

| | | | |
|--------------|-------------------|------------|-----------------|
| Carinthia II | 179./99. Jahrgang | S. 563–601 | Klagenfurt 1989 |
|--------------|-------------------|------------|-----------------|

Herrn Univ.-Prof. Dr. Adolf FRITZ für seine verdienstvollen paläobotanischen Untersuchungen im Karbon Kärntens gewidmet

Die fazielle Entwicklung der Oberkarbonsedimente (Stangnock-Formation) am NW-Rand der Gurktaler Decke

Von Karl KRAINER

Mit 25 Abbildungen und 1 Tabelle

Zusammenfassung: Das Oberkarbon am NW-Rand der oberostalpinen Gurktaler Decke, in der Literatur als „Stangalm-Karbon“ bekannt, wurde sedimentologisch bearbeitet und als „Stangnock Formation“ neu definiert.

Bei den Sedimenten der Stangnock Formation (? oberstes Westfal – Stefan – ? allerunterstes Unterperm) handelt es sich um über 400 m mächtige intermontane Molassesedimente, die unter humiden klimatischen Bedingungen abgelagert wurden.

Die Abfolge besteht an der Basis aus proximalen Schüttungen polymikter Konglomerate (reich an Orthogneisgeröllen) und unreifer grobkörniger Sandsteine (schlecht sortierte, angulare – subangulare feldspatführende lithische Arenite).

Die Hauptserie setzt sich aus mehreren, undeutlich entwickelten Megasequenzen zusammen, die an der Basis jeweils scharf mit einer Konglomeratfazies eines verzweigten Flußsystems einsetzen und nach oben in eine Konglomerat-Sandsteinfazies mit teilweise charakteristischen Merkmalen eines mäandrierenden Flußsystems übergehen. Am Top der einzelnen Sequenzen sind in der Regel Tonschiefer ausgebildet, die oft reichlich fossile Pflanzenreste enthalten. Den Abschluß der Tonschiefer, die als Überflutungssedimente aufzufassen sind (abgelagert auf Überflutungsebenen, teilweise in Totarmen), bilden vereinzelt geringmächtige Anthrazitkohleflöze.

Die Konglomerate der Hauptserie sind sehr quarzreich (>90%), die Sandsteine sind als mäßig sortierte, subangulare lithische Arenite bis Sublitharenite, teilweise als lithische Wacken mit einem hohen Anteil an polykristallinen Quarzen zu bezeichnen.

Die Hangendserie ist faziell ähnlich aufgebaut wie die Hauptserie, geringe Unterschiede bestehen in der Zusammensetzung der Sedimente. Charakteristisch ist vor allem das Auftreten von vulkanischen Komponenten, besonders von Porphy quarzen, die als Hinweise auf erste vulkanische Äußerungen im obersten Karbon in diesem Raum gewertet werden.

Das jeweils scharfe, erosive Einsetzen der einzelnen Megasequenzen, auch der Hangendserie, wird auf syndimentäre Bruchtektonik zurückgeführt. Schüttungsrichtungen mit einem nach Osten gerichteten Trend lassen auf ein ungefähr W-E-gerichtetes, durch Bruchtektonik herausgeformtes intermontanes Becken schließen.

S u m m a r y : Sedimentological investigations on Upper Carboniferous sediments from the NW-margin of the Upper Austroalpine Gurktal Nappe (Eastern Alps, Austria) have been carried out.

The sedimentary sequence, so far known as "Carboniferous of Stangalps", is defined as "Stangnock Formation".

The Stangnock Fm. (? uppermost Westfalian – Stefanian – ? lowermost Lower Permian) represents a more than 400 m thick sequence of intermontane molasse fillings, which accumulated under humid climatic conditions.

The sequence starts with polymict conglomerates and intercalated immature, coarse-grained sandstones (poorly sorted, angular-subangular, feldspathic lithic arenites) at the base, deposited on the proximal part of a fluvial system (? alluvial fan). The main series is built up by a few, indistinctly developed megasequences, beginning at the base above a sharp, erosive boundary with sediments of a gravelly, braided river system, grading upward into a gravel-sandstone facies, sometimes showing characteristic features of a meandering river system.

At the top of this sequences usually shales are developed, containing abundant plant fossils. At some places the shales, which are interpreted as overbank fines deposited on flood plains and in oxbow lakes, are overlain by thin anthracite seams.

Conglomerates of the main series are very rich in quartz (>90%), sandstones are classified as moderately sorted, subangular lithic arenites – sublitharenites, in part lithic wackes, with high amounts of polycrystalline quartz.

The top series does not show significant differences in facies compared to the main series, slight differences exist concerning the composition of the sediments.

Volcanic rock fragments, especially volcanic quartz, are a characteristic feature of the sandstones, referring to first volcanic activity during the uppermost Carboniferous in the studied area.

The sharp, erosional appearance of the megasequences and the top series, starting with coarse-grained accretions, is referred to syndimentary fracture tectonics.

From current directions which show a significant eastward trend, it is concluded that the intermontane basin developed in an approximately east-west-direction.

EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Bereits 1793 sind aus dem Oberkarbonvorkommen am NW-Rand der Gurktaler Decke erstmals fossile Pflanzenreste aufgefunden worden, mit deren Hilfe eine Einstufung dieser Sedimente in das Karbon möglich war. Schon im vorigen Jahrhundert haben UNGER (1840) und STUR (1871) umfangreichere Florenlisten veröffentlicht. Die bisher umfassendste paläobotanische Arbeit stammt von JONGMANS (1938a), der von den zahlreichen Fundpunkten 53 Arten beschrieben und die Flora in das Westfal D (einschließlich Stefan im heutigen Sinne) eingestuft hat (vgl. auch JONGMANS, 1938b).

In jüngster Zeit haben TENCHOV (1978a, b, 1980) sowie FRITZ & BOERSMA (1983, 1984) paläobotanische Beiträge zum Oberkarbon am NW-Rand der Gurktaler Decke veröffentlicht.

Zu den bisher durchgeführten paläobotanischen Studien ist zu bemerken,

daß bislang keine profilmäßigen Fossilaufsammlungen getätigt wurden und daß die Position der einzelnen Fossilfundpunkte im Profil nicht bekannt ist. Dies hängt damit zusammen, daß über die Geologie dieses Oberkarbonvorkommens, speziell über dessen fazielle Entwicklung und Stratigraphie, nur sehr wenig bekannt ist und ein Profil durch diese Schichtfolge mit Ausnahme des Oberkarbonvorkommens der Brunnachhöhe (LIEGLER, 1970) bisher nicht veröffentlicht wurde.

Lediglich SCHWINNER (1938) hat sich in einer ausgezeichneten Arbeit sehr ausführlich mit dem Oberkarbon im Raum Turracher Höhe – Königstuhl auseinandergesetzt. Obwohl damals die moderne Sedimentologie erst in ihren Anfängen steckte, hat SCHWINNER (1938) bereits eine Reihe von sedimentologischen, vor allem sedimentpetrographischen Daten herausgearbeitet.

In anderen Arbeiten, die diesen Raum betreffen, wird das Oberkarbon nur ganz randlich behandelt (z. B. THURNER, 1927; STOWASSER, 1956) bzw. kurz erwähnt (PISTOTNIK, 1974).

Nur das Oberkarbonvorkommen der Brunnachhöhe ist von LIEGLER (1970) ausführlicher untersucht worden und zuletzt hat FRIMMEL (1986a, b) die Kristallingeröle im Basiskonglomerat petrographisch und geochronologisch analysiert.

In der vorliegenden Arbeit sollen erste Ergebnisse sedimentologischer Untersuchungen im Oberkarbon am NW-Rand der Gurktaler Decke, die der Verfasser im Rahmen eines Forschungsprojektes durchgeführt hat, dargestellt werden.

Ziel dieser Untersuchungen war die Herausarbeitung des Ablagerungsmechanismus und Ablagerungsmilieus mit Hilfe einer detaillierten fazialen und sedimentpetrographischen Analyse, um daraus Aufschluß über die paläogeographische Situation zur Zeit der Ablagerung dieser Sedimente zu gewinnen. Ein weiteres Anliegen war die profilmäßige Einbindung der einzelnen Fossilfundpunkte, wobei an den bisher bekannten und auch an neu entdeckten Fundpunkten in Zusammenarbeit mit FRITZ & BOERSMA mit einer systematischen Neuaufsammlung begonnen wurde. Die paläobotanische Bearbeitung des Fossilmaterials erfolgt durch die beiden genannten Autoren, erste Ergebnisse liegen bereits vor (FRITZ & BOERSMA, 1990).

Zu diesem Zweck war es zunächst notwendig, möglichst vollständige und lückenlos aufgeschlossene Profile aufzunehmen und zu studieren.

Dazu am besten geeignet sind die Aufschlüsse an der N-Seite des Stangnock, N- und NE-Seite des Königstuhls und N-Seite des Reißbeck (Steinbachsattel), die gleichzeitig auch einen guten Einblick in die laterale Entwicklung der Sedimente bieten (zur Verbreiterung der Oberkarbonseimente und geographischen Lage der einzelnen Lokalitäten siehe Abb. 1 und 2).

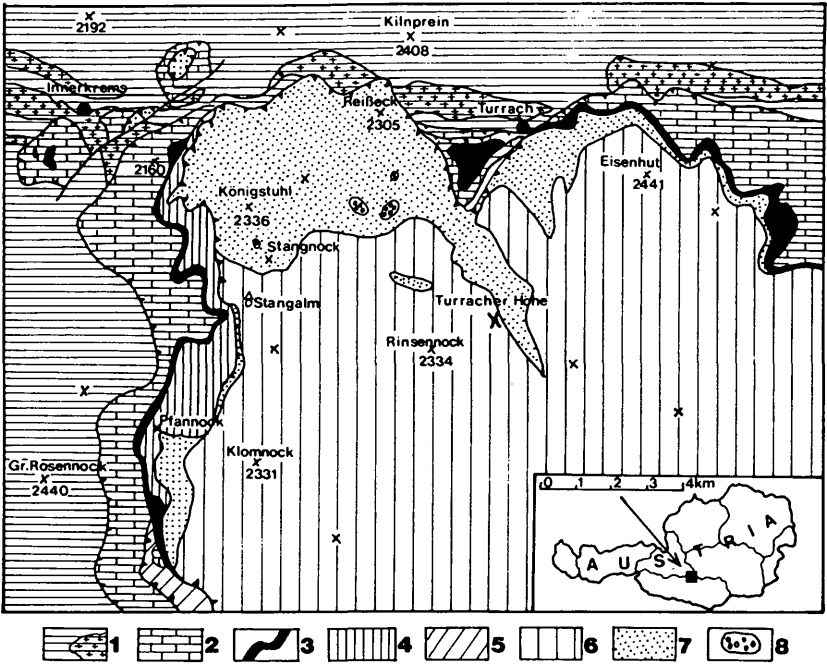


Abb. 1: Geologische Situation am NW-Rand der Gurktaler Decke und Verbreitung der Stangnock-Formation (Oberkarbon). 1 Kristallines Grundgebirge mit Orthogneiszügen (Zentralalpin), 2 Stangalm-Mesozoikum (Zentralalpin), 3 Phyllonitzone („Karlwandschuppe“), 4 Pfannockschuppe (Oberostalpin), 5 Altpaläozoikum der Murauer Teildecke, 6 Altpaläozoikum der Stolzalpen-Teildecke, 7 Stangnock-Formation (Oberkarbon), 8 Werchzirm-Formation (Unterrotliegend), 5–8 Gurktaler Decke. Nach von GÖSEN et al (1985) umgezeichnet.

NOMENKLATUR

Die Oberkarbonsedimente am NW-Rand der Gurktaler Decke wurden bisher unterschiedlich bezeichnet: „Oberkarbon der Stangalpe“ (in KUEHN, 1963:321), „Karbon der Stangalpe“ (REDLICH, 1903; JONGMANS, 1938a, b; SCHWINNER, 1938; TENCHOV, 1978a, 1980), „Anthrazitformation der Stangalpe“ (STUR, 1871), aber auch Bezeichnungen wie „Stangalmkarbon“ (TOLLMANN, 1977), „Königstuhلكarbon“ und „Turracher Karbon“ (STOWASSER, 1956; PISTOTNIK, 1974; FRIMMEL, 1986a) sind in Verwendung.

Da diese Terminologie nicht den Richtlinien der stratigraphischen Nomenklatur (STEININGER et al., 1981) entspricht, wird in der vorliegenden Arbeit ein diesen Richtlinien entsprechender Begriff vorgeschlagen.

Dabei wird das an der Stangnock-Nordseite aufgeschlossene Profil als Typusprofil gewählt, wobei die Oberkarbonsedimente des genannten Raumes entsprechend als „Stangnock-Formation“ neu definiert werden.

