

DIE GRENZZIEHUNG ZWISCHEN OBERKARBON UND ROTLIEGENDEM IM BEREICH DES KONTINENTALEN PERMS VON WEST- UND MITTELEUROPA

von H. FALKE, (Mainz)

ZUSAMMENFASSUNG: Nach einer kurzen Darstellung von drei Provinzen, in denen die permischen, kontinentalen Ablagerungen von West- und Mitteleuropa auftreten, wird anhand von einigen Vorkommen innerhalb dieses Gebietes die bisher benutzte Grenzziehung zwischen Oberkarbon und Rotliegendem erläutert. Es ergibt sich, dass trotz vieler Schwierigkeiten einer Festlegung der Grenze nach biostratigraphische Gesichtspunkten für jene nach lithographischen Merkmalen häufig die gleichen Argumente verwendet werden.

ABSTRACT: After a short description of three provinces in which continental permian sediments occur in Central- and Western-Europe, the boundary between Upper Carboniferous and „Rotliegend“ used till now is explained by the representation of some occurrences of this area. Hence it follows that in spite of many difficulties of fixing the boundary according to biostratigraphical aspects uniformed arguments are often applied for those according to lithographical aspects.

1. *Einleitung*

Unter dem Begriff „Rotliegendes“ wird vorerst jene stratigraphische Schichtabfolge verstanden, die im Liegenden durch das Stefan und im Hangenden durch den Zechstein begrenzt wird. Sie wird gleichgesetzt für den unteren Abschnitt mit dem „Autunien“ und für den oberen mit dem „Saxonien“. Die Verbreitung dieser Abfolge in Mittel- und Westeuropa kann in drei Provinzen untergliedert werden. (Abb. 1). Hierfür sind massgebend 1. das einstmalige Relief in dem jeweiligen Gebiet vor Beginn einer Ablagerung der permischen Sedimente, dass hier mehr, dort weniger von tektonischen Leitlinien vorgezeichnet war. 2 die hierdurch und das Klima beeinflussten Sedimentationsvorgänge während der Rotliegendzeit und 3. die Einflüsse, denen später diese Sedimente noch unterworfen waren. Unter Verwendung dieser Gesichtspunkte kann man

unterscheiden (FALKE 1972) 1. die nördliche oder subvariskische Provinz. (Abb. 1). Sie umfasst Schottland, Nord- und Mittel-England wie das anschliessende Nordseegebiet und die niederländische wie norddeutsche Tiefebene. Abgesehen von einzelnen, meist um Nord- bis Nordwest sich erstreckenden Becken in Südwestschottland und West-England nahm das verbleibende Gebiet östlich der Pennine-Achse einen grossen Ablagerungsraum ein. Er war wahrscheinlich nur in seinem südlichen Abschnitt hier und dort noch etwas untergliedert. Die Grosszügigkeit des Reliefs war vermutlich dadurch bedingt, dass ein wesentlicher Teil dieses Sedimentationsraumes an der Nahtstelle zwischen subvariskischer Saumtiefe und dem Old-Red-Kontinent lag. Sein offener Charakter, besonders nach Norden, liess im höheren Abschnitt der Sedimentfolge das Klima voll zur Auswirkung kommen, wie u.A. die in diesen Schichten vorhandene, äolische,

subsalinare wie saline Fazies beweist. Desweiteren zeigten sich in der Anlage gewisser Beckenabschnitte wie der Ems- und Weser-Senke (Abb. 1) Leitlinien einer neuen, um NNE- sich erstreckenden Tektonik an. 2. Demgegenüber weist die Zentral- Provinz andere Züge auf. Von SW-England zieht sie sich über Frankreich Süd- und Mittel-

deutschland bis zu den Sudeten. Sie ist weitgehendst in einzelne Becken als Ablagerungs- und Schwellen als zugehörige Abtragungsgebiete aufgliedert. Sie passen sich östlich des französischen Zentral-Massives den erzbergisch verlaufenden Strukturen einer variskischen Faltung d.h. der NE-SW Richtung an, wo sie innerhalb wie im Rand-

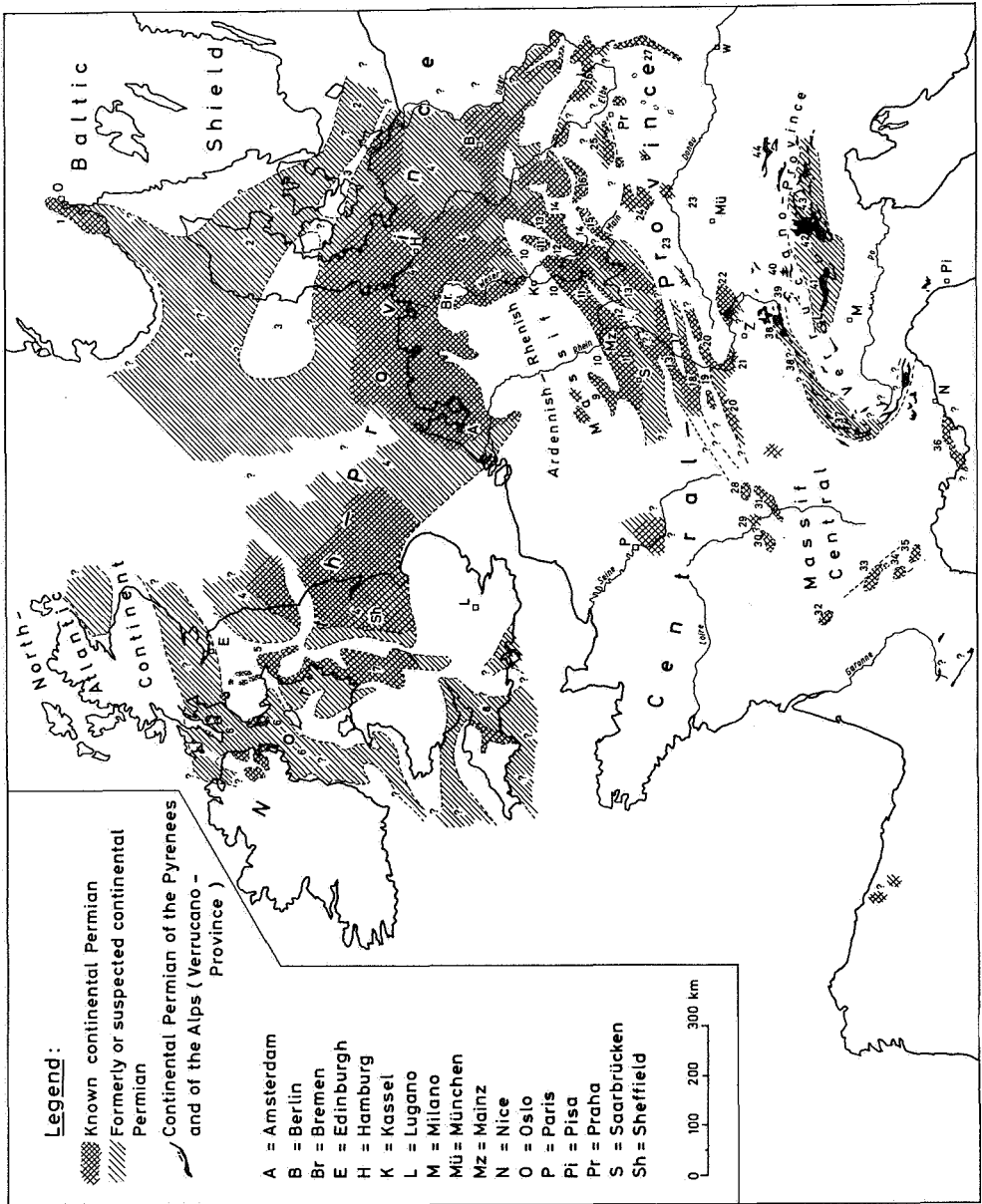


Abb. 1

bereich der böhmischen Masse auf eine um Nord bis West liegende Richtung ein-drehen kann. Westlich des französischen Zentral-Massives folgen sie der Streich-richtung des armorikanischen Bogens bis nach SW- England. Das jeweils vorhandene Relief wie das hierdurch bedingte Lokalklima spiegelt sich, zumindest teilweise, sehr mass-geblich in der Beschaffenheit der Sedimente in den einzelnen Becken wieder. 3. Unter der südlichen oder Verrucano-Provinz wird in der vorliegenden Abhandlung ausschliesslich der Raum der Alpen verstanden. Die hier vorhandenen Vorkommen sind teilweise in ihrer einstigen Verbreitung wie in ihrem Aufbau durch die tertiäre Tektonik und die hiermit verbundene Metamorphose verschlei-ert worden. Hiervon abgesehen schliessen sie sich in ihrer Erstreckung wie in ihrem Sedimentaufbau in den nördlichen Alpen, besonders in der Schweiz, mehr den Verhält-nissen in der zentralen Zone an. In der südlichen Region, vom Luganer Gebiet bis zu den Julischen Alpen, lassen sie nach RAU und TONGIORGI (1972) eine Unterteilung in Gebiete reduzierter Mächtigkeit = platforms und solche einer weitaus mächtigeren Ab-folge = basins zu. Diese Zonen weisen fast eine Nord-Süd- Richtung und somit Grund-züge auf, die ab der Oberen Trias für die alpidische Paläogeographie charakteristisch sind.

Wenn in den folgenden Ausführungen die Grenzziehung zwischen Oberkarbon und

Rotliegenden in den zuvor geschilderten drei Provinzen dargestellt wird, so ist davon auszugehen, dass sie, soweit wie möglich, unter Berücksichtigung des ersten Auftretens von *Callipteris conferta* BRONG. und *Callipteris naumanni* (GUTB.) als anerkannte per-mische Leitpflanzen vorgenommen worden ist. (KAMPE und REMY 1960, REMY und KAMPE 1961, KAMPE und REMY 1962, REMY 1962). Als Charakterarten kommen hinzu *Callipteris flabellifera* (WEISS), *Callipteris nicklesi* ZEILL. *Odontopteris lingulata* GÖPP. (ZEILL), *Sphenopteris germanica* WEISS und *Sphenopteris oblongifolia* WEISS, die beide jedoch nicht in Frankreich, sondern nur im Raum östlich der Werra bekannt sind, wie *Ernestiodendron filiciforme* (SCHLOTH.). Auf weitere, wenn auch z.T. noch umstrittene Möglichkeiten, die Grenze mit Hilfe anderer Fossilien festzulegen, wird bei der Wiedergabe der einzelnen Vorkommen eingegangen. Bei der Grenzfizierung nach lithographischen Gesichtspunkten ist zu bemerken, dass zwischen dem Stefanien und dem Rotliegenden bzw. Autunien keine wesentliche Unter-schiede bestehen. In beiden Stufen treten grobkörnige Ablagerungen auf, die häufig zum Hangenden durch jeweils feinkörnigere Sedimente in Form Zyklus abgelöst werden können. Hierbei können sich Kohleflöze, bituminöse Schiefer und Kalke einschieben. Letztere scheinen im Unterrotliegenden gegen-über dem Stefanien häufiger und in grösserer Mächtigkeit aufzutreten. Die Rotfärbung

