Zeitschrift: Tätigkeitsbericht der Naturforschenden Gesellschaft Baselland

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Baselland

Band: 15 (1945)

Artikel: Stratigraphie, Petrographie und Paläogeographie der Perm-Formation im schweizerischen Tafeljura und die Steinkohlenfrage der Nordschweiz mit besonderer Berücksichtigung der Bohrung Wintersingen (Basel-Landschaft)

Autor: Schmassmann, Hansjörg / Bayramgil, Orhan

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-676479

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 21.08.2025

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

II. Wissenschaftliche Arbeiten

Stratigraphie, Petrographie und Paläogeographie der Perm-Formation im schweizerischen Tafeljura und die Steinkohlenfrage der Nordschweiz

mit besonderer
Berücksichtigung der Bohrung Wintersingen (Basel-Landschaft)

von

HANSJÖRG SCHMASSMANN und **ORHAN BAYRAMGIL**

Inhaltsverzeichnis

Seite

Zum Geleit, von Regierungsrat Dr. H. GSCHWIND 15

Vorwort von Dr. W. SCHMASSMANN 16

I. Die Steinkohlenfrage der Nordschweiz vor der Bohrung Wintersingen . . 17

A. Die Steinkohlenfrage der Nordschweiz vor der Bohrung Weiherfeld bei Rheinfelden 1875 18

B. Die Steinkohlenfrage der Nordschweiz in der Zeit zwischen der Bohrung Weiherfeld 1875 und der Bohrung Buix 1919 21

C. Die Steinkohlenfrage der Nordschweiz in der Zeit zwischen der Bohrung Buix 1919 und der Bohrung Wintersingen 1939 24

II. Die Bohrung Wintersingen 1939 26

A. Die Ausführung der Bohrung 26

B. Geographische Lage der Bohrstelle und allgemeine geologische Verhältnisse 27

C. Die Schichtfolge im Bohrloch (Detaillierte Stratigraphie) 28

D. Petrographie des Grundgebirges 34

1. Unverwitterter Granit 34
2. Verwitterter Granit 40

Seite

E. Petrographie des Rotliegenden 40

1. Die bituminösen Gesteine 40
a) Vorkommen von Bitumen im Rotliegenden von Wintersingen . 40
b) Nomenklatorische Fragen 40
c) Die Untersuchungsmethoden für die bituminösen Tone und Mergel 41
d) Der Chemismus der bituminösen Tone und Mergel 41
e) Genetische Fragen 43
f) Klimatische Fragen 45
g) Praktische Fragen 47

2. Die Kalke und die Gesteine der Kalk-Ton-Reihe 48
a) Methodisches 48
b) Die Kalk-Ton-Mischreihe 49
c) Die Kalke 49
d) Die ariden Oberflächenkalke 50

3. Über den Eisen- und Vanadium-Gehalt 51
a) Methodisches 51
b) Über den Eisengehalt 52
c) Die Färbung der Sedimente 52

4. Die klastischen Sedimente 54
a) Der Mineralbestand 54
α. Detritische Mineralien 54
β. Neubildungen 55
b) Die Gesteine 57

F. Die Fossilführung 63

III. Die Stratigraphie des Rotliegenden des südlichen Schwarzwaldrandes im Vergleich mit den übrigen Rotliegendgebieten 63

A. Das Unter-Rotliegende (Autunien) 63
1. Obergrenze des Unterrotliegenden 63
2. Fazies und Klima des Unterrotliegenden 64
3. Klimatische Gliederung des Wintersinger Unterrotliegenden . . . 64
4. Vergleich mit der in der Rheinpfalz durchgeführten klimatischen Gliederung des Unterrotliegenden 66
5. Vergleich mit den übrigen Unterrotliegendgebieten Mitteleuropas . 68

B. Das Oberrotliegende (Saxonien + ? Thuringien) und der untere Buntsandstein 70
1. Die Untergrenze des Oberrotliegenden 70
2. Die Perm-Trias-Grenze 71
3. Die Schichtenfolge des Oberrotliegenden im Dinkelberg und Tafeljura 74
a) Schwarzwaldrand zwischen Kandern und Wiesental 74
b) Die Bohrung Weiherfeld bei Rheinfelden 75
c) Die Bohrung Wintersingen 77
d) Die Bohrungen Mumpf und Schweizer Wallbach 79
e) Die Bohrungen Zuzgen 1 und 2 79
f) Das Gebiet zwischen badisch Wallbach und Brennet 81
g) Die Gegend von Säckingen und Laufenburg 81
h) Das Gebiet östlich von Laufenburg 82

Seite

C. Die paläogeographische Entwicklung des Oberrheingebietes während des jüngeren Paläozoikums und während der unteren Trias 82

1. Die jungpaläozoische Mulde im schweizerischen Tafeljura und der oberpermische Wehrtalbruch 82
2. Paläogeographie des Gebietes zwischen dem französischen Zentralplateau und dem Schwarzwald während des Oberkarbons, Autuniens und Saxoniens 92
3. Die Zechsteinfrage im schweizerischen Tafeljura, im Dinkelberggebiet und im Oberrheingraben 94
   a) Stratigraphischer Vergleich 94
   b) Form und Lage des oberpermischen Sedimentationsraumes . . 97
   c) Die Entwicklung des jungpaläozoischen und mesozoischen Sedimentationsraumes der Nordschweiz im Rahmen der Epirogenese Westeuropas 100
   d) Zusammenhänge zwischen jungpermischer und tertiärer Tektonik 101
   e) Die Phasen der permischen Tektonik 101

IV. Die Steinkohlenfrage der Nordschweiz nach den Bohrungen Wintersingen und Zuzgen 105

A. Bisherige Äusserungen 105

B. Lokalisierung der Möglichkeiten des Vorkommens von Steinkohle . . 107

C. Die Lage zukünftiger Bohrstellen 109

V. Zusammenfassung 112

VI. Literaturverzeichnis 114

Zum Geleit

Es wird als eine feststehende Tatsache angenommen, dass unser Land zwar reich an steinigen Gebirgen, aber arm an mineralischen Rohstoffen sei, auf die die moderne Industrie aufbaut. Viele Hoffnungen und Pläne sind in kostspieligen Grabungen und Bohrungen nach reichen Bodenschätzen in unserem Land zerschlagen worden. Es war daher mehr als ein Wagemut, wenn vor dem Ausbruch des zweiten Weltkrieges, aber im Hinblick auf die eventuellen Rohstoffschwierigkeiten, die ein neuer Kriegsausbruch für unser Land mit sich bringen würde, in Wintersingen, trotz der Warnung der Wissenschaft, eine Bohrung auf Kohle angesetzt wurde. Der Kanton Baselland hatte dem Initianten, Ing. E. Gutzwiller, die Konzession erteilt. Staat und Kantonalbank beteiligten sich finanziell an den Kosten der Bohrung.

Wenn auch der praktische Erfolg ein negativer war, so hat das Bohrungsunternehmen Wintersingen erneut bewiesen, dass öfters Probieren über Studieren geht. Es sind geologische Formationen angebohrt worden, die man auf Grund der wissenschaftlichen Untersuchungen der früheren Bohrung bei Rheinfelden nicht erwarten konnte. Die Erfahrung der modernen Technik lehrt aber auch, dass die Praxis und die Wissenschaft eng miteinander arbeiten müssen, wenn die Entwicklung nicht in falsche Bahnen geleitet werden soll. Die Praxis hat ihre Erfahrungen immer wieder durch die Wissenschaft untersuchen und überprüfen lassen. So ist es denn erfreulich, dass der Bohrkern von Wintersingen durch eine Arbeitsgemeinschaft von Wissenschaftlern eingehend untersucht und das Forschungsresultat der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.

Liestal, den 18. Juni 1946.

Dr. H. Gschwind,
Vorsteher der Direktion des Innern.

Vorwort

Im Jahre 1939 hat Herr Ing. E. GUTZWILLER, Basel, auf Grund der ihm vom Staat Basel-Landschaft erteilten „Konzession zur Aufsuchung und Gewinnung von Kali, Kohlen und Erdöl und aller ihrer Nebenprodukte mit Ausnahme von Steinsalz in fester oder aufgelöster Form im oberen Kantonsteil" in Wintersingen eine Tiefbohrung durchgeführt.

Eine vorläufige Auswertung der Ergebnisse der Bohrung erfolgte im Auftrage des Konzessionärs durch den Geologen Dr. A. ERNI nach Abschluss der Bohrung, wobei die gemachten Fossilfunde eine wissenschaftliche Bearbeitung erfuhren, deren Ergebnisse in der Eclogae geologicae helvetiae Vol. 33, 1940, publiziert wurden. Mit Ausnahme dieser Fossilfunde wurde der gemäss § 8 des Konzessionsvertrages in den Besitz des Kantonsmuseums Baselland gelangte Bohrkern keiner weiteren wissenschaftlichen Untersuchung unterzogen. Unter Hinweis darauf, dass die Belegstücke der in der Bohrung Wintersingen neuentdeckten Unter-Rotliegend-Serie von hohem wissenschaftlichem Wert seien, eine Publikation der Befunde der Bohrung in der technischen und wissenschaftlichen Fachwelt auf grosses Interesse stossen dürfte und dass der Bohrkern durch eine wissenschaftliche Untersuchung als Sammlungsobjekt gewinnen würde, ersuchte der Unterzeichnete am 26. April 1944 den Regierungsrat des Kantons Baselland, eine Bearbeitung des Bohrkerns der Bohrung Wintersingen 1939 durchführen zu lassen. Der Regierungsrat, welcher für dieses auch für Abklärung der Fundaussichten von produktiver Steinkohlenformation im Kanton Baselland wichtige Vorhaben Interesse zeigte, stimmte dem Vorschlage zu und ermöglichte durch einen finanziellen Beitrag die Durchführung einer eingehenden wissenschaftlichen Untersuchung und die Drucklegung ihrer Ergebnisse. In der Folge wurde Herr Dr. HANSJÖRG SCHMASSMANN beauftragt, die Bearbeitung des Bohrkerns von Wintersingen an die Hand zu nehmen. Es wurde dabei der Wunsch ausgesprochen, dass die auszuführenden Arbeiten hauptsächlich folgende drei Fragen zur Abklärung bringen möchten:

1. Stratigraphie des Rotliegenden in Wintersingen.
2. Gehalt der bituminösen Gesteine an brennbaren und flüchtigen Bestandteilen.
3. Fundaussichten von weiteren im Kantonsgebiet auszuführenden Tiefbohrungen auf Steinkohle.

Die Prüfung des zu untersuchenden Bohrkerns durch den beauftragten Geologen ergab, dass eine petrographische und chemische Untersuchung der ganzen Schichtenfolge wesentliche Grundlagen für die stratigraphische Forschung liefern würde. Diese Aufgabe wurde von Herrn Dr. ORHAN BAYRAMGIL übernommen.

In bezug auf die erste Frage führten die Untersuchungen der beiden Verfasser der nun vorliegenden monographischen Bearbeitung der Bohrung Wintersingen zu einer eingehenden Gliederung der ganzen Rotliegend-Serie des Tafel-Juras und des Dinkelberg-Gebietes.

Die bei der Bohrung Wintersingen angetroffenen bituminösen Schiefer enthalten auf Grund der von Herrn Dr. BAYRAMGIL durchgeführten Analysen keine mineralischen Rohstoffe in bedeutenden Mengen.

Die durch die stratigraphischen Forschungen gestützten Überlegungen betreffend die Fundaussichten von weiteren im Kantonsgebiet auszuführenden Tiefbohrungen zeigten, dass die Ausführung weiterer Bohrungen auch vom praktischen Standpunkt aus als gerechtfertigt erscheint.

KANTONSMUSEUM BASELLAND

Der Konservator:

Dr. W. SCHMASSMANN

I. Die Steinkohlenfrage der Nordschweiz vor der Bohrung Wintersingen.

Als wichtigste Vorkommen mineralischer Brennstoffe der Schweiz sind seit altersher die Kohlenflöze des Wallis bekannt. Sie gehören dem oberen Teil der Karbonformation an, welcher auf der ganzen Welt die reichsten Kohlenlager birgt. Die Abbaubedingungen sind im Wallis sehr ungünstig, da die Flöze oft stark gefaltet und zerquetscht sind. Die Kohle ist dazu noch sehr aschenreich und brennt infolgedessen für sich allein schlecht.

Die Frage, ob die in den Alpen nachgewiesene Karbonformation auch in der Tiefe unter dem Mittelland oder unter dem Jura vorkomme, ist seit dem letzten Jahrhundert immer wieder gestellt worden. Im Mittelland müssten jedoch allfällige karbonische Kohlenvorkommen in 1500 bis mehrere Tausend Meter Tiefe liegen und würden deshalb beim gegenwärtigen Stand der Bergbautechnik kein praktisches Interesse bieten. Heute wird Kohle lediglich bis etwa 1200 m Tiefe abgebaut. In grösseren Tiefen ist wegen der hohen Temperaturen nur mit kostspieligen Einrichtungen ein Arbeiten möglich und die Rentabilität wäre deshalb bei sehr reichen Vorkommen in Frage gestellt. Diese Überlegungen wurden schon bei den ersten Versuchen, in der Schweiz karbonische Steinkohlen zu finden, gemacht, und sie sind bis auf den heutigen Tag zu berücksichtigen.

Das einzige Gebiet, in dem erwartet werden konnte und z. T. heute noch erwartet werden kann, die Karbonformation in einer Tiefe von maximal 1200 m zu erreichen, ist die Nordwestschweiz.

Hier ist am Südrande des Schwarzwaldes von den oberflächlichen Aufschlüssen bekannt, dass über dem Grundgebirge die der Perm-Formation angehörenden Rotliegend-Ablagerungen folgen, welche ihrerseits vom untersten Glied der Trias, dem Buntsandstein, überlagert werden. Das Oberkarbon, welches dort, wo wir die Schichtenfolge voll entwickelt haben, das Liegende des Rotliegenden bildet, fehlt an allen oberflächlichen Aufschlüssen vollständig. Indessen ist die Möglichkeit vorhanden, dass sich an einzelnen Stellen des den Sedimentmantel des Schwarzwaldes bildenden Tafeljuras in der Tiefe die produktive Steinkohlenformation vorfindet.

Am südlichen Vogesenrand ist das kohlenführende Oberkarbon im Liegenden des Perms tatsächlich vorhanden. Es bildet das Kohlenbecken von Ronchamp (s. Abb. 12). Das diesem Kohlenvorkommen am nächsten gelegene Schweizer Gebiet bildete deshalb die zweite Region, in der man die produktive Steinkohlenformation anzutreffen hoffte.

Die Frage, ob die Hoffnung, in einem der beiden Gebiete Steinkohlen anzutreffen, berechtigt sei, bildete seit dem 19. Jahrhundert den Gegenstand zahlreicher Untersuchungen. Wie weit sich die Kenntnisse und Ansichten im Laufe der Zeit geändert haben, soll im Folgenden kurz dargestellt werden.

A. Die Steinkohlenfrage der Nordschweiz vor der Bohrung Weiherfeld bei Rheinfelden 1875.

Die Frage, ob es wahrscheinlich sei, in der Gegend von Basel abbauwürdige Steinkohlenlager anzutreffen, behandelt erstmals eine Einsendung in den „Baslerischen Mittheilungen zur Förderung des Gemeinwohls“ vom 27. Mai 1826. Die Einsendung ist nicht gezeichnet, als Verfasser kann jedoch nach Inhalt und Stil nur Peter Merian in Frage kommen. Merian beschreibt darin zunächst in Kürze die stratigraphischen Verhältnisse der Umgebung von Basel, wie sie aus seiner klassischen, ausführlichen Darstellung von 1821 „Übersicht der Beschaffenheit der Gebirgsbildungen in der Umgebung von Basel, mit besonderer Hinsicht auf das Juragebirge im Allgemeinen“ bekannt sind. Er fährt dann fort: „Die eigentliche Steinkohlenbildung, welche die Landstriche einnimmt, die wie das Saarbrückische, die Niederlande, England u. s. f. durch einen besonderen Reichtum an Steinkohlen sich auszeichnen, ist älter als alle die Gebirgsmassen, welche wir als unserer Gegend angehörend aufgezählt haben. Dieses vorzugsweise sogenannte Steinkohlengebirge liegt in allen Gegenden der Erde erst unter unserm rothen Sandsteine. Es kann folglich in unsern nächsten Umgebungen nicht angetroffen werden, da der rothe Sandstein die tiefsten Stellen einnimmt. Wir können es erst mit Erfolg aufsuchen, wo die Gebirgsmassen des Schwarzwaldes und der Vogesen unter unsern Gebirgsarten zum Vorschein kommen, und so zeigt es sich namentlich auch am Rand der Vogesen bei Ronchamp hinter Belfort, dem einzigen bedeutenden Steinkohlenwerke, welches in einem weiteren Umkreise um Basel anzutreffen ist.“

Es wird also lediglich festgestellt, dass in der näheren Umgebung von Basel die Steinkohlenformation oberflächlich nirgends ansteht. Dass ein eventuelles Vorkommen in der Tiefe gar nicht diskutiert wird, muss

auffallen, wenn man bedenkt, dass damals in der Schweiz bereits einige Tiefbohrungen ausgeführt worden waren[1]), diese Methode der Erforschung von Lagerstätten also bekannt sein musste.

Die Möglichkeit, dass die oberflächlich nicht anstehende Steinkohlenformation in der Tiefe vorhanden sein könnte, wurde erst 30 Jahre später durch die Geologen Amanz Gressly und Casimir Moesch und durch Carl Vogt, den berühmten Genfer Paläontologen und Zoologen, in Erwägung gezogen. Moesch, Gressly und Vogt verlangten im Jahre 1857 eine Konzession „zur Bohrung und Ausbeutung von Steinkohlen in dem Bezirk Rheinfelden", die vom Aargauischen Grossen Rate erteilt, von den Bewerbern aber der ihrer Ansicht nach zu ungünstigen Bedingungen wegen nicht angenommen worden war.

Auf die Gutachten der „Schweizerischen Geologischen Commission" (Peter Merian, Bernhard Studer, P. de Loriol, Edouard Desor, F. V. Lang), von Casimir Moesch, F. Sandberger (Würzburg) und Albert Müller wurde 1873 die Konzession zur Ausbeutung von Steinkohlen im Bezirk Rheinfelden von der Aargauischen Bank nachgesucht. Auf Grund der erteilten Konzession (1874) wurde zur Durchführung von Sondierbohrungen und eventuellen Nutzbarmachung der Konzession die „Schweizerische Steinkohlenbohrgesellschaft" gegründet, welche die erste und einzige Bohrung vom 14. August 1875 bis 15. Oktober 1875 im Weiherfeld bei Rheinfelden abteufte.

Albert Müller hat die verschiedenen in den obenerwähnten Gutachten vertretenen Meinungen in den „Documenten zur Gründung der Schweizerischen Steinkohlenbohrgesellschaft" (1873) unter dem Titel „Geologischer Bericht über das Vorhandensein von Steinkohlenlagern in der Schweiz" zusammenfassend dargestellt. Er führte aus, dass es sich in erster Linie darum handelt, die produktive Steinkohlenformation in der Schweiz in möglichst geringer Tiefe unter der Erdoberfläche aufzufinden. Die tiefsten und ältesten und damit dem Karbon am nächstliegenden Schichten, welche ausserhalb der Alpen in der Schweiz zu Tage treten, waren nach der damaligen Auffassung[2]) die des Buntsandsteins. Dieser „Bunte Sandstein" tritt jedoch auf Schweizer Boden nur in

---

[1]) Christian Friedrich von Glenck hatte 1819 in der Schweiz mit seinen Sondierbohrungen auf Steinsalz begonnen.

[2]) Diese Auffassung ist auch heute noch richtig, wenn die Perm-Trias-Grenze in Abweichung der von den meisten Schweizer Geologen übernommenen Auffassung von Disler (1914) im Sinne von Wilser (1913 und 1933) gelegt wird (vgl. Kap. III) und wenn man von den wenigen echten (d. h. ihrer stratigraphischen Stellung nach nicht umstrittenen), jedoch oberflächlich schlecht oder überhaupt nicht aufgeschlossenen Rotliegendvorkommen (Mumpf, Laufenburg) absieht.

der äussersten nordwestlichen Ecke der Schweiz, im Bezirk Rheinfelden (seit ALBERT MÜLLERS grundlegenden Forschungen ist er allerdings auch aus den angrenzenden Gebieten des Kantons Baselland und des Bezirkes Laufenburg bekannt geworden) und bei Riehen im Kanton Basel-Stadt zu Tage. Eine bedeutendere Verbreitung gewinnt der „Bunte Sandstein" am Südrande des Schwarzwaldes und lässt an manchen Stellen das Rotliegende an seiner Basis erkennen.

Über den Grad der Wahrscheinlichkeit eines Erfolges des Unternehmens waren die beigezogenen Experten geteilter Meinung. Alle waren sich aber darin einig, „dass es in hohem Grade wünschbar, ja dringend geboten erscheine, dass die Frage über das Vorhandensein ergiebiger Steinkohlenlager in der Schweiz durch direkte Bohrversuche sobald als möglich zur Entscheidung gebracht werde."

PETER MERIAN und F. SANDBERGER wiesen darauf hin, dass die „ächte Steinkohlenformation" noch nirgends am Südrande des Schwarzwaldes nachgewiesen worden und deshalb ihr Auftreten südlich des Rheins ebenfalls fraglich sei. Dieser Auffassung schlossen sich STUDER, LANG und DE LORIOL an.

DESOR, MOESCH und MÜLLER erwarteten dagegen „mit einiger Wahrscheinlichkeit" einen günstigen Erfolg. Besonders DESOR wies darauf hin, dass es nicht ausgeschlossen sei, dass „die am Südrande des Schwarzwaldes im Ausgehenden unter dem Rothliegenden nicht zum Vorschein kommenden oder verdrückten Schichten der Steinkohlenformation" weiter südlich entwickelt sind und ergiebige Kohlenlager einschliessen. Die Begründung dieser optimistischeren Auffassung kann am besten mit folgenden Worten MÜLLERS zusammengefasst werden: „Je weiter man sich vom Grundgebirg entfernt, desto günstiger scheint die Chance zu werden".

Dass MÜLLER den mutmasslichen Erfolg der Bohrung vor allem danach beurteilt, wie weit sie vom anstehenden Grundgebirge entfernt sei, geht auch aus seinen Vorschlägen für die Wahl der Bohrstelle hervor. Die Ebene zwischen Kaiseraugst und Rheinfelden, auf welcher in der Folge die Bohrung Weiherfeld abgeteuft wurde, betrachtet er in Übereinstimmung mit MOESCH als besonders erfolgversprechend, empfiehlt jedoch „sich möglichst weit südlich vom Rhein entfernt zu halten und sich dem Plateau-Rand der ‚Olsberger Waldungen' zu nähern." Er schlägt sogar ein zweites Bohrloch auf dem nur wenige Kilometer südlich der Ebene Augst-Rheinfelden gelegenen Plateau der „Olsberger Waldungen" vor, obwohl dort noch ein Teil des Muschelkalkes durchfahren werden müsste. Von den Buntsandsteingebieten Wallbach, Mumpf und

Zeiningen-Zuzgen rät MÜLLER, wie auch die übrigen Experten, ab, weil sie dem Grundgebirge zu nahe liegen. Höchstens das Gebiet von Zuzgen-Zeiningen dürfte nach der Meinung von MÜLLER noch einer näheren Prüfung wert sein. Gegen die von MERIAN in erster Linie empfohlene Gegend von Riehen werden von MÜLLER verschiedene Bedenken erhoben, da sich aus tektonischen Gründen und wegen der nahen Landesgrenze im Falle der Erbohrung von Steinkohlen kein Ausbeutungsrevier bieten würde.

B. Die Steinkohlenfrage der Nordschweiz in der Zeit zwischen der Bohrung Weiherfeld 1875 und der Bohrung Buix 1919.

Die 1875 durchgeführte Sondierbohrung im Weiherfeld bei Rheinfelden (s. Abb. 9) erreichte in 366.75 m Tiefe das Grundgebirge des Schwarzwaldes, ohne dass die produktive Steinkohlenformation durchfahren worden wäre[3]).

Nachdem die Bohrung nicht zum erhofften Resultate geführt hatte, holte das Executivcomité der Schweizerischen Steinkohlenbohrgesellschaft bei verschiedenen Sachverständigen Ansichtsäusserungen über die Erfolgsaussicht weiterer Bohrungen ein. Diese von VON DECHEN (Bonn),

[3]) Wenn man den damals erzielten Bohrfortschritt mit demjenigen einiger neuerer schweizerischer Tiefbohrungen vergleicht, stellt die Bohrung Weiherfeld für die damalige Zeit eine erstaunliche und bemerkenswerte technische Leistung dar.

Bohrung	Tiefe in m	Tage (total inkl. Verrohrungen usw.)	Durchschnittlicher Bohrfortschritt pro Tag	Bemerkungen
Weiherfeld 1875	432.80	63	6.88 m	Kern
Allschwil I 1919	327.50	101	3.24 m	bis 200 m Meissel, nachher Kern
Buix bis 400 m 1917	400.00	134	2.98 m	Meissel
Wintersingen 1939	440.25	165	2.66 m	bis 200 m vorwiegend Meissel, nachher Kern
Zuzgen I 1939/1940	404.30	182	2.22 m	bis 254 m vorwiegend Meissel, nachher Kern

Oscar Fraas (Stuttgart), Albert Müller (Basel) und Edouard Desor (Neuchâtel) stammenden Gutachten sind im „Bericht des Verwaltungsrathes der Schweizerischen Steinkohlenbohrgesellschaft“ (1876) publiziert worden. Sie stellen übereinstimmend fest, dasss weitere Bohrungen innerhalb des Konzessionsgebietes, dem Bezirk Rheinfelden, wenig Aussicht auf Erfolg versprechen und dass sie sich nur rechtfertigen liessen, um ein endgültiges Urteil über das Vorkommen von Steinkohlen innerhalb des Konzessionsgebietes zu erhalten. Es werden zur Abklärung dieser Frage Bohrstellen bei Olsberg (von Dechen, Fraas, Müller, Desor), bei Magden (von Dechen, Müller) und im Zuzgertal, speziell in der Umgebung von Wegenstetten (Müller) vorgeschlagen. Besonders verdient hier die, sowohl von Fraas als auch von Müller und Desor empfohlene Bohrstelle Iglinger Höfe, hervorgehoben zu werden, da sie nur etwa 650 m nördlich der 1939 ausgeführten Bohrung Wintersingen liegt. Wie schon vor der Bohrung, geht die Meinung der Experten dahin, dass die Wahrscheinlichkeit eines Erfolges mit der Entfernung vom Schwarzwald zunehme und dass die Bohrung Weiherfeld eventuell in zu grosser Nähe vom Südrand des Schwarzwaldes abgeteuft worden sei. Lediglich Müller will einer anderen möglichen Ursache der Erfolglosigkeit der Rheinfelder Bohrung mehr Gewicht beimessen. Er nimmt an, dass die im Liegenden des Rotliegenden angetroffenen kristallinen Gesteine nicht dem eigentlichen Grundgebirge angehören, sondern dass es sich um einen „mächtigen, aus der Tiefe emporgestiegenen Gang oder Stock dioritischen Eruptivgesteins“ handle, der „wie ein Grat in dem horizontal darüber gelagerten Rothliegenden“ aufrage. „Die Möglichkeit dass sich das Übergangsgebirge (Silur und Devonformation), und über diesem die Steinkohlenformation, sei es nun in concordanter, oder in discordanter Lagerung, in nicht zu grosser Entfernung von diesem Dioritstock, so gut wie an andern Orten vorfinden könnte,“ sei deshalb nicht ausgeschlossen.

Die Auffassung der übrigen Experten bringt am besten Fraas zum Ausdruck. Er ist überzeugt, „dass in der ganzen geographischen Breite des Rheinfelder Bohrloches, d. h. von Augst bis Stein genau die gleichen Verhältnisse obwalten.“ Dagegen sei es wahrscheinlich, „dass mit der treppenförmig von Nord nach Süd abfallenden Entfernung vom Gebirge des Schwarzwaldes sich Formationsglieder einstellen werden, welche am näheren Rande des Schwarzwaldes fehlen.“ Er hält die Entfernung der Südgrenze des Konzessionsgebietes vom Rheinfelder Bohrloch allerdings für zu gering, als dass noch innerhalb des Konzessionsgebietes die produktive Steinkohlenformation angetroffen werden könne. Die Möglich-

keit könne dagegen nicht geleugnet werden, „dass am Südrand des Concessionsfeldes, z. B. hinter Olsberg oder bei den Iglingerhöfen sich ältere Formationsglieder einschieben, deren Fehlen am Rhein constatiert ist". Heute, nachdem ganz in der Nähe der Iglingerhöfe die Bohrung Wintersingen abgeteuft worden ist und unter den in Rheinfelden festgestellten Oberrotliegendsedimenten überraschenderweise auch das untere Rotliegende erschlossen hat, ist diese von FRAAS schon 1875 ausgesprochene Annahme bestätigt.

Ausserhalb des Konzessionsgebietes werden von MÜLLER die Umgebungen von Wintersingen und von Sissach für die Ansetzung von Bohrungen empfohlen. Daneben werden sowohl von FRAAS als auch von MÜLLER und DESOR die Erfolgsaussichten von Bohrungen in der Trias des Kettenjuras besprochen. Heute, da wir hauptsächlich durch die Forschungen von A. BUXTORF wissen, dass das Liegende des mittleren Muschelkalkes bei der Jurafaltung nicht mitgefaltet worden ist, entbehren die damals in dieser Beziehung gemachten Überlegungen der Grundlage.

Dasselbe gilt auch für die Hoffnungen, welche sich im Jahre 1888 ein Zürcher Konsortium machte, das von der Berner Regierung die Konzession erhalten hatte, bei Cornol in der Keuperregion der Les-Rangiers-Kette eine Bohrung auf Steinkohle auszuführen.

Eine Bohrung, welche man schon vor Erreichen des Grundgebirges in 208 m Tiefe innerhalb des oberen Rotliegenden aufgab, wurde 1898 bei Mumpf abgeteuft.

Von da an ruhte die Bohrtätigkeit nach Steinkohle, ohne dass die 1875 gestellte Frage, ob sich südlich von Rheinfelden die Karbonformation zwischen Grundgebirge und Rotliegendes einschalte, ihrer Lösung näher gebracht worden wäre. Was das Gebiet des Basler und Aargauer Tafeljuras betrifft, so scheint man überhaupt jede Hoffnung aufgegeben zu haben, die produktive Steinkohlenformation anzutreffen. ALBERT HEIM (1919) sagte in seiner Geologie der Schweiz mit Bestimmtheit, dass im Rheintalgebiet und in der nördlichsten Jurazone östlich des Rheintalgrabens eine Kohlenausbeute nie möglich sein werde. In einem Vortrag (1917) bezeichnete er den damals soeben begonnenen Bohrversuch von Buix bei Pruntrut als letzte Möglichkeit, in der Schweiz ausbeutungsfähige Steinkohlenlager zu erschliessen.

Diese Bohrung war auf Grund eines Gutachtens von C. SCHMIDT und F. KOBY durch die 1917 gegründete Schweizerische Kohlenbohrgesellschaft in Angriff genommen worden. Die Gegend von Pruntrut ist dasjenige Gebiet der Schweiz, welches am nächsten bei einem ausländi-

schen steinkohlenführenden Karbonvorkommen, nämlich dem Becken von Ronchamp, liegt. Sie erschien den Gutachtern „als der einzige Ort in der nördlichen Schweiz, wo man hoffen kann, die produktive Steinkohlenformation in erreichbarer Tiefe zu erbohren.“ SCHMIDT und KOBY nahmen die Möglichkeit an, dass sich ähnlich der am Vogesensüdrand bei Ronchamp festgestellten Fortsetzung des Karbons von Autun-Epinac auch das bei Autun von diesem durch eine Antiklinale getrennte Karbon von Creusot-Blanzy gegen Ostnordosten weiter erstreckte und demnach etwa in der Gegend von Pruntrut auf Schweizer Gebiet zu liegen komme.

C. Die Steinkohlenfrage der Nordschweiz in der Zeit zwischen der Bohrung Buix 1919 und der Bohrung Wintersingen 1939.

Die im Juli 1917 begonnene Bohrung von Buix bei Pruntrut wurde im April 1919 nach Erreichung einer Tiefe von 1052 m innerhalb der obersten Schichten des Rotliegenden (nach SCHMIDT und BRAUN 1924) eingestellt, da der Durchmesser des Bohrloches zu klein war, um eine Weiterführung in grössere Tiefen zu gestatten. Die durchfahrenen Schichten hatten sich als 420 m mächtiger erwiesen als in der Prognose angenommen worden war, so dass das produktive Karbon erst in einer Tiefe von mindestens 1500 m hätte erwartet werden können. Die Frage, ob im Untergrund der Ajoi Steinkohlenflöze vorhanden sind oder nicht, blieb unbeantwortet.

Wiederum ruhte die Bohrtätigkeit nach Steinkohle zwei Jahrzehnte.

1938 ersuchte Ingenieur E. GUTZWILLER in Basel den Regierungsrat des Kantons Basel-Landschaft um Erteilung einer Konzession zur Aufsuchung und Gewinnung von Kali, Kohle und Petroleum und aller seiner Nebenprodukte im obern Kantonsgebiet. Diese Konzession wurde dem Gesuchsteller 1939 gleichzeitig mit einer Konzession zur Aufsuchung und Gewinnung von Kali und aller seiner Nebenprodukte westlich der Birs erteilt. Das Konzessionsgebiet im oberen Kantonsteil ist wie folgt umgrenzt:

eine gerade Linie (a) vom Schnittpunkt der Kantonsgrenze bei Neu-Nuglar mit dem Orisbach bis zum Schnittpunkt der Kantonsgrenze mit dem Violenbach östlich von Giebenach,

eine gerade Linie (b) über die Kirchturmspitzen von St. Peter und Eptingen von der Kantonsgrenze nordwestlich Reigoldswil bis zur Kantonsgrenze südlich von Läufelfingen,

die solothurnische Kantonsgrenze zwischen Neu-Nuglar und dem Schnitt der Geraden (b) mit der Kantonsgrenze nordwestlich Reigoldswil,

die solothurnische Kantonsgrenze vom Schnittpunkt der Geraden (b) mit der Kantonsgrenze südlich Läufelfingen bis zur aargauischen Grenze bei Kienberg,

die aargauische Kantonsgrenze zwischen Kienberg und dem Schnittpunkt der Geraden (a) mit der Kantonsgrenze östlich Giebenach.

Die Dauer der Bewilligung für die Ausführung von Schürfungsarbeiten wurde auf 10 Jahre, vom Tage des Beginnes an gerechnet, erteilt.

Auf Grund der erhaltenen Konzession sah Ing. GUTZWILLER eine erste Bohrung zwischen Wintersingen und Magden, unweit der aargauisch-basellandschaftlichen Grenze vor. Da der Konzessionär um eine finanzielle Beteiligung der Eidgenossenschaft nachgesucht hatte, befasste sich die Geotechnische Beratungsstelle in ihrer Sitzung vom 28. 1. 39 mit den Erfolgsaussichten einer bei Wintersingen auszuführenden Bohrung nach Steinkohle. Sie beauftragte Prof. A. BUXTORF, zu ihren Handen und zur Weiterleitung an die in Betracht kommenden eidgenössischen Amtsstellen (vor allem die Zentralstelle für Arbeitsbeschaffung des eidg. Departements des Innern) einen orientierenden Bericht auszuarbeiten. In seinem Bericht vom 6. 3. 39 kam BUXTORF zu folgenden Schlussfolgerungen[4]):

„Halten wir uns vor Augen,

1. dass auf der ganzen 40 km langen Strecke von Zurzach bis zur Bohrung im Weiherfeld bei Rheinfelden nirgends im Rheintal die geringste Andeutung von Steinkohlenformation vorhanden ist;
2. dass auf der ca. 20 km breiten Südabdachung des Schwarzwaldes von St. Blasien-Todtmoos bis hinab an den Rhein jegliche Spur der Steinkohlenformation fehlt;
3. dass im Weiherfeld unter ca. 325 m Rotliegendem sofort das kristalline Grundgebirge des Schwarzwaldes gefunden wurde, so kann vom geologischen Standpunkt aus nur der Schluss gezogen werden, dass keinerlei Wahrscheinlichkeit besteht, dass im Wintersinger-Tälchen, in einer Entfernung von nur 7 km südöstlich der erfolglosen Bohrung von Weiherfeld nun plötzlich die sonst ganz fehlende Steinkohlenformation in der Tiefe vorhanden sein soll. Alle geologischen Beobachtungen und Erfahrungen sprechen vielmehr dafür, dass auch hier unter einer ca. 300—400 m mächtigen, eventuell sogar noch dickeren Serie von Rotliegendem sofort das kristalline Grundgebirge des Schwarzwaldes folgen dürfte.

Aus diesen Überlegungen heraus muss von der Ausführung der geplanten Bohrung bei Wintersingen ganz entschieden abgeraten werden.

Auch im südlichen Teil des Kantons Baselland ist das Vorhandensein von produktiver Steinkohlenformation sehr wenig wahrscheinlich. Aber hier stehen uns bis jetzt keine Bohrbefunde zur Verfügung, denn die verschiedenen vor ca. 100 Jahren auf der Suche nach Salz ausgeführten Bohrungen gingen nur wenig tief. Hier hätte also ein Bohrversuch — trotz der verschwindend geringen Aussichten — immerhin einige Berechtigung. Es müsste aber in jedem Fall mit einer grossen Bohrtiefe gerechnet werden."