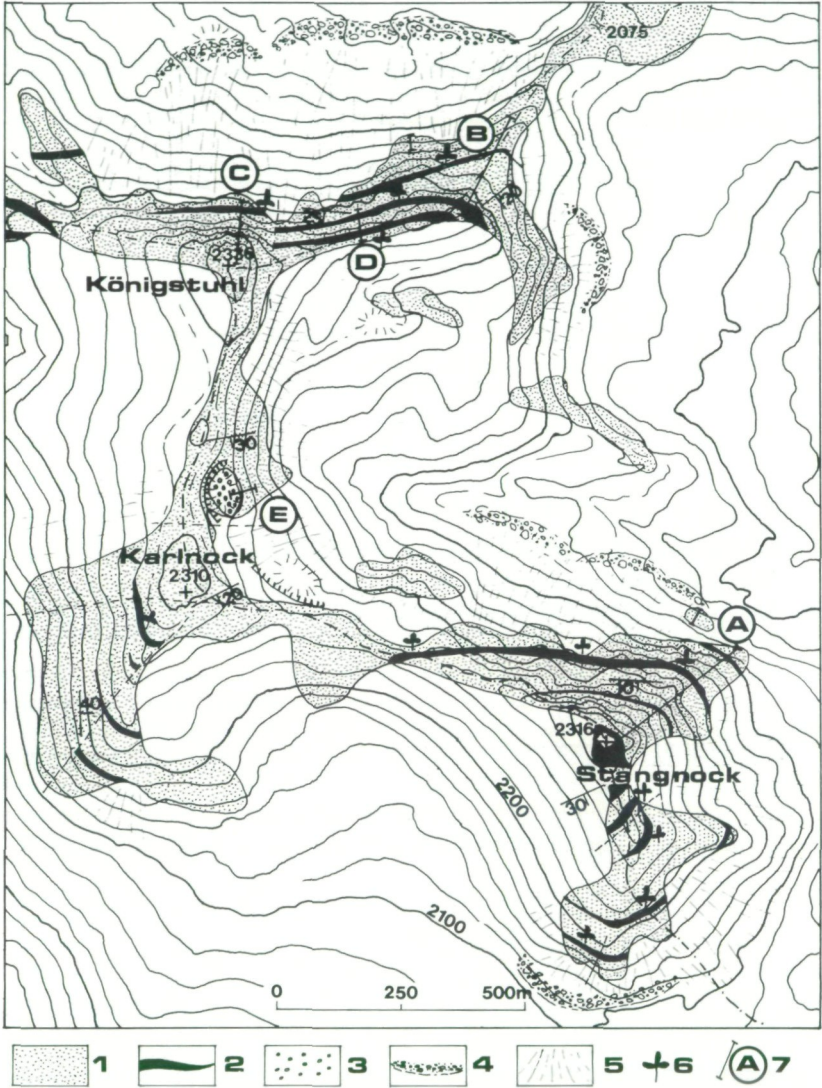


Abb. 2: Geologische Übersichtskarte des Stangnock-Königstuhl-Gebietes mit Lage der untersuchten Profile und wichtigsten Fundpunkte fossiler Pflanzenreste. 1 Konglomerate und Sandsteine der Stangnock-Formation, 2 mächtigere Schieferhorizonte der Stangnock-Formation, 3 Weichzirm-Formation (NE Karlnock), 4 Blockwälle (spät-postglazial), 5 ausgedehnte Schurthalden, 6 Fossilfundpunkte, 7 Lage der Profile.

Kurzdiagnose:

Name: Stangnock-Formation.

Ableitung des Namens: benannt nach dem Stangnock (2.316 m) an der Grenze Kärnten/Steiermark, ca. 2 km NE Karlbach und 6 km NW der Turracher Höhe. Den Oberkarbonsedimenten kommt der Rang einer Formation zu, eine weitere Untergliederung ist möglich.

Kurzbeschreibung: Über 400 m mächtige Abfolge fluviatiler (verzweigtes bis mäandrierendes Flußsystem), quarzreicher, an der Basis polymikter Konglomerate (über 70%), Sandsteine (bis 25%) und siltiger Tonschiefer (bis 5%), die häufig fossile Pflanzenreste führen.

Typusgebiet: Hauptverbreitungsgebiet liegt zwischen Innerkrems und der Turracher Höhe (Abb. 1, 2), ein schmaler Streifen zieht weiter nach E bis in die Gegend der Flattnitz (ÖK Blätter 183 Radenthein und 184 Ebene Reichenau).

Typusprofil: Stangnock-Nordseite (über 300 m aufgeschlossen, Abb. 3).

Referenzprofile: Steinbachtal-Reißbeck (mit Basisserie), Königstuhl-Nord- und Nordostseite, NE Karlnock (Grenze Stangnock Fm. – Werchzirm Fm.).

Alter: Auf Grund der bisher bekannten fossilen Flora? Oberstes Westfal-Stefan, evtl. noch allerunterstes Unterperm.

FAZIELLE ENTWICKLUNG

Am Aufbau der über 400 m mächtigen Stangnock-Formation sind hauptsächlich Konglomerate beteiligt, die rund 70–80% der Schichtfolge ausmachen. Untergeordnet sind Sandsteine (ca. 15–25%) und siltige, meist fossile Pflanzenreste enthaltende Tonschiefer (ca. 5% der Schichtfolge).

Eine weitere Untergliederung der Schichtfolge ist möglich, besonders die Abgrenzung einer etwa 50 m mächtigen Basisserie bietet keine Schwierigkeiten. Problematisch ist dagegen eine Untergliederung der darüberfolgenden Schichtsäule, die jedoch zumindest im Stangnock-Königstuhl-Bereich (Abb. 3, 12, 15) und vermutlich auch im Bereich Frauennock in 2 Serien gegliedert werden kann, so daß von unten nach oben innerhalb der Stangnock Formation 3 Serien auseinandergehalten werden können:

Basisserie
Hauptserie
Hangendserie

Basisserie

Die Basisserie ist vor allem am Nordrand des Karbonvorkommens an mehreren Stellen aufgeschlossen, so z. B. am Steinbachtal in Form einer ca. 50 m mächtigen Abfolge aus polymikten, schlecht sortierten Grobkonglomeraten mit dm-großen Geröllen (max. 50 cm) an der Basis (Abb. 5). Nach oben nimmt dann die Korngröße kontinuierlich ab, gleichzeitig nimmt der Quarzgehalt kontinuierlich zu. In diese Konglomerate sind selten geringmächtige (max. wenige dm), lateral rasch auskeilende, grobkörnige Sandsteine eingeschaltet. Sedimentstrukturen sind innerhalb der Basisserie nicht erkennbar, was auf die schlechten Aufschlußverhältnisse zurückzuführen ist.

Stangnock

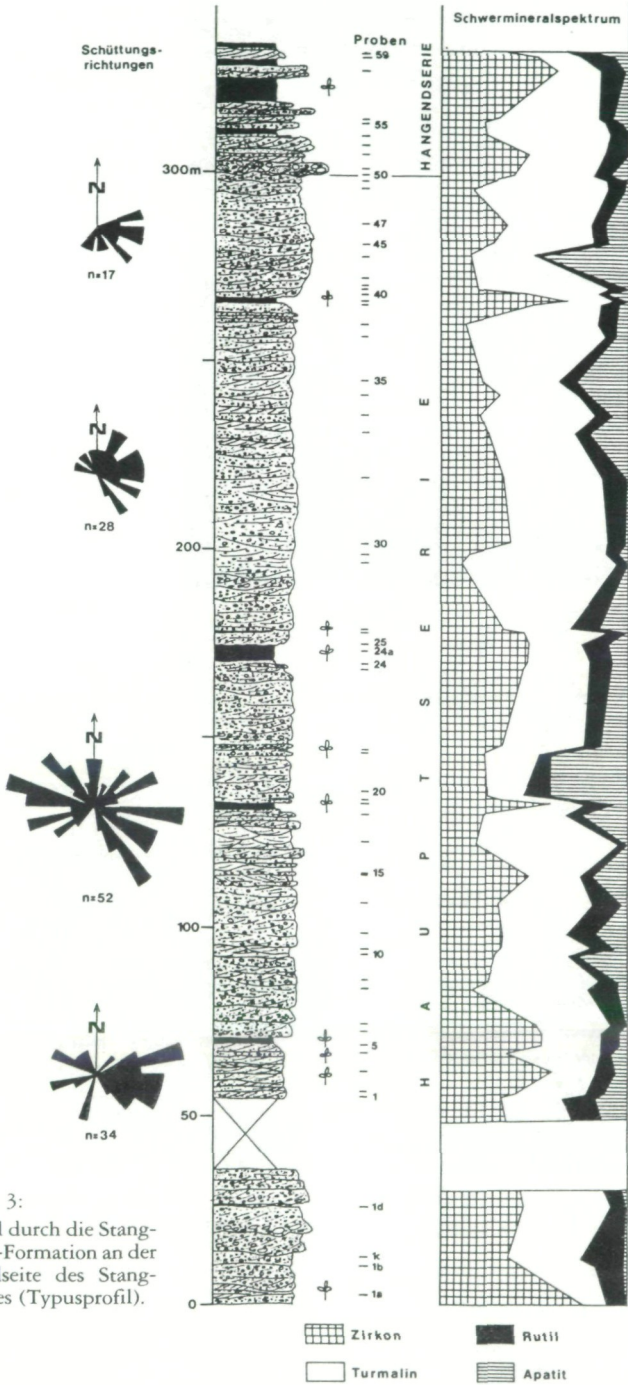


Abb. 3:
 Profil durch die Stangnock-Formation an der Nordseite des Stangnockes (Typusprofil).



Abb. 4:
 Massige bis undeutlich horizontalgeschichtete, gradierte, matrixreiche (bimodale) Quarzkonglomerate (Lithofazies Gm), mit grobkörniger Sandsteinlage zwischengeschaltet. Nordostseite des Stangnock.

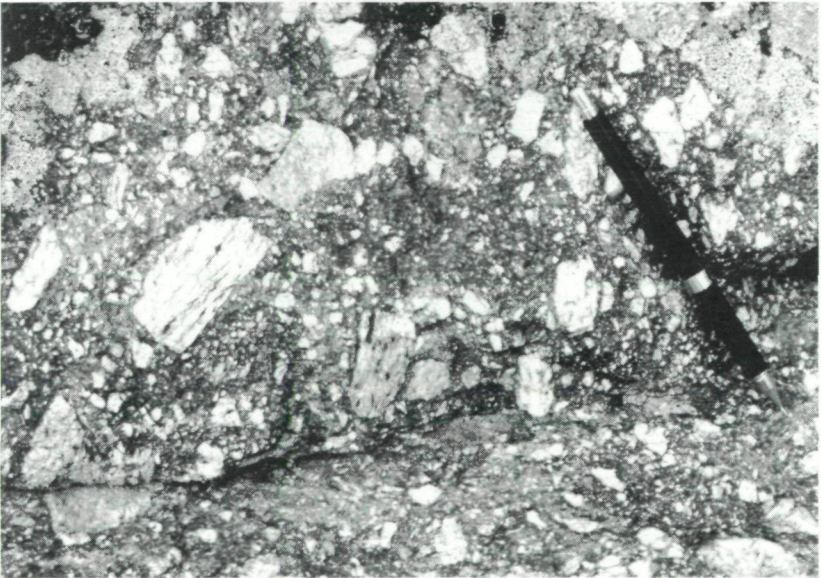


Abb. 5: Breccienlage aus der Basisserie am Steinbachsattel. Eckige Gneisskomponenten in einer feinkörnigen, dunklen, glimmerreichen Grundmasse.

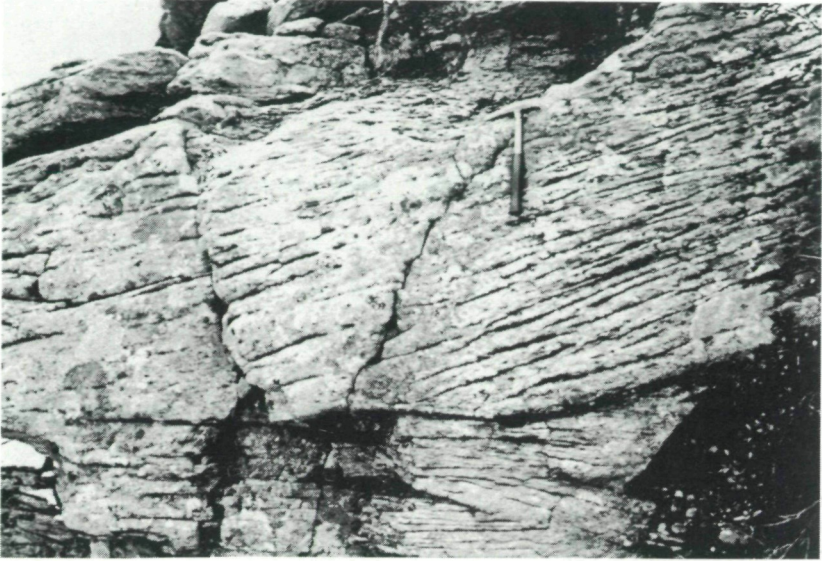


Abb. 6: Sandstein mit großdimensionaler, planarer Schrägschichtung und Reaktivierungsflächen (Lithofazies Sp), am Top in feinkörnigen Sandstein übergehend. Stangnock-Nordseite.



