

Zur Flora und Fauna der Villafranca-Schichten von Villarroya, Prov. Logroño/Spainien

VON HORST REMY, Bonn

Mit 4 Abbildungen im Text und 3 Tabellen

I n h a l t s v e r z e i c h n i s

- I. Einführung
- II. Schichtenfolge
- III. Die Pollen- und Makroflora
 - A. Methodische Vorbemerkungen
 - 1. Probenentnahme
 - 2. Aufbereitung
 - 3. Erhaltungszustand und Bestimmung
 - 4. Darstellung
 - B. Die Vegetation
 - C. Gesamtbild der Vegetation und Klimaänderungen
 - D. Parallelen mit anderen Profilen
- IV. Die Invertebratenfauna
 - 1. Mollusken
 - 2. Ostrakoden
- V. Die Säugerfauna
- VI. Zur Schichtung der Süßwassermergel in der Weißen Serie
- VII. Stratigraphische Stellung der Schichten von Villarroya
- VIII. Zusammenfassung
- Literaturverzeichnis.

Zusammenfassung. Ausgehend von den Untersuchungen von J. F. DE VILLALTA COMELLA (1952) und R. BRINKMANN (1956) im Gebiet von Villarroya (Prov. Logroño) werden Schichten des frühen Villafrancas besonders pollenanalytisch untersucht. Das Pollenprofil läßt einen deutlichen Wandel im Pflanzenkleid erkennen, der auf die Auswirkungen einer positiven Klimaschwankung zurückgeführt werden kann. In der Aufeinanderfolge vom Liegenden zum Hangenden lassen sich 6 Abschnitte ausscheiden: Piceetum, Pinetum I, Quercetum mixtum I, Pinetum II, Quercetum mixtum II, Pinetum III. Zu Beginn herrscht ein humid-gemäßigtes Klima; im höheren Teil wird es trocken und warm. Gewisse Formen erinnern noch an pliozäne Verhältnisse wie auch die Säugerfauna. Der Gesamtcharakter der Flora zeigt jedoch große Ähnlichkeit mit den Floren des sog. „Tegelen-Interglazials“.

Summary. Proceeding from the works of J. F. DE VILLALTA COMELLA (1952) and R. BRINKMANN (1956) near the village of Villarroya (Prov. Logroño), series of strata of the early Villafranchian are studied specially by pollen-analytical investigations. The pollen-diagram shows a pronounced changing of vegetation that may be regarded as a result of a positive oscillation of climate. In the sequence from the footwall to the hanging-wall, a subdivision in 6 sections can be recognised: Piceetum, Pinetum I, Quercetum mixtum I, Pinetum II, Quercetum mixtum II and Pinetum III. In the beginning we have a humid and temperate climate; in the upper part, it resembles a mediterranean one. Some species are reminiscent of pliocene affiliation as does the mammalian fauna. The whole character of the flora, however, shows a great resemblance to the floras of the so called „Tegelen Interglacial“.

I. Einführung ¹⁾

Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen sind fossilführende Ablagerungen in einem Gebiet halbwegs zwischen Zaragoza und Burgos am Nordost-Rande der Sierra de los Cameros, die einen Teil der nordwestlichen Keltiberischen Ketten bildet. Dieses Gebirgsmassiv, das sich aus Schichten des Jura und Wealden aufbaut, ist an einer großen Störung auf das nördlich vorgelagerte Ebrobecken aufgeschoben. Unweit vom Nordrand des Gebirges kennt man im Gebiet von Villarroya—Gravalos seit langem ein kleines Becken mit jungen Ablagerungen, die man auf Grund der Fazies dem Ebrobecken-Tertiär zuordnete (G. RICHTER 1930; G. RICHTER & R. TEICHMÜLLER 1933).

Die Ablagerungen von Villarroya haben besonderes Interesse erregt durch Säugetierreste, die von E. CARVAJAL (1928) entdeckt worden sind. Dabei macht dieser auch schon einige Angaben über Fossilien aus der darunterliegenden Schichtenfolge. Auf Grund der wenigen Makrofaunenreste erwog er ein unterpliozänes Alter. Viel später erst wurde die Säugerfauna von J. F. DE VILLALTA COMELLA (1952) eingehend untersucht, wobei dieser zu einer Einstufung zwischen oberem Pliozän und unterem Villafranca kam.

Im Zusammenhang mit einer geologischen Neuaufnahme der Sierra de los Cameros (G. TISCHER 1956; F. KNEUPER 1958) kartierte R. BRINKMANN (1956) das in Frage kommende Gebiet genauer. Aus seinen Fossilaufsammlungen ergaben sich einige Probleme, die mit Hilfe der Pollenanalyse und der Mikrofauna zu klären versucht werden sollten. Die Untersuchungen sollten, wenn möglich, auch eine Entscheidung über die stratigraphische Stellung der unteren Schichtenfolge bringen.

II. Schichtenfolge

Der ausführlichen Beschreibung der geologischen Verhältnisse bei R. BRINKMANN (1956) entnehme ich die Schichtenfolge in teilweise etwas ergänzter Form (vgl. hierzu Abb. 1):

O b e r e R o t e S e r i e (ca. 40 m). Lebhaft braunrote, gröbere und feinere, kaum verfestigte Trümmergesteine. In den tieferen Lagen und im Westen herrschen Fanglomerate aus faustgroßen Brocken von Wealden- und Jura-Kalk, wechselnd mit Sand- und Siltbänken, vor. Die jüngeren, besonders im Osten verbreiteten Schichten bestehen aus Sanden und Kieselgeröllen. Die Breccie, die die eingangs erwähnten Säugetierreste erbracht hat, hält am Fundpunkt La Horna einen Horizont etwa 15 m über der Basis inne. Etwa 1,20 m darüber liegt ein Horizont mit verdrückten, nicht näher bestimmbar Heliciden. Verschiedene Proben lieferten einige Pollenkörner. Diese Serie hat die größte Verbreitung im gesamten Gebiet. Unter einer Diskordanz folgt die

G e l b e S e r i e (ca. 13 m). Es sind lichtgelbe, geschichtete Feinsande, im oberen Teil mit humosen Lagen, die besonders *Pinus*-Pollen führen. Gegen Westen schalten sich, wohl als Randfazies, Konglomeratbänke ein. Einige Proben lieferten größere Pollenmengen. Zahlreich sind Schalen von Ostrakoden, Schnecken und Muscheln. Die organischen Reste sind auf einige Horizonte beschränkt, während der größere Teil des Sedimentes fossilieer zu sein scheint. In einigen Proben des oberen Teiles sind im Schlämmrückstand Gipskristalle angereichert; andere Probenrückstände zeichnen sich durch Vorherrschen von Brauneisenstein aus. Wiederum mit scharfem Kontakt lagert darunter die

S c h w a r z e S e r i e (ca. 3 m). Dunkle Moormergel mit Holzresten und Heliciden. Schon im Gelände hebt sich deutlich eine obere dunklere fossilarme von einer unteren

¹⁾ Die Arbeit entstand als Dissertation auf Anregung von Herrn Prof. Dr. R. BRINKMANN am Geologischen Institut in Bonn. Den paläobotanischen Teil der Arbeit betreute mein hochverehrter Lehrer Prof. Dr. P. W. THOMSON. Nach seinem Tode konnte die Arbeit unter der freundlichen Förderung von Prof. Dr. P. WOLDSTEDT beendet werden. Allen Genannten und auch Ungenannten, die mit zum Gelingen dieser Arbeit beitrugen, danke ich für ihr stetes Interesse an den Untersuchungen.

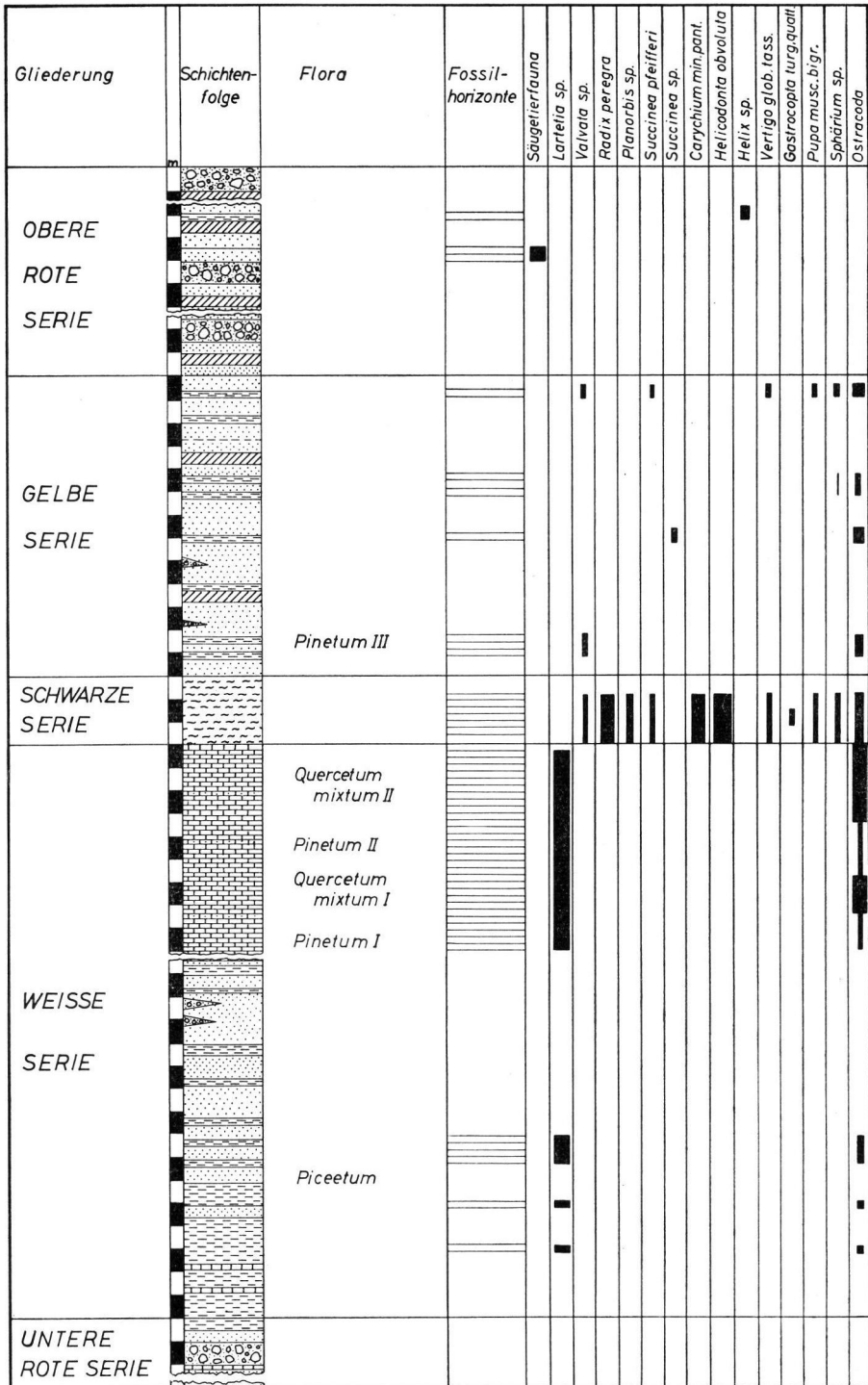


Abb. 1. Schichtenfolge des Villafrancas von Villarroya mit den verschiedenen Pflanzengemeinschaften und Faunenhorizonten.