- Abb. 1. Verteilung und Paläogeographie des kontinentalen Perms von Zentral- und Westeuropa.
1. Oslo „Graben“.
 2. Dänischer Trog.
 3. Jütland Schwelle.
 4. Nordsee Trog und Nord-deutscher Trog.
 5. Eden-Trog.
 6. Irisch-See Trog.
 7. Mittel-englischer Trog.
 8. SW-Englischer Trog.
 9. Wittlicher Trog.
 10. Hunsrück-Taunus-Harz Schwelle.
 11. Saar-Selke Trog.
 12. Odenwald-Rhön-Ruhlaer Schwelle.
 13. Nideck-Oos-Saale Trog.
 14. Schwarz-burger Schwelle.
 15. Stockheimer Trog.
 16. Erzgebirgischer-Trog.
 17. Nordschwarzwälder Schwelle.
 18. Offenburger Trog.
 19. Südschwarzwälder Schwelle.
 20. Trog von Burgund und Schramberg.
 21. Tafeljura Trog.
 22. Bodensee Trog.
 23. Vindelizischer Rücken.
 24. Naab Trog.
 25. Zentral böhmischer Trog.
 26. Intra-Sudetisches Becken.
 27. Bosko-witzer Furche.
 28. Becken von Autun.
 29. Becken von Decize.
 30. Becken von Aumance.
 31. Becken von Creusot-Blanzy.
 32. Becken von Brive.
 33. Becken von Rodez.
 34. Becken von St. Afrique.
 35. Becken von Lodève.
 36. Massiv von Esterel.
 37. Briançonnais Trog.
 38. Glarner-Urseren Trog.
 39. Vorkommen im Gebiet der Silvretta.
 40. Vorkommen im Gebiet von Val Müntstaire.
 41. Bergamasker Trog.
 42. Bozener Vorkommen.
 43. Ostal-piner Trog.

der Schichten ist schon seit dem ausgehenden Westfal vorhanden und kann ausserdem in manchen Fällen sekundärer Entstehung sein. Infolge dieser Übereinstimmungen etc. ist es manchmal besonders dort sehr schwierig, wo ein kontinuierlicher Übergang zwischen dem Oberkarbon und Perm besteht, die Grenze zwischen beiden festzulegen, wie sich aus den nachstehenden Ausführungen ergibt.

2. Die Grenzziehung im Bereich der nördlichen bzw. subvariskischen Provinz.

So weit bisher bekannt, treten in Schottland die meisten, bisher bekannten Vorkommen in seinem Südwestabschnitt auf. Hierzu gehören u.A. das Gebiet von Arran, das Mauchlin-, Thornhill- und Dumfries- Becken. (Nr. 5a und 6 in Abb. 1).

Auf der Insel Arran beginnt die kontinentale Rötfolge über Karbon und Devon mit dem Corrie-Sandstein, einem rötlichen, feldspatführenden Sandstein äolischer Entstehung, der sich im Hangenden mit dem unteren Teil der Brodik-Brekzie verzahnt. (CRAIG 1965, SMITH 1972). Nahe der Basis dieser Abfolge treten Basalte und ihre Tuffe auf. In Analogie zu den Verhältnissen im ostwärts gelegenen Mauchlin-Becken könnten sie ein stefanisches bis autunisches Alter besitzen. Jedoch ein eindeutiger Hinweis durch Fossilfunde fehlt bisher. Wie schon zuvor angedeutet, setzt sich die Basis der Schichten, welche das Mauchlin-Becken füllen, aus einer Wechselfolge von Sand-, Silt- und Tonsteinen zusammen. Sie werden ohne sichtbare Diskordanz, aber offensichtlich mit einem Hiatus von basaltischen Lava- und Tuffablagerungen mit sandig-tonigen Zwischenmitteln überlagert. Nahe der Basis dieser vulkanischen Gruppe wurde eine Flora gefunden (MYKURA 1965). WAGNER (1966) bestimmte sie als *Pecopteris* sp. div. (2 species), *Odontopteris* (*Mixoneura*) *subcrenulata* (ROST) ZEILLER, *Annullaria stellata* (SCHLOTH) WOOD und *Asterophyllites equisetiformis* (SCHLOTH.) BRONG. Aufgrund dieses Befundes glaubte er damals, diese

Schichten, wenn auch mit Vorbehalt, eher dem Stefanien als dem Autunien zurechnen zu müssen. Im Hinblick darauf, dass später an der gleichen Stelle noch weitere Pflanzenreste gefunden worden waren, antwortete er mir auf eine schriftliche Anfrage wie folgt: "Although I tended towards upper Stephanian when I wrote this paper (1966), later collections from this locality seemed to indicate Rotliegend. — I have provided DENIS SMITH with the following, as yet unpublished, identifications: *Odontopteris* (*Mixoneura*) *subcrenulata* var. *gallica* DOUBINGER & REMY, *Pecopteris* vel *Callipteris* sp., *Pecopteris* *geinitzi* GUTBIER emend. STERZEL, *Pecopteris* cf. *wongi* HALLE, *Annullaria stellata* (SCHLOTH.) WOOD, *Asterophyllites equisetiformis* (SCHLOTH.) BRONGNIART. The species *P. geinitzi* was described from the German Rotliegend. Of course, it is still rather difficult to be precise about the exact age of Lower Rotliegend floras in terms of upper Stephanian (C) or Lower Autunian, as you very well know."

In dem südöstlich hiervon gelegenen Thornhill-Becken (Nr. 5 a in Abb. 1), ruht die permische Serie auf Caradoc, Silur und auch diskordant auf Karbon. Sie beginnt im nördlichen Beckenteil über einem Basalkonglomerat (CRAIG 1965, GREIG 1971) bis konglomeratischen Sandstein mit Lavaströmen aus Olivinbasalt und zwischengelagerten Sandsteinen und Brekzien, welche auch die hangende Abfolge zusammensetzen, wobei sich die Brekzien hauptsächlich aus basaltischen Abtragungsprodukten aufbauen. (SMITH 1972).

In den meisten Kohlenbecken von Zentral-England (Nr. 7 und 4 in Abb. 1) westlich wie südlich der Pennine-Achse ist als jüngste Schichten des Oberkarbons die Keele-Gruppe entwickelt (RAYNER 1967). Sie wird neuerdings in das Westfal D gestellt (schriftl. Mitteilung von D. SMITH). Für sie sind braune bis rote Sandsteine sowie Ton- und Mergelsteine, welche Spirorbis-Kalkbänke enthalten können, charakteristisch. (EDMUNS & OAKLEY 1947, RAYNER 1967). Sie werden z.B. im Shropshire-Becken von den Enville-Konglomeraten mit Mergeln und Kalksandsteinen

überlagert. Diese Abfolge wird in ihrer Gesamtheit, zumindest aber teilweise schon als eine Vertretung des Perms angesehen. Darüber folgt die Enville-Brekzie in Verbindung mit Sandsteinen, welche der Clent-Brekzie im South-Staffordshire-Becken entspricht. (RAYNER 1967), An der Basis dieser Sedimente ist in den Midlands häufiger eine Sedimentationsunterbrechung vorhanden, ausgenommen im Warwickshire-Becken, welche zuweilen als Grenze zwischen Perm und Karbon benutzt wird. (schriftl. Mitteilung SMITH). Bekannt ist vor Allem das Profil in dem letztgenannten Becken. Nach dem Westfal folgt hier die Bowhills-Corley Gruppe = Enville Gruppe (SMITH 1972). Sie besteht aus einer Abfolge von roten Sand-, zurücktretend von Tonsteinen. In sie sind wiederholt Konglomeratlagen und Kalksteinbänke, z.T. mit Spirorbis eingelagert. Nahe der Basis ist *Walchia imbricata* gefunden worden. (SMITH 1972) Diese Abfolge wird in das Stefanien, z.T. aber auch schon in das Autunien gestellt. HAUBOLD (1970) spricht aufgrund einer Auswertung von Amphibienfährten ihr schon ein permisches Alter zu. Im Hangenden stellen sich im zentralen Teil des Beckens Tonwie Sandsteine der Tile-Hill Gruppe ein. Darüber liegt ohne Diskordanz oder Sedimentationsunterbrechung die Kenilworth-Breccie. Sie entspricht der Enville-Brekzie im Shropshire-Becken (RAYNER 1967). Sie wird von roten Sand- und Tonsteinen überlagert. In ihren feinerkörnigen Sedimenten sind Zeugen von Amphibien und Reptilien wie *Lebachia piniformis* FLOR (SCHLOTH. pars) und *Walchia cf. imbricata*, Reste von *Asterophyllites*, Kieselhölzer von *Dadoxylon* und *Cordaiten*reste gefunden worden. Aufgrund dieser Befunde wird ihnen, wenn auch mit Vorbehalt, ein permisches Alter zugesprochen, zumal sie auch von Dünen sandsteinen bedeckt werden.

An der Ostküste Englands zwischen Durham und Nottinghamshire liegen Brekzien und äolische Sande (Nr. 4 in Abb. 1) diskordant auf der alten, z.T. wie in vielen Gegenden Englands rotgefärbten, alten Landoberfläche aus Schichten des Oberkarbons. Sie bilden die Basis einer Abfolge, die im Hangenden marine

Aequivalente des Zechsteins enthält. Im Gegensatz zu einigen, der bisher beschriebenen Profile sind diese Basisschichten nach SMITH (1972) in einem niedrigen Relief zum Absatz gekommen. Es bildete den Westrand des grossen Beckens, das sich von hier ostwärts in die heutige Nordsee und über Holland in die derzeitige norddeutsche Tiefebene erstreckte. Hier sind die permischen Schichten bis auf wenige Ausnahmen wie z.B. Lieht in Schleswig-Holstein nur aus Bohrungen bekannt. Von ihnen sind aber bisher nur wenige veröffentlicht worden. Infolgedessen stehen nur geringe Angaben über die Ausbildung der Schichten zur Verfügung. Deshalb müssen alle Aussagen mit dem notwendigen Vorbehalt gemacht werden. Auf jeden Fall ist aber in der NNE-SSW ausgerichteten Ems-Senke noch Stefanien enthalten, das sich offensichtlich kontinuierlich in das Perm entwickelt. Es zieht sich von hier aus hinaus in die Nordsee. (FALKE 1972, HEDEMANN, FABIAN, FIEBIG, RABITZ 1973). Es setzt sich vorwiegend aus Tonen zusammen. Sie sind buntgefärbt. Hierbei treten zuweilen eine eigenartige Marmorierung wie fetzenartige Farbstrukturen auf. Kohleflöze sind bisher nicht bekannt, jedoch im hangendsten Abschnitt Kalkbänke mit Echinodermenresten und Fischschuppen, darunter solche von Rhabdodermen. Ausserhalb dieses Verbreitungsgebietes sind noch Restvorkommen vorhanden, die vom Rotliegenden gekappt werden. Dies spricht also für eine Abtragung durch das Rotliegende, welches darüber hinaus diskordant auf älteren Karbon und Paläozoikum liegt und schwierig dort vom Stefanien zu trennen ist, wo eine kontinuierliche Sedimentation stattgefunden hat. Häufig beginnt es jedoch mit einem Konglomerat übergehend in Sandsteine, gefolgt, namentlich im südlichen Abschnitt des Beckens, von Vulkaniten mit Zwischensedimenten. Diese Abfolge wird wegen ihrer vulkanischen Produkte in Anlehnung an die Verhältnisse in der Zentral-Provinz dem Unterrotliegenden zugerechnet. So weit dem Verf. bekannt, hat nur die Bohrung Lippspringe bisher eine Folge aus roten Sandsteinen und dunklen Tonsteinen mit *Uronectes fimbriatus* JORD.

erbracht (FABIAN 1954), welche aus Analogiegründen zu den sedimentären Vorkommen in der Zentral-Provinz mit den dortigen Ablagerungen des Autunien gleichgestellt werden könnte.