Abb. 7: 3 übereinanderliegende Barren (Sandstein mit kleindimensionaler, ziemlich flacher, trogförmiger, teilweise auch planarer Schrägschichtung, Lithofazies St, Sp). Stangnock-Nordseite.



Abb. 8: Sandstein mit kleindimensionaler, trogförmiger Schrägschichtung (Barren und Rinnenfüllungen, Lithofazies St). Stangnock-Nordseite.

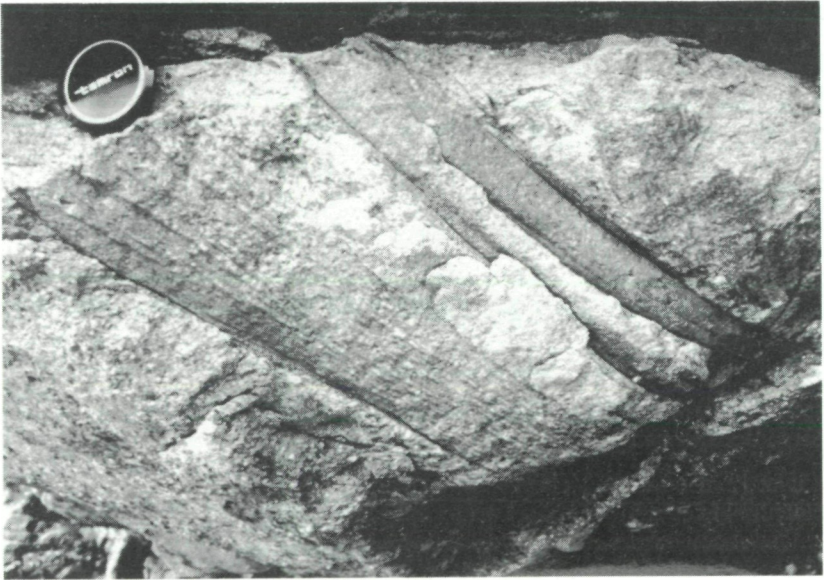


Abb. 9: Grobkörniger Sandstein mit dm-großen eingeschwemmten Pflanzenresten (Calamitenstammreste). Stangnock-Nordseite.

Hauptserie

Über der Basisserie folgt mit allmählichem Übergang die mehr als 300 m mächtige Hauptserie, die aus mehreren, jeweils einige Zehnermeter mächtigen Folgen aufgebaut wird, die entweder fast ausschließlich aus Konglomeraten („Konglomeratfazies“) bestehen oder aus einer Wechselfolge von Konglomeraten und Sandsteinen („Konglomerat-Sandsteinfazies“). Am Top der einzelnen Folgen, die teilweise undeutlich entwickelte Unten-grob-/Oben-fein-Megasequenzen darstellen, sind in der Regel dm bis mehrere m mächtige siltige Tonschiefer entwickelt. Über den Tonschieferhorizonten, die sich lateral oft über mehr als 100 m verfolgen lassen, setzt mit scharfer, erosiver Grenze die nächste Folge ein, und zwar meist mit einem Konglomerat. Dies ist auf tektonische Bewegungen (synsedimentäre Bruchtektonik) zurückzuführen.

Solche Unten-grob-/Oben-fein-Megasequenzen sind z. B. NE des Königsstuhls oder in der Stangnock-Nordwand zu beobachten. Daraus ergibt sich für die Hauptserie auch ein undeutlich ausgebildeter großzyklischer Aufbau (Abb. 12, 13, 14).

Beschreibung der Lithofaziestypen

a) Konglomeratische Lithofaziestypen

Gm: Massige (ungeschichtete), teilweise leicht horizontalgeschichtete Quarzkonglomerate (Abb. 4), Gerölle mitunter parallel zur Schichtung eingeregelt, meist locker gepackt mit hohem Anteil an grobsandiger Matrix (bimodale Korngrößenverteilung), daher auch schlechte Sortierung, z. T. gradiert, meist einige dm, selten über 1 m mächtig, Gerölle selten über 10 cm (Barren, Rinnensedimente).

Gt: Trogförmig schräggeschichtete Feinkonglomerate mit max. 4 cm großen Geröllen und einem hohen Anteil an sandiger Grundmasse (bimodal), z. T. gradiert, selten dichter gepackt, meist unter 1 m mächtig, selten etwas darüber (Abb. 11).

Grobkörnige trogförmig schräggeschichtete Konglomerate mit Geröllen bis gut 10 cm zeigen undeutlichere und meist flachere Schrägschichtungsblätter (diverse Rinnenfüllungen und Barren), max. 1,5 – 2 m mächtig (Abb. 10).

Gp: Planar schräggeschichtete, meist dichter gepackte Konglomerate, max. 1,4 m mächtig (selten; Barren).

1) Abkürzungen nach MIALL, 1977, 1978, 1984; RUST, 1978

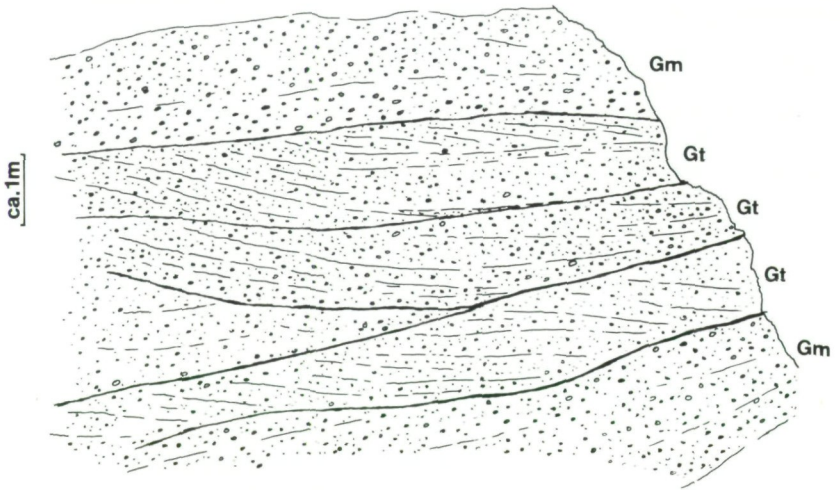


Abb. 10 a, b: 3 übereinanderliegende konglomeratische Rinnenfüllungen (Lithofazies Gt) mit flacher, trogförmiger Schrägschichtung (Element CH), über- und unterlagert von massigen bis undeutlich horizontalgeschichteten Konglomeraten (Lithofazies Gm). NE Königstuhl, Profil B.



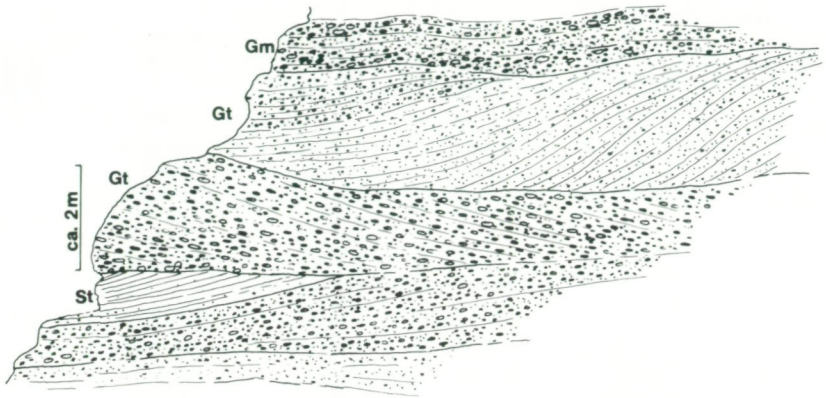


Abb. 11 a, b: Mächtige trogförmige Schrägschichtungskörper (Lithofazies Gt, St), Element LA (laterale Anlagerungsformen). Stangnock-Nordseite, Hauptserie, Profil A.



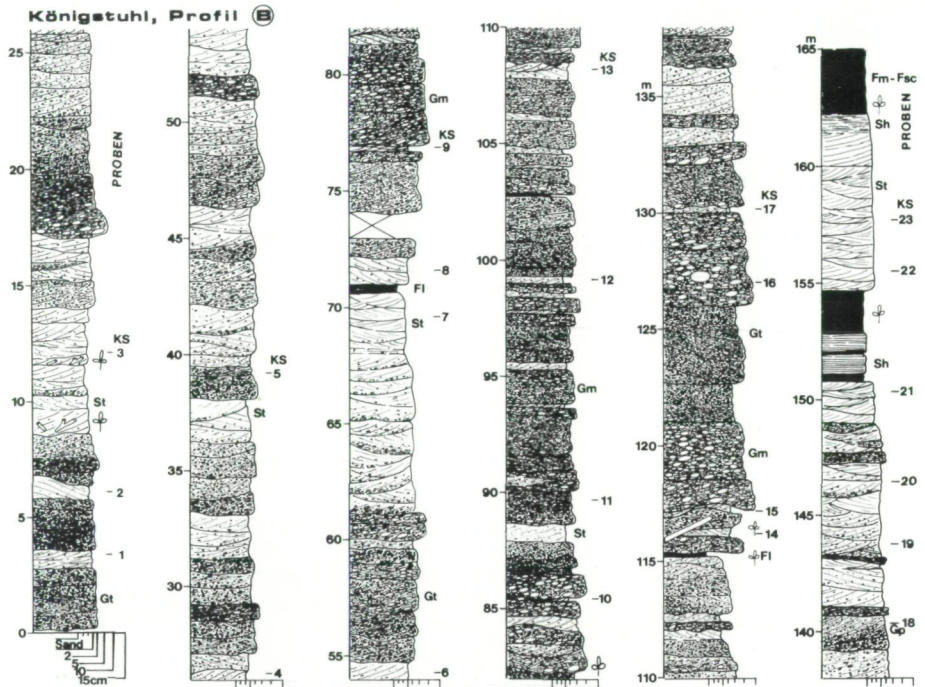


Abb. 12: Übersichtsprüfprofil durch die Stangnock-Formation (Hauptserie) NE des Königstuhls (Profil B, Lage siehe Abb. 2).

b) Sandige Lithofaziestypen

St: Großdimensionale (max. etwas über 1 m), feinkiesige Schrägschichtungskörper, teilweise mit Reaktivierungsflächen (meist Barren) und kleindimensionale (im dm-Bereich) Schrägschichtungskörper (kleine Rinnen und diverse Barren, Abb. 7, 8).

Sp.: Großdimensionale (bis knapp über 1 m), planare, z. T. feinkiesige und gradierte Schrägschichtungskörper mit Reaktivierungsflächen (Uferbarren, Abb. 6) sowie kleindimensionale, max. wenige dm mächtige planar schräggeschichtete Sandsteine (Barren).

Sl: Flach schräggeschichtete Sandsteine, max. einige dm mächtig (sehr selten; kleine Rinnenfüllungen, Uferdammdurchbruchsedimente, Antidünen).

Sh: Horizontalgeschichtete Sandsteine, max. einige dm mächtig (oberes Fließregime).

Sr: Feinkörnige Sandsteine mit Kleinrippeln (sehr selten).

Se: Schräggeschichteter Sandstein mit aufgearbeiteten Intraklasten (tonige Überflutungssedimente) an der Basis, max. wenige dm mächtig (Rinnenfüllungen).

Sd: Meist feinkörniger Sandstein mit synsedimentären Deformationsstrukturen.