etwas helleren Partie ab. Diese untere Partie enthält reichlich Ostrakoden und Schnecken, wie auch Characeen und Muscheln. Außerdem finden sich vereinzelt Pollen. Auf der Exkursion anlässlich der INQUA-Tagung in Madrid 1957 fand M. CRUSAFONT auch Bruchstücke von Säugerknochen, die auf einem Ackerstück freigeschwemmt waren und nach ihrer Färbung aus der Schwarzen Serie stammen. Diese geht über in die

Weiß e Serie (ca. 25 m). Wohlgeschichtete helle Süßwassermergel (s. Kap. 6, Jahresschichtung) mit reicher Pollenflora (Diagramm), Ostrakoden und Schnecken. Die tieferen Lagen führen im Westen und Südwesten subaquatisch eingeglittene Linsen von Wealden-Kalkbreccien. An der Basis nimmt die Schuttführung zu. Übergang in die

Untere Rote Serie (ca. 20 m). Breccien aus mesozoischen Kalken mit braunrotem Bindemittel. Einschaltungen von Letten- und Kalktuffbänken. Einige unbestimmbare Schalentrümmern. Im Liegenden ist an einer Stelle Jura erschlossen.

III. Die Pollen- und Makroflora

A. Methodische Vorbemerkungen

Orientierende Voruntersuchungen ergaben einen sehr unterschiedlichen Polleninhalte der verschiedenen Schichten. Die günstigsten Erhaltungsbedingungen für mikrobotanische Reste liegen in der Weißen Serie, besonders in den regelmäßig geschichteten Sedimenten, die im Bachbett aufgeschlossen sind. Wenig günstig sind die Bedingungen in der Gelben Serie, in der nur vereinzelte Tonbänder pollenführend sind. Fast nichts an Pollen enthalten die Schwarze Serie und die Obere Rote Serie. Die Untere Rote Serie lieferte überhaupt keine Pollen.

1. Probenentnahme

Das besterschlossene Profil in der Weißen Serie ergab sich in dem westlichsten, etwa NS verlaufenden Tale, das die Straße nach Cornago mit einer Brücke quert. Um ein möglichst lückenloses Profil zu erhalten, wurde im Liegenden noch weiter aufgegraben. Der Abstand der Proben wurde der Schichtung angepaßt. Die tieferen Lagen der Weißen Serie sind an der Straße angeschnitten. Hier wurden die Proben im Abstand von etwa 25 cm entnommen. Nur einige davon führen aber genügend Pollen. Zur Probenentnahme in den anderen Schichtgliedern wurden für Pollenuntersuchungen die tonigen Bänke berücksichtigt, von denen aber wieder nur eine sehr geringe Zahl Pollen enthielt.

So umfaßt das Pollendiagramm (Abb. 2) etwa die Bildungszeit der Weißen Serie.

2. Aufbereitung

Über die verschiedenen Aufbereitungs- und Untersuchungsmethoden liegt eine umfangreiche Literatur vor (u. a. G. ERDTMAN 1954; K. FAEGRI & J. IVERSEN 1950), so daß ich den Gang der Probenbehandlung nur kurz andeute.

Von sämtlichen Proben wurden etwa je 8 ccm entkalkt und mit kalter Flußsäure aufbereitet. Da die Pollenkörner nicht immer gut erhalten sind, wurden sie nur in heiße HCl übergeführt und dann gründlich ausgewaschen. Eine zusätzliche Behandlung mit Lauge wäre auch nur bei den Proben der Schwarzen Serie erforderlich gewesen. Zur Untersuchung wurden jeweils einige Tropfen des Glycerinpräparates auf einen Objektträger gebracht und über einer Flamme erhitzt, um das Wasser zu vertreiben und die Probe anzureichern. Bei dieser Methode lassen sich bei der Untersuchung unter dem Mikroskop durch Klopfen auf das Deckglas die Pollenkörner in Pol- und Äquatorlage bringen und ermöglichen oft erst so das einwandfreie Bestimmen der Formen (LESCHIK 1952, nach mündlicher Mitteilung von Prof. THOMSON).

3. Erhaltungszustand und Bestimmung

Der Erhaltungszustand ist meist nicht sehr gut. Da es sich durchweg um bekannte Formen handelt, die aus anderen Quartär- und Pliozänablagerungen wiederholt abge-

bildet sind, konnte hier auf eine Abbildung verzichtet werden. Bei der Aufbereitung der Proben mit Flußsäure zeigen die Pollenkörner erfahrungsgemäß eine geringere Größe als die zum Vergleich mit konzentrierter Essigsäure und gleicher Menge konzentrierter Schwefelsäure fossilisierten rezenten. Für das Bestimmen der fossilen Pollenformen stand mir die reichhaltige Vergleichssammlung rezenter Pollen von Prof. THOMSON zur Verfügung. Von jeder Probe wurden 300 Baum- und Nichtbaumpollen bestimmt. Von insgesamt 235 Proben waren 122 pollenführend, aus denen ca. 29 000 Pollenkörner gezählt wurden.

4. Darstellung

Im Pollenbild von Villarroya sind Nichtbaumpollen sehr zahlreich, so daß sie in den Gesamtsatz von 300 Pollen hineingenommen wurden. Sie machen mindestens 20% aus und erreichen bis zu 70%. Das deutet darauf hin, daß die Nichtbaumpollenvegetation einen ganz erheblichen Teil der Gesamtvegetation gebildet hat. Es erscheint daher als berechtigt, sie unmittelbar ins Diagramm aufzunehmen.

Im Diagramm bedeutet jede Teilfläche den prozentualen Anteil der jeweiligen Pollenform oder Formengruppe. Sie schließen dabei aneinander an und füllen so die gesamte Fläche von 100% aus (vgl. z. B. die ähnliche Darstellung bei S. Th. ANDERSEN 1957).

In einer Gruppe zusammengefaßt wurden die Pollen der sog. „Tegelen-Elemente“. Unter dieser Bezeichnung wurden die im Interglazial von Tegelen noch vorkommenden tertiären Floren-Elemente zusammengefaßt, d. h. besonders *Carya*, *Pterocarya*, *Tsuga*, *Pinus hapl.*-Typ, *Cedrus*, *Zelkova*, wozu hier gelegentlich noch *Liquidambar* kommt, der in Tegelen selbst fehlt. Er ist im Diagramm besonders gekennzeichnet (Abb. 2). Den Eichenmischwald (Quercetum mixtum) setzen *Quercus*, *Carpinus*, *Ulmus*, *Fagus*, *Corylus* und *Ostrya* zusammen. Davon ist *Ostrya* im Diagramm als wärmeliebendes Element besonders hervorgehoben. Die Aufschlüsselung der anderen Elemente (*Artemisia*, Gramineen, *Pinus silv.*-Typ, *Picea*, *Betula* u. a.) ergibt sich aus den Zähltabellen und dem Diagramm (Tab. 1—3, Abb. 2).

B. Die Vegetation

Vom Liegenden zum Hangenden folgen einander in der Weißen Serie folgende Pflanzenvereinigungen:

1. *Piceetum*. In den tieferen Lagen der Weißen Serie fällt der hohe Anteil von *Picea* auf, die in einer Probe 35% erreicht (Abb. 2). Für den *Picea*-Pollen ist die leicht ins Rötliche gehende gelbe Färbung charakteristisch, die auch bei den mit Flußsäure behandelten Proben ganz schwach auftritt. Diese spezifische Färbung sowie auch die sehr engmaschige Netzzeichnung der Luftsäcke geben sichere Bestimmungsmöglichkeiten. In den jüngeren Schichten geht *Picea* stark zurück und ist nur noch, zusammen mit *Betula*, im Pinetum I bemerkenswert. *Picea excelsa* erreicht Spanien heute nur im äußersten Nordosten. Außer in den Pyrenäen kommt sie einzig im angrenzenden Teil von Nordaragonien und Nordkatalonien vor. Wo sie sonst noch aufgeführt wird, handelt es sich in Spanien um Anpflanzungen bzw. um Einbürgerungen (M. RIKLI 1943).

Sehr hohe Ziffern erreicht ferner die Kiefer (*Pinus*, Typ *silvestris*, 54%). Mit ihrer großen Pollenerzeugung überdeckt sie leicht das übrige Waldbild, täuscht zumindest größere Bestände vor, als sie wohl eingenommen hat. *Pinus* ist durch das gesamte Diagramm hindurch zu verfolgen. Sie ist reichlich im *Piceetum* und Pinetum III und dominiert im Pinetum I und II. Dieser Nadelholztyp ist heute größtenteils in der nördlichen gemäßigten Zone verbreitet.

Tsuga ist mit 8% beteiligt. Der Pollen gehört zwei Formen an:

1. *Tsuga canadensis* mit schmalem Rand und feinerer Struktur und
2. *Tsuga diversifolia* mit breitem Rand.

