©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Verh. Geol. B.-A.	Jahrgang 1972	S. 11—32	Wien, März 1972
Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.	20. Bd.	S. 11—32	Wien, März 1972

Vergleich zwischen den Ablagerungen des Verrucano in den Westalpen und des Rotliegenden in Süddeutschland und Frankreich

Von H. Falke *)

Mit 3 Abbildungen

Zusammenfassung

Die wichtigsten Profile des Verrucano in den westlichen Alpen und jene des Rotliegenden in Süddeutschland wie Frankreich werden gegenübergestellt. Es stellt sich heraus, daß sie für gewisse Profilabschnitte mehr Übereinstimmungen als Gegensätze aufweisen, so daß sie sich zeitlich untereinander mit allem Vorbehalt vergleichen lassen. Für diesen Vergleich sind die Auswirkungen des Klimas unter Beachtung seiner durch das Relief erzeugten Veränderungen und die tektonischen Vorgänge maßgebend, die sich beide in Beschaffenheit usw. der Sedimente und ihren Lagerungsverhältnissen widerspiegeln.

Abstract

After a definition of the terms Verrucano and "Verrucano" and "Rotliegend" the most important profiles of the Verrucano in the area of the West-Alps and those of the Rotliegend in South Germany and in France have been described. The intention of this description is the attempt to correlate — if possible — certain sections of the profiles of the Verrucano and the Rotliegend with each other. It is believed that they show more correspondences than contrasts. The first are based on the consequences of the climate tanking into consideration its mutual effects with the relief , and those of the tectonic movements which influenced same. Both are reflected by the quality of the sediments and their content of fossils. By the help of these facts it is possible to compare the lower and the upper part of the Verrucano and the Rotliegend.

1. Einleitung

In den folgenden Ausführungen soll der Versuch unternommen werden, den Verrucano mit dem Rotliegenden zu vergleichen und die Übereinstimmung wie Gegensätze der beiden Schichtfolgen herauszustellen, um hieraus Rückschlüsse auf die jeweiligen Milieuverhältnisse zu ziehen.

Da das Rotliegende, wenn auch mit einer gewissen Einschränkung (s. S. 19), ein stratigraphischer, dagegen der Verrucano ein für eine bestimmte Sedimentabfolge (s. S. 12) gültiger Begriff ist, ist es vor ihrem Vergleich erforderlich, seine dem Rotliegenden entsprechenden Profilabschnitte abzugrenzen. Die Durchführung dieser Aufgabe ist mangels geeigneter Zeitmarken außerordentlich schwierig. Sie kann deshalb nur in großen Zügen und in angenäherter Weise erfolgen. Dies

*) Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. H. Falke, Geologisches Institut der Universität, D-65 Mainz, Saarstraße 21.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

soll bei gleichzeitiger Definition des Begriffes „Verrucano" und der hieraus zu ziehenden Folgerungen im anschließenden Abschnitt geschehen.

2. Der Verrucano

Die Bezeichnung „Verrucano" wurde 1832 von SAVI für klastische Sedimente im Liegenden der toskanischen Kalkserie eingeführt, wobei als Beispiel das Profil am Mte. Verruca in den Pisaner Bergen diente. Anlaß hierzu war ihre ungewöhnliche Beschaffenheit, namentlich im Hinblick auf Art und Verteilung der Konglomerate in der sandigen und tonigen Abfolge, wie sie aber in kontinentalen Ablagerungen sehr häufig ist. Wenige Jahre später, 1842, wurde dieser Begriff von STUDER auf gleichbeschaffene, alpine Gesteine, und zwar zuerst auf kalkhaltige Konglomerate in der Tarentaise übertragen, die bezeichnenderweise einem kretazeischen Präflysch angehören (TRÜMPY, 1966, S. 213). In der Folgezeit schränkte man ihn als Verrucano im erweiterten Sinne auf buntgefärbte, kontinentale, zuweilen von Vulkaniten durchsetzte Schichten ein, die sich aus Brekzien, Konglomeraten, feldspatführenden Sandsteinen und Peliten zusammensetzen und zwischen fossilbelegtem, obersten Karbon und unterster Trias auftreten. Damit wurde er unter Beibehaltung seiner lithologischen Eigenart zeitlich begrenzt. Offen blieben stets seine Beziehungen zum Verrucano typico am Mte. Verruca in den Pisaner Bergen. Diese Unsicherheit wollte HEER durch seinen erfolglosen Vorschlag beseitigen, für derartige Ablagerungen in den Alpen die Bezeichnung Sernifit (nach dem Flüßchen Sern im Kanton Glarus) zu verwenden. Mit ihr werden jedoch nur noch die fanglomeratartigen Sedimente des Glarner Verrucano belegt. Auf dem im Jahre 1965 in Pisa stattgefundenen Symposium über den Verrucano wurde seitens TRÜMPY (1966, S. 398) der Vorschlag gemacht, unter dem Namen „Verrucano sensu lato" die schon zuvor charakterisierten Gesteinsserien „als Produkte der endgültigen Abtragung der herzynischen (variskischen) Gebirge sowie ihrer subsequenten und postorogenen Vulkane" zu verstehen. Hiervon sind „die älteren Verrucano-Formationen meist in intramontanen Becken und Gräben, die jüngeren, welche dem Verrucano der Typuslokalität näher stehen und meist oberpermischen bis triadischen Alters sind, über größere Gebiete verbreitet". Es wurde empfohlen, die einzelnen Abfolgen des Verrucano sensu lato in den verschiedenen Gebieten durch geographische Zusätze wie z. B. Glarner Verrucano, Verrucano brianconnais usw. zu kennzeichnen. Diese Empfehlung hat nicht überall eine Zustimmung gefunden.

Wenn man die in der Literatur wiedergegebenen Profile des Verrucano des nordwestlichen Apennin und der mittleren bis westlichen Alpen, die in den folgenden Ausführungen nur Berücksichtigung finden, überprüft, so kann man diese Schichtfolge offensichtlich in zwei Serien einteilen.

Die ältere von ihnen setzt über einer Diskordanz ein oder entwickelt sich, sofern vorhanden, aus dem jüngsten Karbon. Sie schließt ebenfalls mit einer Diskordanz bzw. Schichtlücke ab und/oder es tritt bei einem kontinuierlichen Übergang zum Hangenden eine mehr oder weniger deutliche Veränderung im allgemeinen Habitus der folgenden Sedimente ein. Diese Abfolge umfaßt nach der von ELLENBERGER in den französischen Alpen verwendeten Bezeichnung das Eoper-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

mien, d. h. das ältere Perm. Die vor allem in diesem Gebiet über ihm vorhandene Diskordanz wird der saalischen Phase STILLE's zugerechnet. Hierfür dient offensichtlich als Hauptbeweis der zuvor schon einsetzende oder mit ihr, wie am locus typicus, verbundene Vulkanismus und die Beschaffenheit der darüber liegenden, meist roten, kontinentalen Sedimente bis zur Grenze der Trias. Abgesehen von der saalischen Diskordanz können diese Ablagerungen mit einer Schichtlücke wechselnder Größe auch diskordant auf älteren Schichten als dem Unter-Perm liegen oder sich aus ihm ohne eine Sedimentationsunterbrechung entwickeln. Diese jüngere Schichtserie des Verrucano geht entweder kontinuierlich in die Trias über oder kann von der letztgenannten Formation, wie z. B. im Gebiet des Glarner Verrucano, auch durch eine Diskordanz bzw. Schichtlücke getrennt sein. Inwieweit letztere der Pfälzischen Phase entspricht, ist bisher nicht eindeutig nachweisbar. Der Anteil dieser Schichtfolge bis zum Einsetzen der untersten Trias-Skyth bzw. „Werfenien" wird nach dem Vorschlag von ELLENBERGER in den französischen Alpen als Neopermien bezeichnet und somit als jüngeres Perm dem Eopermien gegenübergestellt.

Innerhalb der zuvor dargestellten großen Schichteinheiten des Verrucano nimmt der Verrucano typico am Monte Pisana in den Apuanischen Alpen die hangendste und damit stratigraphisch jüngste Position ein. Je nach der Auffassung seiner Bearbeiter umfaßt er vom basalen Konglomerat bis zu den „Quarziti viola zonata" Schichten vom ausgehenden Anis bis zum einsetzenden Nor oder nur die drei untersten Einheiten: Die „Anageniti grossolane" als Basalkonglomerat, die „scisti violetti" und die „Anageniti minuti" von überwiegend ladinischem Alter. Diese Abfolge, diskordant zum Liegenden, dabei auch zum Verrucano im erweiterten Sinne, leitet die Transgression der mesozoischen Sedimente und damit einen neuen Zeitabschnitt in der erdgeschichtlichen Entwicklung dieses Raumes ein.

Dies trifft mit gewisser Einschränkung auch auf den nächstälteren, den permotriassischen Verrucano zu. Er ist an der Basis des Skyth in den Alpen, vor allem in den Westalpen, weit verbreitet. Er lagert dem jeweils Liegenden mit mehr oder weniger scharfer Grenze, teils mit einer Schichtlücke oder auch mit einer Diskordanz auf. Er umfaßt als Verrucano brianconnnais (Abb. 1) nach FABRE und FEYS (1966, S. 146) das Neopermien superieur oder kann auch nach diesen Autoren als basales „Werfenien" angesehen werden. Er besteht aus einem buntgefärbten Konglomerat, das u. a. zahlreiche Gerölle aus rosa Quarzen, Jaspis und „Liparit" führt. Darüber hinaus findet er sich z. B. in dem Bereich des südlich von hier gelegenen Dora-Maira-Massives. Wie schon oben angedeutet, ist dieser Typus ebenfalls häufig in den Schweizer Alpen an der Basis des Skyth, d. h. des Buntsandsteines und seiner südlichen Fazies, des Servino wie an jener der eotriassischen Quarzite anzutreffen. Als Beispiel seien genannt die Konglomerate in Verbindung mit Quarziten im Penninikum des Wallis, der bunte Verrucano im Gebiet des Münstertales, der als lokale Einschaltungen in den höchsten Schichten des grauen Verrucano vorhanden ist (HESS, 1953), und die roten Konglomerate inmitten von quarzitischen Sandsteinen im Liegenden des marinen Servino des Tessin (TRÜMPY, 1966, S. 220 u. 226). Diese Sedimente weisen meist besser gerundete

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Komponenten als der ältere Verrucano auf, aus dem sie auch aufgearbeitetes Material enthalten können. Sie besitzen eine größere Verbreitung als letztgenannter. Sie stellen den Beginn eines neuen Abschnittes in der paläogeographischen Entwicklung der Alpen dar, nachdem durch die vorausgehenden permischen Sedimente das Relief der herzynischen Ketten weitgehendst eingeebnet war. Beide Verrucani bleiben auf Grund ihrer stratigraphischen Position für die in dieser Arbeit gestellte Aufgabe außerhalb einer weiteren Betrachtung.