---

[4]) Laut Bericht über die von Ing. E. GUTZWILLER, Basel, in Wintersingen durchgeführte Bohrung auf Kohle von F. HEGNER, Strassen- und Wasserbauinspektor, Liestal und Dr. W. SCHMASSMANN, Konservator des Kantonsmuseums, Liestal, mit einer Beilage: Bemerkungen über den geologischen Befund der Bohrung von Wintersingen von Prof. Dr. A. BUXTORF, Basel. (Liestal, 30. 10. 39.)

Trotz der ungünstigen geologischen Prognose wurde am 12. April 1939 mit der Bohrung Wintersingen begonnen. Das allgemeine Interesse, das die von Ing. E. GUTZWILLER auf Grund seiner subjektiven Ermittlungsmethoden vorgesehenen Bohrungen erweckten, veranlasste Prof. Dr. A. BUXTORF und Dr. L. VONDERSCHMITT am 31. Mai 1939 vor der Naturforschenden Gesellschaft in Basel und dem Basler Ingenieur- und Architektenverein über die Möglichkeit des Vorkommens von Minerallagern vom Standpunkte des Geologen aus zu sprechen. Die beiden Referenten kamen zum Schluss, dass das Vorkommen von Kohle, Kalisalz und Erdöl in der Nordschweiz unwahrscheinlich sei.

II. Die Bohrung Wintersingen 1939.

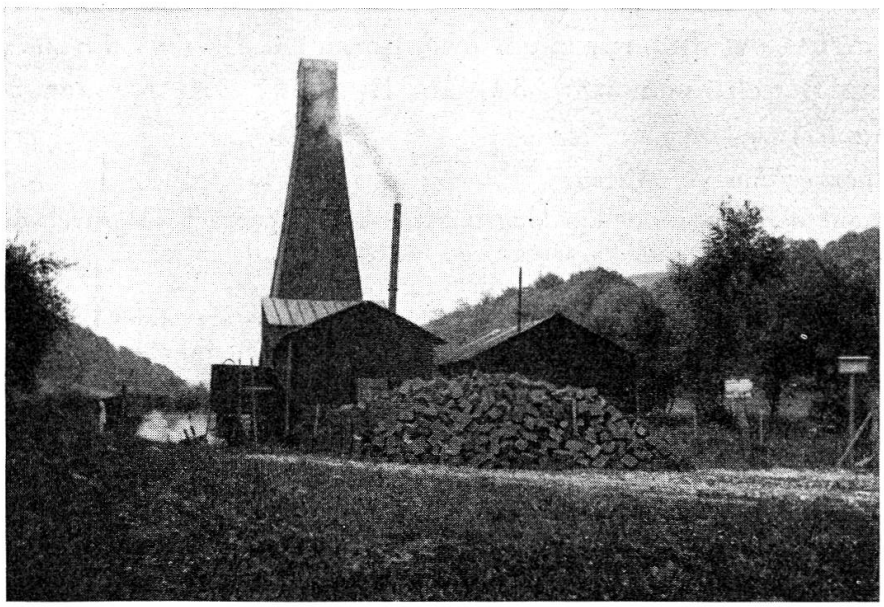


Abbildung 1. Bohrung Wintersingen 1939.
Bohrstelle während der Explorationsbohrung.

A. Die Ausführung der Bohrung.

Die Bohrung wurde am 12. April 1939 begonnen. Sie wurde durch die französische Unternehmung „Bonne Espérance" ausgeführt. Von ihr waren ein erster Bohrmeister und zwei Hilfsbohrmeister, ferner ein Schmied auf dem Platze. Als Hilfspersonal (Heizer, Bohrgehilfen) wurden einheimische Arbeitskräfte verwendet, total etwa 15 Mann. Die Bohrung wurde mit Unterbruch am Sonntag durchgehend in drei achtstündigen Arbeitsschichten ausgeführt. Zur Feststellung der durchfahrenen geologischen Schichten und zur Führung des Bohrjournals hatte der Konzessionär den Auslandschweizer-Geologen H. A. BÜHLER beauftragt, welcher bis zu seiner Rückkehr in die Schweiz in Russland bei Versuchsbohrungen tätig war.

Mit dem dem Staate gemäss Konzessionsvertrag zustehenden Aufsichtsrecht wurden von der Regierung des Kantons Basel-Landschaft Strassen- und Wasserbau-

inspektor Ing. F. HEGNER und der Konservator des Kantonsmuseums Dr. W. SCHMASSMANN betraut. Letzterer behielt sich vor, zur wissenschaftlichen Beratung mit dem geologisch-paläontologischen Institut der Universität Basel in Verbindung zu treten. (Angaben aus dem Bericht der oben genannten staatlichen Organe vom 30. 10. 1939.)

Die Bohrung wurde nach den Angaben des Konzessionärs auf folgende Weise ausgeführt:

Tiefe	Art der Bohrung:
0.00— 3.00	Schachtung
3.00— 38.85	Meisselbohrung
38.85— 39.95	Kernbohrung
39.95— 84.50	Meisselbohrung (und Kernverlust)
84.50— 85.50	Kernbohrung
85.50—124.80	Meisselbohrung
124.80—125.80	Kernbohrung
125.80—164.00	Meisselbohrung
164.00—165.00	Kernbohrung
165.00—201.60	Meisselbohrung
201.60—440.25	Kernbohrung (341.40—343.10 Meissel)

Grössere Kernverluste, welche eine genauere Untersuchung der nachstehend beschriebenen Schichtenfolge in den betreffenden Niveaus verunmöglichten, ergaben sich bei 261.55—257.10 m und bei 281.40—278.00 m. Im übrigen gestatten die gezogenen Kerne die Aufstellung einer detaillierten Stratigraphie.

Das Bohrloch war folgendermassen verrohrt:

Tiefe	Äusserer Durchmesser der Verrohrung:
0.00— 4.00	14″
4.00— 9.00	10½″
9.00— 83.05	9¼″
83.05—200.00	7″
200.00—341.40	6″
341.40—440.25	ohne Verrohrung (∅ 133 mm)

Der Bohrfortschritt pro Arbeitstag betrug:

von 1—100 m	im Mittel	5.65 m
von 100—200 m	im Mittel	8.18 m
von 200—300 m	im Mittel	3.30 m
von 300—400 m	im Mittel	3.03 m
von 400—440.25 m	im Mittel	1.86 m

Am 23. September 1939 wurde die Bohrung in 440.25 m Tiefe aufgegeben.

B. Geographische Lage der Bohrstelle und allgemeine geologische Verhältnisse.

Die Bohrung wurde im Tälchen von Wintersingen auf dem linken Ufer des Baches ungefähr in der Mitte zwischen dem Dorf Wintersingen (Kanton Basel-Landschaft) und dem Weiler Iglingen (= Iglingerhöfe, Kanton Aargau) angesetzt. Die Terrainhöhe ist nach Angaben des Konzessionärs 385.45 m ü. M. (R.P.N. = 373.60). Die Koordinaten be-

tragen auf Top. Atl. Bl. 29 (Maisprach) 629.106,5/261.606 (Vermessung des Strassen- und Wasserbauinspektorates Baselland).

Über die allgemeinen geologischen Verhältnisse der Bohrstelle orientiert die „Geologische Karte von Maisprach" von R. SUTER (1915). An den Hängen des Wintersinger-Tälchens zu beiden Seiten der Bohrstelle steht der Buntsandstein an. Als Höhenlage seiner Obergrenze bei der Bohrstelle wird in SUTERS Karte etwa 420 m (R.P.N. = 376.86) angegeben. Die Schichten fallen schwach gegen Südosten ein. Etwa 300 m nordwestlich der Bohrstelle verläuft die Zeininger Bruchzone, welche die Fortsetzung der Dinkelberg und Schwarzwald trennenden Bruchlinie des Wehratales darstellt. Die Sprunghöhe der Zeiningerverwerfung, längs der die im Nordwesten anstossende Tafel abgesunken ist, beträgt nach SUTER etwa 450 m.

Für die Beurteilung der Bohrung ist festzuhalten, dass sie in einem weitgehend ungestörten, nur schwach einfallenden Tafelstück angesetzt wurde und dass ihr Nullpunkt etwa 25 m unter der Muschelkalk-Buntsandstein-Grenze liegt. So konnte SCHMASSMANN anlässlich einer Geländebegehung in Übereinstimmung mit den Aufnahmen von R. SUTER beim Hof Landstein (=Pt. 413) einen neueren Aufschluss im Röt (oberer Buntsandstein) feststellen. Die Schichten zeigen dort ein leichtes Einfallen gegen SE von etwa 1^0.

C. Die Schichtfolge im Bohrloch (detaillierte Stratigraphie).

Im Folgenden soll die im Bohrloch festgestellte Schichtfolge dargestellt werden, wie wir sie auf Grund der Aufzeichnungen des Herrn H. A. BÜHLER und unseren Untersuchungen am Bohrkern zusammengestellt haben (Tabelle 1).

Die in der Beschreibung der Schichtfolge angewandten lithologischen Bezeichnungen und die gelegten stratigraphischen Grenzziehungen werden in den folgenden Abschnitten dieses Kapitels und im Kapitel V diskutiert und näher begründet.

Tabelle 1. **Detaillierte Stratigraphie der Bohrung Wintersingen.**

Stufe	Abteilung	Gruppe	Schicht Nr.	Tiefe m	Mächtigkeit m	Gesteinsbezeichnung
Alluvium			108	0.00— 0.65	0.65	Humus und brauner Lehm
			107	0.65— 2.00	1.65	grauer Lehm mit einzelnen Geröllen
			106	2.00— 7.00	5.00	Fluviatile Schotter, schlecht gerundete Gerölle, verlehmt, sandig
Oberrotliegendes	obere		105	7.00— 11.00	4.00	hellrötlicher verwitterter Arkosesandstein
			104	11.00— 17.50	6.50	rotbraune zersetzte Arkose
	mittlere		103	17.50— 49.00	31.50	rotbraune und grünliche sandige Tone
			102	49.00—202.50	153.50	rotbrauner Ton mit grünlichen Partien und Lagen
	untere	C	101	202.50—204.00	1.50	rotbraune und grünlichgraue Tone
			100	204.00—205.00	1.00	grünlichgraue Arkose
			99	205.00—205.50	0.50	rotbraune und grünlichgraue Tone
			98	205.50—220.45	14.95	bunte arkosige Tone, Arkosesandsteine, Breccien und Konglomerate (bis 7 cm)
			97	220.45—223.25	2.80	graue und rötlichgraue Arkosesandsteine und Breccien
			96	223.25—223.80	0.55	graubrauner toniger Arkosesandstein
			95	223.80—224.40	0.60	grüner Ton
			94	224.40—228.70	4.30	rötlichgraue und grünlichgraue Arkosesandsteine mit Konglomerat- und Tonlagen
			93	228.70—229.05	0.35	grauer Ton
			92	229.05—229.85	0.80	rotbrauner Ton, oben sandig, an der Basis (10 cm) rot und stark eisenhaltig
			91	229.85—230.70	0.85	braunroter Arkosesandstein, gegen oben konglomeratisch
		B	90	230.70—231.95	1.25	graue und grünlichgraue zersetzte Arkosen

Stufe	Abteilung	Gruppe	Schicht Nr.	Tiefe m	Mächtigkeit m	Gesteinsbezeichnung
Oberrotliegendes	untere	B	89	231.95—237.00	5.05	grünlichgraue und graue Arkosesandsteine mit lokalen Limonitisierungen
			88	237.00—238.40	1.40	graue, grüne, grünlichgraue und rotbraune Tone
			87	238.40—240.40	2.00	graue und braunrote zersetzte Arkosen und Arkosesandsteine mit konglomeratischen Lagen
			86	240.40—241.10	0.70	grauer arkosiger Ton
			85	241.10—242.15	1.05	rötlichgrauer Arkosesandstein, oben mit einer Lage (5 cm) grauen Tones
			84	242.15—243.15	1.00	hellgrauer arkosiger Ton
			83	243.15—244.70	1.55	grauer Arkosesandstein
			82	244.70—246.45	1.75	grauer und rotbrauner arkosiger Ton
			81	246.45—250.75	3.30	rötlichgrauer Arkosesandstein mit einer grauen tonigen Lage (10 cm)
			80	250.75—251.75	1.00	rotbrauner Ton
			79	251.75—252.40	0.65	grauer Ton
			78	252.40—255.15	2.75	rötlichgrauer Arkosesandstein
			77	255.15—256.30	1.15	rotbrauner Ton
			76	256.30—256.85	0.55	grauer Arkosesandstein
			75	256.85—262.40	5.55	rotbraune zersetzte Arkosen und graue bis grünlichgraue arkosige Tone und Mergel
			74	262.40—274.50	12.10	rotbraune, z. T. graue zersetzte Arkosen
			73	274.50—276.10	0.60	unten rötlichgrauer, oben grauer zersetzter Arkosesandstein, im unteren Teil mit Kalkkonkretionen und wenig gerundeten Geröllen
			72	276.10—277.30	1.20	rotbraune zersetzte und stark limonitisierte Arkose mit vereinzelten Kalkkonkretionen
			71	277.30—277.80	0.50	rötlichgrauer Arkosesandstein
			70	277.80—282.75	4.95	rotbraune Arkose, oben stark zersetzt und limonitisiert

Stufe	Abteilung	Gruppe	Schicht Nr.	Tiefe m	Mächtigkeit m	Gesteinsbezeichnung
Oberrotliegendes	untere	B	69	282.75—284.35	1.60	rotbrauner Ton
			68	284.35—285.35	1.00	rotbraune mergelige Tone und zersetzte Arkosen
			67	285.35—302.05	15.70	rotbraune und grünlichgraue Tone, an der Basis eine Lage (5 cm) grauen Tones
			66	302.05—302.45	0.40	rötlichgraue Arkosen und Breccien
			65	302.45—302.60	0.15	grauer Ton, z. T. arkoseführend
		A	64	302.60—304.80	2.20	rotbrauner Ton mit kalkigen Konkretionen und einer Lage grauen Tones
			63	304.80—305.05	0.25	grauer Ton
			62	305.05—305.55	0.50	grauer mergeliger Kalk
			61	305.55—306.25	0.70	rötlichbrauner Arkosesandstein
			60	306.25—307.00	0.75	rotbrauner Ton
			59	307.00—307.35	0.35	grauer und grünlichgrauer Ton mit Karneol
			58	307.35—308.65	1.30	grauer mergeliger Kalk unten mit Karneol, der sich in einer sandigen Linse befindet
			57	308.65—309.00	0.35	grauer Mergel
			56	309.00—309.30	0.30	rotbrauner Mergel
			55	309.30—310.50	1.20	graue kalkige Mergel, unten mit Lagen mergeligen Tones
			54	310.50—312.00	1.50	rotbraune, z. T. sandige mergelige Tone mit Kalkkonkretionen
			53	312.00—312.20	0.20	grünlichgrauer sandiger Ton
			52	312.20—313.85	1.65	rötlichgraue Arkose
			51	313.85—315.10	1.25	rotbraune und grünlichgraue sandige Tone
			50	315.10—315.60	0.50	rötlichgraue Arkose mit grauen sandig-tonigen Zwischenlagen
			49	315.60—318.00	2.40	rötlichgrauer Arkosesandstein
			48	318.00—318.65	0.65	hell- bis dunkelgrauer mergeliger Ton

Stufe	Abteilung	Gruppe	Schicht Nr.	Tiefe m	Mächtigkeit m	Gesteinsbezeichnung
Oberrotliegendes	untere	A	47	318.65—319.15	0.50	schwarzgraue kalkige Mergel
			46	319.15—319.95	0.80	grauer Mergel
			45	319.95—320.25	0.30	hellgrauer mergeliger Kalk
			44	320.25—321.55	1.30	graue mergelige Tone und Mergel mit Kalkkonkretionen
			43	321.55—321.65	0.10	bräunlichgrauer kalkiger Arkosesandstein
			42	321.65—322.40	0.75	grauer mergeliger Ton mit Kalkkonkretionen
			41	322.40—322.75	0.35	bräunlichgrauer kalkiger Arkosesandstein
			40	322.75—324.20	1.45	rötlichbrauner sandiger Ton
Unterrotliegendes	obere	B	39	324.20—325.20	1.00	grünlichgrauer Arkosesandstein
			38	325.20—326.30	1.10	graue Arkose
			37	326.30—337.80	11.50	rötlichgraue Arkosen und Arkosensandsteine mit vereinzelten tonigsandigen Lagen
			36	337.80—340.80	3.00	rötlichgrauer Arkosesandstein mit vereinzelten hellgrauen tonigen Einlagerungen
			35	340.80—343.10	2.30	graue Arkose mit kalkig. Lagen
		A	34	343.10—344.60	1.50	rötlichgrauer Arkosesandstein
			33	344.60—345.40	0.80	Wechsellagerung grünl.-grauer sandiger Tone und rötlichgrauer Arkosesandsteine
			32	345.40—346.90	1.50	graue Tone bis graue tonige Sandsteine
			31	346.90—351.95	5.05	grauer bis rötlichgrauer Arkosesandstein mit tonigen Lagen
			30	351.95—352.40	0.45	grauer Ton
			29	352.40—358.95	6.55	grauer bis rötlichgrauer Arkosesandstein mit Breccienlagen
	mittlere	C	28	358.95—359.55	0.60	schwarzgrauer bituminöser Ton
			27	359.55—361.30	1.75	grauer Arkosesandstein

Stufe	Abteilung	Gruppe	Schicht Nr.	Tiefe m	Mächtigkeit m	Gesteinsbezeichnung
Unterrotliegendes	mittlere	C	26	361.30—362.00	0.70	schwarzgrauer bituminöser mergeliger Ton
			25	362.00—364.30	2.30	graue Arkosen
			24	364.30—367.00	2.70	feingeschichtete dunkelgraue Mergel mit Arkoselagen
		B	23	367.00—367.10	0.10	mergeliger Kalk
			22	367.10—368.00	0.90	dunkelgrauer Ton
			21	368.00—375.35	7.35	graue Arkose mit tonigen Lagen
			20	375.35—376.20	0.85	dunkelgrauer mergeliger Ton
			19	376.20—381.15	4.95	graue Arkose (unten) und grauer Arkosesandstein mit tonigen Lagen
		A	18	381.15—381.70	0.55	dunkelgrauer mergeliger Ton
			17	381.70—382.70	1.00	grauer Arkosesandstein mit tonigen Lagen
			16	382.70—386.75	4.05	dunkelgrauer Ton, feingeschichtet
			15	386.75—392.30	5.55	schwarzgraue bituminöse Tone und Mergel, oben feingeschichtet
			14	392.30—393.45	1.15	graue Arkose
			13	393.45—395.25	1.80	grauer Arkosesandstein mit Einlagerungen von mit Bitumen pigmentiertem Aragonit; an der Basis breccienartige Einlagerung bituminöser Schiefer
			12	395.25—296.65	1.40	schwarzgrauer bituminöser Ton
	untere	C	11	396.65—397.40	0.75	dunkelgrauer Ton
			10	397.40—411.55	14.15	grauer Arkosesandstein mit Lagen grauen Tones und wenig gerundeten Geröllen
			9	411.55—414.30	2.75	Wechsellagerung dunkelgrauer Tone und Arkosesandsteine

Stufe	Abteilung	Gruppe	Schicht Nr.	Tiefe m	Mächtigkeit m	Gesteinsbezeichnung
Unterrotliegendes	untere	B	8	414.30—415.05	0.75	dunkelgrauer Ton
			7	415.05—416.00	0.95	grauer Arkosesandstein mit geröllartigen Toneinlagerungen
			6	416.00—417.70	1.70	dunkelgrauer Ton
		A	5	417.70—418.15	0.45	grauer Arkosesandstein, gegen oben mit vereinzelten tonigen Lagen
			4	418.15—418.85	0.70	dunkelgrauer sandiger Ton
			3	418.85—421.00	2.15	graue Arkose mit wenig gerundeten Geröllen (Breccien) gegen oben im allgemeinen feinkörniger
Grundgebirge			2	421.00—424.25	3.25	Verwitterter Leucogranit
			1	424.25—440.25	16.00	Leucogranit

D. Petrographie des Grundgebirges[5]).

1. Unverwitterter Granit.

Der als Leucogranit zu bezeichnende Granit von Wintersingen zeigt eine richtungslosmassige Textur. Er ist im allgemeinen stark zerklüftet. In einem Bohrkern (431.80) fand sich eine Spaltenausfüllung, welche vermutlich aus Ultramylonit besteht. In dem benachbarten Gestein war hier eine leichte Paralleltextur zu beobachten. Besonders der Quarz zeigte eine gute Regelung.

Die Struktur ist hypidiomorph-grobkörnig, wobei besonders der Quarz Erscheinungen starker Kataklase als Anzeichen einer starken mechanischen Beanspruchung zeigt.

Das spezifische Gewicht der Proben nimmt von unten nach oben ab:

Probe	439.75	431.25	423.90
Spez. Gew.	2.60	2.52	2.45

[5]) Diese Untersuchungen wurden im mineralog.-petrographischen Institut der Universität Basel durchgeführt. Dem Vorsteher des Instituts, Herrn Prof. M. Reinhard, sei hier für sein Entgegenkommen bestens gedankt.

Der Mineralbestand von zwei Proben aus verschiedenen Höhen zeigt folgende mittlere Werte in Volumen-%:

Probe	Quarz	Alkali-feldspat	Plagioklas	Muskovit	Biotit	Turmalin
431.25 m	45	30	12	5	7	1
439.75 m	25	48	15	8	4	—

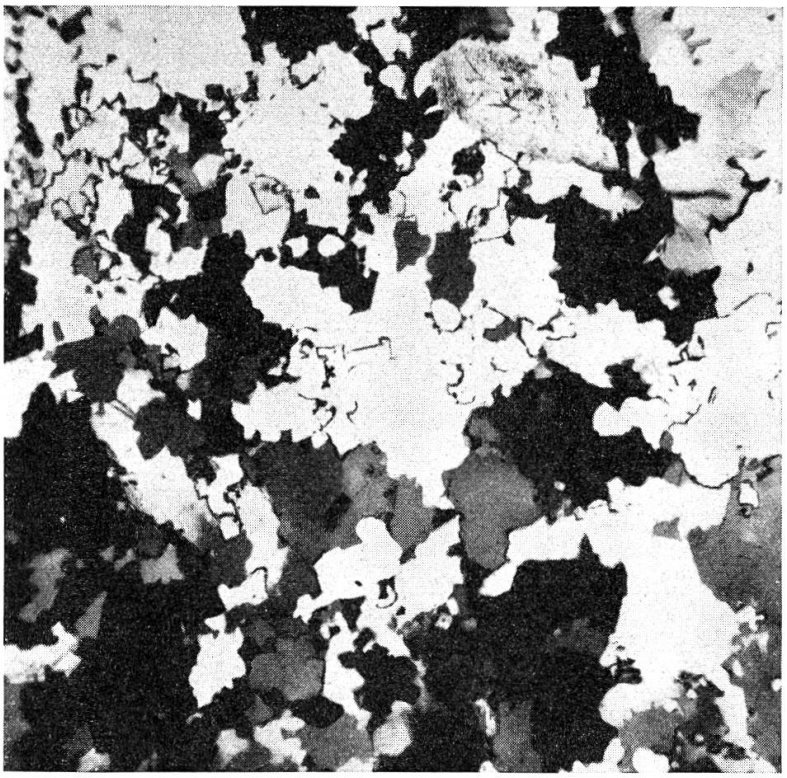


Abbildung 2. 30 : 1 (Dünnschliff) N + Tiefe: 433.20 m Mörtelstruktur und undulöse Auslöschung zeigender Quarz im Granit von Wintersingen. Der Quarz zeigt diese Eigenschaften fast immer im ganzen Bohrkern.

Im allgemeinen nimmt der verhältnismässige Anteil des Quarzes von unten nach oben zu, während parallel damit eine Abnahme des relativen Feldspatanteils, besonders des Alkalifeldspatanteils, zu verzeichnen ist. Der Muskovitgehalt beträgt etwa 3—8%, der Biotitgehalt maximal 7% (431.25 m). In den Proben 431.80 m, 430.50 m, 429.30 m und 425.50 m fehlt Biotit vollständig.

An accessorischen Mineralien konnten wir Turmalin (431.25 m) und Titanit (425.50) und als Einschlüsse Apatit, Zirkon (431.80) und Rutil (431.80) feststellen.

Der Quarz zeigt in der Regel undulöse Auslöschung und eine ausgesprochene Mörtelstruktur, welche durch Kataklase hervorgerufen ist (vgl. Abb. 2). Als Einschlüsse enthält er Apatitkörnchen.

Der Alkalifeldspat besteht aus Orthoklas und manchmal schwache Gitterstruktur zeigendem Mikroklin. Er ist immer getrübt. Zwillinge sind selten. Oft ist eine Perthitstruktur zu beobachten (vgl. Abb. 3),

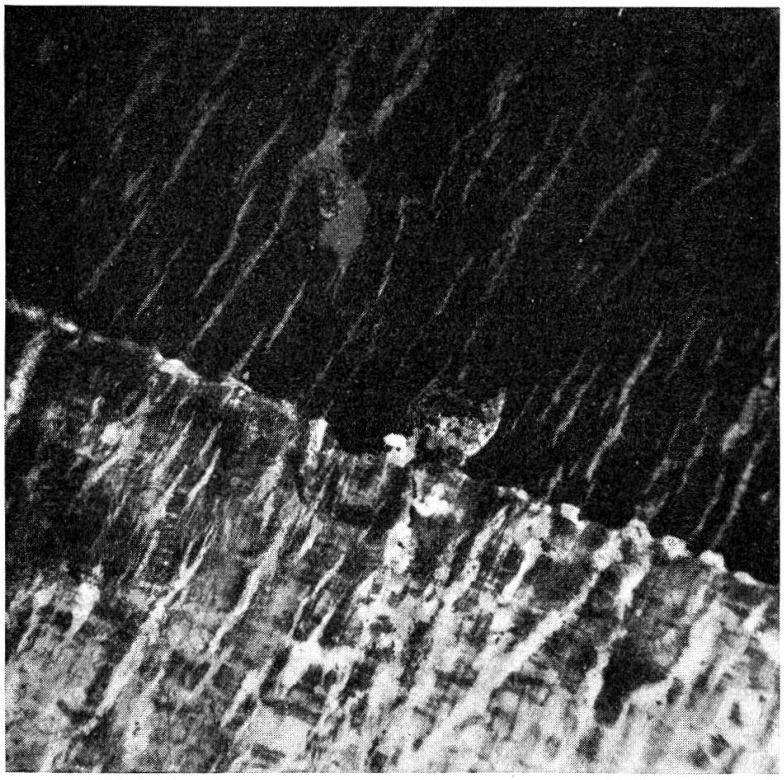


Abbildung 3. 30 : 1 (Dünnschliff) N + Tiefe: 433.20 m
Verzwillingter Orthoklas mit Perthitstruktur. Diese Struktur ist im Granit von Wintersingen oft zu beobachten.

wobei die Albitlamellen 10—15 % des Volumens ausmachen. Die Alkalifeldspäte sind meist unregelmässig begrenzt. Sie können die Grösse von einigen cm erreichen. Als Einschlüsse enthalten sie Quarz, Plagioklas, Erz und Biotit. Dieser eingeschlossene Plagioklas hat einen zersetzten Kern und einen sauberen Rand, welcher jedoch nicht mit der Perthitstruktur in Zusammenhang zu stehen scheint. Im Alkalifeldspat sind Sericitschüppchen als Umwandlungsprodukt zu beobachten.

Der Plagioklas hat einen Anorthitgehalt von etwa 20 %. Er ist immer stark getrübt und oft lamellar verzwillingt. In seiner Kernpartie ist manchmal eine Sericitisierung zu beobachten, welche in einem Schliff

aus 431.80 m den gesamten Plagioklasbestand umfasst. Die Plagioklase sind mit ihrer mittleren Korngrösse von 1—2 mm viel kleiner ausgebildet als die Alkalifeldspäte. Sie zeigen jedoch im Gegensatz zu jenen gute kristallographische Umrisse. Im Schliff von 431.25 m ist der Plagioklas oft granuliert, in dem aus 429.30 m sind die Zwillinge manchmal schwach verbogen.

Der Biotit zeigt dort, wo er nicht umgewandelt ist, folgenden Pleochroismus:

Probe	439.75 m	436.80 m
$n\alpha$	rötlich gelb	blass grünlichgelb
$n\beta = n\gamma$	dunkel rotbraun	dunkelbraun

In 439.75 m Tiefe ist er oft limonitisiert, enthält manchmal viele Erzkörnchen und zeigt gelegentlich pleochroitische Höfe. In 436.80 m Tiefe ist er nur selten limonitisiert, manchmal in Epidot umgewandelt. In 432.30 m Tiefe befindet sich der Biotit im Anfangsstadium der Ausbleichung.

Bei der Untersuchung aller Schliffe konnte nur in 431.25 m Tiefe Turmalin festgestellt werden. Er zeigt einen starken Pleochroismus:

$n\alpha$ = blassgrün
$n\gamma$ = braungrün

Titanit konnte nur im Schliff aus 425.50 m Tiefe beobachtet werden, wo das Gestein einen Gehalt an diesem Mineral von etwa 2 % aufweist. Er ist im Schliff braun bis bräunlichgelb gefärbt und zeigt fleckige Farbverteilung und einen deutlichen Pleochroismus.

In 429.60—429.25 und in 425.70—424.25 m Tiefe ist das Gestein wesentlich dunkler gefärbt als bei den übrigen Wintersinger Graniten. Im Dünnschliff konnten bedeutende Mengen Erzschnüre beobachtet werden. Meist verlaufen sie den Korngrenzen entlang, wodurch das Handstück dunkel erscheint. Dieses Erz stellt danach eine nachträgliche Bildung dar.

Auf Spalten kommen bei 427.80 m Krustenbildungen von Baryt, Markasit und Opal vor (vgl. Abb. 4). Diese drei Mineralien sind ebenfalls später gebildet als ihr Nebengestein, der Granit. Sie können durch hydrothermale Lösungen gebracht worden, aber auch ebensogut deszendenter Natur sein.

Alle untersuchten Proben des Granits von Wintersingen sind makroskopisch frische, meist grobkörnige, massige Gesteine. Sie machen den Eindruck, aus einem Schmelzfluss normal auskristallisiert zu sein. Das mikroskopische Bild ist jedoch viel unklarer als das makroskopische

Aussehen. Mechanische Beanspruchung und andere metamorphe Faktoren scheinen entscheidend an der Bildung des vorliegenden Gesteins mitgewirkt zu haben. Dieser Gegensatz zwischen makroskopischer und mikroskopischer Erscheinung ist oft bei konstruktiver Metamorphose (Migmatitbildung) zu beobachten.

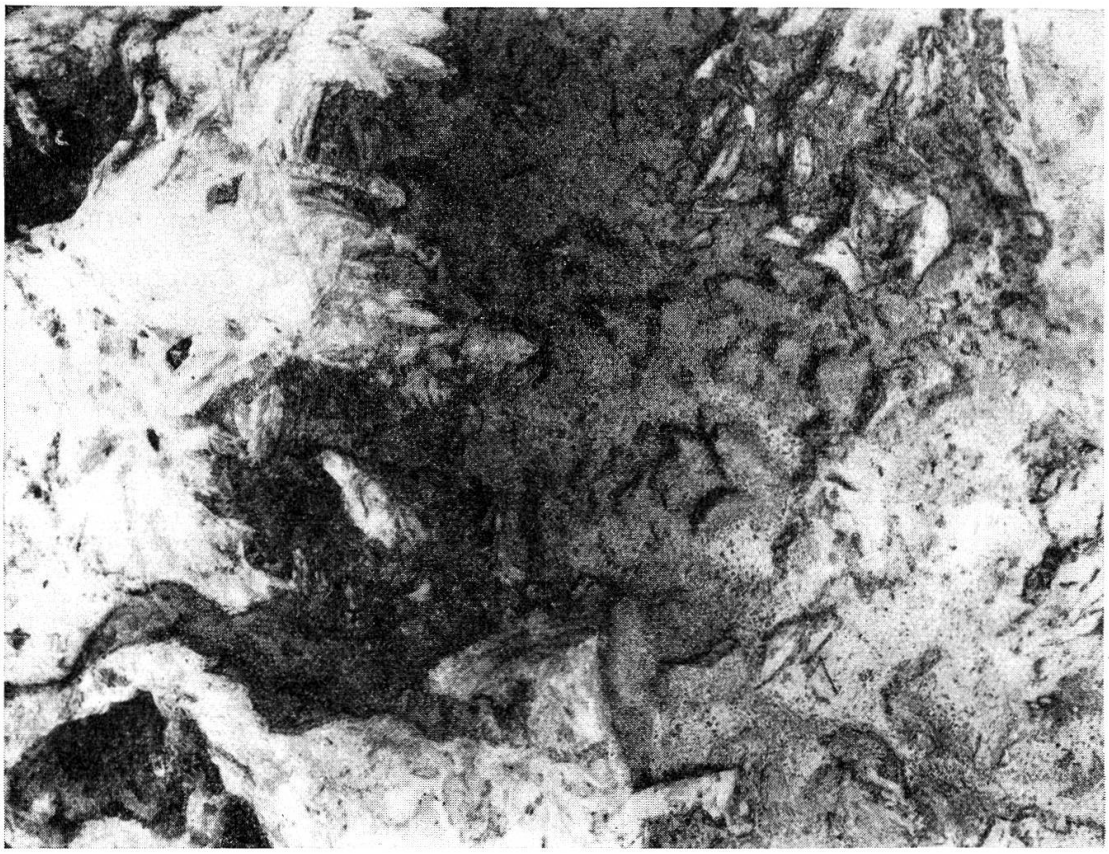


Abbildung 4. 1.3 : 1 (Handstück) Tiefe: 427.80 m
In einem Hohlraum im Granit Krustenbildung von Baryt (weiss) und Markasit (grau, äusserst kleine Kügelchen). In den kleinen Hohlräumen links an den Ecken sind die weissen Teile durch Opalkriställchen gebildet.

Ein Vergleich mit der Dünnschliffsammlung von Schwarzwaldgesteinen des min.-petr. Instituts der Universität Basel zeigte, dass der Granit von Wintersingen dem Aplitgranit von Säckingen am ähnlichsten ist, welcher eine Randfazies des Albtal-Schluchsee-Granites darstellt.

Der Albtal- und der Wintersinger-Granit haben viele gemeinsame Eigenschaften: Die Perthitentmischung ist sehr verbreitet. Die Plagioklase sind Albite bis Oligoklase. Der Quarz zeigt in der Regel undulöse Auslöschung und oft eine Mörtelstruktur. Zonare Plagioklase sind nicht vorhanden. Turmalin, Biotit und Muskovit kommen vor, Hornblende dagegen nicht.

Die an der Südwestecke des Schwarzwaldes bei Kandern vorkommenden Granite, welche z. T. der älteren und z. T. der jüngeren schwarzwäldischen Intrusion angehören, zeigen nicht genau die gleichen Eigenschaften wie der Granit von Wintersingen.

Eine Gegenüberstellung der älteren und der jüngeren schwarzwäldischen Intrusionsserien und ein Vergleich mit dem Granit von Wintersingen zeigt folgende wichtigste Eigenheiten (für die schwarzwäldischen Granite nach den Angaben von SCHRÖDER 1929 und HÖNES 1940):

Tabelle 2 **Vergleich der schwarzwäldischen Granite.**

	Ältere Granite	Granit von Wintersingen	Jüngere Granite
Druckerscheinungen	+	+	—
Zonare Plagioklase	—	—	+
Turmalin	—	+	+
Alter nach HÖNES	Wende Devon/Karbon	?	Unteres Karbon
Alter nach SCHRÖDER	vorkulmisch	?	unterstes Oberkarbon (im Anschluss an die sudetische Phase)

Erwähnen wir schliesslich noch, dass sich die Druckerscheinungen in den älteren Graniten entweder in linearer Paralleltextur (Klemmbacher Granit) oder in leichter Fluidaltextur, dagegen im Wintersinger Granit in undulöser Auslöschung und Mörtelstruktur des Quarzes äussern, während die jüngeren Granite überhaupt undeformiert sind, so erkennen wir, dass dem Wintersinger Granit eine Mittelstellung zukommt. Die Zeit seiner Intrusion dürfte somit ins Unterkarbon fallen.

Nach HÖNES (1940) erhält auch der Albtalgranit, welcher mit dem Wintersinger Granit — wie schon erwähnt — viele gemeinsame Eigenschaften hat, „mit seinem normalgranitischen Chemismus und seiner geologischen Erscheinungsform eine Art Übergangsstellung zwischen der älteren und jüngeren Eruptivserie."

Wir erkennen demnach, dass die schwarzwäldischen Äquivalente des Wintersinger Granits nicht in nördlicher Richtung im Blauengebiet, sondern in nordöstlicher Richtung, bei Säckingen, im Albtal und am Schluchsee zu suchen sind. Die einzelnen Varietäten dieses Albtalgranits s. l. haben folgende spezifischen Gewichte:

Albtalgranit (Hauptgestein)	Schöpfebachgranit (Randfazies)	Säckinger Granit (Randfazies, Aplitgranit)	Wintersinger Granit (Probe: 439.75)
2.69	2.66	2.62	2.60

2. Verwitterter Granit.

Der Dünnschliff einer aus dem unteren Teil der Schicht 2 stammenden Probe zeigt ein ähnliches Bild wie die unverwitterten Leucogranite. Die Feldspäte sind jedoch stark getrübt, manchmal sogar vererzt.

