möglichkeit der künstlichen Bewässerung eine Voraussetzung, die durch die Anfang März 1961 fündig gewordene Bohrung in Ouled M'Hamed erfüllt wurde. In 487 m Tiefe fand man Wasser von 80 Sekundenlitern Ergiebigkeit, das unter eigenem Druck bis auf 26 m unter der Erdoberfläche emporsteigt, so daß nur zur Überwindung der letzten 26 m eine Pumpanlage notwendig ist. Die Streifen 1) - 8) des Feldes II wurden im März 1961 gepflanzt, während Meinungsverschiedenheiten über die Nützlichkeit eines vollständigen Netzwerkes die Errichtung des Teiles a) - j) bis Herbst 1961 aufschoben. Mit Rücksicht auf die begrenzten Bewässerungsmittel konnte die Anlage des Windschutznetzes auf Feld IV erst im Frühjahr 1964 vorgenommen werden. Ehe in der Schilderung der praktischen Ar-



Ouled M' Hamed, Feld IV, Bodenlockerung entlang der Pflanzreihen mit Caterpillar



Ouseltia, $3F_1$, Bodenlockerung mit Caterpillar im Schichtenlinienverlauf für *Pinus halepensis* Aufforstung

beiten fortgefahren wird, sollen die Lage der natürlichen Waldgrenze zum Arbeitsort und dessen klimatische Verhältnisse näher betrachtet werden.

Die natürliche Waldgrenze gegen die Steppe wird in Tunesien durch den Pinus halepensis-Juniperus phoenicea-Wald entlang der Berge, die die Ebenen von Kairouan und Sbeitla in der Richtung SW - NO säumen, gebildet. An Hand der Karte (13) läßt sich diese Grenze durch folgende Punkte festlegen:

Djebel Selloum (1248 m), Sbeitla, Djebel Mrhila (1378 m), Djebel Troz-za (996 m), Djebel Bou-Dabouss (816 m), Djebel Fkirine (988 m) Djebel Zaghouan (1295 m). Östlich dieser Linie dehnen sich die baumlosen Ebenen von Kairouan, Sbeitla und Sidi-Bou-Zid. Die auf der Karte grün dargestellten Flächen um Sousse und Sfax bezeichnen Olivenkulturen und keine Wälder.

Die klimatischen Verhältnisse an der Waldgrenze können annähernd durch einen Mittelwert aus den vorhandenen Angaben über Kairouan und Maktar erfaßt werden. Sie ergeben:

Ort	mm	Jän. Aug. Jahres			Minimum absolute Temperatur	Maximum Temperatur
		Mittel-Temperatur				
Kairouan	286	10.4	28.6	19.1	-4.5	49.0 C°
Maktar	473	5.1	25.0	14.3	-7.0	45.0 C°
Mittel	379.5	7.8	26.8	16.7	-5.8	47.0 C°

Errechnet man die selben Daten für Ouled M'Hamed aus

Gafsa	152	9.1	29.6	19.3	-6.0	53.0 C°
Kairouan	286	10.4	28.6	19.1	-4.5	49.0 C°
Mittel	219	9.8	29.1	19.2	-5.3	51.0 C°

so ersieht man, wie sehr vor allem der Niederschlag bei erhöhten Temperaturen gesunken ist. Obige Angaben fußen auf 50 jährigen Beobachtungen in den Jahren 1901 - 1950 (16).

Die auf der Versuchsfarm Ouseltia, zwischen Kairouan und Maktar gelegen, ermittelten Klimawerte schließen sich gut obigen Ziffern an:

Ort	mm	Jän. Aug. Mittel-Temp.	Min. absolute Temp.	Max. absolute Temp.	Jahr	
						Ouseltia
	234.9	8.7	26.9	-2.0	41.0 C°	VII/62-VI/63
	529.4	7.6	25.9	0.0	42.0 C°	VII/63-VI/64
Mittel	369.6	8.3	25.5	-1.3	41,9 C°	

Die 3 jährigen Beobachtungen in Ouled M'Hamed ergaben:

Ort	mm	Jän. Mittel-Temp.	Aug. Mittel-Temp.	Min. absolute Temp.	Max. Temp.	Jahr
Ouled M'H.	153.7					VII/61-VI/62
	362.2	2.3	34.9	- 4.5	44.2 C°	VII/62-VI/63
	276.7	4.9	37.1	0.0	47.0 C°	VII/63-VI/64
Mittel	264.2	3.6	36.0	- 2.3	45.6 C°	

Bei einer Entfernung in der Luftlinie von nur 53 km von der Waldgrenze bis Ouled M'Hamed ist der Rückgang des Niederschlages immerhin so bedeutend, daß nur an Steppenaufforstung mit allen zu erfüllenden Bedingungen: geeignete Holzarten, besondere Pflanzmethoden, 2 jährige Bewässerung und Pflege, gedacht werden kann. Die charakteristische große Veränderlichkeit des Niederschlages von Jahr zu Jahr kommt in obigen Aufzeichnungen sehr deutlich zum Vorschein.

Der Pflanzung war eine Bodenlockerung auf 60 cm Tiefe mit Caterpillar DT/20 entlang aller Pflanzlinien vorausgegangen. Die Bänder 1)

4) auf Feld II bestehen aus 6 Reihen im Abstand von 3 m bei einem Abstand zwischen den Pflanzen von ebenfalls 3 m. Es wurde "versetzt" gepflanzt, d.h. der Anfang der 2., 4. und 6. Reihe ist jeweils um die halbe Pflanzentfernung verschoben. Dabei blieben die 4 Innenreihen der hochwüchsigen Art *Euc. salmonophloia* vorbehalten, während die 2 Außenreihen mit der niedrigen Baumart *microtheca* und auf Band 4) teilweise mit der ebenfalls kleinwüchsigen Art *Euc. oleosa* bepflanzt wurden.

Die Bänder 5) und 6) weisen 7 Reihen auf. Reihen- und Pflanzenabstand beträgt 3 m. Es umschließen wieder 2 Reihen *Euc. microtheca* 4 Reihen *Euc. sideroxylon*. Gegen die Hauptwindrichtung ist noch als 7. Reihe *Acacia cyanophylla* vorgesetzt, bei der der Abstand von Pflanze zu Pflanze 2 m beträgt. Beim Band 7) tritt im Innern noch eine 5. Reihe *sideroxylon* hinzu. Das Band 8) besteht aus 4 Innenreihen *sideroxylon*, umschlossen von 2 Reihen *oleosa*, die ihrerseits von 2 Reihen *Acacia cyanophylla* umgeben sind. Die im Herbst 1961 hinzugefügten senkrechten Bänder a) j) setzen sich aus bloß 4 Reihen zusammen. Die 2 äußeren Reihen sind wieder von *Euc. microtheca* gebildet und die 2 inneren Reihen bestehen in a) und b) aus *Euc. sideroxylon*, in c) j) aus *Euc. salubris*.

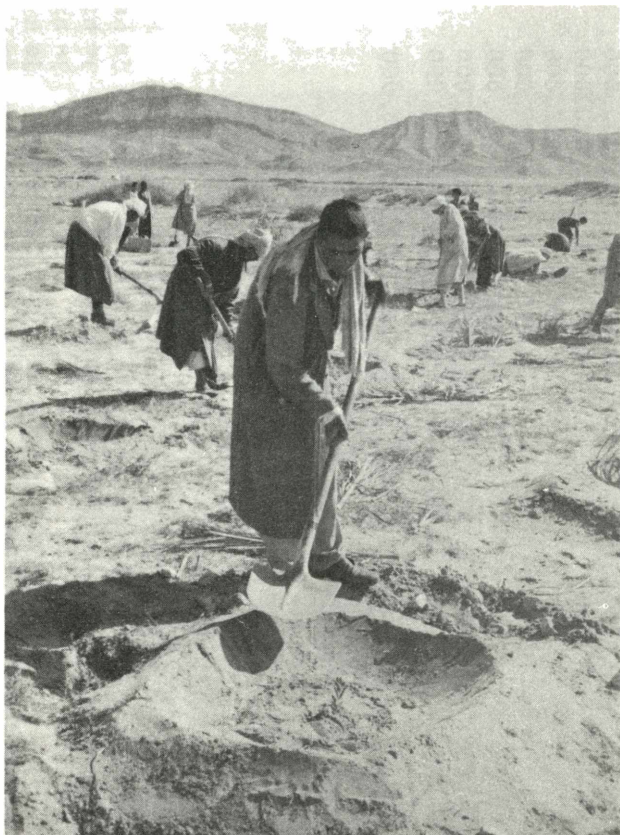
2 Reihen *Euc. leucoxydon* entlang der Straße und der Gerinne A und B vervollständigen die Bepflanzung, zu der in B noch eine 3. Linie aus *Tamarix articulata* tritt. Die Randbepflanzung im Westen, LN und LS, aus einer wechselnden Anzahl von *Euc. leucoxydon*reihen, mußte wegen zu hoher Bewässerungslasten wieder aufgegeben werden.

Die Hauptbänder 1) 8) sind senkrecht zur Hauptwindrichtung angeordnet. Ihre Entfernung untereinander beträgt 300 m, so daß nach den Angaben NÄGELIs eine ausreichende Schutzwirkung erzielt wird, wenn man die künftige Höhe der Windschutzstreifen mit etwa 15 m in Rechnung stellt. Zwischen den Senkrechten wechseln die Abstände von 300 zu 400 und 500 m.

Zwischen Band 3) und 4) sind keine senkrechten Bänder gepflanzt worden, um möglicherweise auftretende Überhitzungen bei Netzwerkpflanzung feststellen zu können. Im Feld II erreicht die Neigung des Geländes keine 2 %. Das Netzwerk ist daher nur nach dem vorherrschenden Wind orientiert und nicht nach dem Verlauf der Schichtenlinien.

Um die Bewässerungskosten herabzusetzen, wurde auf Feld IV die sparsamste Art der Pflanzung von nur 3 Linien je Band gewählt. Die örtliche Anordnung der Holzarten ist aus dem Plane zu ersehen. Soweit die Geländeneigung kleiner als 2 % ist, wurden rechteckige Tafeln von 330 m x 275 m umpflanzt. Dort, wo die Neigung 2 % übersteigt, folgt der Windschutzstreifen dem Verlauf der Schichtenlinie und die Senkrechten Bänder sind Falllinien des Geländes. Zur Erosionsbekämpfung in den Falllinien dient der Durchgang der Kultivatoren durch die Pflanzreihen (dh. mindestens 3 m Abstand zwischen den Pflanzen) anlässlich der Bodenbearbeitung der angrenzenden Felder und die Anlage kurzer Gräben zur Wassersammlung, sofern im Verlauf der Schichtenlinien gearbeitet wird. Der Abstand zwischen den Linien beträgt 3 m, zwischen den Pflanzen auf einer Linie 2.5 m. Nur die Senkrechten a) e) weisen wegen des Kultivator-Durchganges ebenfalls 3 m Abstand von Pflanze zu Pflanze auf.

Die Pflanzlinien wurden wieder durch Caterpillar vorgelockert, wozu die Maschine 0.51 Stunden je km Pflanzlinie und 60 cm Tiefe oder 1.71 Stunden je ha Windschutzpflanzung benötigte. Die Pflanzen wurden aus den benachbarten, staatlichen Pflanzgärten Gafsa, Sidi-Bou-Zid und Sbeitla bezogen. Sie wurden vor der Verladung im Pflanzgarten gut eingegossen, am späten Nachmittag und gegen Abend nach Ouled M' Hamed mit LKW geliefert und am nächsten Morgen ausgepflanzt. Die Pflanzung geschah ohne Nylonhülle, die in der erwähnten Art entfernt wurde, möglichst ohne dabei den Wurzelballen zu beschädigen. Die Pflanzen wurden unmittelbar nach dem Versetzen gegossen. Von dichter belaubten Pflanzen wurde beim Auspflanzen die Blattzahl bis zur Hälfte entfernt, ohne den Haupttrieb anzutasten, um Wuchsstockungen, die vor allem bei *Euc. leucoxydon* durch Kappen des Haupttriebes eingetreten waren, zu vermeiden.



Ouled M'Hamed.
Vorbereitung der Bewässerungsmulden



Ouled M'Hamed. Tiefenbewässerungsversuch
Zusammenstecken zweier Drainage Röhren

Kosten der Errichtung von Windschutzstreifen

Da die Arbeiten auf Feld IV in einem Zuge und ohne nachträgliche Flächenänderungen durchgeführt wurden, mögen sie als Beispiel der Kostenermittlung für die Pflanzung eines Windschutznetzes dienen. An Arbeitstagen wurden aufgewendet:

Jahr Monat	Arb. Tage	Auf- sicht	Aus- pflockg.	Pflan- zung	Anfertig. d.Wannen	Be- gießen	Be- hacken	Reini- gung	Ausbess. d.Wannen
1963									
Okt.	27	9	18						
1964									
Feb.	121	8		56	39	18			
März	345	24		99	119	35	68		
April	521	41		51		77	58		294
Mai	57	2				40	5		10
Juni	371	24				11	115	221	
Juli	123	6				89		28	
Aug.	2					2			
Sept.	604	46				52	24	482	
Summe	2171	160	18	206	158	324	270	731	304
%	100	7.37	0.83	9.49	7.28	14.92	12.44	33.67	14.00

Jahr / Monat	Zisternen - Stunden	begossene Pfl.	Liter Wasser
Febr. 1964	64	4.581	153.000
März	142	8.358	353.000
April	253	14.475	630.000
Mai	153	9.696	417.000
Juni	45	1.840	99.000
Juli	334	14.136	788.000
August	2	46	3.000
September	202	9.013	463.000
Summe	1.195	62.145	2,906.000

Bepflanzte Fläche, Feld IV

A, B, a, b, c, d, e, 1, 2, R 8.68 ha

Arbeitstage insgesamt 2,171.00

davon außerhalb von IV 43.42 (2%)

Arbeitstage auf Feld IV 2,127.58

Arbeitsschichten	2.128	8.68 ha	245.16	Schichten je ha
Zisternenstunden	1195 - 2%	8.68 ha	134.92	Stunden je ha
Kultivatorstunden	18.5 - 2%	8.68 ha	2.09	Stunden je ha
Caterpillarstunden	14.82	8.68 ha	1.71	Stunden je ha
Pflanzen	10.833	8.68 ha	1.248	Stück je ha
Bewässerungsschichten	324	8.68 ha	37.33	Schichten je ha



Ouled M' Hamed, Feld II, Bewässern nach der Pflanzung mittels Zisternen (3.000 l)



Ouled M' Hamed, Feld II, Behacken des Bodens
Im Hintergrund Dünen, die mit Zizyphus lotus bewachsen sind

Daraus ergeben sich die Kosten/ha Pflanzung:

Arbeitstage	245.16	x	0.350	Dinar	85.806	Dinar
Caterpillarstunden	1.71	x	5.700	Dinar	9.747	Dinar
Zisternenstunden	134.92	x	0.900	Dinar	121.428	Dinar
Kultivatorstunden	2.09	x	0.900	Dinar	1.881	Dinar
Pflanzenkosten	1.248	x	0.004	Dinar	4.992	Dinar
Zufuhr der Pflanzen	1.248	x	0.005	Dinar	6.240	Dinar
Pflanzung und Pflege bis nach dem 1. Sommer					230.094	Dinar / ha
(1 Dinar 1000 Millim 50 ö.S.)					11,504.70	ö. S. / ha

Bezieht man die Kosten nicht auf die bepflanzte Fläche, sondern auf die durch die Pflanzungen geschützte, landwirtschaftlich genutzte Fläche, so errechnen sich bei 121 ha Gesamtfläche und 8.68 ha bepflanzter Fläche die Kosten / ha geschützter Fläche mit:

$\frac{230.094}{121} \times 8.68$	$\frac{1997.216}{112.32}$	17.781	Dinar / ha	geschützt
		889.05	ö. S. / ha	geschützt

Da die Bewässerungskosten einen so erheblichen Anteil an den Gesamtkosten haben, sollen sie hier noch gesondert dargestellt werden. Sie setzen sich aus den Schichten der Schlauchführer und den aufgelaufenen Stunden der Zisterne (samt Traktorführer) zusammen.

Kosten der Zisterne / ha		121.428	Dinar
Bewässerungsschichten / ha	37.33 x 0.35	13.066	Dinar
Summe der Bewässerungskosten		134.494	Dinar

oder 58.47 % der Gesamtkosten von 230.094 Dinar.

Dabei muß festgehalten werden, daß im Zeitpunkt der Pflanzung des Feldes IV bereits die Wasserleitung entlang der Straße mit 3 Entnahmestellen fertiggestellt war, die Zulieferungsentfernungen somit die denkbar günstigsten waren, während die Bewässerungskosten im Felde II bei 3.2 km mittlerer Zufuhrdistanz und der allerdings außergewöhnlichen Trockenheit des Jahres 1961 sich auf 71.64 % der Gesamtkosten erhöhten.

Der Zustand der Pflanzungen nach dem ersten Sommer ist auf beiliegender Tabelle Nr.1 festgehalten. Von den 10.686 versetzten Pflanzen waren am 30.9.1964 noch 8.411 grün. Die Verluste betragen daher 21.29 %. Immerhin fanden sich unter den 16 verwendeten Arten 4, die Eingänge unter 10 % aufweisen:

Eucalyptus microtheca	7.43 %
Eucalyptus occidentalis	7.85 %
Eucalyptus Soueffi	8.33 %
Eucalyptus dumosa	9.09 %

Euc. torquata blieb mit 17.67 % etwas hinter den Erwartungen zurück, möglicherweise deshalb, weil die Pflanzorte unter zahlreichem Auftreten von *Cynodon dactylon* litten. Enttäuscht haben vor allem die beiden von Prof. PRYOR, dem australischen Eukalyptus-Experten, empfohlenen Eukalyptusarten *intertexta* (54.55 %) und *sargenti* (35.04 %) und die 2 Akazien, *Ac. acuminata* und *ligulata*, die 42.86 %, bzw. 67.74 % Verluste aufwiesen, obwohl sie an den ihnen zusagenden sandigen Stellen des Feldes IV gepflanzt wurden.

Diese Ergebnisse sind bei 7 maliger Bewässerung während der Zeit von Februar bis Ende September 1964 mit jeweils 47 Litern Wasser erzielt worden. Eine Pflanze erhielt insgesamt

<u>2,906.000</u>				
<u>10.686 + 8.411</u>	304.34 Liter		und je Bewässerung	
2		2,906.000	62.145	46.76 Liter

Für die kommenden Pflanzungen werden die 4 Eukalypten empfohlen, deren Verlustprozent unter 10 zurückblieb. Ihnen könnte man noch *torquata* und *salmonophloia* zugesellen, die zur Pflanzzeit nicht verfügbar waren und auf diese Weise zu Erstpflanzungen gelangen, die keine Nachbesserung notwendig haben. Da diese Pflanzen am besten an die Verhältnisse Zentraltunesiens angepaßt sind, erstarken sie nach einjähriger Pflege soweit, daß sie im zweiten Jahr keine Fürsorge mehr brauchen und mit ihnen daher Windschutzstreifen zu den oben errechneten Kosten von insgesamt 230 Dinaren/ha zu erstellen wären.

Für die vorliegende Pflanzung auf Feld IV, die mit ihrem Durchschnittsverlust von 21,29 % einer Nachbesserung bedarf, werden sich die Kosten für Nachbesserung und Pflege im zweiten Jahr voraussichtlich geringer als auf Feld II gestalten, das höhere Verluste aufzuweisen hatte.

Die Kosten der Nachbesserung und Pflege im zweiten Jahr beliefen sich auf Feld II auf 125.295 Dinar/ha im zweiten Jahr bezogen auf die geschützte Fläche auf 17.725 Dinar/ha

Auf Feld IV sind also Gesamtkosten von

230 Dinar/ha
<u>125 Dinar/ha</u>
355 Dinar/ha

zu rechnen. In Zukunft könnte durch Wahl der widerstandsfähigsten Holzarten eine Verringerung der Kosten auf 230 Dinar/ha (ohne Nachbesserung) erzielt werden.

Ouled M'Hamed,

Windschutzstreifen, gepflanzt Februar/März 1964, Stand vom 30.9.1964

Straße Reihe	1)			2)			a			b			c			d			e			A			B			Summe	%
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
<i>Euc. microtheca</i>																													
grün				681	705	744	262			231			258			99			256						372	227			
tot				113	87	47	6			6			6			21			5						3	14			
Summe				794	792	791	268			237			264			120			261						375	241			
<i>Euc. occidentalis</i>																													
grün				338	343														25	22									
tot				23	18														9	12									
Summe				361	361														34	34									
<i>Euc. torquata</i>																													
grün	47	43	326				25	25																					
tot	22	27	35				8	8																					
Summe	69	70	361				33	33																					
<i>Euc. sideroxylon</i>																													
grün													140	141		74	38		16	12									
tot													36	35		46	2		8	13									
Summe													176	176		120	40		24	25									
<i>Euc. salubris</i>																													
grün	55	60	274	263	289																								
tot	20	17	131	142	113																								
Summe	75	77	405	405	402																								
<i>Euc. sargentii</i>																													
grün										104	91															156	183		
tot										64	77															88	59		
Summe										168	168															244	242		
<i>Euc. intertexta</i>																													
grün									15	15																			
tot									18	18																			
Summe									33	33																			
<i>Euc. Brockwayi</i>																													
grün									24	21																			
tot									4	6																			
Summe									28	27																			

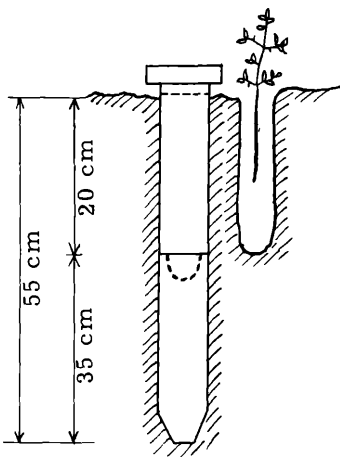
Reihe Nr.1 ist die im Norden gelegene Reihe jedes Bandes oder
die der Straße zunächst liegende Reihe jedes Bandes.

