Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut Rübel (Zürich)

Band: 14 (1939)

Artikel: Beitrag zu den Beziehungen zwischen Klimavegetation und Boden in Marokko

Autor: Lüdi, Werner

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-307296

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

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

Beitrag zu den Beziehungen zwischen Klimaxvegetation und Boden in Marokko.

Von *Werner Lüdi*, Zollikon/Zürich.*

Während der Internationalen Pflanzengeographischen Exkursion durch Marokko im Frühling 1936 bot sich mir die Möglichkeit, an verschiedenen Orten Bodenproben zu entnehmen, die später in Zürich weiter untersucht wurden. Nun geben zwar bereits R. Maire und L. Emberger[1], z. T. in Zusammenarbeit mit Emilio H. del Villar, einen schönen Überblick über die Böden von Marokko, ferner sind diese im Handbuch der Bodenlehre von E. Blanck[2] berücksichtigt worden, und aus neuester Zeit finden wir bei E. Miège[3] eine eingehende Darstellung der Ergebnisse der bisherigen Bodenforschung in Marokko. Doch ergibt sich aus diesen zusammenfassenden Arbeiten, dass die vorliegenden Materialien noch recht spärlich sind, sich ungleich über das Gebiet verteilen und dass über manche der einwandfreien Lösung zugängliche Frage noch unsichere oder widersprechende Ansichten vorliegen. Es rechtfertigt sich deshalb, diesen kleinen Beitrag zu veröffentlichen, und dies um so mehr, als die Bodenproben in ungestörten, natürlichen Böden mit charakteristischer Klimaxvegetation oder doch an Standorten, die für eine bestimmte Klimaxformation charakteristisch sind, entnommen wurden und versucht werden soll, bei der Betrachtung möglichst die Beziehungen, die zwischen Klimaxvegetation und Klimaxboden herrschen, in den Vordergrund zu rücken. Den Herren Professoren René Maire in Alger und Louis Emberger in Rabat/Montpellier bin ich für die Einführung in Vegetation und Flora von Marokko während der Reise sehr zu Danke verpflichtet.

---

* Diese kleine Studie wurde Herrn Dr. Paul Jaccard, Professor an der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich, zu seinem 70. Geburtstage, 18. November 1938, gewidmet.

[1] Louis Emberger et René Maire, Tableau Phytogéographique du Maroc. Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc Nr. *38* 1934 (187 S., 16 Taf.).

[2] E. Blanck, Handbuch der Bodenlehre. Berlin (bes. 3. Band, 1930).

[3] Em. Miège, Contribution à l'étude des sols du Maroc. Bodenkundl. Forschungen *5* 1937 (239—284).

Die Erforschung der Vegetation von Marokko ist noch sehr jung. Sie setzte im wesentlichen erst etwa ums Jahr 1920 ein, zusammen mit der floristischen Durchforschung grosser Gebiete, die früher unzugänglich waren. Grundlegend sind zwei im Jahre 1924 erschienene Arbeiten von R. Maire[4] und von Jos. Braun-Blanquet und R. Maire[5]. Später hat sich besonders L. Emberger eingehend mit der Vegetation von Marokko befasst und mehrere wichtige Arbeiten veröffentlicht[6], zusammenfassend 1934 mit R. Maire[1], 1934 zusammen mit R. G. Werner und P. Boudy[7]. Schliesslich gibt der vorliegende Band der I. P. E.-Berichte aus der Feder von L. Emberger einen eingehenden Überblick über die Vegetation Marokkos mit einer farbigen Vegetationskarte.

Die genannten Forscher haben immer wieder versucht, sich ein Bild von der ursprünglichen Vegetation Marokkos zu machen und darauf gestützt eine regionale Vegetationsgliederung des Landes durchzuführen. Diese Aufgabe ist nicht leicht; denn trotz der Abgeschlossenheit des Landes herrscht dort seit dem Altertum eine intensive Nutzung des Bodens. Die ursprüngliche Vegetation ist in weiten Gebieten vollständig zerstört worden und nur ganz

---

[4] R. Maire, Etudes sur la végétation et la flore du Grand Atlas et du Moyen Atlas Marocains. Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc Nr. VII 1924 (220 S., 16 Taf.).

[5] Jos. Braun-Blanquet et R. Maire, Etudes sur la végétation et la flore Marocains. Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc Nr. VIII 1924 (244 S., 10 Taf.).

[6] Z. B. La végétation de la région méditerranéenne: Essay d'une classification des groupements végétaux. Revue Générale de Bot. *42* 1930 (38 S.). — Notice phytogéographique sur une Partie de la Méséta marocaine septentrionale. Montpellier 1931 (36 S., 1 farb. Vegetationskarte). — Recherches botaniques et phytogéographiques dans le Grand Atlas oriental (Massif du Ghat et du Mgoun). Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc Nr. 33 1932 (50 S., 2 Taf.). — Remarques critiques sur les étages de végétation dans les montagnes marocaines. Ber. Schweiz. Bot. Ges. *46* Festband Rübel, 1936 (614—631).

[7] L. Emberger, R. G. Werner et P. Boudy, La végétation et la flore au Maroc. In: La Science au Maroc. Casablanca 1934 (S. 147—206).

Vgl. auch: J. Braun-Blanquet, Zur Kenntnis der Vegetationsverhältnisse des Hohen Atlas. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich *73* 1928 Beibl. 15 (Festschrift Hans Schinz) (S. 334—357). — R. Maire et L. Emberger, Vue d'ensemble de nos connaissances phytogéographiques du Maroc. Comptes Rendus Acad. Sc. *185* 1927 (1561—1563), *186* 1928 (282—284). — Henri Humbert, Végétation du Grand Atlas marocain oriental. Exploration botanique de l'Ari Ayachi. Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord *15* 1924 (147—234, 14 Taf.).

selten und in kleinem Umfange einigermassen intakt erhalten. Diese starke Beeinflussung beschränkt sich nicht auf das flache Land, sondern erstreckt sich bis in das hohe Gebirge, wo der Mensch gute Weidegründe für sein Vieh fand, was den Nomaden- und Halbnomadenstämmen besonders erwünscht war.

Vorgängig der Mitteilung der eigenen Untersuchungsergebnisse scheint es zweckmässig, einen knappen Überblick über die natürliche Vegetation Marokkos zu bringen, wobei wir uns auf die soeben genannten Arbeiten stützen.

Die Untersuchungen haben ergeben, dass die ursprüngliche Vegetation im grössten Teile von Marokko aus Holzpflanzen bestand, die sich zu mehr oder weniger dichten, mehr oder weniger hochwüchsigen Beständen zusammenschlossen. Im allgemeinen würde das Land nach seinen klimatischen Verhältnissen ohne Einwirkung des Menschen waldartige Bestände tragen. Im einzelnen zeigte sich aber eine unerwartete Vielgestaltigkeit der Vegetation, die parallel geht mit dem regionalen Wechsel im Klima. Zwar gehört nach den Befunden von Emberger das ganze Gebiet zum Mittelmeerklima, das ausgezeichnet ist durch den trockenen und meist heissen Sommer und durch die Verlagerung der Niederschläge auf das Winterhalbjahr. Aber innerhalb dieses Rahmens finden sich grosse Unterschiede, die vor allem von der Grösse der Niederschläge und der Höhe der Temperatur abhängig sind. Das Atlasgebirge, das von Südwesten nach Nordosten durch das ganze Land zieht, bringt eine ausgesprochene Klimagliederung mit sich, sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung. Von reichlichem Niederschlag, der eine üppige Vegetation ermöglicht, bis zur Wüste und von warmen Wintern bis zu solchen mit langer Schneebedeckung sind alle Übergänge vorhanden, und deshalb wechselt das Klima von einem gemässigt humiden Charakter bis zu einem ausgesprochen ariden.

Da sich die Vegetation entsprechend den klimatischen Zonen in Stufen gliedern lässt, so unterscheidet Emberger[8] folgende Vegetationsstufen: arid, semiarid, temperiert (subhumid), humid, Hochgebirge. Wenn wir von kleineren Eigenheiten, die zum Teile klimatischer, zum Teile edaphischer Natur sind, absehen, so

[8] 1930, S. 37.

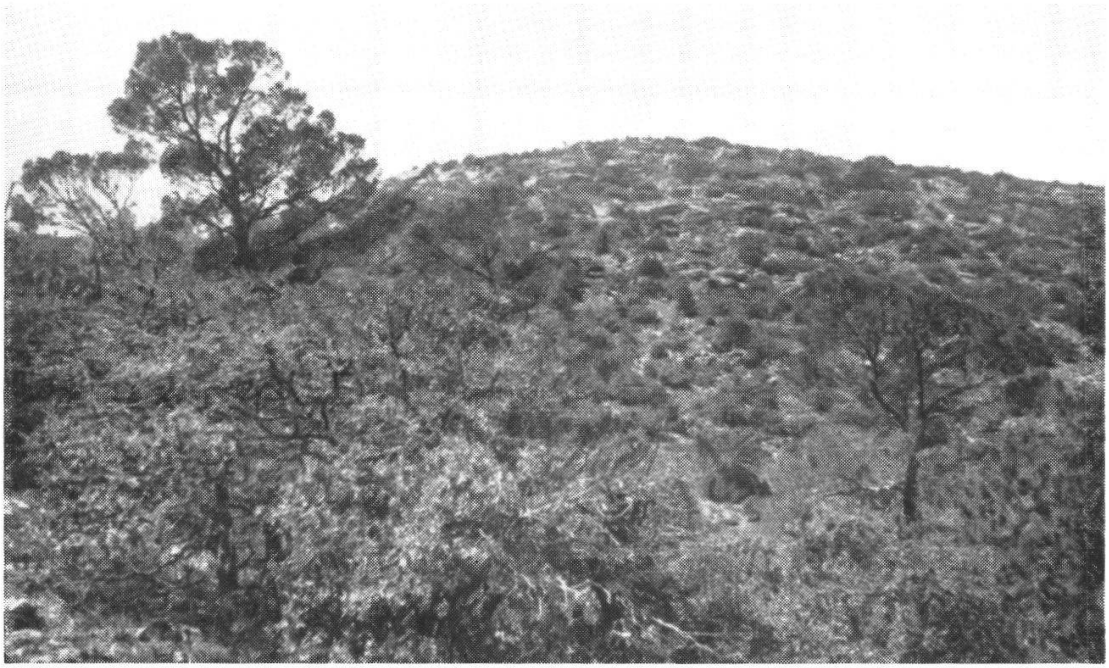


Abb. 1. Restbestände von *Quercus ilex* und *Juniperus phoenicea* mit etwas *Juniperus oxycedrus* und *Pinus halepensis* in Aïn Aïssa bei Aïn Sefra.
Phot. W. Lüdi.

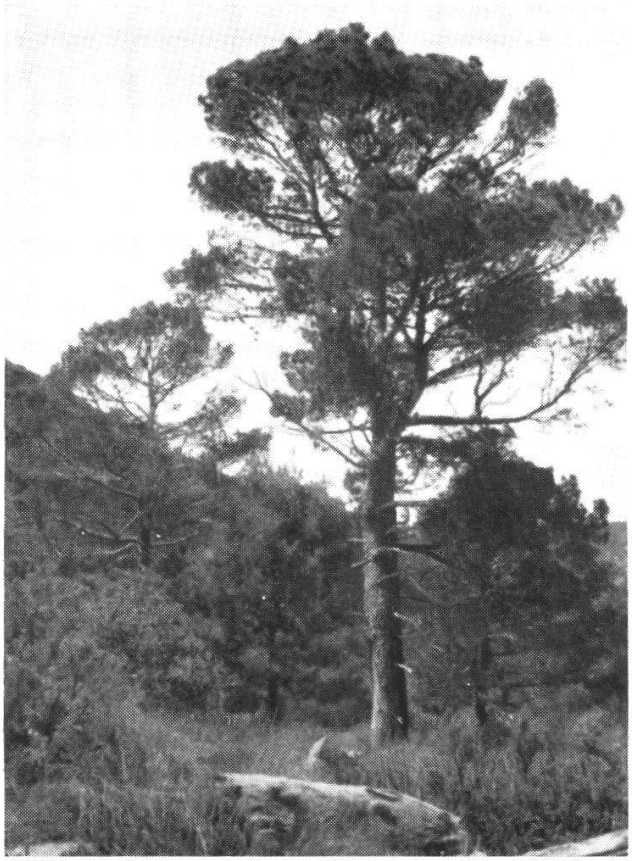


Abb. 2. *Pinus halepensis* in Aïn Aïssa.
Phot. W. Lüdi.

Abb. 1. Hochgebüsch von *Quercus ilex* (links und rechts) und *Juniperus phoenicea* in Aïn Aïssa. Phot. W. Lüdi.

Abb. 2. *Quercus ilex* und *Juniperus phoenicea* (mitte) in Aïn Aïssa. Phot. W. Lüdi.

verteilen sich die Haupttypen der Vegetation wie folgt: Im nordwestlichen Marokko, vom Rifgebirge bis in die Gegend von Casablanca sind Wälder von *Quercus suber* Klimaxvegetation. Das Klima dieses Waldgebietes ist nach Emberger semiarid, am Rif auch subhumid. Südlich von Casablanca wird das Klima trockener, gehört aber noch zum semiariden Typus; die Korkeichenwälder bleiben zurück, und an ihre Stelle treten Bestände von *Olea europaea, Pistacia lentiscus* und *Chamaerops humilis*. Auch mitten durch das *Quercus suber*-Gebiet, längs des Oued Sebu, von Fes bis zum Meere, gibt Emberger einen breiten Streifen dieser Vegetation an. Von Safi an südwärts wird die *Olea-Pistacia*-Vegetation in dem arid werdenden Gebiete abgelöst durch die Trockenwälder der *Argania spinosa,* welche die küstennahe Ebene und die niedrigeren Berge besiedeln, um das Südende des Hohen Atlas herumziehen und bei Tisnit direkt an die Wüste grenzen. Das *Argania*-Gebiet, wie auch das von *Olea-Pistacia* und der Südteil des *Quercus suber*-Gebietes sind durchsetzt von Beständen der *Callitris articulata,* die südöstlich von Casablanca, gegen den Mittleren Atlas hin und wiederum an der marokkanischen Mittelmeerküste in einem weiten Gebiete herrschend wird. Für die grosse Ebene mit aridem Klima um Marrakesch (Haouz) wird als ursprüngliche Vegetation ein Gebüsch von *Zizyphus lotus* und *Acacia gummifera* angegeben, von dem allerdings nur noch ganz magere Reste übrig geblieben sind, da die Ebene heute, soweit sie nicht in Kultur genommen ist, grösstenteils steppenartige Vegetation trägt (*Stipa tortilis;* auf Salzböden *Atriplex halimus*).