Höher sind dann die Feldspäte stark kaolinisiert, so dass sie durch den Schleifprozess zum grössten Teil weggetragen werden.

E. Petrographie des Rotliegenden.

1. Die bituminösen Gesteine.

a) Vorkommen von Bitumen im Rotliegenden von Wintersingen.

Bitumen findet sich nur in der unteren und mittleren Abteilung des Unterrotliegenden. In der unteren Abteilung ist es nur spurenweise vorhanden und zeigt sich oft als dunkelbraune Färbung bei zersetzten Feldspäten. Die mittlere Abteilung führt dagegen eigentliche bituminöse Tone; Bitumen kommt aber auch in den gröberen klastischen Sedimenten vor, wobei es vorzugsweise als Pigmentierung von Aragonit auftritt.

In 391 m Tiefe findet sich eine von Herrn Prof. VONDERSCHMIDT (persönliche Mitteilung) als Gagat bestimmte 0.8 cm mächtige Lage glänzender Kohle mit einem Netz dünner Calcitäderchen.

b) Nomenklatorische Fragen.

Diejenigen Gesteine des Wintersinger Unterrotliegenden, welche verhältnismässig reich an Bitumen sind, könnten nach dem üblichen Sprachgebrauch als „Ölschiefer“ oder als „bituminöse Schiefer“ bezeichnet werden. Der Term „Ölschiefer“ ist jedoch doppelt falsch, worauf besonders KREJCI-GRAF (1935) hingewiesen hat. Erstens haben die Gesteine keine Sekundärtextur (Schieferung), sondern Primärtextur (Feinschichtung); zweitens haben sie kein Öl, sondern adsorbiertes Gesteinsbitumen (Polybitumen) (Vgl. KREJCI-GRAF). Nach KREJCI-GRAFS Nomenklatur müssten sie als Kohlensapropelite bezeichnet werden, welche nach seinen Definitionen in terrestrischen Serien auftreten, einen Fossilgehalt terrestrischer oder limmnischer Herkunft besitzen, Mikrokriställchen von Siderit führen, eine mineralische Grundmasse haben und niemals genetisch mit Erdöllagerstätten verbunden sind. Wir haben uns darauf beschränkt, diese Gesteine je nach ihrem Kalkgehalt rein beschreibend als bituminöse Tone oder bituminöse Mergel zu bezeichnen.

c) Die Untersuchungsmethoden für die bituminösen Tone und Mergel.

Die Kalkbestimmung erfolgte nach der von SCHMASSMANN (1945) angegebenen Methode.

Der Wassergehalt wurde an feinzerkleinerten 5,000 g-Proben während 3 Stunden Trocknen bei 105—110° bestimmt.

Die Bestimmung des Aschengehaltes erfolgte an bei 105—110° getrockneten 1,500 g-Proben durch Glühen nach Befeuchtung mit Alkohol während 2 Stunden. Der Rückstand wurde jeweils unter dem Mikroskop untersucht.

Bei der Bestimmung der flüchtigen Bestandteile wurde die bei BILTZ (1937, S. 286) beschriebene Methode angewendet. In Anbetracht des sehr hohen Aschengehaltes wurde auf genauere Untersuchungen durch Destillation und Extraktion verzichtet.

Die Werte für die kohlige Substanz wurden durch Differenz erhalten. Dabei wurde die beim Glühen entweichende CO_2-Menge des Kalkes auch in Rechenschaft gezogen.

d) Der Chemismus der bituminösen Tone und Mergel.

Die Ergebnisse der von BAYRAMGIL ausgeführten Analysen, welche vor allem eine quantitative Bestimmung der flüchtigen Bestandteile und der kohligen Substanz zur Aufgabe hatten, sind in Tabelle 3 zusammengestellt:

Tabelle 3 **Chemismus der bituminösen Gesteine und die Beschaffenheit ihrer Asche.**

Tiefe m	396.00	391.85	391.25	390.20	387.80	387.00	361.70	359.20
Wassergehalt	3.6	3.0	2.6	3.0	2.2	3.4	2.0	1.0
Kalkgehalt	5.5	3.0	9.0	6.0	40.8	3.0	10.0	9.5
Wasserfreie Probe: Aschengehalt	91.48	88.91	89.65	89.69	79.13	86.68	87.96	83.55
Flüchtige Bestandteile	4.50	5.27	4.00	3.51	2.61	5.25	4.61	4.25
Kohlige Substanz	1.60	4.50	2.99	4.16	0.33	3.75	3.03	8.02
Kalk-CO_2	2.42	1.32	3.96	2.64	17.93	1.32	4.40	4.18
Spez. Gewicht				2.29			2.49	
Die Körnerpräparate der Aschen zeigen zur Hauptsache tonige Aggregate und ausserdem folgende Nebengemengteile (++ = viel, + = vorhanden, ± = selten, — = nicht beobachtet):								
Erz	+	+	+	+	—	+	+	—
Quarz	—	+	+	+	±	+	+	±
Hämatit (im ungeglühten Gestein wohl Siderit!)	—	—	+	—	—	+	+	++

Quantitative Analysen der Asche wurden 1941 durch das Tonwerk Lausen A.G. ausgeführt. Die Mitteilung ihrer Resultate verdanken wir dem inzwischen verstorbenen Herrn Direktor Ed. Berger. Sie betreffen je eine Probe eines bituminösen Tones (391.90 m) und eines feingeschichteten Tones, wie er im Hangenden des ersteren angetroffen wurde. (386.50 m) (s. Tabelle 4).

Tabelle 4 **Aschen-Analysen von Unterrotliegend-Tonen.**

Tiefe m	391.90 m		386.50 m	
	Ungeglühte Analyse	Geglühte Analyse	Ungeglühte Analyse	Geglühte Analyse
SiO_2	55.10	61.94	55.00	60.01
Al_2O_3	25.60	28.79	32.00	34.92
Fe_2O_3	3.00	3.37	2.60	2.85
CaO	1.60	1.80	0.80	0.88
MgO	3.65	4.10	1.25	1.34
Glühverlust	10.70	—	8.00	—
	99.65	100.00	99.65	100.00

Ein Vergleich der Analyse einer Probe aus 391.85 m von Bayramgil und der Analyse einer Probe des Tonwerkes Lausen aus 391.90 ergibt eine gute Übereinstimmung, so dass sich durch Verwertung beider Untersuchungsresultate eine vollständige Analyse des bituminösen Tones aus 391.90—391.85 m Tiefe zusammenstellen lässt (s. Tabelle 5).

Tabelle 5 **Vollständige Analyse eines bituminösen Tons.**

Analytiker	Tonwerk Lausen AG.		Bayramgil		Vollständige Analyse
Tiefe m	391.90		391.85		391.90—391.85
SiO_2	55.10				55.10
Al_2O_3	25.60				25.60
Fe_2O_3	3.00				3.00
CaO	1.60		(1.68)		1.60
MgO	3.65				3.65
Asche total		88.95		88.91	
Kalk-CO_2			1.32		1.32
Flüchtige Bestandteile			5.27		5.27
Kohlige Substanz			4.50		4.50
Glühverlust		10.70		11.09	
total		99.65		100.00	100.04

e) Genetische Fragen.

Wie bereits erwähnt, sind die bituminösen Tone und Mergel des Wintersinger Unterrotliegenden Kohlensapropelite im Sinne KREJCI-GRAFS (1935). Dafür spricht ihr limmnischer Fossilgehalt, das Vorkommen von Siderit (in den bituminösen Gesteinen vermutet, in den Nebengesteinen sicher nachgewiesen) und schliesslich die mineralische Grundmasse, welche die Abtrennung der Kohlensapropelite von den Bogheads gestattet.

Bei der Erklärung der Genese der unterrotliegenden bituminösen Gesteine können rezente Seeablagerungen zum Vergleich herangezogen werden. In der von THIENEMANN begründeten Seetypenlehre werden die Seen in solche mit nährstoffreichem Wasser (eutrophe Seen) und solche mit nährstoffarmem (oligotrophe Seen) unterschieden. Seen mit geringer Tiefe gehören im allgemeinen dem oligotrophen Typus an. Bei eutrophen subalpinen Seen ist das Tiefenwasser im Sommer sauerstoffarm. Tiefere Seen sind von Natur aus oligotroph und weisen während des ganzen Jahres sauerstoffreiches Tiefenwasser auf. Allerdings können oligotrophe Seen durch die Zufuhr organischer Abwasser aus den menschlichen Siedlungen eutrophen Charakter annehmen (W. SCHMASSMANN 1943). W. SCHMASSMANN (1943) konnte z. B. nachweisen, dass der von Natur aus oligotrophe Zuger See in der Tiefe einen weitgehenden Sauerstoffschwund aufweist, da vor allem die Oberfläche (Durchtrittsfläche für den Sauerstoff) zur gesamten Wassermasse verhältnismässig klein ist, nur eine geringe Durchspülung besteht und damit den See gegenüber der Abwasserzufuhr sehr empfindlich macht. In den Tropen sind auch tiefere Seen von Natur aus eutroph, worauf THIENEMANN (Sunda-Expedition) hinweisen konnte. Die durch das ganze Jahr hindurch herrschende hohe Wassertemperatur bringt eine überaus rasche Folge der Generationen mit sich, so dass die Gesamtmenge der im Jahr erzeugten organischen Substanz eine ganz gewaltige ist. Der Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers, der die Unterscheidung von oligotrophen und eutrophen Seen erlaubt, ist demnach der Ausdruck des gesamten Nährstoffumsatzes eines Sees.

Im sauerstoffreichen „frischen" Wasser der oligotrophen Seen verwest die organische Substanz. Es entstehen mineralische Ablagerungen, welche einerseits aus schwebend zugeführten Teilchen (Sand, Ton) und andererseits aus Stoffen, welche infolge Übersättigung oder infolge der Lebenstätigkeit der Pflanzen ausgeschieden werden, und aus mineralischen Skeletteilen der Lebewesen bestehen (KREJCI-GRAF 1936). Unter

dem Einfluss des sauerstoffarmen Tiefenwassers bilden sich dagegen verschiedene Typen organischer Ablagerungen. In Seen oligotrophen bis eutrophen Charakters ist vor allem die Gyttja wichtig. Ihre Oberfläche wird noch unter Sauerstoffeinfluss zersetzt, erst tiefere Schichten sind dagegen geschützt. Dadurch ergibt sich eine Gliederung des Seebodenprofils in einen hellfarbigen oberen Teil und einen schwarzen unteren Teil. Kennzeichnend für Gyttjen ist die Erhaltung widerstandsfähiger Stoffe mit Erhaltung ihrer Gewebestruktur. Besonders Skeletteile, die aus Chitin oder Horn zusammen mit Kalk gebildet sind, finden wir nach Krejci-Graf (1936) in den Gyttjen recht häufig erhalten, z. B. die hornig-kalkigen Fischschuppen. In dieser Verflechtung von Kalk mit Horn oder Chitin übernimmt der Kalk den Zersetzungsschutz in der oberflächennahen, sauerstoffhaltigen Zone; in der Tiefenzone werden dann die widerstandsfähigen organischen Gerüststoffe nicht mehr angegriffen und schützen nun ihrerseits den Kalk vor Auflösung durch organische Säuren.

Während die Grenze Sauerstofführung/Sauerstofffreiheit bei den Gyttjen innerhalb der Ablagerung liegt, befindet sie sich im echt eutrophen See im freien Wasser, was zu einer sich unter sauerstofflosem Wasser bildenden Ablagerung führt, welche als Sapropel (im Sinne der ursprünglichen Definition von Lauterborn) oder Faulschlamm bezeichnet wird. Sapropel ist nach Krejci-Graf (1936) eine organische Ablagerung, die nur reduziert und nur bakteriell umgeformt wird, während bei der Gyttia auch Oxydation und koprogene Umformung eine Rolle spielen. In den Sapropelen bleiben ausser organischen Gerüststoffen auch leicht zersetzliche organische Stoffe, wie Eiweisse und Kohlehydrate erhalten; es ist aber eine Zerstörung der Form zu beobachten. In den Gyttjen reichern sich vor allem die Elemente Phosphor und Brom, und in den Sapropelen Stickstoff, Kupfer, Nickel, Vanadium und Molybdän an (Krejci-Graf 1936).

Ein Vergleich der unterrotliegenden Sedimente mit rezenten Ablagerungen zeigt, dass die meisten subaquatisch in Gewässern mit vorwiegend eutrophem Charakter entstanden sein dürften.

In der unteren Abteilung des Unterrotliegenden des Bohrkerns von Wintersingen treffen wir neben grobklastischen Ablagerungen dunkelgraue Tone, welche mit Gyttjen verglichen werden können. Sie zeigen die für Gyttjen kennzeichnende gute Erhaltung von Skeletteilen, welche aus Chitin oder Horn und Kalk gebildet sein dürften, wie die Schuppen der Ganoidfische und die Schalen von Estherien. In den grobkörnigeren Sedimenten treffen wir Spuren von Bitumen, oft als dunkel-

braune Färbung der Feldspäte, also eines organischen Stoffes, dessen Erhaltung nur im eutrophen Milieu erklärt werden kann.

Die mittlere Abteilung des Unterrotliegenden führt neben diesen Gesteinen auch eigentliche bituminöse Tone, denen der Form nach erhaltene organische Gerüststoffe fehlen. Dafür sind die organischen Stoffe in vermehrtem Masse der Substanz nach erhalten. Es handelt sich also eher um Gesteine, welche mit den rezenten Sapropelen verglichen werden können. Es sind jedoch auch gewisse Anzeichen vorhanden, welche auf die Ablagerungsbedingungen von Gyttjen hinweisen, so die Anreicherung von Phosphor in einem von Erni (1940) beschriebenen Koprolith. Auch das Fehlen einer Anreicherung von Vanadium, worauf weiter unten zurückzukommen sein wird, könnte in diesem Sinne gedeutet werden. Vor allem muss in diesem Zusammenhang aber die von den Schichten 15 und 16 gebildete Schichtgruppe besprochen werden, wo ein hellfarbiger Ton über einem dunkelfarbigen und bituminösen Gestein von sonst ähnlicher petrographischer Beschaffenheit folgt. Vielleicht gibt die Grenze zwischen den beiden Gesteinen die Untergrenze des Sauerstoffeinflusses im ehemaligen limmnischen Unterwasserboden an, wie sie bei rezenten Gyttjen beobachtet werden kann.

In der oberen Abteilung des Unterrotliegenden finden wir keine bituminösen Sedimente vor. Das Auftreten von Siderit, welcher auch schon in der mittleren Abteilung mit den bituminösen Gesteinen vergesellschaftet vorkommt, zeigt jedoch, dass immer noch eutrophe limmnische Sedimentationsbedingungen vorlagen. Zwar ist Siderit unseres Wissens bis heute in rezenten Sedimenten eutropher Seen nicht festgestellt worden; doch muss darauf hingewiesen werden, dass nur aus der gemässigten Klimazone Untersuchungen rezenter limmnischer Sedimente vorliegen. Jedenfalls kann Siderit nur unter sauerstoffreien Bedingungen gebildet werden, so dass limmnisch-eutrophe Ablagerungsbedingungen anzunehmen sind.

Über die Tiefe des unterrotliegenden Süsswasserbeckens kann nichts ausgesagt werden, da — wie wir bereits ausgeführt haben — in tropischen Gebieten auch sehr tiefe Seen eutrophen Charakter haben.

f) Klimatische Fragen.

Besondere Erwähnung verdienen unter den Gesteinen der mittleren Abteilung des Unterrotliegenden die Tone und Mergel mit Feinschichtung. Sie zeigen eine auffallende Ähnlichkeit mit der Jahresschichtung, wie sie von verschiedenen rezenten Seen bekannt geworden ist (vgl. Zusammenstellung bei Wasmund 1930).

Diese Jahresschichtung ist meist darauf zurückzuführen, dass die pflanzliche Produktion auf den Sommer beschränkt ist und der organische Detritus deshalb im Herbst und Winter niederfällt. Wir haben eine vorwiegend terrigene Zufuhr im Frühjahr und Sommer und eine vorwiegend organische Sedimentation im Herbst. Aus der Schweiz sind diese feinen Sedimentationsrhythmen vor allem durch die Forschungen von NIPKOW im sekundär (Abwasser!) eutrophierten Zürichsee bekannt geworden. Die hellen Schichten sind dort das Produkt der biogenen Entkalkung, während die dunklen organogenen Schichten das in Zersetzung übergegangene Herbst- und Winterplankton darstellen (MINDER 1938, 1943).

Beim Vergleich dieser rezenten Sedimente, welche alle in der gemässigten Klimazone entstanden sind, mit den unterrotliegenden Ablagerungen, müssen wir allerdings beachten, dass die letzteren unter anderen klimatischen Verhältnissen entstanden sein dürften. Dafür spricht vor allem der allgemeine Klimacharakter des jüngeren Paläozoikums und der Trias.

Für die Karbonzeit muss für Mitteleuropa ein der heutigen aequatorialen Regenzone entsprechendes Klima angenommen werden (KÖPPEN-WEGENER 1924). Wie aus den Salzablagerungen zu schliessen ist, war dasselbe Gebiet im obersten Perm, in die Zone trockener Klimate gerückt. Diese beiden Klimate haben keine bedeutenden jahreszeitlichen Schwankungen. Zwischen den beiden Klimazonen liegt aber nach der KÖPPENschen Klimaklassifikation ein Gebiet mit jährlich wiederkehrenden Trocken- und Regenzeiten, die Zone der periodisch trockenen Savannenklimate. Diesem Klima dürften die einen jahreszeitlichen Rhythmus aufweisenden Unterrotliegend-Sedimente am ehesten entsprechen, indem während der trockenen Jahreszeit organische Sedimentation vorwaltete, während der Regenzeiten dagegen der terrigene Einfluss bei der Sedimentbildung an Bedeutung gewann.

Wir haben demnach folgende Entwicklung der klimatischen Verhältnisse während des jüngeren Paläozoikums anzunehmen:

Tabelle 6 **Klimaverhältnisse des jüngeren Paläozoikums.**

Stratigraphische Gliederung	Klimazone nach KÖPPEN	Hydrologische Verhältnisse	Charakteristische klimatische Merkmale der Sedimente
Buntsandstein	Trockene Klimate	semiard bis vollarid	fluviatil
Thuringien (Zechstein, vermutlich dem Oberrotliegenden der Nordschweiz p.p. äquivalent)	Trockene Klimate (Wüsten- und Steppenklimate)	vollard bis semiarid	semiaride: wie Saxonien; vollaride: Zechstein (marin), Gips von Rheinfelden (terrestrisch)
Saxonien (Oberrotliegendes ohne Zechsteinäquivalente der Nordschweiz und Süddeutschlands)	Steppenklimate	semiarid Niederschlag = oder < Verdunstung. Einzelne heftige Regengüsse	Krustenbildungen, tonige Verwitterung. Fanglomerate (terrestrisch)
Autunien (Unterrotliegendes)	Periodisch trockene Savannenklimate (ev. + Steppenklimate)	semihumid (jahreszeitlicher Wechsel zwischen humidem und semiaridem Klima)	Jahresschichtung (limnisch)
Ober-Karbon	Feuchtheisse Urwaldklimate	vollhumid Niederschlag > Verdunstung	Kohlen (limnisch)

In dieser sich während des Perms vollziehenden Entwicklung von vollhumidem zu aridem Klima haben wir allerdings verschiedene Schwankungen festzustellen, indem z. B. innerhalb des Unterrotliegenden feuchte Epochen mit trockeneren Epochen wechseln. Bei vorstehender Klimazuordnung handelt es sich demnach um eine ganz allgemeine Charakterisierung, wie sie z. B. im Känozoikum der Begriff „Eiszeitalter" gibt. Die einzelnen trockeneren und feuchteren Epochen des Perms sind dagegen eher mit den einzelnen Eiszeiten zu vergleichen, wenn auch die ersteren vermutlich längere Zeiträume umfassen dürften.

g) Praktische Fragen.

Wenn wir die chemischen Untersuchungsdaten der bituminösen Sedimente von Wintersingen mit denjenigen des einzigen schweizerischen Vorkommen bituminöser Gesteine von einiger Bedeutung am Monte S. Giorgio südlich des Luganersees vergleichen, kommt die Armut des

ersteren an wirtschaftlich wichtigen Gemengteilen offensichtlich zum Ausdruck: Die Analysen (umgerechnet auf wasserfreies Sediment) von bitumenreichen Lagen ergaben (S. Giorgio nach De Quervain und Gschwind 1934):

Tabelle 7 **Chemismus bituminöser Gesteine der Schweiz.**

	Wintersingen 391.85 m	Monte S. Giorgio
Aschengehalt (+ Carbonat-CO_2)	90.2	48.5
Flüchtige Bestandteile	5.3	21.5
Kohlige Substanz	4.5	30

Wenn man ferner die grosse Tiefe des Vorkommens in Wintersingen in Betracht zieht, ist von vornherein jegliche praktische Bedeutung dieser Vorkommen ausgeschlossen.

Vom praktischen Standpunkt aus verdient das Vorkommen von Bitumen neben den allgemeinen stratigraphischen Ergebnissen der Bohrung trotzdem ein gewisses Interesse. Die limmnischen (kontinentalen) bituminösen Tone (Kohlensapropelite) finden sich meist in Serien, welche auch Kohlen führen, worauf besonders Krejci-Graf (1935) hingewiesen hat. Es besteht also eine gewisse Möglichkeit, dass das Unterrotliegende wie in anderen Gebieten auch in der Nordschweiz an einzelnen Orten neben oder statt der bituminösen Sedimente Steinkohle führt.

Die Frage, ob das Vorkommen bituminöser Gesteine zu einer gewissen Hoffnung für das Vorkommen von Erdöl, d. h. flüchtigen Kohlenwasserstoffen, berechtige, muss verneint werden. Die organische Substanz limmnischer Ablagerungen entwickelte sich nicht in der Richtung flüchtiger Kohlenwasserstoffe, sondern in Richtung der Kohlenreihe, wie dies auch in Wintersingen der Fall ist. Zwischen den limmnischen Sapropeliten und anderen fossilen Seeablagerungen einerseits und den Erdöllagerstätten anderseits bestehen nach Krejci-Graf (1935) keine gesetzmässigen Zusammenhänge.

Als Muttergesteine der Erdöle sind marine Sapropelgesteine anzunehmen (Krejci-Graf 1935).

2. Die Kalke und die Gesteine der Kalk-Ton-Reihe.

a) Methodisches.

Die Kalkbestimmung der Gesteine erfolgte nach der Methode, die H. Schmassmann (1945) beschrieben hat. Bei den Bestimmungen an den rotliegenden Sedimenten ist dazu zu bemerken, dass bei einzelnen Gesteinen Beimengungen von Dolomit vorhanden sein können, so dass die angegebenen Werte gegenüber den wirklichen Werten etwas abweichen.

b) Die Kalk-Ton-Mischreihe.

Der Benennung der Gesteine der Kalk-Ton-Mischreihe liegt die Klassifikation von H. SCHMASSMANN (1945) zu Grunde. Im Gegensatz zu den von H. SCHMASSMANN untersuchten Kalk-Ton-Gesteinen des mittleren Doggers, welche mannigfache und oft quantitativ bedeutende Beimengungen anderer Stoffe zeigen, kann bei den rotliegenden Gesteinen in den meisten Fällen der Kalkgehalt bzw. der Tongehalt allein als Masstab des dieser Klassifikation zu Grunde gelegten Verhältnisses zwischen Kalziumkarbonat und Ton gelten. Wir haben deshalb bei der vorliegenden Arbeit den Gesteinsbenennungen folgende Nomenklatur zu Grunde gelegt.

Tabelle 8 **Quantitative Klassifikation der Kalk-Ton-Reihe.**

	Kalkgehalt in %	Ungefähres Verhältnis Kalk : Ton nach H. SCHMASSMANN (1945)
Kalk	90—100	bis 9 : 1
mergeliger Kalk	70— 90	bis 7 : 3
kalkige Mergel	50— 70	bis 1 : 1
Mergel	20— 50	bis 1 : 4
mergeliger Ton	10— 20	bis 1 : 9
Ton	0— 10	

c) Die Kalke.

Der höchste festgestellte Kalkgehalt bei den Bestimmungen an den rotliegenden Gesteinen von Wintersingen beträgt 87 %. Gesteine, welche nach obiger Klassifikation als „Kalke" zu bezeichnen wären, fehlen demnach in der ganzen Schichtfolge. Die „mergeligen Kalke", auf die hier noch näher eingegangen werden soll, gehören mit einer Ausnahme der Basis des Oberrotliegenden an. Das einzige Kalkbänkchen, welches ausserhalb dieser kalkreichen stratigraphischen Einheit angetroffen wurde, schliesst die Gruppe B der mittleren Abteilung des Unterrotliegenden gegen oben ab.

Genetisch sind wohl zwei Arten der Kalkbildung zu unterscheiden, die Süsswasserkalke und die ariden Oberflächenkalke. Um diese beiden genetischen Gruppen auseinanderhalten zu können, wurden die Kalke aus den verschiedenen Niveaus im Dünnschliff untersucht. Bei der Dünnschliffbeschreibung wurden die Korngrössenbezeichnungen für die einzelnen Calcitkristalle und Kristalloide so angewandt, wie sie von H. SCHMASSMANN (1945) verstanden werden.

Im einzelnen konnten folgende wichtigsten Typen unterschieden werden:

1. 367.05 m, Unterrotliegendes, mittlere Abteilung, Gruppe B, Kalkgehalt 76.0 %, kryptokristalliner bis peltiomorpher Kalkstein mit spärlichen neugebildeten Quarzkörnchen und etwas Pyrit. Der Pyrit-Gehalt dieses Gesteins, wie auch der fazielle Charakter des Liegenden und des Hangenden (Siderit, Bitumen) zeigen, dass es unter wässerigen Bedingungen abgelagert sein dürfte. Wir haben es demnach vermutlich mit einem Süsswasserkalk zu tun.
2. 320.00 m, Oberrotliegendes, untere Abteilung, Gruppe A, Kalkgehalt 78.5 %, dichter Kalkstein mit zahlreichen Ostracodenschalen. Nach dem Fossilinhalt (Ostracoden) handelt es sich hier um einen subaquatisch entstandenen Kalk. — Ein ähnliches Dünnschliffbild zeigte ein kalkiger Mergel aus 309.80 m.
3. 308.35 m, Oberrotliegendes, untere Abteilung, Gruppe A, Kalkgehalt 87.0 %, dichter bis peltiomorpher Kalkstein mit viel Karneol. — Hier handelt es sich sehr wahrscheinlich um eine Krustenbildung, deren Entstehung noch näher besprochen werden soll. Dazu dürfte auch der krypto- bis mikrokristalline Kalkstein aus Tiefe 305.15 m gehören.

d) Die ariden Oberflächenkalke.

Krustenbildungen entstehen in mehr oder weniger ausgeprägten ariden Klimagebieten als Umwandlungsprodukte des Grundgesteins. Sie entstehen dadurch, dass das Wasser der Verwitterungslösungen kapillar im Boden aufsteigt und an der Erdoberfläche verdunstet. Dabei scheiden sich die gelösten Salze aus, und zwar diejenigen zuerst, die am schwersten löslich sind, wie das Kalziumkarbonat (Correns 1939). Solche Krusten enthalten wie im vorliegenden Fall meist auch eingeschlossenen Sand und Ton und mitausgeschiedene Kieselsäure. Die Zusammensetzung ihres Karbonanteils schwankt nach Gevers (zit. Correns 1939) von fast reinem $CaCO_3$ bis zu der des Dolomits. Auf solche Weise bilden sich unter besonderen Bedingungen auch Eisen-, Gips- und Salzkrusten.

Das von Lang (zit. Blanck 1930) für das aride Gebiet aufgestellte Tiefenzonenprofil gliedert sich zuoberst in die Zementationszone (Krustenbildungen), dann folgt die Detritationszone, die den durch mechanische Zerkleinerung und Zermürbung und durch chemische Verwitterung und Auslaugung umgewandelten Anteil darstellt, unter

welchem sich die Oxydationszone einstellt, welche durch unzermürbte oxydierte Gesteinsmassen gekennzeichnet ist. Unter der Oxydationszone folgt das bergfrische Gestein. Nach den Untersuchungen von PASSARGE (zit. BLANCK 1930) verwandeln sich die harten Kalkkrusten nach der Tiefe zu in weichen Kalkmergel, „der oft lediglich ein vom Kalk imprägnierter ursprünglicher Erdboden ist.“ Über den Krusten fand PASSARGE eine hand- bis fusshohe Erdschicht. Er deutet die Entstehung dieser Erdschicht mit der Annahme, dass der in den obersten Lagen auskristallisierende Kalk die Fähigkeit besitze, die fremden sandig-erdigen Massen nach oben hin auszustossen und relativ reinen Kalk zu bilden. Unter diesen Gesichtspunkten lassen sich im oberen Teil von „Oberrotliegendes, untere Abteilung, Gruppe A“ mindestens zwei fossilie Bodenprofile unterscheiden, nämlich:

Tabelle 9 **Fossile Böden im Oberrotliegenden.**

Bodenzone	Schicht	Mächtigkeit in m	Bezeichnung
Erdschicht (PASSARGE)	63	0.25	grauer Ton
Zementationszone (LANG)	62	0.50	grauer mergeliger Kalk
Detritationszone (LANG)	61	0.70	rötlichbrauner Arkosesandstein
Oxydationszone (LANG)	60	0.75	braunroter Ton
Erdschicht (PASSARGE)	59	0.35	grauer Ton mit Karneol
Zementationszone (LANG)	58	1.30	grauer mergeliger Kalk mit Karneol
Detritationszone (LANG)	57	0.35	grauer Mergel
Oxydationszone (LANG)	56	0.30	rotbrauner Mergel
Gesteinsuntergrund = Süsswassersedimente mit Ostracoden			

3. Ueber den Eisen- und Vanadium-Gehalt.

a) Methodisches.

Für die Bestimmung des gesamten Eisens (Fe^{II} und Fe^{III}) wurde 1 g Substanz mit konz. HCl behandelt und auf dem Wasserbade etwa 1 Stunde erwärmt. Der Lösung wurden dann für die Umwandlung der Fe^{II} in Fe^{III} einige Tropfen H_2O_2 zugefügt. Nach Austreibung des überschüssigen H_2O_2 durch Auskochen wurde die Lösung in einer CO_2-Atmosphäre mit Titantrichlorid gegen KCNS als Indikator titriert.

Da Vanadium oft in bituminösen Gesteinen und eisenhaltigen Sedimenten vorkommt, wurde auch diesem Element unsere Aufmerksamkeit geschenkt. Die Unter-

suchungen ergaben jedoch, dass sowohl die bituminösen Tone (391.25—387.60 m) als auch ein verhältnismässig eisenreiches Gestein (229.80 m) Vanadium nur in Spuren enthalten. (Nachweis mit 8-Oxychinolin).

b) Über den Eisengehalt.

In den in einem eutrophen Süsswassersee entstandenen Sedimenten des Unterrotliegenden treten als neugebildete Eisenmineralien Siderit und Pyrit oder Markasit auf. Limonit ist nur sehr spärlich vorhanden. Der Beginn des Oberrotliegenden zeigt mit seinen Ostracodenkalken ein Anhalten der limmnischen Sedimentation, welche jedoch im Gegensatz zum Unterrotliegenden nicht mehr unter sauerstoffreien eutrophen Bedingungen stattfand. Unter dem Einfluss des Sauerstoffs bildete sich Limonit. Dass in diesem Süsswassersee des untersten Oberrotliegenden allerdings zeitweise auch eutrophe Bedingungen geherrscht haben mögen, zeigt das in einzelnen Schichten nachgewiesene Vorhandensein von zweiwertigem Eisen wie auch von bituminösen Pigmentierungen.

c) Die Färbung der Sedimente.

Es besteht kein Zweifel, dass die intensive Färbung der meisten Gesteine des Oberrotliegenden durch Eisenoxydhydrat hervorgerufen ist. Die physikalischen, photometrischen und chemischen Untersuchungen von Goguel (1928) führten zum Ergebnis, dass es sich bei den roten Tonen um eine Färbung durch 95—100% Oxyd-Kolloid handelt. Bei den andersfarbigen Tonen (grün und violett) ist die Färbung nach Goguel durch das Auftreten kolloider Mischsysteme verschiedenwertigen Eisens hervorgerufen.

Das Vorkommen von roten neben grünen Farbtönen in rotliegenden Gesteinen ist eine vielbeobachtete Erscheinung (s. Abb. 7). So schreibt Bitter (1938) bei der Beschreibung der Wahnweger Schichten (Unterrotliegendes) der Rheinpfalz: „Die rote Farbe der Sandsteine geht manchmal in eine grünliche Farbe über; ob es sich dabei um eine Reduktion des Eisenoxydhydrates oder um Auslaugung handelt, ist schwer festzustellen.“ Reinheimer (1935) kommt bei der Beschreibung der Wardener Schichten zum Schluss, dass die neben der vorwiegenden roten Farbe vorkommenden grünen und hellgrauen Farben sekundärer Entstehung sind. Er weist in diesem Zusammenhang auf Untersuchungen von Schreiter hin, der nachgewiesen hat, dass im sächsischen Rotliegenden die Entfärbung vielfach auf Reduktion des Eisenoxyds durch Vanadiumoxyd zurückzuführen ist.

Liegt nun bei den grünen Gesteinspartien des Oberrotliegenden unseres Rotliegenden Auslaugung oder Reduktion vor? Zur Abklärung dieser Frage haben wir an einigen Gesteinen, bei welchen sich rote und grüne Sedimente gerade begrenzen, sowohl an roten als auch an grünen Proben Eisenbestimmungen durchgeführt (s. Tabelle 10).

Tabelle 10 **Eisengehalte rotliegender Sedimente.**

Tiefe	124.75		205.10		256.95	257.05
Grüne Partie als:	Partien (Flecken)		Schichten		Schichten	
Farbe des Gesteins	rot	grün	rot	grün	rot	grün
Fe^{III}-Gehalt	2.94	—	5.00	—	2.22	—
Fe^{II}-Gehalt	0.78	2.05	0.79	1.13	0.78	1.62
Kalk-Gehalt	5.5	8.0	2.0	7.0	7.0	3.0

Aus diesen Untersuchungsergebnissen geht hervor, dass die roten Sedimente gegenüber den grünen durchwegs einen erhöhten Gesamteisengehalt aufweisen. Unsere Eisenbestimmungen schliessen demnach die Möglichkeit aus, die Entstehung der grünen Lagen und Partien lediglich durch die Annahme einer Reduktion des Eisens von ursprünglich roten Sedimenten erklären zu können. Dort wo die roten und die grünen Sedimente in Wechsellagerung und scharfer Begrenzung miteinander auftreten (z. B. 205.10 und 256.95/257.05, vgl. Abb. 7) ist die Verschiedenheit der Ausbildung sicher primär. Es ist möglich, dass die roten Sedimente den während ausgesprochener Trockenperioden in das Becken eingeschwemmten ariden Verwitterungsschutt der Randgebirge darstellen, während die grünen Gesteine unter Wasserbedeckung bei Vorhandensein reduzierender Bedingungen abgelagert wurden. Die Anreicherung des Eisens in den roten Gesteinen gegenüber den grünen wäre demnach vor allem auf die Verdunstung eisenführender Lösungen zurückzuführen. An der Bildung dieser Eisenanreicherungen können auch kapillar aufsteigende Verwitterungslösungen beteiligt sein, welche an der Erdoberfläche verdunsteten und sogenannte Krusteneisensteine bildeten. Der stark eisenhaltige Ton in der Tiefe 229.85—229.75 dürfte jedenfalls eine solche aride Krustenbildung darstellen.

Im Gegensatz zu den als Schichten auftretenden grünen Sedimenten sind die grünen Partien in einem sonst roten Gestein, welche in der Fläche als rundliche Flecken erscheinen, wohl als sekundäre Auslaugungs- und Reduktionszonen aufzufassen. Diese von solchen grünen Partien durchsetzten roten Tone, wie wir sie in der mittleren Abteilung

des Oberrotliegenden antreffen, werden von den deutschen Geologen als „Pfennigsteine“ bezeichnet.

4. Die klastischen Sedimente.

a) Der Mineralbestand.

α. Detritische Mineralien.

Im Bohrkern von Wintersingen können als Bestandteile der Breccien Konglomerate und Fanglomerate neben grossen Quarzen und Feldspäten auch Eruptivgesteinskomponenten, besonders Granite erkannt werden.

Der Quarz ist das weitaus wichtigste detritische Mineral der psammitischen Gesteine. Die Körner sind meist gerundet und nur gelegentlich eckig oder hypidiomorph. Undulöse Auslöschung und Mörtelstruktur ist häufig. Als Einschlüsse finden sich hauptsächlich Apatit und Erz. Gelaubte oder verzahnte Quarze sind für die Gruppe B der mittleren Abteilung des Unterrotliegenden typisch.