Die nächstälteren Verrucanoserien, die noch dem Néopermien, d. h. dem oberen bis mittleren Perm, angehören, liegen z. T. diskordant auf dem Eopermien und noch älteren Schichten, im Inneren der einzelnen Becken aber auch des öfteren konkordant zu dem älteren Perm-Eopermien. Da es sich bei dieser Diskordanz um eine Folgeerscheinung saalischer Bewegungen, insbesondere der saalischen Phase handelt, die auch an der Basis des Oberrotliegenden auftritt ist ein Vergleich der darüber folgenden Schichten mit dem Rotliegenden, wenn auch mit den erforderlichen Vorbehalten, möglich. Deshalb soll dieser Verrucano im folgenden kurz behandelt werden, um einen Überblick über seine Zusammensetzung zu gewinnen.

In diesem Zusammenhang wird von den Vorkommen in den Apuanischen Alpen abgesehen, da sie innerhalb der Perms eine zu unsichere stratigraphische Stellung einnehmen. Dies gilt auch mit gewissen Einschränkungen für andere Gebiete, z. B. den Ligurischen Brianconnais, das Gebiet des Dora-Maira-Massives, das Vanoise usw.

Im Bereich nördlich von Briancon ist vor allem die Abfolge von Rochachille-Ponsonnière (Fabre u. Feys, 1966, S. 152) für einen Vergleich von Bedeutung. Sie beginnt mit einem buntfarbigen bzw. grünlich-weißem Konglomerat (Abb. 1). Zum Hangenden geht es lokal in eine Arkose oder in eine konglomeratführenden Sandstein und Schiefer über. Die groben Komponenten dieser Sedimente bestehen u. a. aus karbonischen Schiefern, permischen Kalken, gleichaltrigen und älteren Vulkaniten, Quarzen usw. Bemerkenswert ist, daß am Top dieser Schichten im Tal von Ponsonnière ein rhyolithischer Erguß und in seinem Liegenden innerhalb einer klastischen Fazies Tuffe vorhanden sind. Somit liegen hier Zeugen eines jungen permischen Vulkanismus vor.

Weiter im Norden, in den Aiguilles Rouges, kann man zu diesem Niveau, wenn auch mit Vorbehalt, eine bis zu 600 m mächtige, buntgefärbte Folge aus Konglomeraten, feldspatführenden Sandsteinen und Schiefern zählen, die mit der überlagernden Trias eine Winkeldiskordanz bildet, wie es z. B. auch im Saar-Nahe-Gebiet von Süddeutschland der Fall ist. In diesem Zusammenhang müssen auch die postvulkanischen Anteile des Glarner Verrucano, die aus der roten Randfazies der oberen Sernifite — Fanglomerate und den roten oberen, teils noch tuffführenden Schiefern der Beckenfazies bestehen, erwähnt werden. Sie werden ebenfalls von den triassischen Melser Schichten diskordant überlagert (Abb. 3).

Aus den Südalpen beanspruchen für den angestellten Vergleich mit dem Rotliegenden die Vorkommen in den Bergamasker Alpen ein gewisses Interesse (Abb. 1). Hier folgt über den unterpermischen bis oberkarbonischen Collio-Schichten mit einer nur stellenweise vorhandenen Diskordanz (saalische Phase?) der Verrucano Lombardo. Er besteht aus einer rot-, gelegentlich auch grünge-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

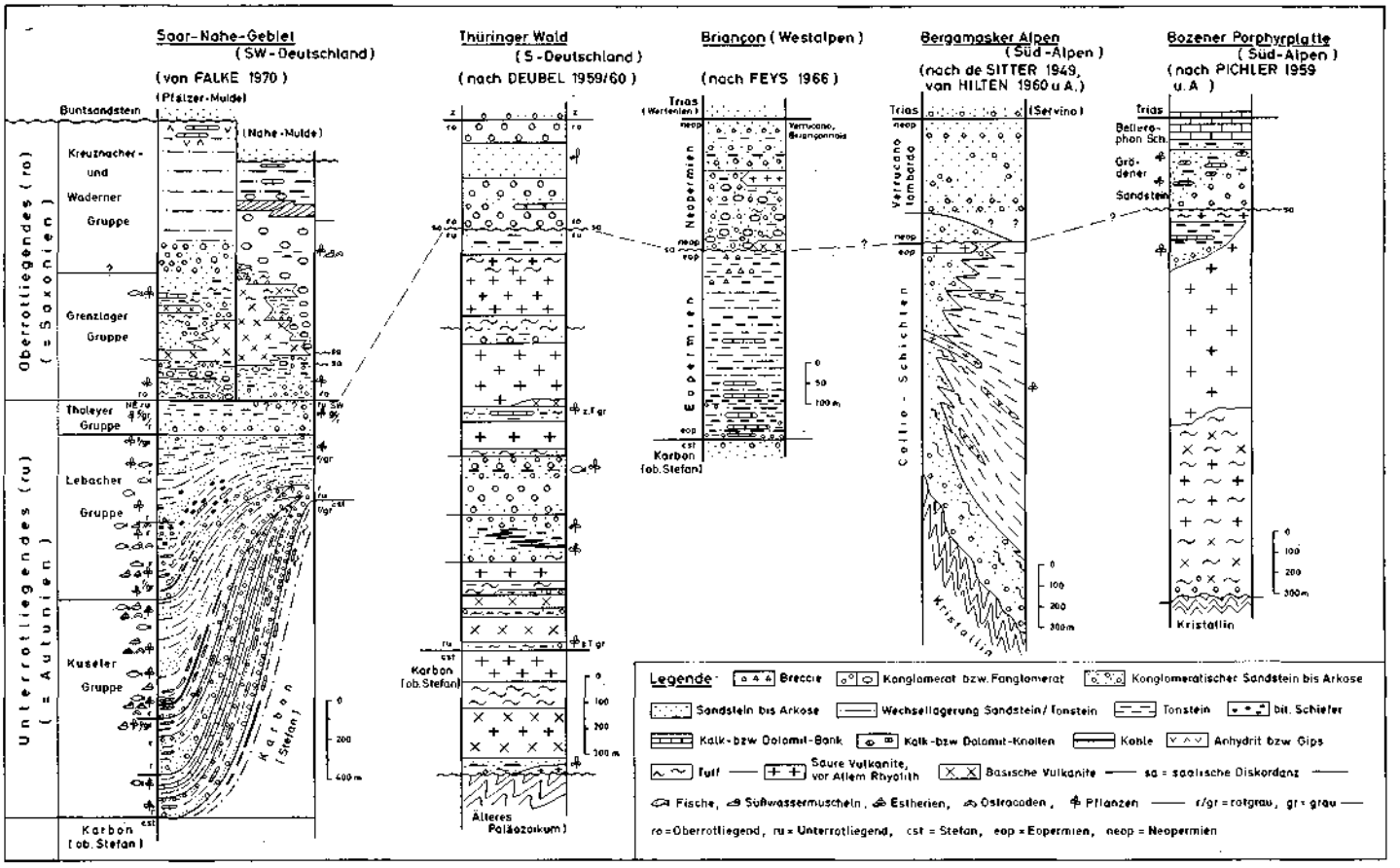

Abb. 1. Vergleich der vereinfacht wiedergegebenen Rotliegend-Profile des Saar-Nahe Gebietes und des Thüringer Waldes mit einigen wichtigen Profilen aus den West- und Südalpen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

färbten Wechselfolge von Konglomerat mit häufig gut gerundeten Grundgebirgs-, Tuff- wie Porphyrbestandteilen und von konglomeratischen Sand- und Siltsteinen (CASSINIS, 1963/64; 1965/66). Dieser Verrucano, der mit Ausnahme des hangendsten Abschnittes als vermutliche Vertretung von Eotrias dem Néopermien zugesprochen wird, wird z. T. als Äquivalent des rot-, z. T. auch graugefärbten Grödener Sandsteines angesehen (VAN HILTEN, 1960).

Letzterer setzt über der Effusivserie bzw. den Collio-Schichten der östlich der Bergamasker Alpen gelegenen Bozener Porphyrplatte mit einem Basiskonglomerat ein (Abb. 1), das sich überwiegend aus aufgearbeitetem rhyolithischem Material zusammensetzt (PICHLER, 1959; VAN HILTEN, 1960). Nach den in ihm gefundenen Pflanzen, wie z. B. Ullmannia frumentaria, Baiera digitata usw., gehört sein hangendster Abschnitt dem unteren Zechstein, der liegende Abschnitt noch dem Oberrotliegenden an. Als kontinentale Ablagerung zwischen marinen Schichten, dem Trogkofelkalk im Liegenden und dem Bellerophonkalk im Hangenden, läßt er sich ostwärts in die Gailtaler und Karnischen Alpen verfolgen, wo er im zuerst genannten Gebiet noch Zeugen eines Bozener Vulkanismus enthält (VAN BEMMELEN, 1957; KAHLER, 1959).

Die in den vorausgegangenen Ausführungen aufgeführten Profilabschnitte der verschiedenen Verrucani dürfen auf Grund ihrer nicht genauer abzugrenzenden stratigraphischen Stellung für einen Vergleich mit dem Rotliegenden stets nur mit der notwendigen Einschränkung benutzt werden. Sie haben aber das Merkmal gemeinsam, daß sich ihre bunt- bis vorwiegend rotgefärbten, kontinentalen Sedimente aus den Abtragungsprodukten der zuvor gebildeten variskischen Ketten und z. T. auch der zuvor entstandenen karbonischen wie permischen Ablagerungen einschließlich ihrer vulkanischen Produkte zusammensetzen. Ihre basalen, meist grobkörnigen Ausbildungen werden vielfach zum Hangenden feinkörniger. Bemerkenswert ist, daß diese Schichtserien noch hier und dort Anzeichen eines, wenn auch geringen, Vulkanismus aufweisen (Abb. 1 bis 3).

Er zeigt sich vor allem aber an jene Schichtfolgen gebunden, die z. T. im Liegenden der bisher beschriebenen Profile anstehen. Sie umfassen das untere Perm und gehen, sofern vorhanden, kontinuierlich in das jüngere Oberkarbon über, das seinerseits diskordant den älteren Schichten aufliegt. Sie sind für das gesteckte Ziel dieser Arbeit von besonderer Wichtigkeit (Abb. 1 bis 3).

