

Über die postglaziale Einwanderung und Ausbreitung der Rotbuche (*Fagus silvatica L.*) am südlichen Alpenrand

von *H. Zoller* und *H. Kleiber*, Basel

Manuskript eingereicht am 15. März 1967

Einleitung

In einem ununterbrochenen Bande, von Illyrien bis Piemont, werden die Hänge in der montanen Stufe der feuchten, südlichen Aussenketten der Alpen von Buchenwäldern bekleidet. Über Karbonatgestein sind es Gesellschaften des Eu-Fagion-Unterverbandes mit einer reichen Artengarnitur an Frühjahrsgeophyten, welche die Trockengebüsche des Ornetho-Ostryon nach oben ablösen; über Silikatgestein folgen über den anthropogenen Kastanienbeständen krautarme, azidophile Buchenassoziationen, die zum Luzulo-Fagion zu rechnen sind. Die rezente untere Grenze dieser *Fagus*-Wälder liegt in ungefähr 1000 m Meereshöhe, und besonders in den insubrischen Tessintälern fällt auf, dass in dem 500-600 m mächtigen Buchengürtel die Weisstanne (*Abies alba*) in sehr unterschiedlichen Mengen gedeiht. Während sie in den *Fagus*-Wäldern der Dolomitberge im Mendrisiotto und Lukanese vollständig fehlt, findet sie sich weiter nördlich überall mehr oder weniger reichlich. Weiter alpeneinwärts verliert *Fagus* rasch an Bedeutung und schon in den oberen Tälern der Maggia, in der Riviera und im unteren Misox herrscht *Abies* in der Klimaxvegetation der montanen Stufe. Von besonderem Interesse sind die Kontakte des *Fagus-Abies*-Gürtels mit subalpin-alpinen Pflanzengesellschaften. Im Mendrisiotto steigen die Eu-Fagion-Wälder bis gegen 1600 m an, bilden dort die Waldgrenze und gehen unmittelbar in alpine Rasen über. Weiter nördlich schiebt sich zwischen die bodensauren Luzulo-Fagion-Gesellschaften und die baumlosen, alpinen Zwergstrauchheiden eine von Koniferen gebildete Stufe ein, in der neben *Abies* vielfach *Larix decidua* dominiert (vgl. H. Zoller 1960).

Aus dieser kurzen Übersicht der rezenten Verbreitung der Buchenwälder auf der Alpensüdseite folgt, dass der *Fagus-Abies*-Gürtel mindestens in den insubrischen Tälern einen bemerkenswert heterogenen Charakter aufweist. Das scheinen auch die bisherigen pollenanalytischen Untersuchungen zu belegen. Von der Tanne wissen wir, dass sie sehr frühe, schon im Präboreal (ca. 7500 v. Chr.) in die Tessintäler gelangt ist und während der ganzen Wärmezeit die Wälder der Bergstufe beherrscht hat (vgl. H. Zoller 1960, 1964). Dagegen ist die Kenntnis, wie sich die Rotbuche im Postglazial am Alpensüdrand ausgebreitet hat, sehr lückenhaft, da bisher Pollenanalysen und C14-Datierungen, die sich auf dieses Problem beziehen, noch ausstehen. Ein einigermaßen zuverlässiger Zeitpunkt für die Entstehung der montanen Buchenwälder im Gebiete der oberitalienischen

Seen konnte einzig von H. J. Beug (1964) angegeben werden. Er verknüpfte den Buchenanstieg in einem Pollenprofil vom Lago di Ledro (655 m) mit C14-datierten bronzezeitlichen Kulturschichten und gelangte dadurch zum Schluss, dass die Massenausbreitung der Rotbuche kaum vor 2000 v. Chr. erfolgt sein kann, während die Tanne dort schon im jüngeren Atlantikum, nach 4500 v. Chr. häufig geworden ist. Daraus folgt die interessante Tatsache, dass im Bereich des *Fagus-Abies*-Gürtels der Südalpen sich die Rotbuche als dominierende Baumart erst 2000-2500 Jahre später durchgesetzt hat als die Weisstanne. Verglichen mit dem Gardaseegebiet ergäbe sich für das Einzugsgebiet des Tessins sogar eine zeitliche Diskrepanz von über 5000 Jahren, da dort die Tanne schon im Präboreal die Rolle als Waldbildner in der Montanstufe übernommen hat, sich dagegen ihre Ausbreitung nach Osten hin offensichtlich stark verzögert hat.