Straße Reihe	1)			2)			a			b			c			d			e			A			B			Summe	%	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
<i>Euc. atringens</i>																														
grün	306	318																												
tot	261	248																												
Summe	567	566																												
<i>Euc. Flocktoniae</i>																														
grün								39	40																					
tot								14	13																					
Summe								53	53																					
<i>Euc. dumosa</i>																														
grün								26	24																					
tot								1	4																					
Summe								27	28																					
<i>Euc. dundasi</i>																														
grün																			12	9										
tot																			4	7										
Summe																			16	16										
<i>Euc. Soueffi</i>																														
grün																														
tot																														
Summe																														
<i>Acacia acuminata</i>																														
grün																														
tot																														
Summe																														
<i>Acacia ligulata</i>																														
grün																														
tot																														
Summe																														
<i>Euc. leucoxydon</i>																														
grün																														
tot																														
Summe																														
Insgesamt																														
grün	408	421	600	601	632	681	705	744	262	129	125	231	104	91	258	140	141	99	74	76	256	213	200	123	159	372	227	156	183	8411
tot	303	292	166	165	131	113	87	47	6	45	49	6	64	77	6	36	35	21	46	44	5	48	61	147	111	3	14	88	59	2275
Summe	711	713	766	766	763	794	792	791	268	174	174	237	168	168	264	176	176	120	120	120	261	261	261	270	270	375	241	244	242	10686

Reihe Nr.1 ist die im Norden gelegene Reihe jedes Bandes oder
die der Straße zunächst liegende Reihe jedes Bandes.

Versuche mit Tiefenbewässerung

Nach einer Anregung von Herrn HARLÉ (17), Berater der tunesischen Generalforstdirektion und Forstdirektor von Marokko a. D., wurde in Oued M'Hamed ein Versuch über Tiefenbewässerung angelegt. Die Pflanzen erhalten durch 50 cm tief reichende Rohre das Wasser direkt unter die Wurzelspitze geliefert. In einer Ziegelei fanden sich hiezu geeignete Drainageröhren fertig vor, die in ihrer Form an Weinflaschen ohne Boden erinnern. Sie sind aus gebranntem Ton hergestellt, 35 cm lang, kreisrund, von 7 cm lichter Weite, einseitig bis auf 4.5 cm verjüngt. 2 solche Rohre zusammengesteckt ergeben ein Rohr, das etwa 55 cm senkrecht in den Boden ragt, während noch 10 cm des unverengten Teiles über die Erdoberfläche ragen und mit einem an Ort und Stelle verfertigten Betondeckel verschließt man die Öffnung, um Sandeinwehung und Vergrößerung der Verdunstung zu vermeiden. Dicht an das Rohr wird der 25 cm lange Wurzelballen gepflanzt. Wird das Rohr mit Wasser gefüllt, so tritt der größte Teil 55 cm tief ins Erdreich über. Ein gewisser Wasserverlust tritt auch an der Stelle ein, wo beide Rohre zusammengesteckt sind. Dort befinden sich im Zeitpunkt der Pflanzung die Wurzelspitze, wodurch die Gefahr des zu tiefen Bewässerns in der ersten Zeit behoben ist. Ohne Verdunstungsverlust wird der Boden unter der Wurzelspitze benetzt und das Tiefenwachstum der Wurzel gefördert. Außerdem fällt die Bildung von Trockenrissen nach der Bewässerung weg, die besonders bei bindigerem Boden eine Beachtung notwendig machen. Die Beschädigung der Pflanzen durch Verschlemmen beim Einlassen des Wasserstrahles in die Schale wird ebenfalls vermieden. Bei der durchschnittlichen Durchlässigkeit des Lößbodens nimmt ein solches Doppelrohr bei einmaliger Füllung rund ein Zehntel der Wassermenge auf, die eine Baumschale von 70 auf 100 cm zu fassen vermag.



In einem Bewässerungsversuch (Tabelle 2, S. 54), wurden im Feld

- A 120 *Euc. Flocktoniae*
 120 *Euc. intertexta*
 120 *Euc. sargenti*
 C 120 *Euc. Soueffi*
 120 *Euc. torquata*
 120 *Euc. dundasi*

normal, oberflächlich bewässert

- B 120 *Euc. Flocktoniae*
 120 *Euc. intertexta*
 120 *Euc. sargenti*

tiefenbewässert durch Drainageröhren

Nach dem ersten Sommer zeigten sich folgende Ergebnisse:

Holzart	A	Flocktoniae	intertexta	sargenti
Höhe cm		3792 1348	2751 1212	2575 1058
Verl. %		10.0 6.7	30.0 16.7	28.9 26.7
norm. Bew.1		113 163	113 163	113 163
Holzart	C	dundasi	Soueffi	torquata
Höhe cm		3532 1428	4615 1656	5021 1849
Verl. %		21.1 10.0	4.4 0.0	7.8 3.3
norm. Bew.1		113 163	113 163	113 163
Holzart	B	Flocktoniae	intertexta	sargenti
Höhe cm		4414 1383	3963 1288	4207 1337
Verl. %		6.7 6.7	4.4 0.0	5.6 3.3
tiefenbew.1		11 16	11 16	11 16

Die Linien 1-6 jedes Feldes wurden 2 mal (113 Liter bzw. 11 Liter), die Linien 7 und 8 aber 3 mal (163 bzw. 16 Liter) im Laufe des Sommers bewässert.

Ursprünglich waren für die 1. und 2. Linie 1 Bewässerung

3. und 4. Linie 2 Bewässerungen

5. und 6. Linie 3 Bewässerungen

7. und 8. Linie 4 Bewässerungen

vorgesehen, wurden aber in der oben verzeichneten Art abgeändert.

Bei der Tiefenbewässerung mit einem Zehntel der normalen Wassermenge zeigen alle drei Holzarten eine größere Baumhöhensumme in cm und ein ausgeglichenes, niedriges Verlustprozent, das selbst bei den Holzarten intertexta und sargenti bei 3 maliger Bewässerung auf 0.0 % bzw. 3.3 % zurückgeht, die bei oberflächlicher Bewässerung 16.7 % bzw. 26.7 % Verluste aufgewiesen haben.

Nach diesen günstigen Ergebnissen ist eine weitere Verbilligung der Kosten der Errichtung von Windschutzstreifen durch Tiefenbewässerung zu erwarten. Nach den Ausführungen auf Seite 48 teilen sich die Gesamtkosten von 230 Dinar/ha in

58.47 % Bewässerungskosten	134 Dinar/ha
41.53 % andere Kosten	96 Dinar/ha
100 %	230 Dinar/ha

Versuch mit Tiefenbewässerung Tabelle 2

Herkömmliche Oberflächenbewässerung: 113 Liter, Reihe 1-6
163 Liter, Reihe 7-8

Flocktoniae		intertexta		sargenti			
46.81	48.14	43.67	48.48	40.23	48.09	mittlere Höhe cm	
81	28	63	25	64	22	lebend,	30.9.64
9	2	27	5	26	8	tot	30.9.64
90	30	90	30	90	30	Summe	30.9.64
10.0 %	6.7 %	30.0 %	16.7 %	28.9 %	26.7 %	% d. Eing.	30.9.64
1-6	7-8	1-6	7-8	1-6	7-8	Pflanzreihe	

Tiefenbewässerung: 11 Liter, Reihe 1-6
16 Liter, Reihe 7-8

Flocktoniae		intertexta		sargenti			
52.55	49.39	46.08	42.93	49.49	46.10	mittlere Höhe cm	
84	28	86	30	85	29	lebend,	30.9.64
6	2	4	0	5	1	tot	30.9.64
90	30	90	30	90	30	Summe	30.9.64
6.7 %	6.7 %	4.4 %	0.0 %	5.6 %	3.3 %	% d. Eing.	30.9.64
1-6	7-8	1-6	7-8	1-6	7-8	Pflanzreihe	

Herkömmliche Oberflächenbewässerung: 113 Liter, Reihe 1-6
163 Liter, Reihe 7-8

dundasi		Soueffi		torquata			
49.75	52.89	53.66	55.20	60.49	63.76	mittlere Höhe cm	
71	27	86	30	83	29	lebend,	30.9.64
19	3	4	0	7	1	tot	30.9.64
90	30	90	30	90	30	Summe	30.9.64
21.1 %	10.0 %	4.4 %	0.0 %	7.8 %	3.3 %	% d. Eing.	30.9.64
1-6	7-8	1-6	7-8	1-6	7-8	Pflanzreihe	

Einteilung des Versuchsfeldes:

A		B		C	
40 Flocktoniae		40 Flocktoniae		40 dundasi	
40 intertexta		40 intertexta		40 Soueffi	
40 sargenti		40 sargenti		40 torquata	
40 Flocktoniae		40 Flocktoniae		40 dundasi	
40 intertexta		40 intertexta		40 Soueffi	
40 sargenti		40 sargenti		40 torquata	
40 Flocktoniae		40 Flocktoniae		40 dundasi	
40 intertexta		40 intertexta		40 Soueffi	
40 sargenti		40 sargenti		40 torquata	
8 Pflanzreihen		8 Pflanzreihen		8 Pflanzreihen	

Hätte man Feld IV mit Tiefenbewässerung mittels Drainageröhren gepflanzt, so wäre man, unter der Voraussetzung, daß einem Zehntel der Wassermenge auch ein Zehntel der Bewässerungskosten entspricht, zu folgenden Ausgaben gelangt:

Bewässerungskosten	13 Dinar/ha
1248 Pflanzen/ha je 2 Rohre à 0.012 Dinar	30 Dinar/ha
Transport von 1248 Pflanzen x 2 Rohren	20 Dinar/ha
Kosten der Deckel 1248 Pflanzen x 0.004 Dinar	5 Dinar/ha
Erschwernis der Pflanzung (350 Mill. 80.1248)	5 Dinar/ha
Summe	73 Dinar/ha
41.53 % andere Kosten	96 Dinar/ha
Insgesamt	169 Dinar/ha

Da bei normaler Oberflächenbewässerung	Euc. Flocktoniae	25.47 %
	Euc. intertexta	54.55 %
	Euc. sargentii	35.04 %

Verluste auf Feld IV aufwiesen, während sie bei Tiefenbewässerung unter der 10 % Verlustgrenze bleiben	Euc. Flocktoniae	6.7 %
	Euc. intertexta	0.0 %
	Euc. sargentii	3.3 %

sichert die Tiefenbewässerung einer weit größeren Anzahl von Eukalyptusarten eine Verwendung, was mit Rücksicht auf die unterschiedlichen Eigenschaften der Arten in Holzgüte, Gerbstoffgehalt der Rinde, Stockausschlag-Fähigkeit von wirtschaftlicher Bedeutung ist.

Für die Anlage von Windschutzstreifen in Trockengebieten Mittel- und Südtunesiens (219 mm Jahresniederschlag) ergeben sich daher mögliche Kostensenkungen über die Hälfte des Jetztpreises:

Anlage mit Nachbesserung und Pflege (S. 49)	355 Dinar/ha, 100 %
Anlage ohne Nachbesserung (S. 48)	230 Dinar/ha, 65 %
Anlage mit Tiefenbewässerung (siehe oben)	169 Dinar/ha, 48 %

In Kosten je geschützter, landwirtschaftlich genutzter Fläche ausgedrückt errechnen sich folgende Ziffern:		
Anlage mit Nachbesserung und Pflege	$\frac{355 \times 8.68}{112.32}$	27.43 Dinar/ha
Anlage ohne Nachbesserung	$\frac{230 \times 8.68}{112.32}$	17.78 Dinar/ha
Anlage mit Tiefenbewässerung	$\frac{169 \times 8.68}{112.32}$	13.06 Dinar/ha

Zur Verminderung der Winderosion und Herabsetzung der Verdunstung auf den Kulturflächen, die sich in erhöhtem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens und damit in vermehrter Fruchtbarkeit ausdrücken muß, wären in ö. Schillingen ausgedrückt 653 S bis 1.372 S / ha aufzuwenden, um die trockenem, der Zerstörung durch Erosion preisgegebenen Anbauflächen einer beständigen und verbesserten Nutzung zuzuführen. Bei diesem Versuch wird die Pflanzung mit Tiefenbewässerung infolge ihrer verrin-

gerten Kosten an Bedeutung gewinnen, umso mehr als man nach dem Anwachsen der Pflanzungen die Drainageröhre zum größten Teil, abgesehen von einem gewissen Bruch-Anteil, wieder für neue Pflanzungen verwenden kann, was in obiger Kostenberechnung nicht berücksichtigt wurde.

Das Höhenwachstum der Eukalyptusarten auf Feld II

Von den verschiedenen Eukalyptusarten auf Feld II wurden von den am gleichmäßigsten wachsenden Arten *Euc. microtheca* und *Euc. salmonophloia* nach dem 1., 2. und 3. Jahr Baumhöhenmessungen durchgeführt. Sie ergaben:

Microtheca

Höhe in cm	Stückzahl	%	Stückzahl	%	Stückzahl	%
1- 29	-				2	2
30- 49	14	2.81	66	10.67	-	
50- 69	81	16.27	68	10.99	-	
70- 89	151	30.32	114	18.42	1	1
90-109	164	32.93	103	16.64	6	6
110-129	72	14.46	78	12.60	10	10
130-149	14	2.81	71	11.47	4	4
150-169	2	0.40	57	9.21	8	8
170-189			40	6.46	12	12
190-209			8	1.29	5	5
210-229			2	0.32	12	12
230-249			4	0.64	16	16
250-269			5	0.81	6	6
270-289					4	4
290-309			3	0.48	1	1
310-329					4	4
330-349					2	2
350-369					5	5
370-389					1	1
390-409					-	
410-429					1	1
	498	100	619	100	100	100
	nach 1 Jahr		nach 2 Jahren		nach 3 Jahren	

Salmonophloia

Höhe in cm	Stückzahl	%	Stückzahl	%	Stückzahl	%
1- 29	-	-				
30- 49	30	5.75	-		1	1
50- 69	175	33.52	178	30.90	6	6
70- 89	261	50.00	218	37.85	8	8
90-109	52	9.96	67	11.63	15	15
110-129	4	0.77	43	7.47	17	17
130-149			39	6.77	11	11
150-169			20	3.47	6	6
170-189			7	1.21	11	11
190-209			2	0.35	7	7
210-229			2	0.35	8	8
230-249					7	7
	522	100	576	100	100	100
	nach 1 Jahr		nach 2 Jahren		nach 3 Jahren	

Die auf Feld II ebenfalls gepflanzten Eukalyptusarten *leucoxylo*, *sideroxylo* und *gomphocephala* haben laut Liste einen viel höheren Wasserbedarf. Sie haben sich aber wider erwarten in dem bedeutend trockeneren Gebiet von Ouled M'Hamed bisher verhältnismäßig gut gehalten. Sie haben ungefähr das Doppelte an Höhe der langsam wachsenden Arten *microtheca* und *salmonophloia* erreicht. Damit haben sie die oft besprochene Plastizität der Eukalyptusarten neuerlich unter Beweis gestellt. Die Anpassung an das Klima wird durch eine, besonders bei *gomphocephala* ins Auge fallende gute Beschattung rings um den Stamm sehr erleichtert.

Die Streifen von *Microtheca*/*Salmonophloia* sind aber heute schon die weitaus gleichmäßigeren Pflanzungen in Höhe und Schlußgrad als die der anderen, rascher wachsenden Holzarten, die auf trockeneren Bodenstellen dafür rasch an Höhe verlieren und unausgeglichene, zackigen Kronenverlauf zeigen.

AUFFORSTUNGEN INNERHALB DER NATÜRLICHEN WALDGRENZE

So wie der Verlauf der natürlichen Waldgrenze darüber entscheidet, wo noch mit den heimischen Holzarten erfolgreich gearbeitet werden kann und wo die Hilfe fremder, anspruchsloserer Arten angewendet werden muß, so entscheidet innerhalb der Waldgrenze die Gliederung nach natürlichen Wuchsgebieten darüber, welche der vorkommenden Holzarten die beste Aussicht auf gutes Gedeihen haben.

Für alle waldbaulichen Aufgaben ist daher die Kenntnis der natürlichen Wuchsgebiete notwendig, um richtige Entscheidungen zu treffen. Für die Türkei versuchte ich, diese auf Klimaunterschieden beruhende Gliederung der Waldvegetation (19) festzuhalten. Im Nachfolgenden sollen diese Wuchsgebietsgrenzen für Tunesien verdeutlicht werden.

Wuchsgebiet A, Steppenrand-Wälder von *Pinus hal.* / *Juniperus phoen.* Dieses Wuchsgebiet bildet die auf Seite 41 beschriebene, natürliche Waldgrenze gegen die Steppe, mit dem Verlauf SW-NO, vom Djebel Selloum bis zum Djebel Zaghouan. Hier wendet sich seine Grenze im spitzen Winkel zum Djebel Serj (1357 m) - Djebel Bireno (1419 m) Djebel Es Sif (1352 m) und kehrt zum Djebel Selloum zurück.

Das Klima dieses Wuchsgebietes wird durch die für Ouseltia ermittelten Werte gekennzeichnet, die sich aus dem Mittel aus Kairouan und Maktar ergeben (S. 42). Mit 379.5 mm Niederschlag hat es nicht bloß die geringste jährliche Regenmenge, sondern gleichzeitig auch die höchste Jahresmitteltemperatur mit 16.7°C zu verzeichnen. Die vorhandenen Waldreste sind besonders licht, die einzelnen Bäume äußerst kurzschäftig und infolge der dauernden Beschädigungen durch die Axt und das Weidevieh auch noch meist krumm gewachsen. Der Prozessionsspinner, *Thaumetopoea pityocampa* Schiff., ist hier überall anzutreffen. Seinem Nadelfraß fallen fast an jedem Baume Äste zum Opfer, die nach dem Fraße dürr in die Luft ragen. Nicht selten gehen ganze Stämme nach Kahlfraß ein. Neben dem *Juniperus phoen.* findet man häufig *Ceratonia siliqua*, den Johannisbrotbaum, im Kiefernwald. Er verbessert den Boden durch Laubabfall in besonderem Maße, wie man an der reichlich vorhandenen schwarzen Erde rund um jeden Stamm leicht feststellen kann. Bei Aufforstungen empfiehlt es sich daher, zur Kiefer in geringem Maße den Johannisbrotbaum beizumischen. Der Boden ist meist zu mehr als 50 % mit *Rosmarinum officinalis* bedeckt, weist viel *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea latifolia*, *Oleum oleaster*, *Rhamnus alaternus* an Strauchvegetation auf und beherbergt auch *Cistus monspeliensis*, *Asparagus albus*, *Periploca laevigata*, *Artemisia officinalis* u. a. m.

Wuchsgebiet B, innerer Kiefernwald von *Pinus hal.* / *Quercus ilex*. Es wird von dem eben genannten Grenzzug Djebel Es Sif - Djebel Zaghouan und einer Linie, die sich vom Djebel Zaghouan ungefähr nach Medjez el Bab und von da das Medjerda-Tal aufwärts bis Souk el Arba und Ghardimaou wendet, begrenzt und findet im Westen der Algerischen Grenze seine Fortsetzung.

Zur Bestimmung seines Klimas stehen die Beobachtungen von Zaghouan, Maktar und Thala zur Verfügung. Sie sind hinsichtlich der Regenmengen erstaunlich einheitlich. Bezüglich der Temperatur ist das tiefgelegene Zaghouan bedeutend wärmer als die hochgelegenen beiden anderen Orte.

Ort	mm	Jän. Mittel-	Aug. Temperatur	Jahres	Minimum absolute	Maximum Temperatur
Zaghouan	496	9.6	27.0	17.9	- 3.0	48.0 C°
Maktar	490	5.1	25.0	14.3	- 7.0	45.0 C°
Thala	473	5.9	26.1	15.3	- 9.0	18.0 C°
Mittel	486.3	6.9	26.0	15.8	- 6.3	47.0 C°

Das zweite Wuchsgebiet weist vor allem auf den, dem Meere zugewendeten Hängen die charakteristische Mischung *Pinus hal.* / *Quercus ilex* auf. Sie wird durch *Cupressus hor.*, *Juniperus com.* und *Crataegus mon.* ergänzt. Von den ehemals zahlreichen, gut gewachsenen Zypressen der Gegend von Maktar ist, abgesehen von kümmerlichen Resten entlang der Straße Ouseltia Siliana, nicht viel mehr als der Name "Maktar-Zypresse" übergeblieben.

Als Begleitflora fanden sich am 23.4.1962 in einem *Pinus hal.* Waldrest nächst Maktar: *Cistus salv.* 60 % des Bodens bedeckend, *Rosmarinum off.* 20 %, *Juniperus oxycedrus* 10 %, *Phillyrea lat.* 10 % der Fläche einnehmend. Außerdem waren *Globularia alypum*, *Pistacia lent.*, *Spartium junc.*, *Thymus alg.*, *Calicotome vill.*, *Asparagus acutifolium* u. a. vorhanden.