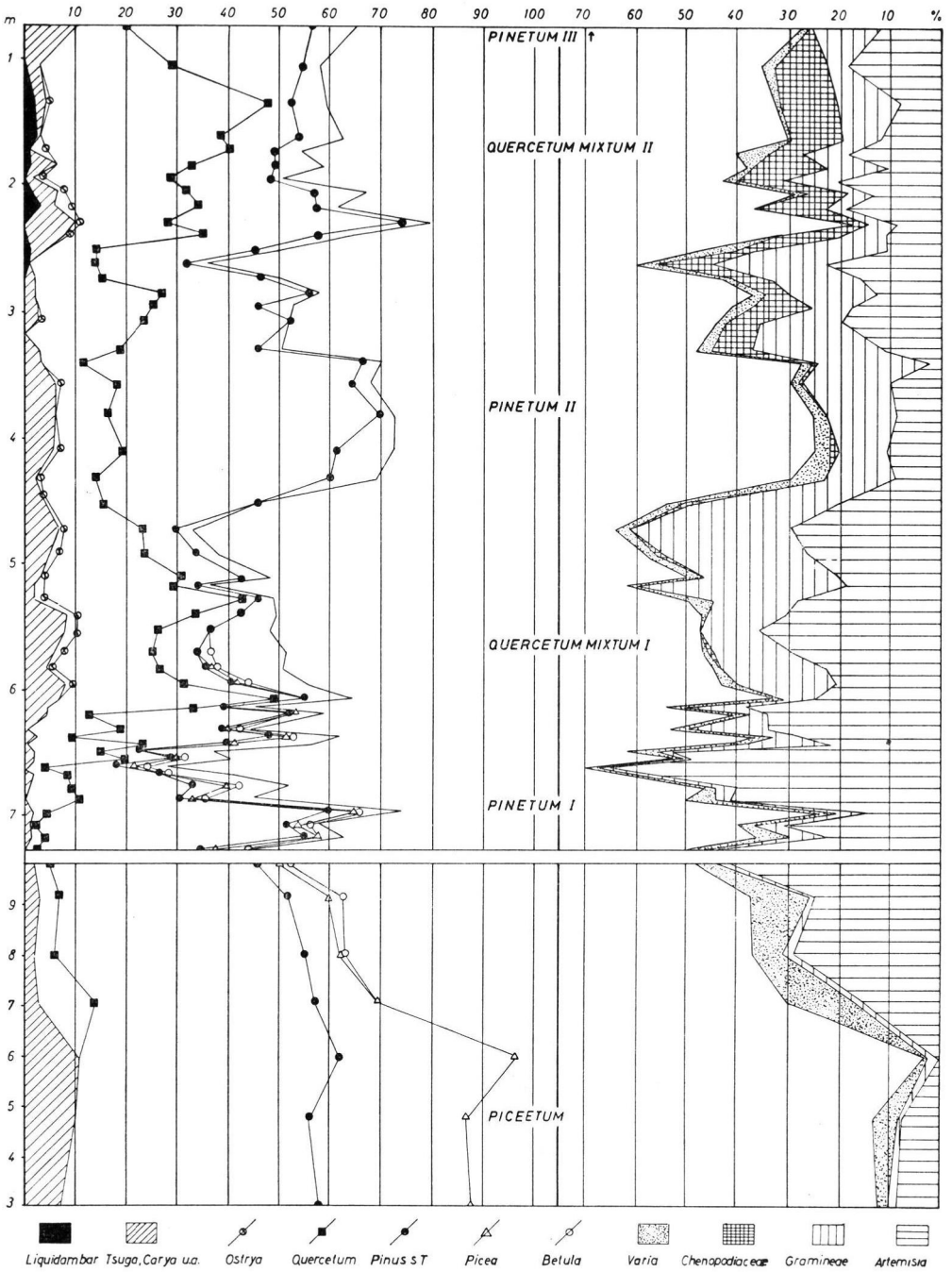


Abb. 2. Pollendiagramm der Weißen Serie von Villarroya (links Baumpollen, rechts „Steppenelemente“). Zwischen Piceetum und Pinetum I Unterbrechung im Profil.

Man findet sie auch in den höheren Nadelwaldabschnitten. *Tsuga canadensis* (Hemlocktanne) ist heute in Nordamerika heimisch und bei uns Zierbaum.

Abies bleibt stets selten. Der Pollen ist groß mit breitem gelapptem Kamm und grobmäschigen Luftsäcken.

Im tiefsten Teil des Profils herrscht somit ein „reiner“ Nadelwald mit *Pinus*, *Picea*, *Tsuga* und *Abies*.

2. Pinetum I. Die Proben führen vorwiegend *Pinus*-Pollen vom *silvestris*-Typ. Der wenig variierende Pollen dürfte *Pinus silvestris* bzw. *montana* entsprechen. In höheren Schichten tritt er mehr zurück.

Die Elemente des Quercetum mixtum sind nur in geringer Menge vorhanden. Ebenso selten sind die Tegelen-Elemente, die in dieser Phase durch *Tsuga* und *Pinus*, Typ *haploxylyon*, vertreten werden. Prozentual sehr gering, aber im gesamten Abschnitt regelmäßig vorhanden sind *Picea* und *Betula*. Von den krautigen Pflanzen ist *Artemisia* schon zu einem erheblichen Teil an der Vegetation beteiligt gewesen. Dagegen machen sich Gramineen und die verschiedensten Kräuterpollen im Diagramm noch kaum bemerkbar.

3. Quercetum mixtum I. Der Eichenmischwald wandert ein, in welchem die Eichen ein Maximum von 30% erreichen. Unter den Eichen herrschen die großen Pollen der laubabwerfenden Eichen vor. Bei den *Quercus*-Pollen wurde versucht, kleine Typen (17—20 μ) und große Typen (22—27 μ) auseinander zu halten. Die kleinen Formen zeigen durchaus nicht alle die typischen Merkmale, wie sie für *Quercus ilex* angegeben werden (kleiner, verhältnismäßig glatter Pollen mit deutlicher Porenausbuchtung), so daß hier nicht die ganze Gruppe der kleinen Formen mit *Qu.ilex* gleichgesetzt werden soll. Immerhin kann wohl eine größere Verbreitung immergrüner Eichen angenommen werden.

Ulmus und *Carpinus* bilden keine ausgesprochenen Gipfel, scheinen aber zeitlich vor der Eiche zu dominieren.

Der Pollen von *Fagus* ist selten und unregelmäßig im Diagramm verteilt. Die beobachteten Formen sind sehr klein, so daß wir es wohl noch nicht mit der im jüngsten Quartär auftretenden Form zu tun haben.

Erst während der zweiten Hälfte dieses Abschnittes erscheint *Ostrya* (die Hopfenbuche). Der Pollen unterscheidet sich nicht wesentlich von *Betula*, ist aber, wie auch *Firbas* (1923) angibt, an der sehr dünnen Exine und den nur schwach verdickten Austrittsstellen der Keimporen zu erkennen. In den folgenden Schichten läßt sich *Ostrya* immer wieder nachweisen. Auch im Profil von Leffe (LONA 1950) wird der *Ostrya*-Pollen angeführt. *Ostrya* wächst heute nur südlich der Alpenkette, außer einem Fundpunkt bei Innsbruck, wo der Föhn hineinweht (mündliche Mitt. von Prof. THOMSON).

Im oberen Teil des Eichenmischwaldes konnten auch einige Pollen von *Ilex aquifolium* beobachtet werden. Von den Juglandaceen sind *Pterocarya* (kaukasische Flügelnuß) und *Carya* (Hickory) vorhanden, von denen erstere überwiegt. Sie wurden nur in den höheren Abschnitten beobachtet. Die heutige Verbreitung von *Pterocarya* liegt im Gebiet des Kaukasus; *Carya* ist auf Nordamerika beschränkt.

In der „Steppenzone“ des Diagramms (Abb. 2) wird *Artemisia* durch eine reiche Gramineen-Flora zurückgedrängt. Die Größe der Gramineenpollen schwankt beträchtlich, so daß es sich um verschiedene Arten bzw. sogar Gattungen handeln dürfte. Die Gestalt ist rund bis oval, meist glatt mit einer wulstartig nach außen gewölbten Keimpore. Oft ist sekundäre Faltenbildung vorhanden. Sie begegnen uns so recht erst im Qu.mixtum I, erreichen ein Maximum zwischen Qu.mixtum I und Pinetum II und sind dann auch später mit einigen Prozenten beteiligt. Sie bilden ein wesentliches Element der „Steppenflora“ neben *Artemisia*, anderen Compositen (*Cirsium* u. a.), Chenopodiaceen und verschiedenen Kräuterpollen, fehlen dagegen fast vollständig in den unteren Abschnitten. Ebenso werden auch die Kräuterpollen zahlreicher, und das Steppenbild gewinnt an Mannigfaltigkeit.

4. *Pinetum* II. *Pinus* breitet sich wieder aus. Dieses *Pinetum* weicht aber vom vorangehenden durch größere Mannigfaltigkeit der *Pinus*-Pollen und das Überwiegen von Formen ab, die früher nur in geringer Menge auftraten. Es läßt sich aber keine prozentuale Auswertung erreichen, weil Unterschiede im Erhaltungszustande bedingt sein können und die große Zahl der Bruchstücke (einzelne Luftsäcke) keine sichere Zuordnung zu einem der silvestroiden Typen gestattet. Im *Pinetum* II wurde u. a. eine Form beobachtet, die LESCHIK (1952) als *Pinus* sp. (silvestroider Typ [minor Rudolph]) abbildet. Ein großer Teil stimmt in Form und Größe mit *Pinus nigra* überein und dürfte jedenfalls nicht zu *Pinus silvestris* bzw. *montana* gehören. Von einem weiteren Teil ist die Zugehörigkeit zu anderen mediterranen Kiefernarten nicht unwahrscheinlich.

Cedrus bildet keine nennenswerten Prozente, kommt aber sehr regelmäßig auch in anderen Abschnitten vor. Typisch für den Pollen sind breite Kamm- und sehr engmaschige abgesetzte Luftsäcke. Heute ist die Gattung aus dem Mittelmeerraum und dem Gebiet des Himalaja bekannt.

Unter den Eichen sind hier besonders kleinere Formen vom *Quercus ilex*-Typ häufig. Von anderen Bäumen sind nur *Ulmus* und *Zelkova* noch stärker beteiligt.

5. *Quercetum mixtum* II. Der Eichenmischwald entfaltet sich noch einmal, aber die kleinen Eichenformen herrschen nicht vor. Wieder begleiten ihn *Carpinus* und *Ulmus*, wobei diesmal die erstgenannte etwas mehr hervortritt.

Bemerkenswert ist die regelmäßige Anwesenheit des *Liquidambar*-Pollens. Dieser zeigt mehrere auf der Oberfläche verteilte Keimporen, über denen eine feinkörnige Membran liegt, die über das ganze Pollenkorn zieht. Sehr ähnlich im Habitus sind die Pollen von *Thalictrum* und den Caryophyllaceen. Diese haben aber einen sehr breiten gleichmäßigen Randsaum, der sie gut unterscheidet; *Thalictrum* hat nur 2 bis 3 im Verhältnis zum Durchmesser größere Poren. Die charakteristische Membran, die über die Poren zieht, fehlt den letzten beiden. Im Profil von Villarroya fand ich den *Liquidambar*-Pollen in diesem Abschnitt regelmäßig in jeder Probe, wo er bis zu 2% der Gesamtpollenmenge bildet. Heute ist *Liquidambar* als Relikt im südlichen Kleinasien beheimatet.