Es schien uns deshalb wichtig, durch neue Untersuchungen diese Probleme besser abzuklären, insbesondere auch die Frage, ob die Buchentransgression am Alpensüdrand wie der Vorstoss der Weisstanne in west-östlicher Richtung fortgeschritten ist oder ob in den Tessintälern wirklich mit einer derart grossen zeitlichen Differenz von über 5000 Jahren zu rechnen ist, was bei zwei ökologisch sich relativ nahe stehenden Arten eher schwer zu verstehen wäre. Da unser verehrter Jubilar, Herr Dr. Alfred Becherer vor einigen Jahren von Genf nach Lugano übergesiedelt ist, so dürften ihn die Ergebnisse unserer Pollenanalysen zur Ausbreitungsgeschichte der Rotbuche am Alpensüdrand besonders interessieren, weshalb wir den Anlass seines 70. Geburtstages wahrnehmen, über unsere Resultate zu berichten.

Gesamtprofil von Gola di Lago

Die Bedingungen für ein ungestörtes Moorwachstum im Klimaxbereich der montanen Buchenwälder in den südlichen Voralpen sind nur sehr selten erfüllt. So erwies sich leider das kleine Passmoor von «La Segna» (1170 m) zwischen Centovalli und Val Onsernone als ungeeignet, die Buchenfrage mit pollenanalytischen Methoden aufzugreifen, da dort das ganze Postglazial in einen Flachmoortorf von nur ca. 1,3 m Mächtigkeit zusammengedrängt ist, wobei Analysen aus dem Jahre 1956 auch auf grössere Sedimentationslücken hinweisen. Anlässlich der Schlussexkursion, die von der Botanischen Anstalt der Universität Basel im Juli 1965 im Südtessin durchgeführt worden ist, wurden wir jedoch auf eine weitere Möglichkeit für vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in der montanen Stufe der insubrischen Schweiz aufmerksam: das Sattelmoor von «Gola di Lago» nördlich von Tesserete, das in einer Senke der Silikatbergkette gelegen ist, die das Einzugsgebiet des Cassarate vom Val d'Isone trennt.

Da dieses Moor in 970 m Meereshöhe unmittelbar an der unteren Grenze des heutigen Luzulo-Fagion-Klimaxbereiches gelegen ist, war zu erwarten, dass sich hier die Massenausbreitung der Rotbuche in den Pollenspektren eindeutig ausgewirkt hat. Deshalb entnahmen wir im September 1965 mit dem schwedischen Kammerbohrer im Rahmen unseres mit Hilfe des Schweizerischen Nationalfonds durchgeföhrten Forschungsprogrammes¹ ein vollständiges Profil der dortigen

¹⁾ Dem Schweizerischen Nationalfonds sei hier für seine grosszügige Unterstützung bestens gedankt, ebenso Herrn Christian Heitz für seine Milhilfe bei den Bohrungen.

Torfsedimente. Die Wiedergabe des gesamten Diagrammes und seine zeitliche Einstufung würde den Umfang dieser Publikation überschreiten und soll erst später geschehen. Zur allgemeinen Orientierung muss aber an dieser Stelle wenigstens die Grossgliederung des 4,5 m mächtigen Profiles beschrieben werden:

- 0–90 cm 11. NBP-reiche Kulturpollen-Phase mit reichlich *Juglans* und *Castanea*.
Fagus nach einem Maximum von ca. 20 % der PS stark zurückgehend, an der Basis scharfer Abfall von *Abies*, allgemein absinkende Werte von *Alnus glutinosa* und *incana* und von EMW. Ausbreitung von *Alnus viridis* und gegen die Oberfläche von *Betula*.
- 90–150 cm 10. *Alnus glutinosa* + *incana*-EMW-*Fagus*-*Abies*-Phase.
Fagus zwischen 10 und 20 %, *Abies* meist bei knapp 10 % der PS, *Castanea* und *Juglans* höchstens in Spuren. *Alnus viridis* sehr spärlich. *Ilex aquifolium* relativ häufig.
- 150–170 cm 9. Ausbreitungs-Phase von *Fagus*.
Anstieg der *Fagus*-Anteile von unter 1 % bis gegen 10 % der PS.
- 170–220 cm 8. *Abies*-*Alnus glutinosa* + *incana*-EMW-*Corylus*-Phase.
Fagus-Kurve nicht zusammenhängend, Anteile ständig unter 1 % der PS, Werte von *Abies* stets um 20 % der PS.
- 220–295 cm 7. *Pinus*-*Alnus glutinosa* + *incana*-EMW-*Corylus*-*Abies*-Phase.
Fagus-Kurve nicht zusammenhängend, Anteile maximal bis 2 % der PS, *Abies*-Werte ständig zwischen 5 und 10 % der PS, stetes Vorkommen von *Pinus Cembra*.
- 295–345 cm 6. *Pinus*-EMW-*Alnus glutinosa* + *incana*-*Betula*-Phase.
Fagus in Spuren, *Abies*-Kurve zusammenhängend, jedoch ständig unter 2 % der PS, stetes Vorkommen von *Pinus Cembra*. *Corylus*-Werte niedrig.
- 345–380 cm 5. *Pinus*-*Betula*-Phase.
Fagus in Spuren, *Abies*-Kurve gegen oben zusammenhängend, jedoch ständig unter 2 % der PS, gegen oben Anstieg von EMW und *Alnus glutinosa* und *incana*, *Pinus Cembra* zwischen 2 und 5 % der PS. *Corylus* in Spuren.
- 380–387 cm 4. *Betula*-*Pinus*-Phase.
Sämtliche mesothermen Laub- und Nadelhölzer höchstens in Spuren, *Pinus Cembra* zwischen 2 und 5 % der PS. NBP von unten nach oben stark abnehmend.
- 387–393 cm 3. NBP-reiche *Pinus*-*Betula*-Phase.
Sämtliche mesothermen Laub- und Nadelhölzer höchstens in Spuren. *Pinus Cembra* ständig um 5 % der PS, *Larix decidua* relativ häufig.
- 393–400 cm 2. *Pinus*-Phase mit geringer Pollenfrequenz.
- 400–450 cm 1. praktisch pollenfreie Initial-Phase ²⁾.