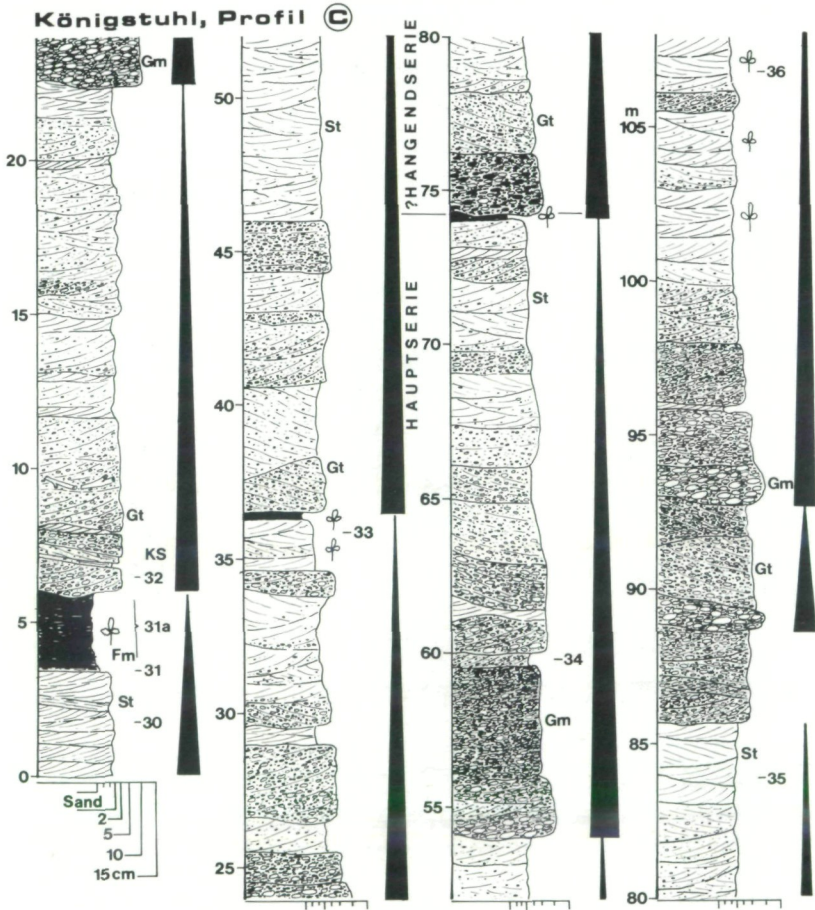


Abb. 13: Übersichtsprofil durch die Stangnock-Formation (oberer Teil der Hauptserie und ? unterer Teil der Hangenserie) in der Königstuhl-Nordwand. Pfeile markieren undeutlich entwickelte Unten-grob-/Oben-fein-Megasequenzen. Profil C (Lage siehe Abb. 2).

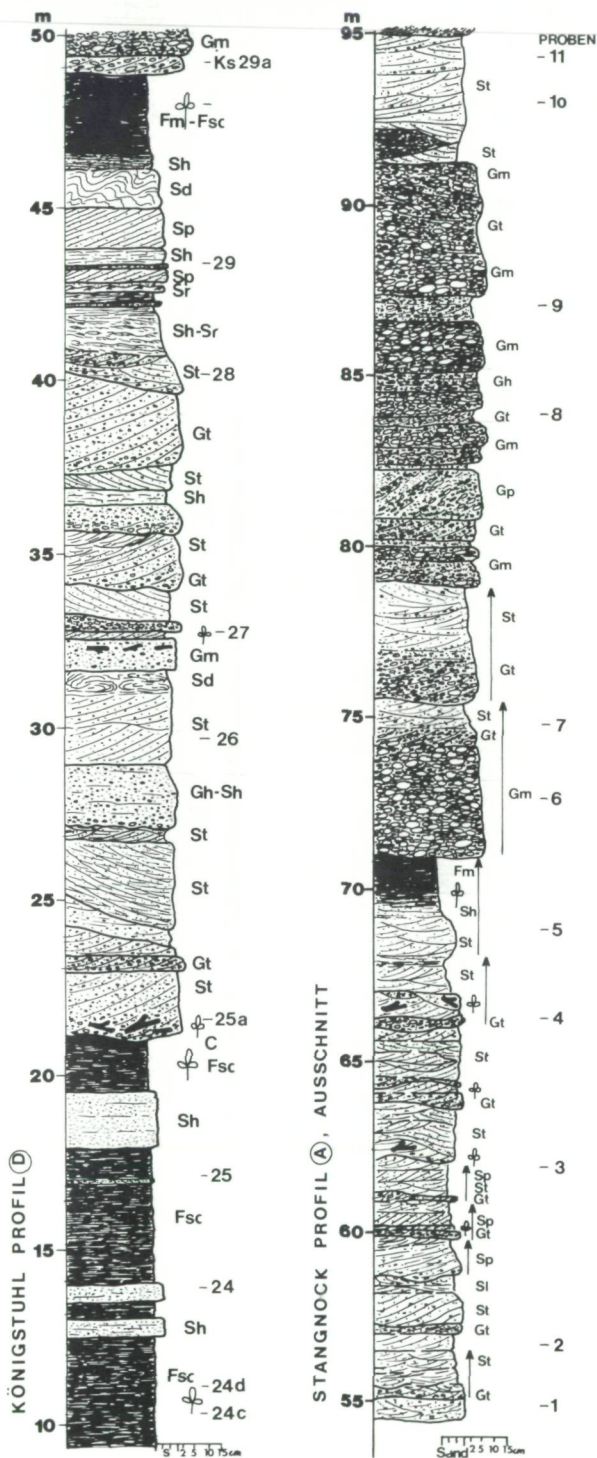


Abb. 14:
 Profilausschnitte aus der Stangnock-Formation. Links: Profil durch eine Konglomerat-Sandsteinfazies zwischen 2 Tonschieferhorizonten NE des Königstuhls (Profil D, Lage siehe Abb. 2). Rechts: Ausschnitt aus dem Typusprofil an der Stangnock-Nordseite (tieferer Teil). Oberer Abschnitt einer Konglomerat-Sandsteinfazies mit Tonschiefern am Top, darüber folgen mit scharfer Grenze Konglomerate mit zwischengeschalteten grobkörnigen Sandsteinen. Pfeile markieren Unten-grob-/Oben-fein-Kleinsequenzen.

c) Siltig-tonige Lithofaziestypen

Fl: Siltige laminierte Lagen (max. wenige dm mächtig; Überflutungssedimente).

Fm–Fsc: Meist ungeschichtete, auch undeutlich laminierte Tonschiefer, teilweise siltig, häufig fossile Pflanzenreste enthaltend (Überflutungssedimente, Moor-Sumpfablagerungen), bis mehrere m mächtig.

C: Anthrazitkohlelagen, cm-wenige dm mächtig (Torf-Sumpf-Ablagerungen).

Die einzelnen Lithofaziestypen sind am Aufbau einzelner „architektonischer Elemente“ im Sinne von MIALL (1985 a, b) beteiligt. Von den insgesamt 8 von MIALL (1985 a, b) aufgestellten Elementen für fluviale Systeme

CH – Channels (Rinnen)

GB – Gravel bars and bedforms (kiesige Sedimentkörper)

SB – Sandy bedforms (sandige Sedimentkörper)

FM – Foreset macroforms

LA – Lateral accretion deposits (laterale Anlagerungsformen)

SG – Sediment gravity flows

LS – Laminated sand sheets

OF – Overbank fines (Überflutungssedimente)

können innerhalb der Hauptserie folgende Elemente auseinandergehalten werden: Element CH (Rinnen): In gut aufgeschlossenen Bereichen (z. B. ENE Königstuhl) lassen sich innerhalb konglomeratischer Abfolgen großdimensionale, flache, teilweise übereinanderliegende Rinnenfüllungen nachweisen (Abb. 10). Einzelne Rinnen erstrecken sich lateral oft über mehr als 10 m und sind knapp über 1 m mächtig (tief). Die Rinnen sind meist mit locker gepackten, sandreichen Konglomeraten aufgefüllt. Intern zeigen die Rinnenfüllungen häufig ganz flache trogförmige Schrägschichtung (Lithofazies Gt), teilweise sind die Rinnen auch mit massigen, ungeschichteten Konglomeraten (Lithofazies Gm) aufgefüllt. Daneben finden sich immer wieder kleinere, mit Feinkonglomeraten gefüllte, trogförmig schräggeschichtete Rinnen. An der Basis sind mitunter Tonschiefergerölle (Intraklaste) aufgearbeitet, auch dm- bis vereinzelt m-große Pflanzenreste („Drifthölzer“) sind häufig eingeschwemmt (Abb. 9). Die Rinnen sind in der Regel sehr flach, kaum mehr als 1 m tief eingeschnitten und zeigen meist eine mehr oder weniger deutliche erosive Basis. Insgesamt handelt es sich um ähnliche Rinnenfüllungen, wie sie RAMOS & SOPENA (1983) aus dem Buntsandstein Spaniens beschrieben haben.

Element GB (Kiesbarren und Kiesbänke): Dieses Element, innerhalb konglomeratischer Abfolgen am häufigsten vertreten, ist besonders durch Lithofazies Gm in Form von diffusen, locker gepackten, teilweise gradierten, stärker sandigen (bimodalen), bis etwa 1 m mächtigen Kieslagen charakterisiert (Abb. 4). Weiters finden sich in diesem Element Lithofazies Gt und Gp.

Lithofazies Gm repräsentiert longitudinale Kiesbarren, die während Hochwasserführung entstehen und flußabwärts wandern (z. B. BOOTHROYD & ASHLEY, 1975; HEIN & WALKER, 1977; RUST & KOSTER, 1984). Selten geht dieser Lithofaziestyp lateral in planar schräggeschichtete Konglomerate (Gp) über, die als transversale Barren (GUSTAVSON, 1978) bzw. diagonale Barren (FORBES, 1983) gedeutet werden. Lithofazies Gt repräsentiert dagegen transversale Barren mit gebogenem Kammverlauf, die während Hochwasserführung in Fließrichtung in der Rinne wandern, teilweise handelt es sich bei diesem Lithofaziestyp auch um kleinere Rinnenfüllungen (MIALL, 1985 a, b).

Das Element GB stellt somit eine komplexe Vergesellschaftung von konglomeratischen Rinnen- und vor allem Barrensedimenten dar, vereinzelt mit sandigen Lagen zwischengeschaltet.

Element SB (sandige Sedimentkörper): Dieses Element ist vor allem durch Lithofazies St (verschiedene Sandbarren in aktiven Rinnen, kleindimensionale sandige Rinnenfüllungen), z. T. Lithofazies Se vertreten, untergeordnet tritt Lithofazies Sp in Erscheinung (transversale Sandbarren), selten finden sich horizontalgeschichtete Sandsteine (Sh) des oberen Fließregimes, sowie Sandlagen mit synsedimentären Deformationsstrukturen (Sd), sehr selten Rippellagen (Kleinrippeln, Sr), wie sie häufig in ganz flachen Bereichen aktiver Rinnen oder an der Oberfläche von Sandbarren als Strömungsrippeln entstehen.

Element SB ist häufig vergesellschaftet mit Element CH in Form feinkiesiger Rinnenfüllungen (v. a. Lithofazies Gt).

Element LA (laterale Anlagerungsformen): Innerhalb der Hangendserie sind hin und wieder Abschnitte zu beobachten, in denen laterale Anlagerungsformen verstärkt in Erscheinung treten (Abb. 11). Innerhalb konglomeratischer Abfolgen sind es großdimensionale, bis etwa 2,5 m mächtige trogförmig schräggeschichtete Feinkieskörper (Lithofazies Gt) mit Geröllen von max. etwa 4 cm in einer grobsandigen Grundmasse (Epsilon-Schrägschichtung nach ALLEN, 1963). Diese Körper entstanden durch laterale Anlagerung im Bereich von Flußkrümmungen durch seitliche Rinnenverlagerung. In stärker sandigen Abfolgen finden sich kleindimensionale und großdimensionale (bis über 2 m) trogförmig bis planar schräggeschichtete Körper, die häufig Reaktivierungsflächen aufweisen (auf schwankende Wasserführung zurückgehend). Diese Schichtungskörper sind oft gradiert, gehen nach oben entweder in feinkörnige Sedimente (Überflutungssedimente) über oder werden erosiv von der nächsten Schüttungseinheit überlagert.

Element OF (feinkörnige Überflutungssedimente) ist charakterisiert durch Lithofazies Fl, Fm-Fsc und C. Lithofazies Fm-Fsc enthält häufig fossile, meist sehr gut erhaltene Pflanzenreste.

Eingeschaltet sind mitunter sandige, meist trogförmig schräggeschichtete Lagen, an der Basis teilweise auch feinkiesig ausgebildet (Element SB).

Diese werden als Uferdammdurchbruchsedimente gedeutet.

Die bis zu mehrere m mächtigen Tonschieferhorizonte, die an der Basis feinsandig-siltig entwickelt sind, lassen sich lateral teilweise über mehr als 100 m verfolgen (z. B. Stangnock-Nordseite), wobei es sich dabei um Ablagerungen der Überflutungsebene abseits der Hauptgerinne handelt. Am Top der Tonschieferhorizonte sind selten dünne Anthrazitkohleflöze entwickelt, an deren Basis im damaligen Kohlebergbau mitunter Stigmarienhorizonte nachgewiesen werden konnten (SCHWINNER, 1938). Diese Stigmarienhorizonte lassen auf eine autochthone Vegetation in diesen Bereichen schließen.

Daneben finden sich lateral rasch auskeilende Tonschiefer, meist siltig und ebenfalls fossile Pflanzenreste enthaltend. Diese stellen aufgefüllte, inaktive Rinnen dar (z. B. an der NE-Seite des Reißbeck schön zu beobachten).

