Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 80 (1987)

Heft: 2: Beiträge zur Geologie der Nordschweiz : Symposium "Geologie der Nordschweiz"

Artikel: Fossile Maturität, Paläothermogradienten und Schichtlücken in der Bohrung Weiach im Lichte von Modellberechnungen der thermischen Maturität

Autor: Kempter, Enrico H.K.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-166013

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: 24.01.2026

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

Eclogae geol. Helv.	Vol. 80	Nr. 2	Seiten 543–552	Basel, August 1987

Fossile Maturität, Paläothermogradienten und Schichtlücken in der Bohrung Weiach im Lichte von Modellberechnungen der thermischen Maturität[1])

Von ENRICO H. K. KEMPTER[2])

ZUSAMMENFASSUNG

Die thermische Reife des organischen Materials in der Bohrung Weiach ist abnormal hoch. Die gemessenen Vitrinitreflexionswerte haben mit heutigen Temperaturverhältnissen nichts zu tun: Sie widerspiegeln fossile Maturität, die während Zeiten mit erhöhten Temperaturen, vermutlich schon im Perm, erworben worden war.

Aus der für eine Pilotstudie für die Nagra ausgeführten Rekonstruktion der thermischen Geschichte von Weiach ergibt sich für die Zeit bis Ende Unterperm im wahrscheinlichsten Modell (= B auf Fig. 1) mit 104 °C/km ein mehr als doppelt so hoher Thermogradient als heute (48 °/km).

Ferner erscheint es als wahrscheinlich, dass bei Weiach im Bereich zwischen Basis Buntsandstein und der Obergrenze der Lakustrischen Serie (Unt. Autunien) eine Schichtlücke von etwa 1000 m besteht, die gleichzeitig einer ausgeprägten thermischen Diskordanz entspricht.

Das organische Algenmaterial der Lakustrischen Serie des Autunien von Weiach befindet sich in der fossilen Maturitätszone der Ölbildung, die Stephan-Kohle im fossilen Reifebereich der Gas-Kondensat-Bildung. Die vermutlich schon im Perm in grösseren Mengen gebildeten Kohlenwasserstoffe hatten aber bei mehreren Phasen von Bruchbildung, Hebung und Erosion während 250 Millionen Jahren genügend Gelegenheiten zu entweichen, so dass heute in der Bohrung nur noch unbedeutende Anzeichen davon zu bemerken sind. Die meisten Kohlenwasserstoffe waren vermutlich schon Ende des Paläozoikums ausgewandert.

ABSTRACT

Thermal maturities, observed on core samples from Nagra's borehole Weiach, are abnormally high. The vitrinite reflectances measured have nothing to do with present temperature conditions. They reflect fossil maturity acquired probably already during the Permian.

A preliminary study on behalf of Nagra, involving computer modelling of the thermal history of Weiach, suggests an average thermogradient of about 104 °C/km, effective until the end of the Early Permian. This value is more than twice as high as the present one.