Die obgenannten Grenzen umspannen das heutige *Pinus hal.*-Vorkommen. Nach der Höhe des Niederschlages gehören aber auch die heute völlig entwaldeten Gebiete um Tunis (440 mm), nordöstlich der Linie Zaghouan-Medjez el Bab und die südöstliche Hälfte der Halbinsel Kap-Bon zum Wuchsgebiet B, während die nordwestliche Hälfte der Halbinsel mehr Feuchtigkeit erhält und mit seiner *Quercus cocc.*-Insel zum Eichenwuchsgebiete zählt.

Wuchsgebiet C, Eichenwald von *Quercus sub.* im Westen und *Quercus cocc.* im Osten.

Der Korkeichenwald deckt als schmales Band die küstennahen, regenreichen Bergzüge von Algerien her bis gegen Bizerta. Seine Südgrenze ist die Linie Ghardimaou - Medjez el Bab - Bizerta. Etwa von 700 m Seehöhe an mischt sich *Quercus Myrbeckii* zur Korkeiche und nimmt an Zahl mit steigender Meereshöhe zu. Ein Bild der klimatischen Verhältnisse vermitteln die Daten von

Ort	mm	Jän. Mittel-	Aug. Temperatur	Jahres	Minimum absolute	Maximum Temperatur
Fedja	1155	6.2	24.0	14.4	- 4.0	49.0 C°
Ain Drahhm	1534	6.6	24.9	15.0	- 5.0	43.0 C°
Mittel	1344.5	6.4	24.45	14.7	- 4.5	46.0 C°

Das Minimum an Niederschlag, das die Korkeiche zu ihrem Fortkommen braucht, dürfte bei 700 mm liegen, da sie bis in die Nähe von Bizerta (650 mm) nach Osten vordringt. Die unter 700 mm liegenden Niederschläge auf der Kap-Bon - NW-Hälfte reichen noch gerade für *Quercus cocc.* zur Bildung des inselartigen Vorkommens aus, scheinen aber die Bedürfnisse der Korkeiche an Feuchtigkeit nicht mehr zu befriedigen.

Die ansehnlichen Regenmengen besonders in den höheren Lagen dieses Wuchsgebietes ermöglichen ein ausgezeichnetes Wachstum von *Quercus Myrbeckii*. Ein frischer Stockabschnitt von 60 cm Durchmesser wies 115 Jahresringe auf. Die Höhe des zugehörigen Stammes betrug 25 m. Einem zweiten Stockdurchmesser von 70 cm entsprachen 140 Jahre und 27 m Höhe. Die Korkeiche bleibt weit hinter diesen Wuchsleistungen zurück. Noch einmal sei festgehalten

Wuchsgebiet	mm	Jän. Mittel-	Aug. Temperatur	Jahres	Minimum absolute	Maximum Temperatur
Kie/Wachholder	379.5	7.8	26.8	16.7	- 5.8	47.0 C °
Kie/Steineiche	486.3	6.9	26.0	15.8	- 6.3	47.0 C °
Eichen	1344.5	6.4	24.45	14.7	- 4.5	46.0 C °

Die Strauchschichte im Wuchsgebiet C ist ganz der erhöhten Feuchtigkeit angepaßt und weist unter anderem auf: *Arbutus unedo* (ab 800 m), *Erica arborea* (ab 800 m), *Pteridium aqu.*, *Cyclamen afr.*, *Daphne knid.*, *Rubus*, *Crataegus mon.*, *Urginea marit.* *Arbutus* und *Erica* bilden vielenorts einen dichten Unterstand im Walde. Das Holz der Korkeiche ist als Nutzholz minderwertig. Die Verwendung von *Quercus Myrb.* wird gegenwärtig geprüft.

PRAKTISCHE AUSFÜHRUNG VON AUFFORSTUNGEN IM WUCHSGEBIET A PINUS HALEPENSIS / JUNIPERUS PHOENICEA

In Mitteltunesien, östlich Ouseltia, liegt das zweite Versuchsgelände der FAO. Es bedeckt rund 1800 ha einer leicht welligen Hochfläche, die zwischen die Bergzüge des Djebel Serj im NW und des Djebel Ouselat im SO eingebettet ist. Die ebenen bis sanft geneigten Ackerflächen werden von einzelnen Rest-Terrassen um rund 50 m überragt, deren tuffartige Decken wechselnder Stärke bis heute ihre Einebnung verhindert haben. Die vorherrschend seichtgründigen Böden, die an den Terrassen-Rändern das nackte Gestein hervortreten lassen, sind mit den Resten des ehemaligen *Pinus hal./Juniperus phoen.* Waldes schütter bestockt. Die durchschnittliche Seehöhe beträgt 450 m.

Wie auf beiliegender Lichtpause des Versuchsgeländes zu sehen ist, durchschneidet die Straße Ouseltia-Kairouan die Fläche. In ihrem nord-westlichen Teil, Block 1, wurde im Herbst 1961 mit den forstlichen Arbeiten begonnen. Sie gliedern sich in geschlossene Aufforstungen geneigter Flächen, Pflanzung von Windschutzstreifen und Versuche mit Futter-Bäumen und Sträuchern.

Geschlossene Aufforstungen geneigter Flächen

Auf Block 1 wurden die von den Weideflächen zu den Terrassenresten ansteigenden Hänge mit *Pinus hal.* als Hauptholzart und *Cupressus hor.* als Nebenholzart geschlossen bepflanzt. Zwischen diese großflächigen Pflanzungen wurde ein Netzwerk von ein- und mehrreihigen Zypressen- und Eukalyptus-Windschutzstreifen eingepaßt, um auch hier durch Luftberuhigung die Bodenaustrocknung und den Bodenabtrag zu verringern. Wie erinnerlich, gehört Ouseltia zu den Gebieten innerhalb der natürlichen Waldgrenze und die Aufforstung mit den heimischen Holzarten bedarf daher keiner künstlichen Bewässerung. Da Tunesien alle Anstrengungen macht, um den Empfehlungen des Entwicklungsprojektes der Vereinten Nationen für den Mittelmeerraum (2) nachzukommen und daher in den Jahren 1960-1980 285.000 ha kahles Gelände wieder aufforsten wird, kann es das Risiko einer nicht erprobten Holzartenwahl nicht eingehen und ist außerdem an genau erhobenen Aufforstungskosten interessiert. Das Risiko der Holzartenwahl wurde durch die Verwendung heimischer Hölzer ausgeschaltet. Zur Erhebung und Verminderung der Kosten wurden 3 verschiedene Pflanzmethoden versucht:

1) Aufforstungsarbeiten mit Hand	205 Schichten/ha erforderlich
54 ha	90 Dinar/ha Gesamtkosten
	4.500 ö. S. /ha
2) Aufforstungsarbeiten mit Waldpflugverwendung	157 Schichten/ha erforderlich
27 ha	75 Dinar/ha Gesamtkosten
	3.750 ö. S. /ha
3) Aufforstungsarbeiten mit Caterpillarverwendung	33 Schichten/ha erforderlich
14 ha	39 Dinar/ha Gesamtkosten
	1.950 ö. S. /ha

Zu diesen Preisen sind noch 11 Dinar, oder 550 ö. S., für die Nachbesserungs- und Pflegearbeiten im 2. Jahr hinzuzurechnen, falls die Eingänge 10 % übersteigen.

Aufforstungsarbeiten mit Hand

Der Großteil des Aufforstungsgeländes ist geneigt. Mit Rücksicht auf die Erosionsgefahr mußte getrachtet werden, das ab rinnende Wasser zurückzuhalten, oder seinen Ablauf wenigstens wesentlich zu verlangsamen. Um diesen Forderungen zu entsprechen, wurden 10-15 m lange Graben im Verlauf der Schichtenlinie ausgehoben, die 0.50 m breit und 0.30 m tief waren. Ihr Aushub wurde talseits als gleichhoher Damm aufgeschichtet, um dem Graben bei Regen ein erhöhtes Wasserfassungsvermögen zu geben, da er den Regen, der auf die Fläche zwischen zwei Graben fällt und abrinnt, noch mitzuspeichern hat. Die Distanz zwischen zwei Graben beträgt 2.50 m, die Entfernung zwischen den Pflanzen im Graben 2.00 m. Jeder Graben ist vom folgenden Graben durch gewachsenen Boden von 1 m Breite getrennt. Diese Unterbrechungen lassen keinen Wasserzug entstehen, der durch die gesammelte Kraft des Wassers bei nicht unterbrochener Grabenausführung zur Zerstörung führen muß. Die 2.000 Pflanzen/ha werden im ersten Drittel der Grabenböschung gesetzt, um ein Verschlemmen der jungen Pflanzen bei starken Regenfällen zu verhindern. Die Grabenenden benachbarter Grabenzüge sind gegeneinander versetzt.

Für die Aufforstung in Handarbeit allein wurden aufgewendet:

Vorarbeiter, Wächter	412.5 Schichten	3.55 %
Absteckung	4.0 Schichten	0.04 %
Ausheben der Graben	8.000.5 Schichten	68.84 %
Auspflanzen	1.267.0 Schichten	10.90 %
Boden behacken, Unkraut entfernen	729.0 Schichten	6.27 %
Vorrichten der Pflanzlöcher	621.0 Schichten	5.34 %
Bezahlte Feiertage	432.0 Schichten	3.72 %
Weganlage	82.5 Schichten	0.71 %
Zählen von Pflanzen	74.0 Schichten	0.63 %
auf 54.22 ha	11.622.5 Schichten	100.00 %

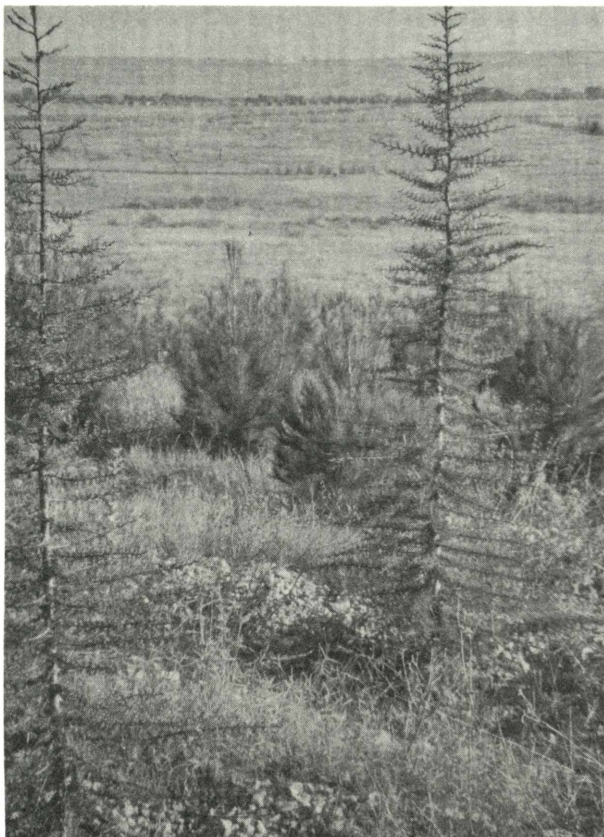
abzüglich Feiertage, Wege, Zählen v. Pflanzen 588.5
aufgewendete, notwendige Schichten 11.034.0

nach diesem Stichtag wurden noch + 89.5
Tage zur Vollendung der Pflanzung nötig
54.22 ha benötigten 11.123.5

Schichten/ha	$\frac{11.123.5}{54.22}$	205.14
--------------	--------------------------	--------

Kosten / ha:

Schichten	205.14 x 0.350 Dinar	71.80 Dinar
Kosten der Pflanzen	2.000 x 0.004 Dinar	8.00 Dinar
Transport der Pflanzen	2.000 x 0.005 Dinar	10.00 Dinar
1 ha aufgeforstet		89.80 Dinar
1 Dinar 1000 Millim 50 ö. S.		4.490.00 ö. S.



Ouseltia. 3 jährige *Cupressus hor./Pinus hal.*-
Pflanzung. Im Hintergrund Zypressen - Linien
zur Teilung der Weidekoppeln



Ouseltia, 1F1. Pflanzung einer Zypresse

Auf diesen 54.22 ha wurden gepflanzt: I, II, III 1964:

Holzart	insgesamt	davon lebend	abgestorben in %	bis 30. 9. 1964
Pinus hal.	76.710	60.024	+	16.686 21.77
Cupr. hor.	29.556	22.008	+	7.548 25.47
Euc. occid.	410	60	+	350 85.37
Ceratonia s.l.	716	191	+	1.570 89.15
Summe	108.437	82.283	+	26.154 24.11

Diese Verluste sind ohne Nachbesserung ermittelt, am Ende des ersten Sommers. Die hohen Verluste der Eukalyptuspflanzung sind darauf zurückzuführen, daß die Pflanzung verhältnismäßig spät, erst Ende März erfolgte. Das Gesagte gilt auch für Ceratonia, bei der noch dazu kommt, daß die angewandte Nylonsäckchenkultur die schnell wachsende Pfahlwurzel zur Spiralförmigkeit und damit zum Kümmeren und Eingehen zwingt.

Zwischen den Graben in Schichtenlinie bleibt die natürliche Pflanzendecke von Rosmarin, Artemisia, Globularia etc. erhalten, im Gegensatz zur bisherigen Übung, die in einer vollkommenen Entfernung der Bodendecke vor der Pflanzung bestand. Dieser Bodenschutz im Vereine mit einer Vielzahl unterbrochener Graben in Schichtenlinie haben jedenfalls dem Unwetter vom 30. Oktober 1964 standgehalten, bei dem 160 mm Niederschlag innerhalb von 2 Tagen zu verzeichnen waren, während die 2-3 mal so hohen Erdwälle in Schichtenlinie, die ohne Unterbrechung nach alter Schule hunderte von Metern am Hang entlang das Wasser sammeln, die sogenannten "Tabias", beim geringsten Fehler im Nivellement oder bei Schwächung der Dammquerschnitte durch die von Springmäusen gegrabenen Gänge, durch das ausbrechende Wasser zerstört wurden.

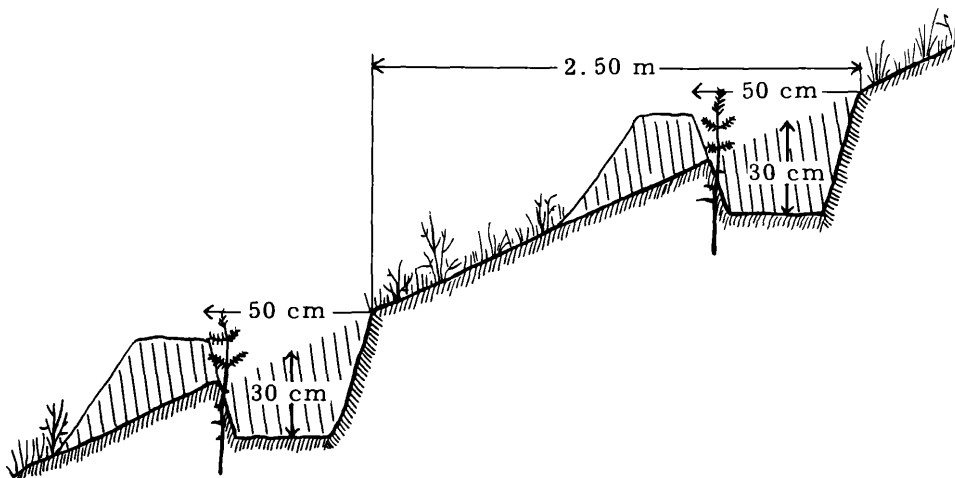
Außerdem wurde durch die Entfernung der Bodendecke zwischen den horizontal laufenden Graben und ihrem vielfach größeren Abstand untereinander von 10-15 und mehr Metern, der bloßgelegte Boden vom ablaufenden Wasser stark erodiert. Die Vorteile der neu eingeführten Pflanzweise:

unterbrochene Graben
versetzte Grabenenden
geringer Grabenabstand
geringe Überhöhung auf der Talseite
Pflanzung im unteren Drittel

waren so groß, daß sie sich sehr rasch allgemeiner Anwendung erfreute und die alte Methode:

durchlaufende Graben
großer Grabenabstand
große, dammartige Überhöhung auf der Talseite
Entfernung der Bodendecke zwischen den
"Tabias"

im gleichen Maße aufgegeben wurde.



Das Nylonsäckchen, in dem die Pflanzen zum Kulturort angeliefert werden, wird im Augenblick der Pflanzung, so wie bereits bei den Eukalyptus-Pflanzungen beschrieben, vollkommen entfernt. Das gilt für Kiefern und Zypressen. Letztere werden in Gruppen von 10-12 Stück in die Kiefernfläche eingebracht. 20-25 cm hohe Pflanzen, stufig gewachsen, sind bei Kiefer am besten geeignet. Größere Pflanzen gehen meist ein, da ein Zurückschneiden unmöglich ist und die gesteigerte Transpiration zur Vertrocknung führt. Bei Zypressen kann bei größerem Pflanzenmaterial von 30 und mehr cm Länge, der beginnenden Vertrocknung durch Zurückschneiden des Haupttriebes knapp oberhalb eines Astquirls begünstigt werden. Nachher nimmt man aus der Anzahl sich hebender Äste alle weg bis auf den, der der Vertikalrichtung am nächsten gekommen ist und läßt ihn den neuen Wipfel bilden.

Die Pflanzzeit:

Für Kiefern und Zypressen ist ab Ende September jeder starke Regen von etwa 40 mm an, der den Boden gut durchfeuchtet hat, für die Pflanzung zu nutzen, da sie gegen die Winterkälte nicht empfindlich sind. Am besten gedeihen allerdings die Kulturen, wenn die ausgiebigen Regen erst im Jänner einsetzen. Kann man so früh im Jahr pflanzen, so ist die Anwurzlung gesichert, ehe die heiße, niederschlagsarme Zeit beginnt. Bei den Herbstregen besteht immer die Gefahr, daß nach ihnen eine neuerliche Trockenperiode von 1-2 Monaten einsetzt und Pflanzungen, die ohne künstliche Bewässerung gedeihen sollen, während dieser Zeit eingehen. Bei der Unregelmäßigkeit des Nordafrikanischen Klimas kommt es immer wieder vor, daß zur Pflanzzeit von Ende September Ende März äußersten Falles, nur unbedeutende Mengen Niederschlag fallen, so daß überhaupt nicht gepflanzt werden kann und die in den Pflanzgärten bereitgehaltenen Pflanzen nicht verwendet werden. Sie sollten dann für die nächstjährige Pflanzzeit nicht mehr verwendet werden, da sie bereits zu groß geworden sind und die Spiralwurzeln

bildung außerdem meist schon erfolgt ist. Der Verlust einer ganzen Jahresproduktion der Pflanzgärten wirkt sich verteuern auf alle Aufforstungsvorhaben aus, aber glücklicher Weise ist eine allgemeine Trockenheit im ganzen Lande selten. Viel häufiger kann bei Dürre in dem einen Gebiet die bereitgestellte Pflanzenmenge in einem anderen mit größeren Niederschlägen zeitgerecht verwendet werden.

Pflege der Pflanzungen, Nachbesserungen:

Das Aufforstungsgelände ist meist seichtgründig und daher nur schwach verunkrautet. Die Kosten der Reinigung und Bodenbearbeitung betragen hier auch nur 6 %, während die in Ouled M'Hamed rund 45 % erreichten, in aufgewendeten Arbeitsschichten ausgedrückt. An tiefgründigen und feuchteren Stellen ist aber auch hier der gefürchtete Hundszahn, *Cynodon dactylon*, der Würger der Kulturen, wenn er nicht schon vor der Pflanzung entfernt werden konnte. Die von ihm befallenen Flächenanteile sind im Verein mit Trockenheit nach Herbstpflanzung oder einer verspäteten Pflanzung im Frühjahr, die nicht mehr zum Anwachsen vor der heißen Jahreszeit kommt, daran schuld, daß die Verlustprocente bei den Kulturen meist um die 25 % betragen und somit eine Nachbesserung erforderlich machen. Blicke der Verlust unter 10 %, so könnte man bei der angegebenen Dichte von 2000 Pflanzen/ha auf die Nachbesserung verzichten. Die 2. Methode der Aufforstung mit Benützung des Waldpfluges gibt über die Kosten der Nachbesserung ebenfalls Auskunft, da sie bei den ersten Aufforstungen von 1961/62 angewendet wurde.

Aufforstungsarbeiten mit Benützung des Waldpfluges

Diese 2. Methode der Aufforstung führt zu den gleichen, wassersammelnden Graben mit anschließendem Damm, auf dessen unterem Drittel der Böschung gepflanzt wird, wie sie in der Skizze S. 65 gezeigt wurden, bloß mit dem einen Unterschied, daß der Aushub des Grabens nicht von Hand, sondern durch den Waldpflug erfolgt, der in der Schichtenlinie den Graben aufreißt und dessen Trennstücke erst wieder durch Auffüllen des Grabens und Festtreten hergestellt werden müssen.