Ausgeprägte Zonationen ergeben sich beim Anstieg in das Gebirge. Normalerweise finden wir am Fusse des Gebirges über der Vegetation der Ebene mit *Olea-Pistacia* oder *Zizyphus-Acacia gummifera* oder *Argania* eine Stufe von *Callitris articulata,* dann eine solche von *Juniperus phoenicea,* die oft von der *Callitris*-Stufe nicht geschieden ist. Darüber, im nördlichen Marokko auch direkt an die *Quercus suber*-Stufe anschliessend, folgt ein breiter Gürtel von *Quercus ilex*-Wald in subhumidem Klima. *Quercus ilex* steigt im Hohen Atlas bis in 2900 m Meereshöhe (als Wald bis 2500—2600 m), bildet aber nur im westlichsten Teile des Hohen Atlas die Baumgrenze; sonst wird sie nach

oben hin abgelöst durch eine Stufe von *Juniperus thurifera.* Im Rifgebirge und im Mittleren Atlas nimmt das Klima über der *Quercus ilex*-Stufe noch an Humidität zu, und hier finden wir neben kleineren Beständen von laubwechselnden Eichen (besonders *Quercus faginea*) oder Wäldern von *Abies pinsapo* (Rifgebiet) vor allem Zedernwälder *(Cedrus atlantica),* welche sich weit ausbreiten und bis über 2700 m ansteigen. Sie sind an das humide Klima gebunden. Gegen den arideren Hohen Atlas hin gehen die Zedernwälder aus und sind auch auf der trockeneren Ostseite des Mittleren Atlas wenig entwickelt. Hier folgt auf die *Quercus ilex*-Stufe die *Juniperus thurifera-Stufe,* die im Zederngebiete über dem Zedernwald einsetzt und allgemein die Baumgrenze bildet, die bei mindestens 3000 m einzusetzen ist.

Wie bereits erwähnt, ist die Ostseite des Atlas trockener als die Westseite, und das gilt auch für das anschliessende, weite Plateauland. Dort erreicht die *Stipa tenacissima-* und *Artemisia herba alba*-Steppe eine ungeheure Ausdehnung, vielleicht auch auf Boden, der ursprünglich vom *Zizyphus-Acacia gummifera*-Busch bedeckt war. Die höheren Berge dieses Gebietes, bis an den Rand der Wüste, tragen aber immer noch Bestände von *Callitris, Juniperus phoenicea* und *Quercus ilex.*

In vereinfachter Darstellung ordnet Braun-Blanquet (1936)[9] in einem Übersichtskärtchen (S. 127) die Vegetation Marokkos den nachfolgenden Hauptklimaxtypen ein: Quercion ilicis s. l. (umfasst neben dem *Quercus ilex*-Gebiet auch das Gebiet von *Quercus suber),* Oleo-Ceratonion (*Olea-Pistacia-Chamaerops*-Gebiet, *Callitris articulata*-Gebiet, *Juniperus phoenicea*-Gebiet), Arganion litorale (*Argania spinosa*-Gebiet), Steppenklimax (Ebene des zentralen Marokko, Gebiet östlich vom Mittleren Atlas).

Wir bekamen die Hauptvegetationstypen auf unserer Reise alle zu Gesicht, aber naturgemäss jeweilen nur in einzelnen oder wenigen, nicht immer gut ausgebildeten Lokalbeständen, so dass die nachfolgenden Untersuchungen der Vielgestaltigkeit der Vegetation nicht gerecht werden können und nicht in jedem Falle mit Sicherheit charakteristische Ausschnitte bieten. Leider war es auch nicht immer möglich, zur Entnahme der Bodenproben die

[9] La Chênaie d'Yeuse méditerranéenne (Quercion ilicis). Stat. Intern. de Géob. Médit. et Alpine Montpellier, Comm. *45* 1936 (147 S.).

günstigsten Stellen aufzusuchen. Dagegen konnten unterwegs noch eine grössere Zahl von ergänzenden Bodenbeobachtungen ohne Probenentnahme ausgeführt werden.

Die Untersuchung der lufttrockenen Bodenproben erfolgte auf Azidität (elektrometrisch), Karbonatgehalt, Glühverlust, Gehalt an kolloidalem Humus, Gehalt an wasserlöslichen Chloriden und Sulfaten, Korngrösse. Auf die Untersuchung von Salzsäureauszügen musste verzichtet werden.

Die Angabe der Färbung der Böden bezieht sich auf die lufttrockene Feinerde. Die frischen, ± wasserhaltigen Böden waren im allgemeinen wesentlich dunkler gefärbt.

Der Glühverlust gibt im wesentlichen den Gehalt an organischen Stoffen wieder; denn bei den karbonathaltigen Böden wurde das Glühen so weit fortgesetzt, bis alle Karbonatkohlensäure ausgetrieben war. Dann wurde diese wiederum zurückgerechnet, ist also im angegebenen Betrag des Glühverlustes nicht inbegriffen. Ferner macht das beim Trocknen in der Temperatur von 105° noch im Boden verbleibende Wasser bei Böden ohne mineralische Komponenten mit Kristallwasser nur einige Prozent der Trockengewichte aus. Der Betrag schwankt allerdings je nach Korngrösse und Humusgehalt des Bodens. Im Sandboden wird das Wasser beinahe völlig entfernt; der Tonboden hält verhältnismässig viel Wasser zurück (vgl. z. B. das Bodenprofil aus dem Quercus suber-Wald bei Rabat, Tab. 1, Nr. 20—25). Da, wo ganze Bodenprofile vorliegen, kann der Wassergehalt des bei 105° getrockneten Bodens durch den Vergleich der tiefgelegenen humusfreien Horizonte mit den Humushorizonten abgeschätzt werden. Die Färbung der geglühten Böden war in der Regel ein kräftiges Ziegelrot. Eine Ausnahme machten die sehr kalkreichen, teilweise schon im frischen Zustande weisslichen Böden, die beim Glühen rötlich oder weisslich wurden.

Zur Lösung des adsorptiv ungesättigten Humus wurden 2 g Feinerde mit 10 ccm 2 % Ammoniak geschüttelt, wobei zwar nur ein Teil des kolloidalen Humus in Lösung geht, der aber erlaubt, seine Grössenordnung zu bestimmen. Die Beurteilung des Filtrates erfolgte in Probiergläschen von 1,5 cm Durchmesser, und die Färbung wurde nach fünfteiliger Skala geschätzt (0 = Filtrat wasserklar, 1 = hellbräunlich, 2 = kräftig braun, 3 = dunkelbraun, 4 = schwärzlichbraun, 5 = schwarz, auch gegen das Licht nicht durchscheinend).

Die Korngrössenbestimmung wurde nur für diejenigen Bodenproben, die sich zu Bodenprofilen zusammenstellen lassen, ausgeführt. Sie erfolgte mit dem Atterbergschen Schlämmzylinder. Die Grössenordnung der Teilchen ist also die folgende: Grobsand = 2—0,2 mm, Feinsand = 0,2—0,02 mm, Schluff = 0,02—0,002 mm, Ton = Teilchen kleiner als 0,002 mm. Die Vorbereitung dieser Proben erfolgte durch sechsstündiges Schütteln. Das Wasser mit der Tonfraktion wurde weggegossen, und der Betrag des Tones aus der Differenz zwischen dem Gesamtgewicht des verwendeten Bodens und der Summe der übrigen Fraktionen berechnet (alles in lufttrockenem Zustande). Als Stabilisator wurde, soweit ein solcher notwendig war, Natriumoxalat verwendet. Bei den humusreichen Böden wurde der Humus durch Glühen der getrockneten Fraktionen zerstört oder in einzelnen Fällen

durch Kochen des Bodens mit H_2O_2 vor dem Schlämmen entfernt. Durch Abrechnung des bereits bekannten Glühverlustes des ganzen Bodens konnte mit einem kleinen Fehler der reine Mineralbestand für die verschiedenen Fraktionen ausgeschieden werden. Die Korngrösse der in stärkerem Masse karbonathaltigen Böden wurde nach der Zerstörung der Karbonate bestimmt, in den Profilen von Ifrane und Timensur ausserdem noch bei der Anwesenheit der Karbonate. Diese letzteren Proben sind in den Tabellen durch ein der Nummer beigesetztes a hervorgehoben. Bei der Berechnung der prozentualen Anteile der Fraktionen für die Tabellen 2 und 4 wurden die gelösten Karbonate und bei den humusreicheren Böden auch der Glühverlust abgezogen und die verbleibenden Anteile auf 100 % aufgerechnet.

Die Benennung der Pflanzen erfolgte nach der Nomenklatur in der Flora von Marokko von Emile Jahandiez et René Maire[10]; doch führen wir die Unterarten dieser Flora als Arten auf.

Die Angabe der mittleren jährlichen Niederschlagshöhen stützt sich auf die Regenkarte von Marokko, die L. Emberger[11] erstellt hat.

Wir nehmen die Reihenfolge der untersuchten Objekte von den Vegetationstypen des humiden Klimas zu denen des ariden.

1. Zedernwälder des Mittleren Atlas bei Timhadit. Der untersuchte Wald von *Cedrus atlantica* liegt am Vulkankegel des Ari Hebbri, in etwa 2000 m Meereshöhe. Das Klima ist humid; die Niederschläge dürften etwa 800 mm betragen. Dieser prächtige Hochwald wurde von Maire 1924 beschrieben[12]. Er verjüngt sich gut und besitzt einen reichen Strauchunterwuchs. Die Bodenprobe Nr. 1, Tab. 1, wurde an einer Stelle mit unverletztem Boden entnommen, wo sich der dichte Unterwuchs zusammensetzte aus:

Quercus ilex
Cotoneaster Fontanesii
Cytisus Battandieri
Ilex aquifolium
Cistus laurifolius var. *atlanticus*

Im krautigen Unterwuchse dominierte *Veronica hederifolia* ssp. *maura*. Spärlich waren eingestreut:

Ranunculus flabellatus var. *fibrosus*
Arabis Josiae
Reseda luteola ssp. *Biaui*
Erodium crenatum
Linaria heterophylla
Linaria multipunctata var. *ignescens*
Plantago mauritanica

[10] Catalogue des Plantes du Maroc. Alger 1931—1934 (3 Bände).

[11] Carte des Pluies du Maroc. Rabat 1933 (Service géographique du Maroc).

[12] Cit. als Nr. 4, S. 98 ff.

Tabelle 1. Untersuchungsergebnisse der Bodenproben 1—28.
(Zur Erklärung vgl. S. 227.)

Nr.	Herkunft	Bodentiefe cm	Färbung	pH	Ca CO_3 %	Glühverlust %	Kolloid. Humus
1	Timhadit, Cedrus-Wald, ca. 2050 m	5	schwärzlich	7,09	0,4	37	2
2	„ (Strasse)	50	braun	7,08	0,3	7	2
3	„ Cedrus-Juniperus thurifera-Wald, ca. 2100 m	5	schwärzlich	7,57	1,2	18	0—1
4	„ (Strasse)	50	hellbraun	7,79	60	5	0
5	Azrou, Quercus ilex-Wald, 1600 m	5	dunkelbraun	6,16	0,2	23	4—5
6	„	5	dunkelbraun (Mull)	7,02	0,8	64	1—2
7	„	50	dunkelbraun	7,87	12,0	15	0—1
8	Azrou, unter Cytisus Battandieri, 1750 m	5	schwärzlich	6,61	0,4	43	4—5
9	„	50	braun	6,67	0	20	3
10	Ifrane, Quercus ilex-Wald, 1600 m	10	dunkelbraun	7,85	70	14	Spur
11	„	35	rot	8,30	80	7	0
12	„	65	hellrot	8,20	96,5		0
13	„	125	rot	8,34	94		0
14	Tizi-n-Test, Quercus ilex-Wald, 2100 m	5	dunkelbraun	7,44	0,2	15	1—2
15	„	5	dunkelbraun	7,30	0,4	12	1—2
16	„	55	braun	7,51	0,2	6	0
17	„	120	rotbraun	8,25	0,1	5	0
18	Aïn Aïssa, Quercus ilex-Juniperus phoen., 1700 m	5	schwärzlich	7,62	0	24	—1
19	„	20	braun	8,31	0,2	8	Spur
20	Rabat, Quercus suber-Wald	5	schwärzlich	7,62	0	4	1—2
21	„	35	rötlich	7,59	0	3	—1
22	„	5	schwärzlich	7,09	0	5	3
23	„	5	schwärzlich	7,40	0	8	—1
24	„ (Strasse)	100	hellrot	7,73	0	2	0—1
25	„	250	kräftig rot	7,45	0	7	0
26	Asni, Friedhof, 1200 m	5	dunkelbraun	7,85	7,2	11	—1
27	„ (etwas höher am Hang)	25	rot	8,68	6,5		0
28	„	100	rot	8,74	17		0

Werden die Zedern geschlagen, so kommt aus dem Unterholze ein Bestand von *Quercus ilex* auf, wobei die Entwicklung der Bäume durch den Weidgang behindert wird. Zahlreiche Verbissgrotzen von *Quercus ilex* kennzeichnen den zerstörten Zedernwald.

Eine zweite Bodenprobe (Tab. 1, Nr. 2) aus 50 cm Tiefe stammt von einem benachbarten Strasseneinschnitt, ausserhalb des heutigen Waldes. Die felsige Bodenunterlage wird von Basalt gebildet, der tiefgründig und feinerdereich verwittert. Es entsteht eine

Braunerde mit stark humoser Oberflächenschicht (37 % Glühverlust), welch letztere ausserhalb des geschlossenen Waldes nicht mehr vorhanden ist. Im frischen Bodenprofil war von einem B-Horizont und überhaupt von weiterer Stratifikation des Bodens nichts mehr zu erkennen. Die Reaktion des Bodens ist neutral oder leicht alkalisch; die oberflächliche Bodenschicht besitzt einen kleinen Karbonatgehalt. Ausserdem wurde aber eine beträchtliche Menge von kolloidalem Humus festgestellt, und zwar noch in 50 cm Bodentiefe. Die Bestimmung der Korngrösse (Tab. 2, Nr. 1—2) ergibt ein Vorwiegen der gröberen Bodenbestandteile, wobei der Oberflächenhorizont sich vom Tiefenhorizont durch mehr Grobsand und weniger Schluff und Feinsand unterscheidet. Diese Vergröberung der Oberflächenschicht ist aber nicht bedeutend.