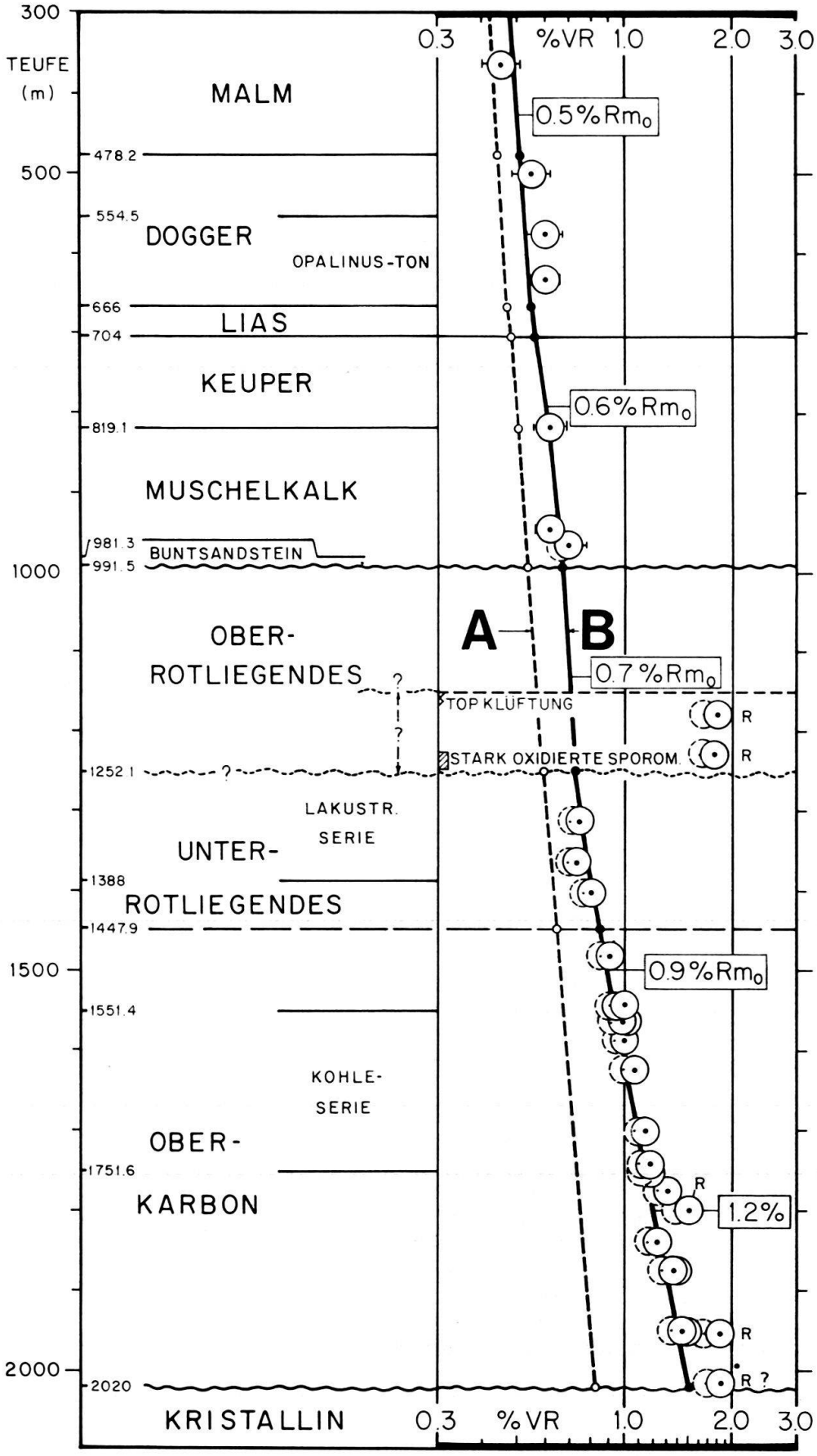
The most probable thermal model, which leads to calculated equivalents of vitrinite reflectance in close agreement with observed values, requires a stratigraphic gap of about 1000 m somewhere between the base of the Buntsandstein and the top of the Lacustrine Interval (Lower Autunien). The gap would also represent a significant thermal unconformity, separating rocks subjected to strongly contrasting thermal regimes.

The algal organic material, identified in samples from the Early Autunian lacustrine deposits, exhibits a range of maturity values normally regarded as typical for the oil generating zone. Likewise, vitrinite reflectances measured on samples of the Stephanian coal, are typical for the zone of gas/condensate generation. However, hydrocarbon shows reported while drilling were insignificant. The paradox may be explained by hydrocarbon generation having taken place a long time ago, allowing some 250 million years to the hydrocarbons to escape particularly during repeated episodes of faulting, uplift and erosion. Most may have been lost at the end of the Paleozoic already.

---

[1]) Aus NTB 86-01, leicht abgeändert.

[2]) Rico Research, Petroleum Geologists, Mellingerstrasse 1, CH–5443 Niederrohrdorf.


300
TEUFE
(m)
500
1000
1500
2000
0.3
%VR
1.0
2.0
3.0
MALM
478.2
554.5
DOGGER
OPALINUS-TON
666
LIAS
704
KEUPER
819.1
MUSCHELKALK
981.3
BUNTSANDSTEIN
991.5
OBER-
ROTLIEGENDES
TOP KLÜFTUNG
STARK OXIDIERTE SPOROM.
1252.1
LAKUSTR.
SERIE
UNTER-
ROTLIEGENDES
1388
1447.9
1551.4
KOHLE-
SERIE
OBER-
KARBON
1751.6
2020
KRISTALLIN
0.5%Rm0
0.6%Rm0
0.7%Rm0
0.9%Rm0
1.2%
A
B
R
R ?