Gelegentlich wurden auch Pollenkörner beobachtet, die dem Formenkreis der Cistaceen (immergrüne Sträucher der mediterranen Macchien) zuzuordnen sind. Weit verbreitet sind in diesem Abschnitt auch Chenopodiaceen (meist salzliebende Pflanzen).

6. *Pinetum* III. Von den *Pinus*-Formen tritt neben dem *silvestris*-Typ jetzt ganz besonders der *haploxylon*-Typ hervor. Die Luftsäcke sitzen breit am Pollenkörper an, doch gibt es zum *silvestris*-Typ Übergänge, die eine exakte Trennung nicht immer gewährleisten (LESCHIK 1952). In Zweifelsfällen wurden auch hier die Formen zu *Pinus*, Typ *silvestris*, gerechnet. Der *haploxylon*-Typ erscheint regelmäßig im gesamten Diagramm, erreicht aber höchstens 6% der Gesamtpollenzahl. Erst in der schwarzen und besonders in der gelben Serie herrscht er vor. In den Proben dieser beiden Serien müssen wir z. T. mit selektiver Zerstörung des Laubbaumpollens rechnen. Interessant ist aber das Verhältnis der *Pinus*-Typen zueinander. Im unteren Teil der gelben Serie verhält sich *silv.*-Typ : *hapl.*-Typ = 1 : 1, im oberen Teil wie 1 : 2.

Von anderen Pollenformen wurden in diesem Abschnitt beobachtet: *Cedrus*, *Quercus* und Gramineen.

In den Proben der schwarzen und gelben Serie sind Pilzsporen reichlich. Stengel von *Equisetum* erwähnt schon E. CARVAJAL. Oogonien von Characeen kommen in der schwarzen Serie vor, in der sich auch der Blattabdruck eines Moospflänzchens fand. —

Haben wir bisher den Wechsel verschiedener Pflanzengemeinschaften in der Zeit verfolgen können, so ergibt sich aus dem Pollendiagramm auch eine Aufgliederung der Vegetation in nebeneinander bestehende Gürtel. Die Ufervegetation dürften *Alnus*, *Salix*, *Zelkova* und auch *Liquidambar* gebildet haben. Sie fehlt im untersten und obersten Abschnitt. Eine Baumzone der näheren Umgebung mit den Formen des *Quercetum mixtum*

scheidet sich wohl von einer Baumzone der weiteren Gebiete, die hauptsächlich mit verschiedenen *Pinus*-Arten bestanden waren. Ob die Steppenelemente, *Artemisia*, Gramineen und die zahlreichen Kräuterarten, immer eine selbständige Zone darstellten, ist nicht sicher. Heute jedenfalls beherrscht ein reiner Bestand von *Qu. ilex* den Talkessel und die weiter umliegenden Landstriche. Das „Unterholz“ bilden zahlreiche Arten von Gramineen und Kräutern.

Die Vegetationsgürtel haben aber sicherlich nicht während der ganzen Zeit bestanden; denn im Piceetum fehlt der Pollen der uferbewohnenden Bäume, die sich erst nach und nach angesiedelt haben werden. Später, im Pinetum III, ist keine Ufervegetation im Diagramm zu erkennen. Das mag aber daran liegen, daß der Pollen zerstört ist oder ein unregelmäßiges Flußnetz nur einen spärlichen Uferbewuchs aufkommen ließ und auch der Pollen rasch weggeführt wurde. Den jeweilig herrschenden Bedingungen entsprechend, haben sich die einzelnen Zonen mehr ausgebreitet oder sind eingengt worden.

C. Gesamtbild der Vegetation und Klimaänderungen

Die erste pollenanalytisch zu erfassende Vegetationsphase ist ein „reiner“ Nadelwald, in dem der hohe Anteil von *Picea* auffällt. Mit der Anwesenheit von *Tsuga* und *Abies* deutet diese Vegetation auf ein feuchtes und gemäßigtes Klima.

In höheren Proben weichen *Picea* und mit ihr *Tsuga* stark zurück. Der Nadelwaldbestand wird aufgelockert und von „Steppenelementen“ unterwandert. Den Wald bilden jetzt hauptsächlich Pinusarten. Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir das Zurückweichen von *Picea* und *Tsuga*, die Regelmäßigkeit geringer, *Picea*- und *Betula*-Werte und die Ausbreitung von *Artemisia* dahingehend deuten, daß das Klima trockener und auch etwas kühler war als im vorangehenden Abschnitt.

Dann müssen sich die klimatischen Verhältnisse wieder gebessert haben. Der Eichenmischwald wandert ein. Im unteren Teil läßt er sich durchaus mit einem mitteleuropäischen vergleichen. Weiter höher tritt aber noch *Ostrya* auf, die bei ihrer heutigen Verbreitung südlich der Alpen auf günstigere Standortbedingungen weist. Den feuchten Charakter dieser Zeit unterstreicht *Ilex aquifolium*.

Im Pinetum I könnte man fast von einer „kalten“ *Artemisia*-Steppe reden, die allmählich von einer wärmer getönten *Artemisia*-Gramineen-Steppe abgelöst wird.

Die Erwärmung muß weiter fortgeschritten sein, wobei es zunächst bedeutend trockener wurde. Der Eichenmischwald wird wieder von der Kiefer zurückgedrängt. Mediterrane Kiefern breiten sich aus. Der geringe Prozentsatz von kleinen *Quercus*-Pollen gehört wohl immergrünen Eichen an. Erneute Abkühlung ankündende Elemente fehlen. So erscheint die Gleichsetzung von Pinusbeständen mit kühlen und Laubwaldgemeinschaften mit warmen Bedingungen nicht immer gerechtfertigt. Die aufgezeigte Pflanzenassoziation spricht vielmehr für warme und trockene Bedingungen (Mediterrane Phase).

Ob die Erwärmung im folgenden Abschnitt weiter zunahm, ist nicht ganz sicher; doch muß es wieder etwas feuchter geworden sein. Der Eichenmischwald breitet sich noch einmal aus, scheint aber weniger mannigfaltig gewesen zu sein. Im wesentlichen haben ihn laubabwerfende Eichen gebildet. Eine weitere Erwärmung könnte *Liquidambar* anzeigen.

Das reichliche Auftreten von Chenopodiaceen dürfte sehr wahrscheinlich mit dem allmählichen Verschwinden des Sees zusammenhängen, das mehr tektonisch als klimatisch bedingt war. Die vielen Gipskristalle im oberen Teil der weißen Serie deuten in der gleichen Richtung; und schließlich wird der See ja von einer dunklen Moormergelserie überdeckt.

Der Eichenmischwald weicht danach endgültig zurück. Das neue Pinetum ist wieder ganz anders zusammengesetzt als die vorangehenden. Die hohen Werte der *haploxylon*-Formen, die in den unteren Abschnitten nur wenige Prozente innerhalb der Tegelen-Elemente ausmachten, beweisen das Dominieren dieser Kiefernarten während der Zeit, die auf das Seestadium folgte.

In der heutigen Flora ist *Pinus cembra* ein Vertreter der *haploxylon*-Gruppe, die im Gebiet der Alpen und Karpaten, ja bis nach Sibirien verbreitet ist und so für kühle Bedingungen spricht. Andere Vertreter dieser Gruppe sind in Nordamerika und dem Mittelmeergebiet beheimatet. So ist diese Gruppe für klimatische Aussagen nicht eindeutig, wenn wir auch mit großer Wahrscheinlichkeit ihr Auftreten in den Ablagerungen von Villarroya als Hinweis für warmes Klima, analog den Verhältnissen im Pliozän, ansehen dürfen.

Die wenigen Pollenfunde in der Oberen Roten Serie gestatten keine Aussagen mehr.

Das Pollenbild der gesamten Schichtenfolge zeigt uns, daß wir im näheren und weiteren Gebiet von Villarroya im wesentlichen Nadelwaldbestände hatten, die kurzfristig der Ausbreitung eines Eichenmischwaldes gewichen sind. Aber auch die Nadelwälder sind in ihrer Zusammensetzung nicht gleichförmig geblieben. Dieser Wandel des Pflanzenkleides kann nur durch ausgeprägte Klimaänderungen erklärt werden.

Das Klima ist während der Ablagerung der unteren Schichtenfolge kühl-humid, und etwa gleiche Verhältnisse dürfen wir auch für die Zeit der Seebildung annehmen. Diese ist tektonisch und klimatisch bedingt. Im oberen Bereich ist es dann recht warm und trocken. Die Feuchtigkeitsverhältnisse haben sich wiederholt geändert und die Vegetation beeinflusst. Der Wärmeanstieg scheint sich dagegen recht gleichförmig vollzogen zu haben. Nur die Pflanzengesellschaft des Pinetum I deutet auf Temperaturrückgang innerhalb der großen Schwankung.

D. Parallelen mit anderen Profilen

Ganz ähnliche Florenbilder, wie wir sie in Villarroya kennengelernt haben, sind auch aus anderen Gebieten, besonders Mitteleuropa, bekannt. In dem Bereich zwischen Pliozän und Günz-Vereisung liegen die Floren von Tegelen im deutsch-holländischen Grenzgebiet (C. REID & E. M. REID 1915), Schwaneheim bei Frankfurt/Main (BAAS 1932), Buchenau in Hessen (G. LESCHIK 1952), Leffe am Fuße der Südalpen (F. LONA 1950) und Mizerna in der Tatra (W. SZAFER 1954). In allen diesen Fällen haben wir eine ähnliche Mischung tertiärer und quartärer Floren-Elemente wie in Villarroya.

Das Profil von Leffe hat mit Villarroya das Auftreten von *Cedrus* und *Zelkova* gemeinsam, die in den mitteleuropäischen Floren in diesem Zeitraum schon nicht mehr sicher nachgewiesen sind. Davon ist *Cedrus* in Villarroya zwar auch recht regelmäßig, aber immer mit sehr geringen Werten vertreten. Auch *Ostrya* charakterisiert nur die beiden südeuropäischen Floren.