Innerhalb der Hauptserie sind undeutlich ausgebildete, mehrere Zehnermeter (max. 90 m) mächtige Zyklen erkennbar (Abb. 13, 14). Ein solcher Zyklus beginnt an der Basis mit konglomeratreichen Schüttungen, die meist erosiv über Tonschieferhorizonten einsetzen und an der Basis bis zu dm-große Tonschiefergerölle aufgearbeitet haben. Nach oben sind Sandsteine häufig eingeschaltet (Wechselfolge Konglomerat – Sandstein), abgeschlossen wird ein Zyklus meist von einem Tonschieferhorizont.

Am besten erkennbar ist dieser zyklische Aufbau im Profil an der Stangnock-Nordseite, wo die Hauptserie in 5 Zyklen untergliedert werden kann (Abb. 3, 14). Auch im Bereich der Königstuhl-Nordwand sind solche undeutlich entwickelten Unten-grob-/Oben-fein-Zyklen zu erkennen (Abb. 13).

Die fast ausschließlich aus Konglomeraten aufgebauten Profilabschnitte an der Basis der einzelnen Zyklen bestehen überwiegend aus konglomeratischen Barren- und Rinnensedimenten (Element GB und CH), während laterale Anlagerungsformen (Element LA) nur selten zu beobachten sind. Es sind Ablagerungen eines kiesdominierten verzweigten Flußsystems mit ständiger Verlagerung der einzelnen Gerinne und Barren, was aus den flachen und breiten, erosiv kaum eingeschnittenen Sedimentationskörpern und auch aus dem Fehlen von feinkörnigen Überflutungssedimenten geschlossen werden kann.

Der Übergang in eine Konglomerat-Sandstein-Wechselfolge ist auch mit einer Änderung des Sedimentationscharakters verbunden, es dominieren sandige Sedimentkörper (Element SB), konglomeratische und sandige Rinnensedimente (Element CH) und laterale Anlagerungsformen (Element LA) sind ebenfalls häufig zu finden. Nicht selten sind Unten-grob-/Oben-fein-Kleinzyklen entwickelt.

Charakteristisch für diesen Faziesbereich sind die stark schwankenden Schüttungsrichtungen, was von verschiedenen Autoren als Hinweis auf ein stärker gekrümmtes (mäandrierendes) Flußsystem gewertet wird (z. B.

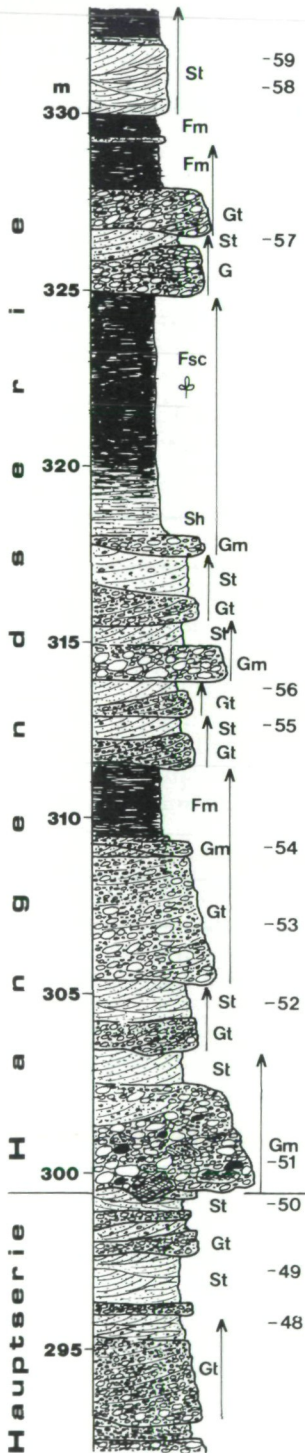


Abb. 15:
 Ausschnitt aus dem
 Profil A (Stangnock-
 Nordseite) mit der
 Grenze Hauptserie-
 Hangendserie. Pfeile
 markieren einzelne
 Unten-grob-/Oben-
 fein-Sequenzen.

PLINT, 1983; BLUCK, 1971). Vereinzelt konnten auch die für ein stärker gekrümmtes Flußsystem charakteristischen Sedimentabfolgen und Strukturen („Point-Bar-Sequenzen“) nachgewiesen werden.

Im Stillwasserbereich, abseits der aktiven Gerinne (Überflutungsebene, Totarme, inaktive Rinnen), die durch vertikale Anlagerung siltig-toniger Sedimente gekennzeichnet sind, konnte sich teilweise eine autochthone Sumpflvegetation (vergleichbar den Auwäldern) entwickeln, was zur Entstehung von Torflagen (heute als Anthrazitkohle vorliegend) führte.

Hangendserie

Im Stangnock-Königstuhl-Bereich läßt sich auch eine Hangendserie abgrenzen (Abb. 3, 13, 15). Die Grenze zwischen Haupt- und Hangendserie ist scharf, durch das erosive Einsetzen von Konglomeraten mit einem bunten Geröllspektrum charakterisiert. Diese Grenze ist an der Stangnock-Nordseite schön aufgeschlossen, auch in der Königstuhl-Nordwand ist ein solcher Umschwung feststellbar. Ähnliche Grobschüttungen konnten auch am Frauenock beobachtet werden, eine Korrelation mit dem Stangnockprofil ist jedoch nicht möglich.

Das scharfe, erosive Einsetzen der Hangendserie mit deutlich unreiferen Sedimenten wird ebenfalls auf tektonische Bewegungen zurückgeführt.

Die Hangendserie selbst, am besten aufgeschlossen am Stangnock, ist aus denselben Lithofaziestypen aufgebaut, wie sie schon aus der Hauptserie bekannt sind (Abb. 15).

Die Hangendserie setzt am Stangnock mit einem ca. 3 m mächtigen polymikten „Basiskonglomerat“ erosiv über Grobsandsteinen und Feinkonglomeraten ein (ca. 30 m unter dem Gipfel). An der Basis treten vereinzelt Gerölle bis 40 cm Durchmesser auf, nach oben nimmt die Korngröße ab. Die meisten Gerölle haben Durchmesser um 10 cm. Das Konglomerat ist schlecht sortiert, ungeschichtet (Lithofazies Gm), am Top leicht trogförmig geschichtet (Lithofazies Gt). Im oberen Bereich ist auch eine trogförmig schräggeschichtete, dm-mächtige linsenförmige Feinkonglomeratlage eingeschaltet.

Neben Quarz finden sich vor allem verschiedene Phyllitgerölle, auch Quarzit- und Lyditgerölle sind nicht selten.

Auch in der Königstuhl-Nordwand, ca. 35 m unter dem Gipfel, ist ein stärker polymiktes Konglomerat erosiv über einer dünnen schwarzen Siltlage entwickelt, das möglicherweise auf dasselbe Ereignis zurückzuführen und mit dem polymikten Konglomerat am Stangnock zu korrelieren ist (Abb. 13).

Das polymikte Konglomerat in der Königstuhl-Nordwand ist feinkörniger (Komponenten max. 8 cm groß) und ebenfalls durch einen hohen Anteil an Phyllitgeröllen ausgezeichnet.

Karlnock, Profil

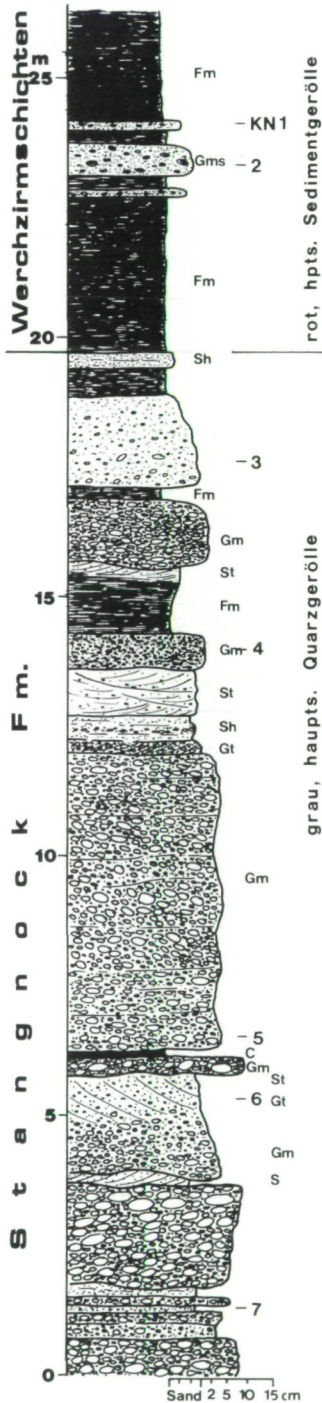


Abb. 16:

Detailprofil mit dem Übergangsbereich Stangnock-Fm — Werchzirm-Fm NE des Karlnock, Profil E (Lage siehe Abb. 2). ▼

Über dem „Basalkonglomerat“ folgen am Stangnock bis zum Gipfel 4 Zyklen. Die bis zu über 10 m mächtigen Zyklen bestehen aus stärker polymikten Konglomeraten (Lithofazies Gm, Gt) und meist grobkörnigen Sandsteinen (St), die nach oben in Siltsteine und siltige, selten fossile Pflanzenreste enthaltende Tonschiefer übergehen. Über diesen Zyklen folgen unmittelbar südlich des Gipfels mächtige Siltsteine mit zwischen-geschalteten polymikten Konglomeraten und Sandsteinen. Innerhalb der Siltsteine konnte rund 200 m südlich des Gipfels in einer tonigen Lage zusammen mit Herrn Prof. FRITZ eine interessante Flora mit *Callipteris* gefunden werden (siehe FRITZ & BOERSMA, 1990).

Auch in der Königstuhl-Nordwand folgen über dem polymikten Konglomerat (? Basalkonglomerat der Hangendserie) noch 2 Unten-grob-/Oben-fein-Zyklen in ähnlicher Entwicklung wie in der Hauptserie, allerdings fehlen hier die feinkörnigen Überflutungssedimente. Erwähnenswert sind die vielen eingeschwemmten Pflanzenreste in Sandsteinen und Feinkonglomeraten im Gipfelbereich des Königstuhls.

Die ausgeprägte zyklische Entwicklung der Hangendserie im Stangnock-Profil (Abb. 15) mit den relativ mächtigen Überflutungssedimenten am Top der einzelnen Zyklen läßt auf Sedimentation in einem stärker gekrümmten (mäandrierenden) Flußsystem schließen, die Zyklen können als „Point-Bar-Sequenzen“ interpretiert werden.

Übergang Stangnock-Fm. – Werchzirm-Fm.

Der Übergang von der Stangnock-Fm in die Werchzirm-Fm ist an der NE-Seite des Karlnocks aufgeschlossen (Abb. 16). Die Grenze zwischen beiden Formationen, die zeitlich keinesfalls der Karbon-Perm-Grenze entsprechen muß, ist hier scharf ausgeprägt. Neben dem recht scharfen Farbumschlag von grauen zu roten Sedimenten ändert sich auch die Lithofazies markant, was mit der Klimaänderung von humid zu semiarid zu erklären ist.

Die obersten 20 m der Stangnock-Fm bestehen hier überwiegend aus Konglomeraten (hpts. Lithofazies-Gm, selten Gt) mit Geröllen bis max. 15 cm, meist < 8 cm. Die Konglomerate sind polymikt. Es überwiegen zwar Quarzgerölle, aber daneben ist ein hoher Anteil an phyllitischen Komponenten zu beobachten, auch Lyditgerölle sind häufig zu finden.

Schräggeschichtete Sandsteine (St), Siltsteine und Tonschiefer sind eingeschaltet. Zyklen sind nicht entwickelt. Auch eine dünne, kohlige Lage ist in dieser Folge ausgebildet.

Die darüberfolgenden, einige m aufgeschlossenen Sedimente der Werchzirm-Fm bestehen aus rötlich-bräunlich gefärbten siltigen Tonschiefern mit eingeschalteten Fanglomeratlagen polymikter Zusammensetzung. Die bis zu 4 cm großen Gerölle schwimmen in einer roten, siltig-tonigen Grundmasse („mudflow“). Quarzgerölle fehlen.

An der Typuslokalität (Werchzirmalpe) sind die mindestens 50 m mächtigen Werchzirmschichten aus einer Wechselfolge von roten Tonschiefern, horizontalgeschichteten Sandsteinen und polymikten Konglomeraten aufgebaut. Die Sedimente entstanden hauptsächlich in Form von Schichtfluten (Tonschiefer, Sandsteine) und Murschuttströmen (Konglomerate; „Fanglomerate“) unter bereits trockenen, semiariden Klimabedingungen. Nähere Angaben zur Sedimentologie der Werchzirm-Fm sind in einer gesonderten Arbeit des Verfassers (KRAINER, 1987) enthalten.