Für die Aufforstung mit Waldpflug wurden folgende Schichten benötigt:

Vorarbeiter, Wächter	210.5	Schichten	4.2 %
Absteckung	43.0	Schichten	0.9 %
Nacharbeiten der Graben	2.199.5	Schichten	43.9 %
Pflanzung	807.0	Schichten	16.1 %
Pflanzlöcher vorbereiten	142.0	Schichten	2.8 %
Bodenbehacken, reinigen	885.5	Schichten	17.7 %
Ausbesserung der Graben und Dämme	2.0	Schichten	0.0 %
Nachbesserung	19.0	Schichten	0.4 %
Bodenbearbeitung z. Verb. d. natürl. Verj.	483.0	Schichten	9.6 %
Saat von <i>Juniperus phoen.</i>	23.0	Schichten	0.5 %

Bezahlte Feiertage	111.0	Schichten	2.2	%
Insektenbekämpfung	85.0	Schichten	1.7	%
Zählen der Verluste	2.0	Schichten	0.0	%
auf 27.42 ha	5.012.5	Schichten	100.0	%
abzüglich Bodenbearbeitung z. nat. Verj.	483.0	Schichten		
Saat von Juniperus, Feiertage	134.0	Schichten		
Insektenbekämpfung, Zählen der Verluste	87.0	Schichten		
auf 27.42 ha notwendige Schichten	4.308.5			
Schichten/ha	$\frac{4.308.5}{27.42}$	157.13		

Waldpflugstunden/ha $\frac{63}{27.42}$ 2.3 Stunden/ha

Pflanzen/ha 2.000 Stück

Kosten/ha:

Schichten	157.13	x 0.350 Dinar	54.99 Dinar
Waldpflug	2.3	x 0.900 Dinar	2.07 Dinar
Kosten der Pflanzen	2.000	x 0.004 Dinar	8.00 Dinar
Transport der Pflanzen	2.000	x 0.005 Dinar	10.00 Dinar
1 ha mit Waldpflug aufgeforstet			75.06 Dinar
	1 Dinar	1000 Millim	50 ö. S.
			3.753 ö. S.

Auf diesen 27.42 ha wurden gepflanzt: Oktober-Februar 1961/62:

Holzart	insgesamt	davon lebend	abgestorben in %	am 30.9.1962
Pinus hal.	38.075	28.118	+ 9.957	26.15
Cupres. hor.	9.902	7.317	+ 2.585	26.11
Euc. occid.	5.660	3.160	+ 2.500	44.16
Summe	53.637	38.595	+ 15.042	28.04

Die Verluste bei Kiefer und Zypresse nach dem ersten Sommer sind nur geringfügig höher als bei der Pflanzung von Hand. Die relativ hohen Verluste bei Euc. occidentalis sind auf die Pflanzzeit Dezember zurückzuführen, da die Eukalyptusarten die Winterpflanzung durchwegs schlechter vertragen als die Kiefern. Die Kosten der Nachpflanzung und Pflege im Laufe des 2. Jahres ergeben sich aus folgenden Aufwendungen:

Vorarbeiter-Schichten	13	Schichten	3.19	%
Boden behacken	54	Schichten	13.27	%
Boden reinigen von Unkraut	72	Schichten	17.69	%
Nachbessern	268	Schichten	65.85	%
auf 31.11 ha	407	Schichten	100.00	%

Schichten/ha	$\frac{407}{31.11}$	13.08
Pflanzen/ha	$\frac{22.829}{31.11}$	734 nachgepflanzt

Kosten/ha:

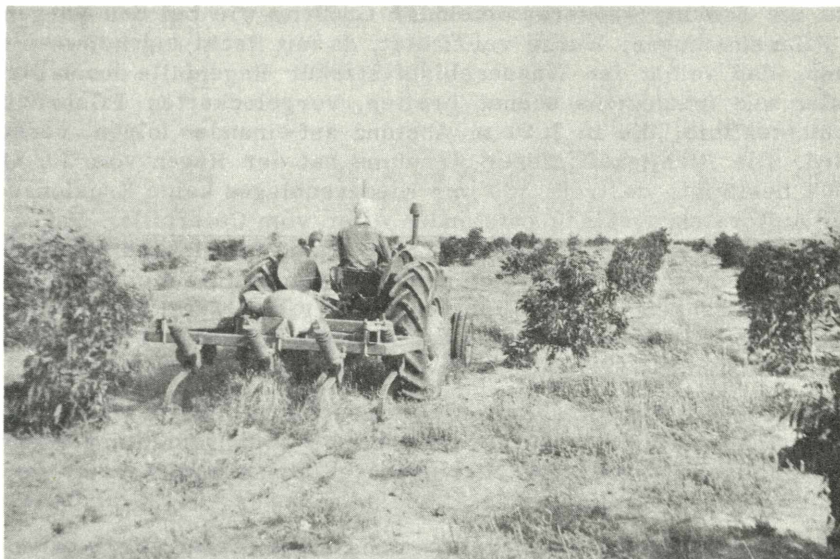
Schichten	13.08	x 0.350 Dinar	4.778 Dinar
Kosten der Pflanzen	734	x 0.004 Dinar	2.936 Dinar
Transport der Pflanzen	734	x 0.005 Dinar	3.670 Dinar
1 ha nachgebessert und 1 Jahr gepflegt			11.384 Dinar

Auf der Fläche von 31.11 ha wurden von Jänner-März 1964 16.314 Pinus hal., 5.015 Cupressus hor. und 1.500 Euc. occid. nachgebessert und mit Stichtag vom 30. 9. 1964 folgender Zustand der Pflanzungen festgestellt:

Holzart	insgesamt	davon lebend		abgestorben	d. s. in %
Pinus hal.	42.517	37.352	+	5.165	12.15
Cupr. hor.	12.942	11.054	+	1.888	14.59
Euc. occid.	5.564	3.461	+	2.103	37.80
Summe	61.023	51.867	+	9.156	15.00

Aufforstungsarbeiten mit Hilfe des Caterpillars

Auf Parzelle 16 wurde eine Versuchspflanzung 100 m auf 600 m angelegt. Von den 6 ha wurden wechselweise je 3 ha in der herkömmlichen Art mit Handarbeit allein unter Verwendung von Pinus hal. aufgeforstet, während die anderen 3 ha an Stelle der Graben-Damm-Pflanzung mit Caterpillar DT/20 der "International Harvester Comp.", Chigago, entlang der Pflanzlinien, die den Schichtenlinien folgten, auf 50 cm Tiefe vorgelockert wurden. In gleicher Weise wurde auch die Fläche $2F_{10}$ von 11.03 ha Größe behandelt. Auf beiden Flächen stand unter dem seichtgründigen Boden eine Tuffschichte von 15-25 cm Mächtigkeit an, die beim Durchgang des schweren, eisernen Hakens zertrümmert wurde. Es wird erwartet, daß die zu gleicher Zeit bepflanzen Flächen die unterschiedliche Bodenbearbeitung im späteren Wachstum ihrer Pinus hal.-Bestockung veranschaulichen, da nicht nur der vorgelockerte Spalt von 50 cm Tiefe das Tiefenwachstum erleichtert, sondern durch das Zerbrechen der Tuffschichte weitreichende Sprünge beiderseits der Pflanzlinie entstehen, die der Pflanze gerade in den ersten Lebensjahren mehr durchwurzelbaren Raum zur Verfügung stellen, wodurch zweifellos eine Wachstumsförderung erfolgen muß.



Ouled M' Hamed, Feld II, Bodenbearbeitung zwischen den Pflanzreihen
mit Massey - Ferguson Kultivator Nr. 526



Ouled M' Hamed, Feld II, Band 1, *Eucalyptus salmonophloia* im 2. Jahr
nach der Pflanzung

Auf die Bildung wassersammelnder Graben, wie bei den vorgenannten 2 Pflanzmethoden, wurde verzichtet, da mit Recht angenommen werden kann, daß selbst der Wasserablauf starker Regenfälle durch die 50 cm tiefen und mindestens ebenso breiten, vorgelockerten Pflanzreihen in Schichtenlinie, die in 2.50 m Abstand auf einander folgen, verschluckt wird. Die Richtigkeit dieser Annahme hat der Regen vom 30. Oktober 1964 bestätigt, da trotz 160 mm Niederschlages keine Erosionsschäden am Aufforstungsgelände entstanden. Der vom Caterpillar-Haken aufgerissene Erdsplatt sinkt nach dem Durchgang des Hakens wieder zusammen, ist aber von Tuffplatten und Hohlräumen, die sich zwischen ihnen bilden, durchsetzt. Es ist daher notwendig, vor der Pflanzung die Setzstellen von Gesteinstrümmern zu reinigen und die Pflanzgrube, frei von Hohlräumen, in der aufgelockerten Erde vorzubereiten.

Bis durch die Verschlemmung eine neuerliche Bodenverfestigung eintritt, haben die Kulturen das gefährliche Anfangsstadium überwunden und sind gegen eine sich verringernde Wasserspeicherung im Boden nicht mehr so empfindlich.

Für die Aufforstung unter Verwendung eines Caterpillars wurden auf den 3 ha Versuchsfläche folgende Schichten aufgewendet:

Vorarbeiter	2 Schichten
Vorarbeiten der Pflanzgruben	30 Schichten
Pflanzung	57 Schichten
Hilfeleistung für Caterpillar	2 Schichten
Summe	91 Schichten
Schichten/ha	91 3 30.33
Caterpillar-Stunden/ha	5 3 1.67
Pflanzen/ha	2000

Kosten/ha:

Schichten	30.33	x 0.350 Dinar	10.616 Dinar
Caterpillar-Stunden	1.67	x 5.700 Dinar	9.519 Dinar
Pflanzenankauf	2000	x 0.004 Dinar	8.000 Dinar
Pflanzentransport	2000	x 0.005 Dinar	10.000 Dinar
1 ha mit Caterpillar aufgeforstet			38.135 Dinar
	1 Dinar = 1000 Millim = 50 ö. S.		1.906.75 ö. S.

Für die 11.03 ha große Fläche $2F_{10}$, ebenfalls mit Caterpillar bearbeitet, ergeben sich folgende Aufwendungen:

Vorarbeiter	20 Schichten
Vorbereitung der Pflanzgruben	195 Schichten
Pflanzung	179 Schichten
Hilfe f. DT/20	7 Schichten
Summe	401 Schichten

Schichten/ha	401	11.03	36.36 Schichten
Caterpillar-Stunden/ha	19.5	11.03	1.77 Schichten
Pflanzen/ha	2000	Stück	

Kosten/ha:

Schichten	36.36	x 0.350 Dinar	12.720 Dinar
Caterpillar-Stunden	1.77	x 5.700 Dinar	10.089 Dinar
Pflanzenankauf	2000	x 0.004 Dinar	8.000 Dinar
Pflanzentransport	2000	x 0.005 Dinar	10.000 Dinar
1 ha mit Caterpillar aufgefördert			40.809 Dinar
1 Dinar = 1000 Millim	50 ö. S.		2.040.45 ö. S.

Die beiden Kostenziffern gemittelt ergeben $\frac{38.135 + 40.809}{2}$

39.472 Dinar/ha oder 1973.60 ö. S. /ha aufgeförderter Fläche unter Zuhilfnahme von Caterpillar DT/20. Da die Pflanzung erst im Herbst 1964 ausgeführt wurde, kann über die Verluste erst später berichtet werden.

Die Kostenberechnung/ha ergab also:

Aufforstung mit Hand	89.800 Dinar	einschließlich 205 Schichten
Aufforstung mit Waldpflug	75.060 Dinar	einschließlich 157 Schichten
Aufforstung mit Caterpillar	39.472 Dinar	einschließlich 33 Schichten

Die Anwendung der einzelnen Aufforstungsmethoden wird die Zahl der arbeitslosen Einwohner einer bestimmten Region vorschreiben. Solange es darauf ankommt vor allem möglichst viel Arbeiter zu beschäftigen, wird die Arbeit mit Hand den Vorzug vor den anderen Methoden erhalten müssen, da sie 205 Schichten/ha erfordert, während beim Einsatz vor DT/20 nur 33 Schichten/ha für die Aufforstung nötig sind. Solche Betrachtungsweise bezieht sich auf alles Gelände, das mit Caterpillar befahrbar ist. Flächen, die auf Grund ihrer Neigung für den Caterpillar oder Waldpflug unzugänglich bleiben, müssen von Hand aufgefördert werden.

An Hand der gefundenen Ziffern ist erst die Planung der großen Aufforstungsvorhaben sowohl von der Seite der reinen Geldmittel, als auch der verfügbaren Maschinen und der Zahl freier Arbeitskräfte möglich.

Zu obigen Kostenziffern sind noch die Ausgaben für Nachbesserung und Pflege während eines zweiten Jahres von rund 11 Dinaren / ha oder 550 ö. S. /ha, wie sie sich auf Seite 68 errechneten dazuzuschlagen, sofern sich die Verluste nach dem ersten Sommer zwischen 25-30 % bewegen.

Wie bereits erwähnt, sollte innerhalb der natürlichen Waldgrenze die Aufforstung nur mit den einheimischen Holzarten vorerst auf großer Fläche ausgeführt werden, während die Verwendung fremder Holzarten zuerst auf kleinen Versuchsflächen geprüft werden sollte, ehe eine weitere Benützung erwogen wird, um unliebsame Überraschungen hinsichtlich Anfälligkeit gegen Krankheiten, Wuchsleistung usf. zu vermeiden.

Pflanzung von Windschutzstreifen

Der Schutz des Weidelandes gegen austrocknende Winde wurde im nord-westlichen Teil der Versuchsfarm erprobt. Wie die beiliegende Karte von Ouseltia zeigt, sind die mit *Pinus halepensis* - *Cupressus horizontalis* aufgeforsteten Flächen $1F_1$ - $1F_8$ durch Windschutzstreifen $1P_1$ - $1P_4$, $1Z_1$ - $1Z_{11}$ und $1G_1$ - $1G_4$ zu einem allseits geschlossenen Windschutznetz vereint, daß die 168 ha große Fläche in einzelne Weidekoppeln teilt. Die Streifen bestehen aus 4 oder 3 zeiligen *Eukalyptus gomphocephala*, bzw. 1 zeiligen *Cupressus horizontalis* oder *Casuaria cunninghamiana* - Pflanzungen. Die Entfernung zwischen den Linien beträgt 4 m, die Abstände zwischen den Pflanzen in den Linien 3 m, nur die Zypressen- und Casuarinareihen sind in 1 m Abstand gepflanzt. Das ganze Windschutznetz wurde im September und Oktober 1961, nach der ersten, starken Regenfällen geschaffen und auch künstlich bewässert. Die Kosten der 4-16 m breiten Streifen, bzw. 24.2 km langen Einzelreihen, die zusammen 9.69 ha Fläche bedecken, errechnen sich für das erste Jahr, 1.9.1961 - 31.8.1962 mit:

Vorarbeiter, Wächter	107	Schichten	4.90 %
Absteckung	4	Schichten	0.18 %
Pflanzlöcher ausheben	741	Schichten	34.86 %
Pflanzlöcher halb auffüllen	29	Schichten	1.33 %
Bewässerung der Pflanzlöcher	117	Schichten	5.36 %
Pflanzung	169	Schichten	7.74 %
Herstellen d. Wannen um die Pflanzen	41	Schichten	1.88 %
Bewässerung der Pflanzen	109	Schichten	4.99 %
Behacken des Bodens	637.5	Schichten	29.20 %
Unkraut entfernen	49	Schichten	2.25 %
Nachbesserung der Bewässerungsmulden	24.5	Schichten	1.12 %
Zählen der Eingänge	1	Schichten	0.05 %
Bezahlte Feiertage	128	Schichten	5.86 %
Ausbessern der Bewässerungsmulden			
Nachpflanzung	6	Schichten	0.28 %
auf 9.69 ha	2.183	Schichten	100.00 %
abzüglich bez. Feiertage	128	Schichten	
Bewässerung der Pflanzlöcher	117	Schichten	
Zählen der Eingänge	1	Schichten	
notwendige Schichten	1.937		



Ouseletia, 1P₁, Windschutzstreifen von *Eucalyptus gomphocephala*
3 jährig, bewässert, nach Kultivator-Durchgang



Ouseletia, 1P₁, 3 jährige *Pinus halepensis* und *Cupressus horizontalis* Pflanzung
Im Hintergrund *Eucalyptus gomphocephala* - Pflanzung entlang Piste 1

Schichten/ha	$\frac{1937}{9.69}$	199.90
Zisternen-Stunden/ha	$\frac{763}{9.69}$	78.74
Pflanzen/ha		1.017

Kosten/ha:

Schichten	199.90 x 0.350 Dinar	69.915 Dinar
Zisternen-Stunden, Bewässern	78.74 x 0.900 Dinar	70.866 Dinar
Kosten der Pflanzen	1017 x 0.004 Dinar	4.068 Dinar
Transport der Pflanzen	1017 x 0.005 Dinar	5.085 Dinar
1 ha gepflanzt und betreut im 1. Jahr		149.934 Dinar

Bei der Bewässerung wurden aufgewendet:

Liter Wasser	981.000	
Zisternen-Stunden	763	
Anzahl der bewässerten Pflanzen	32.400	
Aufwand bei einer Bewässerung	$\frac{981.000}{32.400}$	32.28 Liter

Während des 1. Jahres erhielt eine Pflanze $\frac{981.000}{9.171^1}$ 106.97 Liter

¹⁾ durchschnittliche Zahl der bewässerten Pflanzen 9.171
 $9.171 = \frac{9705 + (9705 - 1218 + 150)}{2}$

9.705 Zahl der gesetzten Pflanzen

150 Zahl der nachgebesserten Pflanzen

1.218 Zahl der nach dem Sommer eingegangenen Pflanzen

durchschnittliche Anzahl der Bewässerungen 3.

Auf diesen 9.69 ha Windschutzstreifen wurden gepflanzt:

Holzart	insgesamt	davon lebend	abgestorben	in % (31.8.1962)
Euc. gomph.	5.805	4.809	+ 996	17.16
Cupr. hor.	3.650	3.342	+ 308	8.44
Casuar, cun.	250	186	+ 64	25.60
Summe	9.705	8.337	+ 1368	14.10

Für die Nachbesserung und Pflege im 2. Jahr wurden bis einschließ-
lich 31.8.1963 ausgegeben:

Vorarbeiter, Wächter	124	Schichten
Graben der Pflanzlöcher	592.5	Schichten
Pflanzlöcher halb füllen	41	Schichten
Nachpflanzung	87	Schichten
Herstellen der Bewässerungsmulden	55	Schichten

Behacken des Bodens	881.5	Schichten
Unkraut entfernen	692	Schichten
Ausbessern der Bewässerungsmulden	100	Schichten
Bewässern	50.5	Schichten
Auflesen von Steinen	92.5	Schichten
Ausschneiden 2. Pflanzen	8	Schichten
Bezahlte Feiertage	34	Schichten
auf 9.69 ha	2.758	Schichten
abzüglich bezahlte Feiertage	34	Schichten
Grenzwächter	33	Schichten
Auflesen von Steinen	92.5	Schichten
notwendige Schichten	2.598.5	
Schichten/ha	$\frac{2598.5}{9.69}$	268.16
Zisternen-Stunden/ha	$\frac{352.5}{9.69}$	36.38
Kultivator-Stunden/ha	$\frac{59}{9.69}$	6.09
Pflanzen nachgebessert/ha	$\frac{1456}{9.69}$	150

Kosten/ha:

Schichten	268.16 x 0.350	93.856 Dinar
Zisternen-Stunden, Bewässerung	36.38 x 0.900	32.742 Dinar
Kultivator-Stunden, Bodenlockerung	6.09 x 0.900	5.481 Dinar
Pflanzenkosten	150 x 0.004	0.600 Dinar
Transportkosten der Pflanzen	150 x 0.005	0.750 Dinar

1 ha Windschutzpflanzung im 2. Jahr nachgebessert und betreut, erfordert 133.429 Dinar und ist damit ungefähr ebenso teuer wie die Nachbesserung und Betreuung der Windschutzpflanzungen in Ouled M'Hamed im 2. Jahr (125.295 Dinar/ha).

Zur Bewässerung der Pflanzen wurden 579.000 Liter Wasser benötigt, die in 352.5 Stunden mittels traktorgezogener Zisternen befördert wurden. Insgesamt wurden 22.057 Pflanzen bewässert.

Wassermenge je Bewässerung	$\frac{579.000}{22.057}$	26.25 Liter
Bewässerungs-Summe je Pflanze	$\frac{579.000}{9.231 + 9.044}$	63.36 Liter
	2	

Am 30. 9. 1964 fanden sich auf den 9.69 ha Windschutzstreifen:

Holzart	insgesamt	davon lebend	abgestorben	d. s. in %	
Euc. gomph.	5.322	5.254	+	68	1.26
Cupr. hor.	3.660	3.587	+	73	1.99
Casuar. cun.	249	203	+	46	18.47
Summe	9.231	9.044	+	187	2.03

Da von den ausgewiesenen Kosten auf Bewässerung

32.742 Dinar, Zisternen-Stunden

71.925 Dinar, für 205.5 Schichten, die für Bewässerung nötig

104.667 Dinar im 2. Jahr von insgesamt 133.429 Dinar und

70.866 Dinar, Zisternen-Stunden

48.125 Dinar, für 137.5 Schichten, die für Bewässerung nötig

118.991 Dinar im 1. Jahr von insgesamt 149.934 Dinar

223.658 Dinar im 1. und 2. Jahr von insgesamt 283.363 Dinar entfallen, so wäre für die Zukunft die Pflanzung von Windschutzstreifen innerhalb der natürlichen Waldgrenze in Holzarten zu empfehlen, die keine künstliche Bewässerung nötig haben, (wie Zypresse, Kiefer), um die Gesamtausgaben für 2 Jahre von 283 Dinar auf 60 Dinar zu verringern. Mit diesen geringen Kosten nähert man sich schon den im vorhergehenden Abschnitt errechneten Ausgaben für Pflanzung unter Zuhilfenahme eines Caterpillars, die für ebenfalls 2 Jahre mit rund 50 Dinar/ha (39 + 11) ermittelt wurden.