2. Etwa 10 km weiter südlich, in der Nähe des kleinen Sees Aguelman Sidi Ali ou Mohand, annähernd in gleicher Meereshöhe, aber in einem etwas trockeneren Klimabezirk treten gemischte Bestände von *Cedrus atlantica* und *Juniperus thurifera* auf, die sehr stark degradiert sind. Alte Bäume sind in offenem Bestande über den Hang zerstreut; aber der Nachwuchs fehlt, und im Unterwuchse dominiert der dornige Zwergstrauch *Erinacea anthyllis,* neben dem *Ranunculus calandrinioides* reichlich blühte. Die Vegetation tritt in dem offenen Kalkschuttboden stark zurück und ist artenarm. Die Betrachtung der Bodenverhältnisse zeigt mit Sicherheit, dass dieser Zustand der Vegetation sekundärer Art ist (vgl. Bodenproben Nr. 3—4, Tab. 1). Unter den Bäumen hat sich eine dunkelhumose Oberflächenschicht des Bodens erhalten, die alkalisch reagiert, aber beinahe entkalkt ist (1,2 % Karbonat) und einen hohen Humusgehalt besitzt (Glühverlust von 18 %). Kolloidaler Humus fehlt. Auch der darunter liegende Schutt ist merklich entkalkt: an einem benachbarten Strasseneinschnitt betrug der Karbonatgehalt der Feinerde 60 % in 50 cm Bodentiefe, der der Felsbrocken dagegen 87 %. Auf der freien Fläche ist die humose Deckschicht im allgemeinen verschwunden; nur vereinzelt finden sich noch Reste, und an vielen Stellen ist zwischen den Steinen dunkle Feinerde erhalten. Vermutlich trugen diese Hänge einst geschlossenen Wald mit geschlossenem, humosen A-Horizont des Bodens.

3. Quercus ilex-Wald von Azrou. *Quercus ilex*-Wälder bekamen wir wiederholt zu Gesicht, die schönsten südlich Azrou, im Mittleren Atlas, an der Strasse nach Timhadit, im Gebiete eines jährlichen Niederschlages von etwa 900 mm. Diese Wälder wurden von Braun-Blanquet und Maire 1924[13] beschrieben; das Waldstück, dem die untersuchten Bodenproben Nr. 5—7 (Tab. 1) entnommen wurden, befand sich in ungefähr 1600 m Meereshöhe und zeigte folgende Zusammensetzung (etwa 2 a):

Oberwuchs[14]:
5 *Quercus ilex*
Strauchschicht:
2 *Quercus ilex*
+ *Quercus faginea*
2 *Crataegus* cf. *monogyna*
1 *Rosa* cf. *canina*
2 *Ilex aquifolium*
+ *Acer monspessulanus*
2 *Hedera canariensis*
3 *Viburnum tinus*
1 *Lonicera etrusca*
1 *Ruscus aculeatus*
Krautschicht:
2 *Brachypodium silvaticum*
1 *Luzula Forsteri*
+ *Stellaria media*
1 *Moehringia pentandra*
2 *Ranunculus rupester*
+ *Ranunculus ficariiformis*
+ *Paeonia coriacea* var. *maroccana*
+ *Lepidium chayense*
+ *Arabis auriculata*
+ *Arabis Josiae*
+ *Cardamine hirsuta*
1 *Geum silvaticum*
1 *Vicia* cf. *sativa*
+ *Geranium lucidum*
+ *Geranium malvifolium*
+ *Daphne laureola*
1 *Viola Dehnhardtii* var. *atlantica*
+ *Sanicula europaea*
+ *Balansaea glaberrima*
2 *Chaerefolium silvestre* var. *molle*
+ *Marrubium echinatum*
+ *Phlomys maroccana*
+ *Lamium mauritanicum*
+ *Satureia clinopodium*
+ *Galium ovalifolium*
1 *Rubia peregrina*
1 *Rubia laevis*
+ *Cirsium casabonae*
+ *Rhagadiolus edulis*
1 *Centaurea nana*

Wenn wir in diesem Verzeichnis von den marokkanischen Endemismen absehen, so erkennen wir enge verwandtschaftliche Beziehungen zum Quercetum ilicis des nördlichen Mediterrangebietes, was von Braun-Blanquet 1936[9] für den *Quercus*

[13] Cit. als Nr. 4 (S. 110, 118, 124).

[14] Die Zahlen beziehen sich auf Abundanz und Deckungsgrad: + = sporadisch, 1 = verbreitet, 2 = reichlich mit kleinem Deckungswert (< 1/8), 3 = Deckung 1/8—1/4, 4 = Deckung 1/4—1/2, 5 = Deckung grösser als 1/2.

Tabelle 2. Korngrössenbestimmung der Bodenproben 1—28.
(Zur Erklärung vgl. S. 227.)

Nr.	Herkunft	Boden-tiefe cm	Ton %	Schluff %	Fein-sand %	Grob-sand %
1	Timhadit, Cedrus-Wald, ca. 2050 m	5	13,7	11,2	31,9	43,2
2	„	50	12,9	16,7	34,6	35,8
5	Azrou, Quercus ilex-Wald, 1600 m	5	26,5	24,3	29,3	19,9
7	„	50	22,3	12,6	50,9	14,2
10	Ifrane, Quercus ilex-Wald, 1600 m	10	55,4	22,7	17,6	4,3
11	„	35	18,4	29,2	51,8	0,6
12	„	65	14,3	45,7	38,5	1,5
13	„	125	2,4	53,4	41,6	2,6
10 a	„	10	4,0	7,3	58,7	30,0
11 a	„	35	4,2	4,7	57,6	33,5
12 a	„	65	5,4	1,6	69,6	23,4
13 a	„	125	5,1	2,7	50,2	42,0
14	Tizi-n-Test, Quercus ilex-Wald, 2100 m	5	5,2	15,0	36,8	43,0
16	„	55	6,5	18,4	37,9	37,2
17	„	120	12,8	21,8	27,9	37,5
20	Rabat, Quercus suber-Wald	5	4,8	3,2	36,3	55,7
21	„	35	2,2	2,3	35,1	60,4
24	„	100	2,4	4,4	26,6	66,6
25	„	250	39,3	5,6	6,5	48,6
26	Asni, Friedhof, 1200 m	5	22,2	13,8	40,0	24,0
27	„ (etwas höher am Hang)	25	9,7	13,9	32,2	44,2
28	„	100	1,2	40,4	28,8	29,6

ilex-Wald des Mittleren Atlas besonders betont wurde. Aber auch zu den laubwechselnden Eichenwäldern des Quercion pubescentis sind nahe Beziehungen vorhanden. Einzelne der Arten gedeihen sogar in unsern Buchenwäldern sehr gut. Die eigentümliche Zwischenstellung des Bestandes mag wohl damit zusammenhängen, dass er im Gegensatz zu dem küstennahen *Quercus ilex*-Wald des nördlichen Mediterrangebietes unter einem verhältnismässig feuchten Klima mit ausgesprochenem Winter und lange dauernder Schneebedeckung wächst. Am 12. April war erst die Frühlingsflora entwickelt, und bereits in 1900 m Meereshöhe fanden wir Flecken von Winterschnee.

Der Boden hatte als Ausgangsmaterial homogenen, reinen Kalkstein (97 % Karbonat), war aber mit Basaltbrocken überschüttet. An andern Stellen herrschte der Basalt. Der lose Boden war 1/2 bis 1 m mächtig, steinreich und setzte sich als Roterde in unregelmässigen Taschen in den unterliegenden Fels fort. Die Oberflächenschicht war schwärzlich, annähernd entkalkt (0,2 resp. 0,8 %), leicht alkalisch bis leicht sauer, humusreich (an Stelle mit besonders reichlicher, mullartiger Humushäufung 64 % Glühverlust) und reich an kolloidalem Humus. Noch in 50 cm Bodentiefe war eine starke Auslaugung des Kalkes festzustellen (Karbonatgehalt 12 %), verbunden mit beträchtlicher Humuseinlagerung (15 % Glühverlust), aber nur mit Spuren von kolloidalem Humus. Die mechanische Bodenanalyse (Tab. 2, Nr. 5—7) zeigt in der Oberflächenschicht weitgehend ausgeglichene Anteile der vier Fraktionen, in 50 cm Tiefe dagegen ein starkes Überwiegen des Feinsandes.

Etwas höher am Hange, in ca. 1750 m Höhe, fanden wir auf einem Plateau mit Basaltunterlage stark degradierte Mischwälder von *Quercus ilex* und *Cedrus atlantica*. Unter dem Restbestande von *Cytisus Battandieri* und *Cistus laurifolius* wurden zwei Bodenproben in 5 und 50 cm Tiefe entnommen (Tab. 1, Nr. 8—9). Diese Böden wiesen deutliche Spuren der Verschlechterung auf: die Entkalkung war annähernd vollständig, der Humusgehalt und der Gehalt an kolloidalem Humus sehr hoch, die Reaktion leicht sauer (6,6—6,7).

Diese Bodenproben aus den *Quercus ilex*- und *Quercus ilex-Cedrus*-Wäldern von Azrou waren die einzigen aus unserer marokkanischen Sammlung, deren Azidität teilweise unter dem Neutralpunkte lag.

4. Weitere *Quercus ilex*-Wälder, in Abwechslung mit *Quercus faginea*-Wäldern, sahen wir in der Umgebung von Ifrane, in ca. 1600 m Meereshöhe und bei einem Niederschlag, der nach der Karte von Emberger auf etwa 900 mm anzusetzen ist. Bestandesaufnahmen konnten wir dort keine machen; doch scheint der Bestand von demjenigen Azrous nicht wesentlich verschieden zu sein. Ein an der Strasse aufgeschlossenes Bodenprofil (Bodenproben 10—13, Tab. 1) zeigte von der Oberfläche bis in 1,5 m Tiefe Roterde mit dominierendem Kar-

bonatgehalt, der ausserordentlich hohe Beträge erreichte (96,5 %). An der Oberfläche und bis in 40 cm Bodentiefe war ein beträchtlicher Gehalt von adsorptiv völlig gesättigtem Humus festzustellen. Während die oberen Bodenschichten beinahe frei von Steinen waren, wurden diese von 60 cm Tiefe an abwärts sehr reichlich, meist in Form von Konkretionen, und in 60—70 cm Bodentiefe lag ein richtiger Konkretionshorizont. Auch der Kalkgehalt der Feinerde zeigte in dieser Tiefe ein Maximum. Die Analyse der Feinerde nach Korngrössen wurde sowohl mit dem unveränderten Boden, als auch nachdem die Karbonate mittels Salzsäure entfernt waren, durchgeführt. Die ersteren wurden in Tab. 2 mit a bezeichnet. Die unveränderte Feinerde, die also hauptsächlich aus Partikelchen von Kalziumkarbonat bestand, zeigte eine ausgesprochen grobkörnige Zusammensetzung; Grobsand + Feinsand machten zusammen über 90 % des Bodens aus, nur die Probe aus ± 10 cm Tiefe blieb um weniges hinter diesem Werte zurück. Ganz anders verhielten sich die Böden nach der Entfernung der Karbonate. Der Grobsand sinkt zu ganz unbedeutenden Werten ab. Ton dominiert in der oberflächlichen Schicht und nimmt mit steigender Bodentiefe stark ab, während die mittleren Korngrössen vorherrschen. Der Kalk des Bodens war also vorwiegend in Form von sandigen Körnchen vorhanden, welche die feineren Bodenpartikelchen einhüllten. Der durch die Verwitterungsvorgänge entstehende Ton häufte sich in den oberflächlichen Schichten an, vom Kalkkarbonat festgehalten.

5. Im Hohen Atlas gelangten wir am Pass Tizi-n-Test durch ausgedehnte *Quercus ilex*-Wälder. Das Klima ist hier trockener als im Mittleren Atlas. Die Niederschläge betragen nach Emberger im Mittel 500 bis 600 mm pro Jahr. Die von uns untersuchten Wälder lagen am 20° gegen Westen geneigten Hang in etwa 2100 m. Sie waren etwas offen, und die Untervegetation war durch die geringe Beschattung und durch den Weidgang degradiert. Das Unterholz fehlte beinahe völlig, und in der Feldschicht herrschten *Stellaria media* und *Lamium amplexicaule*. Daneben fanden sich im Raume von einigen Aren:

Dactylis glomerata	*Arabis Josiae*
Narcissus Watieri	*Arabis parvula*

Cardamine hirsuta
Geranium sp.
Chaerefolium cf. *silvestre* var. *molle*
Lithospermum arvense var. *coerulescens*
Veronica triphyllos
Veronica hederifolia ssp. *maura*
Galium Vaillantii
Valeriana sp.
Cirsium casabonae

Cirsium casabonae und *Arabis Josiae* sind für das marokkanische Quercetum ilicis charakteristisch. Dagegen hat der Bestand in der Begleitflora keine Beziehungen zum Quercetum ilicis des nördlichen Mediterrangebietes. Diese Eigentümlichkeit wird zum Teil durch die Degradation des Bestandes, zum Teil aber auch durch die Höhenlage bedingt sein. Die höher gelegenen Teile dieser Wälder (von etwa 2200 m an aufwärts) lagen am 7. April noch im Schnee. Maire (1924) und Braun-Blanquet (1928, 1936) dagegen geben aus andern Teilen des Hohen Atlas Bestandeslisten, die dem Quercetum ilicis viel besser entsprechen.

Die Bodenproben Nr. 14—17 (Tab. 1) wurden einem Profil bis in 120 cm Bodentiefe entnommen. Das Gestein bestand aus leicht verwitterbaren, grünen und rötlichen Schiefern mit Spuren von Karbonat. Die Erde war braun, reich an schieferigen Steinen, in der Oberflächenschicht humusreich (12 resp. 15 % Glühverlust). Die Feinerde reagierte alkalisch; doch blieb der Karbonatgehalt unter 0,5 %. Die oberflächlichen Schichten zeigten einen deutlichen Gehalt an kolloidalem Humus. Die Zusammensetzung der Feinerde nach der Korngrösse (Tab. 2) ergab das Vorherrschen von Grobsand und Feinsand bei reichlichem Gehalt an feinen Teilchen. Diese nahmen mit steigender Tiefenlage zu, die groben Teilchen ab. Der Anteil des Tones betrug an der Oberfläche 5,2 %, in 120 cm Tiefe 12,8 %.

6. Es wirkt ausserordentlich überraschend, wenn man am Rande der Wüste ins Gebirge fährt und in grösserer Meereshöhe auf Baumwuchs und schliesslich auf Wald stösst. Dieses Erlebnis wurde uns in Südwestalgerien, auf dem Aïn Aïssa bei Aïn Sefra zuteil. Beim Aufstieg traten uns zuerst in einem Tälchen und dann weiterhin über die Hänge ausgedehnt (E-S-W-Expos.) immergrüne Gehölze entgegen, in denen *Quercus ilex* mit *Juniperus phoenicea* herrschten und *Juniperus oxycedrus* reichlich beigemischt war. Auch Gruppen von *Pinus*

halepensis traten auf. Eichen und Wacholder stunden zwar nur locker verstreut und hatten die Gestalt von Hochgebüsch oder kleinen Bäumen; die Deckung ging aber stellenweise doch so weit, dass von einem erhöhten Punkte aus der Eindruck des geschlossenen Waldes hervorgerufen wurde. In der Tiefe des Tälchens, in 1650 m Höhe, standen sogar schön gewachsene hohe Bäume, neben *Quercus* und *Juniperus* eine grössere Gruppe von *Populus alba* var. *subintegerrima*. Wir geben auf den Tafeln XIV—XVII einige Vegetationsbilder dieser Gehölzbestände. Die jährlichen Niederschläge betragen nach Emberger im Mittel 300—400 mm.