²⁾ Erklärung der Abkürzungen: NBP = Nichtbaumpollen, PS = Pollensumme, EMW = Eichenmischwald

Aus den Pollenspektren von Gola di Lago ergibt sich mit grosser Klarheit, wie sehr sich die postglaziale Ausbreitung von *Fagus silvatica* in der montanen Stufe des südlichen Tessins im Vergleich zu *Abies alba* verzögert hat. Während die Weisstanne spätestens in der Phase 7 zwischen 295 und 220 cm Bohrtiefe häufig auftritt, vermag sich die Buche erst im Verlauf von Phase 9 durchzusetzen und überflügelt endlich in Phase 10 die Weisstanne und den Eichenmischwald. Dabei ist ferner zu betonen, dass die stete Kurve von *Abies* schon in Abschnitt 5, ungefähr gleichzeitig mit dem Anstieg des Eichenmischwaldes und des *Alnus glutinosa-incana*-Typ wohl nur kurz nach dem Spätglazial einsetzt, während von *Fagus* in den Perioden 5 und 6 nur ganz vereinzelte Pollenkörner beobachtet wurden und das Vorkommen von Buchenblütenstaub selbst in den Phasen 7 und 8 nur unregelmässig ist und in manchen Horizonten nicht einmal in mehreren Gesamtflächenanalysen registriert werden konnte.

C14-Datierung

Da die Massenausbreitung von *Fagus* zwischen 150 und 170 cm Tiefe während der Phase 9 sich so deutlich abzeichnet, entschlossen wir uns, in jenem Bereich Proben für eine C14-Datierung zu entnehmen. Die Bohrungen erfolgten Ende September 1966 mit einer verbesserten Dachnowsky-Sonde und in einigen Metern Abstand von der Entnahmestelle des Gesamtprofils. Entnommen wurden 7 Kerne, alle aus einer Tiefe von 170-145 cm Tiefe. Um sicher zu gehen, dass darin der *Fagus*-Anstieg von den unzusammenhängenden Werten bis auf mehr als 5 % auch wirklich enthalten ist, wurden in sämtlichen Kernen Kontrollanalysen durchgeführt. In Tabelle 1 sind die Analysen der 5 Kerne, die für die C14-Bestimmung verwendet wurden, dargestellt. Sie enthalten zwischen 150 und 145 cm Tiefe einen raschen *Fagus*-Anstieg, der sich im Gesamtprofil in etwas gedeckter Weise zwischen 170 und 150 cm Tiefe vollzieht und weiter nach oben fortsetzt. Aus der Tabelle 1 geht ferner hervor, dass die Pollenspektren der Bohrkerne für die Altersbestimmung gut mit den Ergebnissen im Gesamtprofil übereinstimmen. Aus dem Material für die C14-Datierung ausgeschlossen wurden die Proben F und G, in denen die Zunahme der *Fagus*-Pollen in ähnlicher Weise erfolgt wie im Gesamtprofil und zudem *Abies* höhere Werte erreicht als in allen übrigen untersuchten Spektren. Die C14-Datierung erfolgte somit an dem sehr einheitlichen Material der Bohrkerne A bis E, wobei wir die Radizellentorfe zwischen 145 und 150 cm Tiefe einschickten.³⁾

Die Befunde des Gesamtdiagrammes von Gola di Lago hatten uns zur Prognose geführt, dass die allgemeine Buchentransgression in der Montanstufe des südlichen Tessins sehr jung sein müsse, höchstens 1000 bis 2000 Jahre älter als die römisch-keltische Periode, in der *Castanea sativa* eingeführt worden ist, was durch die C14-Datierung mit ungefähr 4400 vor heute vollauf bestätigt wurde. Der Zeitpunkt kurz vor 2000 v. Chr. fällt somit in das späte Neolithikum und stimmt überraschend gut mit der eingangs erwähnten Annahme von H. J. Beug (1964) überein, nach der die Massenausbreitung der Rotbuche im Gardaseegebiet kaum vor 2000 v. Chr. erfolgt sein kann.