Wenn man die nach den verfügbaren Unterlagen geschilderten Gegebenheiten zusammenfasst, so kommt man zu folgenden Ergebnissen. In der nördlichen Provinz scheinen bisher Callipteriden bzw. die Leitarten für das Perm zur Festlegung der Grenze Stefanien/Autunien nicht gefunden worden zu sein. Alle derzeitige kannten Fossilbelege lassen keine eindeutige Aussage für eine Grenzziehung zu. In den meisten Fällen liegen die Schichten, die als eine Vertretung des Perms angesehen werden, diskordant und mit einer Schichtlücke auf dem Liegenden. Das Ausmass dieser Schichtlücke ist nicht feststellbar, da die permischen Ablagerungen mit sehr wenigen Ausnahmen im einzelnen wie in ihrer Gesamtheit Eigenschaften besitzen, die sich nicht mit den Basisschichten in der Zentralprovinz uneingeschränkt vergleichen lassen. In einigen Gebieten ist eine Abfolge vorhanden, die, wenn auch mit Vorbehalt, an die Grenze Perm/Karbon gestellt wird. Hiervon abgesehen gewinnt man den Eindruck, dass ein überwiegender Anteil des Stefanien z.T. wieder abgetragen oder überhaupt nicht zum Absatz gekommen ist. Letzteres scheint auch für einen gewissen Abschnitt vergleichbar mit dem Unterrotliegenden zu zutreffen. Letztere Vermutung besonders für England gilt.

3. Die Grenzziehung in der Zentral- bzw. variskischen Provinz.

In ihrem westlichen Abschnitt liegen die permischen Vorkommen von Frankreich. Sie erstrecken sich innerhalb des armorikanischen Bogens bis nach Südwest-England. Hier stehen sie zwischen dem westlichen Somerset und dem südlichen Devon in einzelnen, E-W streichenden Becken an. (Nr. 8 in Abb. 1). Die Sedimente ruhen diskordant auf einer tief zergliederten Oberfläche aus Devon und Karbon. Bei Exeter

wird als Grenze des Unterperm die Basis der hier vorhandenen Laven benutzt, da ihr absolutes Alter mit 280 Millionen Jahren bestimmt werden konnte. (SMITH 1972). Diese Abfolge liegt diskordant auf Namur. Die permischen Ablagerungen selbst setzen mit Brekzien und meist rotgefärbten Sandsteinen ein. Wo die Vulkanite fehlen, ist eine Grenzziehung schwierig, da die Ablagerung von Sedimenten von permischen Charakter schon im ausgehenden Karbon begonnen haben kann. Somit ist mangels Fossilien eine Grenzziehung zwischen beiden Formationen in diesen Fällen vorerst nicht genauer möglich.

Folgt man von hier dem armorikanischen Bogen nach Südosten, so trifft man am Westrand des französischen Zentral-Massives auf ein grösseres Vorkommen von permischen Schichten im Becken von Brive. (Nr. 32 in Abb. 1). Über Kristallin beginnen die Schichten mit einer Wechselfolge aus grauen Sandsteinen und dunklen Tonsteinen, in denen wiederholt Kohlenflöze auftreten. Im oberen Abschnitt herrscht eine flözfremde sandig-tonige Abfolge vor. Dieses Profil wird aufgrund von Pflanzenresten wie Vertreter der *Pecopteris*-Gruppe, *Alethopteris grandini* BRONG., *Callipteridium pteridium* SCHLOTH., *Odontopteris brardi* BRONG., *O. minor* BRONG., *Sphenophyllum oblongifolium* GERM & KAULF., *Sph. thoni* MAHR, *Lebachia piniformis* FLOR (SCHLOTH. pars), und *Ernestiodendron filiciforme* FLOR. (SCHLOTH. pars) dem höheren Stefanien zugeordnet (DOUBINGER 1956). Darüber setzt ein Konglomerat ein. Es wird wiederum von tonig-sandigen Schichten überlagert, die in eine Abfolge von einer Anzahl Kalkbänke übergehen. (FEYS 1972, VETTER 1960). Sie können für eine Kartierung als Leithorizonte dienen. In diesem Profilausschnitt sind neben anderen Pflanzenresten *Callipteris conferta* und *Ernestiodendron filiciforme* gefunden worden, die somit diesen Schichten ein Autunien-Alter zuweisen (DOUBINGER 1956, VETTER 1960). Bezeichnend ist auch das häufige Vorkommen von *Estheria tenella* JORD.

Ein ähnliches Profil weist das weiter im Südosten gelegene Becken von Rodez

auf. (Nr. 33 in Abb. 1). Das Kristallin des Untergrundes wird hier ebenfalls von einer Wechselfolge aus Konglomeraten, Sand- und Tonsteinen mit Kohleflözen überlagert. (CARIOU, FUCHS, SCÉMAMA 1967, FEYS 1972). Sie wird aufgrund von Pflanzenfunden ähnlich wie jene im Becken von Brive dem Stefanien zugeteilt. Desweiteren sind in ihr basaltische Laven und Tuffe eingeschlossen. Vulkanische Produkte als andesitische Laven können auch am Top der gesamten Schichtenfolge auftreten. Dieser Vulkanismus ist mit einer Bruchtektonik verbunden. Sie ist auch für eine Diskordanz verantwortlich, welche als Grenzziehung zwischen Stefanien und Autunien dient. Letzteres wird mit einem polymikten Konglomerat eingeleitet, das bis auf die Sockelgesteine übergreifen kann. Zum Hangenden tritt es in Wechsellagerung mit z.T. feldspatführenden und kalkhaltigen Sand- wie Tonsteinen mit bituminösen Schieferlagen und Kalkbänken mit einem Dolomitgehalt. Diese Abfolgen können in asymmetrischen Zyklen angeordnet sein. Es ist noch bemerkenswert, dass eine Abfolge im Gebiet von Lacapelle-Bonance wegen der Funde von *Estheria tenella* in das Autunien gestellt wurde, wofür aber gleichzeitig auch die petrographische Ausbildung ein Argument bildete.

Im südsüdöstlich sich anschliessenden Becken von St. Afrique (Nr. 34 in Abb. 1) setzt die kontinentale Serie über dem Sockel ebenfalls mit einem Konglomerat ein. Es geht meist in konglomeratische bis feinkörnigere Sandsteine und Tonsteine mit Kohleflözen über. Einige von diesen Flözen wurden ausgebeutet. Dort sind an Pflanzen gesammelt worden z.B. *Olacopteris vulgaris*, *Artisia*, *Cordaiten*, *Lepidophyllum* und *Pecopteris cyathea* wie *Pecopteris polymorpha* (DAVID 1967), die keine genauere stratigraphische Entscheidung ermöglichen. Jedoch wurde auch an anderen Stellen *Callipteridium pteridium* SCHLOTH. gefunden. Somit wurden diese Schichten dem mittleren Stefanien zugeteilt., sodass zwischen ihm und dem darüber folgenden Autunien eine Schichtlücke besteht. Letzteres beginnt mit einem Konglomerat als gutem Leithorizont, das weit

über den Ablagerungsraum des Stefanien hinausgreift. Darüber folgen mächtige Sandsteine, die zum Hangenden in eine vorwiegend aus Ton- und Siltsteinen bestehende Wechselfolge übergeht, die neben Kohleflözen auch eine Autunienflora mit *Callipteris conferta* aufweist. Dieses graue Autunien wird abschliessend von einem rotgefärbten Autunien überlagert.

Weiter im Südosten liegt das Becken von Lodève (Nr. 35 in Abb. 1). Auf seiner Westseite tritt ein durch seine Flora ausgewiesenes Stefanien zutage. Es ist auch im Süden der Ortschaft Salleles unter permischen Ablagerungen durch eine Bohrung erschlossen worden. Ein darüber anstehendes Konglomerat ruht diskordant auf dem Sockel. Es kann fehlen, wo im Liegenden Stefanien auftritt. Darüber folgt ein Horizont aus schwarzen, bituminösen Schiefnern mit Fisch- und Stegocephalenresten (DOUBINGER 1956). Sie enthalten dunkle Kalkkonkretionen und Pflanzenreste. Darüber legen sich schiefrige Sandsteine von grau bis graugrüner Farbe, die z.T. als Dachschiefer ausgebeutet wurden. Sie haben die reiche und bekannte Flora von Tuilière mit *Callipteris conferta*, *Callipteris nicklesi*, ZEILL., *Callipteris flabellifera* WEISS wie anderen *Callipteriden* und verschiedene *Lebachien* wie auch *Ernestiodendron filiciforme* geliefert, womit das unterpermische Alter dieser Schichten eindeutig belegt ist. (DOUBINGER 1956, GARRIC, HERY, VETTER 1964, FEYS 1972). Zusätzlich konnte DOUBINGER (1963) unter der Mikroflora als Vertreter der Trileten-Sporen *Calamospora*, *Triquitrites*, *Lophotriletes*, *Zonotriletes* zu 0,4%, als jene der Monoleten *Verrucososporites*, *Punctatosporites*, *Spinosporites*, *Speciososporites* zu 12,7%, unter den Monosaccaten die Gattung *Florinites*, *Wilsonites*, *Potonieisporites*, *Nuskoisporites* zu 70.2% und unter den Polysacciten *Alatisporites*, *Alisporites*, *Pityosporites*, *Platysaccus* wie *Lueckisporites* zu 15,6% nachweisen, wobei die Vorherrschaft der Monosaccaten Formen für das Perm bezeichnend sein dürfte.

Auch das kontinentale Perm im Massive von Esterel (Nr. 36 im Abb. 1) nahe Cannes an der Mittelmeerküste liegt diskordant zu

dem an einigen Stellen nachgewiesenen, in Gräben eingebrochenen Stefanien (BORDET 1966).

Auf der Ostseite des französischen Zentralmassives werden im Becken von St. Etienne die jüngsten Schichten = Faisceau de Bellevue durch DOUBINGER (1956) wie LIABEUF und ALPERN (1969) als „Autunostéphanien“ bezeichnet, welches noch von einer buntgefärbten Abfolge überlagert wird. Die Ausschcheidung als „Autunostéphanien“ beruht in erster Linie auf Ergebnissen von mikrofloristischen Untersuchungen. Sie haben gezeigt, dass an der Grenze Oberes Stefanien = Assise d'Avaize/ „Autunostéphanien = Faisceau de Bellevue die Gattung *Lycospora* verschwindet, ein Rückgang von *Punctatosporites* wie ein Überfluss an *Spinospirites spinosus* und *Thymospora* einsetzt bei allgemeiner Verarmung der Mikroflora im oberen Abschnitt des Faisceau de Bellevue. Diese Verarmung trifft auch auf die Makroflora zu, denn die für das höhere Stefanien charakteristischen Formen verschwinden. Jedoch weisen LIABEUF & ALPERN ausdrücklich darauf hin, dass es sich bei diesem Schichtkomplex des „Autunostéphanien“ eigentlich nicht um eine Übergangsstufe handelt, da noch zu zahlreiche Formen einer Mikroflora an das Stefanien erinnern. Vielleicht könnte es sich auch nach ihrer Meinung um eine Lokalerscheinung handeln.

Nördlich von hier, ebenfalls am Ostrand des Zentralmassives, d.h. im Bereich des erzgebirgisch streichenden variskischen Bogens, liegt das Becken von Le Creusot-Blanzy. (Nr. 31 in Abb. 1). Dementsprechend verläuft es NE-SW. Sein Stefanien und Autunien ist durch Pflanzen belegt. Hinsichtlich einer Mikroflora ist das Stefanien bis zur Grenze von C nachgewiesen (LIABEUF, DOUBINGER & ALPERN 1967). Jedoch beide Stufen folgen ohne eine sichtbare Unterbrechung aufeinander (FEYS 1972). Ausserdem weist die gesamte graue Abfolge aus einer Wechselagerung von Sandsteinen bzw. Arkosen und grauen wie dunklen Tonsteinen mit Einlagerungen von bituminösen Schiefen keinen derart markanten petrographischen Horizont unterhalb des ersten Auftretens von *Callip-*

teris conferta etc. auf, welcher als Grenzhorizont benutzt werden könnte. Nur ist zu bemerken, dass das Autunien nach Südwesten über die Ausdehnung des Karbon auf den Sockel übergreift. Es ist umstritten, ob zwischen Stefanien und Autunien eine Lücke besteht. Somit ist die Grenzziehung in diesem Becken sehr schwierig.