Es wurde versucht, die floristische Analyse einiger benachbart stehender Hochgebüschkomplexe in 1730 m Höhe vorzunehmen, wobei die Untersuchung auf die geschlossenen, stark beschatteten Teile beschränkt wurde. Das ergab jeweilen nur eine kleine Fläche, insgesamt für die Strauch- und Krautschicht ca. 50 m². Die Angaben für den Oberwuchs dagegen beziehen sich auf die Gesamtfläche von einigen Aren.

Oberwuchs:
3 *Quercus ilex*
3 *Juniperus phoenicea*
1 *Juniperus oxycedrus*
1 *Pistacia atlantica*
+ *Pinus halepensis*

Strauchschicht:
1 *Ephedra nebrodensis*
+ *Asparagus acutifolius*
+ *Rhamnus alaternus*
+ *Cistus villosus*
+ *Rosmarinus officinalis*
+ *Phillyrea angustifolia*
+ *Jasminum fruticans*

Krautschicht:
2 *Dactylis glomerata*
+ *Cynosurus obliquatus*
1 *Carex Halleriana*
+ *Asphodelus microcarpus*
1 *Muscari comosum*
1 *Silene* sp. (ausdauernde Art)
+ *Sedum sediforme*
1 *Arabis auriculata*
1 *Hutchinsia petraea*
1 *Sisymbrium crassifolium*
1 *Geranium rotundifolium*
+ *Helianthemum pilosum* var. *pergamaceum*
+ *Ferula* sp.
+ *Galium viscosum* var. *glomeratum*
1 *Galium spurium*
1 *Rubia laevis*
1 *Kentranthus calcitrapa*
+ *Phagnalon saxatilis*
+ *Artemisia atlantica*
+ *Senecio vulgaris*
+ *Rhaponticum acaule*

Wir haben es hier mit einem Mischbestand von *Quercus ilex* und *Juniperus phoenicea* zu tun, der in Marokko gegen die untere Grenze der *Quercus ilex*-Wälder hin häufig auftritt. Die Ver-

wandtschaft mit dem mediterranen Quercetum ilicis ist in der Strauchschicht gross. Die Begleitflora dagegen ist nicht sehr charakteristisch, was mit der verhältnismässig starken Durchsonnung dieser kleinen «Waldinselchen» in dem als Ganzes durch Weidgang degradierten und aufgelichteten Bestande zusammenhängen wird.

Die Bodenunterlage war ein kalkfreier Sandstein. Unter einem dichten *Quercus ilex-Juniperus phoenicea*-Hochgebüsch wurden zwei Bodenproben aus 1—10 und 15—20 cm Bodentiefe entnommen (Nr. 18, 19, Tab. 1). Die Oberflächenschicht war schwärzlichhumos, ohne Steine. Sie zeigte eine alkalische Reaktion, starken Glühverlust (24 %) und leichten Gehalt an kolloidalem Humus. Der Unterboden war kräftig braun, ziemlich reich an Steinen und an Humus (8 % Glühverlust), sehr alkalisch (pH 8,31) und zeigte eine Spur von Karbonatgehalt (0,2 %). Der Boden reichert sich also an Karbonat an; doch wurden keine Kalkdeckenbildungen beobachtet.

7. *Quercus suber*-Wald von Rabat. Nordöstlich von Rabat dehnen sich auf Sandboden ausgedehnte Korkeichenwälder aus (Mamora), die wir besichtigen konnten. Die Bestände sind durch Übernutzung meist offen und degradiert. Unter dem Einfluss des französischen Protektorates ist eine rationelle Bewirtschaftung eingetreten, die einen gewissen Schutz mit sich bringt, so dass eine Verbesserung des Waldbildes eintritt. Nach Emberger ist das Klima semiarid mit einem mittleren jährlichen Niederschlag von ca. 500 mm. Die erste Beschreibung verdanken wir Braun-Blanquet und Maire 1924.

Der floristische Aspekt dieser Wälder ist je nach Bestandesschluss und Bodenzustand ziemlich wechselnd. Wir entnahmen die Bodenproben Nr. 20—23 (Tab. 1) in einem verhältnismässig dichten Waldteil unter älteren Baumgruppen mit unverletztem Boden. An dieser Stelle zeigte der Wald folgende floristische Zusammensetzung (vom Oberwuchs wurden ca. 4 a berücksichtigt, vom Unterwuchs die zentraleren Teile, ca. 0,5 a; die Bodenoberfläche wies eine Neigung von 5° gegen NW auf):

Baumschicht:	Strauchschicht:
3—4 *Quercus suber*	4 *Chamaerops humilis*
+ *Pirus mamorensis*	1 *Asparagus aphyllus*

1 *Cytisus linifolius*
2 *Cistus salvifolius*
+ *Thymelaea lythroides*
1 *Daphne gnidium*
2 *Lavandula stoechas*
+ *Phillyrea angustifolia*

Krautschicht:

2 *Anthoxanthum ovatum*
1 *Lolium rigidum*
1 *Urginea maritima* var. *stenophylla*
+ *Urginea fugax* var. *maior*
+ *Leucoium trichophyllum*
2 *Rumex bucephalophorus*
+ *Silene longicaulis* var. *longipes*
+ *Stellaria media*
+ *Arenaria marginata*
+ *Loeflingia baetica* var. *micrantha*
+ *Paronychia echinata*
1 *Bunium mauritanicum* var. *Perrotii*
+ *Biscutella lyrata*
1 *Ornithopus isthmocarpus*
+ *Coronilla repanda*
+ *Vicia angustifolia*
+ *Erodium aethiopicum*
+ *Geranium purpureum*
+ *Mercurialis annua* var. *ambigua*
2 *Helianthemum guttatum*
+ *Elaeoselinum meoides*
+ *Cerinthe gynandra*
+ *Stachys arvensis*
+ *Linaria bipartita*
+ *Linaria simplex*
+ *Anthirrhinum orontium*
+ *Rubia peregrina*
+ *Kentranthus calcitrapa*
+ *Campanula rapunculus* var. *verruculosa*
+ *Evax pygmaea*
+ *Filago gallica*
+ *Chrysanthemum viscido-hirtum*
2 *Tolpis nemoralis*
2 *Hedypnois arenaria*
+ *Andryala integrifolia*
1 *Crepis bulbosa*

Diese Bestandesaufnahme ist wohl für die Mamora repräsentativ, aber kaum für die marokkanischen Korkeichenwälder überhaupt. Emberger macht auf die grosse floristische Verwandtschaft zwischen dem Quercetum ilicis und dem Quercetum suberis aufmerksam, und Braun-Blanquet bezieht 1936 das Gebiet der Korkeichenwälder in das Quercion ilicis ein. In unserem Bestande herrschen die sandliebenden Arten vor. Auch die für das Quercetum suberis charakteristischen acidiphilen Arten fehlen dem Quercetum ilicis. Somit sind die Beziehungen unseres Bestandes zu diesem letzteren wenig eng.

Die weite Verbreitung der *Quercus suber*-Bestände im semiariden Gebiete erscheint überhaupt etwas merkwürdig. *Quercus suber* kommt auch in Marokko nur auf kalkfreien Böden vor. Die eigentliche Heimat dieser Bestände wird im humiden Gebiete zu suchen sein, und die Ausbreitung im semiariden Gebiete kann nur über kalkarmem Untergrunde erfolgen oder auf entkalktem Sand-

boden, wie bei Rabat. Wahrscheinlich benötigt das Quercetum suberis im Vergleich zum Quercetum ilicis eine etwas grössere Ozeanität des Klimas, womit auch eine stärkere Auswaschung der Böden verbunden ist. *Quercus ilex*-Bestände dagegen gedeihen ebensogut auf Kalkböden wie auf kalkfreier Unterlage.

Der Boden des Mamora-Waldes ist ein loser Sandboden, der bis in grosse Tiefen völlig entkalkt ist. Sowohl unsere Bodenproben aus dem geschlossenen Walde als auch die Tiefenproben Nr. 24—25 aus einem Strassenanschnitt waren völlig entkalkt. Trotzdem reagierten sie alle alkalisch. Die schwärzlichen Oberflächenproben wiesen einen kleinen Humusgehalt auf (4—8 % Glühverlust) und etwas (1 Probe sogar reichlich) kolloidalen Humus. Grössere Unterschiede ergab die Untersuchung auf die Korngrösse (vgl. Tab. 2 Nr. 20—25). Die sandige Struktur veränderte sich etwa von einem Meter an abwärts und machte einem tonigen, hart austrocknenden Unterboden Platz, der unterhalb 2,5 m langsam in verwitterten, kalkigen Sandstein überging. Parallel dazu nahm der Gehalt an Grobsand und Feinsand, der zusammen in den oberen Bodenschichten über 90 % ausmachte, bis auf 55 % ab, während der Tongehalt von etwa 5 % in der Oberflächenschicht und 2,2 % in 35 cm Bodentiefe bis auf 39,3 % anstieg. Es hat also hier eine ausserordentlich starke Durchschlämmung von Ton in die tieferen Bodenschichten stattgefunden. Vorgängig muss eine ebenso intensive Entkalkung eingetreten sein; denn der eozäne Sandstein, der die Grundlage bildet, besitzt nach Emberger und Maire (1924, S. 178) einen Karbonatgehalt von 78 %.

Braun-Blanquet und Maire haben 1924 die ersten Aziditätsbestimmungen der Mamorasande veröffentlicht; ihre kolorimetrisch gewonnenen Werte schwanken um den Neutralpunkt (6,9—7,2), liegen also etwas tiefer als die unsrigen.

Über die Entstehung dieser Böden haben Emberger und Zaborski und Malycheff gearbeitet[15].

Durch Auslaugung der Sandkalke entsteht zuerst ein sandig-toniger Boden (Hamri), und indem im Laufe der Zeit der Ton durch den absteigenden Wasserstrom des Winters in grössere

[15] Cit. nach Emberger und Maire 1934 und nach Miège 1937.

Bodentiefen umgelagert wird, bilden sich ein sandiger Oberboden und ein toniger Unterboden aus, beide rotgefärbt und entkalkt (semihumider Boden nach Emberger und Maire, 1934). Wird der Sand vom Winde verblasen, so gelangt der Ton an die Oberfläche, und wird dieser verschwemmt, so erscheint schliesslich wieder der blosse Fels. Auf solche Vorgänge führen Emberger und Maire (1934) die grosse Vielgestaltigkeit der Böden in der Umgebung von Rabat zurück.

Dieser Abbau der Böden wurde durch die Zerstörung der Wälder in hohem Masse begünstigt. Auch im Innern des Mamora-Waldes kann man das Fortschreiten der Bodenzerstörung überall beobachten. Die unverletzte, humose Oberflächenschicht, die dem natürlichen Walde entsprechen würde, ist nur im dichteren Bestande erhalten oder vielleicht neu gebildet; an den offeneren Stellen tritt überall der rote Sand des A_2-Horizontes zutage. Wahrscheinlich wurde durch die Entwaldung oder die Auslichtung der Wälder auch die intensive Tonumlagerung begünstigt und beschleunigt. Es ist aber auch die Möglichkeit ins Auge zu fassen, dass diese ausgesprochen humide Form der Bodenbildung nicht in dem semiariden Klima der Gegenwart, sondern unter feuchteren Klimaverhältnissen vor sich gegangen ist.

8. Alter mohammedanischer Friedhof bei Asni im Hohen Atlas südlich Marrakesch (ca. 1200 m Meereshöhe). Die Gegend liegt im Gebiete der *Callitris-Juniperus phoenicea*-Stufe, nicht weit vom Unterrande der *Quercus ilex*-Stufe. Die mittleren jährlichen Niederschläge dürften etwa 500 mm betragen. Das Klima ist als semiarid anzusprechen.

Die alten mohammedanischen Friedhöfe bieten infolge der Schonung, die die Pflanzenwelt in ihnen erfährt, verhältnismässig günstige Objekte zum Studium der natürlichen Vegetation. In Asni bildeten Hochgebüsche oder Bäume von *Juniperus phoenicea* und *Olea europaea* einen lockeren Bestand von beträchtlicher Schattenwirkung. Hochstämmige *Chamaerops humilis* war reichlich eingestreut. Wir notierten folgende Begleitflora:

Strauchschicht:
Ephedra Cossonii
Juniperus oxycedrus
Asparagus acutifolius
Clematis cirrhosa
Coronilla ramosissima
Colutea arborescens

Abb. 1. *Juniperus phoenicea* in Aïn Aïssa.
Phot. W. Lüdi.

Abb. 2. *Populus alba* var. *integerrima* in Aïn Aïssa.
Phot. W. Lüdi.

Abb. 1. *Quercus ilex*-Wald in Aïn Aïssa. Rechts baumförmiger *Juniperus oxycedrus* (Herren Prof. R. Maire und E. Wilczek).
Phot. W. Lüdi.