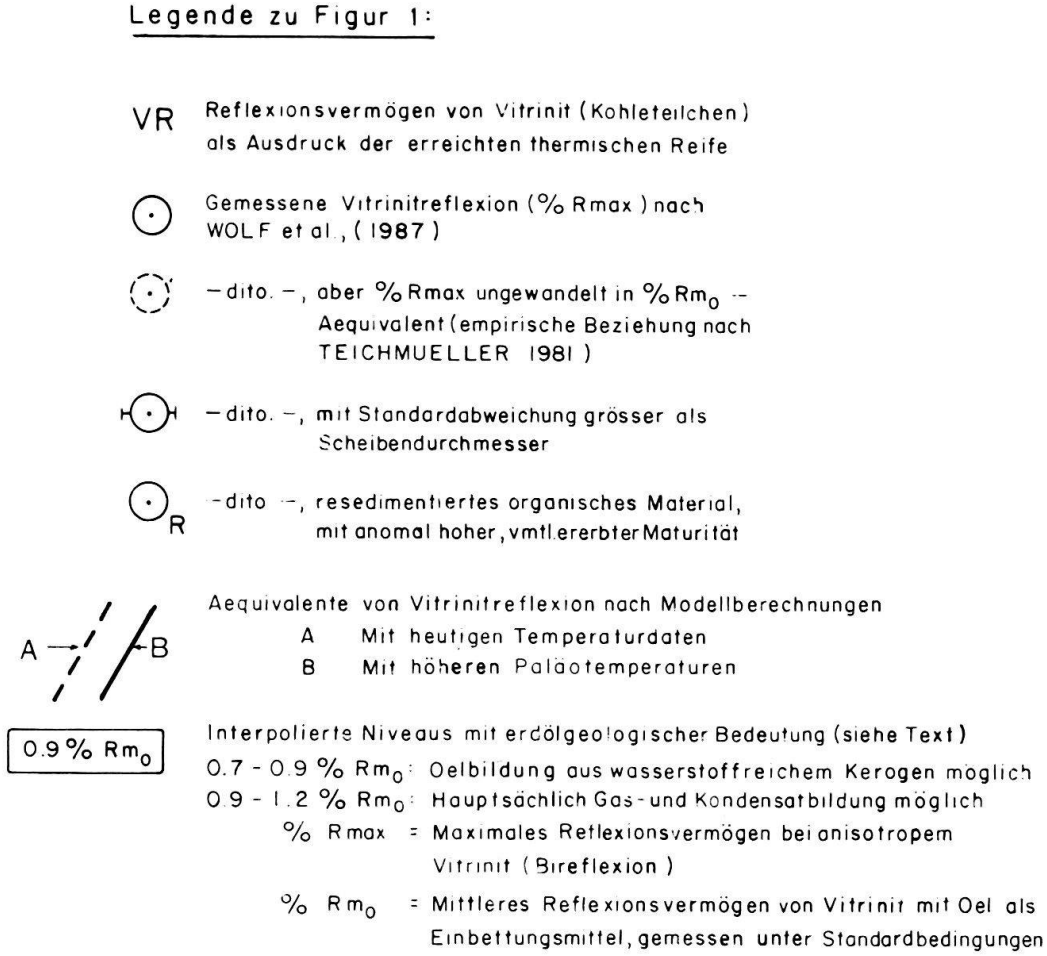


Fig. 1. Inkohlungsprofile gemäss zwei ausgewählten Rechenmodellen einer Pilotstudie zur Berechnung der thermischen Maturität in der Bohrung Weiach im Vergleich zu gemessenen Maturitätswerten:
Modell A: Oberflächentemperatur 8 °C, konstant.
Thermogradient 48 °C/km, konstant.
Paläoversenkung nicht berücksichtigt.
Modell B: Oberflächentemperatur 20 °C, konstant.
Thermogradient 104 °C/km bis vor 265 Ma (Ende Autunien), dann 48 °C/km bis heute.
Paläoversenkung gemäss Figur 2 berücksichtigt.
Berechnet nach der erweiterten Lopatin-Methode mit Programm LOPSIMP (Algebraische Integration. Umrechnung von Zeit-Temperatur-Werten TTI in Äquivalente von Vitrinitreflexion über empirische Funktion (unveröffentlicht). Vitrinitreflexionsdaten (R_{max}) nach WOLF et al. (1987), ergänzt mit abgeleiteten Werten für $\%Rm_o$.

Einführung

In der Schweiz wurden durch die Arbeit von WOLF et al. (1987) zum ersten Mal ausführliche und kontinuierliche Beobachtungen der organischen Maturität von Kohleteilchen (Vitrinit) aus Gesteinsproben einer Tiefbohrung dokumentiert.

Die Vitrinitreflexionsmessungen von Weiach, als Ausdruck des Tiefenverlaufs der thermischen Reife des Gesteins (= Inkohlungsprofil), erfassen das Mesozoikum und das Paläozoikum ab etwa 500 m Teufe. Besonders aussagekräftig sind die zahlreichen Beobachtungen im Permokarbon-Intervall (Fig. 1).

Das Inkohlungsprofil von Weiach (WOLF et al., op. cit., Beil. 6.29 B) zeigt im Tiefenverlauf bei etwa 1400 m eine auffallende Zunahme des Inkohlungsgradienten, mitten im Permokarbon-Intervall. Diese Anomalie könnte ein Hinweis sein auf eine thermische Diskordanz, z. B. als Ergebnis einer möglicherweise wesentlich höheren Wärmeflussdichte im Paläozoikum. Diese Ansicht wird unabhängig vom Inkohlungsverlauf auch von MEYER & MULLIS (1987) aufgrund der Flüssigkeitseinschlüsse in Quarzen von Weiach geteilt.

Gemäss dem Inkohlungsverlauf befindet sich das kohleführende Intervall des Karbons im Maturitätsbereich der Kohlenwasserstoffbildung: Zwischen 0,9 und 1,2% Reflexion müsste gemäss erdölgeologischer Erfahrung aus dem dort vorhandenen organischen Material Nassgas gebildet werden. Im betreffenden Intervall wurden aber keine Nassgasanzeichen beobachtet. Dieser Widerspruch verlangte nach einer Erklärung. Dabei bot sich, ebenso wie für die Rekonstruktion der Temperaturgeschichte, die in der Erdölindustrie seit 1980 weit verbreitete Lopatin-Methode als praktisches Werkzeug für eine Pilotstudie an, um zu versuchen, Anstösse zur Beantwortung von einigen offenen Fragen zu gewinnen. Dem Charakter einer vorläufigen Abklärung entsprechend, erhebt der vorliegende Bericht keinen Anspruch auf eine abgerundete wissenschaftliche Darstellung.