Nördlich von hier befindet sich das Becken von Autun. (Nr. 28 in Abb. 1), der „Locus typicus“ des Autunien. In seinem südöstlichen bis östlichen Abschnitt steht das durch Pflanzenfunde wie *Alethopteris grandini*, *Pecopteris dentata*, *Linopteris neuropteroides* und *Cordaiten* (FEYS und GREBER 1964) nachgewiesene mittlere Stefanien an. Es setzt sich über dem Kristallin aus einer Wechselfolge von grauen Sand- und grauen bis dunklen Tonsteinen mit Kohleflözen zusammen. Darüber liegt diskordant die nächstfolgende Schichtserie, welche mit einem Konglomerat beginnt, das westwärts auf den kristallinen Sockel übergreift. Über ihm stellt sich im zentralen bis westlichen Abschnitt des Beckens eine Folge von grauen Sandsteinen und dunklen Tonsteinen ein, in die im unteren teil Kohleflöze, im oberen Bereich bituminöse Schiefer und dolomitische Bänke eingeschlossen sind. Sie wird ost-wie südwärts zunehmend durch eine konglomeratische Fazies = Schichten von Mont Pelé vertreten. (PRUVOST 1947, FEYS und GREBER 1964, FEYS 1972). Nahe ihrer Basis ist noch eine Flora enthalten, die man wegen der Vergesellschaftung von permischen und stefanischen Formen als eine Übergangsflora bezeichnen kann. (FEYS 1972). Etwa 50 m höher im Profil wird das Autunien eindeutig durch das Vorhandensein von *Callipteris conferta* nachgewiesen. In den Schichten von Igornay tritt sie im verstärkten Masse auf. (DOUBINGER 1956, REMY 1964).

Nordöstlich vom Nordrand des französischen Zentralmassives und jenseits der französischen Grenze trifft man in Südwestdeutschland auf das Perm im Saar-Nahe-Gebiet. (Nr. 11 in Abb. 1). Nach Untersuchungen in den letzten Jahren ist seine Grenzziehung zum Karbon mit Hilfe des Dirminger Konglomerates etwas zweifelhaft

geworden (LÜTKEHAUS 1970, FALKE 1972). Das Stefanien C ist durch die Breitenbacher Schichten vertreten. Sie bestehen aus einer grauen Abfolge von Sand- und Tonsteinen mit Kohleflözen, unter denen das Breitenbacher Flöz etwa 20 bis 30 m über der Basis das bekannteste ist. An Pflanzenresten enthalten sie u.A. *Pecopteris feminaeformis* SCHLOTH., *P. plumosa-dentata* BRONG., *P. polymorpha*, *Callipteridium pteridium*, *Odontopteris aff. brardi*, *Dycksonites beyrichiti* WEISS, *Sphenophyllum longifolium*, *Sph. oblongifolium* (DOUBINGER 1956), wobei von GERMER und KNEUPER 1970 besonders *Callipteridium pteridium* und *Sphenopteris cordataovata* WEISS erwähnt werden. Die gefundene Flora hat DOUBINGER (1956) veranlasst, diese Schichten noch teilweise ihrem „Autunostéphanien“ zu zurechnen. Mikrofloristisch konnte HELBY (1966) nachweisen, dass über dem Breitenbacher Flöz ein bemerkenswerter Wechsel eintritt. In den Oberen Breitenbacher Schichten sind *Lycospora* und *Verrucososporites* verschwunden. *Illinites unicus* KOSANKE tritt sehr verstärkt auf, was von grösserer Bedeutung sein könnte, wenn es sich herausstellen sollte, dass sie eine verwandtschaftliche Beziehung zu *Callipteris conferta* besitzt, was bisher nur vermutet worden ist. Ausserdem nehmen die saccaten Formen in Richtung der permischen Ablagerungen nach dem gleichen Verfasser erheblich zu. Hinsichtlich der genannten Merkmale sind nur wenige Unterschiede zu den im Hangenden folgenden Kuseler Schichten vorhanden, welche das Unterrotliegende vertreten. In jüngster Zeit von REIMAN (1973) durchgeführte Untersuchungen haben das Ergebnis von HELBY weitgehend bestätigt und ausgebaut. Nach ihm kann man ebenfalls einen deutlichen Wechsel in der Mikroflora am Top des Breitenbacher Flözes feststellen, indem *Lycospora* und *Thymospora* erlöschen und die saccaten Formen wie *Cheileidonites* zunehmen. Desgleichen weist er neben anderen Ergebnissen noch auf die bedeutsame Stellung von *Illinites unicus* hin. So kommt er zu dem Schluss, dass die Unteren Breitenbacher Schichten und die im Liegenden folgenden Heusweiler Schichten = Stefanien B eine

ypische stefanische Sporengesellschaft aufweisen, während jene der Oberen Breitenbacher- und der Kuseler Schichten permischen Charakter trägt. Danach würde er die Grenze Karbon/Perm oberhalb des Breitenbacher Flözes ziehen. Damit würde sie auf jeden Fall im Liegenden des bisher hierfür benutzten Dirminger Konglomerates liegen, das ohne Unterbrechung auf das Stefanien folgt. Ostwärts des „Locus typicus“ dieses Konglomerates ist als seine Vertretung ein Konglomerat bzw. konglomeratische Arkose am Remigiusberg in der Pfalz, dem „Locus typicus“ der Remigiusberger = Basisschichten des Unterrotliegenden angesehen worden, in denen ca. 30 m über der Basis *Callipteris conferta* gefunden wurde. Sie gehören somit dem Unterrotliegenden an. Jedoch durch die Arbeiten von LÜTKEHAUS (1970) und DRODZEWSKI (1969) ist die Möglichkeit nicht auszuschliessen, dass es sich bei dem zuletzt genannten Konglomerat um ein tieferliegendes als jenes von Dirmingen handelt. Damit würde sich auch an manchen Stellen im Saargebiet die bisher eingehaltene Grenze verschieben. Weitere Untersuchungen müssen diese Frage klären.

Weiter im Nordosten trifft man auf weitverbreitete Rotliegendevorkommen im Thüringer Wald. (Nr. 13 im Nordostabschnitt der Abb. 1). Sie gehören dem Südwestabschnitt der Saalesenke an. Schon GOTHAN (1928) hat darauf hingewiesen, dass die Schichten an der Öhrenkammer bei Ruhla, bestehend aus einer Wechselfolge von grauen Sandsteinen und Tonsteinen mit Kohleflözen und Tuffen (OEUBEL 1960), vor allem aufgrund des Auftretens von *Sphenophyllum verticillatum* SCHLOTH. und *Callipteridium pteridium* den Wettiner Schichten im mittleren Saaletrog und somit dem höchsten Stefan angehören. Dieser Befund ist später wiederholt bestätigt worden. Er ist noch durch jenen der Bohrung Ohrdruf und weiterer Bohrungen mit den Pflanzenfunden von *Callipteridium pteridium*, *Odontopteris brardi*, *O. cf. intermedia*, *O. cf. genuina*, *Alethopteris grandini*, *A. punctata*, *Sphenophyllum thoni* ergänzt worden. (REMY, ANDREAS, KAMPE 1963), sodass diese Basisschichten des Permokarbon

des Thüringer Waldes als Untere Gehrner Schichten in das Obere Stefanien gestellt werden. Sie selbst liegen diskordant dem Paläozoikum auf und werden von einer mächtigen Serie von Vulkaniten überlagert. Innerhalb dieser vulkanischen Produkte sind in ihrem oberen Abschnitt Zwischenmittel aus Sand- und Tonsteinen mit Tuffen eingelagert, die eine typische Rotliegendflora einer *Callipteris-Walchien-Vergesellschaftung* geliefert haben. Sie werden gleichzeitig für die Festlegung der Grenze zwischen Oberen und Unteren Gehrner Schichten benutzt. Sie muss nicht mit jener zwischen Stefanien und Unterrotliegenden zusammenfallen. Letztere kann also noch innerhalb des darunterliegenden Vulkankomplexes liegen, denn das Auftreten von vulkanischen Erscheinungen im Stefanien ist nichts Ungewöhnliches wie die Verhältnisse im Saaletrog lehren. (REMY, ANDREAS, KAMPE 1963) Wegen dieser Unsicherheiten in der Festlegung der Grenze Stefanien/Unterrotliegendes würde es zweckmässiger sein, wenn man die Schichten der Öhrenkammer nicht in die Unteren Gehrner Schichten einbeziehen würde. Aus praktischen und kartiermässigen Gründen wird sie vorerst an die Basis des Hauptvulkanismus gelegt.

Im mittleren Abschnitt des Saaletroges d.h. in der Umgebung von Halle und Wettin wird die rote, sterile und die graue, flözführende Fazies der schon genannten Wettiner Schichten in das höhere Stefanien gestellt. (REMY, ANDREAS, KAMPE 1963, KATZUNG 1972). Sie enthalten u. A. *Pecopteris lepidorhachis* BRONG, *Pecopteris truncata* ROST, *Callipteridium pteridium*, *Odontopteris subcrenulata* ROST, *Sphenophyllum verticillatum*, *Sph. oblongifolium*, *Sph. longifolium* und *Lebachia piniformis*. Über diesen Schichten folgt der Hangende Muschelschiefer. Darüber legt sich ein Konglomerat, mit dem man die Halleschen Schichten (KAMPE und KUNERT 1964) = Autunien I beginnen lässt. (KAMPE und REMY 1961). In diesem Grobhorizont sind schwarze Tonsteineinlagen mit *Callipteris conferta* und *C. naumanni* vorhanden. Ausserdem sind noch an einigen Stellen unter diesem Konglomerat 15 m mächtige Tonsteine nachweisbar, die ebenfalls

Callipteris conferta, dazu *Sphenopteris germanica* WEISS und *Odontopteris lingulata*, also eine typische Autunienflora führen. Somit ist die Grenze an den Top des zuvor erwähnten Muschelschiefers zu legen. Auch die *Estherien* lassen einen Entwicklungseinschnitt erkennen, der zu jenem der Flora konform verläuft. Das über dem Konglomerat vorhandene Unterrotliegende setzt sich aus rotbraunen bis grüngrauen Arkosen, Sandsteinen, gleichgefärbten bis dunklen Tonsteinen mit Einschaltungen von Brandschieferlagen, Kalken, Tuffen und bis zu drei Andesitdecken zusammen. (REMY und KAMPE 1961, 1962). In diesem Fall kann also festgestellt werden, dass sowohl litho- wie biostratigraphisch die Grenze Stefanien/Atunien ziemlich genau gezogen werden kann.

Ähnliche Verhältnisse liegen in einigen Vorkommen der Tschechoslowakei vor. Unter ihnen sind im Folgenden jene der Blanitzer- und Boskowitz Furche wie jene des Trautenauner- und innersudetischen Beckens behandelt.