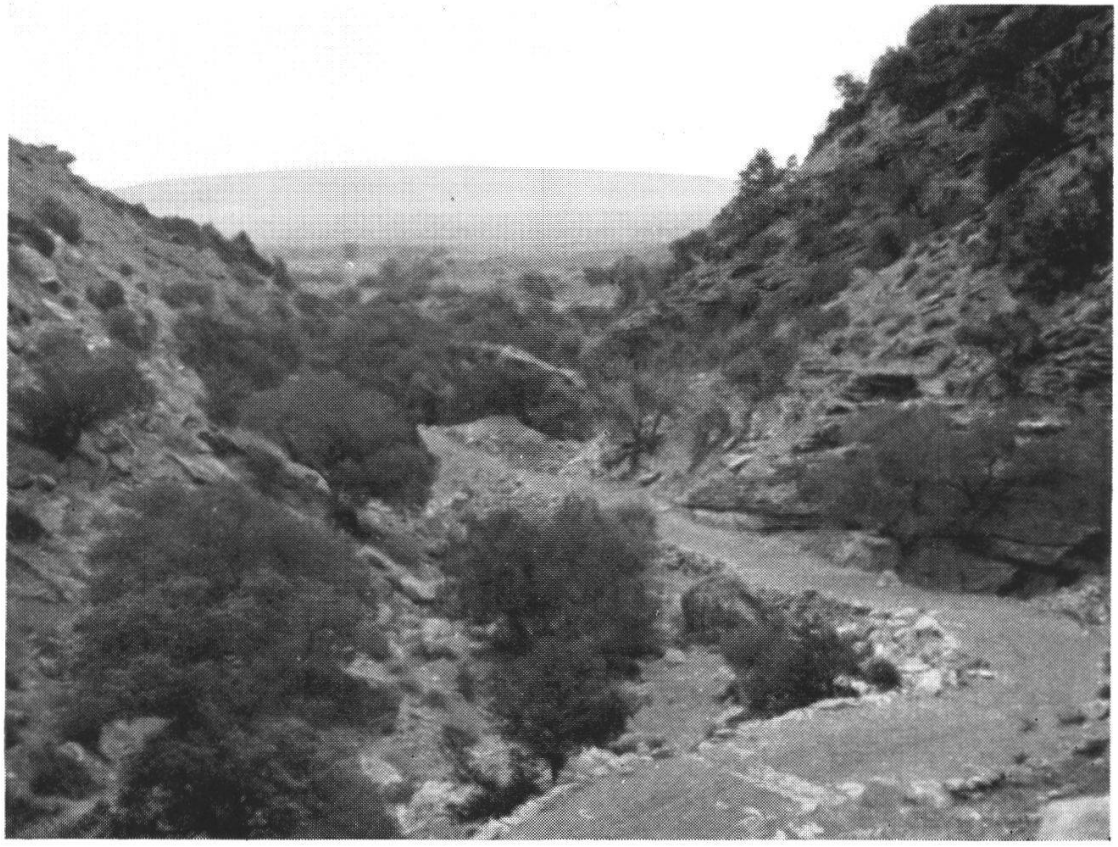


Abb. 2. Ausgang des Waldtales von Aïn Aïssa. Im Hintergrund *Stipa tenacissima*-Steppe. Phot. W. Lüdi.

Krautschicht:
Dactylis hispanica
Poa bulbosa
Urginea maura
Iris sisyrinchium var. *purpurea*
Tamus communis
Ophrys lutea
Loroglossum hircinum
Silene virescens
Hirschfeldia incana ssp. *adpressa*
Biscutella lyrata
Ononis natrix
Lotus maroccanus
Astragalus lanigerus
Lotononis maroccana
Eryngium tricuspidatum
Ferula communis
Thapsia decussata
Thapsia villosa
Polygala Balansae
Helianthemum ledifolium
Helianthemum pilosum var. *pergamaceum*
Ballota hirsuta
cf. *Marrubium vulgare*
Thymus satureioides
Thymus pallidus
Lithospermum apulum
Rubia peregrina
Convolvulus althaeoides
Bryonia dioeca
Bellis silvestris
Phagnalon saxatile
Pallenis spinosa
Cladanthus arabicus
Centaurea pullata
Microlonchus salmanticus
Scorzonera undulata

Unter alten *Juniperus phoenicea*-Bäumen fand sich unverletzter Boden (Probe Nr. 26, Tab. 1). Dieser war von dunkelbrauner Farbe, ziemlich humusreich (11 % Glühverlust) alkalisch und enthielt 7 % Karbonate und ein wenig kolloidalen Humus. Etwas höher am Hang waren an einem Wegeinschnitt ebenfalls unter *Juniperus phoenicea* auch rotgefärbte tiefere Bodenschichten aufgeschlossen (Proben Nr. 27—28, Tab. 1). Diese erwiesen sich als steinfrei, doch in kleinen Knollen verhärtet, sehr alkalisch und ziemlich karbonatreich. Der Kalkgehalt nahm mit der grösseren Bodentiefe zu, blieb aber in 1 m Tiefe mit 17 % noch sehr weit hinter dem Kalkgehalt des unterliegenden Felsens (79 %) zurück, so dass eine beträchtliche Ausschwemmung gelöster Salze stattgefunden hat. Die Untersuchung auf die Korngrösse (Tab. 2, Nr. 26—28) zeigte einen Boden aus vorwiegend gröberen Bestandteilen, mit einem Maximum des Grobsandes in 20 cm Tiefe und einem starken Rückgang des kolloidalen Tones in der grösseren Bodentiefe, der durch eine Zunahme der Schluffraktion ausgeglichen wird.

Der Boden ist zu der Roterde zu stellen, die in der Umgebung von Asni und bis in die Ebene von Marrakesch hinab herrschend ist.

9. *Callitris articulata*-Bestand südlich Mogador, auf ebenem Boden in Küstennähe, mittlerer jährlicher Niederschlag gegen 300 mm, Klima semiarid. Das Hochgebüsch von *Callitris* war durch die Nutzung stark degradiert und offen. Die geschlosseneren Teile ergaben auf der Fläche von etwa 2 a folgende floristische Zusammensetzung:

Oberwuchs:
Callitris articulata
Argania spinosa (vereinz.)
Strauchschicht:
Osyris lanceolata
Genista ferox
Cytisus mollis
Cistus salvifolius
Halimium halimifolium
Pistacia lentiscus
Globularia alypum
Phillyrea media
Krautschicht:
Stipa tenacissima
Festuca coerulea
Asphodelus microcarpus
Allium album
Gladiolus byzantinus
Leucoium trichophyllum
Biscutella lyrata
Carrichtera annua
Malcolmia Broussonetii
Helianthemum racemosum
Fumana thymifolia
Thymus Broussonetii
Linaria multipunctata
Volutaria Lippii

Zwei Bodenproben (Nr. 29—30, Tab. 3) aus der oberflächlichen Schicht besassen eine dunkelbraune Farbe, waren etwas humos (6 resp. 13 % Glühverlust), alkalisch, mit kleinem Gehalt an Karbonat und kolloidalem Humus. Einzelne Kalkkonkretionen waren vorhanden, allem Anschein nach aber keine Krustendecke.

In der Nähe konnte ein tiefer gehendes Profil an einem kleinen Steinbruch angesehen werden. Die ursprüngliche Oberflächenschicht, wie sie in den Bodenproben 29 und 30 des *Callitris*-Gebüsches erhalten war, fehlte; sie war abgetragen oder doch bei der Bodenbearbeitung verlorengegangen. Das Profil zeigte:

0— 30 cm: dunkelbraune, stein- und kalkreiche Erde. Reichlich Quarzsteinchen, etwas Kalkkonkretionen;
ca. 30— 60 cm: wie 0—30, doch rotbraun, zahlreiche Kalkkonkretionen;
60—100 cm: weisslich-mehliger Kalkboden mit gerundeten Quarzsteinen, gegen unten in die aufgelockerte Felsoberfläche übergehend;
100 cm: bankig geschichteter Kalkfels.

Vergleiche dazu die Bodenproben Nr. 31—33 (Tab. 3). Die Probe aus 80 cm Tiefe enthielt eine Spur von freien Chloriden.

Tabelle 3. Untersuchungsergebnisse der Bodenproben 29—49.
(Zur Erklärung vgl. S. 227.)

Nr.	Herkunft	Bodentiefe cm	Färbung	pH	Ca CO_3 %	Glühverlust %	Kolloid. Humus
29	Mogador, Callitris-Bestand	5	dunkelbraun	7,89	0,5	6	—1
30	„	5	dunkelbraun	7,96	2,5	13	—1
31	Mogador, Steinbruch	20	dunkelbraun	8,61	24,5		0
32	„	50	rotbraun	8,10	49		0
33	„	80	weisslich	8,08	74		0
34	Beni Mellal, Strasse	30	dunkelbraun	8,63	8,5	8	0
35	„	60	dunkelbraun	8,72	12,5	5	0
36	„	140	hellrötlich	8,75	29		0
37	„	220	rotbraun	8,74	26,5		0
38	Tigart, unter Argania	5	dunkelbraun	8,28	9	19	—1
39	Oued Tameri, unter Euphorbien	5	braun	8,42	20,5	9	Spur
40	Timensur, Strasse	5	braun	8,66	16	4	0
41	„	30	braunrötlich	8,49	20		0
42	„	50	weissrötlich	8,76	37		0
43	„	90	weissrötlich	8,34	37,5		0
44	„	140	weissrötlich	8,41	33,5		0
45	Srarla, unter Zizyphus	5	rötlichbraun	8,40	3	5	0
46	„	25	dunkelbraun	8,27	2	10	0
47	„	50	hellbraun	8,48	39,5		0
48	„ (Strasse)	30	hellbraun	8,51	29		0
49	„	50	hellbraun	8,65	43		0

Der ursprüngliche Fels, aus dem sich dieser Boden bildete, war vermutlich ein Kalkfels mit Quarzeinschlüssen. Bei der Verwitterung wurde Kalk gelöst und in tiefere Bodenschichten fortgeführt, wo er zum Teil wieder ausgefällt wurde und in 30—60 cm Bodentiefe die Konkretionsschicht bildete. Die Quarzsteine blieben als nicht verwitterbare Reste zurück und reicherten sich im Laufe der Zeiten im Boden an. Auch aus der tieferen Bodenschicht wurde ein Teil des Kalkes gelöst und weggeführt, da die Feinerde merklich karbonatärmer ist als der Fels (74 gegen 85 %). Wahrscheinlich ist auch Kalk aus dieser Schicht von aufsteigenden Wasserströmungen in die überliegende Konkretionsschicht gebracht worden. Wesentlicher war aber wohl die Abfuhr nach der Tiefe, wofür der wenig mächtige Verwitterungsboden und der durchlässige Kalkfels des Untergrundes sprechen.

In der weiteren Umgebung haben wir aber auch zahlreiche Stellen bemerkt, an denen der Kalktransport mit dem aufsteigenden Wasser viel grösseren Umfang angenommen hatte, so dass

Tabelle 4. Korngrössenbestimmung der Bodenproben 34—44.
(Zur Erklärung vgl. S. 227.)

Nr.	Herkunft	Bodentiefe cm	Ton %	Schluff %	Feinsand %	Grobsand %
34	Beni Mellal, Strasse	30	12,7	23,7	56,3	7,3
35	„	60	13,6	32,4	46,8	7,2
36	„	120	34,0	30,5	33,4	2,1
37	„	220	37,0	43,5	16,2	3,3
40	Timensur, Strasse	5	6,9	3,4	23,1	66,6
41	„	30	15,8	1,6	21,8	60,8
42	„	50	9,5	2,7	28,8	59,0
43	„	90	12,0	2,0	30,2	55,8
44	„	140	9,8	0,9	15,8	73,5
40 a	„	5	9,7	3,3	28,9	58,1
41 a	„	30	10,6	6,6	19,2	63,6
42 a	„	50	7,1	8,1	24,7	60,1
43 a	„	90	8,7	6,8	23,3	61,2
44 a	„	140	4,0	8,0	16,0	72,0

unter der Oberfläche richtige Kalk-Krustendecken und unterhalb dieser tonige Bodenhorizonte entstanden. Die erste solche Kruste sahen wir bei Safi, am Rande des Plateaus gegen den Steilabsturz zum Meer. Hier lag unter der Krustendecke eine tonige Anreicherungsschicht, die als Überrest eines tonig-kalkigen und später teilweise entkalkten Verwitterungsproduktes zu betrachten ist. Durch von der Oberfläche her eingeschwemmten Ton wurde diese Schicht vor der Bildung der Kalkdecke noch verstärkt. Zwei in ihrer Richtung entgegengesetzte Bewegungen des Wassers im Boden führten also zu einer ausgesprochenen Schichtbildung: der aufsteigende Wasserstrom zur Verlagerung von Kalk gegen die Oberfläche, der absteigende Strom zur Verlagerung von Kalk und von Tonteilchen in die Tiefe. Wahrscheinlich gehen beide Vorgänge unter den heutigen Klimaverhältnissen parallel nebeneinander vor sich, der eine im feuchten Winter bei starken Regengüssen, der andere im Sommer.

10. Weit im Landesinnern, am Fusse des Mittleren Atlas, fanden wir 13 km südwestlich von Beni Mellal ein entsprechendes Bodenprofil. Das Klima ist dort semiarid mit mindestens 400 mm Niederschlägen, und die natürliche Vegetation dürfte ein

Callitris - Bestand gewesen sein. Heute trägt der Boden Getreidekulturen, die zur Zeit unseres Besuches einen schönen Stand zeigten. Das Bodenprofil lag an einem tiefen und ganz frischen Strasseneinschnitt. In der Studie von T. G. B. Osborn unseres Sammelbandes findet sich eine Photographie (Taf. XII, Abb. 1). Der Boden zeigte folgende Schichtung:

0— 60 cm: dunkelbraune Feinerde mit vereinzelten Konkretionen, gegen die Oberfläche dunkler;
60—180 cm: rötlichbraune Feinerde mit reichlichen, gegen oben hin besonders dicht eingestreuten Konkretionen (meist klein, vereinzelt auch gross), etwas tonig, besonders gegen unten;
180—200 cm: rötlichbraune, tonige Feinerde.

Die entnommenen Bodenproben (Nr. 34—37, Tab. 3) erwiesen sich alle als sehr alkalisch (pH 8,63—8,75); der Karbonatgehalt nahm von der Oberfläche bis in den Konkretionshorizont von 8,5 auf 29 % zu (Konkretionen 68 %) und hielt sich im unterliegenden tonigen Boden auf 26,5 %. Die Korngrösse wurde nach Entfernung der Karbonate untersucht (Tab. 4) und ergab einen geringen Gehalt an Grobsand, der in den oberen Bodenschichten am höchsten war. In dem A-Horizont dominierten Feinsand und Schluff, bei reichlichem Tongehalt; im Konkretionshorizont nahm der Tongehalt stark zu, so dass sich Ton, Schluff, Feinsand und Karbonat ungefähr die Waage hielten, und in den tieferen Bodenschichten dominierten Ton und Schluff neben dem Karbonat, während auch der Feinsand zurückging.

Die Karbonatanreicherung in der Konkretionsschicht ist zum grösseren Teil von oben her erfolgt. Für die starke Tätigkeit des absteigenden Wassers spricht auch die Verlagerung des Tones in die bedeutenden Tiefen des Bodens.

11. Von Mogador gegen Süden hin gelangten wir in das aride *Argania spinosa* - Gebiet. *Argania* bildet auf den Vorbergen des Hohen Atlas ausgedehnte Bestände, oft mit schönen und grossen Bäumen. Es handelt sich aber dabei um Kulturen, ähnlich wie diejenigen von *Olea europaea* oder *Ceratonia siliquosa* in Südeuropa. *Argania* ist der Ölbaum dieses Landes[16]. Die Bestände

[16] Vgl. Paul Jaccard, Einiges über den marokkanischen Eisenbaum (*Argania Sideroxylon*). Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 1926 (5 S.). — Jd., L'Arganier, Sapotacée oléagineuse du Maroc. Pharmaceutica Acta Helvetiae 1926 (7 S.).

sind licht; aller Unterwuchs ist entfernt; der Boden wird bearbeitet und bei günstiger Witterung auch mit Getreide angesät. Gut erhaltene natürliche Holzbestände haben wir in diesem Gebiete nicht gesehen. Am günstigsten waren die Verhältnisse bei Tigart, 40 km nördlich von Agadir. Hier fanden wir noch wohlerhaltene Restvegetation, einen durch Auslichtung und Beweidung stark degradierten Bestand von *Argania* mit *Acacia gummifera, Ceratonia siliquosa, Pistacia lentiscus.* Als Lianen waren häufig *Ephedra altissima, Periploca laevigata* und *Senecio anteuphorbium.* Dazu kam eine reiche Begleitvegetation.