Die Plagioklase sind vielfach lamellar verzwillingt. Der Anorthitgehalt wurde bei einer Anzahl von Dünnschliffen bestimmt und zeigt folgende Werte:

Tabelle 11 **Anorthitgehalt der Plagioklase.**

Stratigraphische Stellung			Tiefe m	Anorthitgehalt %
	Abteilung	Gruppe		
Oberrotliegendes	untere	C	204.30	ca. 15
		B	233.05 254.25 256.45 277.60	5—10 ca. 20 8—10 ca. 25
		A	321.10	18—20
Unterrotliegendes	obere	B	337.25 340.60	ca. 10 ca. 10
		A	347.80 354.65	ca. 10 ca. 20
	mittlere	C	362.40	ca. 20

Die Alkalifeldspäte sind bedeutend häufiger als die Plagioklase. Alkalifeldspäte und Plagioklase sind in der Regel getrübt, sehr oft aber auch in andre Mineralien umgewandelt.

Der Biotit stellt nur in wenigen Schichten ein wesentliches Gemengteil dar. Er ist oft gebleicht, chloritisiert, limonitisiert oder vererzt. Manchmal zeigt er einen starken Pleochroismus:

Tiefe m	n α	n $\gamma = \beta$
235.80	fast schwarz	braungelb
328.00	braungelb	braunschwarz
418.00	farblos	grünlich braun

Muskovit konnte nur im Unterrotliegenden als vereinzelte, manchmal gebogene Lamellen beobachtet werden.

Vereinzelte Körner von Turmalin fanden sich in der mittleren und oberen Abteilung des Unterrotliegenden. In der oberen Abteilung des Unterrotliegenden findet er sich ausserdem in Form äusserst feiner Nadeln als Einschlüsse im Quarz. Der Pleochroismus einzelner Turmaline ist:

Tiefe m	n α	n γ
337.25	farblos	bräunlich gelb
347.80	hellgrün	grün
376.50	hellgelb	braun
394.55	blassgrün	bräunlich grün

Zirkonkörnchen konnten nur in Dünnschliffen aus 394.55 und 254.25 m beobachtet werden. Bei 347.80 m fand sich Zirkon als Einschlüsse in Feldspäten.

Zinkblende konnte einzig im Dünnschliff 358.00 m festgestellt werden; sie zeigt eine helle Farbe, ist also eisenarm.

Titanit findet sich in 380.75 m Tiefe in merklichen Mengen. In andern Niveaus konnte er nicht beobachtet werden.

β. Neubildungen.

Unter den Neubildungen, welche zur Hauptsache autochthone und allochthone Verwitterungsprodukte darstellen, sind vor allem Calcit und Tonmineralien in bedeutenden Mengen vorhanden. Ausserdem sind hierzu zu zählen: ein Teil des Quarzes, Serizit, Chlorit, Silikatgele, Siderit, Pyrit oder Markasit, Limonit und Aragonit.

Folgende Chloritvarietäten konnten näher bestimmt werden:

Tiefe m	Varietät	Pleochroismus		Interfereuzfarbe
		n α	n γ = n β	
277.60	Thuringit	farblos	bläulich grün	—
281.60	Delessit	grünlich gelb	grün	lavendelblau

Bemerkenswert ist das Vorkommen von Aragonit in einem paläozoischen Sediment (394.55, 392.50 und 365.50 m), da diese Modifikation des Calciumcarbonats sehr unbeständig ist und sich nach HEIDE (1929) nur in geologisch jungen Bildungen findet. Es scheint, dass bei den Vorkommen in der mittleren Abteilung des Unterrotliegenden von

Abbildung 5. 1.5 : 1 (Handstück) Tiefe: 317.15 m
Arkose mit meist kaolinitisierten, chloritisierten, sowie teilweise limonitisierten Feldspäten.

Wintersingen die starke Imprägnierung mit Bitumen die Umwandlung des Aragonits in Calcit verhindert hat.

Der Siderit erscheint im Schliff braungelb bis dunkelgrün und zeigt einen schwachen bis starken Pleochroismus. Er findet sich meist entlang der Korngrenzen von Quarz und Feldspat in Aggregaten, welche keine kristallographische Begrenzung zeigen. Oft ist deutlich zu sehen, dass er auf Kosten von Feldspat gebildet wurde. Selten ist er limonitisiert.

Die Verteilung der Neubildungen auf die einzelnen stratigraphischen Niveaus geht aus Tabelle 12 hervor.

b) Die Gesteine

Die Grösse der klastischen Komponenten variiert zwischen sehr feinem tonigen Material und Gesteinsbrocken von über 10 cm Durchmesser. Die Psephite, welche manchmal mehr den Charakter von Brec-

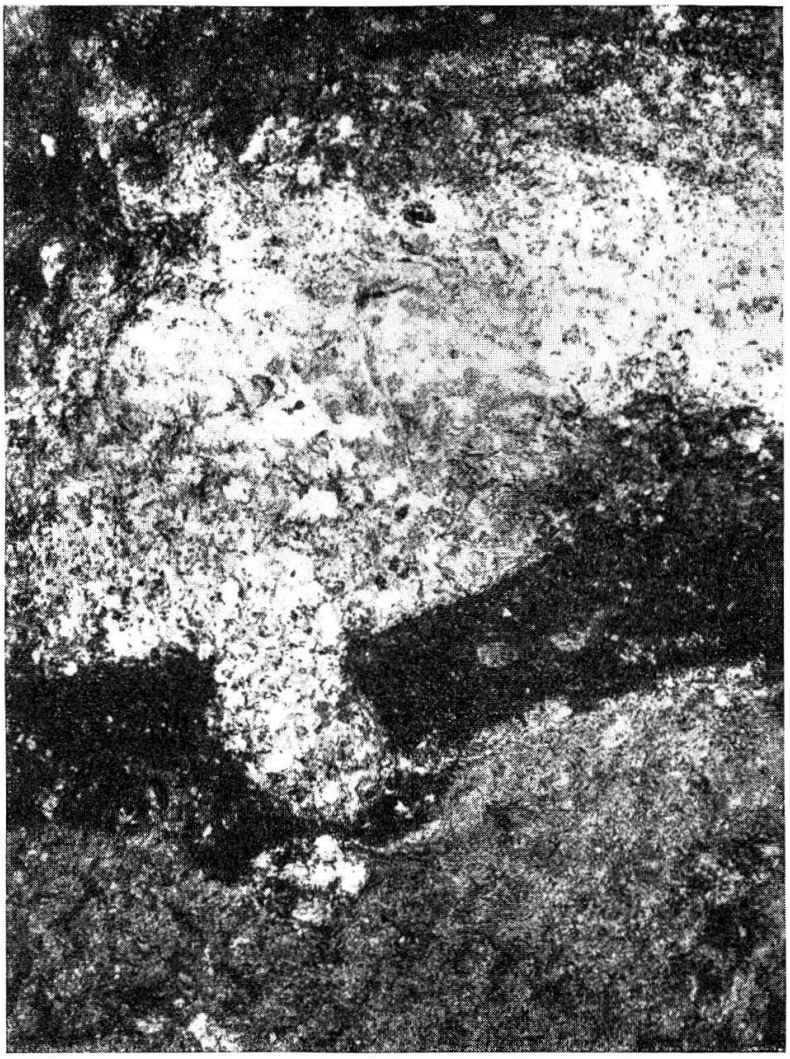


Abbildung 6. 1 : 3 (Handstück) Tiefe: 237.05 m
Unregelmässige Wechsellagerung von tonigem Sandstein (grau -unten-), limonitisierter feinkörniger Arkose (dunkelgrau) und Arkose (weiss).

cien, manchmal mehr den von Konglomeraten tragen, können allgemein als Fanglomerate bezeichnet werden. Eine Sortierung der Sedimente nach Korngrössen ist meist nicht oder nur unvollständig vorhanden. Die beobachtete unruhige wechselvolle Ablagerung ist ein Kennzeichen arider Schuttmassen. Es sind dabei allerdings Zeiten zu unterscheiden,

Tabelle 12 **Mineralogische Analysen der Dünnschliffe von vorwiegend psammitischen Sedimenten.**

+ = häufig × = selten

Stratigraphische Stellung			Tiefe in m	Gestein: A = Arkose S = Arkosesandstein	Besondere Merkmale der Quarzkörner			Besondere Merkmale der Feldspatkörner				Terrigene Nebengemengteile						Neubildungen									Bindemittel					Korngrösse der terrigenen Komponenten		Bemerkungen
Stufe	Abteilung	Gruppe			gelaubt oder verzahnt	undulöse Auslöschung	Mörtelstruktur	frisch	getrübt	zersetzt	neben Alkalifeldspäten auch Plagioklase	Biotit	Muskovit	Turmalin	Zirkon	Zinkblende	Titanit	Calcit	Siderit	Quarz	Tonmineralien	Sericit	Clorit	Silikatgele	Limonit	Pyrit oder Markasit	Erz	Calcit	Siderit	Quarz, kataklastisch oder neugebildet	Tonmineralien, Sericit	mittlere	maximale	
Oberrotliegendes	untere	C	204.30	A	.	+	+	.	+	.	+	×	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×	.	.	.	1		Meist direkte Kornbindung, Erz als Einschlüsse
			223.60	S	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+		1.5	
		B	233.05	S		+	+	.	+	+	+	×	.	.	×	.	.	×	.	.	+	+	.	.	.	.	×	.	.	.	.	0.5	3	meist direkte Kornbindung
			238.40	S	.	+	×	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	×	.	.	+	.	.	.	.	.	.	×	.	.	.	0.2	4	meist direkte Kornbindung
			243.30	S	.	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	×	+	.	+	.	.	.	.	.	×	.	.	.			
			247.70	S	.	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	×	+	.	+	.	.	.	.	.	×	.	.	.			
			254.25	S	.	+	+	.	+	+	+	×	.	.	×	.	.	+	×	+	.	+	.	.	.	.	.	×	.	.	.	0.8		meist direkte Kornbindung
			256.45	S	.	+	×	.	+	+	×	×	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	×	.	.	.	×	+	.	.	.		3	Alkalifeldspat selten
			274.70	S	.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	×	.	.	.	.	+	.	.	.			
			276.00	S	.	+	×	.	.	+	.	×	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.		2	Limonit als Bindemittel, Biotit chloritisiert
			277.60	S	.	+	+	.	+	+	+	×	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	×	+	.	.	.	0.7		Grundmasse etwa $^1/_6$, Biotit vererzt oder chloritisiert
			281.60	A	.	+	×	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	×	.	.	×	.	.	+	.	.	.	0.8		
		A	321.60	S	.	.	+	.	+	+	+	×	×	.	.	.	.	+	.	.	×	×	×	.	×	.	.	+	.	.	+		10	
			323.75	Ton	.	+	+	.	.	.	.	×	×	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	+		4	tonig-limonitische Grundmasse überwiegend
	obere	B	325.00	S	.	×	×	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+		4	Biotit gebleicht oder vererzt
			326.00	A	.	×	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	×	×	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
			328.00	A	+	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	×	.	.	.	.	+	.	0.4	3	Turmalin als Einschlüsse
			337.25	A	×	×	×	.	+	+	+	.	.	×	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	×	.	×	×			Sericitschüppchen im Feldspat, nur wenig Bindemittel
			340.60	S	.	+	×	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	×	+	+	.	.	.	×	×	.	+	.	.	.		4	Apatit als Einschlüsse
			340.85	A	.	.	.	+	.	.	+	+	×	.	.	.	.	.	.	.	.	.	×	.	.	.	.	.	.	.	+		1	deutliche Lagerstruktur
			341.05	S	.	.	.	.	+	+	+	.	×	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.		0.6	calcitische Grundmasse etwa 5mal mehr als Körner

Unterrotliegendes	obere	A	343.80	S	+	×	.	.	+	+	×	+	+	×	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	1.2		Turmalin und Apatit als Einschlüsse, neugebildeter Quarz chalcedonartig
			347.80	S	.	×	.	.	+	+	+	+	+	×	.	.	.	+	+	.	.	×	.	.	×	.	.	+	.	+	.	0.7		Zirkon, Apatit und Erz als Einschlüsse
			348.30	S	.	+	×	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	×	.	.	+	.	.	.		5	um die Körner meist feine Schicht von Limonit
			353.90	S	.	+	×	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	×	+	.	.	×	.	×	.	×	+	.	.	.			Apatit als Einschlüsse, neugebildeter Quarz chalcedonartig
			354.65	S	.	+	×	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	×	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			Apatit und Erz als Einschlüsse
			357.40	S	.	+	×	.	+	+	+	×	×	.	.	×	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.			
			358.00	S	.	+	×	.	+	+	+	×	×	.	.	×	.	×	+	.	+	+	.	.	.	.	.	×	+	.	.	0.7	3.5	
	mittlere	C	361.20	S	.	.	.	.	.	+	+	.	×	.	.	.	.	+	×	.	×	.	.	.	.	×	.	+	.	.	.	0.5		Bitumen in Spuren
			362.40	A	.	.	×	.	+	+	+	.	×	.	.	.	.	+	.	.	+	×	.	.	×	.	.	+	.	+	.		3.5	Apatit und Erz als Einschlüsse
			365.50	A	.	×	.	.	+	+	+	.	×	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	×	×	.	+	.		2	Muskovit-Lamelle ca. 20 mm, Aragonit, Bitumen
		B	370.00	A	+	×	×	.	+	+	+	×	×	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	×	+	.	+	+			
			372.00	A	+	×	×	.	+	+	+	×	×	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	×	+	.	+	+			
			376.50	S	+	×	×	.	+	+	+	.	.	×	.	.	.	+	×	+	+	.	.	.	.	.	.	×	×	.	.			Körner meist unter sich verkittet
			380.75	A	+	×	×	.	+	+	+	×	×	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	×	+	.	+	+	0.4	1.5	Erz in Schnürchen
		A	382.30	S	.	+	×	.	+	+	×	×	×	×	.	.	.	+	.	.	×	×	.	.	.	.	×	+	.	+	.	0.8		Quarz selten brecciös und durch Calcit verkittet
			392.50	A	.	+	+	.	+	+	×	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	×	×	+	.	+	.	1		Aragonit mit Bitumen
			394.55	S	.	+	.	.	+	+	.	.	+	×	×	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	0.25		deutliche Lagerstruktur Aragonit mit Bitumen
	untere	C	400.80	S	.	.	+	.	.	+	.	×	.	.	.	.	.	×	.	.	+	.	.	.	.	.	×	×	.	+	+		3.5	Erz in Schnürchen und Körnchen
			410.40	S	.	×	.	.	.	+	×	.	×	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	×	.	.	+	.	.	.	0.8		
		B	415.85	S	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.		3.5	Calcit ca. 15%, Bitumen
		A	417.80	S	.	+	+	.	+	+	.	×	×	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.			Pyrit als allotriomorphe Aggregate an Quarzkorngrenzen
			418.00	S	.	+	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	0.7		Biotit ca. 3%, Muskovit ca. 1%, Bitumen an Alkalifeldspäten, Apatit als Einschlüsse

Tabelle 13 **Bestimmung der Kalk- und Eisengehalte und Untersuchung von Körnerpräparaten vorwiegend psammitischer Gesteine.**

Stufe	Abteilung	Gruppe	Tiefe m	Gesteinsbezeichnung	Farbe	Kalkgehalt in %	Gesamteisengehalt in %	Präparat	Im Körnerpräparat festgestellte Mineralkomponenten								Bemerkungen
									Feldspat	Quarz	Limonit	Chlorit	Erz	Ton	Calcit	Biotit	
Oberrotliegendes	obere	—	14.00	zersetzte Arkose	rotbraun	12.5	0.76	K	+	*	+						Feldspat zersetzt
	untere	C	220.30	toniger Arkosesandstein	grau	1.5		K	+	+	+	*	+	*		*	chloritis. Biotit
			223.60	toniger Arkosesandstein	graubraun	3.5		D									
		B	230.95	zersetzte Arkose	grünlichgrau	0.0		K	+		*	+		+			Feldspat zersetzt
			231.55	zersetzte Arkose	grau	3.0		K	+		+	+		+			Feldspat zersetzt
			235.80	Arkosesandstein	grünlichgrau	5.0		D									
			238.60	zersetzte Arkose	rotbraun	6.0		K	+	*	+	+		+			Feldspat getrübt oder zersetzt
			240.10	zersetzte Arkose	grau	0.0		K	+	*		*	+				Feldspat zersetzt
			246.70	Arkosesandstein	grau	9.0											
			247.70	Arkosesandstein	grau	5.0		D									
			256.45	Arkosesandstein	grau	21.5		D									
			256.95	limonitisierte Arkose	rotbraun	7.0	3.00	K	+	*	+	*					
			262.70	zersetzte Arkose	rotbraun	25.0	3.35	K	+	*	+	*					mit Granitbrocken
			271.50	zersetzte Arkose	rotbraun	5.0	4.05										
			274.70	zersetzter Arkosesandstein	grau												
			276.00	zersetzter Arkosesandstein	rötlich	7.0	3.80	D									
			276.20	zersetzte Arkose	rotbraun	3.0	2.95	K	+	*	+	*					Feldspat zersetzt
			277.90	zersetzte Arkose	rotbraun	3.0	5.25	K	+	*	+	*					Feldspat zersetzt
			281.60	Arkose	rotbraun	25.0	3.44	D									
		A	321.60	Arkosesandstein	bräunlichgrau	31.0		D									
Unterrotliegendes	obere	B	325.00	Arkosesandstein	grünlichgrau	2.5		D									
			326.00	Arkose	grau	0.0		D									
			337.25	Arkose	rötlichgrau	2.5		D									
			340.85	Arkose	grau	0.0		D									
		A	347.80	Arkosesandstein	grau	0.0		D									

* = selten + = häufig K = Körnerpräparat D = Dünnschliff

in denen auf dem sedimentliefernden Festlande vorwiegend mechanische Verwitterung geherrscht hat und feuchtere Zeiten, in denen auch die chemische Verwitterung eine Rolle gespielt haben muss. Diese in der Ausbildung der Sedimente zum Ausdruck kommenden Klimaschwankungen können uns als Grundlage für die Gliederung der ganzen Schichtfolge dienen.

Bei den gröberen klastischen Sedimenten dürfte es sich im allgemeinen um einen durch plötzliche starke Niederschläge losgelösten und nur kurze Zeit transportierten Verwitterungsschutt handeln. Bei den pelitischen Gesteinen mag auch der Windtransport eine Rolle gespielt haben. Jedenfalls müssen wir entweder annehmen, dass die pelitischen Sedimente zu einer Zeit gebildet wurden, während der wenigstens in den Sediment liefernden Gebieten tonige Verwitterung stattfand, oder aber, dass diese Pelite Abschlämmassen von vulkanischen Tuffen darstellen.

Bei den psammitischen Sedimenten (s. Abb. 5 und 6) wurden Arkosen und Arkosesandsteine unterschieden. Beide stellen quarz- und feldspatführende Psammite dar. Arkosen nennen wir diese Gesteine, wenn ungefähr gleich viel oder mehr Feldspäte als Quarz vorliegen. Die Arkosesandsteine bestehen ebenfalls zur Hauptsache aus Quarz und Feldspat; bei ihnen überwiegt jedoch der Quarzanteil deutlich. Wir sahen uns zur Definierung dieser Begriffe veranlasst, weil unseres Wissens eine quantitative Gliederung der Feldspat-Quarz-Psammite fehlt.

Über die mineralogische Zusammensetzung, sowie über den Kalk- und Eisengehalt der psammitischen Sedimente orientieren die Tabellen 12 und 13.

Tabelle 14 enthält die an pelitischen Sedimenten ausgeführten Kalk- und Eisenbestimmungen und die Ergebnisse der Untersuchung von Körnerpräparaten. Ergänzend seien noch im Folgenden kurz drei Dünnschliffe beschrieben, welche aus Proben solcher Sedimente hergestellt wurden:

246.10 m: In einer Grundmasse von Ton, Limonit und opaken Körnchen vereinzelte Körner von Quarz und kalzitisierten oder limonitisierten Feldspäten (bis 1 mm Korngrösse).

229.25 m: Das Gestein besteht aus einem Gemisch von Ton mit Limonit, in dem Körnchen von Quarz (vereinzelt bis 2 mm), seltener auch solche von Feldspat zu beobachten sind.

124.75 m: Die rote Partie besteht aus Ton, der durch Limonit gefärbt ist, und winzigen Quarzkörnchen. Die grüne Partie ist durch Ton und etwas Quarz gebildet.

Die rotbraunen Tone würde man nach dem makroskopischen Aussehen oft (z. B. 306.50, 302.00, 289.20 m) als Sandstein oder Arkosesand-

stein bezeichnen, obwohl das Gestein nach den mikroskopischen Untersuchungen fast ausschliesslich aus Ton besteht und Quarz nur spärlich vorkommt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich der Ton durch

Abbildung 7. 1.5 : 1 (Handstück) Tiefe: 203.90 m
Wechsellagerung von rotem (dunkelgrau) und grünem (weiss) Ton. Unten ist der grüne Ton feldspat- und quarzreich.

Zersetzung der Feldspäte gebildet hat und die Feldspatskelette z. T. noch vorhanden sind und eine rauh anzufühlende Gesteinsoberfläche ergeben. Manchmal hält es allerdings schwer, zu entscheiden, ob die limonitisierten Feldspäte auch bereits in Ton umgewandelt sind. Eine scharfe Abgrenzung zwischen solchen durch Zersetzung der Feldspäte entstandenen Tonen und zersetzten Arkosen ist deshalb nicht möglich.

F. Die Fossilführung.

Die Fossilien der Bohrung von Wintersingen sind bereits durch A. Erni (1940) bearbeitet und publiziert worden. Wir können seinen Forschungsergebnissen ausser der Feststellung von Ostracoden in oberrotliegenden Kalken nichts Neues beifügen.

Wir geben deshalb lediglich eine zusammenfassende Fossilliste:

Tabelle 15 **Fossilliste.**

		Tiefe	Schicht	Stratigraphische Stellung
Crustacea	*Estheria tenella* (Jord.)	417.40	6	Unterrotliegendes, Unt. Abt. B
		416.80	6	
		396.60	11	Unterrotliegendes, Unt. Abt. C
	Ostracoden	320.00	45	Oberrotliegendes, Unt. Abt. A
		309.80	55	
Vertebrata	„*Amblypterus*“ sp.	416.50	6	Unterrotliegendes, Unt. Abt. B
		416.45	6	
		415.10	7	
		381.20	18	Unterrotliegendes, Mi. Abt. A
	Koprolith	387.05	15	Unterrotliegendes, Mi. Abt. A

Stratigraphisch sind vor allem die Ganoidfische, welche Erni zur Gattung *Amblypterus* gestellt hat, wichtig, weil sie erlauben, das Alter der betreffenden Schichten als Autunien (= Unterrotliegendes) zu bestimmen. Ferner kommt auch *Estheria tenella* (Jord.) andernorts in Autunien vor.

III. Die Stratigraphie des Rotliegenden des südlichen Schwarzwaldrandes im Vergleich mit den übrigen Rotliegendgebieten.

A. Das Unter-Rotliegende (Autunien).

1. Obergrenze des Unterrotliegenden.

Geinitz gliederte 1861 das Rotliegende in Unter- und Oberrotliegendes. 1868 erschien dann die „Übersichtskarte des kohlenführenden Saar-Rhein-Gebietes“ mit Begleitworten von E. Weiss und H. Laspeyres. Hierin wurde das Rotliegende folgendermassen gegliedert (zit. nach Reinheimer 1935):

Oberrotliegendes
Kohlenrotliegendes (=Unterrotliegendes s. l.) { Lebacher Schichten oder Mittelrotliegendes
Kuseler Schichten oder Unterrotliegendes

In der Folge wurde dann die Rotliegendserie noch weiter gegliedert. Als wesentlichstes Merkmal der Grenze zwischen Unter- und Oberrotliegendem s. l. wurde meist der Wechsel der grauen humiden Fazies des Unterrotliegenden gegen die rote aride Fazies des Oberrotliegenden erkannt. Hiemit lassen sich die weit verstreuten Vorkommen von Rotliegendem ganz grob zeitlich gliedern.

2. Fazies und Klima des Unterrotliegenden.

Eine detaillierte Gliederung nach paläontologischen Gesichtspunkten ist wegen der Versteinerungsarmut der Schichtserie undurchführbar. Die Ablagerungen zeigen jedoch Verschiedenheiten in der Ausbildung. Aus diesem Grund ist eine Gliederung des Rotliegenden auf Grund sedimentpetrographischer Untersuchungen sehr gut möglich, wie dies z. B. Bitter (1938) und Schüttig (1938) in der Rheinpfalz durchgeführt haben. Die verschiedene Ausbildung der Ablagerung war vor allem durch den Wechsel von feuchtem und trockenem Klima verursacht. Der klimatisch bedingte Wechsel in den Sedimentationsbedingungen ist besonders im Unterrotliegenden sehr ausgeprägt, wobei allerdings die Grenzen zwischen einzelnen Schichten zuweilen nicht scharf ausgeprägt sind, da sich die Ablagerungsbedingungen nicht ruckartig, sondern allmählich änderten (vgl. Bitter 1938).

3. Klimatische Gliederung des Wintersinger Unterrotliegenden.

Wir haben bereits bei der Besprechung der bituminösen Sedimente festgestellt, dass das allgemeine Klima der Unterrotliegendzeit am ehesten ein Übergang zwischen feuchtem und trockenem Klima darstellt, wie er in der heutigen Klimazonengliederung in Form der periodisch trockenen Savannenklimate auftritt. Dieses für das Unterrotliegende charakteristische Klima zeigt allerdings mehrere Schwankungen, bei denen manchmal seine humide, manchmal seine aride Komponente dominiert.

Das Becken, in das die Unterrotliegendsedimente von Wintersingen abgelagert wurden, stellte zur ganzen Zeit einen eutrophen Süsswassersee dar, worauf die Fossilien, der Bitumengehalt und das Vorkommen von Siderit hinweisen. Die faziellen Unterschiede liegen demnach einerseits in der Verschiedenheit der organogenen Produktion und damit der organogenen Sedimentation und andererseits in der Verschiedenheit der Zufuhr terrigener Materialien.

Die mehr humiden, feuchtwarmen Epochen zeigen eine starke organogene Produktion, was vermutlich sowohl für das Süsswasser-

Tabelle 14 **Chemische und mineralogische Untersuchungen an vorwiegend pelitischen und kalkigen Sedimenten.**

+ = häufig × = selten K = Körnerpräparat D = Dünnschliff * = Quantitative chemische Analysen auf S. 41/42.

Stratigraphische Stellung: Stufe	Abteilung	Gruppe	Tiefe in m	Gestein	Beimengungen	Farbe	Kalkgehalt	Gesamteisengehalt	Präparat	Im Körnerpräparat festgestellte Mineralien (ausser Ton und Calcit): Feldspat	Quarz	Limonit	Siderit	Chlorit	Erz	Bemerkungen
Oberotliegendes	mittlere		84.50	mergeliger Ton	—	rotbraun	14.0	3.08		.	.	.	.	.	.	
			124.75	Ton	—	grünlich	8.0	2.05	D	.	.	.	.	.	.	
			124.75	Ton	—	rotbraun	5.5	3.72	D	.	.	.	.	.	.	
			164.80	Ton	—	rotbraun	4.5	4.23		.	.	.	.	.	.	
			201.65	Ton	—	rotbraun	3.0	3.87		.	.	.	.	.	.	
			203.80	Ton	—	rotbraun	3.5	5.15	K	.	.	+	.	.	.	Mineralkomponenten wegen starker Limonitisierung unkenntlich
			203.90	Ton	—	grünlichgrau	4.0		K	×	×	×	.	×	.	Feldspat reliktisch, Biotit
	untere	C	205.10	Ton	—	grünlichgrau	2.0	1.13	K	×	×	.	.	.	.	Feldspat reliktisch
			205.10	Ton	—	rotbraun	2.0	5.79	K	.	.	+	.	.	.	Mineralkomponenten wegen starker Limonitisierung unkenntlich
			216.00	Ton	arkosig	rotbraun	1.5	4.97	K	+	.	+	.	×	.	stark limonitisierte (z. T. auch getrübte und chloritisierte) Feldspäte
			224.20	Ton	—	grün	3.0		K	.	×	+	.	.	.	
			228.90	Ton	—	grau	2.0		K	.	×	.	.	.	.	
			229.25	Ton		rotbraun	5.0	4.20	D	.	.	.	.	.	.	
			229.80	Ton	eisenhaltig	rot	2.5	15.70	K	.	.	+	.	.	.	Mineralkomponenten wegen starker Limonitisierung unkenntlich
		B	237.10	Ton	—	grau	1.0		K	+	×	.	.	×	×	Feldspat stark zersetzt und getrübt
			237.65	Ton	—	rotbraun	3.0	6.01	K	.	×	+	.	×	.	
			237.85	mergeliger Ton	—	grünlichgrau	10.0		K	+	×	.	.	×	×	Feldspat stark zersetzt und getrübt
			238.20	Ton	—	grün	1.5		K	×	.	×	.	.	.	Feldspat reliktisch
			238.25	Ton	—	grau	6.5		K	×	×	.	.	.	.	Ton oft schwärzlich pigmentiert, Feldspat reliktisch
			238.30	Ton	—	grau	4.0		K	×	×	.	.	.	.	Ton oft schwärzlich pigmentiert, Feldspat reliktisch
			241.00	Ton	arkosig	grau	1.0		K	+	+	.	.	.	×	
			241.35	Ton	arkosig	grau	6.5		K	+	+	.	.	×	×	
			242.50	Ton	arkosig	hellgrau	9.5		K	+	+	.	.	×	×	
			245.00	Ton	arkosig	grau	4.5		K	+	+	.	.	×	×	
			245.30	Ton	arkosig	grau	20.0		K	+	+	.	.	.	.	viel calcitisierter Feldspat
			246.10	Ton	—	grau	4.5		D	.	.	.	.	.	.	
			246.40	Ton	—	rotbraun	0.5	2.70	K	.	×	+	.	×		
			248.35	Ton	—	grau	1.5			.	.	.	.	.	.	
			251.70	Ton	—	rotbraun	2.5	4.90	K	.	×	+	.	×	.	
			252.40	Ton	—	grau	2.5		K	.	×	.	.	×	×	
			255.70	Ton	—	rotbraun	6.0	3.05	K	×	×	+	.	×	.	
			257.05	Ton	arkosig	rotbraun	3.0	1.62	K	+	+	.	.	+	.	
			261.70	mergeliger Ton	arkosig	rotbraun	23.0		K	+	×	.	.	×	.	
			283.90	Ton	—	rotbraun	3.5	4.80	K	.	.	+	.	×	.	
			284.50	mergeliger Ton	arkosig	rotbraun	14.5	3.40	K	+	×	+	.	×	.	Feldspäte zersetzt, Ton schwärzlich pigmentiert
			285.00	mergeliger Ton	arkosig	rotbraun	16.0	3.05	K	+	×	+	.	.	.	Feldspäte zersetzt
			285.70	mergeliger Ton	arkosig	rotbraun	11.0	4.10	K	.	×	+	.	.	.	
			287.50	Ton	—	rotbraun	9.5	3.15	K	.	×	+	.	.	.	
			289.20	Ton	—	rotbraun	3.5	3.80	K	.	×	+	.	.	.	
			293.85	Ton	—	grünlichgrau	5.0		K	.	×	+	.	.	.	leicht schwärzlich pigmentiert
			295.70	Ton	—	rotbraun	9.5	2.75	K	.	×	+	.	×	.	
			300.55	Ton	—	rotbraun	10.0	2.70	K	.	×	+	.	×	.	
			301.30	Ton	—	rotbraun			K	.	×	+	.	×	.	
			302.00	Ton	—	rotbraun	2.5	3.01	K	.	×	+	.	×	.	
			302.50	Ton	—	grau	2.0		K	.	×	.	.	×	.	
		A	302.65	Ton	—	rotbraun	3.0	1.74	K	.	×	+	.	×	.	
			304.00	Ton	—	grau	1.0		K	.	.	.	.	.	.	stark pigmentiert
			304.50	Ton	—	rotbraun	3.5	3.58	K	.	×	+	.	×	.	
			305.00	Ton	—	grau	4.5		K	.	.	.	.	.	.	stark pigmentiert
			305.15	mergeliger Kalk	—	grau	78.5		D	.	.	.	.	.	.	
			306.50	Ton	—	rotbraun	4.0	3.18	K	.	×	+	.	×	.	
			307.20	Ton	—	grau	4.5		K	.	×	.	.	.	.	manchmal schwärzlich pigmentiert
			307.30	Ton	—	grau	2.5		K	.	.	.	.	.	.	
			307.70	mergeliger Kalk	—	grau	86.5			.	.	.	.	.	.	
			308.35	mergeliger Kalk	—	grau	87.0		D	.	.	.	.	.	.	
			308.85	Mergel	—	grau	50.5		K	.	.	.	.	.	.	
			309.25	Mergel	—	rotbraun	24.0	2.24	K	.	×	+	.	×	.	
			309.80	kalkiger Mergel	—	grau	55.5		D	.	.	.	.	.	.	
			310.10	mergeliger Ton	—	grau	16.0			.	.	.	.	.	.	
			310.70	Mergel	—	rotbraun	21.0	2.62	K	.	×	+	.	.	.	schwärzlich pigmentierter Calcit als Einlagen bei 310.75 m
			311.30	mergeliger Ton	—	rotbraun	17.0	2.20	K	.	×	+	.	.	.	
			312.00	mergeliger Ton	sandig	rotbraun	9.5	4.00	K	.	+	+	.	.	.	Schicht 54
			312.00	Ton	sandig	grünlichgrau	4.5		K	.	+	×	.	×	×	Schicht 53
			313.90	Ton	sandig	grünlichgrau	0.0		K	.	+	.	.	×	×	
			314.60	Ton	sandig	rotbraun	3.0	3.94	K	.	+	×	.	×	.	
			314.90	Ton	sandig	grau	3.0		K	.	+	.	.	×	×	
			315.40	Ton	sandig	grau	0.0		K	.	+	×	.	×	.	
			318.30	Ton	—	dunkelgrau	7.5		K	.	.	×	.	.	.	starke Pigmentierung
			318.55	mergeliger Ton	—	grau	11.5		K	.	.	×	.	.	×	deutlicher Gehalt an Fe^{II}
			318.85	kalkiger Mergel	—	schwarzgrau	59.0		K	.	×	.	.	.	.	starke Pigmentierung durch Bitumen
			319.65	Mergel	—	grau	23.5		K	.	×	.	.	.	.	
			320.00	mergeliger Kalk	—	hellgrau	78.5		D	.	.	.	.	.	.	
			320.45	kalkiger Mergel	—	grau	51.5		K	.	.	.	.	.	.	deutlicher Gehalt an Fe^{II}
			320.95	mergeliger Ton	—	grau	14.5		K	.	×	.	.	.	.	
			321.25	mergeliger Ton	—	grau	14.0		K	.	×	.	.	.	.	
			321.70	Mergel	—	grau	41.0		K	.	×	.	.	.	.	Konkretion
			321.85	mergeliger Kalk	—	grau	81.5		K	.	×	.	.	.	.	
			322.35	mergeliger Ton	—	grau	18.0		K	.	.	.	.	.	.	
			323.75	Ton	sandig	rötlichbraun	3.0	4.28	D	.	.	.	.	.	.	
Unterotliegendes	obere	B	328.60	Ton	sandig	rötlichgrau	3.5			.	.	.	.	.	.	
			333.00	Ton	sandig	rötlichgrau	2.5			.	.	.	.	.	.	
		A	344.70	Ton	sandig	grünlichgrau	4.5		K	.	+	.	.	.	×	
			345.50	Sandstein	tonig	hellgrau	6.5		K	.	+	.	.	.	.	etwa 50% Quarzkörner
			346.40	Ton	sandig	dunkelgrün	1.0		K	.	+	.	.	.	.	
			346.80	Ton	—	dunkelgrau	3.5		K	.	×	.	.	.	.	
			352.05	Ton	—	dunkelgrau	7.1		K	.	×	.	×	.	.	
	mittlere	C	359.20	mergeliger Ton	bituminös	schwarzgrau	9.5		*	.	.	.	.	.	.	
			361.70	mergeliger Ton	bituminös	schwarzgrau	10.0		*	.	.	.	.	.	.	
			366.00	kalkiger Mergel	—	dunkelgrau	52.5			.	.	.	.	.	.	Spezifisches Gewicht 2.49
		B	367.05	mergeliger Kalk	—	grau	76.0		D	.	.	.	.	.	.	
			367.20	Ton	—	dunkelgrau	5.5		K	.	×	.	.	.	.	
			375.70	mergeliger Ton	—	dunkelgrau	17.5		K	.	×	.	.	.	.	
			380.10	Ton	—	dunkelgrau	7.0			.	.	.	.	.	.	
		A	381.55	mergeliger Ton	—	dunkelgrau	15.0			.	.	.	.	.	.	
			384.00	Ton	—	dunkelgrau	2.5		K	.	×	.	.	.	.	
			385.40	Ton	—	dunkelgrau	4.5		K	.	×	.	.	.	.	
			387.00	Ton	bituminös	schwarzgrau	3.0		*	.	.	.	.	.	.	
			387.80	Mergel	bituminös	schwarzgrau	40.0		*	.	.	.	.	.	.	
			390.20	Ton	bituminös	schwarzgrau	6.0		*	.	.	.	.	.	.	Spezifisches Gewicht 2.29
			391.25	Ton	bituminös	schwarzgrau	9.0		*	.	.	.	.	.	.	
			391.85	Ton	bituminös	schwarzgrau	3.0		*	.	.	.	.	.	.	
			396.00	Ton	bituminös	schwarzgrau	5.5		*	.	.	.	.	.	.	
	untere	C	396.80	Ton	—	dunkelgrau			K	.	×	.	.	.	.	Spezifisches Gewicht 2.51
		B	414.40	Ton	—	dunkelgrau	6.5		K	.	×	.	.	.	.	
			417.10	Ton	—	dunkelgrau	6.0		K	.	×	.	.	.	.	
		A	418.30	Ton	sandig	dunkelgrau	1.5		K	.	+	.	.	.	.	etwa 70% Ton und 30% Quarz

becken selbst als auch für das benachbarte feste Land gilt. Auf dem festen Lande herrscht tonige Verwitterung vor. Tonige und organogene Sedimente sind für diese Perioden typisch. Jährlich wiederkehrende Trocken- und Regenzeiten spiegeln sich in der Feinschichtung der Sedimente wieder.