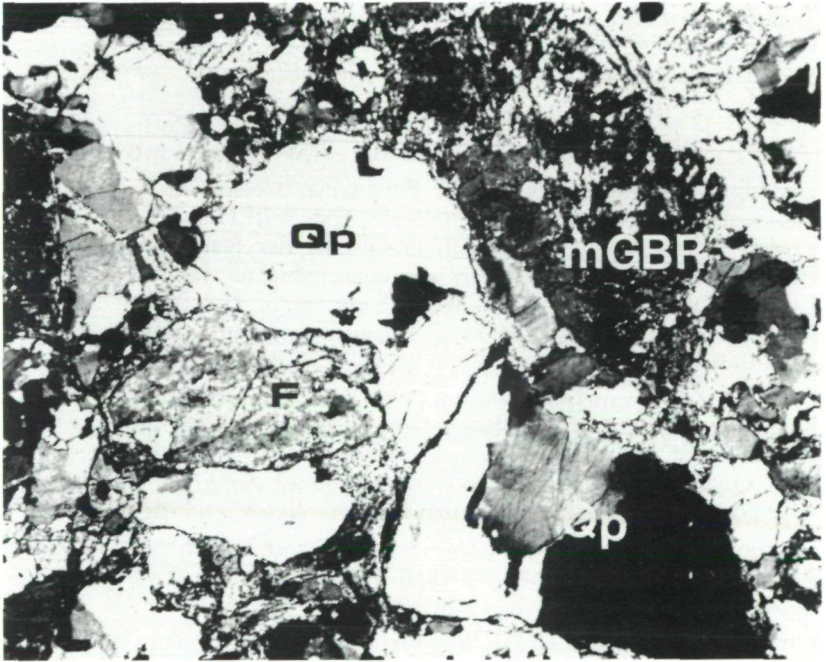


Abb. 17: Schlecht sortierter, angularer-subangularer feldspatführender lithischer Arenit aus der Basisserie (Steinbachsattel), bestehend hpts. aus metamorphen Gesteinsbruchstücken (Gneisfragmenten, mGBR), polykristallinen Quarzen (Qp) und detritischen Feldspäten (F). + Nicols, Balkenlänge 0,5 mm.

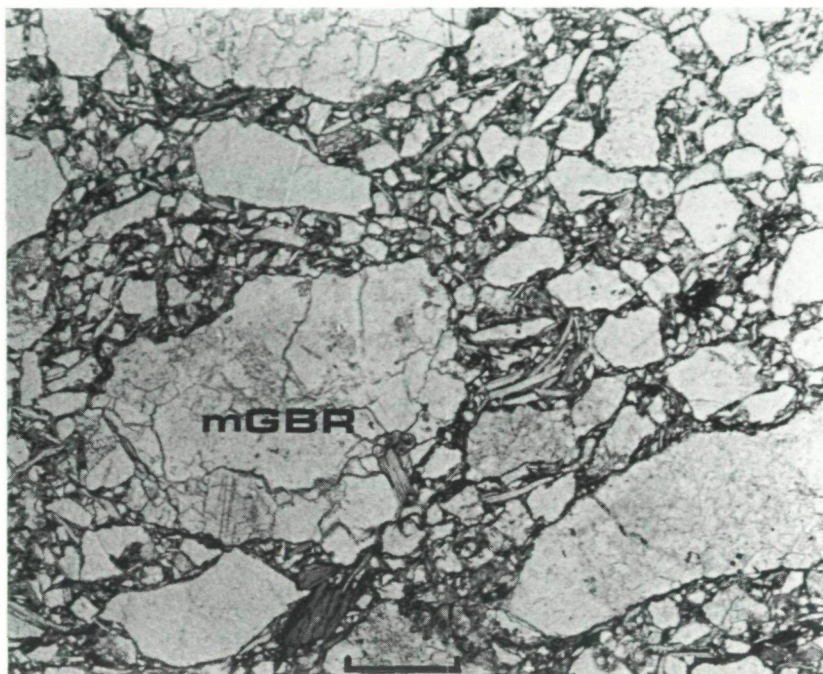


Abb. 18: Schlecht sortierter, angularer-subangularer feldspatführender lithischer Arenit aus der Basisserie (Steinbachsattel), mGBR = metamorphes Gesteinsbruchstück. IINicols, Balkenlänge 0,5 mm.

SEDIMENTPETROGRAPHIE

Basisserie

Sowohl die Konglomerate als auch die eingeschalteten grobkörnigen Sandsteine sind texturell und kompositionell als unreif zu bezeichnen.

Die Konglomerate sind durchwegs sehr schlecht sortiert, der Rundungsgrad der Gerölle ist unterschiedlich, reicht von eckig bis gut gerundet (Abb. 5).

Die Basiskonglomerate, die an verschiedenen Stellen am N-Rand des Karbonvorkommens aufgeschlossen sind (siehe FRIMMEL, 1986 a), setzen sich hauptsächlich aus Orthogneisgeröllen mit geringen Anteilen an Paragneis-, Glimmerschiefer-, Phyllit-, Quarzit- und Quarzgeröllen zusammen. Die Gneisgerölle hat jüngst FRIMMEL (1986 a, b) petrographisch und geochronologisch untersucht.

Auch entlang des Forstweges zur Werchzirmalm sind in ca. 1660 m SH sehr unreife, polymikte, grobkörnige Konglomerate mit Geröllen bis

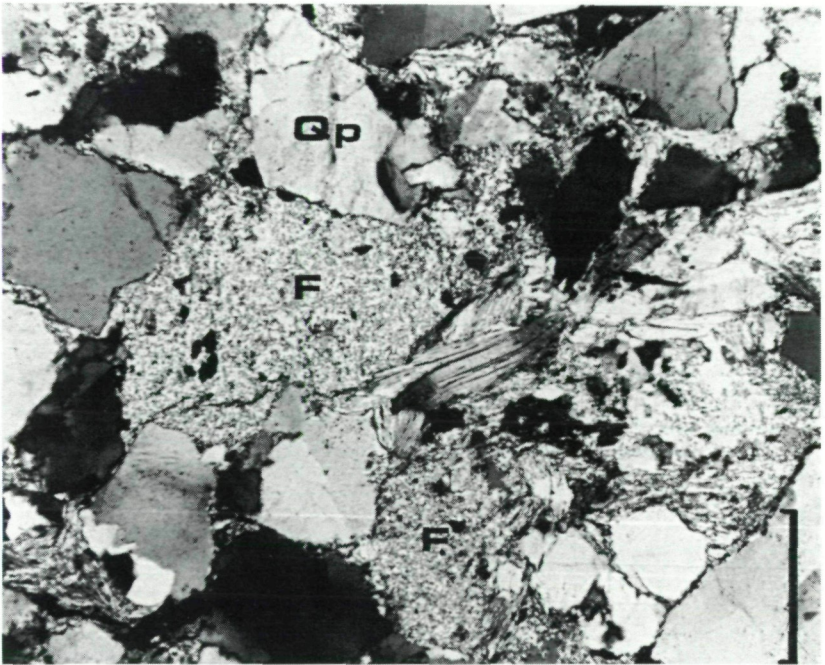


Abb. 19: Mäßig sortierter, subangulärer Sublitharenit (Hauptserie), im wesentlichen aus polykristallinen Quarzen (Qp) zusammengesetzt. Detritische Feldspäte (F) sind gänzlich zu sekundärer Matrix umgewandelt. + Nicols, Balkenlänge 0,5 mm.

50 cm aufgeschlossen, die vermutlich ebenfalls der Basisserie zuordenbar sind. Der Anteil an Gneisgeröllen ist in diesen Konglomeraten jedoch geringer, dagegen sind phyllitische Komponenten häufiger vertreten. Auch sandige Proben dieser Lokalität sind durch einen hohen Anteil an Metasedimenten charakterisiert, so daß hier deutlich mehr aufgearbeitetes Altpaläozoikum im Basiskonglomerat vorliegt als am Nordrand.

Nach dem Klassifikationsschema von PETTIJOHN, POTTER & SIEVER (1972, 1987) sind die den Konglomeraten vereinzelt zwischengeschalteten grobkörnigen Sandsteine als *schlecht sortierte, angulare bis subangulare, feldspatführende lithische Arenite* zu bezeichnen (Abb. 17, 18, 21).

Häufigste Komponente sind metamorphe Gesteinsbruchstücke (Gneisfragmente), gefolgt von polykristallinen und undulösen monokristallinen Quarzen, ebenfalls metamorphen Ursprungs. An detritischen Feldspäten sind sowohl Alkalifeldspäte (häufig Perthite) als auch Plagioklase (häufig polysynthetisch verzwilligt) vertreten. Der Anteil an detritischen Glimmern ist relativ hoch (Muskowit, vergrünter Biotit). Am Steinbachsattel treten im höheren Abschnitt vereinzelt Metasiltit- und Kieselschieferkom-

ponenten auf, die aus dem Altpaläozoikum zu beziehen sind (siehe Tabelle 1).

Das Schwermineralspektrum ist sehr reich an Apatit (über 60% der durchsichtigen Schwerminerale), in geringen Mengen finden sich Zirkon, Turmalin und Rutil, in einzelnen Körnern tritt Granat und Titanit auf (Abb. 22).

Auffallend ist, daß sowohl die Orthogneisgerölle als auch die im unterlagernden Kristallin eingeschalteten Orthogneise („Bundschuh-Orthogneise“) als häufiges akzessorisches Gemengteil Apatit führen, während Turmalin, Zirkon und Rutil selten sind (FRIMMEL, 1986 a), sodaß das Schwermineralspektrum der Sandsteine qualitativ und quantitativ auffallend gut den akzessorischen Gemengteilen der Orthogneise entspricht.

Hauptserie

Die Konglomerate der Hauptserie sind durch einen extrem hohen Anteil an Quarzgeröllen (>90%) gekennzeichnet (monomikte Quarzkonglomerate, vgl. Abb. 4). Die Quarzgerölle stellen polykristalline Quarze dar, die aus Quarzknuern und Quarzgängen eines schwach metamorphen Liefergesteins, eventuell aus den altpaläozoischen Phylliten der Gurktaler Decke, teilweise auch aus höher metamorphen Gesteinen (Altkristallin) stammen.

Vereinzelt sind in den Konglomeraten auch Lydit-, helle Kieselschiefer-, Gneis-, Phyllit- und Quarzitgerölle enthalten. Die Quarzitgerölle bestehen aus gut sortierten, gut gerundeten, überwiegend monokristallinen Quarzkomponenten und sind durch Quarzzement in Form von Anwachs säumen um die detritischen Quarze verfestigt. Diese Quarzitgerölle sind aus sehr reifen altpaläozoischen (? ordovizischen) Quarzsandsteinen zu beziehen.

Die Korngröße der Konglomerate liegt meist unter 10 cm, nur selten finden sich Gerölle mit Korngrößen bis knapp über 20 cm.

Häufig handelt es sich um bimodale, locker gepackte Konglomerate mit einem hohen Anteil an sandiger Grundmasse. Die Sortierung ist mäßig gut bis schlecht. Dichter gepackte Konglomerate sind entsprechend besser sortiert. Der Rundungsgrad der Gerölle liegt meist zwischen subgerundet und gerundet, kleinere Gerölle sowie Phyllit- und Glimmerschiefergerölle zeigen einen schlechteren Rundungsgrad (eckig bis kantengerundet).

Hin und wieder ist eine leichte Einregelung der Gerölle mit ihrer Längsachse parallel zur Schichtung erkennbar, Imbrikation konnte jedoch nicht festgestellt werden. Dies läßt sich damit erklären, daß die Konglomerate überwiegend aus Quarzgeröllen mit stärker isometrischen Kornformen bestehen und abgeflachte, gelängte Gerölle selten sind.

Die Sandsteine sind auf Grund ihrer Zusammensetzung und textuellen Eigenschaften als mäßig sortierte, subangulare lithische Arenite bis Sublitharenite, vereinzelt auf Grund ihres hohen Matrixanteiles auch als lithische Wacken zu bezeichnen (Abb. 19, 20, 21).