Verwendete Unterlagen und Konzepte

Aus dem Schlumberger Temperaturlog (HRT vom 24. Januar 1986) von Weiach wurden unter Annahme einer mittleren Oberflächentemperatur von 8 °C ungewöhnlich hohe Thermogradienten abgeleitet, die von Niveau zu Niveau nur wenig voneinander abweichen: Bis zur Basis der Karbonsedimente ergibt sich ein mittlerer Thermogradient von 48,1 °C/km und bis zum tiefsten gemessenen Punkt (im Kristallin) ein solcher von 46,4 °C/km.

Als weitere Unterlage für die Modellberechnungen wurden die stratigraphischen Fixpunkte und das Absenkdiagramm von Weiach nach DIEBOLD & MÜLLER (1985, Fig. 20) verwendet. Darin sind die stratigraphischen Alter gemäss der geologischen Zeitskala der Geological Society of America 1983 enthalten. Für das thermische Modell B (siehe unten) wurde dabei eine im erwähnten Diagramm nicht enthaltene zusätzliche Versenkung von rund 1000 m für den Zeitraum zwischen etwa 280 und 266 Millionen Jahren angenommen, mit einer sehr schnellen Hebung am Ende des Autunien (Fig. 2).

Für die Maturitätsberechnungen standen je nach Bedarf mehrere Programme von Rico Research zur Verfügung, die alle auf dem mehr oder weniger erweiterten Konzept von Lopatin/Waples (WAPLES 1980) aufbauen, aber für die Umrechnung der Maturitäts-

werte (time-temperature index) in Äquivalente von Vitrinitreflexion einen speziellen Algorithmus (nicht publiziert) verwenden.

Für das *Modell A* wurden eine den heutigen Verhältnissen entsprechende zeitkonstante Oberflächentemperatur von 8 °C und ein durchschnittlicher zeit- und tiefenkonstanter Thermogradient von 48 °C/km angenommen. Ferner wurden Paläoversenkungs- und Hebungsphasen noch nicht berücksichtigt.

Aus dem Unterschied zwischen dem mit heutigen Temperaturen berechneten Maturitätstrend gegenüber dem tatsächlich gemessenen ergaben sich Anhaltspunkte über das Vorkommen von fossiler Maturität, z. B. infolge von Paläoversenkungen, sowie über grössere Abweichungen in der Temperaturgeschichte, z. B. infolge von wesentlich höherem Wärmefluss in der Vergangenheit.

Nach einer Reihe von iterativen Berechnungen mit verschiedenen zeit- und tiefenvariablen Thermogradienten und verschiedenen Programmvarianten wurde schliesslich mit dem Modell B eine gute Übereinstimmung des berechneten Maturitättrends mit dem beobachteten Verlauf erreicht.

Das *Modell B* geht von einer zeitkonstanten durchschnittlichen Oberflächentemperatur von 20 °C aus, die zwar wesentlich höher ist als die heutige, aber aufgrund von paläoklimatischen Argumenten als Durchschnittswert annehmbar erscheint. Der Versuch, die für gewisse Perioden des Tertiärs und vor allem des Quartärs anzunehmende zeitweilige Abkühlung (Eiszeiten!) zu berücksichtigen, hatte für das Modell keine nennenswerten Auswirkungen und wurde deshalb als nicht kritisch fallengelassen. Ebenso wurde die Kompaktion als nicht kritisch betrachtet und vernachlässigt. Dagegen erschien es als unerlässlich, für das Permokarbon einen wesentlich höheren Thermogradienten zu verwenden, um die im gemessenen Trend auffallend rasche Zunahme der Maturität mit der Tiefe für das Karbon-Intervall auch im Modell zu erreichen. Mit dem ausserordentlich hohen, aber geologisch begründbaren Thermogradienten von 104 °C/km bis Ende Autunien (vor 265 Millionen Jahren) wurde die beste Übereinstimmung der berechneten Maturität mit den beobachteten Reflexionswerten erreicht.

Das Modell B berücksichtigt zudem die von DIEBOLD & MÜLLER (1985, Fig. 20) illustrierte Paläoversenkung um zusätzliche 300 m zu Beginn der Kreide, mit nachfolgender, allmählicher Hebung und Erosion, und ähnliche Erscheinungen im Neogen, mit weiteren Hebungs- und Erosionsbeträgen von 150 bzw. 450 m.