Eine unter *Argania* entnommene oberflächliche Bodenprobe (Nr. 38, Tab. 3) zeigte einen dunkelbraunen, humusreichen, stark alkalischen Boden, ebenso eine weiter nördlich am Oued Tamari im Bestande der kaktoiden *Euphorbia officinarum* var. *Beaumierana* und *Euphorbia regis jubae* entnommene Probe (Nr. 39, Tab. 3).

Der Boden dürfte hier im allgemeinen Kalkkrustendecken tragen, die aber in der Tiefe des Bodens verborgen sind und erst bei der Abtragung der obersten Bodenschicht sichtbar werden. Ein gutes Profil dieser Art wurde bei Timensur, 41 km südlich von Agadir aufgenommen. Der Klimacharakter ist hier verschärft arid; denn der mittlere jährliche Niederschlag beträgt nur 100 bis 200 mm. Doch rechnet Emberger das Gebiet noch zum *Argania*-Gürtel. Das Bodenprofil ergab folgende Schichtung:

0— 35 cm: rötlichbraun, oben dunkler, sandig mit wenigen kalkigen Konkretionen und vielen Schneckenschalen;
35— 55 cm: grössere und kleinere kalkige Konkretionen in loser Lagerung, Feinerde rötlich-weiss, sandig, viele Schneckenschalen;
55—140 cm: rötlichweiss, sandig, etwas Konkretionen.

Vergleiche dazu die Bodenproben Nr. 40—44 (Tab. 3) und die Abb. 1, Taf. XVIII.

Die Oberflächenschicht enthielt etwas Humus, war aber jedenfalls nicht ungestört. Die Reaktion des Bodens blieb in allen Horizonten ausgesprochen alkalisch (8,34—8,76); kolloidaler Humus war keiner vorhanden; aber auch Chloride und Sulfate fehlten im wässerigen Auszuge. Der Karbonatgehalt stieg von der Oberfläche bis zum Konkretionshorizont an (von 16 auf 37 %), blieb unter der Kalk-Konkretionsschicht auf der gleichen Höhe,

und erst die Probe aus 140 cm Bodentiefe zeigte eine geringe Abnahme. Der Gehalt der Konkretionen an Karbonaten war mit 47 bis 51 % um 10—14 % höher als in der Feinerde. Die Beschaffenheit des frischen Bodens erschien sandig. Um die Einwirkung des Kalkkarbonates auf die Körnung festzustellen, wurde die Korngrössenbestimmung nach der Lösung der Karbonate (Tab. 4, Nr. 40—44) und mit den Karbonaten (Tab. 4, Nr. 40a—44a) durchgeführt. Im Gegensatz zu dem Boden von Ifrane behielt dieser Boden mit Karbonat und ohne Karbonat seinen grobsandigen Charakter bei. Der Grobsand erreichte in der Tiefe das ausserordentlich hohe Maximum von 73,5 %. Durch die Lösung der Karbonate wurde mit Ausnahme des obersten Horizontes der Schluffgehalt stark verringert, der Tongehalt etwas erhöht. Der Ton zeigte unmittelbar über dem Konkretionshorizont eine Anreicherung auf 15,8 % (resp. 10,6 %), die wohl auf Hemmung der Durchschlämmung durch die Kalkkruste zurückzuführen ist.

Noch weiter südlich, am Oued Massa, traten massige, kompakte Kalkkrusten auf, wahrscheinlich auf alter Flussalluvion. Diese Kalkkrusten waren mehr oder weniger unregelmässig beschaffen. Unter den Krusten fand sich meist eine kiesige Erde, zum Teil mit grossen Kalkblöcken. An andern Stellen war diese tiefere Bodenschicht auch steinfrei, sogar etwas lehmig. Soweit die Oberflächenschicht sich erhalten hatte, lag über der Kruste eine kalkärmere, kiesige Erde (reich an Quarzen). Wir geben in der Abbildung 2, Taf. XVIII das Bild eines solchen Bodenprofils.

12. Bei Srarla, etwa 55 km nordöstlich von Marrakesch, konnten wir die steppenartige Vegetation der zentralmarokkanischen Ebene näher ansehen. Das Klima ist bei 200—300 mm jährlichen Niederschlägen arid. Mageres Weideland dehnt sich weithin aus; die Kulturen sind spärlich; doch war zur Zeit unseres Besuches die Ebene infolge der verhältnismässig reichen Regenfälle in ein leichtes Grün gehüllt. Da und dort treten krüppelhafte Holzpflanzen vereinzelt oder in Gruppen hervor, xerische Arten wie *Zizyphus lotus, Acacia gummifera, Lycium intricatum.* Die Bodenproben Nr. 45—46 (Tab. 3) entnahm ich unter einem Bäumchen von *Zizyphus lotus,* an dem sich *Ephedra altissima* emporrankte. In der Umgebung herrschte

Atriplex halimus mit *Asparagus stipularis, Herniaria lenticulata, Diplotaxis tenuisiliquosa, Mesembryanthemum nodiflorum, Frankenia corymbosa, Limonium Thuini, Lycium intricatum, Anacyclus maroccanus.* Der Boden war sehr hart, arm an Steinen, die sich als kleine Quarze erwiesen, dunkelbraun mit merklichem Gehalte an Humus (Glühverlust in 5 cm Tiefe = 5 %, in 25 cm Tiefe = 10 %). Die Bodenreaktion war stark alkalisch, der Karbonatgehalt gering (2—3 %). Dagegen zeigte der wässerige Bodenauszug einen starken Gehalt an Chloriden, worauf bereits das reichliche Vorkommen von *Atriplex halimus* hatte schliessen lassen. Es handelte sich also um einen Salzboden. Wahrscheinlich lag in der Tiefe eine Kalkkruste. Diese war in der Nähe, an der Strasse und an einem Bachrand mehrfach aufgeschlossen, und die Bodenproben Nr. 47—49 stammen aus diesen Krusten-Horizonten. Sie enthielten alle reichlich Chloride und die Proben 47 und 48 auch etwas Sulfate.

Die Felsunterlage ist hier Silikatgestein, von dem in der Nähe einige Felshügelchen auftauchten. Emberger und Maire (1934, S. 183) erklären das Auftreten von Kalkkrusten auf dieser kalkarmen Unterlage durch Herbeitransport des Kalkes aus der Ferne, entweder durch den Wind oder durch die Tiefengewässer. Für unseren Fall scheint die letztere Erklärungsweise eher zuzutreffen, da der Kalkgehalt an der Oberfläche klein ist und mit grösserer Bodentiefe stark zunimmt.

Gegen Beni Mellal hin blieben Klima und Vegetation wenig verändert, und Kalkkrusten waren wohl allgemein vorhanden, aber normalerweise 30—50 cm tief in den Boden versenkt. Durch Abspülung auf den flachen Rücken der Bodenwellen, sowie durch Strassenbau und andere menschliche Tätigkeit wurden sie vielerorts sichtbar. Unter der Kruste trat in der Regel Roterde auf. Mit der Annäherung an den Mittleren Atlas nahmen die Krusten ab. Oft kam die mächtige Roterde bis an die Bodenoberfläche, und die Kalkanreicherungsschicht war hier nicht mehr durch eine kompakte Kruste, sondern nur durch Einlagerung einer mehr oder weniger deutlichen Schicht kleiner Konkretionen angedeutet. Die Ursache liegt nicht im Mangel an Kalk, sondern in der Abnahme der Aridität des Klimas; denn mit der Annäherung an das Ge-

birge nehmen die Niederschläge rasch zu. Die Verbesserung der klimatischen Verhältnisse findet ihren Ausdruck auch in der Zunahme der Bebauung und im besseren Stande der Saaten.

Überblick. Wir haben im Vorstehenden unsere marokkanischen Böden in einer Reihenfolge besprochen, die nach dem Grad der Humidität der Bodentypen geordnet ist und haben eine Reihe erhalten, die von humiden zu ariden Böden führt und der auch ein Wechsel der Vegetation parallel geht.

Humid sind die gereiften Böden aus den Wäldern des Mittleren Atlas bei Azrou, sowohl der Wälder von *Cedrus atlantica,* als auch der *Cedrus-Juniperus thurifera*-Mischwälder, der *Quercus ilex*-Wälder, der *Quercus faginea*-Wälder. Der gereifte Boden bildet einen humosen A_1- und einen braunerdigen A_2-Horizont, die beide weitgehend entkalkt sind, aber doch meist noch Spuren von Karbonat enthalten. Im A_1-Horizont sind wesentliche Mengen von kolloidalem Humus eingelagert. Von Podsolierung sind keine Spuren vorhanden; ein im Bodenprofil sichtbarer B-Horizont kommt nicht zur Ausbildung, und die Böden zeigen eine alkalische oder doch neutrale Reaktion. Nur lokal, namentlich bei Degradation, tritt eine leichte Versauerung ein. In geglühtem Zustande erhalten die entkalkten Böden eine kräftig ziegelrote Färbung.

Die Böden sind also nur schwach ausgelaugt und die Sesquioxyde wahrscheinlich in unbedeutendem Masse umgelagert. Dem absteigenden Wasserstrome des Winterhalbjahres folgt ein kräftiger, aufsteigender Strom während der sommerlichen Trockenperiode, der in den oberen Bodenschichten ein annäherndes Gleichgewicht schafft zwischen der aufsteigenden und absteigenden Bewegung der Bodensalze. Die Korngrössenbestimmung der Böden ergab ein Vorwiegen der sandigen Fraktionen. Der Grobsand nahm mit der grösseren Bodentiefe ab; der Tongehalt veränderte sich nur wenig.

Diese schwach ausgeprägte Humidität ist mit der Humidität in den mitteleuropäischen Braunerdegebieten nicht zu vergleichen. Sie erscheint auch geringer als im allgemeinen in der immergrünen

Stufe (Quercion ilicis) der Apenninenhalbinsel[17], und wir bezeichnen die Böden besser als subhumid oder semihumid.

Der semihumiden Gruppe schliessen sich am nächsten an die Böden des *Quercus ilex*-Waldes von Ifrane im Mittleren Atlas, des *Quercus ilex*-Waldes von Tizi-n-Test im Hohen Atlas, des *Quercus ilex-Juniperus phoenicea*-Mischwaldes von Aïn Aïssa bei Aïn Sefra und die des Friedhofs von Asni im Hohen Atlas (*Juniperus phoenicea*-Gebiet). Auch hier finden wir eine deutliche Humushäufung an der Bodenoberfläche; doch ist die Menge des kolloidalen Humus sehr klein. Die Reaktion der Böden ist auch auf kalkarmer Unterlage ausgesprochen alkalisch; die Auslaugung des Kalkes ist kaum mehr vorhanden. Bei kalkreichen Böden tritt bereits eine leichte Konkretionsschicht im Boden auf (Ifrane), bei kalkarmen Böden eine schwache Anreicherung der oberen Bodenschichten (Aïn Aïssa, Tizi-n-Test). Die Färbung des humusfreien Bodens ist in der Regel ein kräftiges Rot, wodurch die Unterböden roterdig werden. Die beiden auf Korngrösse untersuchten Profile dieser Gruppe ergaben keine Übereinstimmung. Ifrane besass starke Häufung von Ton in den obersten Bodenschichten, Tizi-n-Test in den tiefgelegenen Schichten. In beiden Profilen dominierten die groben Bestandteile; doch zeigte die Untersuchung, dass der Grobsand im Profil von Ifrane beinahe ausschliesslich aus Kalkkörnchen bestand, welche die feinen Bodenpartikelchen einschlossen.

Hier ist ein weitgehender Gleichgewichtszustand zwischen absteigendem und aufsteigendem Wasserstrom vorhanden, wobei in der Auswirkung dieser beiden Komponenten die primäre Beschaffenheit des Bodens, namentlich Kalkgehalt und Durchlässigkeit von bedeutendem Einfluss zu sein scheint. Im Horizont der Gleichgewichtslage zwischen den Wirkungen des absteigenden und des aufsteigenden Bodenwasserstromes entsteht eine Ansammlung von löslichen Salzen, die im Extrem zur Bildung der Kalkkrusten führt. Diese liegen gewöhnlich in ± 50 cm Bodentiefe; doch ist ihre Tiefenlage von der Intensität der Niederschläge resp. von der Menge des in den Boden einsickernden Wassers,

[17] Nach unveröff. eigenen Untersuchungen. Vgl. auch: W. Lüdi, Beitrag zur regionalen Vegetationsgliederung der Apenninenhalbinsel. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich *12* 1935 (212—239).

von der Menge der gelösten Salze und von der Durchlässigkeit des Bodens abhängig. Die Konkretionshorizonte werden in einem Sandboden tiefer liegen als in einem tonreichen Boden, bei Kalkreichtum grössere Mächtigkeit annehmen als bei Kalkarmut.

Dieser Bodentyp ist arid. Wir können aber die Böden der trockenen *Quercus ilex*- und der *Juniperus phoenicea*-Wälder infolge der schwachen Ausprägung der ariden Merkmale, namentlich wegen des Fehlens geschlossener Krustendecken als semiarid bezeichnen.

Die Böden der *Quercus suber*-Wälder von Mamora bei Rabat dagegen müssen zu der semihumiden Gruppe gerechnet werden und unterscheiden sich durch die völlige Entkalkung und durch die starke Verlagerung des Tones in die tieferen Bodenschichten, während die Humuseinlagerung sehr gering ist. Diese Eigentümlichkeiten wurden wahrscheinlich durch die grobsandige Beschaffenheit der Böden, welche die leichte Zirkulation des Wassers bis in tiefe Bodenschichten gestattete, ermöglicht und durch unzweckmässige Waldwirtschaft und Bodenbehandlung begünstigt. Vielleicht verdankt diese Bodenbildung ihre Entstehung im wesentlichen einer früheren Zeitperiode mit feuchterem Klima.

Ein Schritt weiter führt uns zu den Böden in dem *Callitris articulata*-Gebiet von Mogador und Beni Mellal. Die Böden reagieren ausgesprochen alkalisch. Sie weisen unter der natürlichen Vegetation einen dunkelbraunen A_1-Horizont mit deutlicher, wenn auch nicht sehr bedeutender Humushäufung auf. Kolloidaler Humus findet sich aber nur in sehr geringer Menge. Der Kalk bleibt grösstenteils im Boden erhalten und reichert sich in einer unter der Oberfläche gelegenen Schicht in Form von Konkretionen an. Die tieferen Bodenschichten sind meist rot oder rotbraun gefärbt, bei höherem Kalkgehalt hellbraun oder wie die Kalkkontretionsschichten hellrötlich oder weisslich.