Tab. 1: Petrographische Zusammensetzung von Sandsteinen (teilweise feinkiesig) der Stangnock Fm. und Werchzirm Fm. In Klammern Anzahl der Proben.

| Basisserie | Qm | Qp | mGBR | sGBR | Chert | F | Fps | Gl | Kb | M |
|----------------------|----|----|------|------|-------|----|-----|----|----|----|
| Steinbachtal (10) | 7 | 27 | 42 | 1 | .1 | 5 | 1 | 4 | .1 | 13 |
| Hauptserie | | | | | | | | | | |
| Stangnock (69) | 7 | 46 | 25 | 3.5 | .1 | 4 | 2 | 2 | - | 14 |
| Königstuhl (38) | 10 | 42 | 22 | 3 | .1 | 2 | 2 | 3 | - | 16 |
| Hangendserie | | | | | | | | | | |
| Stangnock (10) | 16 | 27 | 27 | 7 | - | 1 | 1 | 2 | - | 19 |
| Karlnock (8) | 17 | 28 | 14 | 7 | 1 | 1 | 3 | 3 | - | 26 |
| Königsruhl (2) | 16 | 33 | 18 | 1 | - | 7 | 5 | 3 | - | 19 |
| Werchzirm Fm. | | | | | | | | | | |
| Karlnock (3) | 5 | 12 | 13 | 49 | 1 | .1 | - | .1 | - | 20 |
| Werchzirmalpe (10) | 12 | 11 | 2 | 35 | 16 | 2 | - | - | 13 | 9 |

Qm = monokristalliner Quarz, Qp = polykristalliner Quarz, mGBR = metamorphe Gesteinsbruchstücke, sGBR = sedimentäre Gesteinsbruchstücke, F = detritische Feldspäte, Fps = Phyllosilikatpseudomorphosen nach Feldspat (diagenetische Matrix), Gl = detritische Glimmer, Kb = Karbonatzement, M = Matrix.

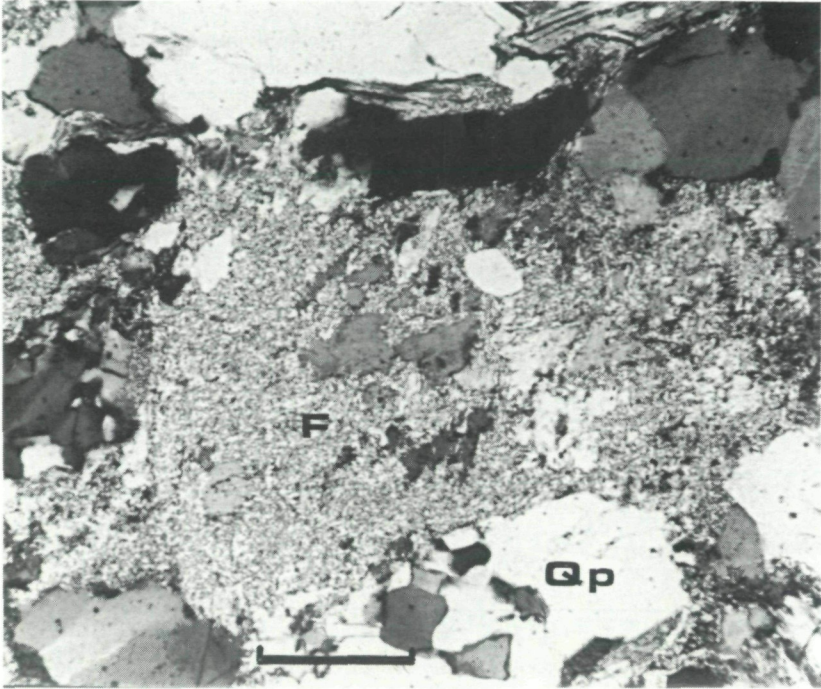


Abb. 20: Sublitharenit aus der Hauptserie mit großem, fast gänzlich zu sekundärer Matrix zersetztem detritischem Feldspatkorn (F). Qp = polykristalliner Quarz. + Nicols, Balkenlänge 0,5 mm.

Verschiedene Typen polykristalliner Quarze metamorphen Ursprungs bilden die häufigste Komponente, gefolgt von metamorphen Gesteinsbruchstücken in Form aufgearbeiteter Gneise und Glimmerschiefer. Ferner sind am Aufbau der Sandsteine undulöse monokristalline Quarze und altpaläozoische Gesteinsbruchstücke (Metasiltite, Metagrauwacken, Phyllite, Kieselschiefer) beteiligt. Der Anteil an detritischen Glimmern, hauptsächlich in Form von Muskowit, ist ebenfalls relativ hoch. Sehr gering ist dagegen der Gehalt an detritischen Feldspäten, die außerdem sehr stark zersetzt sind (Abb. 21).

Der Gehalt an Matrix ist sehr hoch und zu einem bedeutenden Teil auf diagenetische Prozesse, vor allem Zersetzung detritischer Feldspäte zurückzuführen. Man findet in den Sandsteinen beispielsweise sämtliche Übergänge von einigermaßen intakten Feldspäten bis hin zu Phyllosilikatpseudomorphosen nach Feldspat (Abb. 19, 20).

Auf diesen wichtigen Prozeß der diagenetischen Matrixbildung haben u. a. CUMMINS (1960), BRENCHLEY (1969), WHETTEN & HAWKINS (1970),

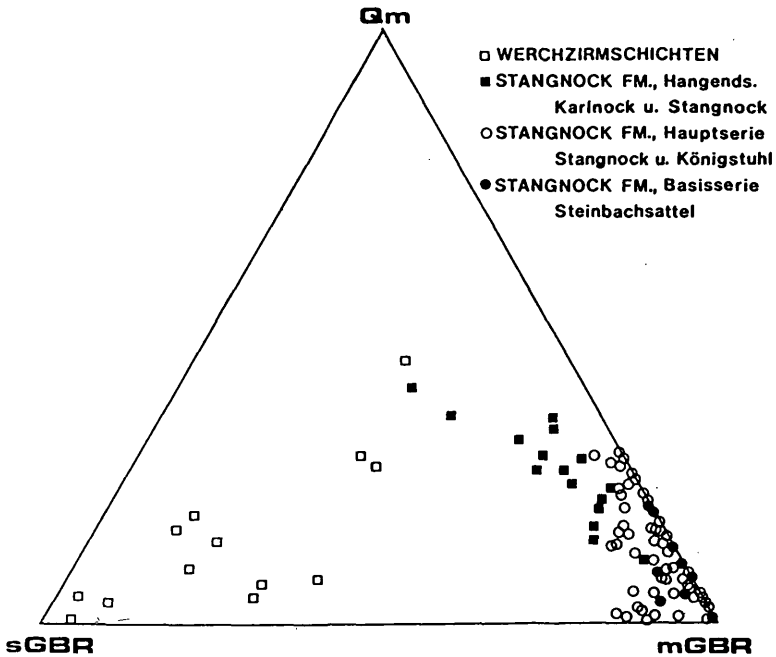


Abb. 21: Sandsteine (z. T. feinkiesig) der Stangnock-Fm und Werchzirm-Fm im Dreiecksdiagramm Qm (monokristalliner Quarz) – sGBR (sedimentäre Gesteinsbruchstücke) – mGBR (metamorphe Gesteinsbruchstücke). Die Hangendserie hebt sich auf Grund des höheren Anteiles an monokristallinen Quarzen (z. T. Porphy Quarze) und Metasedimentkomponenten deutlich von der Basis- und Hauptserie ab. Noch deutlicher ist der Unterschied zu den Sandsteinen der Werchzirm-Fm, die zum Großteil aus sedimentären Gesteinsbruchstücken zusammengesetzt sind.

WILSON & PITTMANN (1977) hingewiesen. Demnach ist ein beträchtlicher Teil der Matrix als Epimatrix im Sinne von DICKINSON (1970) zu bezeichnen. Allerdings muß darauf hingewiesen werden, daß es im Schliff nicht immer erkennbar ist, ob es sich um primäre Matrix oder um vollständig zersetzte Feldspäte bzw. andere instabile Komponenten handelt.

Vereinzelt führen die Sandsteine fleckenhaft verteilten, Fe-reichen Kohlenstoff.

Das Schwermineralspektrum ist recht einheitlich zusammengesetzt. Im Übergangsbereich von der Basisserie zur Hauptserie geht der Anteil an Apatit stark zurück, was auf verstärkte Verwitterungs- und Diageneseinflüsse zurückzuführen ist. Innerhalb der Hauptserie dominieren die stabilen durchsichtigen Schwerminerale Zirkon und grüner Turmalin neben Apatit und Rutil (Abb. 22). Schwankungen innerhalb der Hauptserie gehen vor allem auf Korngrößenunterschiede in der Sedimentabfolge

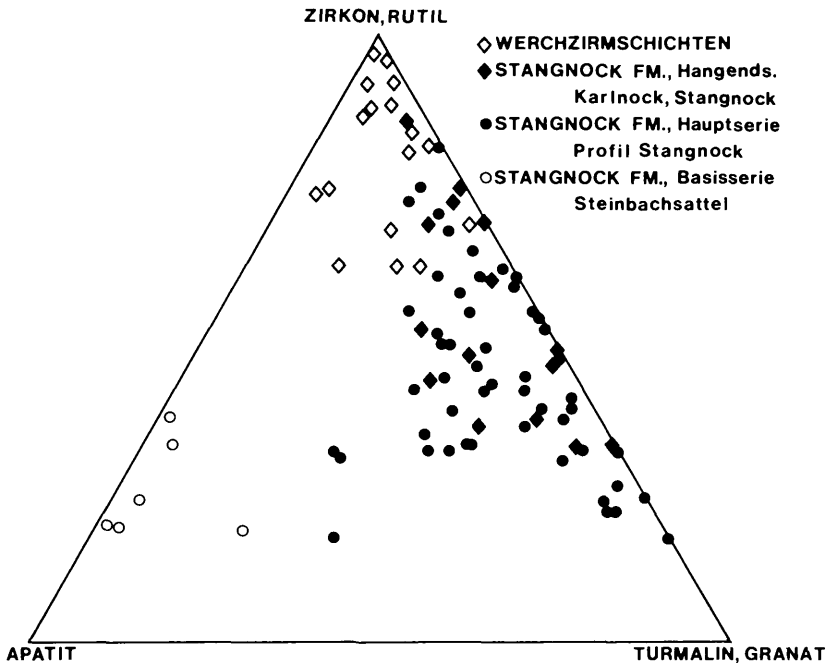


Abb. 22: Schwermineralspektrum der Stangnock-Fm und Werchzirm-Fm im Dreiecksdiagramm Zirkon, Rutil – Apatit – Turmalin, Granat. Die Basisserie ist durch einen hohen Apatitgehalt charakterisiert, während in den Werchzirmschichten Zirkon dominiert.

zurück. Zirkon ist z. B. in feinkörnigen Sandsteinen häufiger vertreten als in grobkörnigen Sandsteinen oder gar feinkiesigen Sedimenten, Apatit verhält sich eher umgekehrt. Apatite sind teilweise angelöst. Turmaline sind durchwegs grünlich bis bräunlich-grün gefärbt, selten finden sich blaue Varietäten, wie sie aus Pegmatiten bekannt sind. Vereinzelt ist bei den Turmalinen Zonarbau mit blauem Kern und grünem Rand erkennbar.

Einige Turmaline aus den Sandsteinen wurden auch mit der Mikrosonde auf ihre chemische Zusammensetzung untersucht. Es sind Fe-Mg-Turmaline (Mischvarietät zwischen Schörl und Dravit), die interessanterweise dieselbe chemische Zusammensetzung aufweisen wie Turmaline aus Gneisen und Turmalinfelsen der Priedröfserie aus dem Bereich Rosennock.

Hangendserie

Die Konglomerate der Hangendserie zeigen vor allem im Stangnock-Karlnock-Bereich im Gegensatz zur Hauptserie ein bunteres Geröllspektrum, worauf bereits hingewiesen wurde. Vor allem phyllitische Gerölle, Kieselschiefer- und Quarzitgerölle, alle aus dem Altpaläozoikum der

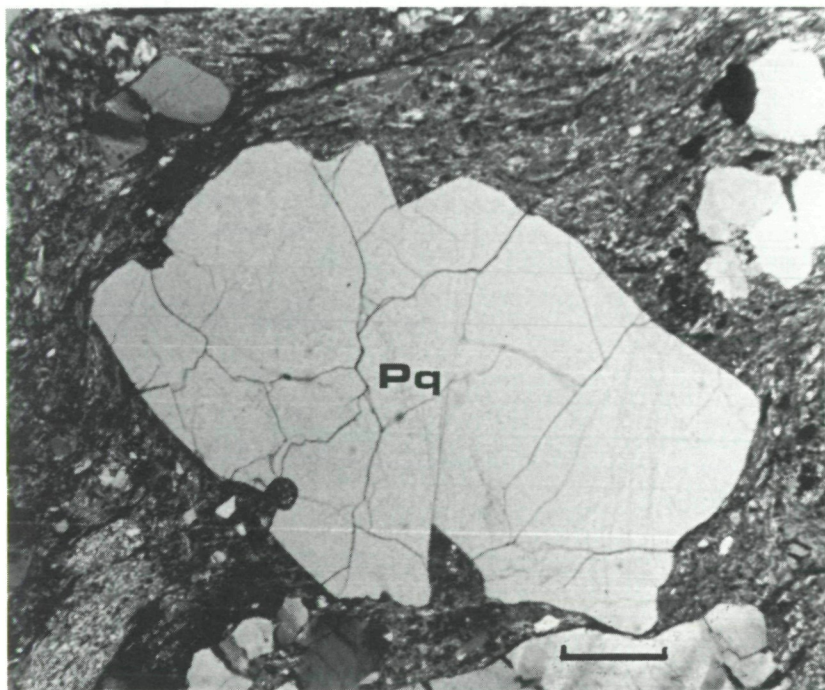


Abb. 23: Matrixreicher Sandstein aus der obersten Hangendserie mit vulkanischen Quarzen („Porphyrquarz“, Pq), Profil E (NE Karlnock). + Nicols, Balkenlänge 0,5 mm.