Die Zypressen zumindest scheinen in der Gegend von Ouseltia ausreichenden Höhenwuchs für Windschutz-Zwecke zu besitzen, da 4 Exemplare auf der ehemals französischen Farm Mancharry, die ins Versuchsgebiet einbezogen ist, bei einem Alter von 35 Jahren rund 13 m Höhe erreichten bei einem mittleren Durchmesser in Brusthöhe von 27 cm.

Im Masse wie die Windschutzstreifen und die sie ergänzenden Kiefern-Aufforstungen an Höhe gewinnen kann an die Messung der Verringerung der Windgeschwindigkeiten und Verdunstungsgrößen geschritten werden. Die Einwirkung beider Faktoren auf die Weide wird sich aus einem späteren Vergleich mit der Ergiebigkeit ungeschützter Weideflächen nachweisen lassen.

DIE FUTTERWÄLDER

Die FAO hat in ihrer Veröffentlichung aus dem Jahre 1958 (11, S. 43) noch die Ansicht vertreten, daß es wenig wahrscheinlich sei, ungewöhnliche, lokale Bedingungen ausgenommen, daß ernstlich an die Baum- und Buschpflanzungen für bloße Futterzwecke herangegangen würde.

Im Jahre 1962 war diese Einstellung bereits überholt. Die in diesem Jahre in Dubrovnik tagende FAO-Kommission beschloß den Wert und die Menge des von verschiedenen Bäumen und Sträuchern erzeugten Laubfutters zu prüfen und die Art und Weise ihrer Vermehrung zu untersuchen. Den Auftrag dazu erhielt Petar ZIANI von der Forstlichen Versuchsanstalt Agram, der die Ergebnisse seiner Untersuchung (3) mit der Feststellung begleitet, "es würden mehr Tiere von Bäumen und Sträuchern, als von Gras ernährt", aber trotzdem hätte man "viel mehr Aufmerksamkeit der Zerstörung von Bäumen und Sträuchern auf Wiesengrund zugewendet, um den Graswuchs zu fördern, als den Futterholzanbau zu steigern"

Das System der Ernährung der Herden in Dürrezeiten mit Hilfe des Laubes der Wälder ist sicherlich uralt und überall dort in Anwendung, wo mit Sommerbeginn die Weide verdorrt. Die ausgedehnten Macchien, die alle Küsten des Mittelmeeres säumen, sind Weideflächen, die durch Einwirkung des Menschen und seiner Viehherden aus ehemaligen Wäldern hervorgingen, von denen das ausschlagfähige Unterholz von verschiedenen Eichen, Erdbeerbaum, Steinlinde, Pistacie, wilder Olive u. a. erhalten blieb. Auch die sogenannten "zerstörten Wälder", die im Mittelmeerraum, die Macchien eingerechnet, rund 50 % der ausgewiesenen Waldflächen ausmachen, sind das Ergebnis unregelter Weidenutzung. Neuerdings ist man bemüht, in diese unregelte Weidenausübung Ordnung zu bringen und dadurch sowohl die Lebensmöglichkeit der Bevölkerung als auch die Erhaltung des noch vorhandenen Waldes zu sichern. Es ist kaum bekannt, daß schon Josef WESSELY, der Altmeister österreichischer Forstwirtschaft, in seinem Buche "Das Karstgebiet Militärkroatiens", Agram 1876, (18) die Regelung der bisher wilden Laubnutzung erstmals ins Auge faßte. Er sagt auf S.42: "Ich halte die Rationalisierung und Verallgemeinerung der Futterlaubwirtschaft für eines der wichtigsten Karst-Kulturmittel, das insbesondere auf dem kroatischen Seekarst zu einer ersten Rolle berufen wäre und zu förmlichen Futterwäldern zu führen hätte".

Er empfiehlt weiter (S.38), die mit Gebüsch bedeckten Flächen auf den Stock, oder auf die Wurzel zu setzen und die zwischen ihnen vorhandenen leeren Bodenstellen gehörig auszupflanzen, um auf diese Weise eine steinige Weide in einen gutwüchsigen Wald zu verwandeln und bezeichnet diese Hiebe als "Resurrektionshiebe". Über die Bewirtschaftung der Futterwälder sagt er: "Wäre nicht die Meinung der Forstleute, der Wald hätte nur Holz zu erzeugen, so möchte man dort, wo das Futterlaub Chancen hat, schon lang förmliche Futterlaubwälder in Gestalt von Nieder- oder Mittelwald erziehen, die aus den futtertauglichsten Holzgewächsen zusammengesetzt, in sehr kurzem Umtrieb und zu einer Zeit gehauen würden, wo sie den Wiederwuchs noch verbürgend, ein Maximum nährkräftigen Laubes lieferten" (S.147). Über den genaueren Zeitpunkt erfährt man (S.40): "Es wäre das Unterholz etwa alle 5-7 Jahre im Hochsommer und zwar lieber früher als später zu schlagen,

damit das Laub noch nährkräftig sei und dem Stock- und Wurzelausschlag noch Zeit zum Verholzen bleibt". Angaben über einheimische, nach Höhenstufen geordnete Futterhölzer sowie einzuführende, ausländische Gehölze vervollständigen den Gehalt der Schrift an praktischen Hinweisen.

Da nach meiner Erfahrung im gesamten Mittelmeerraum die Neuordnung des herkömmlichen Weidebetriebes die Voraussetzung für die Erhaltung der restlichen Wälder darstellt, sind auch alle Versuche zur Verbesserung der Weide, soweit sie vom Forstmann in Form der Futterwälder unternommen werden können, als walderhaltende Maßnahmen zu betrachten und einer praktischen Erprobung wert.

Wenn man sich vergegenwärtigt, daß durch Bäume und Sträucher nicht nur Futter in Notzeiten zur Verfügung gestellt werden soll, sondern durch die Anlage der Pflanzungen in Schichtenlinie an Hängen gleichzeitig die Erosion wirksam bekämpft werden kann, dann gewinnt erst die Schaffung von Futterwäldern, vor allem in den heute kahlen, der Erosion preisgegebenen Landstrichen, ihre volle Bedeutung.

Diesen Gedankengängen folgend, wurde in Ouled M'Hamed im Frühjahr 1964 mit den ersten Versuchen von Futterwald-Pflanzungen begonnen. Auf Feld IV wurde geneigtes Terrain entlang von Schichtenlinien in 6 m Abstand mit Caterpillar vorgelockert und dann in 3 m Abstand von Pflanze zu Pflanze mit

Holzart	lebend	tot	insges.	Eingang am 30.9.1964
Acacia radd.	211 +	83	294	(28.2 %)
Atriplex halimus	154 +	14	168	(8.3 %)
Argania spinosa	54 +	183	237	(77.2 %)
Calligonum comos.	160 +	87	247	(35.2 %)
Cleditschia triac.	262 +	1	263	(0.4 %)
Summe	841 +	368	1209	(30.4 %)

bepflanzt. Die erstaunlich hohen Verluste von *Argania spinosa*, einem Halbbaum Marokkos, dessen Laub verfüttert wird und dessen große Früchte ein gutes Speiseöl liefern und der außerdem noch, verkohlt, eine geschätzte Holzkohle gibt, gehen darauf zurück, daß *Argania spinosa* gesät werden mußte, da keine Pflanzen vorhanden waren, während alle anderen Arten gepflanzt wurden. Weitere Versuche mit dieser wertvollen Art wurden empfohlen und insbesondere die Verwendung verschiedener Provenienzen angeraten, von denen bisher in Marokko 11 durch die Versuchsanstalt Tunis festgestellt wurden. Die vom Atlantik weiter landeinwärts gelegenen *Argania*-Inseln dürften infolge ihres mehr kontinentalen Klimas besser geeignetes Saatgut für die frostgefährdeten Binnengebiete Südtunesiens abgeben, als die *Argania*-Vorkommen in Küstennähe, deren Saatgut zuerst verwendet wurde. Eine Überraschung be-

deutete das besonders gute, verlustfreie Wachstum von *Gleditschia triac.*. Ihre Pflanzen wurden sowohl wie die von *Calligonum commusum*, von Feldhasen stark benagt. Bei den Arten, die zur direkten Beweidung vorgesehen sind, zwingt die Pflanzung im Schichtlinienverlauf die Herde zur horizontalen Fortbewegung zwischen den 6 m Abstand haltenden Sträuchern, wodurch Pfade in der Fallinie, die später zu Erosionsrinnen sich ausweiten, vermieden werden.

Auf den ebeneren Teilen der Weideflächen im Feld IV wurden Gehölze von den gleichen 5 Holzarten in Blöcken zu je 100 Stück (4 Reihen zu 25 Stück mit 3 m Pflanzenabstand und 6 m Reihenabstand) angelegt. Der Zustand der Pflanzung am 30. 9. 1964 war folgender:

Holzart	Anzahl	lebend	tot	%	durchschn. Höhe
<i>Gleditschia triac.</i>	100	89 +	11	11	36.20 cm
<i>Calligonum comos.</i>	100	56 +	44	44	44.94 cm
<i>Atriplex halimus</i>	105	92 +	13	12.38	46.50 cm
<i>Acacia raddiana</i>	100	89 +	11	11	28.85 cm
<i>Argania spinosa</i>	100	2 +	98	98	9.00 cm

Argania spin. ist auch hier wieder aus den erwähnten Gründen mit einer hohen Eingangsziffer verzeichnet (Saat). *Gleditschia* bleibt im Höhenwuchs zwar etwas hinter *Atriplex* zurück, ist aber mit 11 % Eingängen mit *Acacia rad.* zusammen die widerstandsfähigste Holzart.

In einem Arboretum wurden die gleichen 5 Arten und noch weitere 7 Holzarten in Blöcken zu 12 Stück gleichzeitig mit den beiden vorhergehenden Versuchsflächen ausgepflanzt:

Holzart	Anzahl	lebend	tot	%	durchschn. Höhe
<i>Gleditschia tri.</i>	12	11 +	1	8.33	41.91 cm
<i>Calligonum com.</i>	12	7 +	5	41.67	92.14 cm
<i>Atriplex hal.</i>	24	20 +	4	16.67	74.15 cm
<i>Acacia rad.</i>	12	11 +	1	8.33	44.73 cm
<i>Argania spin.</i>	24	12 +	12	50.00	12.92 cm
<i>Prosopis jul.</i>	12	10 +	2	16.67	56.30 cm
<i>Ceratonia sil.</i>	12	12 +	0	0.00	20.33 cm
<i>Pistacia atl.</i>	12	11 +	1	8.33	19.09 cm
<i>Acacia cyclopis</i>	12	2 +	10	83.33	25.00 cm
<i>Acacia ligulata</i>	12	9 +	3	25.00	51.44 cm
<i>Acacia acuminata</i>	12	11 +	1	8.33	48.73 cm
<i>Acacia farnesiana</i>	12	10 +	2	16.67	59.80 cm
Summe	168	126 +	42	25.00	

Am 30. 9. 1964 zeigten sie das obige Wachstumsergebnis. Vergleicht man die Verlustprozente und Höhen der untersuchten Arten, so stellen sich nach der Überprüfung am Ende des ersten Sommers der Reihe nach

Gleditschia triac. mit 8 % Eingängen und 39 cm Höhe im Durchschnitt
 Acacia raddiana mit 11 % Eingängen und 39 cm Höhe im Durchschnitt
 Atriplex halimus mit 12 % Eingängen und 60 cm Höhe im Durchschnitt

als gut verwendbar heraus. Allerdings wird auch noch eine Überprüfung des Wachstums nach dem ersten Winter notwendig sein, um ev. Frostschäden feststellen zu können, ehe man eine endgültige Beurteilung abgeben kann.

Auf die Fortsetzung der Versuche mit Argania spin. aus verschiedenen Herkünften Marokkos wurde bereits aufmerksam gemacht. Ebenso zwingt das niedrigste aller Verlustprozente bei Ceratonia zu neuerlichen Beobachtungen, denn es ist leicht möglich, daß der im Pinus hal.-Juniperus phoen.-Wuchsgebiet beheimatete Baum, ähnlich vielen Eukalyptusarten, über eine Plastizität gegenüber klimatischen Einflüssen verfügt, die ihn zum Fortkommen in benachbarten Wuchsgebieten befähigt.

Auf die in Südtunesien allgemein verbreitete Übung, den Feigenkaktus bei Futtermangel nach Entfernung seiner Stacheln zu zerkleinern und so zu verfüttern, soll hier besonders aufmerksam gemacht werden. Man findet bereits in Zeilen angeordnete Pflanzungen dieser Art, an denen bloß zu bemängeln ist, daß die Zeilen nicht entlang der Schichtenlinien geführt werden und so gleichzeitig den erwähnten Erosionsschutz an Hängen abgeben. Der Feigenkaktus hat außerdem noch den großen Vorteil, daß er ohne künstliche Bewässerung gepflanzt werden kann. Es genügt, einen ovalen Sprossstiel auf das in Schichtenlinie vorgelockerte Erdreich zu legen. Alsbald wölben sich seine Ränder schüsselförmig auf und treiben gleichzeitig an der Unterseite Wurzeln in den Boden, deren Wachstum mittels des im Gewebe reichlich gespeicherten Wassers bewerkstelligt wird. Ehe das alte Gewebe noch ganz verschrumpft und verdorrt, bildet sich schon an der Oberseite ein neues, grünes Sprossgewebe. Die Landwirte des Projektes haben eine größere Versuchspflanzung der stachellosen Abart des Feigenkaktus in Ouled M'Hamed angelegt, die sehr gut gedeiht und zur Vervielfältigung dieser bisher nicht verwendeten Art beitragen wird. Auch das Laub des Ölbaumes, das beim jährlichen Kronenschnitt in den ausgedehnten Pflanzungen Tunesiens anfällt, wird zur Gänze verfüttert.

Auf dem Versuchsgelände Ouseltia wurden seit Herbst 1961 Futterpflanzungen von Ceratonia siliqua im Verband 12 x 12 m angelegt, die durch ihre Ernten an Früchten zusätzliche, nährstoffreiche Futtermengen liefern sollen. Es wurden gepflanzt:

1961/62	17.18 ha	1 193 Stück	959 leb. + 234 tot	(19.61 %)
1962/63	3.45 ha	240 Stück	215 leb. + 25 tot	(10.42 %)
1963/64	7.27 ha	505 Stück	167 leb. + 338 tot	(66.13 %)
Summe	27.90 ha	1 938 Stück	1341 leb. + 597 tot	(30.80 %)

die nach dem ersten Sommer obenstehendes Ergebnis zeitigten. Läßt man die letzte Pflanzung weg, die nach Verwendung 2 jährigen Pflanzenmaterials große Eingänge zeigte und fügt man zu den beiden ersten Pflanzungen noch jeweils die Nachbesserungskosten und die Pflege für ein zweites Jahr hinzu, so ergeben sich die gemittelten Aufwände für eine Pflanzung mit Nachbesserung und Pflege bis zum Ende des 2. Jahres mit:

Schichtenaufwand	95.50/ha
Bewässerungs-Stunden, Zist.	19.02/ha
Kosten der Pflanzung	38.761 Dinar/ha (1. Jahr)
Kosten der Nachbesserung	12.567 Dinar/ha (2. Jahr)
Kosten in Summe/ha	51.328 Dinar/ha (für 2 Jahre)

Wassermenge je Bewässerung 86.--/2 Liter d.s. 43 Liter/Bew.fall

Wassermenge je Pflanze 392.-- Liter insgesamt in 2 Jahren

Dabei wurden die Pflanzgruben 80 90 cm im Geviert und ebensoviel cm tief von Hand ausgehoben, wobei der meist anstehende Tuffhorizont mit Spitzhacke durchgeschlagen werden mußte.

Ceratonia siliqua, der "Johannisbrot- oder Bockshörndl"-Baum, ist immergrün, aus der Familie der Leguminosen, Unterfamilie Caesalpiniea. Seine lateinische Bezeichnung kommt aus dem Griechischen und bedeutet soviel wie "Ziegenhorn", womit die Form der Früchte veranschaulicht wurde, deretwegen der Baum im Mittelmeergebiet in letzter Zeit an Bedeutung gewinnt. Cypern hat sich in der Kultur von *Ceratonia sil.* besonders hervorgetan und die dortigen Erfahrungen sind in der FAO-Schrift von Jones und Ruck (20) niedergelegt. Es sind dort auch die Erträge guter Bäume mit 250 kg in jedem zweiten Jahr vermerkt. Die Vorkommensgrenze wird für Zypern mit 665 m Seehöhe angegeben. Anlässlich eines Aufstieges zum 1357 m hohen Djebel Serdj nordwestlich Ouseltias, fand ich die letzten Exemplare von *Ceratonia* bei 900 m Seehöhe. Allerdings waren ihre Blätter zum Teil vom Frost verbrannt. Dieses natürliche Vorkommen sowohl im zerklüfteten Kalk-Karrestein als auch auf tiefgründigen Schwemmlandsböden, ausgenommen salzhaltige Niederungen, sichern dem Johannisbrotbaum, zusammen mit der Erzeugung wertvoller, zuckerhaltiger Früchte, eine wachsende Anbaufläche im gesamten Mittelmeerraum.

Eine ähnliche, steigende Bedeutung kann, allerdings im Zusammenhang mit menschlicher Ernährung, für den Anbau von *Pinus pinea* und *Pistacia vera* im Mittelmeerraum vorausgesagt werden. Das große, natürliche *Pinus pinea*-Vorkommen in der Türkei, nördlich von Pergamon, von rund 10.000 ha habe ich 1956 besucht und darüber berichtet (19). Es bildet den einzigen privaten Waldbesitz in der Türkei, der von der bäuerlichen Bevölkerung zur Gewinnung der Piniensamen mustergültig bewirtschaftet wird. Über die Bewirtschaftung heißt es S. 89: Das

Schlagsystem ist ein Klein-Schirmschlag, bei dem über der zu verjüngenden Fläche ein lichter Schirm von Samenbäumen bleibt. Die Verjüngungsorte sind durchwegs mit Zäunen aus Astwerk und Dornbüschen gegen die Beweidung 10 Jahre lang geschützt. Die Kernernte von einem Stamm ergibt in guten Jahren 50 kg. Die Steigerung der Pinienanzucht birgt große Möglichkeiten für eine wirtschaftliche Besserstellung der Bauern an der Mittelmeerküste und darüber hinaus, für eine Steigerung der Holzproduktion und eine Entlastung des Waldes im allgemeinen...." Anzufügen wäre, daß *Pinus pinea* besser als *Pinus brutia* oder *halepensis* die Nähe des Meeres mit ihrer durch die Brandung genährten Salzhaltigkeit der Luft verträgt und daher zur Aufforstung weiter Gestade des Mittelmeeres und vor allem zur Bepflanzung beruhigten Düngeländes mit Vorteil zu verwenden wäre.

Für die Ausdehnung des Anbaues von *Pistacia vera* hat sich im Rahmen des Spezialfond-Projektes Nr. II (Landwirtschaftliche Planung für Zentraltunesien) vor allem der FAO-Experte P. Jacquy eingesetzt. Aus den mir freundlicherweise zur Verfügung gestellten, noch unveröffentlichten Aufzeichnungen ist zu entnehmen, daß unter guten Bodenverhältnissen, geringen Niederschlägen ohne künstliche Bewässerung, mit durchschnittlich 75 - 100 kg je Stamm zu rechnen ist, während sich die Ernte bei Bewässerung auf 1 Tonne je Stamm erhöhen kann.

Die Feuchtigkeitsbedürfnisse von *Pistacia vera* werden mit 150 - 250 mm Niederschlag angegeben und es wird hervorgehoben, daß selbst unter 150 mm Niederschlag eine 2 malige, sommerliche Bewässerung schon eine mittelgute Ernte sichern soll. Ist die grüne Pistazie schon auf Grund ihrer geringen Ansprüche an die Feuchtigkeit des Standortes in vielen Trockengebieten anbauwürdig, die in ihren besseren Teilen bloß der Olive und Mandel zugänglich sind, so wird sie, durch ihre Widerstandsfähigkeit gegen Kälte bis zu 20 Grad C in allen, der Olive wegen ihrer Frostempfindlichkeit verschlossenen Hochlagen, zur Herrschaft berufen.

Im Frühjahr 1964 wurden auch in Ouseltia ein Arboretum und Gehölze futterspendender Bäume und Sträucher angelegt. Die Gehölze bilden wieder Blöcke von 4 Reihen von je 12 Pflanzen. Der Abstand zwischen den Reihen beträgt 6 m, zwischen den Pflanzen 3 m. Auf jede der verwendeten 5 Holzarten entfallen je 2 solcher Blöcke zu 48 Stück, die auf die Weideparzellen Nr. 41 und 42 verteilt wurden.

Holzart	Anzahl	lebend	tot	am 30.9 1964 in %	durchschn. Höhe in cm	Nr.
Gleditschia triac.	48	38	+ 10	20.83	33.6	2
" "	48	42	+ 6	12.50	32.5	7
Tipuana speciosa	48	38	+ 10	20.83	30.6	4
" "	48	38	+ 10	20.83	32.5	8
Ceratonia siliqua	48	15	+ 33	68.84	11.4	1
" "	48	22	+ 26	54.16	14.0	5
Kochreuteria pan. x)	48	47	+ 1	2.08	26.8	3
" "	48	47	+ 1	2.08	25.1	6
Eleagnus angust.	48	35	+ 13	27.08	35.6	9
" "	48	33	+ 15	31.25	25.2	10

x) irrtümlich an Stelle *Celtis australis* gepflanzt.