Westlich von Genua, im Gebiet des sogenannten ligurischen Brianconnais, entwickelt sich nach BLOCH (1966) aus dunklen bis violetten Chlorit-Serizit-Schiefern stefanopermischen Alters durch zunehmende Einschaltung von Porphyroidschiefern wie nicht so stark umgewandelten Rhyolithen und ihren Tuffen eine Abfolge, die auf Grund dieser vulkanischen Einlagerungen und des diskordant überlagernden Verrucanos in das Eopermien, also in das ältere Perm, eingestuft wird. Im Bereich des nördlich hiervon gelegenen Dora-Maira-Massives stehen ebenfalls etwa gleichaltrige metamorphe, meist grau-grüne Gesteine (Konglomerate, konglomeratische Quarzite, Glimmerschiefer, gneissige Quarzporphyre) an (MICHARD & VIAHON, 1966, S. 126/127). Westwärts von hier trifft man auf das bekannte Eopermien nördlich von Briancon (Abb. 1). Zwischen dem Roche-Chateau und dem Col de la Baume Noire ist eine buntfarbige, aber auch dunkelgraue, Schicht-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

folge aus Konglomeraten mit meist gut gerundeten Komponenten, aus Sandsteinen und Schiefern aufgeschlossen, in die wiederholt Karbonatbänke eingeschaltet sind. Der grobe Detritus enthält sehr häufig vulkanische Bestandteile. Diese Schichten gehen kontinuierlich aus den stefanischen Konglomeraten im Liegenden hervor. Im Hangenden sind sie durch eine Verwerfung abgeschnitten, an der sich im Südwesten Néopermien anlegt. Hiervon abgesehen ist aber diese obere Grenze in diesem Gebiet, wie schon zuvor dargelegt (s. S. 13), durch die saalische Diskordanz gekennzeichnet. Mit ihr ist im Profil des Tales von Ponsonnière das Auftreten von Vulkaniten, meist als Dazit, verbunden.

In den Schweizer Alpen ist vor allem das Vorkommen des Glarner Verrucano zu nennen, das mit jenem in der westwärts gelegenen Urseren-Mulde im Norden des St.-Gotthardt-Massives viel Ähnlichkeit besitzt (Abb. 2). Sein unterer Profilabschnitt weist dem Unterrotliegenden-Autunien verwandte Züge auf (TRÜMPY, 1966, S. 218). Er setzt sich aus einer fanglomeratischen Randfazies = unterer Sernifit und einer sich mit ihr verzahnenden Beckenfazies zusammen. Letztere ist aus buntfarbigen Sandsteinen und mehr oder weniger sandigen Tonschiefern mit Einschaltungen von Karbonatbänken, Laven und Tuffen von Rhyolithen, Daziten und von Spiliten aufgebaut (TRÜMPY, 1966). Im Hangenden von dieser Schichtserie folgen ohne bisher eindeutig nachgewiesene Diskordanz die schon zuvor erwähnten in das Becken weit vorgreifenden oberen Sernifite und oberen Schiefer des jüngeren Perm (FISCH, RYFF, 1966). Dieses Vorkommen ist mit seiner NE-SW Erstreckung vermutlich ein Abschnitt einer größeren Furche gleicher Richtung, in der im Südwesten der Verrucano der Urseren-Mulde und jener im Bereich der Gr. St. Bernhard Decke liegen.

Eine gleiche erzgebirgische Richtung weist nach DE SITTER (1963) das permische Hauptbecken der Bergamasker Alpen auf. In ihm sind für unsere Betrachtung die Collio-Schichten wichtig (Abb. 1). Nach einem Basalkonglomerat stefano-permischen Alters, das möglicherweise dem Ponte Gardena-Konglomerat in den Dolomiten entspricht, bestehen sie aus einer grauen bis buntfarbigen Schichtserie. Sie stellt eine Wechselfolge aus Konglomeraten, Sandsteinen und z. T. schwarzgefärbten Schiefern dar, in die besonders an der Basis und im oberen Abschnitt saure Tuffe und Rhyolithe eingeschaltet sind (DE SITTER L. U. u. DE SITTER-KOOMANS, 1949). Die Schichtserie ist in ihrem unteren Teil fein-, im oberen Teil stärker grobkörnig. Ihr unterpermisches bis oberkarbonisches Alter wird durch Pflanzenfunde belegt (CASSINIS, 1963/64; 1966). Darüber folgen rote, z. T. konglomeratführende Sandsteine und Konglomerate. Den Abschluß des Profiles bilden im Liegenden einer Diskordanz unterhalb des schon zuvor erwähnten Verrucano Lombardo (s. S. 14) Kristalltuffe.

Abgesehen von dem gleichaltrigen Vulkanismus mit Porphyren, Porphyriten und Granophyren im Raum von Lugano, ist er in noch ausgeprägterer Form in dem östlich der Bergamasker Alpen gelegenen Gebiet zwischen Bozen und Trient vorhanden. Hier folgen nach PICHLER (1959) und VAN HILTEN (1960) über lokalen Basalkonglomeraten oder direkt über kristallinen Schiefern eine mächtige Serie aus rhyodazitischen, dazitischen und andesitischen Laven mit ihren Tuffen (Abb. 1). Darüber steht eine Folge besonders von Rhyolithdecken überwiegend

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

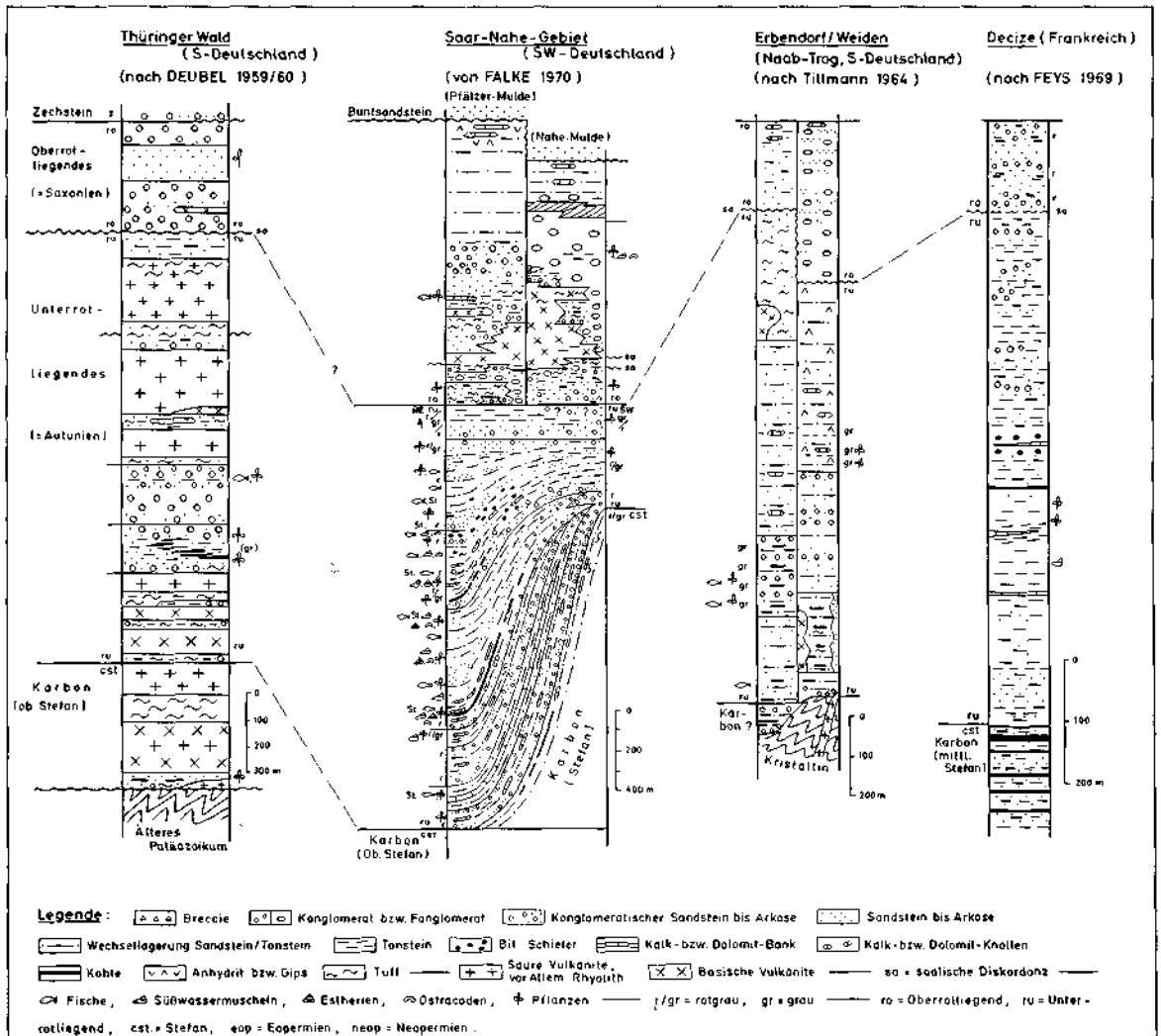

Abb. 2. Vergleich vereinfacht wiedergegebener Rotliegend-Profile Süddeutschlands mit dem Profil von Decize (Frankreich).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

von Ignimbritcharakter an. Am Top dieser Abfolge, aber noch inmitten von Tuffen, finden sich deutlich Pflanzen- und karbonathaltige Schiefer = Tregovio-Schichten, die als eine seitliche Vertretung der Collio-Schichten angesehen werden. Über der vulkanischen Serie folgt der schon erwähnte Grödener Sandstein (s. S. 16).

Unter den ausgewählten und bisher dargestellten Profilen scheinen für den angestrebten Vergleich zwischen dem Ablagerungstyp des Verrucano und des Rotliegenden jene besonders wichtig zu sein, die Merkmale eines Vulkanismus aufweisen, da er auch für das Rotliegende in Mitteleuropa sehr charakteristisch ist. Des weiteren sind gleichfalls jene Abfolgen hierfür geeignet, die sich kontinuierlich aus dem Stefan entwickeln und nach einer Diskordanz oder auch ohne sie im Hangenden in überwiegend rotgefärbte Schichten übergehen. Wichtig ist also die charakteristische Zweiteilung des Gesamtprofiles des Perms, d. h. in den grau- bis buntgefärbten vulkanischen unteren und den rotgefärbten oberen Abschnitt.

Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte sind unter allen genannten Vorkommen am besten für einen Vergleich mit dem Rotliegenden die entsprechenden Profilabschnitte des Perm nördlich von Briancon, im Kanton Glarus, der Bergamasker Alpen und im Gebiet von Bozen—Trient zu verwenden. Sie zeichnen sich in ihren unteren Profilabschnitten durch das besondere Hervortreten von vulkanischen Ablagerungen aus. Die bunt- bis graugefärbten Begleitsedimente bestehen aus Konglomeraten, die zuweilen gut gerundet sind, aus Sandsteinen bzw. Arkosen und Quarziten wie Schiefern. Dazu kommen hier und dort meist geringmächtige Kalk- bzw. Dolomitbänke. Fossilien sind allgemein seltener vorhanden, können aber auch, wie in den Collio-Schichten, sehr zahlreich, vor allem in Form von Pflanzenresten, auftreten. Diese Schichtfolge liegt entweder konkordant auf dem Stefan oder unter Einschaltung eines Basalkonglomerates diskordant auf älteren Schichten. Am Top kann sie, wie z. B. im Verrucano des Brianconnais, als Ausdruck saalischer Bewegungen ebenfalls eine Diskordanz aufweisen.