³⁾ Die Altersbestimmung wurde im C14-Labor am Physikalischen Institut der Universität Bern durchgeführt. Herrn Prof. Dr. H. Oeschger sei an dieser Stelle für seine Mitarbeit bestens gedankt.

Tabelle 1 Ergebnisse der Pollenanalysen zum Fagus-Anstieg in Gola di Lago ob Tesserete

	Tiefe cm	Fagus	Abies	Alnus g+i	EMW	Corylus	BP tot.	NBP tot.	PS
Bohrkern A	145	8,3	17,3	21,3	9,7	9,8	75,2	24,8	254
	150	0,8	23,2	22,0	14,9	11,0	79,1	20,9	245
	160	—	24,1	23,4	12,1	8,1	79,7	20,3	261
	170	—	20,7	30,0	9,2	9,7	82,4	17,6	227
Bohrkern B	145	2,7	12,5	25,7	10,7	14,4	74,8	25,2	257
	150	0,9	13,2	31,1	11,0	11,4	79,9	20,1	228
Bohrkern C	145	7,1	13,8	20,4	12,7	11,0	70,8	29,2	254
	150	1,9	15,5	25,9	12,1	14,7	75,6	24,4	258
Bohrkern D	145	6,3	13,4	25,0	8,8	7,5	72,0	28,0	239
	150	1,5	16,5	18,3	14,8	16,5	74,2	25,8	273
Bohrkern E	145	7,0	14,1	27,3	16,6	11,2	80,6	19,4	242
	150	0,9	14,0	30,3	18,6	14,0	84,0	16,0	214
Gesamtprofil	140	12,5	12,5	32,9	8,2	9,4	81,9	18,1	560
	150	9,6	11,8	26,5	9,9	7,4	75,5	24,5	617
	155	5,4	12,1	22,8	11,1	7,7	71,0	29,0	654
	160	1,5	18,3	16,5	7,4	14,7	80,3	19,7	548
	165	—	31,7	20,4	11,9	17,8	74,8	25,2	612
	170	0,2	26,4	18,3	11,3	9,3	76,6	23,4	614

Ausgezählt wurde im Gesamtprofil auf eine Baumpollen (BP)-Summe von 400-450, in den Bohrkernen A bis E auf eine solche von ≈ 150 . Die Werte sind in allen Rubriken in Prozenten der Pollensumme (PS) angegeben. Nicht berücksichtigt blieben die Anteile von *Pinus*, *Picea* und *Betula* und einiger anderer nur selten auftretender Pollentypen.

Vergleich mit anderen Gebieten

Aus der zeitlichen Übereinstimmung des Buchenanstieges im Gardaseegebiet und in der Umgebung von Lugano wird man zwangsläufig schliessen müssen, dass sich Fagus am Alpensüdrand erst in der zweiten Hälfte des Subboreals (Pollenzone VIII), also überraschend spät, aber auch plötzlich und mehr oder weniger explosionsartig ausgebreitet hat. Zwar beginnt nach H. J. Beug am Ledrosee die geschlossene Buchenkurve (Werte unter 1 %) schon an der Wende Boreal/Atlantikum (Pollenzonen V/VI) ungefähr synchron mit dem regelmässigen Auftreten von *Abies* ca. 5500 v. Chr. Es ist deshalb möglich, dass die Buche bereits seit der mittleren Wärmezeit (Pollenzonen VI und VII) in den Südalpen vorhanden war, da eine geschlossene Buchenkurve in weit höherem Masse als Beweis für ihr Vorkommen in geringer Entfernung gewertet werden darf, als dies bei den meisten anderen Bäumen erlaubt ist (vgl. F. Firbas 1949). In den Tessintälern setzen die zusammenhängenden Buchenwerte sowohl im Moore von Bedrina als auch auf Pian di Signano deutlich später, frühestens um 4000 v. Chr. (Pollenzone VII) ein. Ob man aus dieser zeitlichen Differenz eine ost-westliche Wanderung entlang der Südalpen annehmen kann, erscheint freilich noch nicht genügend abgeklärt, umso weniger als die zusammenhängende Kurve