In den mehr ariden Epochen tritt dagegen die organogene Produktion auf dem festen Lande zurück. Der Boden wurde seiner Pflanzendecke weitgehend entblösst. Episodische starke Regengüsse transportierten den die Landoberfläche bedeckenden Trockenschutt in das Becken. Hier erfolgte wegen der schnellen Versickerung und Verdunstung des Wassers rasche Sedimentation, so dass nur wenig sortierte klastische Sedimente entstanden.

Unter diesen Gesichtspunkten ist auch eine Gliederung des Unterrotliegenden von Wintersingen durchführbar.

Da ziemlich nahe der Basis der in der Bohrung Wintersingen durchfahrenen Schichtfolge die nach Erni (1941) für Autunien typischen Ganoidfische der Gattung „*Amblypterus*“ vorkommen, ist anzunehmen, dass in Wintersingen die Sedimentation über dem Grundgebirge erst während des Unterrotliegenden begann und dass demnach Oberkarbon nicht abgelagert wurde.

Die Schichtfolge beginnt mit grauen Breccien, Arkosen und Arkosesandsteinen (Untere Abteilung A), welche einem verhältnismässig trockenem Klima entsprechen.

Die darüber folgenden grauen Tone, welche reich an Ganoidfischen sind, weisen auf ein feuchteres Klima hin (Untere Abteilung B).

Dann verschoben sich die Sedimentationsbedingungen wiederum in Richtung auf ein trockeneres Klima, wobei zur Hauptsache graue Arkosesandsteine zur Ablagerung gelangten (Untere Abteilung C).

Auf starken Einfluss eines feuchten Klimas mit zunehmender organogener Sedimentation weisen die bituminösen Tone der folgenden Schichtgruppe (Mittlere Abteilung A).

Bevor diese Ablagerungsbedingungen nochmals wiederkehrten (Mittlere Abteilung C), war eine Epoche trockeneren Klimas (Mittlere Abteilung B), in der namentlich Arkosen und Arkosesandsteine zur Ablagerung gelangten.

In der oberen Abteilung des Unterrotliegenden vollzieht sich bereits ein allmählicher Übergang von der grauen humiden Fazies des Unterrotliegenden zur roten, ariden Fazies des Oberrotliegenden, indem bei den Gesteinen dieser Schichtfolge rötliche und grünliche Farbtöne vorherrschen.

Intensive braunrote Farben finden wir jedoch erst in den darüber folgenden Schichten, mit denen wir das Oberrotliegende beginnen lassen.

Die oben kurz skizzierte Gliederung des Unterrotliegenden von Wintersingen wurde auf Grund der faziellen Eigenschaften der Sedimente durchgeführt. Wir haben es dabei als zweckmässig erachtet, die einzelnen Schichtgruppen, welche Klimaepochen entsprechen, zu drei Abteilungen zusammenzufassen. Die mittlere Abteilung umfasst dabei sämtliche bituminösen Sedimente, während die untere und die obere Abteilung deren Liegendes bzw. deren Hangendes darstellen.

4. Vergleich mit der in der Rheinpfalz durchgeführten klimatischen Gliederung des Unterrotliegenden.

Auffallenderweise stimmt die Zahl der klimatisch bedingten Schichtgruppen des Unterrotliegenden mit der von Bitter und Schüttig in der Rheinpfalz festgestellten überein. Ausserdem können wir feststellen, dass die einzelnen aufeinanderfolgenden Schichtgruppen in der Rheinpfalz und bei uns zahlreiche gemeinsame Merkmale aufweisen. Ein Versuch, die beiden Unterrotliegenden miteinander zu parallelisieren, ist deshalb naheliegend und soll im Folgenden durchgeführt werden (s. Tabelle 16).

In der Rheinpfalz kommen über dem Oberkarbon (Ottweiler Schichten) die unteren Kuseler Schichten, welche von unten nach oben in Remigiusberger Schichten, Altenglaner Schichten und Wahnweger Schichten gegliedert werden können.

Die einem verhältnismässig trockenen Klima entsprechenden Remigiusberger Schichten sind eine 50—200 m mächtige Folge von Konglomeraten, Sandsteinen und kalkigen Schiefern. Sie dürften den in Wintersingen auf das Grundgebirge transgredidierenden Breccien, Arkosen und Arkosesandsteinen der Gruppe A der unteren Abteilung entsprechen.

Ablagerungen eines feuchteren Klimas sind die 70—200 m mächtigen Altenglaner Schichten, welche sich aus schwarzen Tonschiefern, kalkigen Schiefern, Sandschiefern und Kalken aufbauen. Entsprechende Ablagerungen sind im Profil von Wintersingen in der Gruppe B der unteren Abteilung erhalten.

Grobkörnige Sedimente, welche auf ein anderes Klima hinweisen, folgen in der Rheinpfalz als Wahnweger Schichten (250—300 m) und in Wintersingen als Gruppe C der unteren Abteilung.

Über diesen, als „Untere Kuseler Schichten“ zusammengefassten Schichten, welche in unserer Gliederung der unteren Abteilung des Unterrotliegenden entsprechen dürften, folgen in der Rheinpfalz die „Oberen Kuseler Schichten“, welche von unten nach oben in Odenbacher Schichten, Alsenzer Schichten und Hoofer Schichten gegliedert werden.

Bei den Odenbacher Schichten werden in der Rheinpfalz ein unterer Glanzschiefer-Horizont, ein Konglomerat-Horizont (Feister Konglomerat) und ein oberer Glanzschiefer-Horizont unterschieden. Die Glanzschiefer-Horizonte stellen nach SCHÜTTIG Ablagerungen eines feuchten Klimas dar, während das Feister Konglomerat aus einer dazwischenliegenden halbtrockenen Periode stammt. Die Glanzschiefer stellen bituminöse Sedimente dar und führen auch Kohlenflöze und Schmitzen. Das Feister Konglomerat besteht dagegen aus grobklastischen Sedimenten, wie Konglomeraten, Sandsteinen und Arkosen.

Wir haben unsere Gruppe A der mittleren Abteilung, welche sich ebenfalls in zwei bituminöse feinkörnige Horizonte und einen dazwischen liegenden grobkörnigen (Schichten 13 und 14) gliedern lässt, in den hier zur Diskussion gestellten Parallelisierung diesen Odenbacher Schichten gleichgesetzt. Wir möchten auch auf die kleinen Kohlenvorkommen im oberen Horizont hinweisen, welche einen Vergleich mit dem Odenbacher Glanzkohlenflöz in den oberen Glanzschiefern nahe legen.

Die Alsenzer Schichten, welche in der Rheinpfalz im Hangenden der Odenbacher Schichten folgen, setzten sich im wesentlichen aus Sandsteinen und Tonen zusammen, die Ablagerungen eines verhältnismässig trockenen Klimas darstellen. Sowohl ihrer faziellen Ausbildung als auch ihrer stratigraphischen Stellung nach dürfte unsere Gruppe B der mittleren Abteilung ihnen entsprechen. Übereinstimmend können wir feststellen, dass der Kalkgehalt gegenüber den Odenbacher Schichten bzw. der Gruppe A zunächst zurücktritt, gegen oben dagegen wieder eine Zunahme zeigt; in Wintersingen schliesst die Gruppe sogar gegen oben mit einem Kalkbänkchen ab.

Die Hoofer Schichten, welche den oberen Abschluss der Oberen Kuseler Schichten bilden, sind in der Rheinpfalz durch schwarze, blättrige und feste, fossilführende oder fossilleere Tone (die sog. Odenheiner Fischschiefer) gekennzeichnet, wie sie in unserer Gruppe C der mittleren Abteilung vorkommen (fossilleer!). Z. T. könnte diese allerdings auch noch zu den hangenden Lebacher Schichten gehören, während deren Ablagerung das feuchte Klima der Hoofer Stufe noch eine Zeitlang andauerte.

Ein trockenes Klima setzte erst zur Zeit der unteren Lebacher Schichten ein, womit eine wechselreiche, im allgemeinen grobkörnige Sedimentation eingeleitet wurde, deren Produkte das untere Rotliegende abschliessen. Wir erkennen bei uns in diesen, die ganze obere Abteilung des Unterrotliegenden umfassenden Sedimenten die letzten typischen Sedimente des unterrotliegenden eutrophen Süsswassersees, was vor allem aus dem Unterschied ihrer sideritführenden Sedimente gegenüber den stark limonitisierten Ablagerungen des Oberrotliegenden hervorgeht. Eine Unterteilung in untere oder eigentliche Lebacher Schichten und obere Lebacher oder Tholeyer Schichten, wie sie aus der Rheinpfalz und dem Saargebiet bekannt ist, liess sich in Wintersingen nicht durchführen.

Tabelle 16 **Parallelisierung des Rotliegenden von Wintersingen und der Rheinpfalz nach klimatischen Gesichtspunkten.**

	Wintersingen		Rheinpfalz	Klimatischer Charakter
	Abteilung	Stufe		
Oberrotliegendes	obere mittlere		Rötelschiefer	trocken
	untere	C	Quarzitkonglomerat	
		B A	Winnweiler (+ ? Sötener) Schichten	wachsendes trockenes Klima
Unterrotliegendes	untere	B A	Lebacher Schichten s. l.	halbtrocken, zuunterst noch feucht
	mittlere	C B A	Hoofer Schichten Alsenzer Schichten Odenbacher Schichten	feucht halbtrocken feucht—halbtrocken—feucht
	untere	C B A	Wahnweger Schichten Altenglaner Schichten Remigiusberger Schichten	halbtrocken feucht halbtrocken

5. Vergleich mit den übrigen Unterrotliegendgebieten Mitteleuropas.

Im Anschluss an den klimatischen Vergleich der unterrotliegenden Schichten von Wintersingen mit denen der Rheinpfalz wollen wir auch noch kurz die wichtigsten Rotliegendgebiete des übrigen Mitteleuropas besprechen.

Im Becken von Autun werden von oben nach unten unterschieden (Bubnoff 1930):

3. Schistes de Milleray (500 m) mit Bogheadkohle, Kalkbänken und verkieselten Baumstämmen.
2. Schistes de Muse (325 m) mit Kohlen und Fischfauna.
1. Schistes d'Igornay (400 m) mit Kohlenflözen und einer nach BUBNOFF schon stefanische Anklänge zeigenden Flora.

Über die Parallelisierung dieser Schichten mit dem saarländisch-pfälzischen Unterrotliegenden bestehen noch Unklarheiten. Insbesondere wird die Grenze von Karbon und Perm nach BUBNOFF in Frankreich höher gelegt, womit ein Teil des Unterrotliegenden noch dem Stafanien französischer Auffassung zufällt.

In diesem Zusammenhang sind die von ERNI (1940) gemachten Feststellungen über die mutmassliche spezifische Zugehörigkeit der Ganoidfische von Wintersingen von Interesse. ERNI stellt in seiner Arbeit fest, dass die von ihm untersuchten Fischreste den *Amblypterus*-Arten der Schistes de Muse nahe stehen, wobei die Reste aus 381.30 m Tiefe dem *Amblypterus blainvillei* (AG) aus den Schistes de Muse von Autun noch näher stehen dürften als die Reste aus 416.50 m. Wenn wir eine phylogenetische Entwicklung innerhalb des Autuniens annehmen dürfen, so würden die Schistes de Muse am ehesten der mittleren Abteilung von Wintersingen oder ihrem Hangenden entsprechen, d. h. nach unserer Parallelisierung den oberen Kuseler Schichten oder den Lebacher Schichten. Die fazielle Entwicklung unserer mittleren Abteilung und der oberen Kuseler Schichten der Rheinpfalz entspricht jedenfalls stark den nach ERNI ebenfalls bituminösen Gesteinen der Schistes de Muse.

Eine detaillierte Parallelisierung mit den unterrotliegenden Schichten von Thüringen ist nicht möglich. Es sei hier lediglich auf den ähnlichen lithologischen Charakter hingewiesen und erwähnt, dass das Unterrotliegende Thüringens ähnlich wie im Becken von Autun Kohlen führt.

Eine entsprechende fazielle Entwicklung zeigen auch die Vorkommen in den Vogesen und im Schwarzwald. In Schramberg am Ostrande des Schwarzwaldes sind Arkosen und Tone („Schiefertone") mit dünnen Kohlenschmitzen bezeichnend. Die vorliegenden Bohrprofile dieser Gegend (BRÄUHÄUSER 1910) erlauben keine detaillierte Parallelisierung. Es scheint lediglich wahrscheinlich, dass die in der Bohrung am Schlossgarten in Schramberg erschlossenen Sandsteine und „Kohlenschiefer" von total 45.2 m Mächtigkeit unseren unteren und mittleren Abteilungen entsprechen.

Ebenso schwierig ist eine Parallelisierung mit den entsprechenden Schichten des Kohlenbeckens von Ronchamp, wo die Perm-Karbon-Grenze willkürlich über den obersten Kohlenflözchen gelegt wird. (FOURNIER et RENAUD 1914). Es scheint uns durchaus möglich zu sein, dass wenigstens ein Teil des „Houiller" von FOURNIER und RENAUD schon zum Rotliegenden zu rechnen ist.

B. Das Oberrotliegende (Saxonien + ? Thuringien) und der untere Buntsandstein.

1. Die Untergrenze des Oberrotliegenden.

Wie wir bereits oben ausgeführt haben, ergibt der Wechsel der grauen humiden Fazies des Unterrotliegenden gegen die rote, aride Fazies des Oberrotliegenden eine für das ganze Rotliegendgebiet gültige zeitliche Gliederung. Drei Hauptkriterien sind nach WEYL (1936) in ihrer Vergesellschaftung und in ihrem verbreiteten Auftreten für diesen Klimawechsel des Rotliegenden charakteristisch:

der Rückgang der Flora,
die Farbe der Sedimente,
das Auftreten terristrischer Oberflächenkarbonate, Sulfate und Silificate.

Der klimatische Wechsel ist allerdings ein allmählicher und gibt keine scharfe Grenze zwischen Unter- und Oberrotliegendem. Als solche wird die durch die saalische Phase der variskischen Gebirgsbildung hervorgerufene Diskordanz angenommen, welche jedoch nicht überall zu beobachten ist.

Wir lassen das Oberrotliegende mit den ersten durch Eisenoxydhydrat intensiv rotbraun gefärbten Gesteinen beginnen. Diese Sedimente leiteten eine Zeit ein, in der im Gegensatz zum Unterrotliegenden oxydierende Sedimentationsbedingungen vorherrschten, was vor allem auf ein Fehlen reduzierender organischer Stoffe zurückzuführen sein dürfte. Die unterste Schichtgruppe des Oberrotliegenden (Gruppe A der unteren Abteilung) zeigt gewisse Anklänge zu den in demselben stratigraphischen Niveau in der Rheinpfalz vorkommenden Schichten, dem unteren Teil der Winnweiler Schichten. An beiden Orten finden wir eine kalkige Ausbildung mit typischen Süsswasserkalken.

Eine entsprechende Schicht mit einem 15 cm mächtigen Kalkbänkchen fand sich nach A. MÜLLERS (1876) Angaben bei der Bohrung Weiherfeld bei Rheinfelden 7.65 m über dem Grundgebirge. Die untersten 7.65 m des Weiherfeld-Profils, welche Breccien mit Zwischen-

lagen grüner Arkosesandsteine und sandiger Tone zeigten, sind demnach noch mit der oberen Abteilung des Unterrotliegenden von Wintersingen zu parallelisieren, dem sie auch in fazieller Hinsicht entsprechen.

Im Weiherfeld wurde demnach in unserer Gegend das erste Mal das Unterrotliegende erbohrt, ohne dass dies allerdings hätte erkannt werden können. Erst die Ergebnisse der Bohrung Wintersingen, welche eine umfassendere Schichtfolge erschlossen, haben uns diesen Hinweis gegeben. An anderen Orten ist Unterrotliegendes im Dinkelberg- und Tafeljuragebiet weder natürlich aufgeschlossen noch erbohrt worden.

2. Die Perm-Trias-Grenze.

Bei der Legung der Perm-Trias-Grenze stehen sich zwei Auffassungen gegenüber, welche in der neuern Literatur einerseits hauptsächlich durch Disler (1914, 1931) und andererseits hauptsächlich durch Wilser (1913, 1933) und Heusser (1926) vertreten werden.

Umstritten ist die Stellung einer etwa 40 m mächtigen Folge bunter, vorwiegend roter Arkosen, welche über einem konstanten dolomitführenden Horizont, dem sog. Karneol-Dolomit folgt und gegen oben durch das Hauptkonglomerat des mittleren Buntsandsteins abgeschlossen wird. Neumann (1912) und Disler (1914) betrachten diese Arkosen in Anlehnung an die Gliederung von Pfaff und Brombach als oberstes Rotliegendes und nehmen an, der untere Buntsandstein fehle unserem Gebiet. Wilser (1913) kommt dagegen in einer wohlbegründeten Arbeit zum Schluss, diese Arkosenfolge sei als unterer Buntsandstein zu betrachten. Er konnte im ganzen Dinkelberg-Gebiet einen dolomitischen oder karneolreichen Horizont nachweisen und sieht in diesem analog dem Vorkommen im übrigen Baden und im Elsass die Grenze zwischen Perm und Trias.

Strigel (1929) glaubt aus der Struktur des gesamten Buntsandstein-Beckens schliessen zu können, dass das Vorhandensein von unterem Buntsandstein im Dinkelberggebiet unwahrscheinlich sei. Er kann sich allerdings der Argumentation von Wilser nicht gänzlich verschliessen und meint, dass es sich vielleicht um eine örtliche Bildung handeln könne, die mit dem Hauptbecken in keinem Zusammenhang stand. Wilser hat jedoch in einer neueren Studie (1933) die bisherige Anschauung, dass das Liegende des Hauptkonglomerates auf der Linie Emmendingen—Schramberg nach Süden auskeile, berichtigen können. Er wies längs des südwestlichen Schwarzwaldrandes zahlreiche Vor-

kommen von Unterem Buntsandstein nach und hat damit wahrscheinlich machen können, dass das Becken des Unteren Buntsandsteins eine südwärts gerichtete Ausbuchtung hatte, welche mit den tertiären und heutigen tektonischen Formen (Oberrheintalgraben) übereinstimmt. Diese Auffassung hat auch FREYBERG (1935) seiner, das Übergreifen des Buntsandsteins über den Schwarzwald darstellenden Karte zu Grunde gelegt.

DISLER hält auch noch 1931 an seiner Interpretation der umstrittenen Arkosenfolge fest, kann dabei allerdings als einziges Argument die lithologische Ähnlichkeit der Gesteine mit denen des Rotliegenden anführen. Diese fazielle Ähnlichkeit scheint uns jedoch weniger beweisend als der im ganzen übrigen Oberrheingebiet niveaubeständige und Perm und Trias deutlich trennende Karneoldolomithorizont.

Die DISLERsche Argumentation wird auch dadurch entkräftigt, dass nach seinen eigenen Angaben (1914) in seinem obersten Rotliegenden, dem unteren Buntsandstein WILSERS, zwischen Säckingen und Brennet durch Manganoxyd schwarz gefleckte Sandsteine vorkommen. Diese von Wad durchsetzten Sandsteine werden andernorts als Tigersandsteine bezeichnet und sind typisch für den unteren Buntsandstein.

Für die WILSERsche Auffassung der Legung der Perm-Trias-Grenze spricht auch die horizontale Verbreitung der Arkose- und Sandsteinfolge zwischen Karneoldolomit und Hauptkonglomerat. Diese stimmt nicht mit derjenigen des Rotliegenden, sondern mit derjenigen des mittleren Buntsandsteins weitgehend überein; ihre Ablagerung erfolgte demnach nicht im Becken des Rotliegenden, sondern im Becken des Buntsandsteins. Die Verhältnisse bei Wintersingen geben uns dafür gewisse Anhaltspunkte. Die oberste Schicht des Rotliegendprofils von Wintersingen (Nr. 105) entspricht nach unserem Vergleich mit den entsprechenden Bohrproben sedimentpetrographisch genau dem Sandstein der Bohrung Weiherfeld, der oben durch den Karneoldolomit-Horizont abgeschlossen wird. Die Bohrung Wintersingen dürfte nach Durchfahren des Alluviums in einen Horizont gelangt sein, der stratigraphisch dem unmittelbaren Liegenden des Karneoldolomits entspricht. Da der Nullpunkt der Bohrung etwa 25 m unter der Muschelkalk-Buntsandstein-Grenze liegt und die alluvialen Ablagerungen 7 m mächtig sind, ergibt sich für die Schichtenfolge zwischen dem Karneoldolomit und dem Muschelkalk eine Gesamtmächtigkeit von 30 m. Dies ist jedoch im Tafeljuragebiet zwischen Rheinfelden und Dogern die Mächtigkeit des oberen Buntsandsteins allein. Nach den Angaben von DISLER (1914) und BRÄNDLIN (1911) und den Ergebnissen der Bohrung

Zuzgen I ergeben sich für dieses Gebiet folgende Buntsandsteinmächtigkeiten:

Tabelle 17 **Buntsandsteinmächtigkeiten im Tafeljura.**

	Rheinfelden	Zuzgen	Dogern
Muschelkalk			
Oberer Buntsandstein	33	30	20—30
Mittlerer Buntsandstein	15	10	0
Unterer Buntsandstein (nach DISLER zum Rotliegenden gehörend)	44	44	0
Karneoldolomit			

Es ist demnach anzunehmen, dass der Buntsandstein in Wintersingen nur durch seinen oberen Teil vertreten ist. Die an den spärlichen Buntsandsteinaufschlüssen in der Umgebung von Wintersingen gemachten Beobachtungen sprechen nicht gegen diese Auffassung. Auch ist heute noch von keinem Autor südlich der Vorkommen von Zuzgen und Maisprach mittlerer Buntsandstein oder unterer Buntsandstein (im Sinne WILSERS) nachgewiesen worden. R. SUTER (1915) konnte mittleren Buntsandstein bei Mumpf (Hauptkonglomerat), bei Maisprach und bei Zeiningen (Diagonalschichtige Sandsteine) nachweisen. Ferner ist er durch die Bohrung Zuzgen 1 erschlossen worden. Literaturangaben über das Vorkommen des unteren Buntsandsteins (= oberstes Rotliegendes von DISLER) finden sich ebenfalls nur für das etwa nördlich der Linie Hellikon—Arisdorf gelegene Gebiet. Wir können also feststellen, dass die südliche Begrenzung des Verbreitungsgebietes des mittleren Buntsandsteins mit derjenigen des „unteren Buntsandsteins" (WILSER) übereinstimmt. Dasselbe gilt jedoch auch für die östliche Begrenzung. Im Gebiet von Mumpf—Zuzgen—Säckingen sind sowohl „unterer" als auch mittlerer Buntsandstein ausgebildet, während östlich Säckingen wie in Wintersingen erst der obere Buntsandstein über den praetriadischen Untergrund (Grundgebirge oder Perm) transgrediert (vgl. Abb. 8).

Diese Feststellungen zeigen, dass die Verbreitung der umstrittenen Arkosen- und Sandsteinfolge zwischen Karneoldolomit und mittlerem Buntsandstein mit der des Rotliegenden übereinstimmt. Wir glauben, damit ein weiteres Argument zu Gunsten der WILSERschen Auffassung gegeben zu haben, der wir uns im Folgenden anschliessen werden.

3. Die Schichtenfolge des Oberrotliegenden im Dinkelberg und Tafeljura.

Das obere Rotliegende wird von allen Autoren (Pfaff 1893, Neumann 1912, Wilser 1913, Disler 1914) in eine untere, mittlere und obere Abteilung unterteilt, wobei die untere und die obere Abteilung vorwiegend durch Arkosen und die mittlere durch Tone charakterisiert sind. Wir haben die unter Abteilung in der Bohrung Wintersingen nach lithologischen Gesichtspunkten in drei Gruppen weiter unterteilt und versucht, die Dreiteilung dieser Abteilung auch der Gliederung der

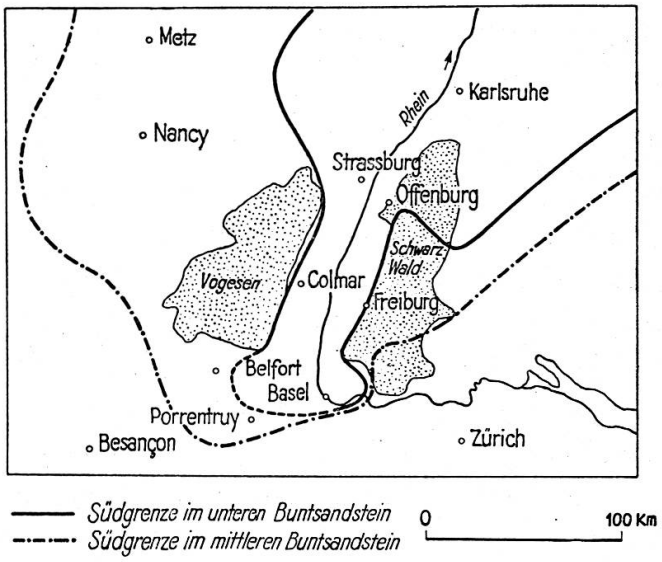


Abbildung 8. Das Übergreifen des Buntsandsteins über das Oberrheingebiet.

anderen Profile zu Grunde zu legen. Ferner haben wir in Übereinstimmung mit Wilser und Heusser eine Unterteilung der „oberen Abteilung" (Pfaffs, Neumanns und Dislers) vorgenommen und das Hangende des Karneoldolomits als Unteren Buntsandstein aufgefasst.

Unter Berücksichtigung dieser neuen Gliederung geben wir im Folgenden die wichtigsten Rotliegendprofile des Dinkelberggebietes und des Tafeljuras. Die Parallelisierung der einzelnen Profile geht aus der am Schlusse dieses Kapitels gegebenen Tabelle 24 hervor.

a) Schwarzwaldrand zwischen Kandern und Wiesental.

Nach den Angaben von Wilser (1913) finden wir in der Gegend von Schlächtenhaus über dem Grundgebirge folgende Schichtenfolge:

Tabelle 18 **Rotliegendprofil am Schwarzwaldrand zwischen Kandern und Wiesental.**

	Abteilung	Gruppe	Mächtigkeit	Lithologische Merkmale
Oberrot-liegendes	obere	—	60 m	Karneollage Sandsteine und Arkosen
	mittlere	—	100 m	rotbraune Tone
	untere	C	40 m	Sandsteine, Arkosen und Breccien

b) Die Bohrung Weiherfeld bei Rheinfelden.

Die Stelle dieser 1875 durchgeführten Bohrung hat ungefähr folgende Koordinaten: 623.990/266.220. Ihr Nullpunkt liegt etwa 281 m ü. M. (R. P. N. 376.86). Die gezogenen Bohrkerne liegen heute in verschiedenen Museen und Sammlungen. Wir haben die im Naturhistorischen Museum in Basel vorhandenen Bohrkerne einer Prüfung unterzogen und auf Grund dieser Feststellungen die im Profil von MÜLLER (1876) angegebenen Gesteinsbezeichnungen der heutigen Nomenklatur angepasst. Wir hatten zuerst beabsichtigt, das gesamte zerstreut aufbewahrte Bohrkernmaterial in ähnlicher Weise wie den Bohrkern von Wintersingen zu bearbeiten. Wir mussten jedoch leider feststellen, dass die Tiefenangaben bei den einzelnen Kernen sehr summarisch sind, so dass sich keine detailliertere Gliederung durchführen lassen würde, als sie bereits MÜLLER (1876) gegeben hat.

Auf Grund der Angaben von A. MÜLLER (1876) und C. DISLER (1914) und unseren Beobachtungen am Bohrkernmaterial des Naturhistorischen Museums in Basel ergibt sich das in der Tabelle 19 wiedergegebene Übersichtsprofil der Bohrung. Die von DISLER errechneten Tiefen in metrischem Mass sind insofern zu revidieren, als sie nicht auf dem von DISLER angegebenen Umrechnungswert (1 engl. Fuss = 0.304 m), sondern auf einem Wert von etwa 1 m = 0.300 bis 0.301 engl. Fuss basieren. Wir haben unseren Umrechnungen der MÜLLERschen Fussangaben in metrisches Mass den Wert 1 engl. Fuss = 0.30479 m zu Grunde gelegt (Berechnungen auf 5 cm auf- oder abgerundet), wodurch sich gegenüber den DISLERschen Angaben für die gesamte Bohrlochtiefe eine Differenz von etwa 5 m ergibt.

Tabelle 19 **Übersichtsprofil der Bohrung Weiherfeld bei Rheinfelden.**

	Abteilung	Gruppe	Schicht Nr.	Tiefe	Mächtigkeit m	Lithologische Merkmale
Buntsandstein	—	—	9	0.00— 83.70	83.70	Gliederung vgl. MÜLLER, DISLER, WILSER
Oberrotliegendes	obere	—	8	83.70— 87.05	3.35	grauer und rötlichgrauer Arkosesandstein, zuoberst mit Dolomit
	mittlere	—	7	87.05—283.50	196.45	rotbrauner Ton mit grünlichen Partien und Lagen, im oberen Teil gipsführend, z. T. kalkig
		—	6	283.50—324.75	41.25	bunte, meist rotbraune Tone, z. T. sandig (Quarz, Feldspat) und Arkosen (unten zersetzt)
	untere	C	5	324.75—331.75	7.00	rotbraune tonige Arkosen und Breccien
		B	4	331.75—355.80	24.05	bunte Tone, z. T. feingeschichtet
		A	3	355.80—359.10	3.30	violettrötliche Tone, zuunterst (nach MÜLLER) 15 cm bräunlicher dichter Kalk
Unterrotliegendes	obere	C	2	359.10—366.75	7.65	Breccien mit Zwischenlagen grüner Arkosesandsteine und sandiger Tone
Grundgebirge			1	366.75—432.80	66.05	Granitische und dioritische Gesteine mit kersantitischen und pegmatitischen Gängen

c. Die Bohrung Wintersingen.

Auf Grund unserer detaillierten Untersuchungen und als deren Zusammenfassung geben wir folgendes Übersichtsprofil des Perms der Bohrung Wintersingen:

Tabelle 20 **Übersichtsprofil des Perms der Bohrung Wintersingen.**

	Abteilung	Gruppe	Mächtigkeit	Sedimentpetrographische Merkmale
Oberrotliegendes 313.20 m	obere 10.50 m	—	10.50	rotbraune zersetzte Arkose und hellrötlicher verwitterter Arkosesandstein
	mittlere 186.50 m	—	186.50	rotbrauner Ton mit grünen Partien und Lagen
	untere 120.20 m	C	26.70	Konglomerate, Breccien, Arkosen, Arkosesandsteine, Tone, bunte Farben, an der Basis stark eisenhaltig, im allgemeinen stark limonitisiert
		B	71.90	Arkosen und Arkosesandsteine, meist stark zersetzt, Tone, bunte Farben, rotbraune Farbtöne vorherrschend, im allgemeinen starke Limonitisierungen, grobklastische Sedimente in der Regel calcitisch oder direkt gebunden, neugebildet (Umwandlungsprodukte der Feldspäte) sind zur Hauptsache Calcit, Kaolin, Chlorit, Serizit und Quarz, Siderit nur accessorisch
		A	21.60	Arkosen, Arkosesandsteine, Tone, Mergel und Kalke, bei den tonigen Sedimenten braunrote Farbtöne vorherrschend, Kalke und Mergel meist grau, Sedimente im allgemeinen kalk- und limonitreich, als Neubildungen vorwiegend Kaolin, Serizit und Chlorit, Feldspäte häufig limonitisiert, Kalke unten mit Ostracoden, im oberen Drittel z. T. mit Karneol

Fortsetzung der Tabelle 20a **Übersichtsprofil des Perms der Bohrung Wintersingen.**

	Abteilung	Gruppe	Mächtigkeit	Sedimentpetrographische Merkmale
Unterrotliegendes 96.80 m	obere 34.75 m	B	18.90	Arkosen und Arkosesandsteine an der Basis mit kalkigen Lagen, rötlichgraue Farbtöne vorherrschend, Calcit, Quarz oder tonige Mineralien als Bindemittel, Feldspäte z. T. frisch, z. T. in Calcit, Quarz und Kaolin umgewandelt, nur wenig Siderit, zuoberst Limonitausscheidungen
		A	15.85	Arkosesandsteine und Tone, Breccienlage an der Basis, rötliche und grünliche Farbtöne vorherrschend, Calcit, Quarz und Siderit als Bindemittel, im allgemeinen kalkarm, Calcit, Kaolin, Sericit, Siderit (häufig!), Limonit, Quarz und Chlorit als Neubildungen
	mittlere 37.70 m	C	8.05	Arkosen, Arkosesandsteine, Mergel und Tone, meist bitumenführend, dunkelgraue und graue Farbtöne, mit bituminösen Tonen, Calcit und Quarz als Bindemittel der grobklastischen Sedimente, Calcit und Kaolin als hauptsächlichste Neubildungen, ferner Aragonit und Siderit
		B	14.15	Arkosen, Arkosesandsteine und Tone, graue Farbtöne, Kornbindung teilweise durch Quarz, Calcit, Siderit oder Kaolin, teilweise direkt, Calcit, Kaolin und Siderit als hauptsächlichste Neubildungen, Kalkgehalt gegen oben im allgemeinen zunehmend und mit einer Kalkbank abschliessend
		A	15.50	Tone, Arkosesandsteine und Arkosen, meist bitumenführend, dunkelgraue Farbtöne vorherrschend, mit bituminösen fossilführenden Tonen, Bindemittel der grobklastischen Sedimente calcitisch und quarzitisch, Calcit, Quarz, Serizit, Kaolin und Aragonit als Neubildungen
	untere 24.35 m	C	17.65	Graue Arkosesandsteine mit Lagen grauen Tones und Fanglomeraten, calcitisches und toniges Bindemittel, Calcit und Kaolin als hauptsächlichste Neubildungen
		B	3.40	dunkelgraue Tone, reich an Ganoidfischen, und graue Arkosesandsteine mit calcitischem Bindemittel, Bitumen in Spuren, Calcit und Quarz als Neubildungen
		A	3.30	Graue Breccien, Arkosen und Arkosesandsteine mit tonigen Lagen, vorwiegend calcitisches Bindemittel, Calcit, Kaolin und Quarz als Neubildungen, Bitumen in Spuren

d) Die Bohrungen Mumpf und Schweizer Wallbach.

Über eine im Jahre 1898 ausgeführte Tiefbohrung bei Mumpf berichtet DISLER (1914). Die Bohrung wurde „hart am Rheinufer, direkt östlich der Fähre" unternommen. Nach den durch DISLER publizierten Angaben von Prof. C. SCHMIDT ergibt sich folgendes Übersichtsprofil:

Tabelle 21 **Übersichtsprofil der Bohrung Mumpf.**

	Abteilung	Tiefe	Mächtigkeit	Lithologische Merkmale
Oberrotliegendes	obere	nach HEUSSER am Rheinufer anstehend	3—4 m	Karneoldolomit
	mittlere	0—150	150 m	Tone
	untere	150—207	57 m	harte Sandsteine und Breccien

Eine weitere Bohrung war schon 1869/70 unfern vom Rheinufer im Dorfe Schweizer Wallbach ausgeführt worden (HEUSSER 1926). Sie wurde in einer Tiefe von über 150 m aufgegeben. An der Basis fand sich ein Gestein, das nach MÖSCH „reich an grobkörnigem Quarz und gerundeten oder gerollten Feldspatstücken war, begleitet von rotgefärbtem Sand und Ton". Es handelt sich dabei um die untere Abteilung des Oberrotliegenden.

e) Die Bohrungen Zuzgen 1 und 2.