Das auf die Korngrösse untersuchte Bodenprofil von Beni Mellal zeigte wenig Grobsand und mit steigender Bodentiefe eine starke Abnahme der sandigen Bodenbestandteile, so dass ein toniger Unterboden entstand.

Soweit keine zusammenhängenden Kalkdecken vorliegen, stellen wir die hierher gehörenden Böden noch zu der Gruppe der

semiariden Böden. Ein Teil der *Callitris*-Böden dürfte aber doch typisch arider Natur sein.

Ausgeprägt arid ist der Boden im *Argania spinosa*-Gebiet Südwestmarokkos und im *Zizyphus-Acacia gummifera*-Gebiet des zentralen Marokko. Hier dringt der absteigende Wasserstrom gewöhnlich nur wenig tief in den Boden ein, und normalerweise sind in 30—50 cm Tiefe geschlossene Kalkdecken vorhanden, entweder aus einer dicken Schicht von rundlichen Konkretionen oder aus einem festen Kalkstein von sinterartiger Beschaffenheit. Diese gelangen oft durch Abtragung der obersten Bodenschicht an die Oberfläche. Auf kalkreichen Böden können sie grosse Mächtigkeit erlangen; sie treten aber, wenngleich kaum allgemein, auch auf kalkarmer Unterlage auf, wobei der Kalk durch die Gewässer des Bodens oder durch den Wind herbeigeführt sein kann oder sich bei der Verwitterung im Laufe der Zeiten anreicherte. Die Färbung der Böden ist ähnlich wie bei der vorigen Gruppe; doch sind die hellen Färbungen häufiger. Die unverletzte Bodenoberfläche hat ebenfalls einen dunklen A_1-Horizont mit wesentlichem Gehalt an mildem Humus.

Wir haben diese ariden Böden in zwei Stufen der Ausbildung gefunden: im einen Falle war Kalziumkarbonat im Boden angereichert; im andern Falle war ausserdem eine bedeutende Menge leicht löslicher Salze (Chloride und etwas Sulfate) vorhanden. Im *Argania*-Gebiet fanden wir nur Kalkanhäufung; im *Zizyphus-Acacia gummifera*-Gebiet von Haouz daneben auch die Salzböden.

Ohne auf bodenkundliche Probleme näher einzutreten, wollen wir doch einige allgemeine Bemerkungen anschliessen. Die von uns untersuchten Bodenproben ergeben trotz ihrer kleinen Zahl eine zusammenhängende Reihe von Bodentypen, die vom schwach humiden bis zum ausgesprochen ariden Boden führt mit unmerklichen Übergängen. Die Vielgestaltigkeit der marokkanischen Böden ist jedenfalls noch wesentlich grösser. So fehlen in unserer Aufstellung die wegen ihrer Fruchtbarkeit besonders geschätzten schwarzen Böden des westlichen Küstengebietes, die sogenannten Tir. Es ist auch anzunehmen, dass im Gebiete des Rif etwas humidere Böden auftreten, als wir sie im Mittleren Atlas gefunden haben. Insbesondere werden sich aber bei eingehender Erfor-

schung zahlreiche feinere Abänderungen ergeben, bedingt durch den Charakter des Ausgangsmaterials, aus dem sich der Boden gebildet hat. In dieser Hinsicht sind besonders Kalk-, Ton- und Sandgehalt wichtig. Ferner kommt der Lage zum Grundwasserspiegel eine bedeutende Rolle zu. Nicht nur im humiden Gebiete, sondern beinahe noch mehr unter aridem Klima sind diese Faktoren von Einfluss. Man denke nur an die Bedeutung des Kalkgehaltes des Bodens für die Ausbildung der Kalkkrustendecken. So wird die Schnelligkeit der Bodenreifung, die Leichtigkeit der Degradation und in gewissem Umfange auch das Endprodukt der Verwitterung, das Bodenprofil, wesentlich von den Primärstadien der Bodenbildung mitbestimmt.

Auf die Vielgestaltigkeit der Böden Marokkos haben auch weit zurückliegende Zeitperioden Einfluss. Junge Böden sind nur in den Alluvionen zu erwarten und an steilen Berghängen, wo die Abtragung stark ist, zum Teil erst als Folge der Entwaldung. Die meisten Böden sind alt, reichen mindestens in die Tertiärzeit zurück. Während dieser Jahrmillionen haben bedeutende Klimawechsel stattgefunden, die jeweilen auf die Ausbildung der Bodentypen stark eingewirkt haben und die Böden umformten. Aber dieser Vorgang der Veränderung und das entstehende Produkt sind auch wiederum von dem vorausgehenden Zustande abhängig, und es ist gegenwärtig in vielen Fällen kaum möglich, zu sagen, ob gewisse irgendwie extrem anmutende Bodenformen unter den gegenwärtigen Bedingungen noch entstehen können oder ob sie als Bildungen früherer Zeitperioden betrachtet werden müssen.

Als Beispiel nennen wir nochmals die Böden des *Quercus suber*-Waldes von Rabat (S. 239) und weisen des weitern auf eine Notiz von F. Jaeger[18] hin, der die Frage aufwirft, ob sich heute die Kalkkrusten überhaupt noch bilden. Er stützt sich dabei auf die Feststellung, dass bei Behagle im östlichen Algerien zur Römerzeit zerstörte Kalkkrustenstücke (Pflanzlöcher von Ölbäumen) sich nicht erneuert haben (S. 63). Diese Möglichkeit dürfte wohl nur für Grenzgebiete der Kalkkrustenverbreitung in

[18] Trockengrenzen in Algerien. Petermanns Mitt. Erg. H. Nr. 223. Gotha 1936 (67 S., 4 Taf., 1 Karte).

Betracht fallen. Jedenfalls gehen aber im ariden Klima die Vorgänge der Bodenbildung sehr langsam vor sich; doch dürfen wir auch mit sehr viel längeren Zeiträumen rechnen als in unserem bodenkundlich jungen Mitteleuropa.

Schliesslich kommt als bodenverändernder Faktor noch der Mensch hinzu, der durch die Reutung der Waldbestände, durch den Weidgang, durch die Kultivierung der Böden einen ausserordentlich weitreichenden Einfluss auf den Bodenzustand ausübt. Dieser ist allerdings vorwiegend zerstörender Art. Die oberste Bodenschicht wird bei der Kultur immer verändert. Darüber hinaus führt aber die Nutzung durch Mensch und Weidevieh, namentlich in Gebieten mit extremen Klimaverhältnissen oder im Gebirge, leicht zur Verschlechterung oder zur völligen Zerstörung und Abtragung der Böden, so dass sie ihre primäre Vegetation nicht mehr tragen können. Dieser Vorgang ist für weite Gebietsteile Marokkos sehr charakteristisch.

Trotz dieser vielgestaltigen Einflüsse auf die Bodenbildung lassen die Böden Marokkos, wie wir gesehen haben, weitgehende Gesetzmässigkeiten in ihrem Aufbau erkennen und sich auf wenige Haupttypen verteilen, was zeigt, dass die Faktoren des Allgemeinklimas den Charakter der Bodenreifung bestimmen und sich gegenüber der verschiedenen Gesteinsbeschaffenheit, der Bodengeschichte, den Einflüssen des Menschen immer wieder weitgehend durchzusetzen vermögen.

Marokko ist ein Übergangsland vom humiden zum ariden Bodentyp, mit weit stärkerer Betonung des letzteren. Der Haupteinschnitt bei der Gruppierung der gefundenen Bodentypen ist zwischen arid und humid zu machen, also da, wo der aufsteigende Wasserstrom im Boden annähernd so stark wird wie der niedersteigende, die gelösten Stoffe im wesentlichen nicht mehr aus dem Boden weggeführt, sondern nur noch umgelagert werden. Innerhalb der humiden Reihe ist für die von uns untersuchten Böden eine Unterteilung nicht mehr notwendig; sie gehören alle zur semihumiden Gruppe. Dagegen sind im ariden Gebiete noch die Böden mit schwachem und die mit starkem Konkretionshorizont zu unterscheiden als semiarid und arid.

Vor kurzem hat Emilio H. del Villar[19] eine eingehende Darstellung der Böden der Pyrenäenhalbinsel veröffentlicht, der er sein System der Bodeneinteilung zugrunde gelegt hat. Die Böden Marokkos zeigen eine grosse Übereinstimmung mit denen Spaniens, nur dass die humiden Typen in Marokko wegfallen oder doch im Auftreten sehr beschränkt sind, die ariden dagegen eine grössere Verbreitung aufweisen. Von den vier Hauptserien, die Villar unterscheidet, fehlt unter den von uns untersuchten marokkanischen Böden die Serie Turbosa; der Serie Sialitica können die Böden des Quercus suber-Waldes von Rabat und ausserdem einzelne Böden von Timhadit und Azrou zugezählt werden; zu der Serie Salina sind die Böden von Srarla zu stellen, und alle übrigen gehören zur Serie Caliza, besonders zu den trockenen Kalkböden.

Unsere ganze Bodenreihe, von semihumid bis arid, würde in Marokko ohne den Eingriff des Menschen Bestände von Holzpflanzen tragen, deren Charakter vom geschlossenen Hochwalde bis zum offenen Buschwalde wechselt. *Cedrus*-Wald und *Cedrus-Juniperus thurifera*-Mischwald fanden wir auf dem semihumiden Bodentyp (ähnlich auch *Quercus faginea*-Wald), *Quercus suber*-Wälder auf semihumiden Böden im semiariden Klimagebiete, *Quercus ilex*-Wald auf semihumiden und semiariden Böden, *Juniperus phoenicea*- und *Quercus ilex-Juniperus phoenicea*-Bestände auf semiariden Böden (ähnlich auch *Olea-Pistacia-Chamaerops*-Bestände), *Callitris*-Bestände auf semiariden bis ariden Böden, *Argania*-Bestände und *Zizyphus-Acacia gummifera*-Bestände auf ariden Böden.

Diese zwischen Vegetation und Boden festgestellten Beziehungen sind wahrscheinlich für Marokko als Ganzes genommen in den Hauptzügen gültig. Doch lehrt die Beobachtung und der Vergleich der vorhandenen Literaturangaben, dass mehrere der bestandbildenden Holzpflanzen, so auch *Quercus ilex* und *Quercus*

---

[19] Los Suelos de la Peninsula Luso-Iberica. Soils of the Lusitano-Iberian Peninsula (Engl. Text von G. W. Robinson). Madrid 1937 (416 S., 1 farbige Bodenkarte, veröff. 1938 durch Thomas Murby & Co., London).

suber, in verschiedene Klimagebiete hineinreichen und Bestände bilden, die in bezug auf ihre floristische Zusammensetzung bedeutende Unterschiede aufweisen, somit verschiedenen Assoziationen und vielleicht auch verschiedenen Assoziationsgruppen zugeteilt werden müssen. Es ist wahrscheinlich, dass schärfer gefasste, homogene Pflanzengesellschaften eine engere Beziehung zu bestimmten Bodentypen aufweisen werden. Bis jetzt fehlt uns aber das notwendige Vergleichsmaterial.

Von verschiedenen Gehölztypen, die nach Emberger in Marokko eine grosse Ausdehnung aufweisen, sind bis jetzt überhaupt noch keine oder doch nur sehr spärliche und unvollständige Bestandesaufnahmen geschlossener und charakteristischer Bestände veröffentlicht worden. Vielleicht sind gute Aufnahmen nicht möglich, weil keine guterhaltene Bestände mehr vorhanden sind. Dann müsste die Forschung auf indirektem Wege vorgehen durch vergleichende Untersuchung der gebliebenen Restgesellschaften. Auch der vollständige Schutz günstiger Objekte ist anzustreben, damit diese sich im Laufe der Zeit wieder in die standortsgemässen, charakteristischen Typen umwandeln können.

Die Begünstigung einer bestimmten Klimaxformation durch einen bestimmten Bodentyp kann dazu führen, dass Klimaxgesellschaften über ihr normales Verbreitungsgebiet hinausreichen und in dasjenige anderer Klimaxvegetation eindringen.

Die ungereiften Böden, die von den Anfangs- und Übergangsgesellschaften der Vegetationsentwicklung besiedelt werden, zeichnen sich in vielen Fällen, in den trockeneren Klimaten sogar meistens, durch Reichtum an Mineralsalzen, oft auch durch Flachgründigkeit aus. Sie nähern sich dadurch in ihrem Charakter dem ariden Boden. Wir kennen diese Erscheinung auch aus Mitteleuropa und wissen, dass die Anfangs- und Übergangsgesellschaften oft von ariderem Charakter sind als die Schlussgesellschaften. Das erklärt, dass die Klimaxgesellschaften ariderer Gebiete auf den ungereiften Böden, oder auf Böden, die aus irgendeinem Grunde einen übernormalen Salzgehalt aufweisen, in weniger aride Gebiete hineinreichen können, wo sie als Übergangsgesellschaften oder doch als Subklimaxe gewertet werden müssen. Auch der umgekehrte Fall, dass Klimaxvegetation humiderer Gebiete auf untypischen Böden in weniger humide hinein-

Abb. 1. Bodenprofil mit lockerer Kalkkrustendecke in Timensur, südlich Agadir. Phot. W. Lüdi.