Die über ihr liegenden Schichten, die fast ausnahmslos rotgefärbt sind, beginnen meist mit sehr grobkörnigen Ablagerungen, z. T. von fanglomeratartigem Charakter. Sie enthalten zum Unterschied des an der Basis des Werfenien vorhandenen Konglomerates die verschiedensten Abtragungskomponenten aus dem zuvor entstandenen Perm, Karbon und älteren Gesteinen, welche das jedes Becken umgebende Relief aufbauen. Sie treten auch als Einschaltungen in den im Hangenden folgenden Sandsteinen bzw. Arkosen auf, die hier und dort von mehr oder weniger sandigen Schiefern überlagert werden. Somit werden die Sedimente zum Hangenden feinkörniger, was als Folge einer Abschwächung der Reliefenergie angesehen werden kann. Infolgedessen greifen sie auch bei gleichzeitiger Auffüllung der Becken über ihre Ränder hinaus auf ältere Schichten über.

3. Das Rotliegende

Steiniger (1840) erwähnt noch, wie Autoren vor und nach ihm im letzten Jahrhundert, neben dem Rotliegenden die Bezeichnung „rotes Todtliegendes". Sie ist dem Wortschatz der Mansfelder Bergleute entnommen, welche die roten Schichten im Liegenden des Kupferschiefers wegen ihrer Erzfreiheit tote Sand-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

steinbildung nannten. Auf Grund dieser stratigraphischen Stellung und der roten Farbe wurde gleichzeitig im bergmännisch-geologischen Sprachgebrauch der Name „Rotliegendes" eingeführt. Schon 1808 hatte OMALIUS D'HALLOY die roten Schichten von der heutigen Trias bis zum Steinkohlengebirge unter dem Namen „Formation du grès rouge" vereinigt, ihn später aber auf den Zechstein und das Rotliegende beschränkt, nachdem 1834 v. ALBERTI die Trias von der roten Sandsteinformation abgetrennt hatte. Für die beiden verbleibenden Einheiten schlug MARCOU, 1859, die zusammenfassende Bezeichnung „Dyas" vor, ein Vorschlag, der besonders von GEINITZ (1861) unterstützt wurde. Bei seiner Gliederung in das Unter- und Ober-Rotliegende wies GEINITZ schon darauf hin, daß die zuletzt genannte Stufe ein Äquivalent des unteren, vielleicht sogar des mittleren Zechsteines sei, „indem beide von dem unteren Rotliegenden unterlagert, und von dem oberen Zechsteine überlagert werden" (Vorwort 1861). Diese Ansicht vertrat er auch noch 1884, in dem er das Ober-Rotliegende als litorale Parallelbildung für die unteren Glieder der marinen Zechsteinformation im Liegenden des Plattendolomites und das Unter-Rotliegende als die an Vulkaniten reiche Schichtserie ansah. Von der zuletzt genannten Stufe wurde später noch das Mittel-Rotliegende abgetrennt, z. B. für das Saarbecken die Abfolge von den Lebacher bis zu den Söterner-Schichten oder im Thüringer Wald jene der Goldlauterer und Oberhöfer Schichten (BUBNOFF, 1941, S. 280). Diese Untergliederung des Rotliegenden in drei Stufen findet auch heute noch manchmal Verwendung. Vorherrschend ist aber eine Aufteilung in das Ober- und Unter-Rotliegende. Für die Grenzziehung zwischen beiden Schichtserien wird die saalische Diskordanz oder das Einsetzen von vorwiegend roten, grobkörnigen, z. T. fanglomeratartigen Sedimenten mit zahlreichen vulkanischen Komponenten als Ausdruck einer starken Reliefbelebung und Abtragungsttätigkeit benutzt. Die gesamte Abfolge ist dort eine stratigraphische Einheit des Perm, wo sie im Hangenden durch den marinen Zechstein, im Liegenden durch fossilbelegtes Oberkarbon begrenzt wird. Schon die exakte Festlegung dieser Grenze ist stellenweise schwierig. Noch unsicherer wird sie dort, wo kein mariner Zechstein vorliegt, und die Rotfolge von Buntsandstein überlagert wird und damit der Verdacht gegeben ist, daß sie im Sinne von GEINITZ eine terrestrische Vertretung des Zechsteines darstellt.

Diese Schwierigkeiten treten deutlich in den folgenden Ausführungen in Erscheinung, die zwecks Vergleich mit dem Verrucano einige bezeichnende Profile des Rotliegenden aus Mittel- und Westeuropa, vornehmlich aber aus der Bundesrepublik, beschreiben werden. Hierbei soll nur eine zusammenfassende Darstellung des jeweiligen Profiles unter Hervorhebung seiner Besonderheiten gegeben werden.

Hinsichtlich der Rotliegendvorkommen in Norddeutschland sei nur erwähnt, daß sie sich nach den bisherigen Befunden in eine untere vulkanische und nach einer kartographischen Diskordanz in eine obere rote, sedimentäre Abfolge, überlagert von marinem Zechstein, gliedern läßt. Dieses norddeutsche Rotliegende nimmt östlich des Harzes über den Flechtinger Höhenzug und die sogenannte Hettstedter Brücke Verbindung mit jenem der Mansfelder Mulde und des nordöstlichen Saaletroges bei Halle auf. Hier entwickelt es sich aus einem in der Randfazies grob-, in der Beckenfazies feinklastischen und kohleführenden Stefan. An der

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Grenze zum Unter-Rotliegenden, dem Autunien der französischen Geologen, treten schon Vulkanite auf. Die Stufe selbst setzt sich aus einer bunt- bis graugefärbten Folge von Konglomeraten und Sand-, Schluff- bis Tonsteinen zusammen, die zum Beckenrand wesentlich grobklastischer wird. Diese Abfolge wird im Gebiet von Halle durch eine Sonderausbildung vertreten, die zunächst Tuffe, Tuffite, kohleführende Schiefer, Kalksteine wie Pflanzen enthält, die diese Schichtserie als Autunien I ausweisen. Diese Schichten liegen entweder auf Stefan oder auf der Intrusion des unteren grobkörnigen Halleschen Porphyrs. Im Hangenden werden sie von dem feinkörnigen, jüngeren Halleschen Porphyr überlagert, an dessen Basis von einigen Autoren (v. HOYNINGEN-HUENE, 1960) die bekannte saalische Diskordanz gelegt wird. Sie wird jedoch neuerdings wie auch schon früher an den Top der Sennewitzer Schichten im Hangenden des jüngeren Porphyrs gestellt (KATZUNG, 1969), deren Arkosen, Tonsteine und Tuffite sich durch ihre Pflanzenführung noch als Autunien erweisen. Im Gebiet von Mansfeld und Wettin schließt das Unter-Rotliegende mit dem misch- bzw. rundkörnigen Sandstein, bestehend aus ausgezeichnet gerundeten Quarzkörnern, im Liegenden der saalischen Diskordanz ab. Über ihr stellt sich ein Konglomerat ein, dessen Gerölle namentlich aus Porphyren, Porphyriten, Tuffen bestehen, die von der im Osten bis Südosten damals vorhandenen Porphyrschwelle angeliefert wurden. Zum Hangenden geht dieses Ober-Rotliegende = Saxonien in rote Sand- und Schluffsteine (= „Sandsteinschiefer") über. Es wird vom Zechsteinkonglomerat und dem in seiner stratigraphischen Stellung noch umstrittenen Weißliegenden, vorwiegend subaquatischer Entstehung, überlagert.

Eine sehr bekannte und bezeichnende Schichtserie des Rotliegenden begegnet uns wieder in dem süd- bis südwestlich von hier gelegenen Thüringer Wald (Abb. 1). Über den grau- bis rotgefärbten, noch stefanischen Basissedimenten der Gehrener Schichten aus Sand- und Tonsteinen mit Konglomeratlagen und örtlichen Steinkohlen, wie z. B. dem Öhrenkammerflöz, liegt eine ebenfalls dem Stefan angehörende Schichtserie aus sauren bis intermediären Eruptivgesteinen mit ihren zugehörigen Tuffen und Tuffiten. Darüber liegt eine Serie von Porphyren und Melaphyren, denen Konglomerate, Sand-, Tonsteine wie Tuffe zwischengeschaltet sind. Ihre Pflanzenführung verweist sie schon in das Unter-Rotliegende. In ihrem Hangenden treten graue Sand- und Tonsteine mit mehreren Kohlenflözen auf, die bekannten Manebacher Schichten. Sie sind zuerst mehr grau-, zum Hangenden aber stärker rotgefärbt. Diese Rotfärbung stellt sich in der hangendsten Serie des Unter-Rotliegenden ein, die sich neben den zuvor genannten klastischen Sedimenten wiederum durch das Auftreten von vorwiegend sauren Vulkaniten (Rhyolithe) und ihren Tuffen auszeichnet. Über der im Hangenden folgenden saalischen Diskordanz wird das Ober-Rotliegende durch ein basales Konglomerat, das vor allem Porphyrgerölle enthält und in dem noch ein Melaphyrerguß und Tuffe auftreten, darüber hinaus durch Sandsteine und einem polygenen Porphyrkonglomerat vertreten, dessen Gerölle meist aus dem Kristallin des Ruhlaer Sattels und aus Porphyr bestehen und mäßig gut bis gut gerundet sind (DEUBEL, 1959/60). In seinem Hangenden folgen nach einer fraglichen Diskordanz transgressiv, soweit noch nicht abgetragen, das Zechsteinkonglomerat oder Kalke des Zechsteinriffes.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Die Vorkommen des Thüringer Waldes gehören dem NE-SW streichenden Oos-Trog an. Nordwestlich von ihm, jenseits der gleichverlaufenden ehemaligen Odenwald-Ruhlaer-Schwelle, erstreckt sich in gleicher Richtung der Saar-Trog. In seinem Südwesten, im Saar-Nahe-Gebiet, steht ein ca. 3500 m mächtiges Rotliegendes an (FALKE, 1969). Seine konkordante Grenze zum obersten Stefan wird an ein Konglomerat (Dirminger Konglomerat) gelegt, da sie in diesem Fall wie in vielen Becken mit Hilfe von Fossilien nicht genauer festgelegt werden kann, auch nicht bei Benutzung der für das Rotliegende wichtigen Leitpflanze *Callipteris conferta* BRONG., weil sie häufig sehr unregelmäßig vorkommt. Das im Hangenden anstehende Unter-Rotliegende baut sich aus einer grauen, z. T. roten, in Zyklen angeordneten Schichtfolge auf (Abb. 1, 2, 3). Sie beginnt jeweils mit einer roten konglomeratischen Arkose bzw. Sandstein und schließt über einer meist grauen Wechselschichtung aus Sand- und Tonsteinen mit den letzteren ab (FALKE, 1954). Diese feinkörnigen Ablagerungen können hier und dort noch Kalk- und Kohleflöze enthalten. Die Schichten nahe der Basis wie im mittleren Abschnitt des Profiles führen auch Tuffe. Jene am Top sind durch eine überwiegend rotgefärbte, konglomeratische Arkose gekennzeichnet.