Die Ablagerungen in der NNE-SSW gestreckten Blanitzer Furche, die in einzelne Teilbecken aufgelöst ist, beginnen mit einer Abfolge aus vorwiegend grauen Konglomeraten, Brekzien, Arkosen und Sandsteinen, in die Silt- und Tonsteine wie Kohleflöze eingelagert sind. Vor Allem im Bereich der kohleführenden Schichten ist eine Makroflora von stefanischen Charakter gefunden worden. (HOLUB 1972). Sporologische Untersuchungen erbrachten *Punctatosporites*, *Calamospora*, *Apiculatisporites*, *Lophotrites*, *Laevigatosporites* wie *Florinites* und *Illinites*. Entsprechend den floristischen Befunden würde es sich bei diesen Sedimenten um höchstes Stefanien handeln, (HOLUB 1972), welches kontinuierlich in das überlagernde Autunien übergeht. Es ist an der Basis aus einer Folge von grauen, feinkörnigen Sand-, Silt- und Tonsteinen mit einem bis zwei Kohlenflözen zusammengesetzt, die zum Hangenden in einen Komplex aus roten Sandsteinen bis Arkosen, Silt- wie Tonsteinen mit Einschaltungen von bituminösen Schiefen und Kalken übergeht. Diese bituminösen Schichten wie die Kohlenflöze haben eine

reiche Flora von permischen Charakter geliefert, vor Allem bewiesen durch die Funde von *Pecopteris permica* NEM., *Odontopteris osmundaeformis* (SCHLOTH), *Callipteris conferta*, *Callipteris naumanni* und *Ernestiodendron filiciforme*. Hierbei dient das erste Kohlenflöz dieser Serie als Grenze zwischen Karbon und Perm.

In der weiter östlich gelegenen, ebenfalls NNE-SSW streichenden Boskowitz Furche (Nr. 27 in Abb. 1) stellt sich diskordant über dem kristallinen Komplex des Untergrundes ein Konglomerat ein, dass im Südosten als Randfazies (= Rokytna Fazies) innerhalb der Furche auch noch das Autunien vertritt. Im nordwestlichen Abschnitt der Grabenfüllung legt sich auf das Basalkonglomerat von Balinka eine graue, seltener rotbraun gefärbte Folge aus wiederholten Zyklen von Konglomeraten, Sand- bis Tonsteinen mit Kohleflözen. Aus dieser Abfolge ist eine reiche Flora gesammelt worden, die ihr ein hohes stefanisches Alter zuweist. (HAVLENA 1966, HOLUB 1972) Im Dach des obersten und bauwürdigsten Flöz 1 treten Mergel und Kalke auf, die schon die ersten Vertreter von Callipteriden erbracht haben. Somit hat man die Grenze Stefanien/Atunien an dieses Kohlenflöz gelegt. Die darüber liegenden Sedimente, die zum Hangenden eine zunehmende Rotfärbung aufweisen, bestehen aus Silt-Ton- und Sandsteinen mit Einlagerungen von feldspatführenden Sandsteinen bis Arkose wie Konglomeraten. Hinzu kommen bituminöse Horizonte. Diese Abfolge ist reich an Floren- wie Faunenfundes von Unterrotliedendalter. So hat man unter den Pflanzenresten *Callipteris conferta*, *C. naumanni*, *C. nicklesi* ZEILL, *C. flabellifera* (WEISS), *C. larytifolia* (GOEPP.) *C. jutieri* ZEILL, *C. bergeroni* ZEILL, *C. currentiensis* ZEILL und *Ernestiodendron filiciforme* nachweisen können (HOLUB 1972).

In der nordwestlichen Verlängerung des Nordendes der Boskowitz Furche liegt das E-W verlaufende Trautenauer Becken, (Nr. 26 in Abb. 1). Die permokarbonischen Ablagerungen setzen mit dem mittleren Stefanien ein, mit Ausnahmen des östlichen Abschnittes, wo schon Westfalen ansteht (HOLUB 1972).

Das Stefanien beginnt mit einem rotbraunen Konglomerat, überlagert von rötlicher Arkose mit eingelagerten grauen bis buntgefärbten Silt- und Tonsteinen. Darüber liegen Tuffe. Die Abfolge enthält eine reiche Flora von stefanischen Alter wie *Pecopteris feminaeformis* (SCHLOTH), *Alethopteris bohémica* FRANKE, *Asolanus camptotaenia* WOOD, *Callipteridium* div. spec., *Odontopteris osmundaeformis*, *Odontopteris intermedia*, *Linopteris germari* (GIEBEL), *Sigillaria brardi* BRONG., *S. ichtyolepis* (STERNB.), wie *Walchien* div. sp. (TÄSLER 1966). Darüber folgt ein Konglomerat und graue, sandig-tonige Schichten mit dünnen Kohlenflözen und einer Flora, die noch kein Perm anzeigt. Letzteres setzt erst in dem „Rudnik Horizont“ der folgenden Libstat-Formation (HOLUB 1972) ein, welche sich aus einer Wechsellagerung von grauen Silt- bis Tonsteinen mit Einlagerungen von Sandsteinbänken auszeichnet. In den Tonsteinen sind Linsen von bituminösen Mergeln eingeschlossen (TÄSLER 1966, HOLUB 1972). An die Basis dieses „Rudnik-Horizontes“ wird die Grenze zwischen Stefanien und Autunien gelegt, da diese Abfolge an Pflanzen *Callipteris conferta*, *C. naumanni*, *Sphenopteris germanica* und *Walchien* div. sp. geliefert hat. In diesem Fall ist also aufgrund des Wechsels in der petrographischen Beschaffenheit der Schichten die Grenze nicht so scharf zu ziehen, wie in den beiden zuvor behandelten Fällen.

Ostlich des Trautenauer Beckens liegt das bekannte Innersudetische Becken (Nr. 26 in Abb. 1), das sich entsprechend dem Verlauf der Westsudeten NW-SE erstreckt. In Fortsetzung des Westfalien ist das Stefanien im tschechoslowakischen Anteil durch die Odolov-Formation vertreten. (TÄSLER 1966). Hierbei gehören zum mittleren bis oberen Stefanien die Jivka-Schichten. Sie bestehen aus einer, z.T. konglomeratführenden Arkose in Wechsellagerung mit rotbraunen bis grünlichgrauen Silt- und Tonsteinen, die z.T. zyklisch angeordnet sein können. Der oberste Abschnitt der Abfolge ist als „Radowentzer“ Schichten vor Allem durch feinkörnigere Sand- wie Silt- und Tonsteine charakterisiert. Sie weisen nach TÄSLER

eine Flora auf, die jener aus der Boskowitzter Furche sehr ähnlich ist und ein Alter mittlere- res Stefanien bis Grenze Stefanien C besitzt. Somit ist bis zum überlagernden Perm ein Hiatus vorhanden. Im polnischen Anteil des Beckens werden diese Schichten durch die „Ludwikowicer“ Ablagerungen vertreten. Sie sind hauptsächlich aus Konglomeraten zusammengesetzt, die zum Hangenden in Sandsteine und dann in die „Unteren Anthra- cosienschiefer“ übergehen. Diese Folge wurde früher noch in das Rotliegende, nunmehr in das Stefanien gestellt, weil u.A. die vorhande- nen Konglomerate wie die Funde in der Muschelfauna mit *Anthraconaia prolifera* hierfür sprechen sollen. (GROCHOLSKI 1970). Deshalb ist es auch schwierig, anzugeben, ob der nächste Zyklus schon dem Perm angehört oder nicht, da er mit dem vorhergehenden verwandte Züge aufweist. Jedoch beginnt er in diesem Fall mit einem Konglomerat, das auf ältere Glieder des Oberkarbons übergreift. Es geht zum Hangenden in die grauen, tomigen-sandigen „Oberen Anthrakosien- Schiefer“ über, gefolgt von roten Sandteinen, Konglomeraten und Tonsteinen, die schon dem Mittleren Rotliegenden zugerechnet werden. Im tschechoslowakischen Anteil des Beckens setzt das Rotliegende über dem Hiatus mit der Chevalek-Formation (HOLUB 1972) ein. Sie ist durch Zyklen gekennzeichnet, die mit Konglomeraten beginnen und nach einer grau- bis buntgefärbten Sandteinfo- lge mit Tonsteinen enden, in denen Kohlen- flöze, fossilreiche, bit. Schiefer wie Karbonate und Mergelbänke eingelagert sein können. (HOLUB 1972). Eine derart beschaffene Sedi- mentfolge zeigen die Basisschichten, die in Polen das bekannte „Walchienflöz“ enthalten. Aus ihnen sind Pflanzenfunde bekannt ge- worden wie *Callipteris conferta*, *C. naumanni*, *C. flabellifera*, welche diese Schichten dem Autunien zuteilen. Mithin wird die Grenze zum Stefanien an das Basalkonglomerat gelegt, das auf den abgetragenen Teil des Stefanien bis auf ältere Schichten des Ober- karbon übergreift.

In dem nordwärts gelegenen Nordsudeti- schen bzw. Niederschlesischen Becken ist an seinem Südrand durch MILEWICZ und Go-

RECKA (1965) Oberkarbon nachgewiesen wor- den, das zuvor als Rotliegendes angesehen wurde. Es baut sich aus Konglomeraten, übergehend in Sandsteine und Tonsteine auf, die zuweilen Kalkbänke und Kohlebänder enthalten. Diese feinkörnigen Sedimente führen Pflanzenreste und Süßwassermuscheln. Vor Allem aber wegen der aufgefundenen Sporen wurden sie dem Westfalien D bis Stefanien zugeteilt. (MILEWICZ und GÖREKA 1965). Darüber folgt mit der entsprechenden Schicht- lücke das Rotliegende. Es setzt mit einer bunten, meist rotbraun gefärbten Abfolge aus alternierenden Konglomeraten, Sand- und Tonsteinen ein, die zuweilen eine sehr unruhige Sedimentation erkennen lassen.

Im Gegensatz zu den Verhältnissen in der Nord- ist in der Zentralprovinz über einem durch Pflanzen nachgewiesenen Karbon in den meisten Fällen eine graue bis buntgefärbte Abfolge vorhanden, welche durch Funde von *Callipteris conferta* usw. dem Autunien zugewiesen werden kann. Sofern zwischen beiden stratigraphischen Einheiten keine Sedi- mentationsunterbrechung festgestellt wer- den kann, stellt sich in diesen Zwischenschich- ten eine verarmte oder untypische bzw. eine Mischflora zwischen permischen und stefanischen Elementen ohne bestimmte Leit- arten ein. Durch eine Verarmung scheint besonders das ausgehende Stefanien gekenn- zeichnet zu sein. Einige Autoren sprechen in diesen Fällen von einem „Autunostéphanien“. Jedoch ist diese Bezeichnung kein Hilfs- mittel, um die bestehenden Schwierigkeiten zu überwinden. In den wenigsten Fällen tritt *Callipteris* so auf, dass eine unmittelbar darunter liegende lithostratigraphische Ein- heit zur Grenzziehung benutzt werden kann, wie dies z.B. für den Hangenden Muschel- schiefer im Halleschen Becken zutrifft. Hier- von abgesehen kann man schon in einem Becken selbst feststellen, dass vom Liegenden aus gesehen *Callipteris conferta* etc. in verschiedenen Niveaus zum ersten Mal vorhanden sein kann. Mit Hilfe der Mikro- flora kann sich die biostratigraphische Grenze in das Liegende wie im Saar-Nahe Gebiet oder in das Hangende wie im Nordsudeti- schen Becken verschieben. Sie fällt also in den

wenigsten Fällen mit einer das gesamte Becken ausfüllenden petrographisches Einheit zusammen. Für die Praxis d.h. insbesondere für die Kartierung muss letztere zusätzlich im Liegenden des ersten Auftretens von *Callipteris conferta* ausgewählt werden. Als lithostratigraphische Grenze wird meistens in der Zentral-Provinz ein Konglomerat benutzt. Es kann allein von zweifelhaften Wert sein, da es bei gleicher Beschaffenheit in demselben Becken mit einem tiefer oder höher liegenden Konglomerathorizont verwechselt werden kann oder diachron durch die Schichten läuft, wie es im Saar-Nahe-Gebiet der Fall zu sein scheint. Es gewinnt jedoch an Wert, wenn es diskordant und/oder mit einer Schichtlücke auf Stefanien ruht, wie es vor Allem in südfranzösischen Becken der Fall ist. Schwieriger sind die Verhältnisse schon dort zu beurteilen, wo das Konglomerat ausserhalb des jüngeren Karbons auf ältere Gesteine übergreift. Die zuvor gegebene Übersicht über einige Vorkommen in Zentralprovinz hat gezeigt, dass im ausgehenden Stefanien bzw. an der Wende Stefanien/Autunien bzw. Unterrotliegendes tektonische Bewegungen, gekennzeichnet durch Diskordanzen, Schichtlücken und Verlagerungen des Ablagerungsraumes, weit verbreitet waren.