Das hohe Verlustprozent von *Ceratonia* ist, wie bei den erwähnten Pflanzungen 1963/64 auf zu altes Pflanzmaterial mit Spiralwurzelbildung zurückzuführen.

Die Pflanzgruben wurden 60 x 60 x 60 cm tief ausgehoben. Bis zum 30.9.1964 wurden 8 Bewässerungen zu 34 Litern durchgeführt. Außerdem wurde ein Arboretum auf Parzelle 22 angelegt, das für jede Art 3 Linien zu 8 Pflanzen, mit 4 m Abstand zwischen den Linien und 3 m zwischen den Pflanzen aufweist.

Holzart	Anzahl	lebend	tot	am 30.9.1964 in %	Höhen cm
Gleditschia triac.	24	22	+ 2	8.33	47.23
Kochreuteria pan. x)	24	24	+ 0	0.00	46.96
Ceratonia siliqua	24	20	+ 4	16.67	21.00
Tipuana speciosa	24	24	+ 0	0.00	43.62
Quercus ilex.	24	3	+ 21	87.49	22.66
Eleagnus angustif.	24	16	+ 8	33.33	26.69
Oleum oleaster	24	13	+ 11	45.83	22.62
Pistacia lentiscus	24	1	+ 23	95.83	13.00
Morus alba xx)	23	22	+ 1	4.17	140.32
Summe	215				

x) irrtümlich für *Celtis australis* gepflanzt.

xx) als 2 jährige Heistern aus Baumschule bezogen und gepflanzt.

Überprüft man wieder die Verlustprozente und die Höhen der verwendeten Arten, so erhält man nach Eingangsprozenten steigend geordnet, am Ende des ersten Sommers:

Morus alba	4.17 %	70 cm hoch im Mittel
Tipuana speciosa	.10.42 %	38 cm
Gleditschia triac.	.12.50 %	40 cm
Eleagnus angustif.	.31.25 %	29 cm
Ceratonia sil.	.39.08 %	17 cm

als die am besten geeigneten Pflanzen. Dabei sind für *Ceratonia* niedrigere Verlustprozente von rund 15 %, wie sie aus den Versuchen S.81 hervorgehen, ohne weiteres erreichbar, wenn nur durchschnittlich gutes Pflanzenmaterial geliefert wird, so daß sie auf den 4. Platz vorzurücken hätte. Die großen Verluste bei *Quercus ilex*, *Oleum oleaster* und *Pistacia lentiscus* sind auf die Verwendung von Wurzel-ausschlägen zurückzuführen, während alle anderen Arten als 1 jährige Pflanzen versetzt wurden. Da *Oleaster* und *Pistacia lent.* zu den Stand-ortspflanzen des Wuchsgebietes Quseltia (*Pinus hal.-Juniperus phoen.*) gehören und *Quercus ilex* im benachbarten Wuchsgebiet (*Pinus hal.-Quercus ilex*) vorkommt, sollten die Anbauversuche mit geänderten Methoden fortgesetzt werden, bis sie erfolgreich sind. Bei *Quercus ilex*, die laut (3) die bedeutendste Futterholzart Spaniens ist, wäre denkbar, daß erst Anbauversuche über 600 m Seehöhe erfolgreich sind, da unweit Ouseltias, am Fuß des Djebel Serdj, beim sogenannten alten Bergwerk, *Quercus ilex* in 640 m Höhe natürlich vorkommt. Die Versuche über Pflanzungen von Futterwäldern stehen erst am Anfang und sollten, zur Vergrößerung der Auswahl noch viel zahlreichere Bäume und Sträucher und die ihnen entsprechenden Anzuchtmethoden, in ihre Arbeit einbeziehen. *Morus alba* ist in einzelnen Exemplaren auf ehemals französischen Farmen vorhanden und zeigt dort ein gutes Wachstum trotz mangelnder Pflege. *Gleditschia* und *Tipuana* sind bereits im ersten Jahr von Feldbasen stark verbissen worden und somit für den gedachten Zweck bestens geeignet. Die geplanten Versuche mit *Celtis australis* und *Robinia pseudacacia* sollten nachgeholt werden.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Zweck der Arbeit war es, die besonderen waldbaulichen Erfordernisse des Mittelmeerraumes deutlich zu machen. Mit Hilfe der aufzsuchenden natürlichen Waldgrenze gelingt es, das forstliche Arbeitsgebiet in zwei große Teile zu zerlegen, von denen der eine, innerhalb der Waldgrenze gelegene, mit einheimischen Holzarten, mehr oder weniger herkömmlichen Methoden und Kosten, die sich in normalen Grenzen bewegen, als Wald zu erhalten oder neu zu begründen ist, während der andere, außerhalb der Waldgrenze gelegene Teil nur mit Hilfe fremder, in ihren Klimaansprüchen bescheideneren Holzarten, besonderen Erziehungs- und Pflanzmethoden und einer 1 - 2 jährigen, kostspieligen Pflege, die sich auf Bodenbearbeitung und Bewässerung erstreckt, aufgeforstet werden kann.

Diese teure Möglichkeit der Ausweitung des Waldes über die natürliche Waldgrenze hinaus ins Gebiet der Steppe, wird man nur bestimmter Vorteile wegen ergreifen, die vor allem aus der Verringerung der Windgeschwindigkeiten und Verdunstungsgrößen neben sonstigen Wohlfahrtswirkungen des Waldes erwartet werden. Die Verwehung des Bodens und seine Aushagerung sollen verhindert werden, um seine nachhaltige Fruchtbarkeit auch späteren Generationen zu erhalten.

Da die erwähnten hohen Ausgaben mit der Anzahl der Bewässerungsstellen einer Pflanzung wachsen, wird die sparsamste Ausführung paralleler reihen- oder gitterförmiger Windschutzaufforstungen zur Pflicht. Um oft geäußerten Zweifeln über die Wirksamkeit von Windschutzstreifen zu begegnen, erschien es außerdem angezeigt, die Ergebnisse genauer Messungen der Veränderungen von Windgeschwindigkeiten und Verdunstung im Bereiche bestehender Windschutzstreifen, wie sie Werner NÄGELI (9) vor allem veröffentlicht hat, hier nochmals festzuhalten.

Nach der Erörterung der allgemeinen Grundsätze für die Auswahl fremder Holzarten, der vorbereitenden Bodenbearbeitung, der Pflanzmethoden und der letzten Endes erforderlichen Pflege von Aufforstungen außerhalb der Waldgrenze, wird auf die praktische Ausführung eines Windschutzes in Mitteltunesien eingegangen, wo ein äußerst geringer und dazu von Jahr zu Jahr schwankender Niederschlag von durchschnittlich 220 mm bisher jede forstliche Tätigkeit im Gebiete der Versuchsfarm Ouled M'Hamed verhindert hat.

Die Kosten in Schichten und Maschinenstunden einerseits und in Geld andererseits werden je ha Pflanzungsfläche aus dem 331 ha umfassenden, geschützten Gelände errechnet. Sie betragen für

Pflanzung und Pflege im 1. Jahr . .	230 Dinar/ha
Nachbesserung und Pflege im 2. Jahr	125 Dinar/ha
insgesamt	355 Dinar/ha

bei einem nach dem ersten Sommer festgestellten mittleren Verlustprozent von 21. Wird bei einer zukünftigen Pflanzung im selben Gebiet nur auf Arten zurückgegriffen, deren Eingänge nach dem ersten Jahr unter 10 % blieben, so könnte als mögliche Verbilligung eine Pflanzung ohne Notwendigkeit zur Nachbesserung um

insgesamt	230 Dinar/ha
---------------------	--------------

geschaffen werden. Aus den Versuchen mit Tiefenbewässerung mittels Drainage-Rohren, läßt sich eine weitere Ersparnis, die 9/10 der Bewässerungskosten ausmacht, für Pflanzungen mit Tiefenbewässerung errechnen, so daß mit

insgesamt	169 Dinar/ha
---------------------	--------------

das Auslangen gefunden werden könnte. (1 Dinar = 1000 Millim 50 ö. S.)

Die durch die praktische Ausführung von Windschutzpflanzungen gewonnenen Kenntnisse über die geeignetsten Holzarten, Pflanzmethoden und Kosten, sind für die Verwirklichung des Mittelmeerprogrammes der Vereinten Nationen von großer Bedeutung.

Der Darstellung der Aufforstungen innerhalb der natürlichen Waldgrenze wird eine Einteilung Tunesiens nach natürlichen Wuchsgebieten vorausgeschickt. Es werden 3 Gebiete ausgeschieden:

Wuchsgebiet A	Steppenrandwälder von <i>Pinus hal.</i> / <i>Juniperus phoen.</i> mit 380 mm Jahresniederschlag und 16.7° C Jahresmittel
Wuchsgebiet B	Innerer Kiefernwald von <i>Pinus hal.</i> / <i>Quercus ilex</i> als Unterholz mit 490 mm Jahresniederschlag und 15.8° C Jahresmittel
Wuchsgebiet C	Eichenwald von <i>Quercus sub.</i> / <i>Quercus Myrbeckii</i> im Westen und <i>Quercus cocc.</i> im Osten mit 1340 mm Jahresniederschlag und 14.7° C Jahresmittel

Mit ihrer Hilfe wird das Risiko von Aufforstungen ausgeschaltet, sobald man sich nur innerhalb des betreffenden Wuchsgebietes an die dort vorhandenen Holzarten hält.

Neben dem Risiko interessiert für alle Fragen der Planung innerhalb des Mittelmeerprojektes vor allem die anzuwendende Aufforstungsmethode und ihre Kosten. Aus diesem Grunde wurden auf dem 2. Versuchsgelände der Vereinten Nationen in Ouseltia, Wuchsgebiet A, 3 verschiedene Aufforstungsarten näher untersucht:

1) Aufforstung mit Hand auf 54.22 ha	205 Schichten/ha	.90 Dinar/ha
2) Aufforstung mit Waldpflug auf 27.42 ha	157 Schichten/ha	.75 Dinar/ha
3) Aufforstung mit Caterpillar auf 14.03 ha	33 Schichten/ha	.39 Dinar/ha

Solange in den "unterentwickelten Ländern" eine große Zahl arbeitssuchender Menschen zu beschäftigen ist, wird die Aufforstung mit Handarbeit dem Maschineneinsatz vorzuziehen sein. Zu obigen Kosten, die sich auf Planung und Betreuung während des 1. Jahres beziehen treten noch Nachbesserungskosten für ein 2. Jahr von 11 Dinaren je ha für den Fall, daß die Eingänge 10 % übersteigen.

Die Errichtung von Windschutzstreifen in Ouseltia mit Hilfe bewässerter Kulturen erwies sich nicht viel billiger als die gleiche Arbeit in Ouled M'Hamed

Pflanzung und Betreuung im 1. Jahr . .	149.934 Dinar/ha
Nachbesserung und Betreuung im 2. Jahr	133.429 Dinar/ha
insgesamt	283.363 Dinar/ha

wo 230 + 125 355 Dinar/ha für diese Arbeit aufgingen. Da für solche Anlagen im Wuchsgebiete A Aufforstungen ohne Bewässerung mit Kiefer und vor allem Zypresse gelingen, ist für die Zukunft ganz allgemein bei Aufforstungsarbeiten innerhalb der natürlichen Waldgrenze von Bewässerung abzusehen, damit deren Mehrkosten für die unerläßlichen Bewässerungskosten außerhalb der Waldgrenze aufgewendet werden können.

Ein weiterer Abschnitt ist der Frage der Futterwälder gewidmet. Dem Entschlusse der in Dubrovnik 1962 tagenden FAO-Kommission, sich mit dem Studium der Futterwälder zu beschäftigen, wird die bereits 1876 von Josef WESSELY, dem Altmeister österreichischer Forstwirtschaft, geäußerte Ansicht vorangestellt, die das heutige Bestreben vorwegnimmt mit den Worten: (18) "Ich halte die Rationalisierung und Verallgemeinerung der Futterlaubwirtschaft für eines der wichtigsten Karstkulturmittel, das insbesondere auf dem kroatischen Seekarst zu einer ersten Rolle berufen wäre und zu förmlichen Futterwäldern zu führen hätte".

In Ouled M'Hamed wurden 12 und in Ouseltia 9 verschiedene Futterbäume bzw. Sträucher versuchsweise angepflanzt. Auf die steigende Wertschätzung von *Ceratonia siliqua*, *Pistacia vera*, *Argania spinosa* und *Pinus pinea* wurde in diesem Zusammenhang aufmerksam gemacht und auch der allgemein üblichen Verwendung des Feigenkaktus als Futtermittel während der sommerlichen Trockenperioden gedacht.

Es muß nochmals betont werden, daß eine zukünftige Bedeutung der Futterwälder nicht bloß in der Bereitstellung zusätzlicher Futtermengen während der sommerlichen Dürreperiode liegt, sondern in der Möglichkeit, gleichzeitig die heute der Erosion preisgegebenen Gelände durch zweckentsprechende Bepflanzung vor Wind- und Wasserabtrag zu schützen.

Windschutzpflanzungen, Aufforstungen und Schaffung von Futterwäldern bilden den hier behandelten Aufgabenkreis, durch dessen Erfüllung der laufenden Verschlechterung des Bodenzustandes ein Ende bereitet werden soll. Gelingt es, im Zuge des Mittelmeerplanes der Vereinten Nationen diese besonderen, waldbaulichen Arbeiten allseits zu beginnen und auszuweiten, dann wird hoffentlich der Tag nicht mehr fern sein, der durch eine ansteigende Fruchtbarkeit der geschützten Böden die Wirksamkeit der waldbaulichen Anstrengungen anzeigt.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit Aufforstungsvorhaben unter ariden Bedingungen. Ihr besonderer praktischer Wert besteht darin, daß die gemachten Empfehlungen durch tatsächlich ausgeführte Aufforstungsarbeiten gestützt werden, die im Rahmen zweier Großprojekte der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen in Tunesien ausgeführt wurden. Es handelt sich um die Experimental-Formen von "Ouseltia" und "Sidi-Bou-Zid", die rund 120 km, bzw. 320 km südlich von Tunis gelegen, hinsichtlich der Niederschlagsverhältnisse bedeutend von einander abweichen und daher verschiedenes Vorgehen bei der Aufforstung verlangten.

Während Ouseltia mit rund 380 mm Jahresniederschlag noch innerhalb der natürlichen Waldgrenze von *Pinus halepensis* liegt, fällt Sidi-Bou-Zid mit 220 mm Jahresniederschlag ins Steppengebiet, außerhalb der natürlichen Waldgrenze.

Boten sich für die Aufforstungen in Ouseltia die einheimischen Holzarten, *Pinus hal.* und *Cupressus hor.* an, die ohne künstliche Bewässerung erfolgreich verwendet wurden, so war für beabsichtigte Pflanzung von Windschutzstreifen in Sidi-Bou-Zid nur an die Verwendung ausländischer Holzarten zu denken, die auf Grund ihrer geringeren Ansprüche an Feuchtigkeit und ihr Vermögen mehrmonatliche Sommerdürre zu ertragen, einige Aussicht auf Erfolg versprachen. Künstliche Bewässerung und Pflege in den ersten 2 Jahren nach der Pflanzung waren erforderlich.

Da die künstliche Bewässerung rund 60% der Gesamtaufrostungskosten verursacht, ergibt sich aus der verschiedenen Arbeitsweise auf den beiden Farmen die große Bedeutung, die der richtigen Bestimmung des Verlaufes der natürlichen Waldgrenze zukommt. Liegt die Aufforstungsfläche außerhalb der natürlichen Waldgrenze, so muß mit großen Bewässerungs- und Pflegekosten gerechnet werden. Solche Verhältnisse zwingen zur Verringerung der Pflanzenzahl, anstatt Aufforstungsflächen werden Streifen mit geringer, eben noch wirksamer Anzahl von Pflanzlinien empfohlen. Aber als besonders kostensparende Neuerung wird die in Sidi-Bou-Zid zuerst erprobte Tiefenbewässerung behandelt, da durch sie die teure Bewässerung auf ein Zehntel der Wassermenge, die bisher oberirdisch in die Baumschalen gegossen wurde, verringert werden kann. Die Ergebnisse auf den Versuchsflächen brachten nach Ende des ersten Sommers besser entwickelte Pflanzen und geringere Verlustprozente bei der genannten Tiefenbewässerung. Außerdem verringern sich die Bodenbearbeitungskosten bedeutend, da ohne oberflächliche Benetzung des Bodens auch keine Verhärtung und Rißbildung eintritt, die zur Behackung zwingen würde.

Für die angeführten Arbeiten ist der Aufwand nach Arbeitsstunden, Wassermengen, Pflanzenzahlen und Verlustprozenten festgehalten. Die klimatischen Verhältnisse an den Arbeitsorten sind auf Grund der 50-jährigen Beobachtungsreihen hinlänglich gesichert, so daß für forstliche Unternehmungen unter ähnlichen klimatischen Verhältnissen wertvolle Anhaltspunkte für die Projektsplanung vorliegen.

Da man über die Wirkung der Windschutzstreifen hinsichtlich Verringerung der Windgeschwindigkeit und Herabsetzung der Bodenverdunstung häufig Zweifeln begegnet, werden exakte schweizer Messungen und russische Untersuchungen näher erläutert, die den Nachweis dafür erbringen, daß die Bodenfeuchtigkeit durch Pflanzung von Windschutzstreifen erhöht werden kann. Erst dieser Nachweis rechtfertigt eine kostspielige Aufforstungstätigkeit im Steppengebiet.

Auf die neuerlich wieder auflebenden Bestrebungen zur Vergrößerung des landwirtschaftlichen Futterbaues durch Pflanzung von Futtersträuchern und Bäumen wird kurz eingegangen und versucht, durch Anreihen der Pflanzungen in der Schichtenlinie gleichzeitig ersprießliche Wirkungen gegen Wind- und Wassererosion zu erzielen.

S U M M A R Y

This study deals with afforestation under arid conditions. Its special practical value consists in the fact, that the proposed recommendations have been realized by two projects of the Food and Agriculture Organization of the United Nations in Tunisia. It concerns the two experimental centers of "Ouseltia" and "Sidi-Bou-Zid", which are situated 120 km, resp. 320 km in the south of Tunis and which vary seriously from each other in annual precipitation and demand for that reason different ways of afforestation. While Ouseltia lies with its 380 mm of annual precipitation inside of the natural limit of the "Pinus halepensis" forests, belongs Sidi-Bou-Zid with 220 mm of annual precipitation to the steppe-region, outside of the natural forest-limit.

Afforestation succeeded in Ouseltia with the indigenous specieses of *Pinus halepensis* and *Cupressus horizontalis* without any irrigation, but the planned establishment of wind-breaks at Sidi-Bou-Zid wanted foreign tree-specieses, resistant to a summer-dryness of several months of cause of their reduced water-household. It was absolutely necessary to irrigate and to take care of the plantes duringe the first 2 years.

Irrigation makes about 60 % of the total afforestation-costs and going out from the different working-systems on both farmes, it arises the

big importance of a correct reconstruction of the cours of the natural forest-limit. If the afforestation-area lies outside of the natural forest-limit, big costs for irrigation and care cannot be avoided. Such a situation forces to reduce the nombre of plantes. Instead of big afforestation-areas, small stripes are recommanded, which contain only a few efficaciously working planting-lines.

The newly tested underground irrigation-system of Sidi-Bou-Zid is widely described. It allows to reduce the costly irrigation in traditional manner to a tenth of the water-quantity. The results of the experimental-areas show better developed plants and smaller losses on the end of the first summer, when using underground-irrigation. Besides that there is a reduction in costs for soil-treatment because of the absence of wetted soil-surface, which could produce hard crusts and clefts on its outside, which forces in crumble them.

For all enumerated working-phases the amount of working-hours, waterquantites, number of plantes and percentage of losses are noted. The climate of the experimental centers is well known of cause of a 50 years running observation. Useful hints for other silvicultural projects under similar climatic conditions are thisway ready.

There is often to hear some doubtful thinking about the influence of wind-breaks on a reduction of wind-speed and soil-evaporation. In order to answer to this doubts, the exactly measured outcomes of swiss and russian studies are discussed which prove that humidity in soil raises when wind-breaks are planted. This proof only justifies costly afforestations in steppe-area.

The shortly renewed activities to increase agricultural fodder-production by planting tree and shrubs are outlined and it is recommanded to plant rows in level-lines and to stop this way at the same time wind- and water-erosion.

RÉSUMÉ

Cette étude décrit le boisement, sous conditions arides. Sa valeur est fondée sur le fait, que ses recommandations ont été réalisées au cours de deux projets de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, l'un à "Ouseltia", l'autre à "Sidi-Bou-Zid", 120, resp. 320 km au sud de la ville de Tunis, deux localités qui diffèrent beaucoup en ce que concerne la précipitation annuelle et qui demandent par conséquent aussi différentes méthodes de boisement. "Ouseltia" recoit 380 mm précipitation annuelle et appartient à la région de la forêt

naturelle de "Pinus halepensis", tandis que "Sidi-Bou-Zid" en a seulement 220 mm et se trouve déjà en dehors de cette limite naturelle de la forêt, au milieu de la steppe.