Die Grenze zum Ober-Rotliegenden wird dort gezogen [1]), wo in Form von Tuffen die ersten Zeugen eines Grenzlagervulkanismus einsetzen. Er hat eine sehr differenzierte Wechselfolge aus vornehmlich intermediären bis basischen Ergüssen, meist sauren Tuffen und den verschiedenartigsten Zwischensedimenten hinterlassen. Sie spiegeln ein reichgegliedertes Relief wider. Es ist die Folge eines Vulkanismus und der mit ihm verbundenen saalischen Bewegungen, die sich in örtlichen Diskordanzen, meist in der Umrandung der an der Wende Unter-/Ober-Rotliegendes entstandenen Porphyrmassive, auswirkten. Gleichzeitig mit diesen Ereignissen begann die Ablagerung von Fanglomeraten, gemischt mit den Abtragungsprodukten aus den Vulkaniten. Diese sehr grobklastische Fazies wird beckenwärts feinkörniger wie auch zum Hangenden, wo sie von Sandsteinen in Wechsellagerung mit Tonsteinen und schließlich durch die Vorherrschaft der letztgenannten Sedimente abgelöst wird. Diese sandig-tonige Abfolge enthält nahe dem Top dieser Schichtserie wiederholt Einschaltungen von Karbonat in Form von Bänkchen, Knollen oder als Zement, meist als Dolomit bis dolomitischen Kalk. In der Bohrung Landstuhl wurden auch Gipseinschaltungen angetroffen. Diese Schichten, über denen diskordant ein mittlerer (?) Buntsandstein folgt, stellen wahrscheinlich schon eine terrestrische Vertretung des Zechsteins dar. Sie wie die tieferen Schichten des Rotliegenden einschließlich jener des Grenzlagervulkanismus greifen vor allem nach Süden, d. h. in den Pfälzer Wald auf älteres Paläozoikum und Kristallin über. Sie stellen dadurch eine Verbindung zu dem schon genannten Oos-Trog her, dessen Verbindung zu dem im Bereich des Böhmisch-Bayrischen Waldes gelegenen Naab-Troges noch unklar ist.

In der zuletzt genannten paläogeographischen Einheit beginnt das Unter-Rotliegende diskordant über dem Grundgebirge mit einem Konglomerat, überlagert von feldspatführenden, z. T. konglomeratischen Sandsteinen und pflanzen-

[1]) Neuerdings dort, wo die Wiederholung einer Lebacher Fazies in der Tholeyer-Gruppe, der jüngsten Schichteinheit des Unterrotliegenden ihren Abschluß findet.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.

führenden Schiefern mit Kohleflözen (Abb. 2). Die Flora weist einen permokarbonischen Charakter auf. Darüber liegen mit scharfer Grenze Konglomerate, gefolgt von einer Wechselfolge von grauen Sand- und Tonsteinen mit Pflanzenresten. Diese Abfolge wird überlagert von meist roten Sand- und Tonsteinen. Diese Schichten gehen in eine buntgefärbte Serie aus Konglomeraten, feldspat- und pflanzenführenden Sandsteinen wie dunkelgrauen, z. T. bitumenführenden, Schiefer über. Sie werden wiederum durch rote Konglomerate, Arkosen, Sand- und Tonsteine mit Kohleflözen und Kalkbänken abgelöst. Sie können vor allem aber im Hangenden Tuffe, Tuffite und auch saure bis intermediäre Vulkanite enthalten. Im Süden des Naab-Troges bei Weiden können die jüngsten, feinkörnigen Schichten des Unter-Rotliegenden auch Anhydritknollen führen (Abb. 2).

Diskordant über den bisher genannten Schichten steht das Ober-Rotliegende an. Es setzt sich vorwiegend aus roten Fanglomeraten, Arkosen und Tonsteinen zusammen und schließt im Liegenden des Buntsandsteines mit einem Karneol-Dolomit-Horizont ab. Er wird zusammen mit seinen Begleitschichten als eine terrestrische Vertretung des Zechsteines angesehen. Dieser Horizont ist in Süddeutschland, z. B. im Pfälzer Wald wie im Schwarzwald, aber auch in den Vogesen weit verbreitet. Desgleichen wurde er im Bereich des Tafeljura Troges, d. h. im Grenzbereich zur Schweiz nachgewiesen.

Aus dieser paläogeographischen Einheit, welche die Verbindung zwischen den Vorkommen im südlichen Schwarzwald und der Schweiz herstellt, ist für die vorliegende Untersuchungen noch das Profil der Bohrung Wintersingen (Schweiz) von Interesse (Schmassmann & Bayramgil, 1945). Das Unter-Rotliegende wird durch eine buntgefärbte Abfolge von Brekzien, Arkosen und Tonsteinen mit Kalkbänken vertreten, in der graue Arkosen und bitumenführende Schiefer mit Fassilführung bemerkenswert sind (Abb. 3). Darüber folgt wiederum eine bunte Schichtserie aus Arkosen und Tonsteinen mit Kalken, in derem Hangenden eine Wechselfolge aus Arkosen — Tonstein — Arkosen ansteht, welche mit jener am Südwestrand des Südschwarzwaldes, d. h. in der Schopfheimer Rotliegendbucht verglichen werden kann. Der Abschluß des Profiles wird auch hier wiederum durch einen Karneol-Dolomit-Horizont gebildet.

Von dem in Frankreich vorhandenen Rotliegenden müssen abschließend noch die Becken von Decize, Autun, Lodève und das Gebiet des Esterel erwähnt werden.

Die grauen bis schwarzen, nur am Top gelegentlich roten Schichten von Autun, dem locus typicus des Autunien = Unter-Rotliegenden, am Nordrand des Zentralmassives beginnen über mittlerem Stefan oder dem kristallinen Sockel mit einem Porphyrgerölle führenden Konglomerat (Abb. 3). Darüber folgen Sand- und Tonsteine, in die sich an der Basis der Abfolge noch Kohlenflöze, darüber hinaus wiederholt Karbonatausscheidungen, vor allem zahlreiche bituminöse Schiefer einschalten. Durch sie ist das Becken von Autun sehr bekannt geworden (Pruvost, 1947). Unter Berücksichtigung dieser Besonderheiten kann man die gesamte Schichtserie vom östlichen Rand nach Westen bis zur Mitte des Beckens in drei Fazien aufgliedern, 1. in eine sterile, konglomeratische, 2. in die kohleführende und 3. in die bitumenführende Fazies (Feys, 1969). Des weiteren sind diese Schichten durch ihre zahlreichen Faunen- und Pflanzenfunde berühmt,

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

darunter durch die für das untere Perm kennzeichnende Flora aus verschiedenen Arten von *Walchia* und *Callipteris*. Die für die stratigraphische Abtrennung des Rotliegenden vom Karbon international benutzte Leitpflanze *Callipteris conferta* stellt sich auch hier, wie z. B. im Saar-Nahe-Gebiet, erst einige Zehner von Metern über der durch ein Konglomerat markierten Grenze ein. In den zwischenliegenden Schichten ist noch eine von stefanischen Formen durchsetzte Mischflora vorhanden, was DOUBINGER (1965) auf Grund von paläophytologischen Untersuchungen in verschiedenen Becken Frankreichs veranlaßte, für diese Schichtfolge die Bezeichnung „autuno-stefanien" aufzustellen.

Westlich des Vorkommens von Autun liegt das Becken von Decize, dessen Abfolge durch einige Bohrungen auf der Suche nach Kohle festgestellt wurde (FEYS, 1969). Sie setzt sich über kohleführenden Schiefern und Arkosen des mittleren Stefan und nach einer tonig-sandigen Übergangszone aus einer vorwiegend grauen, manchmal auch rötlich gefärbten Abfolge von Konglomeraten, die bei der Auflagerung dieser Schichtserie auf dem kristallinen Sockel sich schon an der Basis einstellen können, und aus Arkosen wie Tonsteinen zusammen (Abb. 2). Wiederholt schalten sich gelblichgrüne, mehr oder weniger sandige Tonsteine, bituminöse, fischführende Schiefer und Dolomitbänke ein. Damit weist dieses Autunien einige gemeinschaftliche Züge mit den Schichten am locus typicus auf. Im Gegensatz zu den dortigen Verhältnissen wird es im Becken von Decize von vorwiegend roten Konglomeraten, Arkosen und Tonsteinen überlagert, die mit Vorbehalt dem Saxonien gleichgestellt werden, zumal an der Basis die Diskordanz einer saalischen Phase bemerkbar ist.

Unter den Vorkommen in Frankreich ist auch jenes von Lodève am Südrand des Zentral-Massives wegen seiner besonderen Zusammensetzung erwähnenswert, in die ausgezeichnete Aufschlüsse einen guten Einblick gewähren (Abb. 3). Der untere, graugefärbte Abschnitt des Autunien setzt über dem Grundgebirge nahe Lodève mit einer Brekzie ein. Darüber folgt eine Wechsellagerung aus Sandsteinen, meist schwarzen Schiefertonen und Dolomitbänken. Bei Lodève enthält sie Dachschiefer, die durch die Flora von Tuillères berühmt geworden sind (KRUSEMANN, 1968; FEYS, 1969). Diese Abfolge geht unter Zunahme einer Rotfärbung in den höheren Abschnitt über, der sich vorwiegend aus roten Sand- bis Schluffsteinen zusammensetzt. Sie weisen zahlreiche Lagen einer Knochenbrekzie und mit Lebensspuren auf. Die Grenze zum Saxonien = Ober-Rotliegenden ist keineswegs eindeutig (GARRIC, HERY & VETTER, 1964). Sie wird an ein intraformationelles Konglomerat gelegt. In seinem Hangenden stellt sich eine monotone Serie vorwiegend aus roten Tonsteinen ein, deren entfärbte, hell- bis grüngrauen Horizonte stärker sandig sind und häufig Trockenrisse auf den einzelnen Schichtflächen aufweisen. In dieser Schichtserie, die Züge einer lagunären Fazies zeigt, konnten durch DOUBINGER (1956) Pflanzenreste gefunden werden, die für ein Zechsteinalter dieser Schichten sprechen.