4. Die Verrucano-Provinz.

Die folgenden Ausführungen berücksichtigen nur die Alpen und von ihnen nur den westlichen Abschnitt, da hier noch die meisten Vorkommen eines Oberkarbons vorhanden zu sein scheinen. Eine grössere Anzahl von ihnen sind in dieser Altersdatierung umstritten, da in Abhängigkeit von der später erfolgten alpinen Metamorphose die meisten fossilen Lebensspuren ausgelöscht worden sind. Hiervon macht vornehmlich das Karbon im Becken von Briançonnais eine Ausnahme.

Es erstreckt sich in einem konvexen Bogen von Briançon nach Bourg St. Maurice (Nr. 37 in Abb. 1). Hierbei wird es nordwestlich Laval zwischem dem Gipfelbereich vom Roche Chateau bis zum Rochachille von

Perm überlagert. Am Roche Chateau steht eine flözfreie Schichtfolge aus Konglomeraten mit Einschaltungen von grauen Sandsteinen und Tonschiefern an, die im unteren Abschnitt grau, im oberen buntgefärbt sind. Sie hat in den feinkörnigeren Sedimenten eine Flora mit *Pecopteris cyatheoides* BRONG, *P. unita* BRONG, *P. feminaeformis* SCHLOTH, *Alethopteris grandini* ZEILL., *Odontopteris brardi* BRONG, *Callipteridium pteridium* SCHLOTH, und *Dicksonites pluckeneti* SCHLOTH geliefert. Aufgrund dieses Befundes wird diese Abfolge als Stufe von Courchevel dem mittleren bis oberen Stefanien zugeteilt. (FEYS et GREBER 1964, FABRE et FEYS 1966). Darüber lagert eine Schichtserie, die wiederum im unteren Teil grau, im oberen buntgefärbt ist. Im unteren Abschnitt setzt sie sich aus einer Wechselfolge von Sandsteinen- bzw. Arkosen und schwarzen Schiefern zusammen, die zum Hangenden zunehmend Kalk- und Dolomitbänke aufnehmen. Der verbleibende Profilabschnitt besteht überwiegend aus roten bis violetten, teilweise auch grüngrauen Tonschiefern, in die wiederholt Brekzien eingelagert sind. Im Hangenden folgen nach einer Diskordanz weinrote Konglomerate und z.T. grüne, grobkörnige Sandsteine. Die Diskordanz wird, wenn auch mit Vorbehalt, der saalischen Phase zugeschrieben. Infolgedessen wird die darunter folgende Serie, die bisher keine Beweise für ihre Alterstellung geliefert hat, als eine Vertretung vom ausgehenden Stefanien bis zum Autunien einschliesslich angesehen und unter dem stratigraphisch neutralen Begriff „Eopermien“ zusammengefasst. (FEYS et GREBER 1964, FEYS et GREBER 1966).

Wie problematisch die zeitliche Zurordnung der Schichten sein kann, zeigt ein Beispiel nordnordöstlich von Roche Chateau im Bereich der Zone von Sapey-Peisey am Westrand der Vanoise. Über der schon zuvor genannten Stufe von Courchevel liegt eine Schichtserie gleicher Zusammensetzung. Sie unterscheidet sich nur durch ihre Buntfarbigkeit vom Liegenden. In ihr fehlen die im vorher geschilderten Profil von Roche Chateau-Rochachille für das Perm als kennzeichnend angesehenen Kalke. Im vorliegenden

Fall scheint also die Rotfärbung gewisser Schichten Veranlassung gegeben zu haben, sie als oberstes Stefanien bis Autunien anzusehen. (ELLENBERGER 1966). In diesem Zusammenhang muss nur darauf hingewiesen werden, dass eine Buntfärbung schon mit dem ausgehenden Westfalien einsetzen kann.

Weit schwieriger ist eine altersmässige Einstufung dort, wo eine Zunahme der Metamorphose zu verzeichnen ist. Dies ist z.B. südöstlich von Briançon im Dora Maira-Massiv der Fall. Hier beginnt die betreffende Schichtserie mit einer Wechselagerung von Glimmerschiefern bis quarzitischen Glimmerschiefern, in die graphitführende Lagen, Kalke wie Prasinite eingeschlossen sind. (MICHARD, VIALON 1966). Sie werden von massigen wie schiefrigen Porphyroiden überlagert. In diesem porphyrischen Material treten als Zwischenlagen ebenfalls wieder graphitführende Glimmerschiefer auf. Aufgrund der Tatsache, dass in anderen Gebieten der Westalpen saure Vulkanite vor Allem im Perm auftreten, ebenfalls Kalke, jedoch Kohlenflöze bevorzugt im Karbon, legt man im oben geschilderten Profil die Grenze zwischen einem Perm *sensu lato* und einer permischkarbonischen Abfolge an die Basis der Porphyroide.

Von allgemeinen Interesse ist noch ein Profil aus dem Gebiet zwischen dem Meer- und Ligurischen Alpen nahe der Mittelmeerküste. (BLOCH 1966) Es beginnt mit einer Abfolge aus Konglomeraten, feldspatführenden Sandsteinen und schwarzen Schiefern mit Kohleflözen von z.T. graphitischen Charakter. Nach den noch erhaltenen Pflanzenresten werden diese Schichten dem oberen Westfalien zugeordnet. Darüber legt sich eine Serie von meist schwarzen, serizitischen bis chloritischen Schiefern mit nur wenigen, sandigen bis konglomeratischen Einschaltungen, aber mit einem häufigeren Auftreten von Prasinitlinsen. Dabei treten lokal auch Dolomitknollen auf. Sie wird aufgrund einer vorgefundenen Flora für eine Vertretung des Stefanien gehalten. Zum Hangenden wird sie abgelöst durch chloritisch-serizitische Schiefer mit Zwischen-

schaltungen von violetten Schiefern und Prasiniten. Diese Ablagerungen werden einem „Stéfanopermien“ zugeschrieben. Sie werden von Porphyroiden überlagert, die sich aus der unterliegenden Abfolge entwickeln und als „Eopermien“ betrachtet werden. Für die zeitliche Einstufung der gesamten oben beschriebenen Schichtfolge ist offensichtlich von massgeblicher Bedeutung, dass das mittlere Stefanien durch Pflanzen belegt ist und am Top der Abfolge über einem Verrucano-Konglomerat Werfener Quarzite der Trias folgen. Für eine Altersdatierung der zwischenliegenden Schichten sind vor Allem die vulkanischen Produkte verwendet worden. Hierzu gehören die Porphyroide, die in Anlehnung an den während des Perms weitverbreiteten sauren Vulkanismus in den gleichen Zeitabschnitt gestellt worden sind wie seine basischen Vorläufer mehr dem Karbon angehören. Ausserdem scheint das Auftreten von Kalken in der sedimentären Abfolge einer Zuordnung zum Perm nicht zu widersprechen.

Diese Beispiele mögen genügen, um die bestehenden Verhältnisse im Raum der Westalpen zu charakterisieren. Sie zeigen, dass es äusserst schwierig ist, eine Grenze zwischen Karbon und Perm zu ziehen. Deshalb werden für diesen Grenzbereich stratigraphisch nicht genauer definierte Begriffe wie „Stéfanopermien“ oder „Eopermien“ benutzt. Für den letzteren Leitabschnitt sind von massgeblicher Bedeutung die Produkte eines sauren Vulkanismus.

5. Schlussfolgerungen

In den vorausgegangenen Ausführungen ist das Autunien dem Unterrotliegenden gleichgesetzt worden. Dies ist keine Selbstverständlichkeit, zumal auch die Hangengrenze des Autunien am „Locus typicus“ nicht festliegt. Beide Stufen stimmen darin überein, dass es sich um eine Schichtabfolge handelt, in der *Callipteris conferta* auftritt.

Die gegebene Darstellung der einzelnen Vorkommen hat zusammenfassend ergeben,

dass mit dem ersten Erscheinen der Callipteriden, insbesondere von *Callipteris conferta* und *C. naumanni* wie jenem von *Sphenopteris germanica* als Leitarten ein permisches Alter der betreffenden Schichten als ausgewiesen gelten kann. Wenn nur weitere Leit- und Charakterarten vorhanden sind, kann unter Umständen schon eine Entscheidung schwieriger werden. Sie ist es, wenn nur eine Übergangsflora mit stefanischen und permischen Elementen vorhanden ist. Dies kann häufiger in den Basisschichten der bisher als Autunien bzw. Unterrotliegendes nachgewiesenen Stufe der Fall sein. Desweiteren ist zu berücksichtigen, dass in der Zentral-Provinz das erste Auftreten von permischen Leitarten in einunddemselben Becken in verschiedenen Niveaus eintreten kann. Mithin kann bei dem starken lateralen Fazieswechsel dieser Schichten der Fall eintreten, dass die Festlegung der biostratigraphischen Grenze für das gesamte Becken nicht oder nur in verschiedenen Niveaus durchführbar ist. Hinsichtlich des Stefanien scheint die Aussage Gültigkeit zu haben, dass das untere bis mittlere, aber nicht mehr das obere Stefanien durch Pflanzen gut belegbar ist. Es macht sich zum Hangenden hin offensichtlich auch eine Verarmung der Flora bemerkbar. Es stellt sich deshalb die Frage, ob das veränderte Florenbild berechtigt, eine weitere Untergliederung der Stufe vorzunehmen. Andererseits führen Bezeichnungen für die Übergangsschichten zwischen Stefanien und Autunien wie „Autunostefanien“, „Permostefanien“ „Permokarbon“ oder „Eopermien“ ebenfalls nicht zu einer befriedigenden Lösung. Mithin ist die Grenzziehung zwischen beiden Formationen im kontinentalen Bereich dort schwierig, wo eine kontinuierliche Sedimentation vorliegt. oder über dem durch Pflanzen belegten Stefanien eine Schichtfolge ohne *Callipteris conferta* etc. vorhanden ist und besonders dann, wenn für das Autunien auch keine bezeichnende petrographische Merkmale gegeben sind. So ist dem Verfasser bisher keine permische Leitart aus der nördlichen Provinz wie aus dem Raum der Westalpen bekannt geworden. Hinzu kommt, dass z.B.

in Grossbritannien der untere Abschnitt der als Perm angesehenen Abfolge petrographisch einen für das Unterrotliegende sehr untypischen Aspekt aufweist.