Die Werte von *Pinus haploxylon* liegen in Leffe im allgemeinen prozentual etwas höher, erreichen aber nirgends das Ausmaß, wie wir es im obersten Abschnitt von Villarroya beobachten. *Picea* ist in Villarroya nur für den untersten Bereich typisch, in den höheren Abschnitten fanden sich nur ganz vereinzelt Pollenkörner dieser Gattung. In Leffe zieht eine nicht ganz unbedeutende *Picea*-kurve durch das gesamte Diagramm. Besonders scharf sind die Unterschiede der beiden südeuropäischen Floren in der Verbreitung der Juglandaceen *Carya* und *Pterocarya*. In Villarroya dominiert letztere wie auch in den anderen mitteleuropäischen Floren. Im gesamten Profil von Leffe sehen wir aber sehr hohe *Carya*-Werte, wie sie bisher nur aus pliozänen Ablagerungen bekannt sind. Damit sind auch andere Waldverhältnisse verbunden. In den warmen Abschnitten des Leffe-Profiles haben wir einen *Cedrus-Tsuga-Carya-Pterocarya*-Wald; in Villarroya sind diese Bäume immer untergeordnet, und hier wird die warme Zeit durch einen Eichenmischwald bezeichnet, wenn man von der Deutung des Pinetum III als Wärmeoptimum absieht. Zweimal tritt im Diagramm von Villarroya ein Eichenmischwald hervor, der im Villafranca-Bereich des Leffe-Profiles fehlt. Hier ist er erst für das Günz/Mindel-Interglazial charakteristisch.

Völlig fehlt in Villarroya *Castanea*, die wir als mediterranen Charakterbaum hier erwarten würden. Die weite Verbreitung kalkiger Gesteine verhinderte wohl ihre Ansiedlung. Sie ist in der „Kolchischen Phase“ von Buchenau in einer *Tsuga-Pterocarya-Castanea*-Vergesellschaftung einmal mit Werten bis zu 45% vertreten. Auch in Leffe tritt sie mit ähnlich hohen Werten in einer Probe auf, die aber hier in einen kühlen Abschnitt fällt („Günz II“ bei LONA). Sonst ist ihr Vorkommen in beiden Profilen nur gering und zerstreut.

Die Waldzusammensetzung der beiden Profile weicht also trotz vieler Ähnlichkeiten besonders in den warmen Abschnitten doch recht erheblich voneinander ab, und es ist schwer, den scharfen Vegetationswechsel von Villarroya, der auf eine positive Klimaschwankung zurückzuführen sein dürfte, mit einem der Abschnitte des Leffe-Profiles in Verbindung zu bringen.

Bei einem Vergleich mit den mitteleuropäischen Floren fallen die recht erheblichen Werte der Juglandacee *Pterocarya* auf: Schwanheim: bis 19,8%, Buchenau: bis 12,8%, dagegen Villarroya: nur bis 3%. Auch *Tsuga* ist dort häufiger: Schwanheim: bis 57,2%, Buchenau: bis 18,1% und Villarroya: bis 9%. Die für die Zeit zwischen dem Reuver-Pliozän und der Günz-Vereisung typischen Elemente sind in Villarroya durchweg prozentual geringer als in den übrigen Floren, was bei der südlicheren Lage von Villarroya immerhin merkwürdig erscheint. Sie müssen wohl gegen andere dort besser gedeihende Bäume nicht recht konkurrenzfähig gewesen sein.

In Schwanheim ist *Abies*, die bis zu 35,9% erreicht, sehr auffallend; sie ist in Villarroya immer vorhanden, fehlt aber in Buchenau. *Fagus*, in Buchenau und Villarroya auftretend, fehlt dagegen in Schwanheim. *Pinus haploxylon*-Formen sind in den mitteleuropäischen Floren mit Sicherheit nur in Buchenau nachgewiesen. Mehr verbreitet als in anderen Profilen ist dafür in Villarroya *Liquidambar*, der sonst noch in Mizerna und Leffe vorkommt.

Floristisch unterscheidet sich das Profil von Villarroya von den übrigen bekannten am deutlichsten in der völligen Bedeutungslosigkeit der Juglandaceen und von *Tsuga* einerseits und dem Hervortreten von *Liquidambar* und dem *Pinus haploxylon*-Typ, sowie der großen Verbreitung steppenbildender Elemente andererseits. Wenn auch eine Gleichzeitigkeit aller dieser Floren noch nicht erwiesen ist, so müssen doch bedeutende fazielle Unterschiede bestanden haben. Die ostasiatisch-nordamerikanischen Arten sind in Villarroya recht spärlich vertreten, so daß man dieser Flora im Vergleich mit den anderen ein noch jüngeres Alter zuschreiben möchte. Insgesamt hat die Flora von Villarroya einen schon ausgesprochen mediterranen Charakter.

IV. Die Invertebratenfauna

1. Mollusken

Folgende Schnecken wurden bei Villarroya gefunden:

<i>Radix (Radix) peregra</i> (MÜLLER)	sehr häufig
<i>Succinea (Amphibina) cf. pfeifferi</i> ROSSM.	häufig
<i>Carychium minimum pantanellii</i> SACCO	sehr häufig
<i>Helicodonta (Helicodonta) obvoluta</i> (O.-F. MÜLLER)	sehr häufig
<i>Vertigo (Vertigo) globosa tassaroliana</i> SACCO	selten
<i>Gastrocopta (Albinula) turgida quattuordecimata</i> SACCO	selten
<i>Pupa (Pupilla) cf. muscorum var. bigranata</i>	selten

Auftreten und Häufigkeit der Schneckenarten in den Schichten von Villarroya ist in Abb. 1 verzeichnet.

In der Conchylien-Fauna scheint eine enge Beziehung zu Ober-Italien zu bestehen. Keine einzige Form ließ sich mit südlicheren vergleichen — etwa aus Nordafrika. Von den Landschnecken ist nur *Pupa muscorum var. bigranata* weiter nach Norden verbreitet.

2. Ostrakoden

Eine Beschreibung der Ostrakodenfauna soll an anderer Stelle erfolgen. Ostrakoden sind von der Unteren Weißen Serie bis in den obersten Teil der Gelben Serie verbreitet, abgesehen von den in allen Schichten auftretenden umgelagerten Ostrakoden des Wealden.

Im Pinetum I herrscht - bei mittelgroßen, glatten Formen - Artenarmut, die im unteren Teil des Quercetums I durch einige kleine rauhere bereichert wird. Im Pinetum II tritt wieder eine Verarmung ein (Arten- und Individuenarmut). Das Quercetum II zeigt große Formen und Mannigfaltigkeit, die sich weiter oben zu Riesenformen steigert. In der Schwarzen Serie sind es nur noch glatte, verhältnismäßig kleine Formen. Wenig auffallende Schalen sind es auch in der Gelben Serie.

Eine reiche Entfaltung der Ostrakodenfauna fällt also jedesmal mit einer Eichenmischwaldzeit zusammen. Während der Nadelwaldzeiten herrscht Arten- und Individuenarmut (Abb. 1).

V. Die Säugerfauna

Im obersten Abschnitt des Profils liegt in der Oberen Roten Serie die Schicht mit den Säugetierresten am Fundpunkt La Horna (VILLALTA 1952). Es werden folgende Reste beschrieben:

Canis donezanni (DEPÉRET)

Vulpes alopecoides DEL CAMPANA

Nyctereutes megamastoides (POMEL)

Lutra sinerizi nova sp.

Hyaena marini nova sp.

Sivapanthera arvernensis (CROIZET ET JOBERT)

Megantereon megartereon (CROIZET ET JOBERT)

Hystrix etrusca BOSCO

Hipparion crusafonti VILLALTA

Dicerorhinus etruscus (FALCONER)

? "*Mastodon*" sp.

Cervus perrieri CROIZET ET JOBERT

Cervus ramosus CROIZET ET JOBERT

Gazellospira torticornis (AYMARD)

Gazella sp.

Leptobos elatus CROIZET

Antilope (unbekannt)

Nach freundlicher Mitteilung von L. SOLÉ-SABARIS (Barcelona) sind neuerdings noch gefunden worden:

Castor plicidens

Mimomys sp.

Alces

Die Knochen zeigen unterschiedlichen Erhaltungszustand. Daraus könnte auf verschieden weite Transportwege geschlossen werden, zumal auch die Fauna selbst auf keinen ganz einheitlichen Lebensbezirk deutet (VILLALTA 1952).

Während die umliegenden Höhen Kiefern trugen, wird der übrige Raum einer Grassteppe mit Buschwerk gegliedert haben, in der sich gelegentlich versumpfte Stellen bildeten.

In der Buschsteppe hielten sich die Herden von Antilopen, Gazellen und Pferden auf, und auch die Mastodonten und Nashörner lebten hier. Dem Heere der Pflanzenfresser folgten die zahlreichen Raubtiere. Für die Cerviden ist der Aufenthalt mehr am Rande der Steppe, den Kiefernwaldungen zu, sehr wahrscheinlich. Ein Teil der Formen deutet ökologisch und tiergeographisch auf Steppenfaunen des heutigen Afrikas.

Ein eingehender Vergleich mit anderen Säugerfaunen ist an dieser Stelle nicht geplant; doch kann soviel gesagt werden, daß die Fauna von Villarroya der von Perrier im französischen Zentralmassiv verhältnismäßig nahe steht. Letztere wird etwa an die Grenze Pliozän/Pleistozän gestellt. In beiden Faunen fehlen die Elefanten. Doch tritt in Perrier als erster Vertreter der Equus-Gruppe *Equus stenorhinus* auf, der in Villarroya bisher nicht nachgewiesen ist.

VI. Zur Schichtung der Süßwassermergel in der Weißen Serie

Der feine und gleichmäßige Wechsel heller und dunkler Lagen im oberen Teil der Weißen Serie läßt vermuten, daß es sich um Jahresschichtung handelt.

Von zahlreichen Lokalitäten sind uns Untersuchungen an geschichteten Sedimenten bekannt geworden. Untersuchungen an Kieselgurablagerungen führten u. a. M. GIESENHAGEN (1925) und W. SELLE (1948) durch. Die dunklen Schichten werden als Bildungen der wärmeren Jahreszeit angesehen, da Pflanzen und Tiere im Sommer ihr Wachstumsmaximum haben und höhere organische Produktion die dunkle Färbung verursacht. Pollenanalytische Auszählungen ergaben, daß die Pollenführung der dunklen Schichten ein Vielfaches von der der hellen Schichten beträgt und damit die Annahme der dunklen Schichten als Sommerbildung berechtigt ist.

Feinere Auszählungen, die nicht nur Sommer- und Winterschicht unterscheiden, sondern die einzelnen Jahreszeiten verdeutlichen sollen, gibt M. WELTEN (1944). So etwas wird sich allerdings nur in den seltensten Fällen durchführen lassen, wo zumindest die Mächtigkeit der Jahresschichten schon beträchtlich sein muß. Bei WELTEN's Untersuchungen liegen ebenfalls kalkige Sedimente vor, und er deutet Kalkausscheidung und Schichtdicken klimatisch und verbindet sie mit einzelnen Vegetationsphasen.