In den Jahren 1939/1940 wurden durch Herrn Ing. E. GUTZWILLER, dem Initianten der Wintersinger Bohrung, in Zuzgen zwei Tiefbohrungen durchgeführt. Herr Ing. GUTZWILLER war so freundlich, uns das von Herrn H. A. BÜHLER aufgenommene Bohrprofil der Bohrung Zuzgen 1 (Terrainhöhe 412.09 m, R. P. N. 373.60) zur Verfügung zu stellen. Die Bohrung wurde bis in 254 m Tiefe vorwiegend als Meisselbohrung durch geführt und lediglich etwa alle 40 m Kerne gezogen. Ab 254 m Tiefe erfolgte Kernbohrung. Nach den im Bohrprofil enthaltenen Angaben haben wir das folgende Übersichtsprofil zusammengestellt:

Tabelle 22 **Übersichtsprofil der Bohrung Zuzgen 1.**

Formation	Abteilung	Schicht Nr.	Tiefe m	Mächtigkeit m	Lithologische Merkmale
Buntsandstein	obere	10	18.00— 0.00	18.00	rötliche und graue Sandsteine und rotbrauner Ton = Unteres Röth, zuoberst alluviale Bodenbildung
		9	25.00— 18.00	7.00	hellgraue und rötliche Sandsteine mit orangerotem Karneol (Karneolhorizont)
	mittlere	8	35.00— 25.00	10.00	graue und rötliche fein- bis grobkörnige Sandsteine
	untere	7	79.00— 35.00	44.00	rotbraune grobkörnige breccienartige Arkosesandsteine
Oberrotliegendes	obere	6	82.00— 79.00	3.00	rotbraune tonige Arkosesandsteine mit Knollen von kristallinem Dolomit
		5	98.00— 82.00	16.00	(Schichtwechsel zwischen Schicht 4 und 5 nicht einwandfrei bestimmt) rotbraune Arkosesandsteine
	mittlere	4	253.75— 98.00	155.75	rotbraune Tone mit runden grünen Flecken und tonige Sandsteine
	untere (C)	3	256.35—253.75	2.60	violettlich-brauner Arkosesandstein. — Quarz- und Feldspatstücke bis 10 mm gross in violett-brauner Grundmasse
Grundgebirge	—	2	273.80—256.35	17.45	verwitterter Granit
		1	403.30—273.80	130.50	hellrosa-grauer Biotitgranit

Einen entsprechenden Befund hat die etwa 350 m ostnordöstlich der ersten Bohrung ausgeführte Bohrung Zuzgen 2 geliefert. Sie begann auf Höhe 406.27 und endete auf der Kote 147.27, nachdem sie noch 16.13 m Granit durchfahren hatte. Die Gesamtmächtigkeit von Rotliegendem und unterem Buntsandstein betrug 210.87 m. Für das eigentliche Rotliegende, wie wir es auffassen, verbleiben demnach nach Abzug des Unteren Buntsandsteins (44 m) etwa 167 m gegenüber 177. 35 m bei der Bohrung Zuzgen 1.

f) Das Gebiet zwischen badisch Wallbach und Brennet.

Aus den Angaben von DISLER (1914) und HEUSSER (1926) ergibt sich in der Brunnhardwiese und am Duttenberg zwischen badisch Wallbach und Brennet über dem Grundgebirge folgende Schichtenfolge:

Tabelle 23 **Übersichtsprofil des Rotliegenden und des unteren Buntsandsteins zwischen badisch Wallbach und Brennet.**

Formation	Abteilung	Mächtigkeit	Lithologische Merkmale
Buntsandstein	untere	mehrere m	weisse und rote, arkoseartige Sandsteine mit zwischenlagernden Tonen
		1.40 m	heller Sandstein
		2 m	grauer löcheriger durch Manganoxyd schwarz gefleckter Sandstein mit reichen haselnussgrossen eckigen Einschlüssen von Quarz und Feldspat
Oberrotliegendes	obere	?	Dolomitischer Horizont (von HEUSSER im Steinbruch am NW-Ausläufer des Duttenberges nachgewiesen)
	mittlere	etwa 100 m	rotbraune Tone
	untere	maximal 20 m	harter rötlicher Sandstein mit Gneiseinschlüssen

Der Karneoldolomit der oberen Abteilung des Oberrotliegenden ist ferner nach HEUSSER an folgenden Stellen aufgeschlossen:

am rechten Rheinufer gegenüber Schweizer Wallbach,
am linken Rheinufer nördlich von Schweizer Wallbach und
am rechten Rheinufer oberhalb Mumpf. Seine Mächtigkeit beträgt dort 3—4 m.

g) Die Gegend von Säckingen und Laufenburg.

Aus der Gegend von Säckingen sind vor allem Aufschlüsse der unteren Abteilung des Oberrotliegenden bekannt, welche direkt auf dem Granit aufruht. Am rechten Rheinufer etwa 1 km oberhalb der Säckinger Rheinbrücke folgen nach DISLER (1931) über dem Granit etwa 2—3 m Arkosen. Etwa 200 m nördlich dieser Lokalität sind die gleichen Arkosen im Steinbruch Häfelen bis zu 7 m mächtig. Die Gesamtmächtigkeit des Rotliegenden von Säckingen kennen wir nicht.

Östlich von Säckingen wird Rotliegendes von HEUSSER an beiden Rheinufern kurz unterhalb Laufenburg erwähnt. Von dem linksufrigen

Aufschluss bei Schäffigen, etwa 1 km unterhalb Laufenburg, schreibt BRÄNDLIN (1911): „Dieses Rotliegende ist jetzt durch den Bau des Kraftwerkes Laufenburg gänzlich abgegraben worden". „Unter der Niederterrasse" waren nach dem Befunde von BRÄNDLIN „rote, tonige, glimmerreiche Sandsteine sichtbar, die nach unten durch Einlagerung von eckigen Gneisbrocken allmählich in ein Konglomerat übergingen, das direkt dem Gneis auflagerte". Ähnlich sind die Verhältnisse auf der rechten Rheinseite, wo RENGGER (zit. HEUSSER 1926) die obere Schicht als „rote, sandige Mergel" beschreibt. Die Gesamtmächtigkeit des Rotliegenden von Laufenburg kann von BRÄNDLIN und HEUSSER nicht angegeben werden. Sie beträgt jedoch nach HEUSSER sicher nicht mehr als 25 m.

Eine petrographische Beschreibung der Rotliegend-Vorkommen von Säckingen und Laufenburg findet sich bei H. SUTER (1924).

h) Das Gebiet östlich Laufenburg.

Im Gebiet östlich Laufenburg folgt über dem Grundgebirge direkt der obere Buntsandstein. Dieselben Verhältnisse wurden auch bei einer Kernbohrung in Zurzach angetroffeu (BADER 1925).

C. Die paläogeographische Entwicklung des Oberrheingebietes während des jüngeren Paläozoikums und während der unteren Trias.

1. Die jungpaläozoische Mulde im schweizerischen Tafeljura und der oberpermische Wehratalbruch (Abb. 9).

Die Untersuchung der Lagerungsverhältnisse des jüngeren Paläozoikums im Schwarzwald und in den übrigen variskischen Gebieten hat gezeigt, dass das Karbon und das Perm niemals das ganze Gebirge bedeckte, sondern sich in einzelnen muldenförmigen, meist dem variskischen Streichen (SW—NE) folgenden Ablagerungsbecken gebildet wurde. STILLE (1928) hat diese Erkenntnis dahin zusammengefasst, dass die jungkarbonisch-altdyadische (Dyas = Perm) Undation fast ausnahmslos dem variskischen Streichen gefolgt sei. Auch BRINKMANN (1926) sagt, dass der Verlauf der Geosynklinalen des Oberkarbons und Rotliegenden durch das Streichen des gefalteten Untergrundes vorgezeichnet sei. Diese Erkenntnis müssen wir auch einem Rekonstruktionsversuch der paläogeographischen Verhältnisse während des jüngeren Paläozoikums im Dinkelberg-Tafeljura-Gebiet zu Grunde legen. Es ist deshalb anzunehmen, dass die Achse des jungpaläozoischen Sedimenta-

tionsbeckens ungefähr in südwest—nordöstlicher Richtung verläuft. Die nach der Bohrung Weiherfeld von den damaligen Experten geäusserten Ansichten gehen dahin, dass die Wahrscheinlichkeit, dass sich ältere Formationsglieder einstellen werden, mit wachsender Entfernung vom Schwarzwalde zunimmt. In ähnlichem Sinne hatten sich auch A. Buxtorf und A. Erni auf Grund der Ergebnisse der Bohrungen Weiherfeld und Wintersingen geäussert. Sie vertraten die Auffassung, dass sich die Schichtfolge über dem Grundgebirge zwischen Wintersingen und dem südlich davon gelegenen Ergolzgebiete in der Weise vervollständige, dass sich gegen Süden, d. h. in wachsender Entfernung vom Schwarzwaldrand, unter dem Unterrotliegenden allmählich auch das Ober-Karbon einschalten könnte — in derselben Weise, wie sich nach ihrer Annahme die Rotliegendserie zwischen Rheinfelden und Wintersingen durch das sich zwischen Oberrotliegendes und Grundgebirge einschaltende Autunien vervollständigt. Buxtorf wies dabei allerdings darauf hin, dass auch dann, wenn diese Annahme zutreffen sollte, wir heute weder über die Mächtigkeit des Unterrotliegenden im Ergolzgebiet, noch über die Kohlenführung des Oberkarbons etwas aussagen können.

Schliesslich zog er die Möglichkeit in Betracht, dass Ober-Karbon auch in einer muldenförmigen Vertiefung zwischen Wintersingen und dem Ergolztale liegen könnte und dass die Mächtigkeit des jüngeren Paläozoikums dann gegen das Ergolzgebiet zu wieder abnehme. Übereinstimmend liegt diesen Möglichkeiten die Annahme zu Grunde, dass die grösste Mächtigkeit des jüngeren Paläozoikums südlich von Wintersingen liege, wobei lediglich die Frage offen gelassen wird, ob sich dieses Jungpaläozoikum allein aus rotliegenden oder aus rotliegenden und oberkarbonischen Sedimenten zusammensetze. Diesen Gedankengängen ist auch H. Schmassmann in einem zu Handen der Regierung des Kantons Baselland verfassten Bericht über die „vorläufige geologische und technische Beurteilung einer Explorationsbohrung auf Steinkohle im Frenkental“ gefolgt. Auf Grund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse muss aber einer anderen Deutungsmöglichkeit, die im Folgenden begründet werden soll, weit mehr Wahrscheinlichkeit gegeben werden.

Die Auffassung, dass die Mächtigkeit des jüngeren Paläozoikums in wachsender Entfernung vom Schwarzwaldrande zunehme, ist durch die Ergebnisse der Bohrungen Zuzgen widerlegt worden. In Mumpf sind durch oberflächliche Aufschlüsse und durch die Bohrung mindestens 210 m Rotliegendes bekannt geworden, wobei seine Untergrenze nicht bekannt ist.

Tabelle 24 **Die Schichtenfolge des Perms im Dinkelberg**

Dinkelberggebiet (Schlächtenhaus)	Bohrung Weiherfeld bei Rheinfelden	Bohrung Wintersingen	Mumpf, Bohrung und oberflächliche Aufschlüsse
60 m Sandsteine und Arkosen	3.35 m grauer und rötlichgrauer Arkosesandstein, zuoberst mit Dolomit	min. 10.50 m hellrötlicher Arkosesandstein und rotbraune Arkosen	3—4 m Karneoldolomit
100 m rotbraune Tone	237.70 m meist rotbraune Tone, oben mit Gips, unten z. T. mit Arkosen	186.50 m rotbrauner Ton	170 m rotbrauner Ton
40 m Sandsteine, Arkosen und Breccien	7.00 m rotbraune tonige Arkosen und Breccien	26.70 m bunte Konglomerate, Breccien, Arkosen, Arkosesandsteine und Tone	57 m harte Sandsteine und Breccien
—	24.05 m bunte Tone	71.90 m bunte Arkosen, Arkosesandsteine und Tone	
—	3.30 m violettrötlicher Ton mit Kalkbank	21.60 m braunrote Arkosen, Arkosesandsteine und Tone, graue Kalke und Mergel	
—	7.65 m Breccien, Arkosesandsteine und Tone	34.75 m rötliche und grünliche Arkosesandsteine, Arkosen, Tone und Breccien	nicht erbohrt
—	—	37.70 m grüne bis schwarze Tone, Arkosesandsteine und Arkosen, z. T. bitumenführend	
—	—	24.35 m graue Breccien, Arkosen, Arkosesandsteine und Tone	

und im schweizerischen Tafeljura.

Bohrung Zuzgen 1	Lokalstratigraphische Gliederung		Stufe	Parallelisierung
19.00 m rotbraune Arkosesandsteine, zuoberst mit Dolomit	obere Abteilung	Oberrotliegendes	Thuringien	Rötel-Schiefer (Standenbühler Schichten)
155.75 m rotbrauner Ton	mittlere Abteilung			
2.60 m violettlich-braune breccienartige Arkosesandsteine	untere Abteilung			„Quarzitkonglomerat“ (Standenbühler Schichten)
—			Saxonien	Kreuznacher und Waderner Schichten
—				
—	obere Abteilung	Unterrotliegendes	Autunien	Lebacher Schichten s. l.
—	mittlere Abteilung			obere Kuseler Schichten
—	untere Abteilung			untere Kuseler Schichten

Demgegenüber steht eine durch die Bohrung Zuzgen 1 erschlossene Gesamtmächtigkeit von nur 177.35 m. Bei der Bohrung Zuzgen 2 wurden sogar nur etwa 167 m Rotliegendes angetroffen. Dabei liegt Mumpf nur etwa 2 km vom Schwarzwaldrande, und zwar vom Schwarzwaldsporn von Säckingen, entfernt, das südlich davon gelegene Zuzgen dagegen etwa 5 km. Ein direkter Zusammenhang zwischen der Gesamtmächtig-

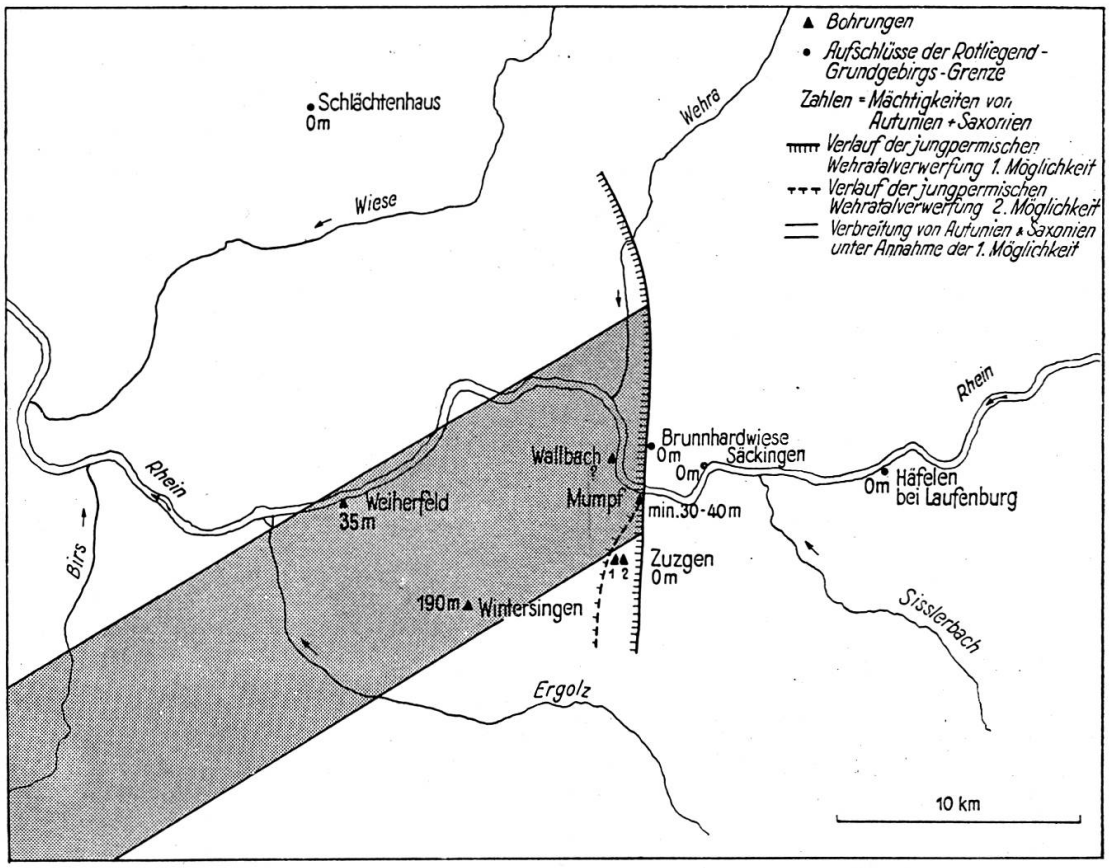


Abbildung 9. Verbreitung von Autunien und Saxonien im Tafeljura.

keit des Rotliegenden und dem heutigen Schwarzwaldrand ist demnach nicht nachzuweisen.

Die Achse der jungpaläozoischen Mulde scheint nicht südlich von Zuzgen, etwa im oberen Ergolztale, sondern nördlich von Zuzgen zu liegen und von der tertiären Tektonik unabhängig zu sein. Für die Festlegung des mutmasslichen Verlaufs dieser Mulde ist ein Vergleich einzelner Profile aufschlussreich.

Die ältesten der in der Bohrung Wintersingen festgestellten Ablagerungen haben wir bereits oben als untere und mittlere Abteilung des

Unterrotliegenden (Autunien) bezeichnet und sie mit den Kuseler Schichten parallelisiert. Darüber folgen rötliche und grünliche Arkosesandsteine, Arkosen, Tone und Breccien von total 34.75 m Mächtigkeit, welche als obere Abteilung des Unterrotliegenden bezeichnet werden. Sie dürften den früher als Mittelrotliegendes bezeichneten Lebacher Schichten s. l. (= Lebacher Schichten s. str. + Tholeyer Schichten) entsprechen. Faziell gleiche Bildungen finden wir in Rheinfelden (Bohrung Weiherfeld) direkt über dem Grundgebirge in einer Mächtigkeit von 7.65 m. Dafür, dass sich die beiden Horizonte entsprechen, spricht auch die Ausbildung ihres Hangenden, welches an beiden Orten durch Kalke charakterisiert ist und in Rheinfelden wiederum geringmächtiger ausgebildet ist als in Wintersingen. Dieser kalkführende Horizont gehört bereits zum Oberrotliegenden. Die Grenze zwischen Unter- und Oberrotliegendem ist durch das Auftreten einer ariden Fazies mit intensiver Eisenoxydhydratfärbung gegeben. Es sei darauf hingewiesen, dass auch in der Rheinpfalz, dort, wo die nur lokal ausgebildeten Sötener Schichten fehlen, die Basis des Oberrotliegenden (untere Winnweiler Schichten) wie bei uns durch Kalkbildung charakterisiert ist. Die Sötener (Hochsteiner) Schichten, welche nach Schüttig (1938) auch in der Rheinpfalz nur örtlich ausgebildet sind, scheinen demnach bei uns kein zeitliches Aequivalent zu besitzen; sie haben sicher kein fazielles.

Das als Gruppe B der unteren Abteilung des Oberrotliegenden zusammengefasste Hangende des kalkführenden Horizontes besteht in Rheinfelden aus 24.05 m bunten Tonen und in Wintersingen aus bunten Arkosen, Arkosesandsteinen und Tonen. Es handelt sich dabei an beiden Orten um eine gleichzeitige Bildung mit verschiedener fazieller Ausbildung; denn darüber folgt nun wieder ein durchgehender Horizont, welcher im ganzen Dinkelberg- und Tafeljuragebiet erkannt werden kann und sowohl bei allen oberflächlichen Aufschlüssen als auch in den Bohrungen Zuzgen direkt auf das Grundgebirge übergreift. Er ist durch grobklastische Sedimente gekennzeichnet. Wegen des übergreifenden Charakters dieser als Gruppe C der unteren Abteilung des Oberrotliegenden bezeichneten Schicht betrachten wir ihre Untergrenze in den Bohrungen Wintersingen und Rheinfelden als eine wichtige Grenze innerhalb der in der bisherigen Literatur (Wilser 1913 und Disler 1914) als untere Abteilung des Oberrotliegenden zusammengefassten Schichtfolge. Ein Vergleich der Mächtigkeiten der über und der unter dieser Grenze liegenden permischen Sedimente zeigt, dass sich mit Einsetzen des übergreifenden grobklastischen Horizontes die Gestalt des Ablagerungsbeckens wesentlich verändert haben muss.

Tabelle 25 **Mächtigkeiten des Perms im schweizerischen Tafeljura und im Dinkelberg.**

	Autunien und Gruppen A und B der unteren Abteilung des Oberrotliegenden (Autunien und Saxonien)	Gruppe C der unteren Abteilung des Oberrotliegenden bis und mit „Karneol-Dolomit" (Thuringien)
Bohrung Weiherfeld	35.00	248.05
Bohrung Wintersingen	190.30	223.70
Kandern-Wiesental	0	200
Bohrung Zuzgen 1	0	177.35
Bohrung Zuzgen 2	0	167
Wallbach-Brennet	0	120
Laufenburg	0	5
Zurzach	0	0

Die Bohrung Mumpf können wir in dieser Tabelle nicht anführen, weil nur ein sehr summarisches Profil vorliegt, das die Legung der wichtigen Grenze zwischen den Gruppen B und C der unteren Abteilung des Unterrotliegenden nicht erlaubt, und weil zudem die Untergrenze des Rotliegenden nicht erbohrt wurde. Erst die Untersuchung der Fazies- und Mächtigkeitsverhältnisse bei den übrigen Aufschlüssen wird uns erlauben, über die stratigraphische Stellung der in der Bohrung Mumpf zuunterst angetroffenen „Sandsteine und Breccien" (Disler) etwas auszusagen. Dass die Bohrung „etwa 30—40 m über dem Grundgebirge" ihr Ende gefunden hätte, wie Disler (1914) behauptet, lässt sich natürlich durch nichts beweisen.

Die Tabelle 25 zeigt, dass eine Abhängigkeit der Mächtigkeiten vom heutigen geologischen Bild, welche Buxtorf für das ganze Rotliegende angenommen hat, wenigstens für den über der Untergrenze des transgredierenden Horizontes (Gruppe C der unteren Abteilung des Oberrotliegenden) folgenden Teil besteht (vgl. Abb. 10). Die Mächtigkeiten der unter dieser Grenze liegenden Schichten folgen dagegen eigenen Gesetzmässigkeiten. Um die Nomenklatur der einzelnen Stufen im Folgenden etwas vereinfachen zu können, sei schon hier vorweggenommen, dass wir die Stufe, welche mit den über den kristallinen Untergrund des ganzen Dinkelbergs und Tafeljuras westlich Laufenburg übergreifenden grobkonglomeratischen Schichten beginnt, als Aequivalent des Zechsteins, d. h. der Thuringien-Stufe, betrachten. Das Saxonien oder eigentliche Oberrotliegende ist nach dieser Auffassung auf die Gruppen A und B unserer unteren Abteilung des Oberrotliegenden beschränkt.

Oberflächlich sind Autunien und Saxonien nirgends aufgeschlossen. Dagegen konnten diese beiden Stufen, welche das eigentliche Rotliegende umfassen, in den Bohrungen Weiherfeld und Wintersingen nachgewiesen werden. Es ist ferner als wahrscheinlich zu betrachten, dass es bei der Bohrung Mumpf erbohrt wurde, wo nach Abzug der an benachbarten Orten festgestellten Mächtigkeiten der grobklastischen Basis des Thuringiens (Zuzgen 12.60 m, Säckingen-Rheinufer 2—3 m,

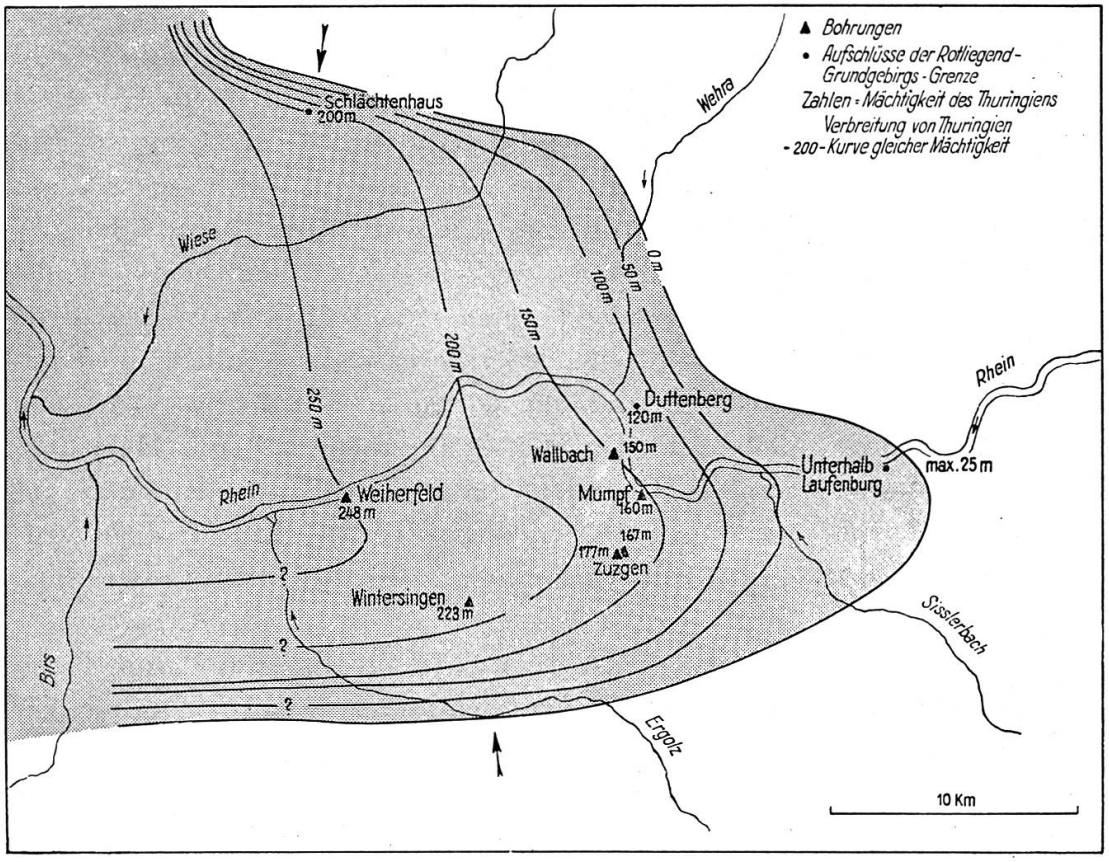


Abbildung 10. Verbreitung des Thuringiens.

Säckingen-Häfelen 7 m, Wallbach-Brennet maximal 20 m) mindestens 30—40 m der 57 m mächtigen „Sandsteine und Breccien" Dislers für das Saxonien verbleiben. Im Gebiet der autunischen und saxonischen Mulde liegen also die Lokalitäten Weiherfeld, Wintersingen und Mumpf, während das Gebiet zwischen Kandern und Wiesental, die rechte Rheintalseite zwischen Brennet und Säckingen, Zuzgen und das ganze Rheintal oberhalb Säckingen ausserhalb dieses Bereiches liegen. Gegen Osten ist die Mulde demnach durch eine Linie begrenzt, welche in der geraden Fortsetzung der Hauptverwerfungen der tertiären Wehrabruchzone (d. h. nicht in deren wirklicher Fortsetzung in die Zeininger Bruchzone)

etwas östlich Mumpf verlaufen dürfte. Die Verbreitung der Ablagerungen des Autuniens und des Saxoniens lassen nur die Deutung des südwest-nordöstlichen Verlaufs der rotliegenden Mulde als möglich erscheinen. Der südöstliche Rand dieser Mulde ist einerseits durch die Bohrungen Zuzgen 1 und 2 und andererseits durch die Bohrungen Wintersingen und Mumpf gegeben. In Zuzgen gelangte weder Autunien noch Saxonien zur Ablagerung, während in Wintersingen beide Stufen und in Mumpf sicher Saxonien, möglicherweise aber auch Autunien zur Ablagerung gelangt sind. Der südöstliche Rand der Mulde verläuft demnach durch zwei Punkte, welche zwischen Mumpf und Zuzgen und zwischen Wintersingen und Zuzgen liegen. Schwieriger ist der nordwestliche Rand der Mulde zu bestimmen, da er irgendwo zwischen dem Gebiet von Kandern—Wiesental, wo das Thuringien direkt über dem Grundgebirge folgt, und dem Weiherfeld bei Rheinfelden, wo Autunien und Saxonien ausgebildet sind, liegen dürfte. Da jedoch die 170 m mächtigen Autunien- und Saxonien-Schichten von Wintersingen auf Grund der paläogeographischen Synthese schon ziemlich nahe des Muldenrandes abgelagert sein müssen, ist anzunehmen, dass Autunien und Saxonien des Weiherfeldes, welche mit einem höheren Horizonte als in Wintersingen auf das Grundgebirge übergreifen und in den einzelnen Horizonten geringere Mächtigkeiten als in Wintersingen aufweisen, sehr nahe dem gegenüberliegenden nordwestlichen Muldenrande gebildet wurden.

Eine andere Deutungsmöglichkeit für die Lage und Form der jungpaläozoischen Mulde als die geschilderte besteht lediglich für ihren Südostrand. Dieser kann nämlich dann noch weiter südöstlich liegen, wenn angenommen wird, der vorthuringische Wehratalbruch biege südlich Mumpf gegen SSW um (vgl. Abb. 9) und habe dann einen ähnlichen Verlauf wie die westlich Zuzgen durchgehende tertiäre Junkholzverwerfung Suters (1915). Christ und Buxtorf verbinden auf ihrer tektonischen Übersichtskarte (1936) diese Junkholzverwerfung direkt mit der Bruderhäusleberg-Verwerfung Heussers, einer Verwerfung der tertiären Wehratalbruchzone. Eine tertiäre Analogie für dieses Umbiegen der Verwerfung nach SSW ist somit gegeben. Da sich auch andere tektonische Elemente im Perm und im Tertiär mechanisch ähnlich verhalten haben, ist der geschilderte Verlauf der jungpermischen Verwerfung gut denkbar. In diesem Fall hätte das Gebiet von Zuzgen ursprünglich ebenfalls zum altpermischen (Autunien-Saxonien) und eventuell auch oberkarbonischen Sedimentationsgebiet gehört; die Sedimente fielen jedoch der jungpermischen Abtragung zum Opfer und das oberste Perm

griff erneut auf das Grundgebirge über, wie dies zwischen Brennet und Badisch Wallbach der Fall ist. Der Südostrand der jungpaläozoischen Mulde wäre in diesem Falle nicht mehr durch die Bohrungen Zuzgen gegeben und könnte weiter im Süden liegen.

Beiden Deutungsmöglichkeiten (vgl. Abb. 11) ist lediglich eine SW—NE bis WSW—ENE verlaufende, d. h. wie alle übrigen jungpaläozoischen Mulden dem variskischen Streichen folgende Mulde gemeinsam.

Die Mulde hat sich ursprünglich über ihre heutige östliche Begrenzung hinaus erstreckt, ist aber dort, d. h. im Gebiet des Hotzenwaldes

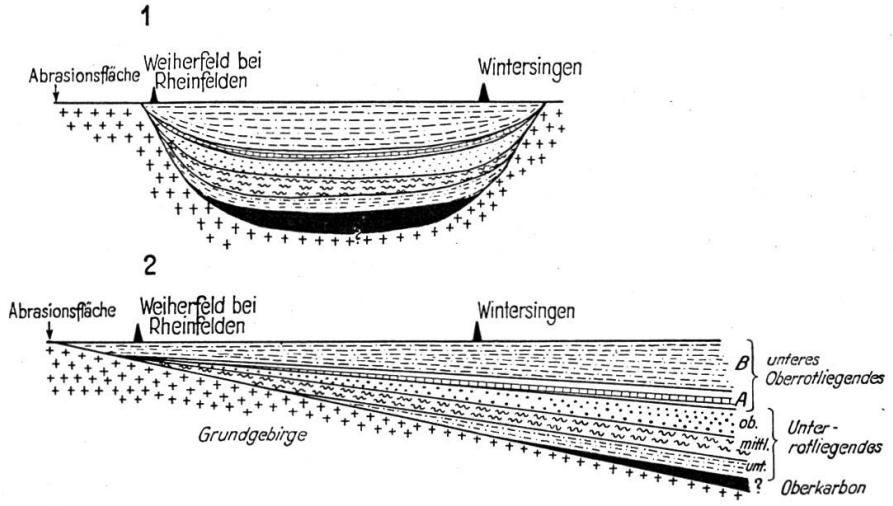


Abbildung 11. Die wichtigsten Deutungsmöglichkeiten des Profils Weiherfeld-Wintersingen vor Ablagerung der Gruppe C des unteren Oberrotliegenden (Basis des Thuringiens) 10 mal überhöht.

und möglicherweise auch noch östlich davon, der oberpermischen Abtragung zum Opfer gefallen. Der westliche Teil der Mulde entging dagegen diesem Schicksal, da er nach dem Saxonien an einer Verwerfung abgesunken war und dadurch vor der Abtragung geschützt blieb (vgl. Abb. 14). Ähnliche Verhältnisse sind auch von einer anderen jungpaläozoischen Mulde des Schwarzwaldes, dem sogenannten Schramberger Trog, bekannt geworden, wo permische Verwerfungen nachgewiesen wurden, längs deren Sedimente des Rotliegenden an Granit abschneiden und die wie bei uns die Anlage zu jüngeren, tertiären Verwerfungen bilden (Bräuhäuser 1910, Strigel 1922). Bei Schramberg transgrediert sowohl über das eigentliche Rotliegende als auch über den Granit der Karneoldolomit, welcher wie bei uns das oberste Perm und unmittelbare Liegende des Buntsandsteins darstellt. Das jüngste Mitver-

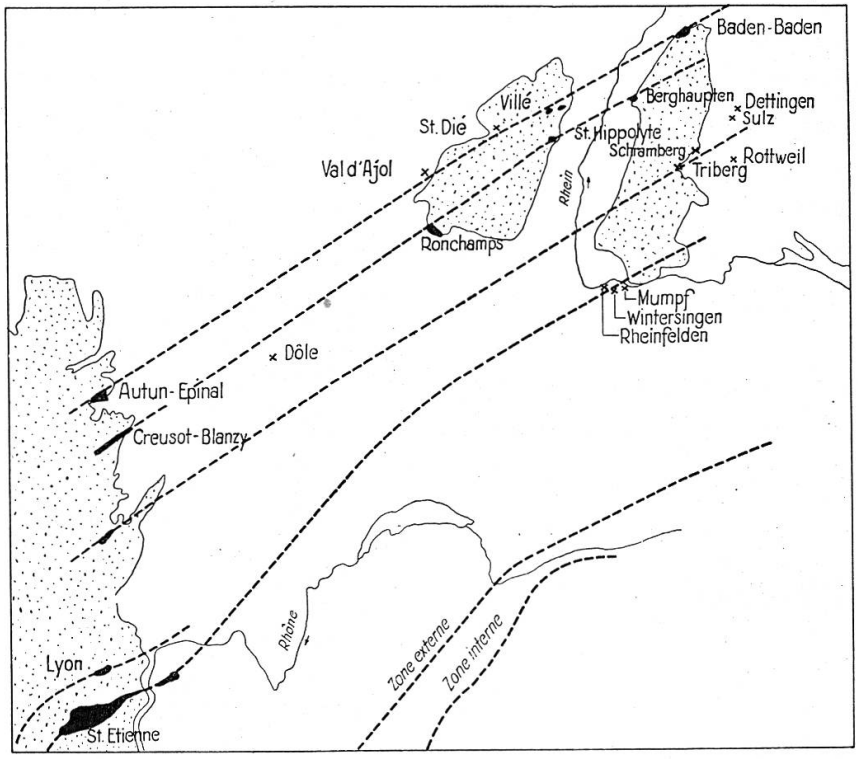
worfene besitzt bei Schramberg nach seiner faziellen Ausbildung und seiner stratigraphischen Lage wie bei uns Saxonien-Alter, so dass Gleichaltrigkeit der Verwerfungen von Schramberg und der permischen Wehratal-Verwerfung angenommen werden kann. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass die Sedimentation des Thuringiens im Dinkelberg-Tafeljura-Gebiet früher einsetzte als am östlichen Schwarzwaldrand der Gegend von Schramberg, was auf die jungpermische Anlage der ganzen Rheintalsenke zurückzuführen ist. Die Auflagerungsfläche des Thuringiens östlich der permischen Verwerfung, in der Fortsetzung der rotliegenden Mulde, also z. B. beim Aufschluss in der Brunnhardwiese zwischen badisch Wallbach und Brennet und bei den Aufschlüssen von Säckingen stellt demnach nicht die praepermische Landoberfläche, sondern eine jüngere nach dem Saxonien und vor dem Thuringien entstandene Einebnungsfläche dar. STRIGEL (1914, 1922) hat diese Rotliegend-Abtragungsfläche im ganzen Schwarzwald verfolgt. Er stellte fest, dass diese sogenannte „Abrasionsfläche" im wesentlichen die spätpermische Landoberfläche und meist auch die des frühen Buntsandsteins darstelle.

2. Paläogeographie des Gebietes zwischen dem französischen Zentralplateau und dem Schwarzwald während des Oberkarbons, Autuniens und Saxoniens (Abb. 12).

Sowohl im französischen Zentralplateau als auch in den Vogesen und im Schwarzwald sind zahlreiche jungpaläozoische Mulden mit dazwischenliegenden Schwellen erkannt worden, deren Verlauf dem variskischen Streichen folgt. Verschiedene Autoren, so SCHMIDT und KOBY (1917), DE LAUNEY (1919), STILLE (1928) und FREYBERG (1935) haben angenommen, dass entsprechende Mulden dieser drei Gebiete ursprünglich zusammengehangen haben und die Zwischenstücke erst in späterer Zeit entweder abgetragen oder durch jüngere Schichten zugedeckt wurden. Diese Auffassung wird durch den Verlauf der übrigen jungpaläozoischen Mulden und Schwellen wahrscheinlich gemacht. Die Parallelisation stösst jedoch auf grosse Schwierigkeiten und ist deshalb auch sehr verschiedenartig durchgeführt worden. Wir wollen uns hier darauf beschränken, eine Parallelisation zu geben, die auf Grund der neueren Forschungen am meisten Wahrscheinlichkeit haben dürfte.