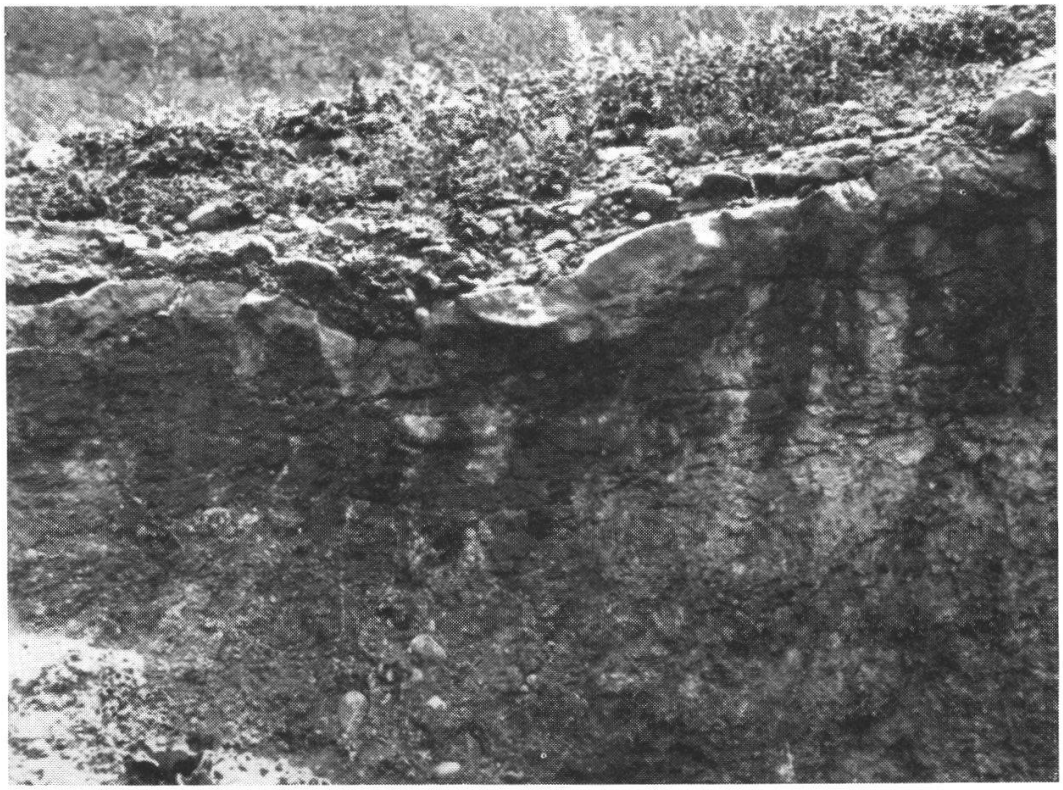


Abb. 2. Bodenprofil mit massiger Krustendecke am Oued Massa, südlich Agadir. Phot. W. Lüdi.

reicht, tritt ein, zum Beispiel wenn diese Böden einen übernormalen Feuchtigkeitsgehalt oder unternormalen Mineralsalzgehalt aufweisen. Historische Ursachen können bei diesen Erscheinungen mitwirken, indem Klimaxvegetation früherer Zeitperioden infolge ihres Beharrungsvermögens sich noch an Standorten halten kann, die ihr die Neuansiedelung nicht mehr erlauben würden.

Vor dem Eingreifen des Menschen müssen aber die Böden Marokkos infolge ihres Alters im allgemeinen im Reifungszustand und im Gleichgewicht mit den Umweltfaktoren gewesen sein, so dass sich Klimaxvegetation ausbreitete.

Die seither durch Degradation entstandenen, weite Landstriche überdeckenden neuen Böden sind gewöhnlich nur von stark ruderal gefärbten Anfangsgesellschaften bewachsen, da die Gehölzvegetation sich in diesem Grenzgebiete des Holzwuchses nur schwer erneuert.

Ein wichtiger Faktor für die Vegetation arider Gebiete ist das Vorhandensein von Kalkkrustendecken im Boden. Sie beeinflussen vor allem das Gedeihen der tiefwurzelnden Pflanzen, da sie dem Eindringen der Pflanzenwurzeln Widerstand entgegensetzen. Blanck[20] gibt an, dass die Baumwurzeln über der Kruste liegen, sie aber nicht durchdringen. Auch nach Jaeger[18] sind die Kalkkrusten für Pflanzenwurzeln undurchdringlich (S. 60). Ein solcher Krustenboden verhält sich also für die Vegetation im wesentlichen wie ein flachgründiger Kalkfelsboden. Das gilt namentlich für massive Decken, aber nur in beschränktem Masse für lockere Krustenhorizonte, auch wenn sie bedeutende Mächtigkeit erreichen. Auf der Photographie des Bodenprofils von Timensur (Taf. XVIII, Abb. 1) ist eine Wurzel sichtbar, die tief unter den Krustenhorizont hinabreicht.

Eine genauere Untersuchung über die Verbreitung der Kalkkrusten, ähnlich wie dies durch Jaeger in Algerien durchgeführt worden ist, wäre auch in Marokko vom Standpunkte des Pflanzengeographen sehr erwünscht, besonders wenn sie mit Bezugnahme auf die Verbreitung der Pflanzen und Pflanzengesellschaften gemacht werden könnte.

---

[20] Cit. als Nr. 2, III. Bd., S. 358.

Zusammenfassung. Während einer botanischen Reise durch Marokko im Frühling 1936 wurde der Beziehung zwischen Vegetation und Böden besondere Aufmerksamkeit geschenkt und unter Klimaxvegetation oder an Stellen, die für bestimmte Typen von Klimavegetation charakteristisch waren, Bodenproben gesammelt, soweit wie möglich in tiefgehenden Profilen. Die Bodenprofile ergaben eine Reihe von semihumid zu semiarid und arid, und die Hauptvegetationstypen verteilten sich auf diese Bodentypen wie folgt: auf dem semihumiden Bodentyp *Cedrus atlantica*-Wald, *Cedrus-Juniperus thurifera*-Wald, *Quercus ilex*-Wald, *Quercus suber*-Wald (im semiariden Klimagebiete); auf dem semiariden Bodentyp *Quercus ilex*-Wald, *Juniperus phoenicea*-Wald, *Callitris articulata*-Wald; auf dem ariden Bodentyp *Callitris*-Wald, *Argania spinosa*-Wald, *Zizyphus lotus-Acacia gummifera*-Busch. Es wird dargelegt, dass sich diese Beziehung zwischen Bodentyp und Vegetationstyp in den Hauptzügen über das ganze Gebiet von Marokko erstrecke, dass aber die feineren Linien erst nach eingehender Erforschung der Soziologie der Vegetation und des Zustandes der Böden hervortreten werden.

Beilage zur Veröffentlichung Nr. 14, Ergebnisse der internationalen Pflanzengeographischen Exkursion durch Marokko 1936. Bern (Verlag Hans Huber) 1938.

CARTE PHYTOGEOGRAPHIQUE DU MAROC

1 : 1 500 000

dressée par

LOUIS EMBERGER

Professeur à l'Université de Monpellier - Ancien Chef du Service botanique de l'Institut Scientifique Chérifien

(avec la collaboration de M. P. FONT-QUER pour la zone espagnole; la partie algérienne d'après la carte d'Algérie-Tunisie de M. R. MAIRE)

Légende:

1. Végétation désertique à flore saharienne
2. Au Maroc oriental: *Zizyphus Lotus-Pistacia atlantica* ou *Stipa tenacissima-Artemisia Herba alba*
3. Au Maroc occidental: *Zizyphus Lotus-Acacia gummifera*
4. *Argania spinosa*
5. *Quercus ilex* (4) et *Q. coccifera* (5), ce dernier dans le Rif et au S. de Taza
6. *Quercus Suber*
7. *Quercus tagines* s. l. (*Q. Mirbeckii*; *Q. lusitanica*; *Q. humilis*) (7) et *Q. toze* (8)
8. *Olea europaea - Pistacia Lentiscus - Chamaerops humilis*
9. *Callitris (Tetraclinis) articulata*
10. *Cupressus sempervirens*
11. *Juniperus phoenicea*
12. *Pinus halepensis*
13. *Cedrus atlantica*
14. *Abies pinsapo ssp. marocana*
15. *Pinus pinaster*
16. *Juniperus thurifera*
17. Végétation de haute montagne (xérophytes épineux)
18. Végétation halophile
19. Végétation de marais d'eau ± douce

Signes employés (essences en mélange) :

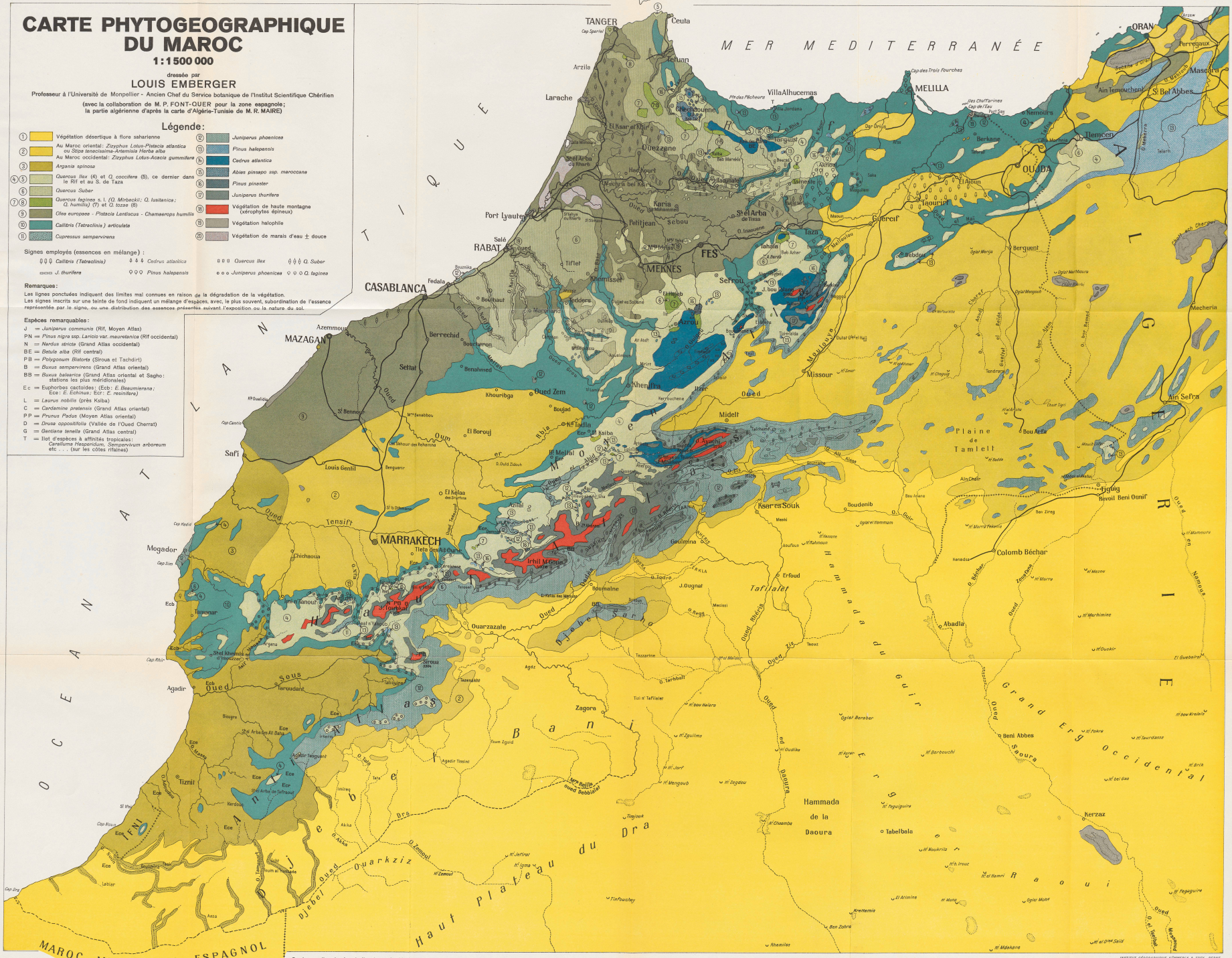
- *Callitris (Tetraclinis)*
- *Cedrus atlantica*
- *Quercus ilex*
- *Q. Suber*
- *J. thurifera*
- *Pinus halepensis*
- *Juniperus phoenicea*
- *Q. tagines*

Remarques:

Les lignes ponctuées indiquent des limites mal connues en raison de la dégradation de la végétation.
Les signes inscrits sur une teinte de fond indiquent un mélange d'espèces, avec, le plus souvent, subordination de l'essence représentée par le signe, ou une distribution des essences présentes suivant l'exposition ou la nature du sol.

Espèces remarquables:

- J = *Juniperus communis* (Rif, Moyen Atlas)
- PN = *Pinus nigra* ssp. *Laricio* var. *mauretanica* (Rif occidental)
- N = *Nardus stricta* (Grand Atlas occidental)
- BE = *Betula alba* (Rif central)
- PB = *Polygonum Bistorta* (Siroua et Tachdirt)
- B = *Buxus sempervirens* (Grand Atlas oriental)
- BB = *Buxus balearica* (Grand Atlas oriental et Sagho: stations les plus méridionales)
- Ec = Euphorbes cactoïdes: (Ecb: *E. Beaumierana*; Ece: *E. Echinus*; Ecr: *E. resinifera*)
- L = *Laurus nobilis* (près Ksiba)
- C = *Cardamine pratensis* (Grand Atlas oriental)
- PP = *Prunus Padus* (Moyen Atlas oriental)
- D = *Drosa oppositifolia* (Vallée de l'Oued Cherrat)
- G = *Gentiana tenella* (Grand Atlas central)
- T = Ilot d'espèces à affinités tropicales: *Caralluma Hesperidum*, *Sempervivum arboreum* etc . . . (sur les côtes rifaines)


ESPAGNE
GIBRALTAR
MER MEDITERRANÉE
OCÉAN ATLANTIQUE
TANGER
Ceuta
Tetuan
Larache
Arzila
Cap Spartel
Cap des Trois Fourches
MELILLA
Villa Alhucemas
ORAN
Ferrégaux
Mascara
Ain Temouchent
St Bel Abbes
Tlemcen
Nemours
OUJDA
Berkane
Taourirt
Guercif
Taza
FES
MEKNES
Sefrou
Azrou
Ifrane
Khenifra
Khemisset
Sidi Kacem
Port Lyautey
Salé
RABAT
CASABLANCA
Fedala
Mazagan
Azemmour
Safi
Mogador
Agadir
Tiznit
MARRAKECH
Tiznit
Ouarzazate
Zagora
Tafilalet
Erfoud
Ksar es Souk
Figuig
Colomb Béchar
Beni Abbes
Kerzaz
Tabelbala
Hammada de la Daoura
Hamada du Guir
Grand Erg Occidental
Erg Chebbi
Erg Iguidi
Hamada de Tindouf
Plaine de Tamlelt
Haut Plateau du Dra
Djebel Sarho
Djebel Ouarkziz
Djebel Bani
Djebel Siroua
Djebel Tazekka
Djebel Ayachi
Djebel Tichka
Djebel Tazaghine
Djebel Sagho
Djebel Tamjoute
Djebel Kissane
Djebel Ouanzemou
Djebel Tamjoute
Djebel Bani
Djebel Ouarkziz
Djebel Sarho
Oued Sous
Oued Dra
Oued Ziz
Oued Guir
Oued Saoura
Oued Moulouya
Oued Sebou
Oued Bou Regreg
Oued Tensift
Oued Oum er Rbia
Oued Ksiba
Oued Zem
Oued Bou Regreg
Oued Ouarkziz
Oued Daoura
Oued Ziz
Oued Guir
Oued Saoura
Oued Moulouya
Oued Sebou
Oued Tensift
Oued Sous
Oued Dra
Oued Ziz
Oued Guir
Oued Saoura
Oued Moulouya
Oued Sebou