Ergebnisse

Modell A: Mit heutiger Temperaturverteilung (Fig. 1)

Die berechneten Maturitätswerte sind über den ganzen Bereich systematisch und deutlich niedriger als die von WOLF et al. (1987) gemessenen. Der Unterschied beträgt im mesozoischen Intervall mehr als 0,1 % Rm und ist somit grösser als die Standardabweichung der von WOLF et al. gemessenen Werte (0,02 bis maximal 0,08 % Rm).

Im Permokarbon-Intervall klaffen die Werte mit der Tiefe zunehmend auseinander, so dass an der Basis der Sedimente ein beträchtlicher Unterschied von mehr als 0,6 % Rm resultiert.

Zwei Messpunkte von WOLF et al. (op. cit.) im Oberrotliegenden (mit R markiert) liegen mit extrem hohen Reflexionswerten weit ausserhalb des Trends. Zwei weitere Punkte nahe der Basis der Sedimente weisen auffallend ähnlich hohe Vitrinitreflexions-

werte auf. Bei diesen vier aus dem allgemeinen Trend fallenden Punkten dürfte es sich in Übereinstimmung mit WOLF et al. (op. cit.) um aufgearbeitetes organisches Material mit ererbter, in einem früheren thermischen Zyklus erworbener Maturität handeln, die mit der Temperaturgeschichte der permokarbonischen Sedimente von Weiach nichts zu tun hat.

Aus diesem Befund ergeben sich folgende Schlüsse:

1. Mit der heutigen Temperaturverteilung lässt sich der Tiefenverlauf der von WOLF et al. (op. cit.) beobachteten organischen Reife nicht erklären: Bei Weiach muss in der geologischen Vergangenheit ein generell höheres Temperaturniveau geherrscht haben.
   Tatsächlich lässt sich schon bei gleichbleibendem Thermogradienten, aber höherer Oberflächentemperatur (20 °C), die berechnete Trendlinie so verschieben, dass diese bei fünf von sieben Beobachtungspunkten im mesozoischen Abschnitt durch den Bereich der Standardabweichung der gemessenen Werte führt. Im Permokarbon-Intervall klaffen dann aber die berechneten und die beobachteten Werte immer noch mit zunehmender Tiefe weiter auseinander, nur ist der Unterschied jetzt kleiner geworden.
2. Während der Permokarbonzeit muss ein wesentlich höherer Thermogradient geherrscht haben, um die ab 1400 m beobachtete raschere Maturitätszunahme mit der Teufe zu erklären.
3. Der auffällige Knick im Inkohlungsprofil von Weiach, bei etwa 1400 m Teufe (WOLF et al. 1987, Beil. 6.29), deutet auf die Anwesenheit einer thermischen Diskordanz hin. Diese könnte aber durch den mesozoisch-tertiären Inkohlungsgradienten überprägt worden sein und deshalb oberhalb des Knicks liegen.
   Extrapoliert man den Inkohlungsgradienten des Permokarbon-Intervalls nach oben zu einem anderswo oft beobachteten hypothetischen Anfangswert entsprechend von 0,25 bis 0,3 % Rm, ergibt sich eine Überlagerung oberhalb des «Knicks» von etwa 900 bis mehr als 1000 m. Daraus ergibt sich ein Hinweis auf eine bisher bei Weiach nicht erkannte Schichtlücke in der Grössenordnung von 900 bis 1000 m. Diese muss vom Inkohlungsprofil her oberhalb von 1400 m heutiger Teufe liegen und von der regionalen Geologie her unterhalb der Basis des Mesozoikums (bei 991,5 m). Die genaue Lage der Schichtlücke lässt sich aus den Daten nicht erkennen, aber vielleicht aus den folgenden geologischen Beobachtungen einengen:

— Intensität der Klüftung
  Unterhalb von 1150 m sind die Permokarbonsedimente auffallend intensiv geklüftet, mit zahlreichen zerbrochenen kluftreichen Zonen (MATTER et al. 1987, Beil. 6.1C). Oberhalb von 1150 m sind Klüfte seltener. Möglicherweise entspricht das Niveau von 1150 m einer tektonischen Grenze oder der Nachbarschaft einer Diskordanz.

— Änderung des seismischen Charakters
  Auf dem seismischen Profil 82N70 (SPRECHER & MÜLLER 1986, Beil. 19, 20) ändert bei etwa 0,8 Sekunden Reflexionszeit der seismische Charakter: Unterhalb dieses Niveaus ist anhand von niederfrequenten Reflexionsbändern eine deutliche tektonische Beanspruchung mit Anzeichen von Faltung zu erkennen, die sich nach Westen fortsetzt. 0,8 s Reflexionszeit entsprechen einer Teufe von etwa 1250 m.

— Änderung der Schichtneigung
Das Schlumberger Dipmeter-Log von Weiach (Nagra 1986, Beil. 4.2b) widerspiegelt im Bereich von 1080 m Teufe, an der Basis einer polymikten Kristallinbrekzie, eine Änderung der Schichtneigungen und der Neigungsrichtungen, was ebenfalls auf eine wichtige geologische Grenze deuten könnte.