Die älteste Trogbildung fällt im Oberrheingebiet schon ins Westphalien. Während dieser Zeit wurden die im Berghauptener Becken und in den Becken von Rodern und St. Pilt (St. Hippolite) erhaltenen kohlenführenden Sedimente gebildet. Von STILLE werden diese

zwei Becken zum „Offenburger Trog“ zusammengefasst. Weiter dem variskischen Streichen nach Südwesten folgend, gelangen wir in das Kohlenbecken von Ronchamp, wo die Sedimentation im Stephanien beginnt. Ungefähr in der südwestlichen Fortsetzung erscheint dann nach STILLE Unterrotliegendes bei Dôle. In derselben Richtung noch weiter



Schwarze Flächen = Steinkohlenbecken. Beginn der Absenkung im Oberkarbon
× = Beginn der Absenkung spätestens im Autunien oder Saxonien.
----- = Achse der Senkungszone.

Abbildung 12. Mutmasslicher Verlauf der jungpaläozoischen Muldenachsen zwischen dem französischen Zentralplateau und dem Schwarzwald.

gehend, stossen wir auf das Becken von Creusot-Blanzy im Plateau central, an das sich weiter südwestlich das Becken von Bert anschliesst. Der Beginn der Senkung fällt hier wie im Becken von Ronchamp ins Stephanien. Zu dieser Zeit stellt sich im Schwarzwald und in den Vogesen nördlich des westphalischen Offenburger Troges ein weiteres Becken ein, das als Oos-Trog bezeichnet wird und die Becken von Baden-Baden und des Weilertales umfasst. Als südwestliche Fortsetzung dieses jungpaläozoischen Senkungstroges dürfte der im Unterrotliegenden angelegte Sedimentations-Trog der Westvogesen (St. Dié, Val

d' Ajol) zu betrachten sein. Dem variskischen Streichen weiter folgend, gelangen wir in das wiederum schon im Stephanien angelegte Becken von Autun-Epinac.

Südlich der durch die Becken von Creusot-Blanzy, Ronchamp, St. Hippolite und Berghaupten gegebenen ältesten Senkungszone finden wir nur noch im Zentralplateau und im Schwarzwald jungpaläozoische Senken, da die Vogesen und mit ihnen die jungpaläozoischen Mulden unter die jüngeren Schichten untertauchten. Die zwischen dem Becken von Le Creusot und dem Becken von St. Etienne gegelegenen Oberkarbonbecken haben vielleicht ihre nordöstliche Fortsetzung in den spätestens im Unterperm angelegten Trögen von Schramberg und des Tafeljuras (Wintersingen—Rheinfelden—Mumpf) ihre Fortsetzung. Möglicherweise entspricht der Tafeljura-Trog sogar dem Becken von St. Etienne selbst. Die Achse einer durch die Becken von Alais, Aubenas, St. Etienne und Lyon und durch den jungpaläozoischen Sedimentationstrog des Tafeljuras gegebenen Mulde würde ungefähr einen parallelen Verlauf mit der äusseren Kohlenzone des Wallis und ihrer Fortsetzung im Aarmassiv aufweisen.

3. Die Zechsteinfrage im schweizerischen Tafeljura, im Dinkelberggebiet und im Oberrheingraben.

a) Stratigraphischer Vergleich

Es bleibt uns noch übrig, das von uns angenommene Thuringien-Alter der über der sogenannten Abrasionsfläche sedimentierten Gesteine zu begründen. Das südlichste Vorkommen von marinem Zechstein liegt bei Heidelberg-Heilbronn, wo es allerdings nur noch lückenhaft ausgebildet ist (Harrassowitz 1926). Der oberste Zechstein keilt bei Heidelberg und in der Pfalz nach Harrassowitz (1926) in Form von dünnen Dolomitbänkchen zwischen roten Schichten aus; „das Nebengestein steht in lückenlosem Übergang vom Oberen Rotliegenden zum Buntsandstein". Der höhere Teil des Oberrotliegenden — soweit er nicht vom Unteren sondern vom Mittleren oder Oberen Zechstein oder Unteren Buntsandstein konkordant überlagert wird — muss nach Harrassowitz als Vertreter des Zechsteins angesehen werden. Der Karneoldolomit, welcher in Heidelberg unter dem Zechstein vorkommt, kann, wie schon Wilser (1913) festgestellt hat, nicht mit dem Karneoldolomit des südlichen Schwarzwaldgebietes identifiziert werden; denn sonst müsste die Buntsandsteinfazies südlich von Heidelberg gleichzeitig mit dem

Zechstein eingesetzt haben, was nicht den allgemeinen Beobachtungen entspricht (WILSER). Die beiden Dolomite, der unter dem Zechstein und der unter dem Buntsandstein, können nur faziell, nicht stratigraphisch identisch sein. Diese Auffassung ist nun durch die Ergebnisse der Bohrung Wintersingen bestätigt worden, durch die im Dinkelberg-Tafeljura-Gebiet nun auch der untere Karneolhorizont nachgewiesen werden konnte. Die Zechsteinaequivalente in unserem Untersuchungsgebiet sind demnach sicher über dem unteren, zum Saxonien gehörenden Karneolhorizont, der dem Heidelberger Karneolhorizont seiner stratigraphischen Stellung nach ungefähr entsprechen dürfte, zu suchen. Möglicherweise sind auch die von BRÄUHÄUSER (1910) aus dem Gebiet der oberen Kinzig erwähnten Dolomite in seinem „Mittelrotliegenden" damit zu parallelisieren, vielleicht auch Krustenbildungen, wie sie von WEYL im Oberrotliegenden des übrigen Schwarzwaldes festgestellt worden sind. Eine genauere Verfolgung dieser tieferen Karneol-Dolomit-Vorkommen im ganzen Schwarzwald, welche vermutlich gleichzeitige oder annähernd gleichzeitige Bildungen einer bestimmten klimatischen Epoche sind, würde sicher wichtige Anhaltspunkte für die Parallelisierung der einzelnen Oberrotliegendvorkommen ergeben.

Entsprechend ist auch der obere Karneoldolomit als eine Krustenbildung einer zwischen Perm und Trias herrschenden Periode verminderter Abtragung und verminderter Aufschüttung (WILSER 1933) aufzufassen und nicht, wie WILFAHRT (1932, zit. WILSER) meint, als Sedimente einer zeitweiligen Überflutung des Zechsteinmeeres.

Besonders die bei Heidelberg beobachtete Verzahnung von Sedimenten des Zechsteins und des Oberrotliegenden machen es sehr wahrscheinlich, dass das Oberrotliegende teilweise dem Zechstein aequivalent ist. Auch in anderen Gebieten konnten kontinentale Zechsteinaequivalente nachgewiesen oder wenigstens wahrscheinlich gemacht worden, z. B. in der innersudetischen Mulde und in England (vgl. BUBNOFF 1935). Die Auffassung einer Schichtlücke zwischen Oberrotliegendem und Zechstein wird deshalb dort, wo wie bei uns konkordante Überlagerung vorliegt, kaum mehr vertreten.

Es bleibt demnach vor allem noch die Frage der unteren Abgrenzung der Zechsteinaequivalente abzuklären. In der Rheinpfalz betrachtet SCHÜTTIG (1938) die Standenbühler Schichten als terrestrisches Aequivalent des Zechsteins. Sie beginnen mit dem Quarzitkonglomerat. Darüber folgen die Rötelschiefer, welche aus roten Tonen mit grünen Reduktionszonen bestehen, oben mit dolomitischen Bänken

abschliessen und vom Buntsandstein überlagert werden. Das Quarzitkonglomerat dürfte nach SCHÜTTIG am ehesten dem unteren Zechstein entsprechen und lässt sich mit der küstennahen Ausbildung der Basis desselben, dem Zechsteinkonglomerat, vergleichen. In der mit den auf das Grundgebirge der Ränder der älteren variskisch streichenden Autunien-Saxonien-Mulde übergreifenden grobklastischen Schicht (Gruppe C der unteren Abteilung des Oberrotliegenden) können wir eine den Standenbühler Schichten weitgehend entsprechende Schichtenfolge erkennen. Das Liegende der Standenbühler Schichten, die Waderner Schichten, sind faziell den Gruppen A und B unserer unteren Abteilung des Oberrotliegenden sehr ähnlich. Übereinstimmend finden wir ferner an der Basis der neuen Schichtenfolge vorwiegend grobklastische Sedimentation, welche nach oben durch dieselben roten Tone mit grünen Reduktionszonen abgelöst wird, die ihrerseits mit einem dolomitischen Horizont abschliessen und vom Buntsandstein überlagert werden. Es kann deshalb vermutet werden, dass die faziell übereinstimmenden Sedimente gleichzeitigen klimatischen Epochen entsprechen. Wir glauben allerdings im Gegensatz zu SCHÜTTIG annehmen zu dürfen, dass das Klima gegenüber dem eigentlichen Rotliegenden nicht trockener geworden sei. Das Vorwiegen toniger Sedimente in der mittleren Abteilung unseres „Oberrotliegenden" lässt sich mit einem rein ariden Klimacharakter im Abtragungsgebiet nicht in Einklang bringen, es sei denn, die Tone würden Verwitterungsprodukte vulkanischer Tuffe darstellen. Als typische Gesteine anderer Klimaperioden sind Fanglomerate und Arkosen zu bezeichnen, wie sie im Liegenden der roten Tone vorkommen. Es kann vermutet werden, dass der Einfluss des norddeutschen Zechsteinmeeres auch in unserem Gebiet das Klima wieder feuchter als in den vorangehenden Epochen werden liess und damit die tonige Verwitterung wieder an Bedeutung zunahm. Zu derselben Schlussfolgerung kommt auch HARRASSOWITZ (1930) bei der Beurteilung der „permotriadischen Grenzkarbonate", zu denen unser Karneoldolomit gehört. Er schreibt: „Das Oberrotliegende zeigt den Übergang zu vollaridem Klima infolge seiner mächtigen typischen Fanglomerate." „Während die Schuttbildung zunächst noch anhält, vollzieht sich von Norden her eine Einsenkung, und das Zechsteinmeer erscheint. Dadurch wird das Klima aber feuchter und auf den Festländern machen sich Flächenkalke in Form von Dolomit und Kalk, und zwar oft mit Verkieselung bemerkbar."

Als ein durch gleichartige Klimaverhältnisse bedingtes limmnisches Aequivalent der marinen Zechsteinsalze kann vielleicht das Vorkommen von Gips in der Bohrung Weiherfeld betrachtet werden.

b) Form und Lage des oberpermischen Sedimentationsraumes.

Durch einen stratigraphischen Vergleich mit anderen Gebieten, vor allem mit der Rheinpfalz, wie auch durch die klimatisch-fazielle Beurteilung der Sedimente kann wahrscheinlich gemacht werden, dass der bei uns über das Grundgebirge und die ältere jungpaläozoische Mulde übergreifende Teil des Oberrotliegenden zeitlich dem Zechstein aequivalent ist und als Thuringien bezeichnet werden kann.

Was uns aber vor allem zu dieser Auffassung geführt hat, ist die horizontale Verbreitung der über dem typischen Saxonien liegenden Oberrotliegend-Sedimente.

Wilser hat schon in seiner Studie über die Perm-Trias-Grenze im südwestlichen Baden darauf hingewiesen, dass das Ablagerungsbecken der Thuringien-Sedimente, welche ihm von den permischen Ablagerungen allein bekannt waren und welche er als „Oberrotliegendes" bezeichnet hat, im Norden durch eine Linie Kandern–Raitbach und im Osten durch eine Linie Raitbach–Säckingen begrenzt sei. Er bemerkt, dass diese alten Beckenränder heute wieder als Steilstufen vorliegen und damit die Morphologie der oberen Rotliegend- und unteren Buntsandstein-Zeit heute in den Hauptzügen auf alter tektonischer Grundlage wiederhergestellt sei. Diese Annahme der Beckenränder wird auch dadurch bestätigt, dass der Faziescharakter der Sedimente in ihrer Nähe viel grobkörniger ist als im vermuteten Beckeninnern. Besonders kommt dies in einer Mächtigkeitszunahme der grobklastischen unteren und oberen Abteilungen auf Kosten der vorwiegend tonigen mittleren Abteilung gegen die Ränder zu zum Ausdruck (vgl. z. B. die Profile von Kandern—Wiesental und Weiherfeld). Es liegt demnach ein seitlicher Fazieswechsel vor und die Grenzen zwischen den drei Abteilungen sind nicht als gleichzeitige sondern nur als Faziesgrenzen zu betrachten. Mit der von Wilser erkannten Begrenzung des Beckens stimmen auch zur Hauptsache die Mächtigkeitsverhältnisse überein, wie wir sie in Abb. 9 dargestellt haben.

Für das Sedimentationsgebiet des Thuringiens können wir ungefähr folgende Begrenzung angeben:

1. Im Norden: Die tertiäre Verwerfung Kandern—Hasel.

2. Im Osten: Eine etwas östlich der tertiären Hauptverwerfungen der Bruchzone des Wehratales verlaufende Linie mit einer längs dem heutigen südlichen Schwarzwaldrande oberhalb Säckingen etwa bis in die Gegend von Laufenburg folgenden Ausbuchtung.

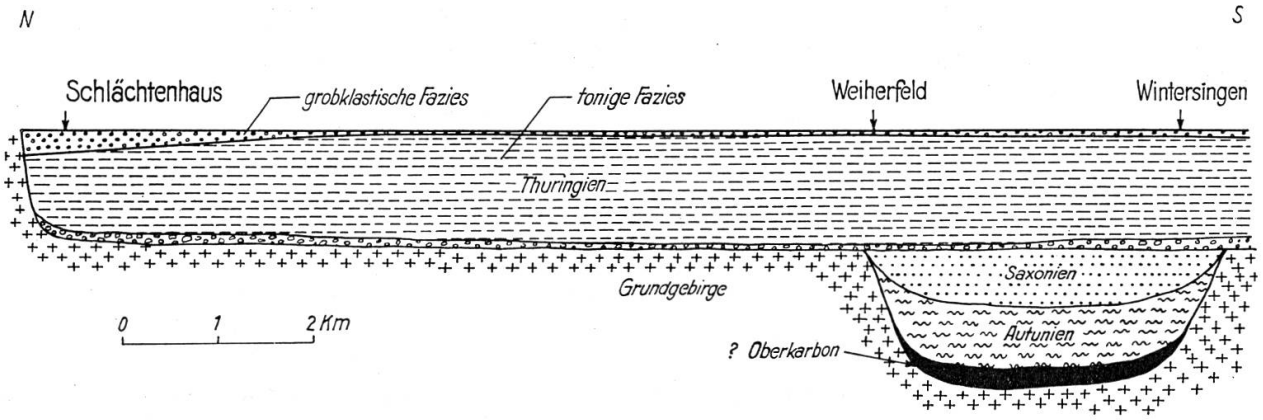


Abbildung 13. Profil am Ende der Permzeit quer zum unterpermischen Sedimentationstrog (10 mal überhöht).

3. Im Süden: Die südliche Begrenzung des Beckens ist nicht bekannt. Es ist nicht ausgeschlossen, dass sie südlich Wintersingen etwa im Gebiete des oberen Ergolztales oder sogar nördlich davon liegt.

Vergleichen wir nämlich die nördlichen und östlichen Beckenbegrenzungen des Thuringiens und des unteren Buntsandsteins miteinander so können wir eine weitgehende Übereinstimmung feststellen. Lediglich die im Thuringien nur geringmächtige Sedimentation aufweisende Bucht von Laufenburg lässt sich im unteren Buntsandstein nicht nachweisen, was, wie die Beobachtungen bei Wintersingen auf ein Kleinerwerden des Beckens zur unteren Buntsandsteinzeit hindeutet. Bei Wintersingen fehlt der unter Buntsandstein. Wir befinden uns also schon jenseits des nördlichen Beckenrandes dieser Zeit. Wenn die Verkleinerung des Sedimentationsraumes gegenüber dem Thuringien auch an diesem Rand nur eine geringe sein sollte, so wäre die obige Annahme eines jungpermischen (Thuringien) Beckenrandes südlich von Wintersingen berechtigt. Die folgenden Mächtigkeits- und Faziesverhältnisse in einem Profil vom nördlichen Beckenrand gegen Süden scheinen uns ebenfalls für diese Auffassung zu sprechen:

Tabelle 26 **Mächtigkeits- und Faziesverhältnisse des Thuringiens im Tafeljura- und Dinkelberggebiet.**

Lokalität	Schlächtenhaus	Weiherfeld	Wintersingen
Obere, grobklastische Abteilung	60 m	3.35 m	min. 10.50 m
Mittlere, tonige Abteilung	100 m	237.70 m	186.50 m
Untere, grobklastische Abteilung (ohne Saxonien-Anteil)	40 m	7.00 m	26.70 m
Gesamtmächtigkeit des Thuringiens	200 m	248.05 m	223.70 m

Die Gesamtmächtigkeit der Thuringienstufe erreicht demnach — soweit bis jetzt bekannt — beim Weiherfeld die grösste Mächtigkeit und nimmt gegen Wintersingen wieder ab. Zugleich erreicht die Mächtigkeit der grobklastischen Abteilungen in Wintersingen wieder grössere Mächtigkeiten, was bereits am nördlichen und östlichen Rand des Beckens als Randnähe erkannt wurde.

Inwieweit auch an diesem Beckenrande Zusammenhänge mit jüngeren tektonischen Strukturen (östliche Fortsetzung des Adlerhofgewölbes, westliche Fortsetzung der Störungszone von Mandach und des Käsibergs) bestehen, kann auf Grund der gegenwärtigen Kenntnisse nicht entschieden werden.

4. Im Westen: Gegen Westen dürfte das jungpermische Sedimentationsbecken des Dinkelberges und Tafeljuras mit der Rheintalsenke in Verbindung gewesen sein, welche — wie WILSER (1933) nachgewiesen hat — zu dieser Zeit im Gegensatz zum südlichen Schwarzwald ebenfalls Sedimentationsgebiet war. WILSER schliesst aus den von ihm neu beschriebenen Vorkommen von Rotliegendem und unterem Buntsandstein, dass sich Rheintalsenke und Schwarzwald mindestens bereits im Oberrotliegenden differenzieren, „indem sich von der Oberrotliegend- bis gegen die Oberbuntsandsteinzeit im südlichen Rheintal, also in der Achse der Südwestbucht des Zechsteinmeeres und in der Achse der westlichen Kalisalzbecken ebenfalls Einmuldung (also rheinische Undation) und verstärkte (wenn auch fast nur terrigene) Ablagerungen zu erkennen geben.“ Nach WILSER wird demnach der Ablagerungsraum des „Oberrotliegenden“ im wesentlichen durch eine rheinisch (N—S) gerichtete Undation bestimmt, wobei auch noch vereinzelt variskisch gerichtete Undationen erkannt werden können.

Zusammenfassend ergibt sich, dass das paläogeographische Bild desjenigen Teils des Oberrotliegenden, den wir als Thuringien bezeichnet haben und der der WILSERschen Bezeichnung „Oberrotliegendes“ entspricht (der Saxonien-Anteil des Oberrotliegenden ist nur in den Bohrungen Wintersingen, Weiherfeld und Mumpf erschlossen), wie das Zechsteinbecken durch eine rheinisch gerichtete Undation beherrscht wird. Der Verlauf der liegenden Ablagerungsbecken (Oberkarbon—Autunien—Saxonien) ist dagegen überall durch das variskische Streichen des Untergrundes vorgezeichnet. Das Ablagerungsbecken der Zechsteinaequivalente im Dinkelberg-Tafeljura-Gebiet zeigt zwar selbst keine rheinisch gerichtete Achse. Seine nördliche und östliche Begrenzung stimmt jedoch mit tertiären Strukturen überein, die auf eine in ihren Hauptzügen rheinisch gerichtete Tektogenese zurückgeführt wer-

den können. Sowohl der Randbruch des Rheintalgrabens, die Verwerfung Kandern-Hasel und die Bruchzone des Wehratales als auch der Rheintalgraben als Ganzes und die abgesunkene Dinkelbergscholle haben jungpermische Vorläufer gehabt. Diese alte Rheintalsenke scheint jedoch nur im jüngsten Perm (Thuringien) und möglicherweise noch im unteren Buntsandstein existiert zu haben. Im oberen Buntsandstein greift dann die Sedimentation weit über die Ränder dieser Senke hinaus. Ebensowenig lassen sich trotz der noch bis etwa in den Lias andauernden rheinischen Richtung der Undation während des übrigen Mesozoikums Zusammenhänge zwischen dem heutigen Rheintalgrabengebiet und den Mächtigkeitsverhältnissen der Sedimente nachweisen, worauf L. VONDERSCHMITT (1942) hingewiesen hat. Erst mit dem Tertiär setzte wieder eine Absenkung ungefähr längs der alten, oberpermischen Brüche ein.

c) Die Entwicklung des jungpaläozoischen und mesozoischen Sedimentationsraumes der Nordschweiz im Rahmen der Epirogenese Westeuropas.

H. SCHMASSMANN konnte bereits in seiner Bearbeitung des mittleren Doggers der Nordschweiz (1945) auf das von BUBNOFF (1933, 1935) entworfene Schema der Epirogenese Westeuropas hinweisen. Diese Epirogenese ist durch ein wiederholtes Abdrehen der Undation von N—S über NW—SE in E—W beherrscht. Diese grossen epirogenetischen Zyklen werden durch die grossen Orogenesen (variskisch, kimmerisch, lamarisch, savisch) eingeleitet. Nach den Orogonesen verbleiben weitgehend abgeriegelte Restsenken, die je nach den klimatischen Verhältnissen salinare-aride oder kaustobilithische-humide Fazies besitzen. Im ersten nachvariskischen Zyklus entsprechen diesen Restsenken die oberkarbonischen und altpermischen Ablagerungsbecken. In allen Zyklen wandelte dann eine rheinisch (N—S) gerichtete Undation die Restsenken weitgehend um. Diese Phase wurde im ersten nachvariskischen Zyklus mit dem Zechstein eingeleitet, was sich, wie wir oben darlegten auch im Oberrheingebiet auswirkte. Sie dauerte bis in den Lias. Die dritte Phase zeigt das Abdrehen der Undation in NW—SE. Wie SCHMASSMANN (1945) nachweisen konnte, beherrscht diese Richtung während des mittleren Doggers auch die paläogeographischen Verhältnisse des Oberrheingebietes. Im obersten Teil des mittleren Doggers machen sich allerdings schon die ersten Anzeichen eines Umschwunges zur vierten und letzten Phase bemerkbar, welche durch ein Abdrehen der Undation in E—W gekennzeichnet ist. Sie schliesst mit der kimmerischen Gebirgsbildung ab, während der das Oberrheingebiet wieder wie in der der

variskischen Gebirgsbildung folgenden Epoche in den festländischen Bereich gelangte.

d) Zusammenhänge zwischen jungpermischer und tertiärer Tektonik.

Auffallend ist die weitgehende Übereinstimmung in der oberpermischen und der tertiären Begrenzung der Südwestecke des Schwarzwaldes. Cloos (1939) hat die tektonische Struktur des tertiären Oberrheingrabens mit derjenigen anderer Gräben verglichen und festgestellt, dass der Oberrheingraben nach seinem freien Südende die auch von den anderen Gräben (Nyassa, Tangannyika, Grosser Graben in Ostafrika, Vettern) bekannte Gabelung und trompetenförmige Erweiterung zeigt. „Vollkommen ist diese auf der Westseite, wo der Hauptbruch in einem schönen Bogen um das Südende der Vogesen in die Burgundische Pforte hinausschwingt. Gegenüber, auf der Schwarzwaldseite, müsste der Randbruch schon nahe südlich Freiburg aus der Hauptrichtung nach Süden und Südosten ausbiegen und etwa bei Säckingen, 28 km östlich Basel den Rhein überschreiten.“ Die mechanische Ursache für den wirklichen abnormen Verlauf ist nach Cloos in dem widerstandsfähigen Granitblock des Blauenplutons zu suchen, der in der Tat nahe seiner ursprünglichen Aussenwand von den jüngeren Störungen umfahren wird. Südlich der störenden Masse zieht der Abbruch dann plötzlich ostwärts (Verwerfung Kandern—Hasel), „sozusagen um den ‚Fehler‘ wieder gutzumachen“. Die südlich der Verwerfung Kandern—Hasel gelegene Dinkelbergscholle gehörte nach Cloos geschichtlich bis zum Ende des Oligozäns zum Rheintalgraben und wurde erst bei der allgemeinen Hebung des Schwarzwaldes hochgehoben. Die auch für die übrigen Gräben typische Ausweitung war demnach nach Cloos auch beim Rheintalgraben — allerdings mit einem durch die Umgehung modifizierten Verlauf — ursprünglich vorhanden. Nach allen bisherigen Beobachtungen zu schliessen, hat aber auch die jungpermische Senke diesen Verlauf genommen, so dass auch der Ostrand dieser Senke vor dem Granitstock des Blauenplutons ausgewichen und erst südlich davon um so schärfer zurückgesprungen wäre.

e) Die Phasen der permischen Tektonik.

Wir können jedenfalls feststellen, dass das Sedimentationsbecken des obersten Perms seine Anlage der rheinisch gerichteten Undation der Zechsteinzeit verdankt, was ein weiteres Argument für das Thuringien-Alter des grössten Teils unseres sogenannten „Oberrotliegenden“ darstellt.

Das Alter der permischen Absenkung des Dinkelberges ist demnach nicht — wie STRIGEL (1922) und WEYL (1936) angenommen haben — voroberrotliegend. Sie gehört nicht der saalischen Phase der variskischen Gebirgsbildung an.

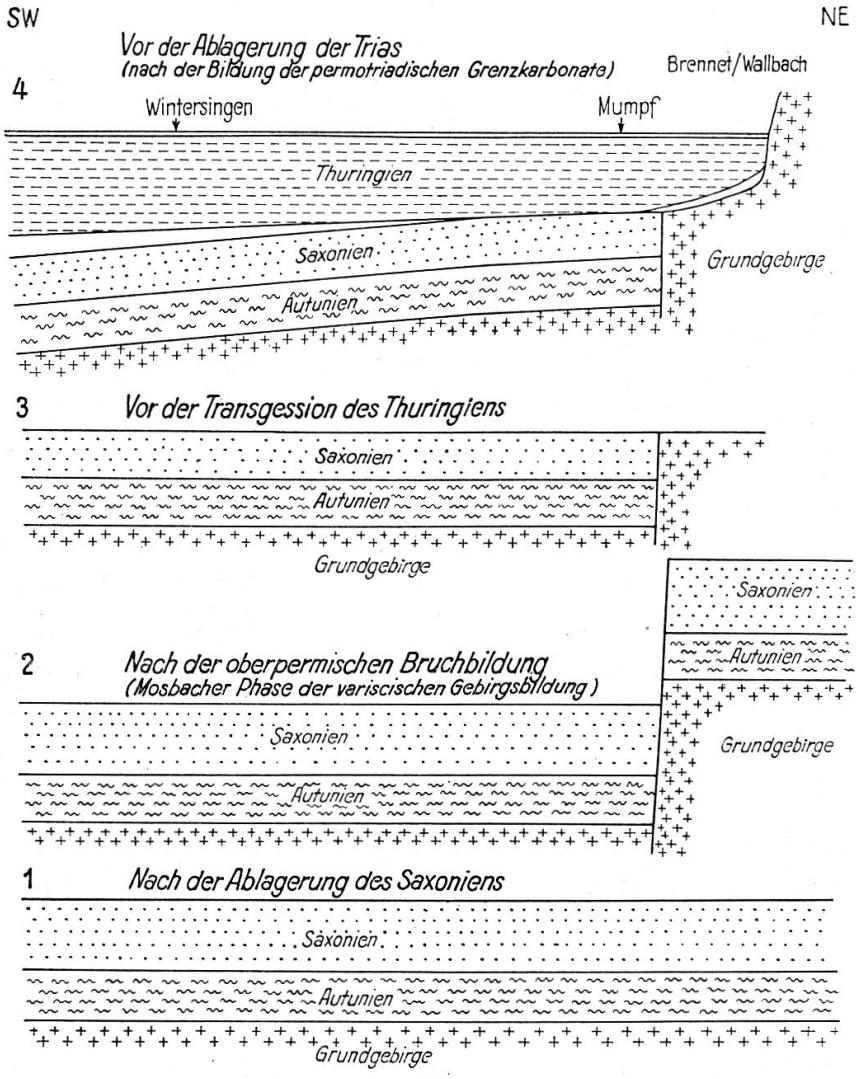


Abbildung 14. Entwicklung des permischen Sedimentationsraumes im Gebiete des Dinkelberges und des schweizerischen Tafeljuras in Profilen längs des unterpermischen Sedimentationstroges (10 mal überhöht).

Nach den Verhältnissen am Ostrande des jungpermischen Sedimentationsbeckens hat die Absenkung in folgenden zwei Phasen stattgefunden.

Eine erste Phase hat zeitlich nach der Ablagerung des Saxoniens stattgefunden. Die ihr zugeordnete Verwerfung, an der der westliche Teil der Autunien-Saxonien-Mulde absank, verläuft wie die Hauptver-

werfungen der tertiären Wehrabruchzone und deren gerader südlicher Fortsetzung bis in die Gegend von Mumpf. Ob sie südlich von Mumpf weiter in nordsüdlicher Richtung verläuft oder nach SSW abbiegt, kann auf Grund der gegenwärtigen Kenntnisse noch nicht entschieden werden.

In eine Zeit, in der die durch die erste Phase entstandenen Höhendifferenzen (schätzungsweise minimal 200 m) bereits wieder ausgeglichen waren, fällt eine zweite Phase. Die erneute Absenkung hat mindestens vor Ablagerung des Thuringiens begonnen. Dass die gesamte Absenkung schon zu dieser Zeit stattgefunden habe und der entstandene Graben vom Thuringien bis zum mittleren oder oberen Buntsandstein mit Schuttmaterial aufgefüllt wurde, scheint uns jedoch wenig wahrscheinlich. Viel eher ist zu vermuten, es handle sich um eine allmähliche Absenkung, welche vom Thuringien bis in den Buntsandstein stattfand und deren Absenkungsbetrag fortwährend durch Sedimentzufuhr kompensiert wurde. Ein Unterbruch in der Absenkung mag zur Zeit der Perm-Trias-Grenze stattgefunden haben, während der der Karneoldolomit gebildet wurde. Diesen hat WILSER (1933) als eine Krustenbildung einer zwischen Perm und Trias herrschenden Periode verminderter Abtragung und verminderter Aufschüttung gedeutet. Mit dem Wiedereinsetzen der Absenkung zur unteren Buntsandsteinzeit hatte sich die Gestalt des Absenkungsgebietes etwas verändert, wie wir dies bereits oben dargestellt haben. Der östliche Rand des Absenkungsgebietes verläuft östlich der als zur ersten Phase gehörend erkannten Verwerfung.

Wie lassen sich nun diese beiden Phasen mit den übrigen im Raume des variskischen Gebirges festgestellten Gebirgsbildungsphasen parallelisieren? Nach den Forschungen von STILLE (1928) und G. RICHTER (1942) ergibt sich folgende Chronologie der jungvariskischen Gebirgsbildung:

Tabelle 27 **Chronologie der jungvariskischen Gebirgsbildung.**

Zeitabschnitt	Phase
Trias	
	<pfälzische Phase (STILLE)
Zechstein (Thuringien)	
	<Mosbacher Phase (G. RICHTER)
Oberrotliegend (Saxonien)	
	<saalische Phase (STILLE)
Unterrotliegend (Autunien) Ottweiler Schichten (Stephanien)	

Tektonische Bewegungen zwischen Saxonien und Thuringien sind schon von STILLE vermutet und als „Vorphase der pfälzischen Phase" bezeichnet worden. Eindeutig nachgewiesen hat sie G. RICHTER im nordwestlichen Teil des Thüringer Waldes, wo sich die klarsten Beobachtungsmöglichkeiten im Tal des Mosbaches ergeben. Dort bestehen wie bei uns weitgehende Zusammenhänge zwischen dieser jungpermischen und der jüngeren sogenannten saxonischen[6]) Tektonik. Unsere ältere Absenkung entspricht ihrer zeitlichen Stellung nach dieser von RICHTER nach dem Tale des Mosbaches bezeichneten Phase.

Wie bereits darauf hingewiesen wurde, wird der Klimawechsel im allgemeinen, auch in der Rheinpfalz, als Grenze zwischen dem Unterrotrotliegenden und dem Oberrotliegenden angenommen. Diese Grenzsetzung haben wir auch unserer Gliederung der rotliegenden Sedimente im Dinkelberg- und Tafeljuragebiet zu Grunde gelegt. Im Gebiet nördlich der oberrheinschen Gebirge (Schwarzwald und Vogesen) fällt diese Zeit des Klima-Umschwunges mit einer schwachen orogenetischen Phase, der sogenannten saalischen Phase zusammen. Diese saalische Phase lässt sich in unserem Untersuchungsgebiete nicht nachweisen. Demgegenüber steht die Auffassung von WEYL (1936), der die bereits nach dem Klimawechsel geförderten Porphyre längs des westlichen Randes des mittleren Schwarzwaldes der saalischen Phase zuordnet. WEYL nimmt ferner einen Zusammenhang zwischen Porphyrförderung und der Bruchbildung, wie sie von Schramberg, von Diersburg und vom Gebiet Kandern—Wehratal bekannt geworden ist, an und spricht folgerichtig auch diesen saalisches Alter zu. Diesen Zusammenhang nehmen auch wir an, da sowohl die von WEYL zeitlich gleichgesetzte Porphyrförderung als auch die Bruchtektonik erst nach dem Klimaumschwung stattgefunden haben. Zeitlich fallen jedoch die eruptive Tätigkeit und die Bruchbildung in eine nachsaalische Epoche (ältere Porphyrergüsse sind ebenfalls bekannt).

Die Porphyrförderung hat im mittleren und nördlichen Schwarzwald bis fast an die Perm-Trias-Grenze angehalten. Man kann daher vermuten, dass die tektonische Tätigkeit während des ganzen obersten Perms (Thuringien), also zwischen Mosbacher und pfälzischer Phase, angedauert hat. Dies würde mit den Beobachtungen am Ostrande des

---

[6]) Saxonien und saxonische Faltung sind nicht miteinander zu verwechseln. Saxonien heisst die stratigraphische Stufe zwischen Autunien und Thuringien. Der Begriff „saxonische Faltung" wird dagegen von den deutschen Geologen für die Bruchbildung der Jura-, Kreide- und Tertiärzeit im mitteldeutschen Bergland angewandt.

oberpermischen Sedimentationsraumes übereinstimmen, wo die Absenkung mindestens in zwei Phasen, möglicherweise jedoch auch während längerer Zeit angedauert hat.

IV. Die Steinkohlenfrage der Nordschweiz nach den Bohrungen Wintersingen und Zuzgen.

A. Die bisherigen Äusserungen.

Über die weiteren Fundaussichten von Steinkohle in der Nordschweiz haben sich nach den Bohrungen Wintersingen und Zuzgen bereits verschiedene Fachleute geäussert, deren Ansichten wir hier kurz zusammenstellen wollen.

In einem Vortrag vor der Naturforschenden Gesellschaft Baselland, welchen Prof. Dr. A. Buxtorf am 3. Februar 1940 in Liestal hielt, und über den Schmassmann in der Basellandschaftlichen Zeitung (1940) referierte, wurde vom Vortragenden darauf hingewiesen, dass sich nach den Ergebnissen der Bohrungen Weiherfeld und Wintersingen die Rotliegendserie gegen Süden um das Unterrotliegende erweitere. Es wäre nun nach Prof. Buxtorf denkbar, dass noch weiter südwärts die Schichtfolge durch die sich zwischen Unter-Rotliegendes und Grundgebirge einschiebende Karbonformation vervollständigen würde und dass deshalb eine Bohrung im Ergolzgebiet am meisten Aussichten hätte, produktive Steinkohlenlager zu erschliessen. „Im Ergolzgebiet wäre aber eine allfällig vorhandene Karbonserie in grosser Tiefe. 600—700 m müsste man nur bohren, um das Rotliegende zu erreichen. Über die Mächtigkeit des Rotliegenden in diesem Gebiet können wir nichts Genaues aussagen. Das Vorhandensein der Steinkohlenformation ist keineswegs sicher.“ Prof. Buxtorf hält jedoch grundsätzlich die Ausführung von ein bis zwei Bohrungen im Ergolzgebiet für gerechtfertigt. Das Ergolzgebiet ist nach seiner Auffassung, welche er schon vor der Bohrung Wintersingen geäussert hatte, die einzige Gegend der Nordschweiz, wo die Ausführung von Versuchsbohrungen verantwortet werden könnte.