von *Fagus* in Gola di Lago ob Tesserete erst im Moment der Massenausbreitung beginnt und C14-Datierungen über ihr erstes wärmezeitliches Erscheinen im Südtessin noch ausstehen. Auch wenn die Buche mit grösster Wahrscheinlichkeit auf der Alpensüdseite schon in der mittleren Wärmezeit vorgekommen ist, so dürfte sie doch bis weit in das Subboreal hinein höchstens die Rolle einer untergeordneten Nebenholzart gespielt haben. Jedenfalls bleibt nach unseren Ergebnissen die eigenartige zeitliche Verspätung von *Fagus* und die grosse zeitliche Diskrepanz zwischen Weisstanne und Buche hinsichtlich der Massenausbreitung in vollem Umfange bestehen. Sie dürfte im Gardaseegebiet 2000-2500 Jahre betragen haben, in der insubrischen Schweiz sogar mehr als 5000 Jahre! In diesem Zusammenhang ist es bedeutsam, dass auch in Gola di Lago *Abies* ungefähr gleichzeitig mit dem Vorstoss des Eichenmischwaldes und der Erlen eingewandert ist (Phase 5 des Gesamtprofils, vgl. S. 257). Wenn dort die *Abies*-Anteile im Vergleich zur Bedrina in der Leventina (vgl. H. Zoller 1960) noch über lange Zeit auffallend gering bleiben, so lässt sich das aus der um 300 m geringeren Meereshöhe von Gola di Lago erklären, wo offenbar die Weisstanne den Eichenmischwald, die Erlen und die Hasel erst viel später erfolgreich zu konkurrenzieren vermochte.

Obwohl über die Lage der glazialen Refugien von *Fagus* im Mittelmeergebiet ausser dem bekannten Vorkommen in den pontinischen Sümpfen (vgl. E. Tonagiorgi 1936) kaum sichere Anhaltspunkte bestehen, so wird man doch allgemein zur Ansicht neigen, dass die Buche das näher gelegene Gebiet am Alpensüdrand relativ rasch erreichte und sich erst später in Mitteleuropa ausgebreitet hat. Dies konnte ja schon für eine Reihe wichtiger Arten nachgewiesen werden, vor allem für *Abies*, aber auch für die Laubhölzer des Eichenmischwaldes und die Schwarz- und Grauerle (vgl. H. Zoller 1960). In dieser Hinsicht steht jedoch das Verhalten der Buche ohne Zweifel in schroffem Gegensatz zu den eben genannten Holzgewächsen. Nach F. Firbas (1949) beginnt die geschlossene Buchenkurve in Mitteleuropa in manchen Gebieten (z. B. Böhmerwald) bereits an der Wende Boreal/Atlantikum und ihre erste stärkere Ausbreitung erfolgte während der Pollenzonen VI und VII. Sie war also nördlich der Alpen keineswegs später als im Gardaseegebiet. Neuerdings hat S. Wegmüller (1966) festgestellt, dass die Buche im Schweizer Jura etwa von 4000 v. Chr. an regelmässig auftritt, was zeitlich genau mit den Ergebnissen der insubrischen Schweiz (Bedrina und Pian di Signano, vgl. S. 259) übereinstimmt, sodass auch in diesem Falle kein zeitlicher Unterschied festzustellen ist.

Viel überraschender ist jedoch die Tatsache, dass die dichten Buchenwälder der Südalpen sich erst viel später gebildet haben als die entsprechenden Gesellschaften in weiten Teilen des nördlichen Alpenvorlandes. Im Schweizer Mittelland und im Jura belegen die bisherigen Untersuchungen übereinstimmend, dass die Buche schon vor 3000 v. Chr. als wichtiger Waldbildner aufgetreten ist. Sowohl im Wauwilermoos als auch am Burgäschisee ist der Anstieg deutlich älter als die ersten neolithischen Ackerbaukulturen, die nach mehreren C14-Datierungen in der ersten Hälfte des dritten vorchristlichen Jahrtausends einzustufen sind (vgl. M. Welten, 1955; J. Troels-Smith, 1955; Troels-Smith und Tauber 1956). Entsprechendes gilt für die mittleren Höhenlagen im französischen Jura, wo nach S. Wegmüller (1966) in dem Profil vom Lac de Narlay (748 m) die eingeweichten *Fagus*-Pollen schon in 780-750 cm Tiefe von unbedeu-

tenden Werten auf mehr als 20 % der Pollensumme ansteigen, während eine C14-Datierung in nur 670 cm Profiltiefe noch ein Alter von \approx 2760 v. Chr. ergab. Auch in den zentralfranzösischen Mittelgebirgen (Auvergne) scheint sich die Buche bereits vor 2700 v. Chr. kräftig vermehrt zu haben (vgl. G. Lang und W. Trautmann 1961).