Ebenfalls von besonderem Interesse für die in vorliegender Arbeit gestellte Aufgabe sind die permischen Schichten im Massiv von Esterel. Sie beginnen diskordant über den kristallinen Schiefern des Grundgebirges mit tuffhaltigen Konglomeraten und zwischenliegenden Andesitdecken. Diese Abfolge ist in einem kleinen grabenartigen Einbruch erhalten geblieben. Darüber liegt diskordant,

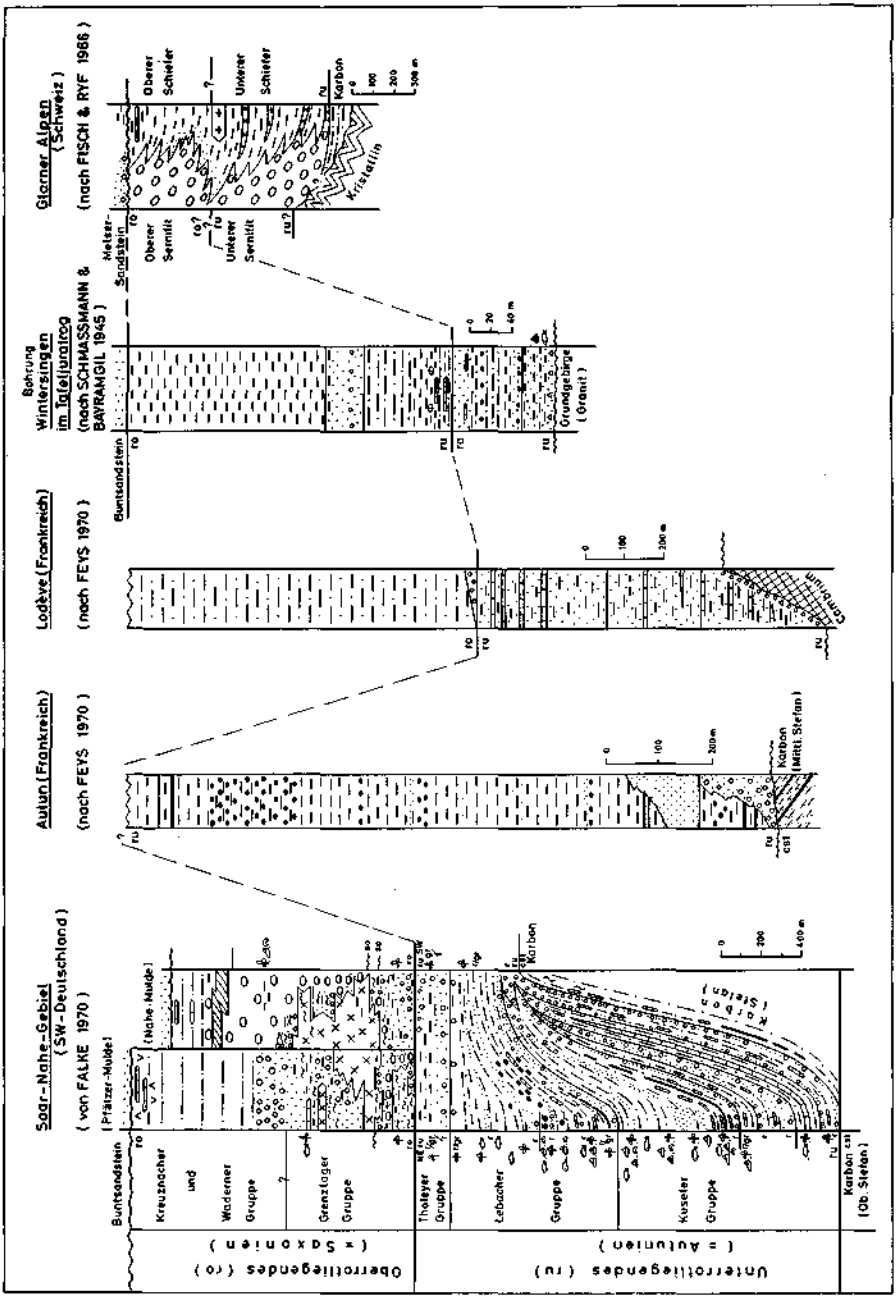

Abb. 3. Vergleich des vereinfacht wiedergegebenen Rotliegend-Profils des Saar-Nahe Gebietes mit den Profilen verschiedener Vorkommen in Frankreich und jenem des Glarner Verrucano.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

auch zum stellenweise vorhandenen Karbon, ein weiteres Konglomerat, mit dem nach BORDET (1966) der untere Abschnitt einer dreigeteilten Gliederung dieses Perms einsetzt. Er besteht aus roten Tonsteinen, gefolgt von rhyolithischen und doleritischen Decken mit bunten, tonig-sandigen Zwischenschichten. Mit einem roten, konglomeratischen Sandstein setzt der zweite Abschnitt ein, der sich im aufsteigenden Profil besonders durch mächtige Rhyolitdecken, z. T. von Ignimbritcharakter mit zwischenliegenden graugrünen, pflanzenführenden Sand- und roten Tonsteinen wie Tuffen auszeichnet. Der hangende Abschnitt zeigt in einem vorherrschenden rötlichen, konglomeratischen Sandstein zwei Doleritergüsse und am Top, unter dem diskordant aufliegenden Buntsandstein, eine lokal vorhandene Rhyolitdecke. VISSHER (1968) konnte nachweisen, daß die Flora und Mikroflora in den Tonsteinen dieser Hangendserie ein Zechsteinalter besitzt.

Rückblickend kann man feststellen, daß die Vorkommen des Rotliegenden in Mitteldeutschland, im Thüringer Wald, Saar-Nahe-Gebiet, von Autun, Lodève und vom Esterel für den Vergleich mit dem Verrucano sehr bezeichnend sind, denn sie weisen folgende Merkmale auf: In den meisten Fällen ist paläontologisch nach einem festgestellten mittleren bis höheren Stefan eine Übergangszone zum Perm vorhanden, so daß der Nachweis einer kontinuierlichen Ablagerung erbracht werden kann. Hiervon abgesehen kann das Unter-Rotliegende auch mit einer Schichtlücke oder Diskordanz, wie z. B. in Südfrankreich, auf dem Karbon und älteren Schichten liegen. Bemerkenswert ist die Beobachtung, daß es meistens über den Ablagerungsraum des Karbon hinausgreift. Die häufig mit einem Basalkonglomerat einsetzenden Schichten (Autunien oder Unter-Rotliegendes) sind bunt- (Saar-Nahe-Becken) oder in ihrem unteren Abschnitt fast nur grau- (Autun, Lodève) meistens in ihrem hangendsten Abschnitt auch schon durchgehend rotgefärbt. Die nicht roten Sedimente enthalten häufig Fossilien, namentlich Pflanzenreste, die lokal angehäuft zu einer Kohlebildung geführt haben. Außer diesen Flözen treten in der Wechsellagerung aus Konglomeraten, Arkosen, Sand- und Tonsteinen wiederholt auch Karbonatausscheidungen in Form von Kalk- wie Dolomitbänken bzw. -knollen und bituminösen Schiefern (Autun, Saar-Nahe-Gebiet) auf. Hinzu kommen die Ablagerungen eines Vulkanismus, die in einigen Becken, z. B. in der Umrandung des französischen Zentralmassives, fehlen können. Er ist mit tektonischen bzw. vulkanotektonischen Bewegungen verbunden, die lokal oder in größerer Ausdehnung zu Diskordanzen geführt haben, zu denen auch die saalische Phase gehört. An diese Diskordanz wird bisher die Grenze zwischen Unter- und Ober-Rotliegendem gelegt. Wo sie undeutlich ausgeprägt ist, nur lokal vorliegt (z. B. Saar-Nahe-Gebiet) oder sogar fehlt (z. B. im Becken von Lodève), ist die Grenzziehung mit Hilfe lithographischer Einheiten bzw. Horizonten zuweilen schwierig.

Die darüber folgenden Schichten des Ober-Rotliegenden und jene einer vermuteten Zechsteinvertretung sind fast durchgehend rotgefärbt. Sie beginnen meist mit grobkörnigen Ablagerungen. Sie können dort, wo kurz zuvor oder noch Vulkanismus herrschte bzw. erst einsetzte, wie z. B. im Saar-Nahe-Gebiet, stark mit vulkanischen Abtragungsprodukten durchsetzt sein. Zum Hangenden werden diese Sedimente feinkörniger, wobei jedoch am Top der Schichtfolge, z. B. im Thüringer Wald, nochmals eine Grobschüttung vorhanden sein kann. Gleich-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

zeitig greifen sie meist über die jeweiligen Beckenränder hinaus auf ältere Schichten über. Zuweilen sind sie schlecht sortiert, namentlich in den basalen Ablagerungen, ihre Komponenten schlecht gerundet, so daß sie häufig einen fanglomeratartigen Charakter besitzen. Diese Eigenschaften stehen im Gegensatz zu den gut sortierten Sedimenten mit besser gerundeten Komponenten des Unter-Rotliegenden, ausgenommen jene Fälle, wo letztere über einen kurzen Transportweg bei stärkeren Reliefunterschieden abgelagert wurden. Demgegenüber sind Reste von Fossilien im Ober-Rotliegenden sehr selten und meist oasenhaft (z. B. Saar-Nahe-Gebiet) vorhanden. In den hangenden Abschnitten der Profile treten auch hier und dort äolische Sedimente auf. Sie werden wie die Schichten mit Dolomit- und Dolomit-Carneol-Bänken wie -Knauern, seltener mit Anhydritausscheidungen (Bohrung Landstuhl im Saar-Nahe-Gebiet) schon als eine terrestrische Vertretung des Zechsteines angesehen, da sie unmittelbar vom Buntsandstein kon- oder diskordant überlagert werden.

4. Die Gegensätze und Übereinstimmungen beider Ablagerungstypen

Wie schon in der Einleitung zu dieser Arbeit betont und wie sich auch aus der vorausgegangenen Darstellung der wichtigsten Profile des Verrucano und Rotliegenden ergibt, ist ein Vergleich kleinerer Probilabschnitte zwischen ihnen mangels geeigneter Fossilien und lithographischer Horizonte nicht möglich. Jedoch lassen sich, wenn auch mit einem gewissen Vorbehalt, zumal in den jeweiligen Grenzregionen, zwei größere Abschnitte vergleichen und zwar jene vom Oberkarbon bis zur saalischen Phase und von der letzteren bis zum Einsetzen der eotriassischen Sedimente bzw. des Buntsandsteines. Sie weisen mehr Übereinstimmungen als Gegensätze auf, wie sich aus den nachfolgenden Ausführungen entnehmen läßt.