Zu ähnlichen Schlussfolgerungen war auch schon Dr. A. Erni in einem Gutachten gelangt, welches er dem Initianten der Bohrung Wintersingen, Herrn Ing. E. Gutzwiller, am 12. Oktober 1939 erstattet hatte. Er schreibt darin u. a.: „Wenn auch die Bohrung in Wintersingen keinen praktisch verwertbaren Erfolg gehabt hat, so hat sie doch ein Resultat gezeigt, das für eventuelle weiter Explorationsbohrungen von grösster Wichtigkeit sein kann“. Erni weist in diesem Zusammenhang auf das Vorkommen von Autunien hin, welches sich nach seiner Ausbildung enger

an das Karbon anschliesse als an das hängende Rotliegende. Auch im Becken von Epinac—Autun, im Becken von Saarbrücken und in Böhmen bilde das untere Perm eigentlich nur die Fortsetzung des oberen Karbons (Stephanien) und enthalte ausbeutbare Kohlenflöze sowohl in Böhmen als auch in Autun, und wenig mächtige Kohlenflöze auch im Bassin von Saarbrücken. In allen erwähnten Gebieten liege ferner das untere Perm vollkommen konkordant auf dem oberen Karbon, das bedeutende ausbeutbare Kohlenflöze enthält. Es sei auch wichtig, dass sowohl im Kohlengebiet von Autun als auch im Saargebiet das Autunien transgressiv sei, d. h. dass sein Verbreitungsgebiet über dasjenige des liegenden oberen Karbons hinausgreife. Erni meint, dass ähnliche Verhältnisse auch in der Nordschweiz herrschen könnten, wo in Wintersingen das eventuell transgressive Perm auf Granit zu liegen kommt, während sich weiter nach Süden noch das Karbon zwischen Grundgebirge und unteres Perm einschieben würde. Er fasst die Ergebnisse seiner Überprüfung mit folgenden Worten zusammen: „Der Geologe kann und muss aber sagen, dass die Aussichten einer Explorationsbohrung auf Steinkohle irgendwo südlich von Wintersingen nach den Ergebnissen der Bohrung Wintersingen günstiger erscheinen als zuvor. Ich persönlich halte die Ausführung einer weiteren Versuchsbohrung auf Steinkohle an einer sorgfältig ausgewählten Stelle südlicher als Wintersingen im Interesse des Landes für wünschbar."

Auch J. Kopp (1940) vertritt grundsätzlich diese Auffassung. Was uns an seinen Ausführungen besonders wichtig erscheint, ist sein Vorschlag, die Erforschung des Juragebirges und des Mittellandes mittels geophysikalischer Methoden an die Hand zu nehmen, um womöglich den Gebirgsbau des Grundgebirges abzuklären und allfällig vorhandene Karbonmulden zu lokalisieren. „Auf Grund der Resultate dieser Forschungen könnte dann erwogen werden, ob weitere Aufschlussbohrungen im Juragebirge oder im Mittellande der Westschweiz sich rechtfertigen lassen."

Schliesslich hat sich E. Gutzwiller, der die Bohrung in Wintersingen „auf Grund eigener Untersuchungsmethoden" ausgeführt hatte, in der „Festschrift für Fritz Mangold" (1941) über die weiteren Fundaussichten von produktiver Steinkohlenformation folgendermassen geäussert: „Aus dem Aufschluss von Wintersingen und den Analogien mit den ähnlich aufgebauten Becken von Autun und Saar darf geschlossen werden, dass weiter südlich, gegen das Ergolztal zu, sich die dort (in Wintersingen, die Verf.) vermutete Carbonformation zwischen das Grundgebirge und die Autunschichten eingeschoben hat".

B. Lokalisierung der Möglichkeiten des Vorkommens von Steinkohle.

Zusammenfassend können wir feststellen, dass das Vorkommen von produktiver Steinkohlenformation in der Nordschweiz von den Geologen BUXTORF, ERNI und KOPP nicht für ausgeschlossen gehalten wird und von Ing. GUTZWILLER sogar bejaht wird. Alle diese Überlegungen gehen von der Voraussetzung aus, dass die jungpaläozoischen Sedimente von Wintersingen gegen Süden noch an Mächtigkeit zunehmen würden und sich gleichzeitig die Schichtenfolge durch Einschalten des oberen Karbons vervollständigen könne, eine Ansicht, die im Prinzip schon 1873 vor Ausführung der Bohrung Weiherfeld von ALBERT MÜLLER geäussert worden war.

Mit dieser Annahme, dass die Mächtigkeiten des Jungpaläozoikums mit wachsender Entfernung vom Schwarzwaldrand zunehmen, stimmen jedoch die Ergebnisse der Bohrungen Mumpf und Zuzgen nicht überein, worauf wir bereits verwiesen haben. Wir konnten nachweisen, dass ein dem variskischen Streichen (ungefähr SW—NE) folgender Verlauf der jungpaläozoischen vorthuringischen Mulde wahrscheinlich ist. Ferner ergibt sich aus den bekannten Aufschlüssen eine jungpermische Wehratalverwerfung, längs derer die jungpaläozoische Mulde zwischen Saxonien-Zeit und Thuringien-Zeit abgesunken ist. Es bestehen jedoch zwei Möglichkeiten über den Verlauf dieser Verwerfung, was auch zwei Möglichkeiten des südöstlichen Randes der eventuell in ihrem Innern produktives Karbon enthaltenden jungpaläozoischen Mulde bedingt, nämlich:

1. Die Verwerfung verläuft längs der Hauptverwerfungen der tertiären Wehrabruchzone und deren gerader Fortsetzung unweit östlich Mumpf in Richtung Nord—Süd. Die Bohrungen von Zuzgen liegen in diesem Falle im Bereich der abgesunkenen Scholle. Da in ihrem Bereich in Wintersingen, Weiherfeld und Mumpf Autunien und Saxonien erhalten sind, in Zuzgen dagegen nicht, wäre Zuzgen zur Zeit der Bildung dieser Sedimente nicht Ablagerungsgebiet gewesen und hätte bereits südlich der Mulde gelegen. Der Südrand der Mulde ist deshalb durch einen zwischen den Bohrungen Wintersingen und Zuzgen und einen zwischen den Bohrungen Mumpf und Zuzgen gelegenen Punkt gegeben. Die mutmassliche Mitte der Mulde, wo am meisten Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Oberkarbon besteht, würde ungefährt einer Linie Schweizer Wallbach—Magden—Arisdorf—Nierschönthal—Gempen folgen. Ob diese nur etwa 8 km breite Mulde schon karbonisch angelegt worden sein kann, lässt sich wohl am ehesten durch einen Vergleich mit

anderen jungpaläozoischen Mulden des Schwarzwaldes beurteilen. Wenn wir ein theoretisches Querprofil durch die Mulde von Wintersingen—Weiherfeld—Mumpf (Tafeljura-Trog) legen, so ergibt sich, dass deren Dimension z. B. sehr gut mit denen des Offenburger Troges (Becken von Berghaupten) und des Oos-Troges (Becken von Baden-Baden) übereinstimmt (Abb. 15). Die Möglichkeit, dass die produktive Steinkohlenformation in der Mitte der Mulde vorkommt, ist vorhanden. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass diesen schmalen Becken (Abb. 15), obwohl das Oberkarbon sogar oberflächlich ansteht, nur eine geringe praktische Bedeutung zukommt.

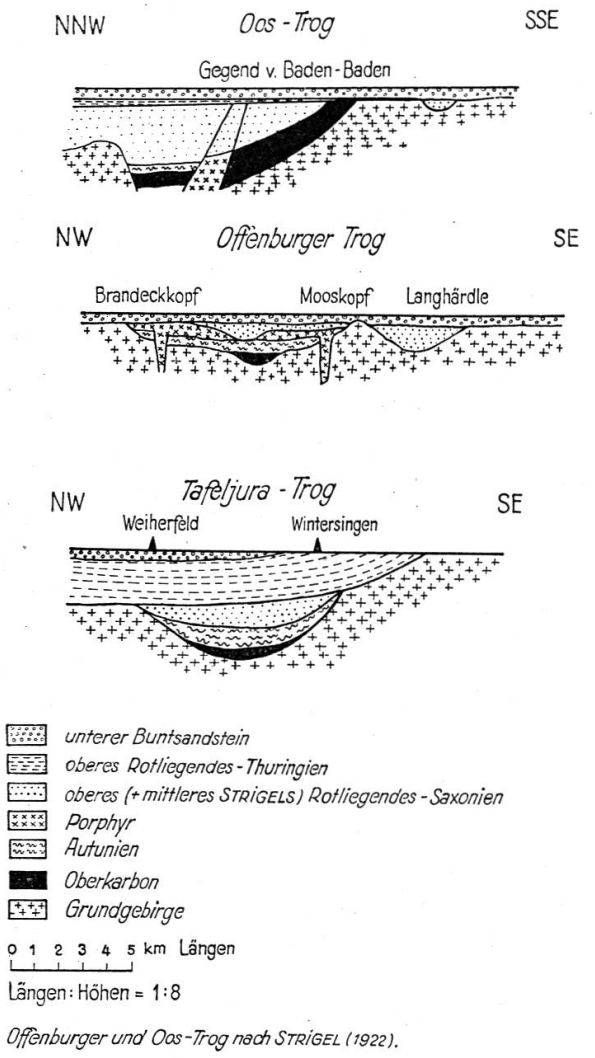


Abbildung 15. Querprofile durch jungpaläozoische Mulden des Schwarzwaldes am Ende der unteren Buntsandstein-Zeit.

2. Eine zweite Möglichkeit des Südostrandes der jungpaläozoischen Mulde ergibt sich dann, wenn angenommen wird, der oberpermische vorthuringische Wehratalbruch verlaufe bis Mumpf wie bei der ersten Möglichkeit in nordsüdlicher Richtung und biege dann bei Mumpf gegen SSW um. Zuzgen würde dann in einem Gebiet liegen, wo Autunien und Saxonien nicht primär sondern sekundär fehlen. Damit wird die Mitte des Troges möglicherweise gegen Süden verschoben. Die gegenwärtigen Kenntnisse lassen sehr verschiedene Annahmen über die Lage der Achse einer solchen Mulde zu. Sie kann im Ergolzgebiet liegen, aber ebenso gut weiter nördlich, zwischen dem Ergolztale und Wintersingen, oder weiter südlich im Tafeljura zwischen Ergolztal und Kettenjura, oder wenn ein sehr breites Becken vorliegen sollte, auch unter dem Kettenjura oder sogar unter dem Mittelland.

Die Frage, welche Ausdehnung das jungpaläozoische Becken tatsächlich hätte, könnte bestimmt durch geophysikalische Untersuchungen — wir denken dabei namentlich an Schweremessungen — weitgehend beantwortet werden. Dadurch würde die Zahl der auf Grund der gegenwärtigen Kenntnisse in Frage kommenden zukünftigen Explorationsbohrungen, welche allein über das Vorkommen von Steinkohlen Aufschluss geben können, wesentlich eingeschränkt. Solange keine auf geophysikalischen Untersuchungen basierenden Daten über die Tiefe des Grundgebirges vorliegen, sind durch die zwei Hauptmöglichkeiten der Breite des jungpaläozoischen Beckens auch zwei Zonen gegeben, in denen zukünftige Explorationsbohrungen zu erfolgen haben.

C. Die Lage zukünftiger Bohrstellen.

Bei der ersten Möglichkeit wird eine Mulde angenommen, deren Achse in einer Linie Schweizer Wallbach—Magden—Arisdorf—Nieder-Schönthal—Gempen folgt. Bohrungen wären an Stellen anzusetzen, welche in möglichst geringer Tiefe die älteste vorliegende Formation erreichen würden. Wir haben solche Stellen in Tabelle 28 zusammengestellt:

Verzeichnis vorgeschlagener Bohrstellen I und die mutmasslichen Schichtmächtigkeiten
Tabelle 28 **zwischen der Erdoberfläche und der Untergrenze des Perms.**

Lokalität	Schweizer Wallbach	S Zeiningen	NW Magden	Olsberg	Arisdorf	Nieder-Schönthal
Nr.	1	2	3	4	5	6
Keuper	—	—	—	50	50	100
Muschelkalk	—	—	200	200	200	200
oberer Buntsandstein	—	—	30	30	30	30
mittlerer + unterer Buntsandstein	—	—	60	60	60	0?
Oberrotliegendes (Thuringien)	150	200	230	230	230	220
Saxonien und Autunien	250?	230?	250?	250?	250?	250?
Gesamtmächtigkeit	400	430	770	820	820	800

Die Lokalitäten Schweizer Wallbach, wo schon 1870 eine leider im Oberrotliegenden steckengebliebene Bohrung durchgeführt worden war, und Zeiningen scheinen demnach am günstigsten gelegen zu sein, um ein eventuell in der vermuteten jungpaläozoischen Mulde vorhandenes Kohlenlager zu erschliessen. Bei Schweizer Wallbach ist es allerdings

nicht ausgeschlossen, dass die Verhältnisse durch die Nähe der permischen Bruchtektonik etwas kompliziert sind. Die hinsichtlich der Mächtigkeitsverhältnisse in Zeiningen günstig gelegene Stelle liegt nach unserem Rekonstruktionsversuch in bezug auf die jungpaläozoische Mulde schon etwas randlich.

Wenn nicht eine eventuell vorher unter Annahme einer breiteren Mulde südlich Wintersingen ausgeführte Bohrung oder geophysikalische Untersuchungen zu Ergebnissen führen, welche eine schmälere Mulde nördlich Wintersingen ausschliessen, schlagen wir vor, entweder in Schweizer Wallbach oder S. Zeiningen eine Bohrung auszuführen. Auf Grund ihrer Ergebnisse wird dann zu entscheiden sein, ob im Bereiche der angenommenen Mulde weitere Bohrungen auszuführen sind oder nicht.

Wenn der zuerst auszuführenden Bohrung die Annahme einer breiten Mulde mit einer südöstlich Wintersingen gelegenen Achse zu Grunde gelegt werden sollte oder wenn Bohrungen im Bereiche der vermuteten schmäleren Mulde diese Annahme wahrscheinlicher machen sollten oder wenn schliesslich geophysikalische Untersuchungsergebnisse diese bestätigen sollten, so wären Bohrungen südöstlich einer ungefähr in SW—NE-Richtung durch Wintersingen verlaufenden Linie auszuführen. Wir nennen in wachsender Entfernung von dieser Linie die in Tabelle 28 zusammengestellten, hinsichtlich der Mächtigkeiten der das Paläozoikum überlagernden Schichten günstig erscheinenden Lokalitäten:

Tabelle 29 **Verzeichnis vorgeschlagener Bohrstellen II und die mutmasslichen Schichtmächtigkeiten zwischen der Erdoberfläche und der Perm-Trias-Grenze.**

	Bad Bubendorf	Lausen	S Wintersingen	W od. N Itingen	Rickenbach	Sissach, Säge (Diegtertal)	Thürnen	Gelterkinden	Tenniken	Rümlingen	Bad Eptingen
Nr.	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Malm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100
Oberer Dogger	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25
Mittlerer Dogger	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80
Unterer Dogger	30	—	—	—	—	—	—	—	40	40	60
Opalinustone	100	50	—	50	—	—	—	—	100	100	100
Lias	20	20	—	20	—	—	—	10	30	30	35
Keuper	100	100	—	100	50	100	100	100	100	100	110
Muschelkalk	200	200	20	200	200	200	200	200	200	200	200
Buntsandstein	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	480	400	50	400	280	330	330	340	500	500	740

Lokalitäten östlich der Fortsetzung der jungpermischen Wehratalverwerfung wurden nicht berücksichtigt, da dort eventuell abgelagerte paläozoische Sedimente der Abtragung zum Opfer gefallen sein könnten. Von der Lokalität Rümlingen gegen Südosten nimmt die Mächtigkeit der überlagernden Sedimente immer mehr zu und mit dem Nordrand des Kettenjuras hört die Möglichkeit überhaupt auf, in einer Tiefe, die vom wirtschaftlichen Standpunkt aus Bergbau erlauben würde, Kohlenlager zu erreichen. Wir haben als südöstlichsten Punkt, welcher u. E. für eine Sondierbohrung in Frage kommen könnte, die Lokalität Bad Eptingen gegeben. In Antiklinalen des Kettenjuras Bohrungen anzusetzen, hat keinen Sinn, da das ganze Liegende des mittleren Muschelkalkes unter der ziemlich ebenen Abscherungsfläche und deshalb nicht tiefer als unter den Synklinalen liegt (A. Heim 1919).

Wie gross die Mächtigkeiten des Rotliegenden der Lokalitäten 7—17 sind, kann nicht einmal annähernd geschätzt werden. Einerseits können wir annehmen, dass sein Thuringien-Anteil abnehme, je weiter wir nach Süden gehen und vielleicht schon im Ergolztal überhaupt nicht mehr vorhanden oder nur noch geringmächtig entwickelt sei. Andererseits müssen, falls die jungpaläozoische Mulde die diesen Bohrungen vorausgesetzte Breite überhaupt aufweist, die Mächtigkeiten des Autunien- und Saxonien-Anteils von Wintersingen aus gegen Südosten bis zur Trogmitte, die wir gerade suchen wollen und deren Lage wir deshalb noch nicht kennen, zunehmen.

Die Stellen 7—11 halten wir ihrer vermutlichen paläogeographischen Lage nach — immer unter Voraussetzung der hier in Betracht gezogenen Breitenausdehnung des ganzen Troges — noch zu nahe der Trogtiefen-Isohypse von Wintersingen, als dass sie wesentlich neue Resultate liefern könnten. Sie sollten erst dann in Betracht kommen, wenn die Ergebnisse weiter südlich ausgeführter Bohrungen zur Annahme führen, dass die Muldenachse im Gebiete dieser Lokalitäten verlaufe. Eine erste Sondierbohrung, welche vielleicht nicht oder — etwas optimistischer gesagt — noch nicht das produktive Karbon erbohren wird, sicher aber wichtige Anhaltspunkte für die weitere Steinkohlenforschung in der Nordschweiz liefern wird, wäre u. E. am besten an einer der drei Stellen 12—14 auszuführen.

Wir sehen, dass zur endgültigen Abklärung der Steinkohlenfrage der Nordschweiz noch zahlreiche Tiefbohrungen notwendig sein werden, falls uns nicht der Zufall schon bei einem der ersten Bohrunternehmen die produktive Steinkohlenformation erschliessen lassen würde; aber auch dann wäre durch weitere Bohrungen die Ausdehnung des ganzen

Kohlenfeldes abzuklären, bevor an eine Ausbeutung gedacht werden könnte.

Wenn wir in unseren bisherigen Ausführungen nur auf die Möglichkeiten des Erschliessens des Oberkarbons eingegangen sind, so geschah dies aus der Erwägung heraus, dass in dieser auf der ganzen Welt die praktisch bedeutendsten Steinkohlenvorkommen enthalten sind. Kleinere Kohlenflöze kommen jedoch in anderen Gebieten auch im Autunien vor. Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, dass auch bei einem Fehlen des Oberkarbons das Autunien an gewissen Lokalitäten in anderer Fazies ausgebildet ist, als wir es in Wintersingen angetroffen haben, und ebenfalls Kohlen führt. Einen kleinen Hinweis auf diese Möglichkeit hat uns die bei der Bohrung Wintersingen zu Tage geförderte Spur von Gagatkohle in den bituminösen Tonen der mittleren Abteilung gegeben. Die Frage, ob andernorts ausgedehntere Flöze vorkommen, werden ebenfalls die angeregten Bohrungen beantworten können.

V. Zusammenfassung.

A. Petrographie des Grundgebirges.

Als Grundgebirge wurde in Wintersingen ein grobkörniger Leucogranit mit richtungslos massiger Textur und hypidiomorph-grobkörniger, leicht kataklastischer Struktur erbohrt, welcher dem Albtalgranit nahe steht und eine Übergangsstellung zwischen den „älteren“ und den „jüngeren“ Graniten des Schwarzwaldes einnimmt. Die Intrusion dürfte im Unterkarbon erfolgt sein.

B. Stratigraphie des Perms.

In den Bohrungen Wintersingen und Weiherfeld bei Rheinfelden sind die über dem Grundgebirge folgenden Sedimente als Unterrotliegendes oder Autunien zu betrachten.

Das Oberrotliegende lassen wir mit den ersten durch Eisenoxydhydrat intensiv rotbraun gefärbten Gesteinen beginnen. Es zeigt einen unteren Teil, dessen Verbreitung ungefähr mit derjenigen des Autuniens übereinstimmt, und einen oberen, der ein ausgedehnteres Verbreitungsgebiet aufweist. Es konnte wahrscheinlich gemacht werden, dass der obere Teil als Aequivalent des Zechsteins zu betrachten ist. Er wird deshalb als Thuringien bezeichnet und der untere Teil des Oberrotliegenden als Saxonien oder eigentliches Oberrotliegendes davon abgetrennt.

Der Auffassung von WILSER, dass die Perm-Trias-Grenze durch den Karneoldolomit-Horizont gegeben sei, können wir auf Grund unserer Untersuchungsergebnisse beipflichten. Die Arkosen, welche nördlich Wintersingen im Hangenden des Karneoldolomits folgen, sind als unterer Buntsandstein zu betrachten. In Wintersingen ist der Buntsandstein nur durch seinen oberen Teil vertreten.

Die Fossilführung geht aus Tabelle 15 hervor.

C. Sedimentpetrographie des Perms.

Im Unterrotliegenden von Wintersingen kommen pelitische Sedimente vor, welche z. T. bitumenführend sind und mit rezenten Gyttjen und Sapropelen verglichen werden können. Der Gehalt an kohliger Substanz beträgt höchstens 8.02 % und derjenige der flüchtigen Bestandteile 5.25 %. Die übrigen unterrotliegenden Gesteine dürften auch nach ihren sedimentpetrographischen Merkmalen subaquatisch in Seen mit vorwiegend eutrophem (sauerstoffreiem) Charakter entstanden sein. Eine Gliederung des Unterrotliegenden ist auf Grund sedimentpetrographischer Untersuchungen möglich, da ein klimatisch bedingter Wechsel in den Sedimentationsbedingungen sehr ausgeprägt ist. Es wurde versucht, mit Hilfe dieser klimatischen Gliederung die Schichtenfolge von Wintersingen mit derjenigen in der Rheinpfalz zu parallelisieren. Als detritische Mineralkomponenten der klastischen Sedimente sind Quarz, Alkalifeldspat und Plagioklas zu nennen. Biotit, Muskovit, Turmalin, Zirkon, Zinkblende und Titanit kommen nur in gewissen Proben als Nebengemengteil vor. Unter den Neubildungen sind Kalzit und Tonmineralien in grossen Mengen vorhanden. Ausserdem sind hiezu zu zählen: ein Teil des Quarzes, Serizit, Chlorit, Silikatgele, Siderit, Pyrit oder Markasit, Limonit und Aragonit.

Die Basis des Saxonien zeigt wie das Unterrotliegende Süsswassersedimente. Im Gegensatz zum Autunien scheinen jedoch vorwiegend oligotrophe (Sauerstoff vorhanden) Sedimentationsbedingungen geherrscht zu haben. Die darüber folgenden Krustenbildungen (Oberflächenkalke) sind die ersten Anzeichen eines ausgesprochen ariden Klimas.

D. Die Entwicklung des jungpaläozoischen Sedimentationsraumes.

Die zeitliche Abfolge des Jungpaläozoikums im schweizerischen Tafeljura und den angrenzenden Gebieten lässt sich folgendermassen darstellen: (Abb. 16)

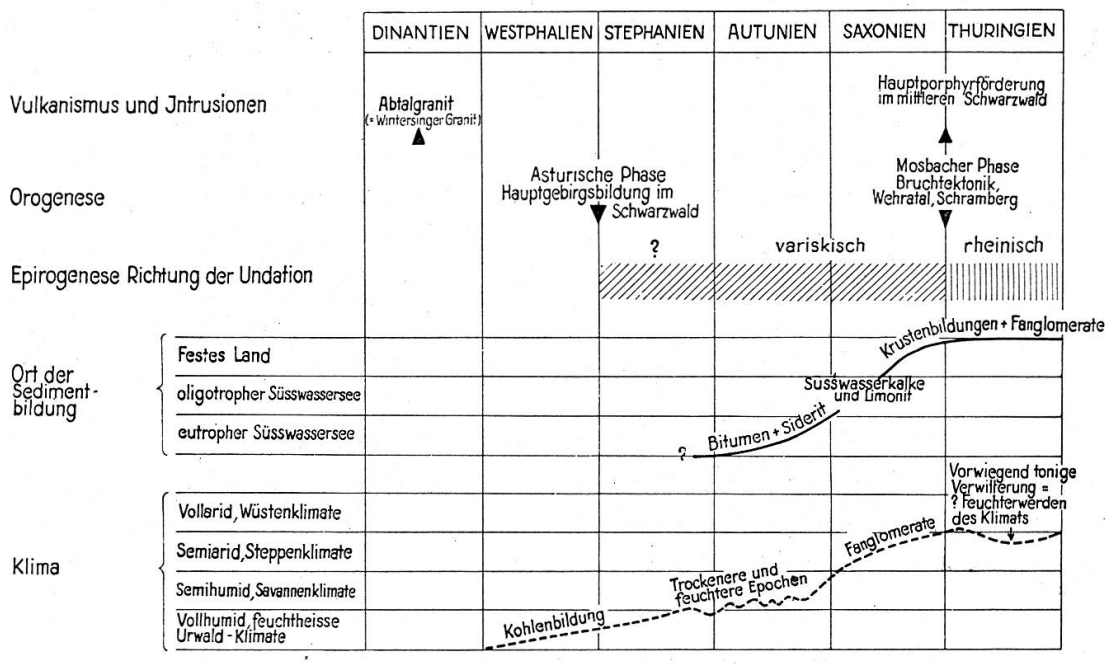


Abbildung 16. Zeitliche Abfolge des Jungpaläozoikums im schweizerischen Tafeljura und in den angrenzenden Gebieten.

E. Fundaussichten von Steinkohle in der Nordschweiz.

Das Vorkommen karbonischer Steinkohle in der Nordschweiz ist möglich. Der Nachweis lässt sich jedoch nur durch weitere Tiefbohrungen erbringen, deren zweckmässigste Lagen S. 109 ff. diskutiert werden.

VI. Literaturverzeichnis.

BADER, FRITZ, Beiträge zur Geologie des nordöstlichen Tafeljura zwischen Aare und Rhein. — Diss. phil. II, Zürich 1925.

Bericht des Verwaltungsrates der Schweizerischen Steinkohlenbohrgesellschaft an die Generalversammlung der Aktionäre. Aarau 1876.

BILTZ, H. und W. BILTZ, Ausführung quantitativer Analysen. — 2. Auflage, Leipzig 1937.

BITTER, WERNER, Lithogenesis des Ober-Karbons und Unter-Perms im Nordwestteil der Rheinpfalz. — Abh. der geol. Landesuntersuchung am Bayrischen Oberbergamt, Heft 29, 1938.

BLANK, E., Krustenböden. — Handbuch der Bodenlehre, Bd. 3, 1930.

BRÄNDLIN, E., Zur Geologie des nördlichen Aargauer Tafeljura zwischen Aare- und Fricktal. — Verh. Natf. Ges. Basel, XXII, 1911.

BRÄUHÄUSER, M., Beiträge zur Kenntnis des Rotliegenden an der oberen Kinzig. — Mitt. geol. Abt. d. kgl. württ. stat. Landesamtes Nr. 7, 1910.

BRINKMANN, R., Tektonik und Sedimentation im deutschen Triasbecken. — Z. d. geol. Ges. 78, 1926.

BUBNOFF, S. VON, Über das Alter der Granite im südlichen Schwarzwald. — Z. d. geol. Ges. 65, 1913.

— Geologie von Europa, 2. Band, 1. Teil, 1930.

— Geologie von Europa, 2. Band, 2. Teil, 1935.

CLOOS, HANS, Hebung — Spaltung — Vulkanismus, Elemente einer geometrischen Analyse irdischer Grossformen. — Geologische Rundschau XXX, Zwischenheft 4A, 1939.

GOGUEL, GEORG, Das Farbenproblem der grünen, roten und violetten Letten. — Danzig 1938 (Diss.).

CORRENS, CARL W., Die Sedimentgesteine. — Die Entstehung der Gesteine von BARTH-CORRENS-ESKOLA, 1939.

DISLER, CARL, Stratigraphie und Tektonik des Rotliegenden und der Trias beiderseits des Rheins zwischen Rheinfelden und Augst. — Verh. Natf. Ges. Basel, Bd. XXV, 1914.

— Geologie des Bezirks Rheinfelden und der angrenzenden Gebiete. — Sonderheft von „Vom Jura zum Schwarzwald", 6. Jg., 1931.

Documente zur Gründung der Schweizerischen Steinkohlenbohrgesellschaft, veröffentlicht durch die Aargauische Bank — Aarau 1874.

ERNI, A., Gutachten vom 12. Oktober 1939 an Herrn Ing. E. GUTZWILLER (Manuskript).

— Unterpermische Ganoidfische aus der Bohrung Wintersingen (Kt. Baselland). — Ecl. geol. helv., Vol. 33, 1940.

FOURNIER, E. et TH. RENAUD, Les recherches de houille en Franche-Comté, Bassin de Lure-Saint-Germain. = Besançon 1914.

FREYBERG, B. VON, Zur Paläogeographie des Jungpaläozoikums in Deutschland. — Z. d. geol. Ges. 1935.

GUTZWILLER, ERNST, Die mineralischen Rohstoffe der Schweiz und ihre Gewinnungsmöglichkeiten. — Festschrift für FRITZ MANGOLD, Basel 1941.

HARRASSOWITZ, H., Die Permformation. — Grundzüge der Geologie, herausgegeben von W. SALOMON, Bd. II, 1926.

— Fossile Verwitterungsdecken. — Handbuch der Bodenkunde Bd. 4, 1930.

HEGNER, F. und W. SCHMASSMANN, Bericht über die von Ing. E. GUTZWILLER, Basel, in Wintersingen durchgeführte Bohrung auf Kohle, mit einer Beilage: Bemerkungen über den Befund der Bohrung von Wintersingen von Prof. Dr. A. BUXTORF, Basel. — 30. 10. 1939 (Manuskript).

HEIDE, F. Die gesteins- und bodenbildenden Mineralien. — Handbuch der Bodenlehre Bd. 1, 1929.

HEIM, ALBERT, Vaterländische Naturforschung, Bern 1917.

— Geologie der Schweiz, 1919.

HEUSSER, HANS, Beiträge zur Geologie des Rheintales zwischen Waldshut und Basel. — Beitr. z. Geol. Karte der Schweiz, N. F. 57, 1926.

HÖNES, D., Magmatische Tätigkeit, Metamorphose und Migmatbildung im Grundgebirge des südwestlichen Schwarzwaldes. — Jb. Min. etc. Beilageband 76 A, 1940.

LAUNEY, L. DE, L'allure probable du terrain houiller entre le Plateau central et les Vosges. — Bull. des services de la Carte géol. de la France No. 138, Tome XXIII, 1919.

KOEPPEN W. und A. WEGENER, Die Klimate der geologischen Vorzeit, Berlin 1924.

KOPP, J., Die Steinkohlenfrage der Schweiz. — Neue Zürcher Zeitung Nr. 379, Blatt 4 (Technik), 1940.

— Die Steinkohlenfrage in der Schweiz. — Tägliche Montan-Berichte (Organ der Bezirksgruppe Ostmark der Wirtschaftsgruppe Bergbau), 31. Jg. Nr. 30, Wien 1940.

KREJCI-GRAF, KARL, Zur Bildung bituminöser Sedimente. — Schriften aus dem Gebiete der Brennstoff-Geologie, 10. Heft (Erdölmuttersubstanz), Stuttgart 1935.

— Erdöl. — Verständliche Wissenschaft Bd. 28, Berlin 1936.

MERIAN, PETER, Übersicht der Beschaffenheit der Gebirgsbildungen in der Umgebung von Basel, mit besonderer Berücksichtigung auf das Juragebirge im Allgemeinen, — 1821.

MERIAN, PETER, Ist es wahrscheinlich, in der Gegend von Basel bauwürdige Steinkohlenlager anzutreffen? — Baslerische Mittheilungen zur Förderung des Gemeinwohles. Nr. 10, 1826.

MINDER, LEO, Der Zürichsee als Eutrophierungsphänomen. — Geologie der Meere und Binnengewässer, Bd. 2, 1938.

— Der Zürichsee im Lichte der Seetypenlehre. — Neujahrsblatt Natf. Ges. Zürich auf das Jahr 1943.

NEUMANN, RICHARD, Geologische Untersuchungen am Schwarzwaldrand zwischen Kandern und Wehr. — Mitt. grossh. bad. geol. Landesanstalt VI. Bd. 1912.

QUERVAIN, F. DE und M. GSCHWIND, Die nutzbaren Gesteine der Schweiz. 1934.

REINHEIMER, HERMANN, Stratigraphische und lithogenetische Untersuchungen in Gebieten der Blätter Pferdsfeld und Sobernheim im Nahebergland (Beiträge zur Lithogenesis des Rotliegenden). — Abh. preuss. geol. Landesanstalt N.F. Heft 149, 1933, S. 3—56.

RICHTER, G., Das Überleiten von variscischer zu saxonischer Tektonik am nordwestlichen Thüringer Walde. Geologische Rundschau Bd. 33, 1942.

SCHMASSMANN, HANSJÖRG, Stratigraphie des mittleren Doggers der Nordschweiz. — Tätber. Natf. Ges. Baselland 14, 1945.

(—) Sind Vorkommen von Kohle, Kalisalzen und Erdöl im Kanton Baselland wahrscheinlich? (Referat über den Vortrag von Prof. Dr. A. BUXTORF vor der Naturforschenden Gesellschaft Baselland und über die einleitenden Worte von Dr. W. SCHMASSMANN.) — Basellandschaftliche Zeitung Nr. 37 und 38, 1940.

SCHMASSMANN, H. und O. BAYRAMGIL, Stratigraphie des Perms im schweizerischen Tafeljura. — Verh. S.N.G. Fribourg 1945.

— Stratigraphie des Perms im schweizerischen Tafeljura. — Ecl. geol. helv. 38, 1945.

SCHMASSMANN, W., Zur Nährstoff-Frage unserer alpinen Seen. — Protokoll der Sitzung der Natf. Ges. Zürich vom 18. Okt. 1943 (Autoreferat).

SCHMIDT, C. und KOBY, F., Geologisches Gutachten über das Projekt einer Tiefbohrung auf Steinkohle in der Gegend von Pruntrut. — Als Manuskript gedruckt, Basel 1917.

SCHMIDT, C., L. BRAUN, G. PALTZER, M. MÜHLBERG, P. CHRIST, und F. JACOB, Die Bohrungen von Buix bei Pruntrut und Allschwil bei Basel — Beitr. z. Geol. d. Schweiz. Geotechnische Serie, X. Lieferung, 1924.

SCHRÖDER, E., Über Aufbau und Alter des Blauenmassivs im südlichen Schwarzwald. — Mitt. bad. geol. Landesanstalt 11, 1929.

SCHÜTTIG, RUDOLF, Lithogenesis des Rotliegenden im Nordostteil der Rheinpfalz. — Abh. geol. Landesuntersuchung am Bayrischen Oberbergamt Heft 28. München 1938.

STILLE, HANS, Die oberkarbonisch-altdyadischen Sedimentationsräume Mitteleuropas in ihrer Abhängigkeit von der variskischen Tektonik. — Congrès de stratigraphie carbonifère Heerlen 1927, Liège 1928.

STRIGEL, ADOLF, Zur Paläogeographie des Schwarzwaldes. Die Abrasionsfläche als klimatisch-tektonisches Problem des oberen Perms. — Verh. d. naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg, Beilageheft zu N.F. Bd. XV, 1922.

— Geologische Untersuchung der permischen Abtragungsfläche im Odenwald und in den übrigen deutschen Mittelgebirgen II. — Verh. Naturhist.-med. Verein zu Heidelberg N.F. XII. Bd., 1. Heft, 1914.

— Das süddeutsche Buntsandsteinbecken. — Verh. Naturhist.-med. Verein zu Heidelberg, N.F. Bd. XVI, 1929.

SUTER, HANS, Zur Petrographie des Grundgebirges von Laufenburg und Umgebung. — Schweiz. Mineralog. u. Petrogr. Mitteilungen Bd. IV, 1924.

SUTER, RUDOLF, Geologie der Umgebung von Maisprach. — Verh. Natf. Ges. Basel Bd. XXVI, 1915.

THIENEMANN, A., Die Deutsche Limnologische Sunda-Expedition. — Sonderdruck aus „Deutsche Forschung" (Erscheinungsjahr nicht vermerkt).

VONDERSCHMITT, LOUIS, Die geologischen Ergebnisse der Bohrungen von Hirtzbach bei Altkirch (Ober-Elsass). — Ecl. geol. helv., Vol. 35, 1942.

WASMUND, E., Lakustrische Unterwasserböden (Seeablagerungen der nördlichen humiden Breiten). — Handbuch der Bodenlehre Bd. 5, Berlin 1930.

WEYL, RICHARD, Stratigraphie und Tektonik der Grundgebirgsgrenze zwischen Kinzig und Elz im mittleren Schwarzwald. — Bad. geol. Abh. Jg. VII, S. 46—126, 1936.

WILSER, J. L., Die Perm-Trias-Grenze im südwestlichen Baden. — Ber. Natf. Ges-Freiburg i. Br. 20, 1913.

— Paläogeographie der Perm-Trias-Grenze am südöstlichen Rand des Rheintal. grabens. — N. Jb. Min. etc. Beil. Bd. 71, Abt. B, 1933.

WINTERHALTER, R. U., Der Verrucano der Schweizeralpen (Autorreferat). Verh. S.N.G. Schaffhausen 1943.