Schwer durchschaubar sind die Ursachen, die am Alpensüdrand bewirkt haben, dass sich die Rotbuche erst etwa 1000 Jahre später als in der nördlichen Schweiz als bestandbildender Waldbau durchgesetzt hat. Einwanderungsgeschichtliche Gründe können zur Erklärung kaum herangezogen werden, ist doch die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Buche relativ gross. Ebensowenig können klimatische oder edaphische Gründe in der feuchten insubrischen Bergregion die an ein ozeanisches Gebirgsklima angepasste Buche so entscheidend gehemmt haben. Zwar weisen die reichlichen Funde von *Ilex aquifolium* in den Phasen 9 und 10 des Diagrammes von Gola di Lago (vgl. S. 257) auf ein in hohem Grade ozeanisches und mildes Klima während der Ausbreitungs-Phase von *Fagus* hin. Aber der Annahme, dass in der Wärmezeit sich die Sommertrockenheit bis in grössere Höhen stärker bemerkbar gemacht habe, widerspricht gerade das reiche Vorkommen von *Abies* während der Pollenzonen V bis VII, da die Weisstanne durch zu grosse Wärme und Austrocknung während der Vegetationsperiode in ähnlicher Weise geschädigt wird wie die Rotbuche.

Aus Tabelle 1 scheint mit einiger Gewissheit hervorzugehen, dass sich *Fagus* in der Umgebung von Gola di Lago wohl vorwiegend auf Kosten von *Abies* ausgebreitet hat. So nehmen in 5 von 6 Fällen die *Abies*-Werte im Verlaufe des *Fagus*-Anstieges deutlich ab, besonders auch im Gesamtprofil, wo sie während der folgenden Phase 10 10 % der Pollensumme kaum mehr übersteigen (vgl. S. 257), während sich die EMW-Anteile von Phase 8 bis Phase 10 auf ungefähr der gleichen Höhe bewegen und der *Alnus glutinosa-incana*-Typ in Phase 10 sogar besonders hohe Maxima aufweist. Es ist deshalb denkbar, dass *Abies* in der montanen Stufe infolge ihrer früheren Einwanderung den Platz besetzt hielt und den späteren Ankömmling, die Buche, trotz günstiger Lebensbedingungen für beide Arten während langer Zeit zu hemmen vermochte. Völlig im Dunkel bleibt aber, welche Wechsel in dem komplizierten Konnex verschiedenartiger Faktoren im biotischen und abiotischen Milieu eingetreten sind, dass an der Wende zur Bronzezeit sich das Gleichgewicht plötzlich entscheidend und endgültig zu Gunsten der Buche verschoben hat. Methodisch sind diese Probleme der wissenschaftlichen Erforschung nur schwer zugänglich und man wird sich vorderhand begnügen müssen, die Tatsache, dass sich die Massenausbreitung von *Fagus* in den südlichen Alpenrandketten gegenüber *Abies* so sehr verzögert hat, als wichtiges historisches Phänomen gelten zu lassen.

Entstehung der *Fagus-Abies*-Wälder in den Südalpen

Da es sich bei *Fagus* und *Abies* um zwei oekologisch recht ähnliche Partner handelt, mahnt die auffallende Diskrepanz ihrer Ausbreitungsgeschichte in den Südalpen zu äusserster Vorsicht bei klimatischen Deutungsversuchen der postglazialen Vegetationsgeschichte und bei Rückschlüssen aus der heutigen Verbreitung auf die relativ einheitliche Epiontologie des *Fagus-Abies*-Gürtels, denn

die Hypothese, dass Arten mit ähnlichem rezenten Areal wenigstens im Postglazial eine ähnliche Wanderungsgeschichte besitzen müssen (vgl. U. Schwarz 1955) erweist sich in unserem Falle selbst bei den wichtigsten aufbauenden Arten als trügerisch. Wohl wird man die Aussage, dass nach den pollenanalytischen Befunden die Vegetation des *Fagus-Abies*-Gürtels als letzte eingewandert ist (vgl. E. Schmid 1961) in den Diagrammen nördlich der Alpen in den Hauptzügen bestätigt finden. Diametral verschieden verlief jedoch die Konstitution des heutigen *Fagus-Abies*-Gürtels am Alpensüdhang. So sind in der montanen Stufe der insubrischen Schweiz nach unseren Untersuchungen zwei zeitlich streng voneinander getrennte Transgressionen zu unterscheiden, eine Tatsache, die sich noch heute in der Verteilung der Waldgesellschaften wiederspiegelt.