— Aufgearbeitetes organisches Material
An Bohrproben von 1180,4 und 1226,12 m notierten WOLF et al. (op. cit.) eine abnormal hohe Vitrinitreflexion von ähnlich hohem Wert wie nahe der Sedimentbasis. Sie deuteten diese Erscheinung als Hinweis auf umgelagertes organisches Material. Daraus würden sich starke Hebungen am Ende des unteren Autunien mit tiefgreifender Erosion von paläozoischen Sedimenten ableiten lassen.

— Anisotropie der Vitrinitreflexion
WOLF et al. (op. cit.) beobachteten ab 1300 m eine auffällige Änderung der optischen Eigenschaften des Vitrinits mit Auftreten von deutlicher Bireflexion unterhalb dieser Grenze. Das Auftreten von Bireflexion ist für diesen Inkohlungsbereich ungewöhnlich. Möglicherweise wurde die Bireflexion durch tektonischen Stress verursacht.

— Oxydationserscheinungen
Zwischen 1227,80 und 1248,24 m Teufe waren in Weiach gemäss HOCHULI (1985, S. 727) die Sporomorphen stark oxydiert. Dies könnte (muss aber nicht) auf die Nachbarschaft zu einer Diskordanz mit Verwitterungserscheinungen deuten.

Unterhalb von 1255 m Teufe ist bei Weiach nach dem palynologischen Befund von HOCHULI (1985, S. 764) wegen der dort offensichtlich kontinuierlichen Florenentwicklung keine grössere Schichtlücke zu erwarten.

Aus diesen Überlegungen wird die Lage der postulierten Schichtlücke im Bereich zwischen 1150 und etwa 1251 m Teufe vermutet, also innerhalb oder am Kopf des unteren Autunien (Unterperm). Tatsächlich ist aus andern permokarbonischen Becken Europas aus jenem stratigraphischen Niveau die weitverbreitete Saalische Diskordanz bekannt.

Für die weiteren Modellberechnungen für Weiach wurde deshalb von einer Schichtlücke von 900 bis 1000 m, mit gleichzeitiger ausgeprägter Änderung der Temperaturbedingungen unterhalb des Niveaus von 1251 m, ausgegangen. Dabei wurde aber für Weiach offengelassen, ob diese Schichtlücke einer Erosionsphase, einem tektonischen Ereignis (mit Faltungen und Überschiebungen) oder einer Kombination von beidem entspricht.

Modell B: Mit rekonstruierter Temperaturverteilung

Im Modell B wurde für das mesozoische Intervall gegenüber dem Modell A nur die Oberflächentemperatur auf einen Durchschnittswert von 20 °C erhöht und damit zwar keine perfekte, aber eine annehmbare Übereinstimmung mit den beobachteten Vitrinitreflexionen erreicht (Fig. 1).

Zwei Werte im Bereich des Opalinus-Tones fallen mit etwas höheren Werten aus dem Trend. Um aus solchen Abweichungen Schlussfolgerungen zu ziehen, müssten mehr Kontrollpunkte zur Verfügung stehen. Neben thermischen Ursachen kommen nämlich auch fazielle Gründe und Vermischung mit aufgearbeitetem Material in Frage.

Unter der Annahme einer Schichtlücke von rund 1000 m an der Basis des Oberrotliegenden wurde mit einem gegenüber heute mehr als doppelt so hohen Thermogradienten