Übereinstimmend kann man für den Verrucano wie das Rotliegende feststellen, daß, sofern keine Diskordanz oder Schichtlücke zwischen Karbon und Perm vorliegt, zwischen beiden Formationen weder paläontologisch noch lithologisch eine scharfe Grenzziehung möglich ist. Der Abschnitt des Permprofiles bis zur sogenannten saalischen Diskordanz zeichnet sich durch das Auftreten von z. T. vorherrschenden, graugefärbten und hiebei auch fossilführenden Sedimenten aus, die eine, wenn auch in ihrer Größenanordnung sehr wechselnde, Kohle- und Karbonatführung aufweisen. Die Beschaffenheit der Komponenten wie die überwiegende Anzahl der Sedimenttexturen bezeugen, daß diese Sedimente meist über einen Flußtransport oder in Seen zum Absatz gekommen sind. Mithin haben zu dieser Zeit, zumindest zeitweise, noch Milieuverhältnisse bestanden, die jenen des jüngeren Karbons sehr ähnlich waren. Bemerkenswert ist die Beobachtung, daß schon am Top dieser Sedimentabfolge fast überall ihre Rotfärbung eine dominierende Stellung einnimmt. Hinzu kommen die Produkte eines Vulkanismus, die in den einzelnen Becken in unterschiedlichem Ausmaß auftreten, aber auch manchmal fehlen können. Sie scheinen in zwei Perioden bevorzugt aufzutreten, und zwar 1. an der Wende Stefan/Unter-Rotliegendes bzw. in dem liegenden Abschnitt der letztgenannten Stufe und 2. in ihrem hangendsten Partien. Diese letzte Periode wird, wenn auch nicht überall,

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

durch eine Diskordanz abgeschlossen, die man als saalische Phase bezeichnet. Sie äußert sich in einer Winkel-, zuweilen nur in einer kartographischen Diskordanz und manchmal in einer stärkeren Schüttung von groben Sedimenten als Ausdruck einer Reliefbelebung. Zeichen tektonischer Bewegung wie Anlage von neuen oder Wiederbelebung alter Störungen, Übergreifen von permischen Sedimenten auf das Grundgebirge und die Anlieferung von Konglomeraten können auch schon zuvor auftreten. Man spricht deshalb manchmal von subsaalischen und saalischen Bewegungen. Unter ihnen ist als jüngste die saalische Phase allein durch die zuvor genannten Merkmale nicht eindeutig belegbar.

Zu einer Beweisführung für das Einsetzen des Oberrotliegenden gehört auch die Beachtung der Beschaffenheit der Sedimente, die über dieser Diskordanz bis zum Einsetzen der Trias folgen, soweit kein mariner Zechstein vorhanden ist. Sie umfassen die hangenden Abschnitte des Unter- und das gesamte Oberperm, ohne daß weder im Gebiet des Verrucano noch des Rotliegenden eine Trennung zwischen beiden Stufen bisher möglich ist. Sie kann auch nicht mit Hilfe der Pflanzenfossilien durchgeführt werden, da Zechsteinvertreter außerordentlich selten sind. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß mit Hilfe der Flora bisher auch keine Unterscheidung zwischen Unter- und Oberrotliegendem getroffen werden kann. Es kann nur die Aussage gemacht werden, daß in der zuletzt genannten Stufe allgemein Fossilreste sehr selten sind und in gehäufter Zahl nur an einigen Stellen auftreten, die sich meistens zugleich durch die graugrüne bis grünliche Färbung der Sedimente auszeichnen und als ehemalige Oasen angesehen werden. Abgesehen von dieser Fossilarmut bzw. Fossilfreiheit der Schichten sind maßgebend für diesen Profilabschnitt des kontinentalen Perm und seines Vergleiches zwischen Rotliegendem und Verrucano die lithologischen Merkmale. Hiezu gehört die durchgehende Rotfärbung der Ablagerungen. Außerdem sind sie häufiger schlecht sortiert, ihre Komponenten schlecht gerundet bei zuweilen frischer Erhaltung. Typisch hiefür ist das Auftreten von Fanglomeraten oder Sedimenten verwandten Charakters, die einen schichtflutenartigen Transport und Absatz des Materials erkennen lassen. Kohleflöze fehlen. Karbonatausscheidungen können auftreten und sind vorwiegend von dolomitischer Beschaffenheit. Als Ausdruck einer Relieferniedrigung werden die Sedimente zum Hangenden feinkörniger, ohne daß aber in ihren jüngeren Ablagerungen Grobhorizonte fehlen, deren Komponenten jedoch anscheinend besser gerundet und sortiert sind als jene der vorausgehenden Konglomerate. Außerdem gibt es noch Zeugen eines Vulkanismus, der zu dieser Zeit in einzelnen Becken seinen Höhepunkt erlebt.

Gegenüber diesen Übereinstimmungen zwischen Verrucano und Rotliegendem ist die Anzahl der Gegensätze gering. Hiezu gehört in erster Linie das Vorkommen der Salinarfazies im Oberrotliegendem im Bereich der Nordsee und Norddeutschlands, die in den Alpen fehlt. Auch die Verbreitung und Anzahl der Karneol-Dolomit-Horizonte im jüngsten Perm, d. h. im Liegenden des Buntsandsteines, scheint, soweit dem Verfasser bekannt, in Süddeutschland größer zu sein als im Gebiet des alpinen Verrucano, wenn man hier von den Vorkommen in der Schweiz (Fisch & Ryf, 1966, S. 241) absieht. Nicht nur in diesen Schichten, sondern auch schon in den hangendsten Ablagerungen des Unterrotliegenden

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

treten innerhalb Süddeutschlands gelegentlich Anhydrit- und Gipsausscheidungen auf. Wenn man den Tafeljura-Trog außer acht läßt, scheinen sie im weiteren Bereich des Verrucano mit Ausnahme des Grödener Sandsteines zu fehlen, Nach der dem Verfasser bisher zugänglichen Literatur sind auch in den jüngeren Ablagerungen des Verrucano kaum äolisch beeinflußte Sedimente vorhanden im Gegensatz zu Süd- und Norddeutschland wie England, wo sie des öfteren beobachtet werden können. Des weiteren scheinen in den grau- bis buntgefärbten älteren Schichten des Verrucano Kohleflöze und bituminöse Schiefer seltener als im Unterrotliegenden von Süddeutschland und den Becken in der Randzone des französischen Zentralmassivs zu sein.

Inwieweit im Bereich der Alpen der Vulkanismus zu dieser Zeit länger als in Mitteleuropa aktiv war, ist eine noch nicht endgültig beantwortete Frage.

5. Schlußfolgerungen

Aus den Ausführungen im vorausgegangenen Kapitel ist zu entnehmen, daß die Übereinstimmung zwischen Verrucano und Rotliegendem weitaus größer als die Gegensätze sind. Bei allen Unterschieden in den Einzelheiten z. B. in der detaillierten Schichtabfolge in den jeweiligen Becken als Folge eines Unterschiedes in der petrographischen Zusammensetzung des jeweiligen Liefergebietes, des Reliefs und der Ablagerungsbedingungen müssen demnach für die gemeinsamen Merkmale übergeordnete Ursachen wirksam gewesen sein. Sie sind vor allem im Klima und in den tektonischen Bewegungen mit ihren Begleiterscheinungen zu suchen.

Soweit das Klima aus der Beschaffenheit der Sedimente und ihrem Fossilinhalt erschlossen werden kann, ist in dieser Hinsicht für den dargestellten unteren Abschnitt des Perms bis zur saalischen Diskordanz das gelegentliche oder wiederholte Auftreten von meist graugefärbten und mehr oder weniger fossilreichen Süßwasserablagerungen bezeichnend. Ihre Merkmale im einzelnen, vor allem die Kohlebildungen, sprechen für warme und zumindest zeitweilig feuchte Perioden. Demgegenüber weisen die jüngeren, d. h. über der obengenannten Diskordanz liegenden Sedimente des kontinentalen Perms Kennzeichen auf, die ebenfalls ein warmes Klima belegen, das aber offensichtlich durch längere Trockenzeiten mit episodischen, häufig starken Regenfällen ausgezeichnet war. Als Zeugen hiefür können benutzt werden die Fanglomerate, die schlechte Sortierung wie Rundung der Komponenten, die Dolomit-, die gelegentlichen Anhydrit- und Gipsausscheidungen wie schließlich auch die Fossilarmut bzw. Fossilfreiheit dieser Sedimente.

Die hier häufiger, dort weniger zu beobachtenden Abweichungen von diesen Grundzügen beruhen offensichtlich nicht auf der Entfernung der einzelnen Vorkommen innerhalb des Kontinentes von der nächstgelegenen Meeresküste, wie aus den nachstehenden Ausführungen zu entnehmen ist.

Hinsichtlich der Verteilung von Land und Meer zur Permzeit ergibt sich für das vorliegende Gebiet nach den bisher vorhandenen Unterlagen folgendes Bild. Durch die variskische Faltung war ein Kontinent entstanden, der zur Zeit des Unterperm den westlichen Mittelmeerraum, West-, Mittel- und Nord-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

europa wie die Westhälfte von Osteuropa umfaßte. Das Meer stand zu Beginn des Perm im Nordatlantik zwischen Grönland und Norwegen. Von hier hatte es eine Verbindung zur Uralsenke bis in das südliche Rußland. Das mediterrane Meer umfaßte in seiner Ost-West-Erstreckung auch noch die östliche Hälfte des Mittelmeerraumes etwa bis zur Höhe der Donau und westwärts bis zum Südostrand der Alpen. Von hier entsandte es unter Aussparung des größten Teiles von Italien und des Tyrrhenischen Meeres einen schmalen Ausläufer nach Nordwesten. Innerhalb des von diesen Meeren umgebenen Kontinentes weisen die Schichten des zuvor genauer definierten, unteren Abschnittes des Perms in jenen Vorkommen, die innerhalb des behandelten Gebietes am weitesten kontinentalwärts liegen wie z. B. im Becken von Autun, im Saar-Nahe-Gebiet oder im Harz, keine wesentlichen Unterschiede zu jenen auf, die z. B. der südlichen Küste wesentlich benachbarter lagen z. B. die zeitgleichen Ablagerungen im Becken der Bergamasker Alpen. Für das jüngere Perm trat jedoch eine bemerkenswerte Veränderung dieser Verhältnisse ein, als von Norden her das Zechsteinmeer einbrach und bis zum Nordrand des böhmisch-vindelizischen Festlandes und aus dem östlichen Mittelmeerraum westwärts das Bellerophonmeer in den Bereich der südlichen Alpen vordrangen. Hiedurch wurde in Mitteleuropa der Kontinent gegenüber seiner früheren Ausdehnung erheblich verkürzt. Es besteht daher die Möglichkeit, daß durch die sehr benachbarte Lage zur Küste z. B. in Süddeutschland, bei gleichzeitiger Relieferniedrigung, die Bildung der hier auftretenden Dolomitausscheidungen usw. begünstigt wurde.