In einer ersten, alten Transgression wanderte schon im ausgehenden Präboreal und Boreal die Weisstanne ein und erlangte in grossen Gebieten die absolute Vorherrschaft. Später erreichte von Nordosten her die Fichte die insubrische Schweiz und damit verlor *Abies* in den nördlichen Teilen der Tessintäler seit dem jüngeren Atlantikum mehr und mehr von ihrem fröhwärmzeitlichen Areal, wobei die ausgedehnten Gesellschaften des Abieti-Piceion entstanden sind, die zu Recht als Kontaktvegetation zwischen Buchen-Weisstannen- und Fichten-Gürtel bezeichnet werden müssen. Diese grundlegende Umgestaltung erfolgte lange vor der zweiten jungen Transgression des Buchen-Weisstannen-Gürtels, mit der in der Mitte des Subboreals *Fagus* im südlichen Tessin endlich zum Zuge kam und sich die jetzigen Eu-Fagion und Luzulo-Fagion-Gesellschaften gebildet haben. Dabei verlor *Abies* auch in den südlichen Ketten einen schönen Teil ihres fröh- bis mittelwärmzeitlichen Bereiches mehr oder weniger unumschränkter Vorherrschaft, und erst in dieser relativ jungen Periode sind in manchen Gebieten die Mischwälder von Buche und Weisstanne entstanden. Dabei bleibt allerdings noch weiter nachzuforschen, inwiefern sich auch die *Fagus*-Wälder über den Dolomitgesteinen der Aussenketten auf Kosten von *Abies* durchgesetzt haben, da es sehr wohl möglich wäre, dass dort der Eichenmischwald als Vorläufer der *Fagus*-Wälder dominiert hat. Da sich das Profil vom Ledrosee unterhalb des Eu-Fagion-Klimaxbereiches befindet, dasjenige von Gola di Lago an der unteren Grenze des Luzulo-Fagion darf man wohl annehmen, dass sich die bodensauren- und neutrophilen Buchenwälder ungefähr gleichzeitig gebildet haben.

Eine seltsam bewegte Entwicklung dürfte in jenen einzigartigen Kontaktgesellschaften abgelaufen sein, die R. Kuoch (1954) mit dem Namen Rhododendro-Abietetum bezeichnet hat und die heute durch die ungewöhnliche Mischung von *Abies*, *Fagus* und *Larix* auffallen (vgl. auch S. 255). Aus der Übersicht der Gliederung des Pollendiagrammes von Gola di Lago geht das bedeutsame Ergebnis hervor, dass *Larix decidua* schon im Spätglazial am insubrischen Alpensüdrand vorgekommen ist. Durch zahlreiche Stomata-Funde erscheint heute ihre Rolle in der Periode der ersten Wiederbewaldung genügend nachgewiesen. Somit ist in der subalpinen Stufe des Südtessins seit dem Präboreal mit Mischwäldern von *Abies* und *Larix* zu rechnen, die mit dem Höhersteigen der Wälder mehr und mehr gegen die Gipfelregion der Bergketten gelangt sein mögen. Bei der geringen Pollenproduktion von *Larix* ist es deshalb nicht verwunderlich, wenn die Nachweise der Lärche in dem Profil von Gola di Lago recht früh schon aussetzen, da die Bohrstelle am unteren Rande der Montanstufe gelegen ist. Auffallend hartnäckig hält sich dagegen die geschlossene Kurve von *Pinus Cembra*,

deren Pollenproduktion sicher beträchtlich grösser ist als bei *Larix*. Dieser Befund gibt einen deutlichen Hinweis, dass bis weit in die Wärmezeit Kontaktgesellschaften des *Fagus-Abies*-Gürtels mit dem Lärchen-Arven-Gürtel bestanden haben können, in denen *Larix*, *Pinus Cembra* und *Abies* miteinander im Wettbewerb standen. Diese Möglichkeit wird auch durch Holzfunde von *Abies* und *Pinus Cembra* erhärtet, die in Pian di Signano ob Sta. Maria Calanca (1540 m) in Torfsedimenten geborgen werden konnten, die nach einer C14-Datierung mit 5000 v. Chr. in den älteren Teil des Atlantikums zu stellen sind.

Längst bevor die Buche als Partner in diesen ausgeprägten Wäldern aufgetaucht ist, war die Arve aus der subalpinen Vegetation der südlichen insubrischen Gebirgsketten verschwunden und noch ehe sich die Buche allgemein stärker ausbreitet hat, dürften die *Ericaceae*-Zwergsträucher in der Bodenschicht des Rhododendro-Abietetum tonangebend geworden sein. So reichen die ältesten sicheren Nachweise von *Rhododendron ferrugineum* beispielsweise im Vorderrheingebiet bis ins ausgehende Boreal zurück (vgl. H. Zoller 1966), während nach den bisherigen Befunden sich die *Ericaceae*-Zwergstrauchheiden unterhalb und oberhalb der Waldgrenze im jüngeren Atlantikum gebildet haben (vgl. H. Zoller 1960, 1961, 1966). Der heutige Charakter wurde dem Rhododendro-Abietetum jedoch erst seit der zweiten Hälfte des Subboreals aufgeprägt, nachdem *Fagus* als neue Art in der Baumschicht dieser interessanten Assoziation Eingang gefunden hat.

Zusammenfassung

Im Sattelmoor von Gola di Lago (970 m) nördlich von Tesserete (Südtessin) wurde ein 4,5 m mächtiges Torfprofil erbohrt und die Massenausbreitung von *Fagus* bei 150-145 cm Bohrtiefe mit einem Alter von ≈ 2400 v. Chr. bestimmt (Subboreal, Pollenzone VIII).