Um zu prüfen, ob es sich wirklich um Jahresschichtung handelt, wurde ein säulenförmiges Stück aus dem Bereich des Pinetum I entnommen, weil hier die Schichtung sehr deutlich ist und die dunklen Lagen mächtiger sind als weiter oben im Profil. Die Schichten wurden vom Liegenden zum Hangenden Schicht um Schicht abgetragen und jede für sich besonders aufbereitet. Dabei zeigte sich, daß die hellen Schichten sich leichter und sauberer von der hangenden als von der liegenden dunklen Schicht lösen lassen.

Die dunklen Schichten werden aus Kolloid- bzw. Feinton mit geringer Kalkbeimengung gebildet. In den hellen Schichten überwiegt der Kalk mit Grobton als klastischer Beimengung.

Zur Aufbereitung wurde ein säulenförmiges Stück von ca. 10 x 10 cm Fläche genommen, von dem 29 Schichten mit einer durchschnittlichen Dicke von 0,5 mm abgeschabt wurden. Die Aufbereitung erfolgte nach der gleichen Methode wie oben. Beim Auffüllen mit Glycerin wurde darauf geachtet, daß die gleiche Menge Glycerin für jede Probe verwendet wurde (Aus zählen nach Tropfen). Im Rückstands röh rchen befindet sich somit jeweils eine bestimmte Menge Sedimentrückstand von der gleichen Flächeneinheit, aufgefüllt mit der gleichen Menge Glycerin. Ausgezählt wurden jeweils 3 Präparate; die im Diagramm (Abb. 3 und 4) angegebenen Mengen sind die Pollenmengen für die betreffende Schicht pro Einheit.

Es zeigt sich, daß der Polleninhalte der hellen Schichten das 2- bis 5-fache von dem der dunklen beträgt. Die dunklen Schichten wurden als schwarze Balken dargestellt, die hellen sind nicht ausgezogen. Das Mächtigkeitsverhältnis im Profil soll etwa die tatsächlichen Mächtigkeitsunterschiede wiedergeben. Die äußere Grenze umreißt die Gesamtpollenmenge, die innere Linie stellt die Gesamtbaumpollen dar (unterschiedliche Signatur). Beide Linien geben den Unterschied in der Pollenführung zwischen den hellen und den dunklen Lagen wieder. In einem zweiten Diagramm wurden noch einmal einige Formen gesondert

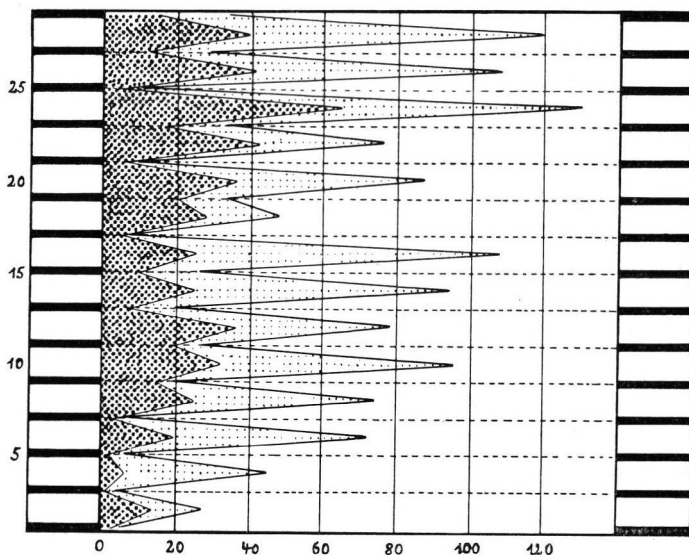


Abb. 3. Pollendiagramm von Winter- und Sommerschichten in der Weißen Serie von Villarroya. Kräftig punktiert: Baumpollen; leicht punktiert: Nichtbaumpollen. Weitere Erläuterungen im Text.

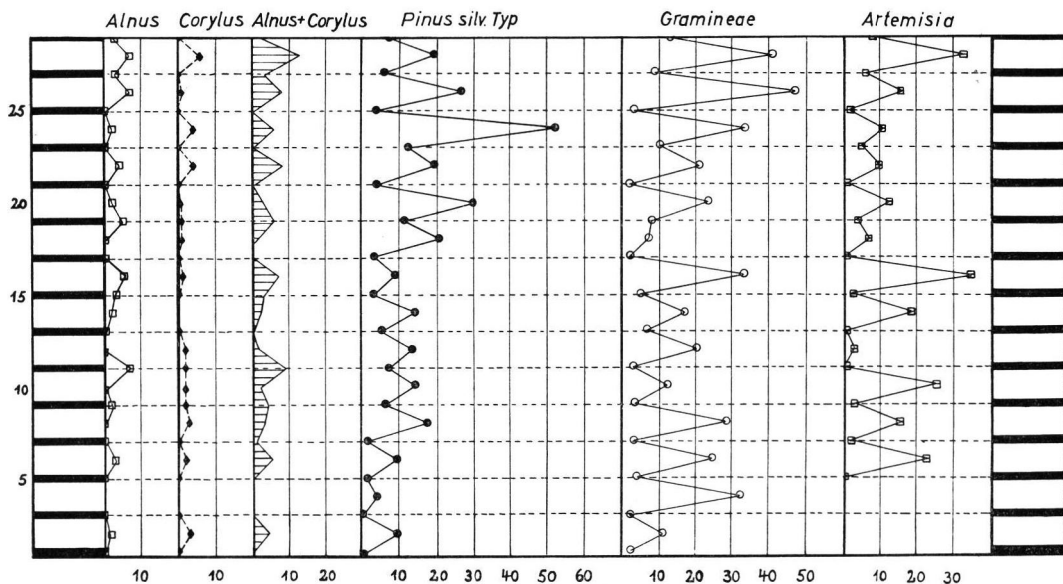


Abb. 4. Verteilung einzelner Pollenformen in den Winter- und Sommerschichten. Aufgliederung des Pollendiagramms von Abb. 3.

dargestellt (Abb. 4). Sie wurden nach dem Gesichtspunkt ihrer Häufigkeit und jahreszeitlichen Verteilung herausgegriffen und geordnet nach Frühjahrs-, Fröhsommer- und Spätsommerblühern.

Frühjahr:	<i>Alnus</i> und <i>Corylus</i>
Fröhsommer bis Sommer:	<i>Pinus silv.</i> und <i>Gramineae</i>
Spätsommer:	<i>Artemisia</i>

Die Fröhsommer- bis Spätsommerblüher zeigen denselben gleichmäßigen Wechsel in den beiden Schichtarten wie der Gesamtpollen. Unregelmäßigkeiten, ja Gegensätzlichkeiten herrschen bei den Frühblühern *Alnus* und *Corylus*. Hier tritt es häufiger ein, daß die Pollenmenge in den dunklen Lagen höher liegt als in den hellen. Dies kann seine Ursache darin haben, daß die Kalkausfällung verhältnismäßig spät einsetzte, als sich die Hauptmenge des Pollens schon niedergeschlagen hatte. Es können aber auch Aufbereitungsfehler (s. o.) verantwortlich sein. Eine weitere Fehlerquelle im Pollenniederschlag ist die Pollenzuföhrung auch während der kalten Jahreszeit (sekundäre Umlagerung).

Aus der Pollenverteilung muß man schließen, daß die reichlich pollenführenden hellen Schichten der warmen Jahreszeit, die pollenarmen dunklen der kühlen Jahreszeit entsprechen.

Die dunklen und hellen Schichten wurden außerdem auf ihren Kalkgehalt und ihre Korngröße untersucht. Es wurde die Menge von 5 Sommerschichten und 5 Winterschichten gegenübergestellt, und es ergab sich, daß das Verhältnis von Kalkgehalt zu Rückstand in der hellen Schicht 6 : 1, in der dunklen 1,5 : 1 beträgt. Somit macht der Kalkgehalt der hellen Schichten im Meßbereich die vierfache Menge von dem der dunklen aus. Der Kalkgehalt der hellen Schichten wird allerdings durch die Schneckengehäuse, die ausschließlich in den hellen Schichten liegen, beträchtlich erhöht.

Die erhöhte Kalkausfällung in den hellen Schichten, wodurch diese auch überhaupt so klar hervortreten, spricht für wärmeres Wasser.

Ist die Schichtung im unteren Teil der Weißen Serie sehr deutlich, so wird sie nach dem Hangenden zu weniger ausgeprägt. Die hellen Lagen werden mächtiger, und die unten deutlich dunklen Bänder ziehen sich nur noch als ganz feine Linien durch das Gestein. Die Winterschichten treten also den Sommerschichten gegenüber mehr und mehr zurück. Das würde bedeuten, daß die Durchschnittstemperaturen auch der kühleren Monate so günstig lagen, daß die Kalkausscheidung nur während einer ganz kurzen Zeit aussetzte, um bald wieder den neuen Rhythmus zu beginnen.

Da mit erhöhter Kalkabsonderung auch das Volumen der Schichten zunimmt, wird die Zahl der Schichten pro Einheit nach oben zu geringer; es erfolgt eine Abnahme von 32 auf 8 Schichten pro cm. Der damit wohl angezeigte gleichmäßige Temperaturanstieg paßt gut zu den Deutungen, die sich aus dem Pollendiagramm ergeben.

Bezüglich der anorganischen Restsubstanz ergibt sich eine Unregelmäßigkeit. Im unteren Teil haben wir bei geringer Kalkausfällung einen hohen Anteil von Restsubstanz, der weiter nach oben zugunsten der Kalkkomponente zurücktritt. Da die Korngröße in den Winterschichten kleiner ist und der Anteil der Winterschichten nach oben zu immer geringer wird, bis er fast Null erreicht, tritt die gröbere und gewichtsmäßig bedeutendere Kornkomponente der Sommerschichten wieder mehr und mehr hervor und dürfte u. a. einen Anstieg der Gewichtsanteile bewirken. Außerdem mag man daran denken, daß mit stärkerer Sedimentzuföhrung das organische Leben nachläßt (WELTEN 1944).

So führen die Beobachtungen über die Mengenverteilung des Pollens wie auch die Kalkausscheidung zu der wohl berechtigten Annahme, daß wir es auch hier mit echter jahreszeitlicher Schichtung zu tun haben, die durch die periodisch-jahreszeitliche Kalkausscheidung hervorgerufen worden ist. Die Schichtung, ihre Ausbildung und Mächtigkeitsänderung, ist eine klimatische Parallele zu dem gewonnenen Vegetationsbild. Man kann die Auffassung von WELTEN bestätigen, daß die Schichtungsart durchaus klimatische Rückschlüsse zuläßt.