Hinsichtlich der Mikroflora liegen noch zu wenige Untersuchungen vor, um einen guten Überblick gewinnen zu können. Die bisher erzielten Ergebnisse lassen, wenn auch mit Vorbehalt, die Aussage zu, dass in Nachbarschaft der bisher gezogenen Grenze bestimmte Formen zu verschwinden scheinen wie z.B. *Lycospora*, *Thymospora*, *Cheileidonites* und ein verstärktes Auftreten von *Illinites unicus* KOSANKE wie allgemein von saccaten Formen einsetzt. Desweiteren scheint ein Verschiebung der bisher festgelegten Grenze bei Benutzung dieser fossilen Reste einzutreten. Auf keinen Fall ist die Möglichkeit auszuschliessen, dass bei der weiten Verbreitung und stärkeren Faziesunabhängigkeit der Mikroflora eine Grenzziehung mit ihrer Hilfe wahrscheinlich genauer durchgeführt werden könnte.

Was die Fauna anbetrifft, so hat es bisher keineswegs an Versuchen gefehlt, sie ebenfalls für eine Fixierung der Grenze heranzuziehen. Hierzu gehören in erster Linie die Süswassermuscheln, die in manchen Becken wie dem Saar-Nahe Becken sehr häufig vorkommen können. Nach den bisherigen Untersuchungen, die noch keineswegs als abgeschlossen betrachtet werden dürfen, ist scheinbar die Gattung *Palaeanodonta* auf das Rotliegende beschränkt, während *Anthraconaia?* sowohl im Karbon wie im Perm vorhanden sein kann. (PAPPROTH 1968). Hierbei sind offensichtlich die Arten *Anthraconaia? castor*, *A? fritschi* und *A.? goldfusiana* nur im Rotliegenden zu finden. Jedoch müssen hierüber noch weitere Untersuchungen stattfinden, ehe ein abschliessendes Urteil gefällt werden kann. Dies zeigt das Beispiel von *Anthraconaia? prolifera*, die im Innersudetischen wie im Niederschlesischen Becken (GROCHOLSKI, MILEWICZ 1970) als kennzeichnend für das Stefanien angesehen wird mit dem Hinweis, dass sie im Saargebiet in den Götterborner Schichten auftritt, was zutrifft, aber auch die durch WARTH (1963) nachgewiesene Tatsache, dass sie nicht nur im

Stefanien A bis C, sondern auch in den Kuseler Schichten des Rotliegenden vorkommt. Desweiteren sind wiederholt die *Estherien* untersucht worden. (FEYS 1966). Trotz aller Schwierigkeiten in der Feststellung und Erkennung ihrer bezeichnendsten Merkmale scheint *Estheria tenella* JORD, zumal in ihrer Häufigkeit, für eine stratigraphische Gliederung mitverwendbar zu sein. Über die ebenfalls häufigen Ostracoden liegen in dieser Hinsicht noch keine Ergebnisse vor. Hinsichtlich der Fische, Amphibien und Reptilien sind schon eine grössere Anzahl von Arbeiten unternommen worden, die aber zu der hier angeschnittenen Fragestellung noch zu keinem abschliessenden Urteil geführt haben. Für die Amphibien wie Reptilien kommt hinzu, dass ihre Reste relativ selten und weit verstreut auftreten. Somit wird man sich auch in Zukunft bei der Festlegung der biostratigraphischen Grenze zwischen dem kontinentalen Karbon und Perm in erster Linie auf die Flora stützen müssen. Die hierbei bisher vorhandenen Schwierigkeiten sind zuvor ausreichend erwähnt worden.

Sie machen es im besonderen Masse erforderlich, dass man für die Praxis d.h. vor Allem für die Kartierung nach lithostratigraphischen Gesichtspunkten einen Horizont für die Grenzziehung ausfindig macht, der möglichst gut erkennbar und unterscheidbar ist wie die grösstmögliche Verbreitung besitzt. In diesem Zusammenhang ist zu bemerken, dass zwischen dem Stefanien und Autunien bzw. Unterrotliegenden hinsichtlich der petrographischen Beschaffenheit der Abfolgen keine wesentlichen Unterschiede bestehen. Die Schichten sind meist buntgefärbt, häufig in Rythmen oder asymmetrischen Zyklen vom Grob- zum Feinkörnigen aufgebaut und enthalten Kalk- und Kohleflöze wie bituminöse Sedimente. Hinsichtlich der zuletzt genannten Sedimentarten ist anzuführen, dass im Autunien offensichtlich die Einlagerungen von Kalken bzw. dolomitischen Kalken wie bituminösen Schiefen häufiger und umfangreicher sind, dagegen die Kohleflöze mit aufsteigenden Profil zurücktreten. Aus der vorausgegangenen

Darstellung der einzelnen Vorkommen in Mittel- und West-Europa ist desweiteren zu entnehmen, dass nur in wenigen Fällen *Callipteris conferta* etc. unmittelbar über einem charakteristischen, petrographischen Horizont auftritt, der sich aus den zuvor dargestellten Gründen für eine Grenzziehung eignet. Hierzu gehören u.A. die entsprechend ausgewählten Kohlenflöze in der Boskowitzter wie Blanitzer Furche wie der Hangende Muschelschiefer im Saaletrog in der weiteren Umgebung von Halle, zumal sie aufgrund ihrer Entstehung eine gewisse Zeitgleichheit garantieren. Hiervon abgesehen folgt in den meisten Fällen eine solche ausgewählte Schicht in einem unterschiedlichen Abstand im Liegenden des ersten Auftretens von *Callipteris conferta*. Vorwiegend handelt es sich aber um ein Konglomerat. Sofern nicht zusätzliche Merkmale für seine Einordnung vorhanden sind, die es begleiten oder selbst kennzeichnen, wie z.B. seine Zusammensetzung, kann es mit anderen Grobhorizonten verwechselt werden oder als Faziesseinheit z.T. schräg in der Abfolge liegen, wie es im Saar-Nahe Becken der Fall zu sein scheint. Zu solchen Hilfskennzeichen gehört eine Diskordanz in seinem Liegenden bzw. eine Schichtlücke, sofern in beiden Fällen ihr zeitliches Ausmass festlegbar ist. So bezieht sie sich bei einigen Becken im Bereich des französischen Zentral-Massives wie in der innersudetischen Mulde auf die Zeit des oberen Stefanien. In allen anderen Fällen ist die zeitliche Einstufung der Grenzziehung schwierig. Dies trifft auch dort zu, wo ein Konglomerat oder Basishorizont einer Schichtfolge auf verschieden alte Schichten übergreift wie z.B. in vielen Abschnitten der permischen Nord-Provinz. Hier wird die zeitliche Fixierung noch dadurch erschwert, dass die überlagernden Sedimente verglichen mit jenen in der Zentral-Provinz meist mehr dem Charakter eines Ober- als eines Unterrotliegenden entsprechen, wenn man von den vulkanischen Produkten absieht. Abschliessend kann jedoch die Aussage getroffen werden, dass die Folgen von tektonischen Bewegungen im Grenzbereich Karbon/Perm ein mitverwertbares Hilfsmittel zur Festlegung der Grenze Kar-

bon/Rotliegendes sind, die jedoch häufig, vor Allem in der Verrucano Provinz, vorerst

mit dem grössten Vorbehalten gezogen werden kann.

LITERATURVERZEICHNIS

- ALPERN, B. & J. LIABEUF (1966): « Zonation palynologique du Bassin Houiller Lorraine. » — *Z. deutsch. Geol. Ges.*, 117, S. 162-177, Hannover.
- ALPERN, B. et M. LAMOTTE (1963): « Étude palynologique du Houiller de St. Étienne ». — *C.R. Acad. Sci.*, 256, Paris.
- BLOCH, J.P. (1966): « Le Permien du domaine briançonnais ligure. Essai de chronologie des formations antétrisiques ». — *Atti del Symposium sul Verrucano*, S. 99-115, Pisa.
- BORDET, P. (1966): « L'Estérel et le Massif de Tanneron » in « Géologie Régionale de France », Hermann, Paris.
- CARIOU, L., Fuchs, Y. & Scemama, C. (1967): « Introduction à l'étude des terrains Permouillers du Détroit de Rodez ». — *Bull. Soc. Géol. Fr.*, IX, S. 184-197, Paris.
- CORSIN, P. & C. MONOMAKHOFF (1948): « Sur le Houiller de La Machine. Bassin de Decize (Nievre) ». — *C.R. Acad. Sci.*, 227, S. 980-982, Paris.
- CORSIN, P. (1950): « Les division paléontologiques du Stéphanien du bassin de la Loire ». — *C.R. Acad. Sci.*, 250, S. 117-119, Paris.
- CRAIG, G. (1965): « The Geology of Scotland ». Edinburgh.
- DAVID, A. (1967): « Étude Géologique du Bassin Permien de Belmont sur Rance (Aveyron) et de ses Minéralisation uranifères et cuprifères ». Thèse à la Faculté des Sciences de l'Université de Clermont-Ferrand.
- DEUBEL, F. (1960): „Das Untere Perm in Thüringen und angrenzenden Gebieten“. — *Wiss. Z. Friedrich Schiller Uni. Jena*, 3, S. 409-444, Jena.
- DOUBINGER, J. (1956): « Contribution à l'étude des flores autuno-stéphanien ». — *Mém. Soc. géol. France*, 35, Nr. 75, Paris.
- DOUBINGER, J. (1962): « Caractères palynologiques du Stéphanien et de l'Autunien ». — *C.R. Acad. Sci.*, 255, S. 2158-2160, Paris.
- DOUBINGER, J. (1963): « Notes palynologiques sur le Permien de Lodève (Hérault) ». — *C.R. Somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 6, S. 201-203, Paris.
- DOUBINGER, J. (1965): « Sur l'âge des gisements houillers des Vosges ». — *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 18, 2, S. 49-64, Strassbourg.
- DROZDZEWSKI, G. (1969): „Sedimentation und Struktur des nordöstlichen Saargebietes“. — *Oberrh. Geol. Abh.*, 18, Karlsruhe.
- EDMUNDS, F.H. & K.P. OAKLEY (1947): “British Geology. The central England district”. — IV, S. His Majesty's Stationary Office, London.
- ELLEMBERGER, F. (1966): « Le Permien du pays de Vanoise ». — *Atti del Symposium sull Verrucano*, S. 170-211, Pisa.
- FABIAN, H. (1954): „Oberkarbon und Rotliegendes in neueren Bohrungen im Münsterland sowie in der östlichen und nördlichen Umrandung der Rheinischen Masse“. — *Erdöl u. Kohle*, 7, S. 66-70, Hamburg.
- FABRE, G. (1971): « Observation sur le terrain permien de l'Aveyron ». — *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2., T. XXIX, Paris.
- FALKE, H. (1966): „Zur Frage der Ausdehnung und faziellen Entwicklung des Saarkarbons nach Nordosten“. — *Z. deutsch. Geol. Ges.*, Bd. 117, für 1965, S. 72-99, Hannover.
- FALKE, H. (1972): “The Continental Permian in North and South Germany”. “Rotliegend. Essays on European Lower Permian”. — in: *Inter. Sedimentary Petrographical Ser.*, XV, S. 43-113, Leiden.
- FEYS, R. (1960): « Sur Estheria tenella et les Estheria du Permien inférieur ». — *Bull. Soc. géol.*, Fr, 7, II, S. 610-620, Paris.
- FEYS, R. et CH. GREBER (1964): « Voyage d'étude n. 3. Bassin Carbonifère et Permien d'Épinac et d'Autun ». — *C.R. 5. Congr. Int. Strat. Géol. Carb. Paris* 1963, I, S. 45-51, Paris.
- FEYS, R. et CH. GREBER (1966): « Brève présentation du Permien en France ». *Atti del Symposium sul Verrucano*. — S. 311-321, Pisa.
- FEYS, R. et CH. GREBER (1972): « L'Autunien et le Saxonien ». — “Rotliegend. Essays on European Lower Permian”. — In: *Inter. Sedimentary Petrographical Ser.*, XV, S. 114-136, Leiden.
- GALLWITZ, H. (1956): „Das Rotliegende der Mansfelder Mulde und die saalische Diskordanz“. — *Hall. Jb. f. Mitteldt. Erdgesch.*, 2, Lfg. 3, Halle.
- GARRIC, J., B. HERY & P. VETTER (1964): « Voyage d'étude n. 4. Bassin de Lodève ». — *C.R. 5. Congr. Int. Strat. Géol. Carb. Paris* 1964, I, S.