A Ouseltia, les essences forestières du pays, Pinus halepensis et Cupressus horizontalis permettaient le reboisement sans arrosage, mais à Sidi-Bou-Zid demandait l'implantation des brise-vent des essences forestières étrangères, réputées par leur besoin réduit en humidité et leur résistance à une sécheresse estivale de plusieurs mois. L'arrosage et les travaux d'entretien pendant les premières deux années ont été indispensables.

Puisque l'arrosage fait environ 60 % des coûts de reboisement, les deux différentes méthodes de plantation au deux au fermes prouvent, que la reconstruction exacte de la limite entre la forêt naturelle et la steppe est d'une importance extraordinaire. Un terrain de boisement en dehors de la limite naturelle de la forêt demande des coûts d'arrosage et de binage bien élevés. Une telle situation exige une réduction du nombre de plantes. Au lieu de surfaces étendues on utilise des bandes forestières, composées par un nombre réduit de lignes à peine efficace.

Une expérience nouvelle et très intéressante au point de vue de frais réduits a été réalisée à Sidi-Bou-Zid avec l'arrosage en profondeur, par laquelle la quantité d'eau, donnée avec le procédé courant en surface dans des cuvette, peut être diminuée à un dixième de la quantité présente. A la fin du premier été, les plantes sortant de l'essai d'arrosage en profondeur, étaient plus vigoureuses et montraient une mortalité réduite. En plus, les coûts de binage se diminuaient beaucoup, car le sol pas mouillé superficiellement ne produit ni la croûte dure, ni les fissures, qui demandent le binage.

Pour les travaux mentionnés dans cette étude, les besoins en heures de travail, quantité d'eau, nombre de plantes, pourcentage de pertes ont été notés. Les chiffres climatologiques des deux fermes sortent de l'observation qui couvre les dernier 50 années et ils sont par conséquent, bien fondés et peuvent servir comme base valable pour une autre planification sous un climat comparable.

L'effet de la réduction de la vitesse du vent et de l'évaporation par l'influence des brise-vent a été souvent niée et c'est par cette raison qu'on ajoute les exactes observations suisses et les essais russes qui prouvent que l'humidité du sol augmente par l'établissement des brise-vent. C'est ce preuve seulement qui justifie le boisement en couteux en zones de steppe.

Les efforts qu'on a repris nouvellement dans l'intérêt d'une augmentation de la production fourragère par la plantation des arbres et des arbustes fourragères reçoivent une brève description et on recommande la plantation en courbe de niveau pour améliorer la protection contre l'érosion éolienne et hydraulique en même temps.

Р е з ю м е

В статье обсуждается проектирование облесения при условиях засушливости. Ее особое значение для практики заключается в том, что данные рекомендации основываются на фактически осуществленных облесениях, проведенных в пределах двух обширных проектов Организации питания и сельского хозяйства Объединенных Наций в Тунисе. Речь идет о двух опытных фермах "Усельтия" и "Сиди-Бу-Зид", лежащих 120 и 320 км к югу от города Туниса, заметно отличающихся друг от друга условиями атмосферных осадков, и требующих поэтому различных методов облесения.

Если облесение в Усельтии было осуществимо с помощью местных древесных пород, *Pinus hal.* и *Cupressus hor.*, успешно употребленных без искусственного орошения, то насаждение лесных полос в Сиди-Бу-Зиде не являлось возможным без интродуцированных древесных пород, обещающих некоторый успех ввиду их сухоустойчивости и способности вынести летнюю засуху, длющуюся несколько месяцев. В течение первых двух лет эти насаждения требовали искусственного орошения и ухода.

Так как искусственное орошение составляет около 60% общей стоимости облесения, то из различной методики работ на обеих фермах становится ясным большое значение правильного определения природной границы древесной растительности. Если территория, подлежащая облесению, находится вне природной границы древесной растительности, то неизбежны высокие расходы на орошение и уход. — Такие обстоятельства принуждают сокращать число саженцев; вместо облесения целых площадей советуется насаждать полосы с небольшим, как раз еще допустимым числом рядов. — Но особенно подробно трактуется глубинное орошение, впервые испробованное в Сиди-Бу-Зиде, и сокращающее расход воды до десятой части того количества, которое до сих пор вливалось наземно в посадочные гнезда. Глубинное орошение на опытных площадках дало к концу первого лета лучше развитые растения и меньший процент убытков. Кроме того при глубинном орошении значительно снижаются расходы на обработку почвы, так как без поверхностного увлажнения отсутствуют и отвердение, и образование трещин, требующие взрыхления мотыгой.

Для указанных процессов даны расходы в рабочих часах, количество воды, число саженцев, и процент убытков. Базируясь на 50-тилетних сериях наблюдений, климатические условия на местах работы являются достаточно достоверно установленными, так что представлены ценные ориентировочные данные для проектировки и планировки лесоводческих мероприятий при сходных климатических условиях.

Так как эффективность лесозащитных полос относительно снижения скорости ветра и испарения почвы часто подвергается сомнению, то приводятся точные швейцарские измерения и советские исследования, доказывающие, что насаждением лесозащитных полос удается повысить влажность почвы. Лишь это доказательство оправдывает дорогостоящее облесение в степных районах.

Вкратце указывается на снова возникающие стремления к увеличению площади сельскохозяйственных кормовых культур насаждением кормовых кустарников и деревьев, и излагается попытка достичь положительного влияния как на ветровую, так и на водную эрозию путем насаждения в последовательных рядах вдоль горизонтали.

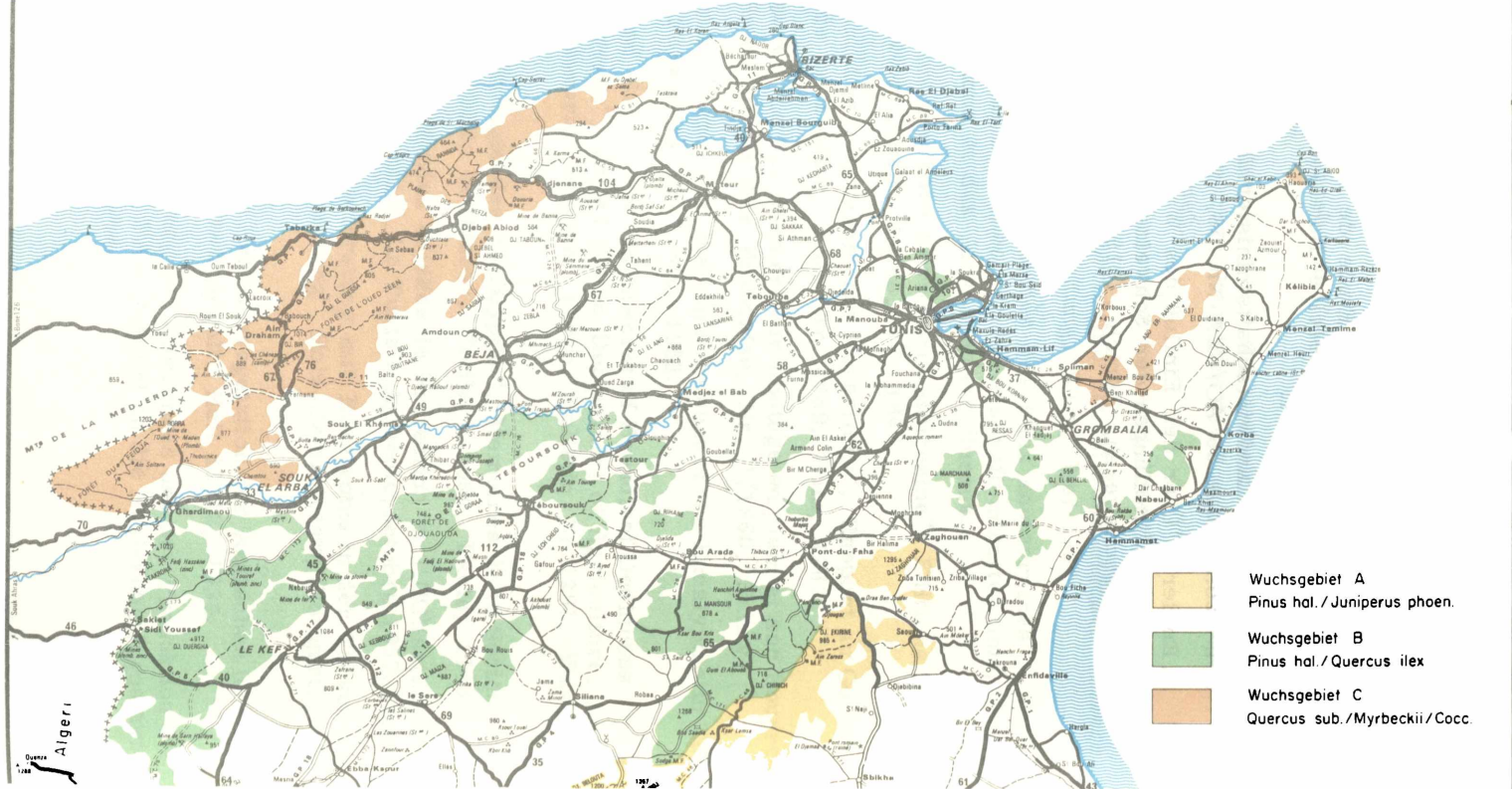
LITERATURVERZEICHNIS

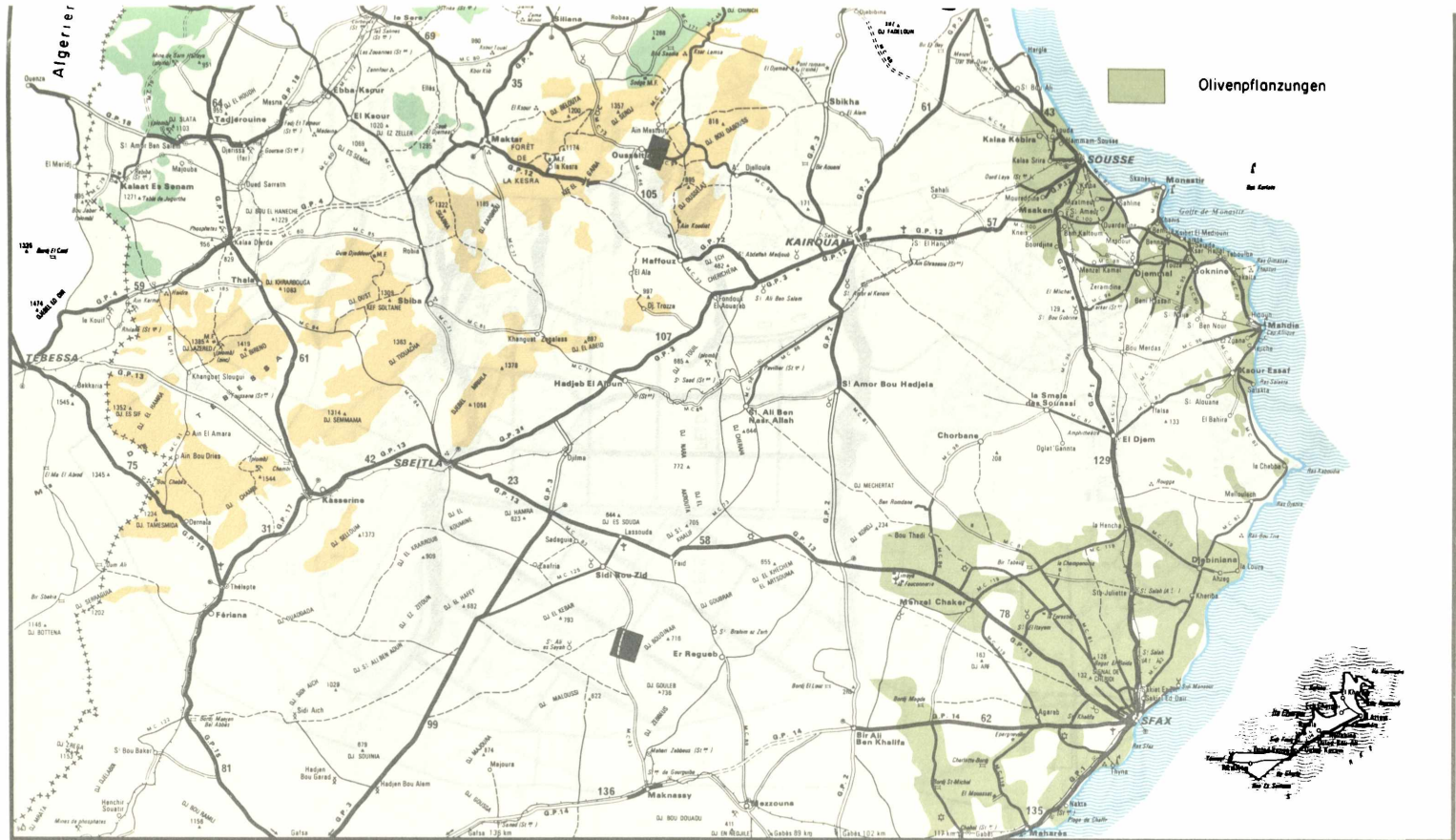
- (1) Türkische Forststatistik, Ormancilik Istatistigi Albümü, Orman Umum Müdürlüğü, Ankara, 1954.
- (2) Mittelmeer-Entwicklungsplan, Projet de Development Méditerranéen, FAO, Rom, 1959.
- (3) Die Wirtschaftlichkeit der Verwendung von Bäumen und Sträuchern als Viehfutter. Im Auftrag der FAO von Petar Ziani, Forstliche Versuchsanstalt Zagreb, 1963.
- (4) FAO-House News, Nr. 1/1962, aus Platons Gesprächen.
- (5) Louis: "Das natürliche Pflanzenkleid Anatoliens", Spemann, Stuttgart, 1939.
- (6) Selman Uslu: "Untersuchungen zum anthropologischen Charakter der zentral-anatolischen Steppe", Wilhelm Schmitz, Giessen, 1960.
- (7) Halil Gökmen: Holzartenkarte der Türkei in "Gymnospermler", Tarim Vekaleti, Sira 143, Ankara, 1953.
- (8) L. A. Hermansson, Ingenieur Conseil: "Assainissement de la Plaine de Bou-Ficha", für Service Genie Rural de la République Tunisienne, Tunis, 1960.
- (9) Nägeli: "Untersuchungen über die Windverhältnisse im Bereich von Windschutzstreifen", Mitteilungen der schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Zürich, 1943.
- (10) Molchanow: "Shelter-Belts, their environment and grain yield", Academy of Sciences of the U. S. S. R., nach Bearbeitung von Fontaine, FAO, Rom, 1960.
- (11) FAO: "Choice of tree specieses", Forestry Development Paper Nr. 13, Rom, 1958,
- (12) FAO: "Les Méthodes de Plantations Forestières en Zônes Arides", Collection Nr. 16, Rom, 1960.
- (13) Shell: "Carte routière touristique", Tunisie 1:800.000.
- (14) Aktensammlung der Forstdirektion Tunis "Bou Hedma" betreffend.
- (15) Bonnet et Baratte: "Plantes de la Tunisie", Imprimerie Nationale, Paris, 1896.
- (16) Climatologie de la Tunisie, Service Météorologique de la Tunisie, Tunis El Aouina, 1952.
- (17) P. Harlé: "Les sols et la foresterie des pays de soleil", Publication de la Station de Recherches Forestiers, Tunis, 1962.

- (18) Josef Wessely: "Das Karstgebiet Militär-Kroatiens", Universitäts-Buchhandlung Albrecht und Fiedler, Agram, 1876.
- (19) Zednik: "Die Wälder der Türkei und ihre derzeitige und in Vorschlag gebrachte zukünftige waldbauliche Behandlung", Dissertation, Wien, 1961.
- (20) Jones and Ruck: "Carobs in Cyprus", Restricted Working Paper, 1/60, FAO, Rom.
- (21) P. Jacquy: "Le Pistachier", aus den Aufzeichnungen des FAO-Experten des II. Tunesischen Projektes des Spezialfonds der Vereinten Nationen entnommen.
- (22) Goor: "Trees Planting Practices for Arid Areas", FAO, Rom, 1955.
- (23) Repp: "Wald- und Weideprobleme im Marokkanischen Atlasgebirge", Allgemeine Forstzeitung, Wien, Mai 1957.
- (24) Sogetha: "Recherches et Etudes des Eaux souterraines", Tunis, 1961, im Auftrag des tunes. Landwirtschaftsministeriums, Group de l'Hydraulique et des Amenagement Ruraux.
- (25) Boudy: "Economie Forestière Nord-Africaine", Editions Larose, 11 Rue Victor Cousin, Paris, V^e, 1948.
- (26) P. Cochet: "Les Amenagements Forestiers", Rapport au Gouvernement de la Tunisie, FAO, Nr. 1659, Rom, 1963.
- (27) A. Monjauze: "Le Reboisement sur Rootage en plein et sur Bourrelets", Revue Forestière Française, Nr. 1/1960, Nancy.
- (28) L. D. Pryor: "Report on the improvement of the Eucalyptus in Tunisia", Forstdirektion Tunis, 1962.
- (29) Howard and Brown: "Seven Species of Broadleaf Deciduous Trees for Windbreak", United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Techn. Bulletin Nr. 1291, Washington, 1963.
- (30) A. Métro: "Ecologie des Eucalyptus", Memoires de la Société des sciences naturelles de Maroc, Emile Larose, Paris, 1949.
- (31) Lacourly: "Les Bandes boisées de Protection et l'Utilisation des Terrains en Zone aride", La Tunisie Agricole, octobre 1957, Tunis.
- (32) Toker Rahmi: "Die Aufforstung mit Eukalyptus in der Türkei und ihre wirtschaftliche Bedeutung", Holz-Zentralblatt, Stuttgart, 1963, S. 2464.
- (33) Amerigo Hofmann: "Die Hartlaubvegetation der Ägäischen Inseln", Zeitschrift für Weltforstwirtschaft, Heft 11/12, 1939.
- (34) Leibundgut: "Verbesserung des Zuwachses und der Produktion der Wälder Jugoslawiens", FAO-Rapport an die Regierung Jugoslawiens, Nr. 224, Rom, 1954.

- (35) Emberger: "Les Arbres de Maroc", Station de Recherche, Rabat, 1957, (..Argania spinosa..).
- (36) J.Despois: "La Tunisie Orientale, Sahel et Basse-Steppe", Presse Universitaire de France, Paris, 1961.
- (37) G.Long: "Contribution à l'Etude de la Végétation de la Tunisie Centrale", Annales du Service Botanique et Agronomique de la Tunisie, Vol. 27/1954.
- (38) Le Caroubier: Landwirtschaftsministerium Tunis, Bibliothek, Section économique 36 AO/SEA Nr. 58, ohne Autor-Namen.
- (39) A.Engler: "Über den Einfluß des Waldes auf den Stand der Gewässer", Mitteilungen der Schweizer Zentralanstalt f.d. forstliche Versuchswesen, Zürich, 1919.