Voraussetzung für jede uns überlieferte Schichtung ist das Fehlen einer zerstörenden Bodenfauna; sonst würden die Sedimente rasch und dauernd durchwühlt werden und jeglichen Schichtungscharakter verlieren.

Heute haben wir in dem Gebiet von Villarroya eine doppelte Regenzeit, die das Jahr in Abschnitte mit zwei etwa gleich großen Niederschlagsmaxima teilt (R. SCHMITT 1935 —

nach freundlicher Mitteilung von Prof. H. LAUTENSACH, Stuttgart). Bei einer durch derartige Niederschlagsverteilung verursachten Schichtung, wie es teilweise nach Korngrößen sortierte Sedimente sein können (H. KORN 1938 u. a.), müßte man aber wohl eine etwas andere Verteilung der Pollenmengen erwarten, und auch die periodischen Kalkausfällungen ließen sich nicht recht deuten. Ob sich in dem oben beschriebenen Jahresrhythmus noch ein feinerer „regenzeitlicher“ Rhythmus verbirgt, kann nicht gesagt werden.

Die Weiße Serie bietet uns im oberen Teil mit ihrer jahreszeitlichen Schichtung die Möglichkeit, Angaben über die Mindestdauer der Ablagerungen zu machen. Für die Zeit vom Pinetum I bis zum Quercetum II kommen wir auf ca. 7400 Jahre, wenn wir die einzelnen Schichten auszählen. Im liegenden Bereich können wir noch etwa 1500 Jahre annehmen, so daß die Zeit, in der der See bestanden hat, mindestens 9000 Jahre beträgt. Diese Zeit ist sehr kurz, und man darf vermuten, daß während des Bestehens des Sees keine Senkungen des Untergrundes mehr stattgefunden haben und der See einer schnellen Verlandung anheimfiel.

VII. Stratigraphische Stellung der Schichten von Villarroya

Für die Eingliederung der Schichten von Villarroya sind wir auf die Faunen- und Florenreste angewiesen. Die Betrachtung der Flora zeigte, daß große Ähnlichkeit mit Tegelen, Schwanheim, Buchenau, Lefte (untere Serie) und Mizerna III besteht. Alle diese Floren gehören mit großer Wahrscheinlichkeit in das sog. Tegelen-Interglazial, das nach bisheriger Auffassung auf die erste quartäre Kaltzeit („Prätegelen“ oder „Brüggen-Kaltzeit“) folgte. Allein nach der Flora würde man also den oberen Teil der Weißen Serie, die Schwarze Serie und den tiefsten Teil der Gelben Serie in das Tegelen-Interglazial einstufen, während man im tieferen Teil der Weißen Serie ein Äquivalent der ersten quartären Kaltzeit („Brüggen-Kaltzeit“) sehen könnte.

Mit dieser Auffassung ist aber die höher liegende Säugerfauna nicht recht in Einklang zu bringen. Wie oben ausgeführt wurde, gleicht die Fauna am ehesten der bekannten Perrier-Fauna, die in den Übergang vom Tertiär zum Quartär gehört. Beiden fehlen noch die Elefanten; und während in Perrier bereits der erste *Equus* auftritt, fehlt auch diese charakteristische quartäre Form in Villarroya. Die Fauna — sofern sie wirklich auf primärer Lagerstätte liegt — hat also doch noch einen stärker pliozänen Charakter. Das könnte dafür sprechen, daß die im tieferen Profil von Villarroya nachgewiesene Flora doch etwas älter ist als die Floren von Tegelen, Schwanheim, Buchenau, Lefte und Mizerna III. Die im Pollendiagramm zu erkennende Klimaschwankung wäre dann nicht die „Brüggen-Kaltzeit“, sondern müßte älter sein. Vielleicht entspricht sie der von SZAFER in Mizerna I/II nachgewiesenen Schwankung. Ob man diese kühle Phase bereits zum Quartär oder noch zum Pliozän stellen soll, das kann an diesen einzelnen Profilen nicht entschieden werden. Sollte sich herausstellen, daß eine solche kühle Phase in weiteren Gebieten vorhanden ist, und daß sie überall einen merklichen Einfluß auf Flora und Fauna ausgeübt hat, so müßte die Grenze Tertiär/Quartär unter Umständen an ihre Basis gelegt werden. Aber auch im ausgehenden Pliozän müssen wir ja mit Wärmeschwankungen rechnen, die langsam an Ausmaß zunehmen und schließlich in die quartären übergehen (vgl. die schematische Darstellung bei P. WOLDSTEDT 1954).

Auf jeden Fall kann man die Schichten von Villarroya als „Altes Villafranca“ im Sinne von J. VIRET (1954) bezeichnen.

VIII. Zusammenfassung

Im Gebiet von Villarroya unterscheidet R. BRINKMANN (1956) in Ablagerungen des unteren Villafrancas 5 Serien (Untere Rote Serie, Weiße Serie, Schwarze Serie, Gelbe Serie und Obere Rote Serie), von denen die Obere Rote Serie Reste von Säugetieren führt, die die bisherige Alterseinstufung begründeten (E. CARVAJAL 1928; J. F. DE VIL-LALTA COMELLA 1952).

Die Auswertung pollenführender Schichten, hauptsächlich der Weißen Serie, läßt einen deutlichen Wandel im Pflanzenkleid erkennen, der auf klimatische Ursachen zurückgeführt werden kann. In der Aufeinanderfolge vom Liegenden zum Hangenden lassen sich 6 Phasen unterscheiden:

1. Piccetum: Geschlossener Nadelwald mit *Pinus*, *Picea*, *Tsuga* und *Abies*. Klima humid-gemäßigt.
2. Pinetum I: Der Wald wird durch *Artemisia*-Bestände aufgelockert, *Picea* wird verdrängt, und *Betula* und *Alnus* wandern ein. Die neue Pflanzenassoziation deutet auf kühlere und auch trockenere Verhältnisse.
3. Quercetum I: Der Nadelwald wird aus der näheren Umgebung des Untersuchungsgebietes verdrängt. Eichenmischwald mit fast mitteleuropäischem Gepräge und Gramineenflora beherrschen das Bild. Dieser Abschnitt ist wieder humid und gemäßigt.
4. Pinetum II: Hier dominiert *Pinus* mit mediterranen Arten; im EMW behaupten sich die immergrünen Eichen. Klima trocken und warm.
5. Quercetum II: Noch einmal Ausbreitung des EMW. *Liquidambar* siedelt sich an. Klima warm-humid.
6. Pinetum III: „Pliozäner“ Nadelwald mit hohen Prozenten von *Pinus*, Typ *haploxylyon*, beherrscht die Ablagerungen der schwarzen, aber besonders der gelben Serie (?Wärmeoptimum?).

Der Wechsel der Vegetation deutet auf eine Klimaschwankung größeren Ausmaßes.

Die Schnecken-Fauna aus der schwarzen und gelben Serie weist auf engere Zusammenhänge mit Ober-Italien hin. Ihr Vergleich bestätigt ebenfalls das Villafranca-Alter der Schichten, das in Ober- und Mittel-Italien durch Säugetierfaunen belegt ist.

Pollenbild, Vegetationswechsel (Klimaschwankung) und Schneckenfauna zeigen auch für die untere Schichtenfolge ein frühes Villafranca-Alter an.

Literaturverzeichnis

- ANDERSEN, S. Th.: New Investigations of Interglacial Fresh-Water Deposits in Jutland. A Preliminary Report. - Eiszeitalter und Gegenwart 8, S. 181, Öhringen 1957.
- BAAS, J.: Eine frühdiluviale Flora im Mainzer Becken. - Z. f. Botanik 25, S. 289-371, 1932.
- BRINKMANN, R.: Tertiär und Alt-Quartär in den nordwestlichen Keltiberischen Ketten. - Geotektonisches Symposium zu Ehren v. H. Stille, Stuttgart 1956.
- CARVAJAL, E.: Nota sobre un yacimiento de fósiles vertebrados en el Plioceno de la provincia de Logroño. - C. R. 14. Int. Geol. Congr., 3, S. 1017, Madrid 1928.
- ERDTMAN, G.: An Introduction to Pollen-Analysis. - Stockholm 1954.
- FAEGRI & IVERSEN: Text-Book of Modern Pollen Analysis. - Kopenhagen 1950.
- FIRBAS, F.: Pollenanalytische Untersuchungen einiger Moore der Ostalpen. - Lotos 71, 1923.
- GIESENHAGEN, M.: Kieselgur als Zeitmaß für eine Interglazialzeit. - Z. f. Gletscherkunde 14, 1926.
- KNEUPER, F.: Ostrakoden aus der Sierra de los Cameros (Nordwestliche Iberische Ketten). - Bonn math.-nat. Diss. 1958.
- KORN, H.: Schichtung und absolute Zeit. - Stuttgart, math.-nat. Diss. 1938.
- LESCHIK, G.: Mikrobotanisch-stratigraphische Untersuchungen der jungpliozänen Braunkohle von Buchenau (Kr. Hünfeld). - Paläontographica 92, Abt. B, Stuttgart 1952.
- LONA, F.: Contributi alla storia della vegetazione e del clima nella Val Padana. - Atti Soc. ital. Sci. Nat. 89, S. 123, Mailand 1950.
- REID, Cl. & REID, E. M.: The Pliocene floras of the Dutch-Prussian border. - Med. Rijksop. Delf. 6, S. 25, Den Haag 1915.
- RICHTER, G.: Die Iberischen Ketten zwischen Jalón und Demanda. - Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl., N.F. 16, 3, S. 101, Berlin 1930.
- RICHTER, G. & TEICHMÜLLER, R.: Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten. - Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl., (3) 7, S. 79, Berlin 1933.
- RIKLI, M.: Das Pflanzenkleid der Mittelmeerländer. - Bern 1943.