Dieses junge Alter der Buchenausbreitung im Südtessin stimmt gut mit dem Zeitpunkt für die Bildung der *Fagus*-Wälder in der Umgebung des Lago di Ledro überein. Die Verspätung, mit der *Fagus* in der Montanstufe der Südalpen zur Dominanz gelangt ist, beträgt gegenüber dem Überhandnehmen von *Abies* in der insubrischen Schweiz ungefähr 5000 Jahre, im Gardaseegebiet 2500-2000 Jahre. Verglichen mit der Alpennordseite, dem Schweizerischen Mittelland und dem Jura hat sich die Buche im Südtessin erst 1000 Jahre später als Waldbildner durchgesetzt.

Die Konstitution des rezenten *Fagus-Abies*-Gürtels in den Tessintälern erfolgte in zwei zeitlich weit auseinanderliegenden Transgressionen, der älteren, präborealen *Abies*-Transgression und der viel jüngeren, subborealen *Fagus*-Transgression.

Die *Abies*-Transgression hat sich gegen Osten hin wesentlich verzögert und erreichte das Gardaseegebiet erst im Atlantikum, während sich die zusammenhängenden *Fagus*-Wälder am Alpensüdrand wahrscheinlich ziemlich gleichzeitig zu Beginn der Bronzezeit gebildet haben.

Die postglaziale Entstehung der heutigen Buchen-, Buchen-Weisstannen- und Weisstannenwälder in der insubrischen Schweiz ist nicht einheitlich. Die jetzigen Abieti-Piceion-Gesellschaften in den nördlichen Teilen der Tessintäler haben sich

bereits im jüngeren Atlantikum gebildet, als die Fichte von Nordosten her das Areal der Weisstanne zusehends einzuschränken vermochte. Die reinen Buchenwälder des Luzulo- und Eu-Fagion erhielten ihre heutige Struktur erst seit der zweiten Hälfte des Subboreals, ebenso die Buchen-Weisstannen-Mischwälder. Besonders komplex dürfte die Entwicklung im Rhododendro-Abietetum verlaufen sein, in dem alte spätglazial-präboreale Einwanderer mit jungen atlantischen und subborealen Komponenten vermischt sind.

Literatur

- 1964 Beug, H. J.: Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Gardaseegebiet unter besonderer Berücksichtigung der mediterranen Arten. *Flora*, 154.
- 1949 Firbas, F.: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen, erster Band: *Allgemeine Waldgeschichte*. Jena.
- 1954 Knoch, R.: Wälder in den Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weisstanne. *Mittg. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen*, 30.
- 1961 Lang, G. und Trautmann, W.: Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte der Auvergne (Französisches Zentralmassiv). *Flora*, 150.
- 1961 Schmidt, E.: Erläuterungen zur Vegetationskarte der Schweiz. *Beitr. z. geobot. Landesaufn. d. Schweiz*, 39.
- 1955 Schwarz, U.: Die natürlichen Fichtenwälder des Juras. *Beitr. z. geobot. Landesaufn. d. Schweiz*, 35.
- 1936 Tongiorgi, E.: Documenti per la storia della vegetazione della Toscana e del Lazio. *Nuovo. Giorn. Bot. Ital. n.s.*, 43.
- 1955 Troels-Smith, J.: Pollenanalytische Untersuchungen zu einigen Schweizerischen Pfahlbauproblemen in: *Das Pfahlbauproblem. Monogr. z. Ur- und Frühgesch. d. Schweiz*, 11.
- 1956 Troels-Smith, J. und Tauber, H.: Neolithic Period in Switzerland and Denmark. *Science*, 124.
- 1966 Wegmüller, S.: Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des südwestlichen Jura. *Beitr. z. geobot. Landesaufn. d. Schweiz*, 48.
- 1955 Welten, M.: Pollenanalytische Untersuchungen über die neolithischen Siedlungsverhältnisse am Burgäschisee in: *Das Pfahlbauproblem. Monogr. z. Ur- und Frühgesch. d. Schweiz*, 11.
- 1960 Zoller, H.: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. *Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges.*, 83, 2.
- 1961 ——— Die kulturbedingte Entwicklung der insubrischen Kastanienregion seit den Anfängen des Ackerbaus im Neolithikum. *Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel*, 32.
- 1964 ——— Zur postglazialen Ausbreitungsgeschichte der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) in der Schweiz. *Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen*, 11.
- 1966 ——— Postglaziale Gletscherstände und Klimaschwankungen im Gotthardmassiv und Vorderrheingebiet. *Verh. Bas. Naturf. Ges.* 77, 2.

Als Separatabdruck ausgegeben am 20. August 1967