- 80-91, Paris.
- GERMER, R. & G. KNEUPER (1970): „Zur biostratigraphischen Gliederung des Saarkarbons“. — *C.R. 6. Congr. Strat. Geol. Carb. Sheffield* 1967, II, S. 797-806, Sheffield.
- GOTHAN, W. (1927): „Über Aequivalente der Wettiner Schichten im Thüringer Wald“. — *Z. deutsch. Geol. Ges.*, 79, Mbr. S. 121-123, Berlin.
- GOTHAN, W. (1935): „Die Frage des Synchronismus der Perm- und Stephan-Floren und ihre Charakteristika“. — *C.R. 2. Congr. Int. Strat. Geol. Carb. Heerlen*.
- GREBER, C. (1954): « Flore et Stratigraphie du terrain houiller de la région de Lons-Le-Saunier ». — *Bull. Soc. géol. Fr.*, IV, S. 431-441, Paris.
- GREIG, C.D. (1971): „British Regional Geology. The South of Scotland“. — Her Majesty's Stationary Office. Edinburgh.
- GROCHOLSKI, A. (1970): „The Intra-Sudetic Depression“. In: „Geology of Poland“, I, S. 446-452, Warsaw.
- HAUBOLD, H. (1970): „Versuch einer Revision der Amphibien-Fährten des Karbon und Perm“. — *Freiberger-Forsch. Hefte*, C, 260, S. 83-117, Leipzig.
- HAUBOLD, H. (1971): „Die Tetrapodenfährten aus dem Permosiles (Stefan und Rotliegendes) des Thüringer Waldes“. — *Abh. Ber. Mus. Nat. Gotha*, S. 15-41, Gotha.
- HAVLENA, V. (1966): „The Carboniferous of Central Bohemia and the Perm-Carboniferous of the Krusne Hory Mountains“. — In: „Regional Geology of Czechoslovakia“, I, 452-467, Prague.
- HAVLENA, V. (1971): „Die späteren Entwicklungsetappen der Varisziden und die jungpaläozoischen Ablagerungsräume des Böhmisches Massives“. — *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, S. 65-91, Stuttgart.
- HAVLENA, V., J. JAROS & J. PESEK (1968): „Problems of the Geology of the Upper Silesian Basin, the Boskovice Furrow and the Pilzen Basin“. — *Inter. Geol. Congr. Prague*.
- HEDEMANN, H.A., FABIAN, H.J., FIEBIG, H. und A. RABITZ (1972): „Einführung in die Geologie des Gastlandes. 1. Das Karbon in marin-paralischer Entwicklung“. — *C.R. 7. Congr. Int. Strat. Geol. Carb. Krefeld* 1971, I, S. 29-47, Krefeld.
- HOLUB, V. (1970): „Late Paleozoic deposits underlying the Bohemian Cretaceous Basin in the North-Eastern Part of the Bohemian Massiv“. — *C.R. 6. Congr. Int. Strat. Geol. Carb. Sheffield* 1967, III, S. 937-948, Sheffield.
- HOLUB, V. (1972): „Permian of the Bohemian Massiv“. — In: „Rotliegend. Essays on European Lower Permian“. *Inter. Sedimentary Petrographical Ser.*, XV, S. 137-188, Leiden.
- HOLUB, V., V. PROUZA & R. TASLER (1970): „Carboniferous of the Bohemian Part of the Intra-Sudetic Basin“. — *C.R. 6. Congr. Int. Strat. Geol. Carb. Sheffield* 1967, III, S. 949-960, Sheffield.
- JONGMANN, W.J. & W. GOTHAN (1937): „Betrachtungen über die Ergebnisse des zweiten Kongresses für Karbonstratigraphie“. — *C.R. 2. Congr. Strat. Carb. Heerlen*, 1, S. 1-40, Maestricht.
- KAMPE, A. und W. REMY (1960): „Mitteilungen zur Stratigraphie im Raume des Petersberges bei Halle“. — *Mber. Dt. Akad. Wiss., Berlin*, 2, S. 364-374, Berlin.
- KAMPE, A. und W. REMY (1961): „Mitteilungen über im östlichen Teil der Halleschen Mulde erbohrtes Autunien“. — *Mber. Dt. Akad. Wiss. Berlin*, 3, S. 503-533, Berlin.
- KAMPE, A. und W. REMY (1962): „Ausbildung und Abgrenzung des Stephanien in der Halleschen Mulde“. — *Mber. Dt. Akad. Wiss. Berlin*, 4, S. 54-68, Berlin.
- KAMPE, A. und R. KUNERT (1964): „Die Definition der Halleschen Schichten“. — *Z. Angew. Geol.*, 10, S. 93-94, Berlin.
- KATZUNG, G. (1970): „Das Permosiles im Südteil der Deutschen Demokratischen Republik. Ein Überblick“. — *Ber. deutsch. Ges. geol. Wiss. A.*, 15, S. 7-27, Berlin.
- KATZUNG, G. (1972): „Stratigraphie und Paläogeographie des Unterperms in Mitteleuropa“. — *Geologie, Jg.* 21, S. 570-584, Berlin.
- KENT, P.E. (1967): „Outline of the Southern North-Sea Basin“. — *Yorkshire Geol. Soc. Proc.*, 36, S. 1-22.
- KENT, P.E. (1967): „Progress of Exploration in North-Sea“. — *Bull. Amer. Assoc. Petrol.*, 51, S. 731-741, Washington.
- LIABEUF, J.J., DOUBINGER, J.B. & B. ALPERN (1967): « Caractères palynologiques des charbons du Stéphanien de quelques gisements français ». — *Rev. Micro. paleont.*, 10, S. 3-14, Paris.
- LIABEUF, J.J. & B. ALPERN (1967)a: « Étude palynologique du Bassin Houiller de St. Étienne, Stratotype du Stéphanien ». *C.R. 6. Congr. Inter. Strat. Geol. Carb. Sheffield* 1967, I, S. 155-169, Sheffield.
- LIABEUF, J.J. & B. ALPERN (1970): « Le gisement houiller de Decize. Étude palynologique ». —

- C.R. 6. Congr. Inter. Strat. Geol. Carb. Sheffield 1967, III, S. 1083-1100, Sheffield.
- LAMINGTON, J.D.C. (1965): "Age of the New-Red Sandstone in South Devonshire". — *Nature*, 207, S. 624-625, London.
- LÜTKEHAUS, M. (1970): „Das Stefan B und C im Saarland“. — *Geol. Landesaufnahme Saarl., Beih.*, 2, Saarbrücken.
- MICHARD, A. & P. VIALON (1966): « Permo-Trias, Permien s.l. et Permo-Carbonifère métamorphisés des Alpes Cottiennes internes: le facies « Verrucano » et les séries volcano-détritique du Massif Dora-Maira ». — *Atti del Symposium sul Verrucano*. S. 116-135, Pisa.
- MILEWICZ, J. (1970): "The North Sudetic Depression" In: "Geology of Poland", 1, S. 452-456. Warsaw.
- MILEWICZ, J. & J. PIERWSZA (1962): "Wiadomość o karbonie północno - sudeckiej. First report on the Carboniferous in the North-Sudetic Trough". — *Prz. geol.*, 10, Warsaw.
- MILEWICZ, J. & T. GORECKA (1965): "Wstępne uwagi o karbonie depresji północno-sudeckiej. Preliminary notes on the Carboniferous in the North-Sudetic Depression". *Kwart. geol. Warsaw.*
- MYKURA, W. (1965): "The age of the lower part of the New-Red Sandstone of South-West Scotland". — *Scott. J. Geol.*, 1, S. 9-18, Edinburgh.
- PAPROTH, E. (1966): „Gliederungsmöglichkeiten im oberen Karbon und unteren Rotliegenden mit Hilfe limnischer Muscheln“. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, Jg. 1965, 117, S. 178-182, Hannover.
- PRUVOST, P. (1947): « Art des Mines et Géologie: Bilan d'une collaboration ». — *C.R. Congr. du Centenaire de l'Association des Ing. de Liège*. Liège.
- RAU, A. and M. TONGIORGI (1972): "The Permian of Middle and Northern Italy". "Rotliegend. Essays on European Lower Permian". In: *Inter. Sedimentary Petrographical Ser.*, XV, 216-280, Leiden.
- REIMANN, KL.-U. (1973): „Ergebnisse mikrosporologischer Untersuchungen an der Wende Karbon/Perm in der Saar-Nahe Senke“. — *Dissertation Mainz*.
- REMY, W. (1962): „Die Existenz des Stefan und die Stefan-Rotliegendgrenze in paläobotanischer Sicht“. — *C.R. 4. Congr. Int. Strat. Geol. Carbon. Heerlen 1958*, III, S. 599-602, Heerlen.
- REMY, W. (1964): „Zur Untergliederung des Stéphanien und Autunien. Grenze Stéphanien/Autunien“. — *5. Congr. Inter. Strat. Geol. Carb. Paris 1963*, I, S. 177-187, Paris.
- REMY, W. und A. Kampe (1961): „Ausbildung und Abgrenzung des Autunien in der Halleschen Mulde“. — *Mber. Dt. Akad. Wiss.*, 3, S. 394-408, Berlin.
- REMY, W. und V. Havlena (1962): „Zur floristischen Abgrenzung von Devon, Karbon und Perm im terrestrisch-limnisch entwickelten Raum des euramerischen Florenbereiches in Europa“. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, 3, S. 735-751, Krefeld.
- REMY, W., D. ANDREAS und A. KAMPE (1963): „Beiträge zur Kenntnis des Stéphanien im Saaletrog“. — *Jb. staatl. Mus. Mineral. Geol.*, S. 115-146, Dresden.
- TÁSLER, R. (1966): "The Intra-Sudetic Basin. The Krkonose — Piedmont Basin" in "Regional Geology of Czechoslovakia", 1, S. 434-452. Prague.
- SMITH, D.B. (1972): "The Lower Permian in the British Isles". — "Rotliegend. Essays on European Lower Permian". — *Inter. Sedimentary Petrographical Ser.*, XV, S. 1-33, Leiden.
- VETTER, P. (1960): « Sur la flore autunienne du Détroit de Rodez ». — *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7, S. 693-694, Paris.
- Wagner, G. (1966): "On the presence of probable Upper Stephanian in Ayrshire, Scotland". — *Scott. J. Geol.* 2, S. 122-123, Edinburgh.
- WARTH, M. (1963): „Conchostraken (Crustaceen, Phyllopoden) und Ostracoden des saarländischen Stefans“. — Tübingen 1963.
- WEBER, H. (1962): „Übersicht der Rotliegendestufen im Thüringen Wald“. — *N. Jb. Geol. Pal., Mh.*, S. 150-155, Stuttgart.

Solvay construit l'avenir...

dans les domaines qui sont les siens

- produits sodiques,
- chlore et dérivés,
- sel et produits calciques,
- produits peroxydés,
- matières plastiques,
- transformation des matières plastiques, etc...



SOLVAY & Cie S.A.
rue du Prince Albert 33
1050 Bruxelles