- SCHMITT, R.: Das Klima von Altkastilien und Aragonien auf Grund der spanischen Wetterbeobachtungen der Jahre 1906 bis 1925. - Gießen, math.-nat. Diss. 1935.
- SELLE, W.: Interglaziale Süßwassermergel- und Kieselgur-Vorkommen in Niedersachsen. - Neues Arch. Landes- u. Volksk. Niedersachsen 3, S. 234, 1948.
- SZAFER, W.: Pliocene Flora from the vicinity of Czorstyn (West Carpathians) and its Relationship to the Pleistocene. - Warschau 1954.
- TISCHER, G.: Geologische Untersuchungen im Wealden der Sierra de los Cameros (Nordwestliche Iberische Ketten). - Bonn, math.-nat. Diss. 1956.
- VILLALTA COMELLA, J. F. DE: Contribución al conocimiento de la fauna de mamíferos fósiles del Plioceno de Villarroya (Logroño). - Bol. Inst. Geol. Min. España 64, S. 23, Madrid 1952.
- VIRET, J.: Le loess a bancs durcis de Saint-Vallier (Drôme) et sa fauna de Mammifères villafranchiens. - Nouv. Archives Mus. Hist. nat. Lyon 4, 1954.
- WELTEN, M.: Pollenanalytische, stratigraphische und geochronologische Untersuchungen aus dem Faulenseemoos bei Spiez. - Veröff. geobot. Inst. Rübel, Zürich, H. 21, Bern 1944.
- WOLDSTEDT, P.: Die Klimakurve des Tertiärs und Quartärs in Mitteleuropa. - Eiszeitalter und Gegenwart 4/5, S. 5, Öhringen 1954.

Manusk. eingeg. 9. 5. 1958.

Anschrift des Verf.: Dr. Horst Remy, Geolog. Institut der Universität, Bonn, Nußallee 2.

Tabelle 1

Probe Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Pin. s. T.	153	138	153	129	147	135	123	98	154	148	168	62	72	54	43	28	25	46	123	59	92	119	14	21	25	16	21	27	20	
Pin. h. T.	6	3	9	6	6	3	6	—	—	—	6	—	4	6	—	4	3	—	2	—	4	5	—	4	6	10	2	4	4	
Picea	90	93	105	39	21	24	12	4	8	6	16	4	18	—	7	2	—	2	10	2	3	8	—	—	2	—	2	3	2	
Abies	3	6	3	—	—	—	—	—	2	—	2	—	4	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	2	
Tsuga	15	27	24	3	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	
Cedrus	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4	—	2	—	—	—	2	2	—	4	—	2	6	13	14	5	6	4	4	5	
cf. Cupress.	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	4	18	18	10	6	13	23	16	5	5	10	7	18	17	12	16	9	24	12	
Liquid.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	—	—	—	
Hippophaë	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ilex	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	6	—	2	2
Betula	—	—	—	—	3	9	6	12	—	4	2	4	8	4	3	6	—	—	2	3	4	—	—	4	2	8	5	2	4	
Corylus	—	3	—	—	3	12	9	2	4	—	4	18	6	10	6	26	6	23	8	17	9	4	6	13	11	8	15	12	7	
Carpinus	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2	—	—	—	—	—	2	4	11	—	4	2	4	9	11	6	6	8	8	10	
Ostrya	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—	
Alnus	—	—	—	9	9	15	6	10	8	8	18	10	14	12	13	11	13	20	16	4	6	4	—	7	8	12	12	8	13	
Fagus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Quercus	—	—	—	33	9	—	—	2	—	—	—	12	10	10	6	20	28	37	10	26	22	15	76	101	82	54	67	42	57	
Querc. kl. F.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	11	7	23	31	25	14	12	7	8	
Carya	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—	
Pterocarya	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	2	4	2	2	4	2	
Salix	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	2	—	—	
Ulmus	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	—	4	—	—	4	—	11	2	9	5	—	—	2	6	—	9	5	10	
Zelkova	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	
Chenopod.	—	—	—	3	—	—	—	—	4	2	—	2	2	8	—	2	—	2	2	2	2	—	—	—	—	—	1	—	2	2
Ericaceae	—	—	—	—	6	—	—	6	4	2	—	4	—	10	—	3	7	4	4	—	—	3	—	—	2	4	—	4	3	
Compositen	—	—	—	3	—	3	—	4	6	2	—	4	2	6	—	4	11	4	6	3	—	2	—	—	2	4	—	—	2	
Artemisia	24	21	—	45	87	75	123	138	68	94	44	124	118	154	197	147	161	67	85	102	97	103	115	75	63	64	61	69	66	
Gramineae	6	3	6	6	6	3	9	10	18	16	18	10	12	6	5	5	8	45	12	46	31	8	47	21	46	56	62	60	62	
div. Kräuter	—	3	—	—	3	6	—	4	10	6	8	12	2	2	10	4	7	6	2	7	3	—	2	—	6	4	4	2	—	
Varia	3	3	—	24	—	9	6	8	4	4	4	14	6	8	4	15	2	4	5	7	10	6	—	8	8	14	15	12	15	

Tabelle 2

Probe Nr.	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
Pin. s. T.	24	25	19	28	28	27	15	4	7	6	32	24	20	88	138	140	123	141	162	150	140	148	169	84	91	84	61	86
Pin. h. T.	14	5	4	8	9	11	5	2	—	—	5	4	3	5	5	7	5	4	8	4	11	8	6	4	4	6	5	7
Picea	—	—	1	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Abies	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	2	2	—	—	2	—	—	—	—	2	—	3	8	4	—	—	—	1
Tsuga	—	—	—	5	2	4	2	—	—	—	—	—	—	1	—	1	4	2	4	3	2	2	3	—	2	3	4	—
Cedrus	1	4	1	—	4	1	4	—	1	—	2	2	1	4	1	3	5	3	4	2	2	3	2	4	—	—	—	—
cf. Cupress.	27	8	20	27	11	13	4	3	2	—	5	7	4	—	16	9	23	12	—	5	7	8	—	4	2	—	10	—
Liquid.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hippophaë	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ilex	—	1	—	4	1	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Betula	8	3	4	4	3	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Corylus	5	12	11	4	8	11	4	12	10	3	4	3	12	—	2	3	3	—	—	3	4	—	4	3	—	3	3	4
Carpinus	4	9	8	—	8	9	3	1	12	16	8	3	2	3	—	4	—	—	2	2	5	2	—	—	2	5	3	5
Ostrya	4	—	1	4	4	1	2	5	4	5	4	4	1	1	2	1	3	—	—	2	1	—	—	—	—	1	—	—
Alnus	10	8	11	4	8	7	4	—	4	6	8	4	3	—	4	3	—	—	—	—	3	—	—	4	—	—	5	2
Fagus	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	9	—	—	—	—	4	2	2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Quercus	36	64	64	43	55	56	91	108	83	55	51	36	19	21	24	23	39	29	23	21	21	24	4	41	45	55	58	63
Querc. kl. F.	8	9	8	12	9	13	12	13	13	11	16	5	12	15	16	13	23	20	18	16	16	20	4	28	32	36	31	36
Carya	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pterocarya	3	6	5	9	4	8	4	4	1	—	—	—	6	—	—	2	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Salix	—	—	1	—	—	—	—	—	1	3	1	—	—	2	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Ulmus	12	8	8	4	4	3	5	3	9	11	8	15	17	12	8	12	4	10	7	11	5	4	8	3	—	2	7	3
Zelkova	—	—	—	—	—	—	1	—	1	5	1	8	8	—	—	3	—	3	—	1	1	4	—	—	—	—	—	—
Chenopod.	4	—	1	—	—	1	4	4	3	2	5	1	—	4	—	3	7	—	—	—	2	4	4	21	15	19	33	15
Ericaceae	8	4	2	1	1	—	4	7	4	3	2	4	3	—	5	2	3	3	7	—	2	4	8	4	2	—	2	7
Compositen	—	—	4	—	—	3	8	12	4	4	2	4	1	5	11	4	8	6	8	8	3	4	1	5	5	4	5	3
Artemisia	88	84	79	107	90	85	88	86	75	55	64	80	91	64	28	19	32	23	25	23	29	14	7	35	47	59	55	39
Gramineae	44	37	39	39	44	43	40	45	67	124	76	84	95	85	44	47	31	45	42	49	54	60	68	78	71	47	24	51
div. Kräuter	4	3	4	—	3	—	1	—	4	—	2	4	5	4	4	4	—	3	1	5	1	—	—	3	—	1	7	1
Varia	4	18	12	9	9	17	11	4	8	4	7	6	7	3	4	5	5	10	6	9	5	8	7	3	14	11	17	13

Tabelle 3

Probe Nr.	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Pin. s. T.	95	52	96	59	138	64	74	55	52	16	45	8	78	110
Pin. h. T.	—	—	7	7	8	—	16	1	8	—	3	3	6	21
Picea	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Abies	—	1	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Tsuga	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	6
Cedrus	3	—	3	4	4	5	2	—	4	—	—	2	2	3
cf. Cupress.	2	—	6	13	13	8	10	—	9	6	19	14	12	18
Liquid.	—	1	2	—	1	8	3	—	3	2	6	4	—	—
Hippophaë	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
Ilex	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Betula	1	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—
Corylus	—	3	1	9	2	5	5	2	2	—	—	4	—	—
Carpinus	2	—	7	6	4	6	2	4	8	6	9	2	—	—
Ostrya	2	2	—	2	2	6	3	5	—	7	—	2	—	—
Alnus	3	2	—	5	—	5	—	—	—	—	—	—	2	—
Fagus	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	1	—	—
Quercus	36	38	16	73	45	72	64	72	71	111	95	124	74	29
Querc. kl. F.	18	19	9	16	8	19	18	20	25	37	26	32	22	12
Carya	—	—	—	4	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—
Pterocarya	2	—	—	8	7	3	—	4	5	—	—	3	—	—
Salix	—	1	3	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	2
Ulmus	2	—	3	3	4	2	8	4	—	3	2	4	3	—
Zelkova	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chenopod.	22	32	14	35	10	37	22	24	41	18	30	34	27	2
Ericaceae	—	8	6	3	3	—	17	5	17	10	10	6	—	3
Compositen	6	6	16	—	—	2	2	3	—	16	2	—	10	—
Artemisia	45	71	32	34	26	58	40	64	30	54	36	24	57	37
Gramineae	53	66	80	26	16	12	16	35	40	27	25	40	12	45
div. Kräuter	4	6	1	—	—	—	5	3	3	5	—	2	—	2
Varia	20	11	5	7	7	4	11	18	7	15	18	20	17	19

Zähltafeln

Bedeutung der Abkürzungen:

Pin. s. T.	=	<i>Pinus silvestris</i> -Typ
Pin. h. T.	=	<i>Pinus haploxylon</i> -Typ
cf. Cupress.	=	cf. Cupressineen
Liquid.	=	<i>Liquidambar</i>
Querc. kl. F.	=	<i>Quercus</i> , kleine Formen
Chenopod.	=	Chenopodiaceae
div. Kräuter	=	verschiedene Kräuter
B. P.	=	Baumpollen
N. B. P.	=	Nichtbaumpollen
G. P. M.	=	Gesamtpollenmenge