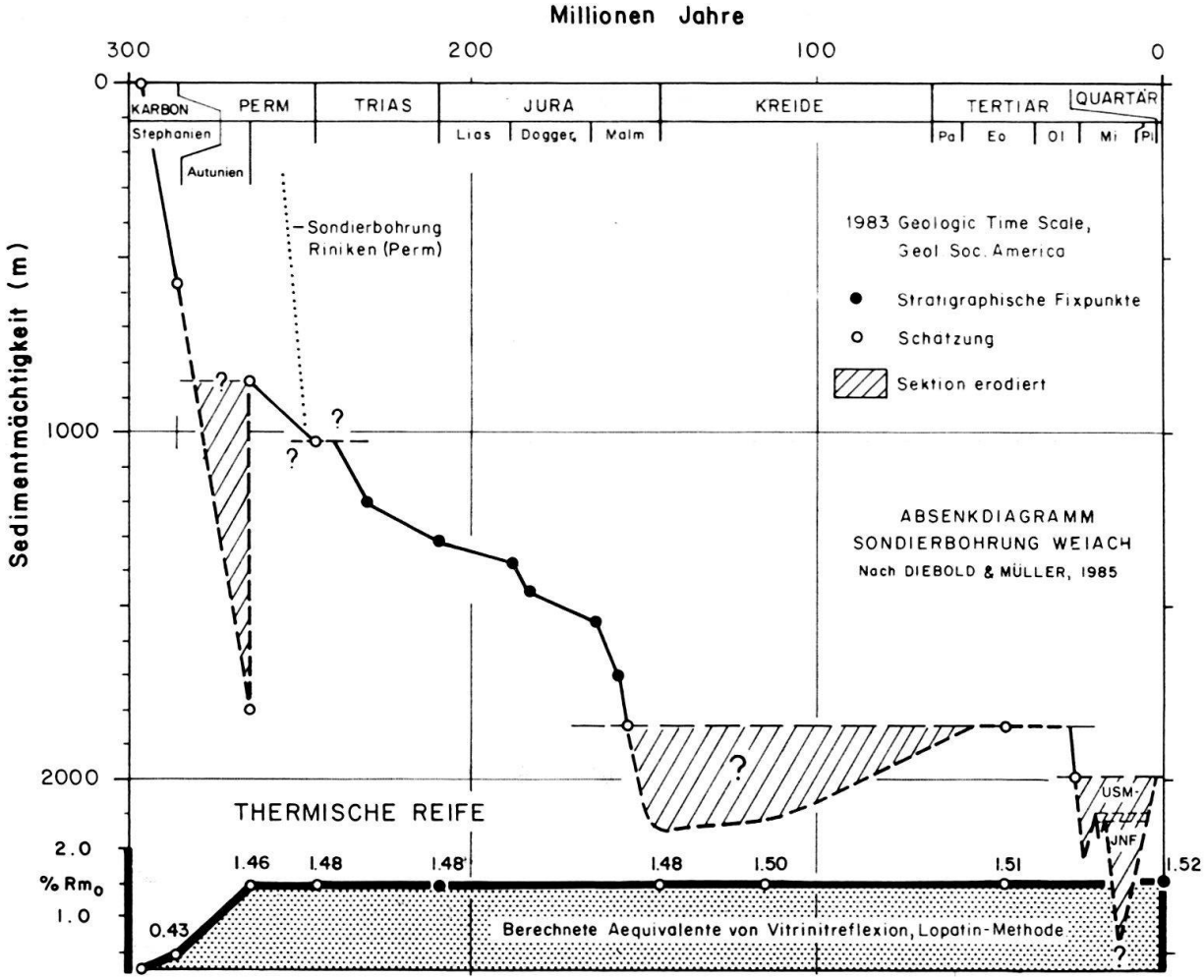


Fig. 2. Zeitliche Entwicklung der thermischen Reife in der Bohrung Weiach nach Modell B, bezogen auf die Basis der Sedimente: Absenkdiagramm nach DIEBOLD & MÜLLER (1985) ergänzt mit 1000 m Paläoversenkung im Perm.

(104 °C/km) eine gute Übereinstimmung des berechneten Inkohlungsprofils mit dem Trend der beoabachteten Vitrinitreflexionen erreicht.

Diskussion: Thermische Entwicklung

Die im Verhältnis zu heutigen Temperaturverhältnissen hohe thermische Reife des Oberkarbon wurde nach Modell B schon während des Perm erreicht (Fig. 2), als die Basis des Permokarbon Ende Autunien (vor etwa 266 Millionen Jahren) kurzzeitig in einer Teufe von etwa 1800 m bei Temperaturen von über 200 °C verweilte. Die heutige Obergrenze des Unterrotliegenden wäre damals entsprechend bei etwa 1030 m Teufe im Temperaturbereich von 127 °C gelegen.

Im Autunien erreichte die Sedimentbasis gemäss Modell schon einen Reifewert entsprechend von 1,46 % Rm, gegenüber dem heutigen, extrapolierten Wert von 1,52 %. Zu Beginn des Mesozoikum vor 245 Millionen Jahren war die Reife auf 1,48 % gestiegen. Bis zum Beginn der Kreide, bei einer zwischenzeitlich maximalen Versenkung nach Modell auf 2130 m vor etwa 147 Millionen Jahren, und vor der Hebung und Erosion in Kreide und Frühtertiär hatte die Maturität praktisch nicht merkbar zugenommen. Nach dem

Rechenmodell wurde der Wert von 1,5% Rm schon zu Beginn des Tertiärs erreicht, so dass selbst die maximale Versenkung auf 2333 m im mittleren Miozän keinen nennenswerten Zuwachs an Maturität mehr brachte (Fig. 2).

Die Obergrenze des Oberkarbon erreichte nach dem Modell B schon im Autunien den Reifewert entsprechend von 0,74% Rm. Bis Ende Jura hatte die Maturität nur auf 0,76% zugenommen und erreichte zu Beginn des Eozän 0,82%. Zur Zeit der maximalen Versenkung (1761 m bei 71 °C) im mittleren Miozän war der Wert erst auf 0,84% gestiegen und nahm seitdem kaum noch zu (um 0,01% Rm).

Die erst rasche und dann extrem langsame thermische Reifung des Gesteins äussert sich auch für das Niveau Top-Unterrotliegendes: Der Maturitätswert entsprechend von 0,6% Rm wurde schon während der ersten 20 Millionen Jahre erreicht und blieb die nächsten 50 Millionen Jahre bis Ende Trias praktisch unverändert. Ende Malm war der Wert erst auf 0,63% gestiegen und Ende Kreide auf 0,7%. Seitdem nahm er nur noch um 0,03% Rm zu, wobei seit Mitte Miozän praktisch kein Zuwachs mehr erfolgte.