Für die bestehenden Unterschiede innerhalb der Schichtabfolgen zwischen den einzelnen Becken spielt aber nach Auffassung des Verfassers das Relief eine weitaus entscheidendere Rolle. Seine Existenz und sein Wechsel in den Höhenverhältnissen wird durch die Beschaffenheit wie Ausdehnungen der Sedimente dargestellt. Leider lassen sich trotz einiger Versuche keine genaueren, relative wie absolute Höhenangaben ermitteln. Im untersten Perm wie an der Wende Unter/Ober-Rotliegendes dürften die Höhenunterschiede stellenweise jedoch so groß gewesen sein, daß das Relief hier und dort als Regenfänger usw. dienen konnte und somit die in seinem Regenschatten liegenden Becken trockenere Verhältnisse aufwiesen al jene, die in seinem Vorland lagen. Es ist bemerkenswert, daß trotz dieser Reliefverstärkungen zu den oben erwähnten Zeiten sich dennoch das jeweils vorherrschende Klima durchzusetzen vermochte, wie die Beschaffenheit usw. der am meisten verbreiteten Sedimente beweist. Infolgedessen kommt in manchen Becken gegen Ende des mittleren Unterrotliegenden z. B. der Lebacher Zeit im Saar-Nahe-Distrikt, allgemein gegen Ende des mittleren oberen Perm das Klima voll zur Auswirkung, als die Reliefunterschiede durch Beckenauffüllung wie durch Abtragung der Liefergebiete schon weitgehend ausgeglichen waren. Somit müssen bei den Versuchen einer Gleichstellung von Profilen aus verschiedenen Becken die Wechselwirkungen zwischen Relief und Klima, soweit es überhaupt möglich ist, berücksichtigt werden, was auch bei der zuvor geschilderten Korrelation der einzelnen Profilabschnitte aus dem Verrucano wie dem Rotliegenden geschehen ist.

Das Relief wird nun andererseits auch weitestgehend durch die tektonischen Bewegungen bestimmt. Sie spielten sich bevorzugt im Verlauf des Unterrotliegen-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

den und am Ende dieser Zeit in Mitteleuropa und im Eopermien im Gebiet des Verrucano ab, wobei sie hier und dort mit einem stärkeren Vulkanismus verbunden waren. Sie werden durch Winkel- wie kartographischen Diskordanzen, Anlage von Störungen usw. belegt. Ihr Höhepunkt in Verbindung mit der saalischen Phase wird zur Grenzziehung zwischen Unter- und Oberrotliegendem benutzt, wobei man sich mangels geeigneterer Bezugshorizonte bewußt bleiben muß, daß die zeitliche Übereinstimmung dieser Bewegungen in den einzelnen Becken nicht überall eindeutig gewährleistet ist.

Die gemeinsame Berücksichtigung dieser tektonischen Ereignisse, des durch sie entstandenen Reliefs und die Widerspiegelung der Wechselwirkung zwischen ihm und dem jeweils herrschenden Klima in den abgelagerten Sedimenten geben jedoch Möglichkeiten, größere Zeiteinheiten im Perm vergleichend über größere Räume hinweg in den einzelnen Profilen auszuscheiden, wie der zuvor unternommene Versuch bei allen erforderlichen Vorbehalten gezeigt hat.

Literatur

Van Bemmelen, R. W. (1957): Beitrag zur Geologie der westlichen Gailtaler Alpen (Kärnten, Österreich) 1. Teil. — Jb. Geol. B.-A. Wien, *100*, 2. H., S. 179—212, Wien 1957.

Bloch, I. P. (1966): Le Permien du Domaine Brianconnais Ligure. Essai de Chronologie des formations antétriassiques. — Atti del Symposium sul Verrucano, S. 99—115, Pisa 1966.

Bordet, P. (1951): Étude géologique et pétrographique de l'Estérel. — Mém. Carte géologique France, S. 1—207, Paris 1951.

Bordet, P. (1966): L'Estérel et le Massif de Tanneron. — Géol. Rég. France, *X*, Paris 1966.

v. Bubnoff, S. (1941): Einführung in die Erdgeschichte. I. Teil. — Berlin 1941.

Cassinis, G. (1963/64): Il problema e le caratteristiche del limite Carbonifero-Permiano in Val Trompia (Lombardia orientale). — Atti Ist. Geol. Uni. Pavia, *14*, S. 69—73, Pavia 1963/64.

Cassinis, G. (1965/66): Rassegna delle Formazioni Permiani dell Alta Val Trompia (Brescia). — Atti Ist. Uni. Pavia, *XVII*, S. 50—66, Pavia 1965/66.

Cassinis, G. (1966): La Formazione di Collis nell area tipico dell Alta Val Trompia (Permiano inferiore Bresciano). — Riv. Ital. Paleont., *72*, S. 507—588, Milano 1966.

Deubel, Fr. (1959/60): Das Untere Perm in Thüringen und angrenzenden Gebieten. — Wiss. Ztschrft. Friedrich Schiller. Uni. Jea, *9*, H. 5, Math. Natur. Kl., Jena 1959/60.

Doubinger, J. (1956): Contribution a l'étude des flores autunostephaniennes. — Soc. geol. Fr., N. S., *XXXV*, mém. Nr. 75, Paris 1956.

Doubinger, J. (1963): Notes palynologiques sur le Permien de Lodève (Herault). — C. R. somm. Soc. géol. France, *6*, S. 201—203, Paris 1963.

Fabre, J. & Feys, R. (1966): Les series bariolées du Massif de Rochachille, leurs rapportes avec le „Verrucano" de Briancon et les „Permiéns" de Maurienne et de Tarentaise. — Atti del Symposium sul verrucano, S. 143—169, Pisa 1966.

Falke, H. (1954): Leithorizonte, Leitfolgen und Leitgruppen im pfälzischen Unterrotliegenden. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., *99*, S. 298—360, Stuttgart 1954.

Falke, H. (1969): Zur Paläogeographie der Randgebiete des nördlichen Oberrheingrabens zur Zeit des Rotliegenden. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., *97*, S. 130—151, Wiesbaden 1969.

Feys, R. & Greber, Ch. (1969): L'Autunien et le Saxonien en France. — Im Druck.

Fisch, W., & Ryf, W. (1966): Der Verrucano in den Glarner Alpen. — Atti del Symposium sul Verrucano, S. 233—244, Pisa 1966.

Garric, J., Hery, B., & Vetter, P. (1964): Bassin de Decazeville. Bassin de Lodève. — 5 è. Congr. intern. Strat. géol. Carbonif. Voyage d'étude, Nr. 4, S. 63—91, Paris 1963.

Geinitz, H. B. (1861): Dyas oder die Zechsteinformation und das Rothliegende. — Leipzig 1861.

Geinitz, H. B. (1884): Die Grenzen der Zechsteinformation und der Dyas überhaupt. — Z. detsch. geol. Ges., *36*, S. 674—676, Berlin 1884.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Hess, W. (1953): Beiträge zur Geologie der südöstlichen Engadiner Dolomiten zwischen dem oberen Münstertal und der Valle di Fraéle (Graubünden). — Eclg. geol. Hel., *46*, S. 39—142, Zürich 1953.

Van Hilten, D. (1960): Geology and Permiam Paleomagnetism of the Val-Di-Non- Area w. Dolomites Italy. — Geologica Ultr. Mededl. von tet Min.-Geol. Inst. Rijksuni. Utrecht, Nr. 5, Utrecht 1960.

v. Hoyningen-Huene, E. (1960 a): Das Permokarbon im östlichen Harzvorland. — Freiberg. Forsch. H., C *93*, Geol. S. 1—116, Berlin 1960.

v. Hoyningen-Huene, E. (1960 b): Jungpaläozoische Krustenbewegungen im Harzvorland. — Geol. Jg. *9*, S. 759—*767*, Berlin 1960.

Kahler, F. (1959): Sedimentation und Vulkanismus im Perm Kärntens und seiner Nachbarräume. — Geol. Rdsch., *48*, S. 141—147, Stuttgart 1959.

Katzung, G. (1968): „Perm" im „Grundriß der Geologie der Deutschen Demokratischen Republik". — Berlin 1968.

Krusemann, G. P. (1962): Étude paleomagnetique et sédimentologique du Bassin permien de Lodève (Herault-France). Thèse Uni. Utrecht 1962.

Michard, A., & Vialon, P. (1966): Permo-Trias s. l. et Permo-Carbonifère métamorphisés des Alpes Cottiennes internes: les Facies „Verrucano" et le séries volcano-détritiques du Massif Dora-Maira. — Atti del Symposium sul Verrucano, S. 116—135, Pisa 1966.

Pichler, H. (1959): Neue Ergebnisse zur Gliederung der Unterpermischen Eruptivfolge der Bozener Porphyr-Platte. — Geol. Rdsch., *48*, S. 112—131, Stuttgart 1959.

Pruvost, P. (1947): Art des Mines et Géologie: Bilan d'une collaboration. — C. R. Congrès. Centenaire de l'Association des Ing. de Liège, Liège 1947.

Schmassmann, Hj., & Bayramgil, O. (1945): Stratigraphie, Petrographie und Paläogeographie der Perm-Formation im Schweizerischen Tafeljura und die Steinkohlenfrage der Nordschweiz. — Tätigkeitsber. Naturforsch. Ges. Baselland, *15*, S. 1—114, Liestal 1945.

De Sitter, L. U. (1963): La structures des Alpes Lombardes. Livre à la Mém. de P. Fallot. T. *II*, Soc. Géol. France, Paris 1963.

De Sitter, L. U., & De Sitter-Koomans, C. M. (1949): The geology of the Bergamasc Alps, Lombardia, Italy. — Leid. geol. Med., De. XIV, S. 1—257, Leiden 1949.

Steininger, S. (1840): Geognostische Beschreibung des Landes zwischen der unteren Saar und dem oberen Rhein. — Verlag Lug'sche Buchhandlung, Trier 1840.

Tillmann, H. (1964): Das Perm und die Permotrias in Nordostbayern. — Erl. z. geol. Karte von Uayern 1 : 500.000, S. 29—38, München 1964.

Trümpy, R. (1966): Considérations générales sur le „Verrucano" des Alpes Suisses. — Atti del Symposium sul Verrucano, S. 212—232, Pisa 1966.

Visscher, H. (1968): On the Thuringian age of the upper palaeozoic sedimentary and volcanic deposits of the Esterel (Southern France). — Reviews of Palaeobotany and Palynology, *6*, S. 71—83, Amsterdam 1968.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1972

Band/Volume: 1972

Autor(en)/Author(s): Falke H.

Artikel/Article: Vergleich zwischen den Ablagerungen des Verrucano in den Westalpen und des Rotliegenden in Süddeutschland und Frankreich 11-32