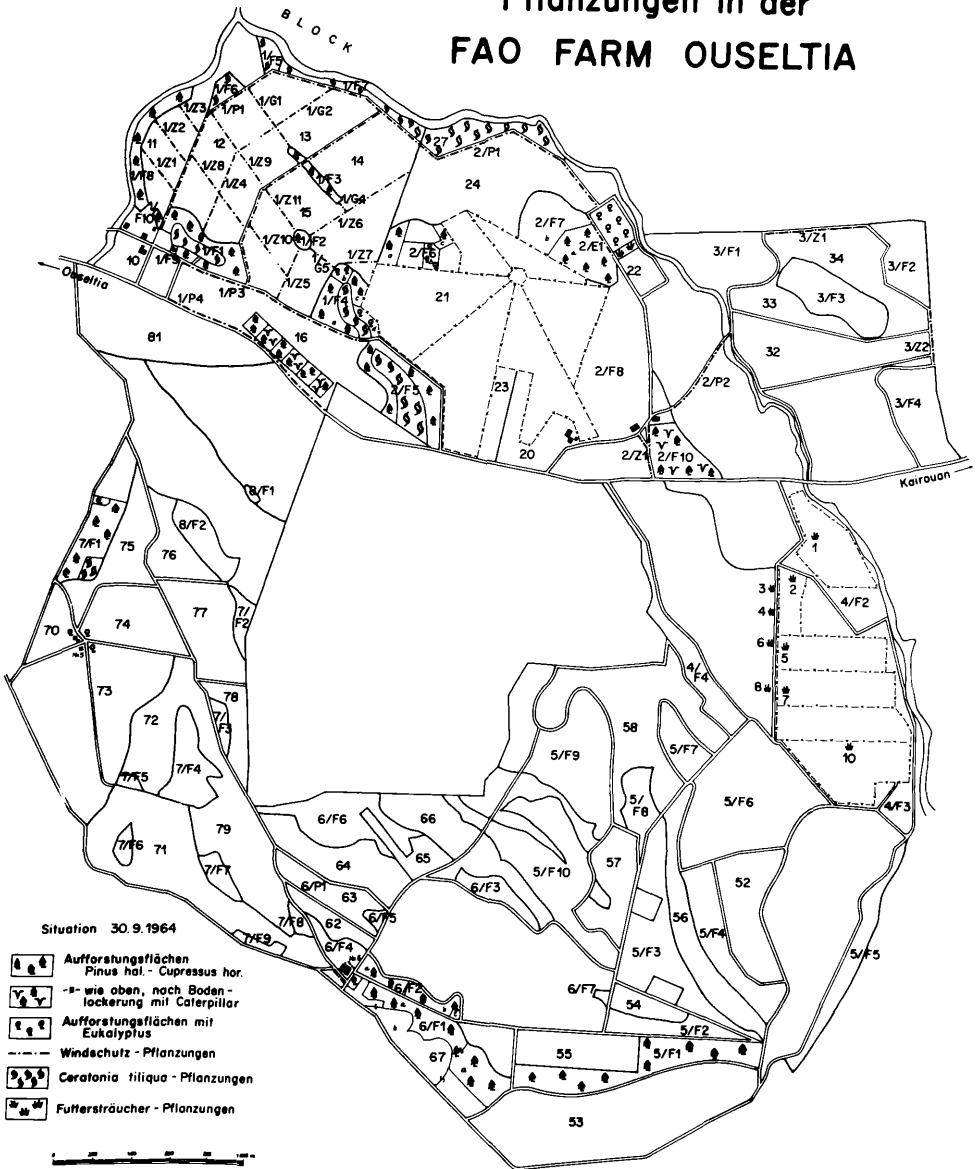
Übersicht über Nordtunesien mit Waldflächen







Pflanzungen in der FAO FARM OUSELTIA



LEGENDE ZUR KARTE DER PFLANZUNGEN IN "OULED M'HAMED"

Feld II

Band 1)	4 Reihen	Eucalyptus	salmonophloia	innen
	2 "	"	microtheca	außen säumend
Band 2)	4		salmonophloia	innen
	2		microtheca	außen säumend
Band 3)	4		salmonophloia	innen
	2		microtheca	außen säumend
Band 4)	4		salmonophloia	innen
	2	1/3	microtheca	außen säumend
		2/3	oleosa	
Band 5)	4		sideroxylon	innen
	2		microtheca	außen säumend
	1	Acacia	cyanophylla	außen im W
Band 6)	4	Eucalyptus	sideroxylon	innen
	2	"	microtheca	außen säumend
	1	Acacia	cyanophylla	außen im W
Band 7)	5	Eucalyptus	sideroxylon	innen
	2	"	microtheca	außen säumend
		5/6	oleosa	
	2	Acacia	cyanophylla	außen im W + O
Band 8)	4	Eucalyptus	sideroxylon	innen
	2	"	oleosa	außen säumend
	2	Acacia	cyanophylla	außen im W + O
Band a)	2	Eucalyptus	sideroxylon	innen
	2	"	microtheca	außen säumend
Band b)	wie Band a)			
Band c)	2 Reihen	Eucalyptus	salubris	innen
	2 "	"	microtheca	außen säumend
Band d)	j) wie Band c)			
Band Straße)	2 Reihen			
		Eucalyptus	leucoxylon	
Band A)	2		oleosa	
			leucoxylon	
Band B)	2		leucoxylon	
	1	Tamarix	articulata	im W

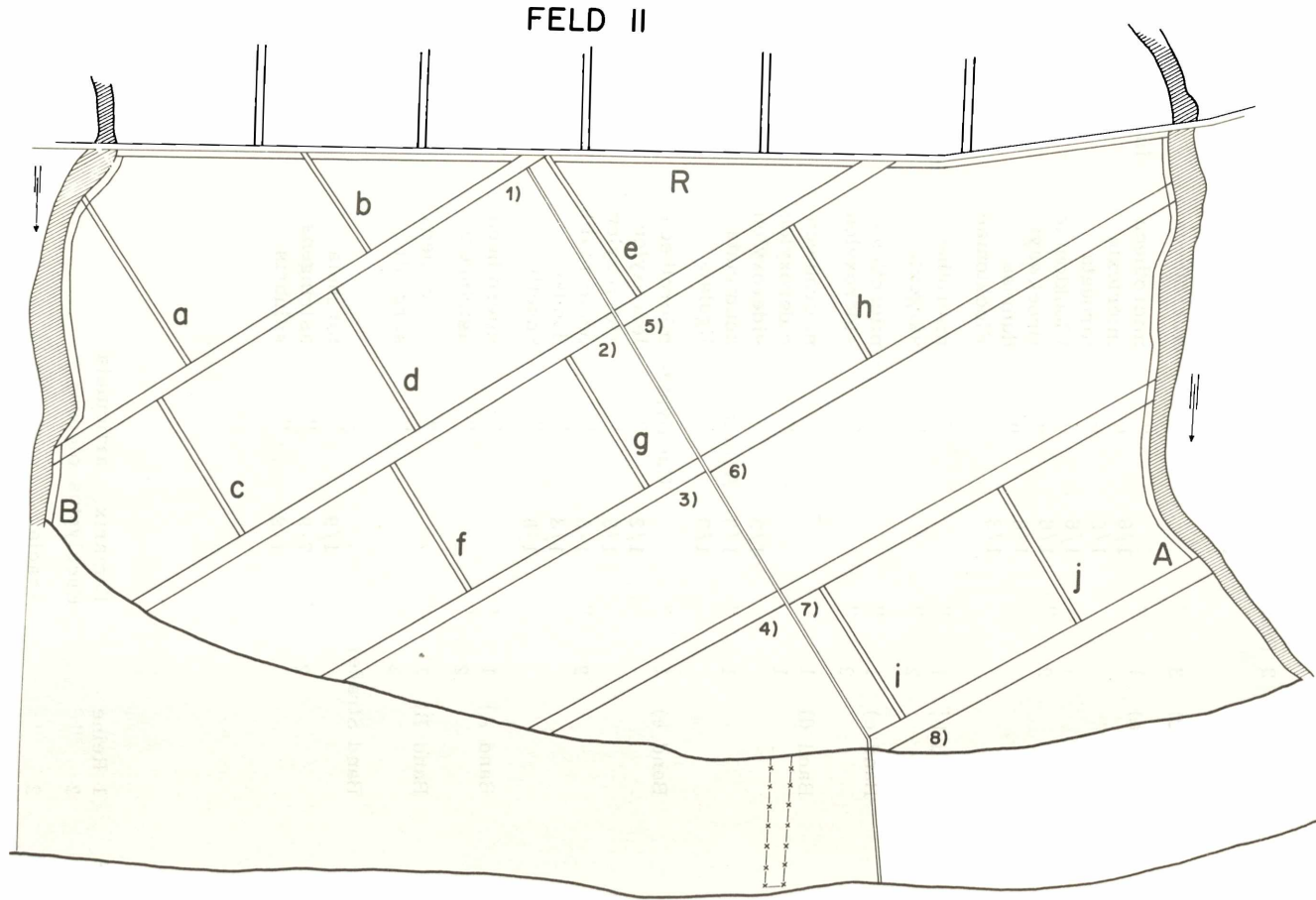
Pflanzungen um FAO-Häuser:

im N	1 Reihe	Acacia	cyanophylla
	5 "	Eucalyptus	microtheca
	1	Tamarix	articulata
im W	3	Eucalyptus	leucoxylon
	1	Acacia	cyanophylla

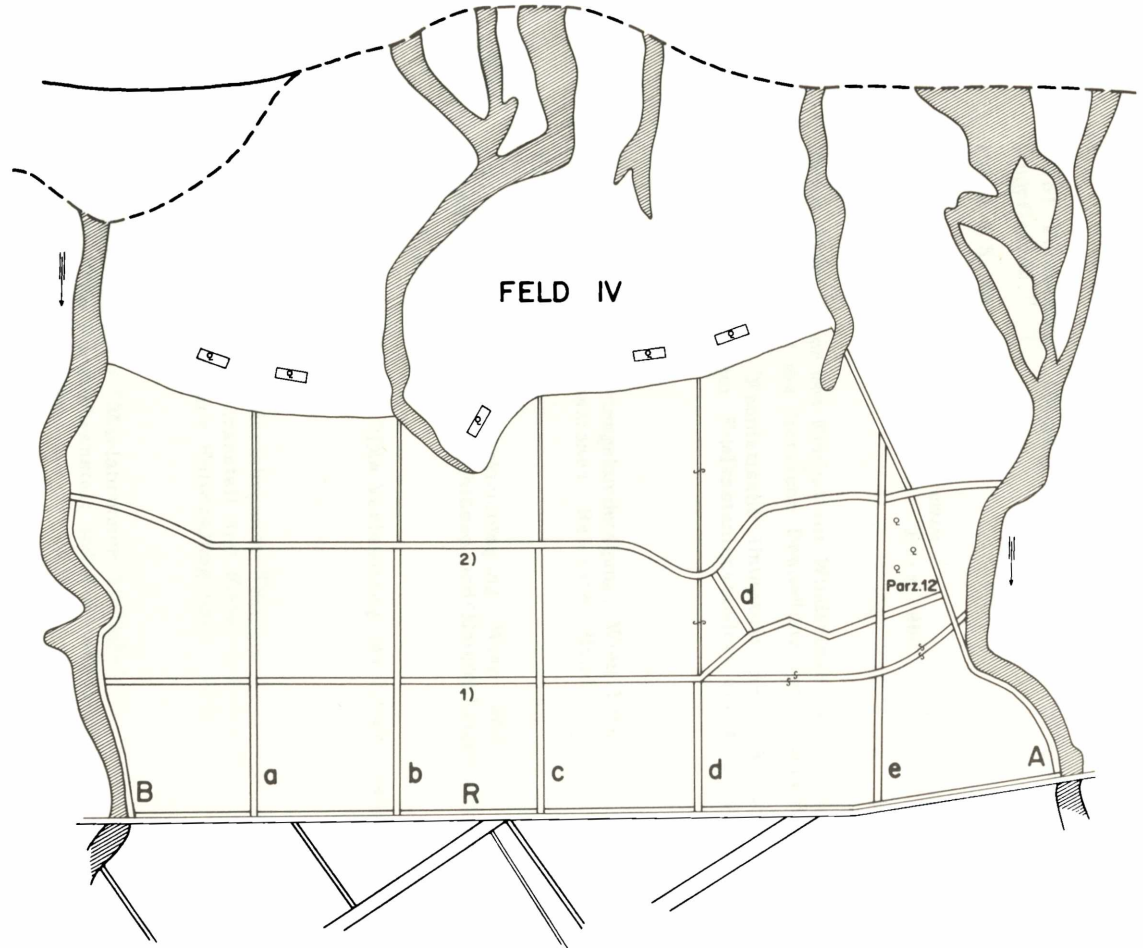
(im Text Hinweise auf Seite 43/Feld II und Seite 44/Feld IV)

Feld IV

	Band 1)	3 Reihen	1/2	Eucalyptus	salubris	im N
			1/2		occidentalis	im S
					torquata	
	Band 2)	3			microtheca	
	Band a)	1	1/6		microtheca	im N
			1/6		intertexta	
			1/6		torquata	
		2	1/6		Flocktoniae	
			1/6		Brockwayi	
			1/6		dumosa	
			1/6		Flocktoniae	
	Band b)	1			microtheca	im N
		2			sargentii	
	Band c)	1			microtheca	im N
		2			sideroxylon	
	Band d)	1			microtheca	im N
		1			sideroxylon	
			1/3		sideroxylon	
		1	1/3	Acacia	acuminata	
			1/3	"	ligulata	
	Band e)	1		Eucalyptus	microtheca	im N
			1/2	"	leucoxylon	
			1/8		sideroxylon	
		2	1/8		occidentalis	
			1/8		dundasi	
			1/8		Soueffi	
	Band A)	1			microtheca	im S
		2			astringens	
	Band B)	1			microtheca	im N
		2			sargentii	
	Band Straße)					
			1/9		torquata	
		2	7/9		astringens	
			1/9		salubris	
im S	1 Reihe			Tamarix	articulata	
	2 "			Eucalyptus	oleosa	
im O	2			Acacia	cyanophylla	
	2			Tamarix	articulata	
	1			Eucalyptus	microtheca	



Übersicht der Pflanzungen in OULED M'HAMED



MITTEILUNGEN
DER FORSTLICHEN BUNDESVERSUCHSANSTALT
WIEN

Heft Nr.

- 74 Göbl Friederike: "Düngung und Mykorrhiza Bildung bei Zirben-
(1966) jungpflanzen."
Preis ö.S. 65.-
- 75 "Ökologie der alpinen Waldgrenze.
(1967) Symposium, Innsbruck 29. 31. März 1966.
Preis ö.S. 500.-
- 76 Jahn Else: "Über den Einfluß von Windstärke, Schneehöhe und Bo-
(1967) denvegetation auf die tierische Besiedlung von Hochgebirgsböden."
Sinreich Anna: "Faunistische Untersuchungen (Arthropoden und
Mollusken) an einem Edelkastanienstandort am südöstlichen Rand
der Thermalalpen."
Preis ö.S. 150.-
- 77/I "2. Internationale Ertragskundetagung, Wien 1966."
(1967) Hauptreferate, Diskussionen, Referate. Band 1.
Preis ö.S. 250.-
- 77/II "2. Internationale Ertragskundetagung, Wien 1966.
(1967) Schriftliche Beiträge, Beschlüsse und Empfehlungen. Band 2.
Preis ö.S. 200.-
- 78 Pockberger Josef: "Die Verbreitung der Linde, insbesondere in
(1967) Oberösterreich."
Preis ö.S. 120.-
- 79 Killian Herbert: "Mariabrunner Trilogie"
(1968) II. Teil "Die Forstlehranstalt und Forstakademie."
Band 1, Geschichtliche Entwicklung 1813 1875.
Preis ö.S. 250.-
- 80 Killian Herbert: "Mariabrunner Trilogie"
(1968) II. Teil "Die Forstlehranstalt und Forstakademie."
Band 2, Ergänzungen.
Preis ö.S. 300.-
- 81 "Normen für Forstkarten" bearbeitet von Erich Mayer.
(1968) Preis ö.S. 50.-
- 82 "Österreichische Forstinventur, Bundes-Ergebnisse 1961/64."
(1969) Preis ö.S. 150.-

Heft Nr.

- 83
(1969) "Österreichische Forstinventur, Regions - Ergebnisse 1961/64."
Preis ö.S. 240. -
- 84
(1969) Braun Rudolf: "Österreichische Forstinventur, Methodik der Auswertung und Standardfehler - Berechnung."
Preis ö.S. 80. -
- 85
(1969) Bochs bichler Karl, Schmotzer Ulrich: "Die Konkurrenzskraft des Waldes als bergbäuerlicher Betriebszweig."
Preis ö.S. 360. -
- 86
(1969) "Unfälle und Berufskrankheiten durch mechanisierte Forstarbeiten."
Internationale Arbeitstagung, Wien, 2. - 4. April 1968.
Preis ö.S. 120. -
- 87
(1970) Merwald Ingo: "Lawineneignisse und Witterungsablauf in Österreich" Winter 1967/68 und 1968/69.
Preis ö.S. 60. -
- 88
(1970) Kronfellner - Kraus Gottfried: "Über offene Wildbachsperrren."
Ruf Gerhard: "Deformationsmessungen an einer Gitterrostsperrre."
Hoffmann Leopold: "Die Geröllfracht in Wildbächen."
Leys Emil: "Dücker in der Wildbachverbauung."
Preis ö.S. 120. -
- 89
(1970) Krempel Helmut: "Untersuchungen über den Drehwuchs bei Fichte."
Preis ö.S. 130. -
- 90
(1970) Kral Friedrich, Mayer Hannes, Nather Johann, Pollanschütz Josef, Rachoy Walter: "Naturverjüngung im Mischwald - Bestandesumbau sekundärer Kiefernwälder."
Preis ö.S. 160. -
- 91
(1971) "Beiträge zur Zuwachsforschung.
Arbeitsgruppe "Zuwachsbestimmung" der IUFRO Sektion 25.
Preis ö.S. 80. -
- 92
(1971) "Methoden zur Erkennung und Beurteilung forstschädlicher Luftverunreinigungen."
Arbeitsgruppe "Forstliche Rauchschäden" der IUFRO Sektion 24.
Preis ö.S. 260. -
- 93
(1971) Jelem Helmut, Kilian Walter: "Die Wälder im östlichen Außerfern." (Tirol)
Preis ö.S. 100. -
- 94
(1971) Holzschuh Carolus: "Bemerkenswerte Käferfunde in Österreich."
"Zwei neue Phytoecia Arten (Col. Cerambycidae) aus Anatolien und dem Libanon."
Preis ö.S. 70. -

Heft Nr.

- 95 Merwald Ingo: "Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich" Winter 1969/70.
(1971)
Preis ö.S. 140.-
- 96 "Hochlagenaufforstung in Forschung und Praxis.
(1972) 2. Arbeitstagung über subalpine Waldforschung und Praxis
Innsbruck - Igls, 13. und 14. Oktober 1970.
Preis ö.S. 240.-
- 97/I "Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Waldbäume.
(1972) VII. Internationale Arbeitstagung Forstlicher Rauchschadensachverständiger, Essen - BRD, 7. 11. September 1970. Band 1.
Preis ö.S. 300.-
- 97/II "Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Waldbäume.
(1972) VII. Internationale Arbeitstagung Forstlicher Rauchschadensachverständiger, Essen - BRD, 7. 11. September 1970. Band 2.
Preis ö.S. 300.-
- 98 Czell Anna: "Wasserhaushaltsmessungen in subalpinen Böden."
(1972)
Preis ö.S. 120.-
- 99 Zednik Friedrich: "Aufforstungen in ariden Gebieten."
(1972)
Preis ö.S. 100.-

SCHRIFTENREIHE DES INSTITUTES FÜR STANDORT

Heft Nr.

- 21 Jelem Helmut: "Böden und Waldgesellschaften des Revieres Merkenstein, Schwarzföhren - Kalkvoralpen (Kalkwienerwald)."
(1967)
(Anhang zu Heft 4/1961).
Preis ö.S. 25.-
- 22 Zukrigl Kurt: "Standorte und Waldgesellschaften im Lehrrevier Lahnhuben, Eisenerzer Alpen."
(1967)
Preis ö.S. 40.-
- 23 Zukrigl Kurt: "Standortserkundung im Raum Unzmarkt, Steiermark (Inneralpine Bucheninsel)."
(1969)
Preis ö.S. 40.-
- 24 Jelem Helmut, Mader Karl: "Standorte und Waldgesellschaften im östlichen Wienerwald."
(1970)
(Eine Grundlage für Forstwirtschaft und Raumplanung).
Preis ö.S. 60.-

DIVERSE VERÖFFENTLICHUNGEN

Heft Nr.

- 8
(1961) XIII. Kongreß des internationalen Verbandes Forstlicher Forschungs-
anstalten (IUFRO), Wien, September 1961.
Berichte: 1. Teil
2. Teil, Band 1 und 2.
Preis ö.S. 450.-
- 9
(1967) Aichinger Erwin: "Pflanzen als forstliche Standortsanzeiger
Eine soziologische, dynamische Betrachtung."
Preis ö.S. 580.-
- 10
(1969) "Richtwerttafel für die Nadelholzschlägerung mit der Motorsäge.
Herausgegeben vom Verein zur Förderung der Forstlichen Forschung."
Preis ö.S. 25.-

ANGEWANDTE PFLANZENSOZIOLOGIE

Heft Nr.

- XVIII
XIX
(1966) Beiträge zur Pflanzensoziologie des Ostalpin - Dinarischen Raumes:
Künkele Theodor: "Die ökologischen Eigenschaften der Waldbäume,
eine Grundlage der Waldentwicklung."
Tagung der Ostalpin - Dinarischen Sektion der Internationalen Ver-
einigung für Vegetationskunde, Klagenfurt/Österreich 1962.
Aichinger Erwin: "Überlegungen zur Entwicklung der botanischen
und pflanzensoziologischen Forschung."
Tagung der Ostalpin - Dinarischen Sektion der Internationalen Ver-
einigung für Vegetationskunde, Chur/Schweiz 1964.
Preis ö.S. 250.-
- XX
(1967) Martin Bosse Helke: Schwarzföhrenwälder in Kärnten.
Preis ö.S. 125.-

Bezugsquelle

Österreichischer Agrarverlag
A 1014 Wien, Bankgasse 3

Hier steht Kraft gegen Kraft

**Stahlkonstruktionen für
Wildbach- und Fluß-Uferschutzverbauungen**



Balken- und Gitterrostsperrn
Bogen- und Vollsperrn
Tetrapoden und Buhnen

Alpine

Oesterreichisch-Alpine Montangesellschaft

1011 Wien, Friedrichstraße 4, Tel. 57 76 76
Briefanschrift: 1011 Wien, Postfach 91
Telex: Wien 1828, Telegramm. COMALP WIEN

aktueller denn je:

Forstschutz – zur Sicherung leistungsstarker Bestände!

gegen Gras und Unkraut in Forstgärten und Kulturen	ALIPUR GRAMOXONE
gegen unerwünschten zweikeim- blättrigen Bewuchs: zur Stamm- und Stockbehandlung zur Blattbehandlung	LIGNOPUR D DICOPUR FORST
gegen Rüsselkäfer, vorbeugend in Forstgärten und Kulturen	KERFEX R
gegen Borkenkäfer	STAMMSCHUTZMITTEL „LINZ“ neu
gegen fressende und saugende Insekten (Fichten- blattwespen, Tannentriebläuse, Buschhornblattwespen etc.)	KERFEX NEBEL FORST-VITON-EMULSION -STAUB -NEBELLÖSUNG MALATHION ULV-KONZENTRAT
gegen Forstgartenschädlinge aller Art	HORTEX-PRÄPARATE LINDAN-SUPERPHOSPHAT BASAMID

Bewährte Produkte
im Dienste des Waldes



**Österreichische
Stickstoffwerke AG**

4021 Linz, Postfach 296
Telefon (072 22) 56 471