Schlussfolgerungen

Falls die für das Modell B angenommenen Temperaturverhältnisse für das Permokarbon stimmen, ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

- Bis Ende Unterperm waren im Untergrund bei Weiach extrem hohe Thermogradienten wirksam: Gegenüber dem heutigen, an sich schon beachtlich hohen Wert von rund 48 °C/km, verlangt das Modell B einen mittleren Thermogradienten von mehr als 100 °C/km.
- Im Bereich zwischen 1150 m und 1251 m Teufe (eventuell auch etwas höher, aber nicht höher als 991,5 m) ist bei Weiach eine Schichtlücke von rund 1000 m (?Saalische Diskordanz) zu vermuten. Neben einer Erosionsdiskordanz kommt für diese Lücke auch tektonische Abscherung intrapermischen Alters oder gar eine Kombination dieser Erscheinungen in Frage. Eine postpermische Reaktivierung einer intrapermischen Abscherung ist ebenfalls nicht auszuschliessen.
- Die thermische Reifung des Permokarbon-Intervalls geschah hauptsächlich schon im Unterperm und nahm seitdem nur noch unbedeutend zu. Die von Wolf et al. (1987) gemessenen Vitrinitreflexionswerte haben mit den heutigen Temperaturverhältnissen bei Weiach nichts zu tun, sondern sind paläozoischen Alters und somit fossiler Natur.
- Das organische Material der Lakustrischen Serie des Autunien befindet sich nach erdölgeologischer Erfahrung im (fossilen) Maturitätsbereich des Ölfensters, wo normalerweise die Bildung von Erdöl erwartet würde. Die Stephan-Kohlen, mit einem ohne Zweifel immer noch bedeutenden Potential zur Gasbildung, befinden sich entsprechend im (fossilen) Gas-Kondensat-Fenster (0,9–1,2% Rm). Weil es sich hier aber um fossile, schon vor dem Mesozoikum erworbene Maturität handelt, erklärt dies, warum bei Weiach nur unbedeutende Anzeichen von Kohlenwasserstoffen festgestellt werden konnten: Das schon zur Permzeit gebildete Öl und Gas hatte im Gefolge von mehreren Phasen von Bruchbildung, Hebung und Abtrag 250 Millionen Jahre Zeit zu entweichen.

Verdankungen

Die vorliegende Pilotstudie wurde auf Veranlassung von Prof. Dr. A. Matter (Geologisches Institut der Universität Bern) im Auftrag der Nationalen Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) ausgeführt. Herrn Prof. A. Matter und Dr. M. Thury (Nagra) danke ich für den wegen der hervorragenden Datenqualität wissenschaftlich besonders interessanten Auftrag, der Nagra insbesondere für die Erlaubnis zur Veröffentlichung dieser vorläufigen Ergebnisse.

LITERATURVERZEICHNIS

DIEBOLD, P., & MÜLLER, W. H. (1985): Szenarien der geologischen Langzeitsicherheit: Risikoanalyse für ein Endlager für hochaktive Abfälle in der Nordschweiz. – Nagra, Techn. Ber. NTB 84-26.

HOCHULI, P. A. (1985): Palynostratigraphische Gliederung und Korrelation des Permo-Karbon der Nordostschweiz. – Eclogae geol. Helv. 78/3, 719–831.

MATTER, A., PETERS, Tj., BLÄSI, H.-R., & ISCHI, H. (1987): Sondierbohrung Weiach – Geologie. – Nagra, Technischer Bericht NTB 86-01, Baden (im Druck).

MEYER, J., & MULLIS, J. (1987): Flüssigkeitseinschlüsse. In: MATTER et al.: Sondierbohrung Weiach – Geologie. – Nagra, Technischer Bericht NTB 86-01, Baden (im Druck).

Nagra (1986): Sondierbohrung Weiach, Riniken, Schafisheim, Kaisten, Leuggern: Geophysikalische Daten. – Nagra, Technischer Bericht NTB 85-50, Baden.

SPRECHER, C., & MÜLLER, W. H. (1986): Geophysikalisches Untersuchungsprogramm Nordschweiz: Reflexionsseismik 1982. Nagra, Technischer Bericht NTB 84-15, Baden.

TEICHMÜLLER, M. & R. (1981): The significance of coalification studies to geology – a review. – Bull. Cent. Rech. Pau – SNPA 5/2, 491–534.

WAPLES, D. W. (1980): Time and temperature in petroleum formation: Application of Lopatin's method to petroleum exploration. – Bull. Amer. Assoc Petroleum Geol. 64/6, 916–926.

WOLF, M., HAGEMANN, W. H., HAVERKAMP, S., & LINNENBERG, W. (1987): Kohlepetrographie und -chemie. In: MATTER et al.: Sondierbohrung Weiach – Geologie. Nagra, Technischer Bericht NTB 86-01, Baden (im Druck).

Manuskript eingegangen am 29. Januar 1987
Revision angenommen am 25. Februar 1987