Gurktaler Decke zu beziehen, sind ein häufiger Bestandteil der Konglomerate, während Kristallingerölle nur selten zu finden sind.

Auch die Sandsteine zeigen gegenüber der Hauptserie einen geringeren textuellen und kompositionellen Reifegrad (vgl. Tab. 1). Der Matrixgehalt ist deutlich höher, liegt fast durchwegs über 15%, daher sind die Sandsteine als lithische Wacken zu bezeichnen.

Gegenüber der Hauptserie ist vor allem der höhere Anteil an monokristal-
linem Quarz auffallend. Dabei handelt es sich im Bereich Stangnock-
Karlnock häufig um nicht deformierte, daher nicht undulöse, klare Quarze
mit vereinzelt magmatischen Korrosionserscheinungen. Bei diesen Quar-
zen handelt es sich eindeutig um Porphyrquarze, die von rhyolithischen
Vulkaniten zu beziehen sind (Abb. 23). Dies wird auch durch das vereinz-
elte Auftreten von rhyolithischen vulkanischen Gesteinsbruchstücken,
bestehend aus feinkristalliner vulkanischer Grundmasse mit Einspringlin-
gen von Porphyrquarz, stark zersetzten Feldspäten, Biotit und Zirkon,
bestätigt (Abb. 24).

Es sind dieselben vulkanischen Gesteinsbruchstücke, wie sie im Hangenden der unterpermischen Vulkanite im SE der Gurktaler Decke oder im Drauzug ein häufiger Bestandteil der Sedimente, vor allem innerhalb der Gröden-Fm sind (vgl. KRAINER, 1985, 1987).

Höher ist auch der Anteil an sedimentären Gesteinsbruchstücken in Form von Metasiltiten und Metagrauwacken sowie der Gehalt an phyllitischen Komponenten, während höher metamorphe Gesteinsbruchstücke selten sind (vgl. Tab. 1).

Polykristalliner Quarz ist gegenüber der Hauptserie nicht so häufig vertreten. Der Anteil an detritischen Feldspäten ist dagegen leicht erhöht.

Im Schwermineralspektrum sind im Vergleich zur Hauptserie keine nennenswerten Unterschiede feststellbar (Abb. 22).

Eine signifikante Änderung in der Zusammensetzung der Sedimente ist dagegen an der Grenze Stangnock-Fm – Werchzirm-Fm zu beobachten (vgl. Tab. 1, Abb. 21, 22). Sandsteine und vor allem Konglomerate der Werchzirm-Fm sind durch einen hohen Anteil an sedimentären Gesteinsbruchstücken in Form grünlichgrauer und vor allem roter, wiederaufgearbeiteter unterpermischer Sedimente (Resedimentgerölle), einen teilweise

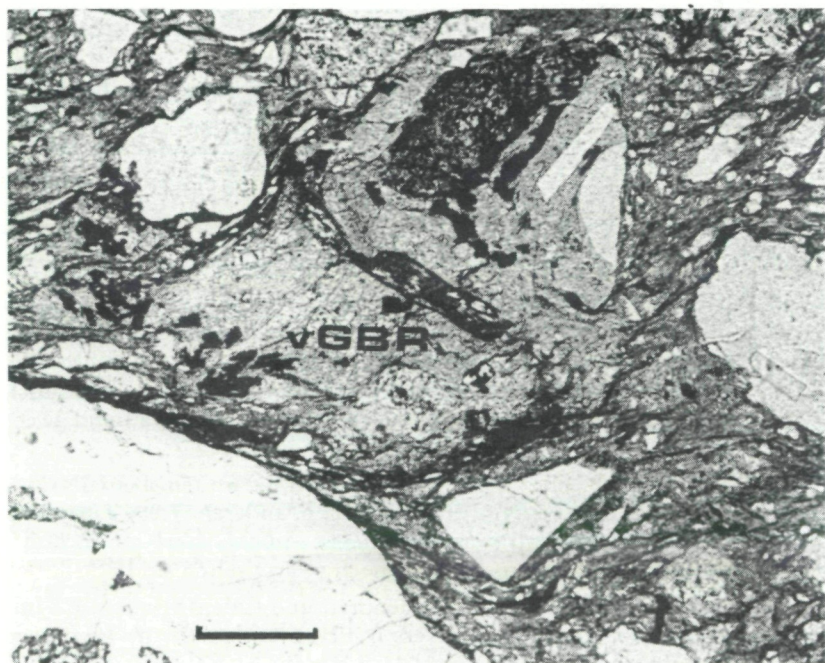


Abb. 24: Matrixreicher Sandstein aus dem obersten Abschnitt der Hangendserie mit rhyolithischen vulkanischen Gesteinsbruchstücken (vGBR), Profil E (NE Karl-nock). IINicols, Balkenlänge 0,5 mm.

hohen Anteil an Karbonatgeröllen sowie phyllitischen Komponenten und Kieselschiefern gekennzeichnet. Metamorphe Gesteinsbruchstücke, auch poly- und monokristalliner Quarz treten stark in den Hintergrund (nähere Angaben bei KRAINER, 1987).

Diese markante Änderung in der Zusammensetzung – fast ausschließlich Altpaläozoikum, z. T. auch bereits oberkarbonisch-permische Sedimente aufgearbeitet – deutet auf stärkere synsedimentäre Bruchtektonik und eine völlige Umgestaltung der Liefergebiete hin (Altpaläozoikumblock herausgehoben und abgetragen).

PALÄOBOTANISCHE BEMERKUNGEN

Die in der Stangnock-Fm eingeschalteten, meist siltigen Tonschiefer führen häufig fossile Pflanzenreste (bis über 30 Arten in einem Schieferhorizont) in einem teilweise ausgezeichneten Erhaltungszustand.

Eine Zusammenstellung der Pflanzenfossilfundpunkte, von denen das von JONGMANS (1938a) beschriebene Material stammt, gibt SCHWINNER (1938).

Auch in größeren Sedimenten, vor allem an der Basis sandiger, selten auch feinkonglomeratischer Rinnenfüllungen treten immer wieder eingeschwemmte Pflanzenreste auf, und zwar meist in Form dm-großer Steinkerne von hauptsächlich Calamiten (Abb. 9, vgl. auch SCHWINNER, 1938). In einem Fall konnte ein über 3 m langer Calamiten-Stammrest beobachtet werden.

In den Tonschiefern sind die fossilen Pflanzenreste meist eingeschwemmt. Im Zuge der Profilaufnahmen konnte der Verfasser auch neue Fossilvorkommen auffinden.

Die bisherigen Neuaufsammlungen haben gezeigt, daß sich die Zusammensetzung der fossilen Flora innerhalb der Stangnock-Fm vom Liegenden zum Hangenden ändert. Im tieferen Teil der Stangnock-Fm führen die Tonschiefer häufig *Lepidodendren* und Calamiten, u. a. tritt auch *Asterophyllites equisetiformis* teilweise recht häufig auf, während Pecopteriden selten sind.

Im mittleren Profilteil sind *Lepidodendren* und Calamiten ebenfalls noch häufig vertreten, daneben finden sich neben anderen Taxa *Linopteris neuropteroides*, *Neuropteris ovata*, *Annularia stellata*, *Alethopteris bohémica*, während Pecopteriden ebenfalls noch relativ selten sind.

Im höheren Teil treten dann *Lepidodendren* und Calamiten in den Hintergrund, die Flora wird von diversen Pecopteriden (u. a. *Pecopteris feminaeformis*) beherrscht.

Auf Grund der bisherigen paläobotanischen Untersuchungen wurden die Oberkarbonsedimente am NW-Rand der Gurktaler Decke in das höhere

Westfal-Stefan eingestuft (JONGMANS, 1938a, b; TENCHOV, 1978 a, b, 1980; FRITZ & BOERSMA, 1983, 1984).

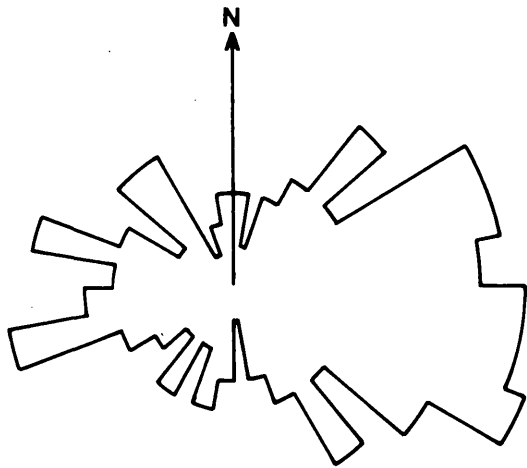
Der Fund von *Callipteris* S des Stangnockgipfels ist für die stratigraphische Einstufung von großer Bedeutung. Damit ist nämlich der oberste Abschnitt der Stangnock-Fm mit Sicherheit in das alleroberste Karbon (oberstes Stefan) zu stellen und reicht möglicherweise sogar noch in das unterste Unterperm hinein. Mit diesem Fund ist auch das Unterrotliegend-Alter der Werchzirm-Fm besser abgesichert.

Die Grenze Stangnock-Fm – Werchzirm-Fm liegt somit ungefähr im Bereich der Karbon-Perm-Grenze, möglicherweise liegt die Karbon-Perm-Grenze noch innerhalb der obersten Stangnock-Fm. Eine exakte Erfassung der Karbon-Perm-Grenze mit *Callipteris* ist leider nicht möglich (vgl. KOZUR, 1978, 1980 a, b; van AMEROM et al, 1982).

Abschließend soll noch auf die auffallend gute Übereinstimmung der Florenvergesellschaftung der Stangnock-Fm mit jener der Auernig-Gruppe in den Karnischen Alpen hingewiesen werden. So entspricht die Florenvergesellschaftung des höheren Teiles der Hauptserie und der Hangenserie ungefähr der Corona-, Auernig- und Carnizza-Fm, die Floren im tieferen Teil der Hauptserie stimmen gut mit den Floren der Waidegg-, Meledis- und Pizzul-Fm der Auernig-Gruppe überein.

Abb. 25:

Schüttungsrichtungen innerhalb der Stangnock-Formation (Profile A–D). Eingemessen wurden sandige bis feinkiesige Schrägschichtungsblätter (183 Messungen), hauptsächlich innerhalb der Konglomerat-Sandsteinfazies. Die Richtungen streuen stark, lassen aber deutlich einen nach Osten gerichteten Schüttungstrend erkennen.



STANGNOCK UND KÖNIGSTUHL

n=183

DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Zunächst sei festgehalten, daß in den Ostalpen nur an wenigen Stellen Oberkarbonsedimente vorkommen (z. B. Steinacher Decke, Veitscher Decke, Gurktaler Decke), vielerorts setzt die postvariszische Molassesedimentation erst mit Rotsedimenten des untersten Perm ein (z. B. Drauzug, an vielen Stellen der Nördlichen Kalkalpen, im SE der Gurktaler Decke).

Die Sedimentation der Oberkarbonablagerungen erfolgte in lokalen, durch Bruchtektonik herausgeformten, intermontanen Becken. Im Oberkarbon entstehen in Mitteleuropa an vielen Stellen solche intermontane Becken, als Ursache wird die durch die Westdrift der Afrikanischen Platte und Ostdrift der Europäischen Platte und daraus resultierenden Mega-scherzone zwischen den beiden Platten angesehen, wodurch es zu einer starken Ausdünnung der Erdkruste kommt (ARTHAUD & MATTE, 1977).

Die Sedimente der Stangnock-Fm sind der Rest eines solchen mit Molassesedimenten aufgefüllten intermontanen Beckens („Stangalm-Becken“).

Über die Geometrie des Beckens können jedoch nur wenige Angaben gemacht werden. Die Anlage eines solchen Beckens gerade an dieser Stelle ist vermutlich auf eine ältere Schwächezone (? Grenze Altpaläozoikum – Altkristallin) zurückzuführen.

Schüttungsrichtungen mit einem nach Osten gerichteten Schüttungstrend (Abb. 25) lassen auf ein ungefähr West-Ost gerichtetes Flußsystem bzw. Becken schließen (sofern während der alpidischen Orogenese keine Rotation der Gurktaler Decke erfolgte). Damit ergibt sich für das Stangalm-Becken eine ähnliche Orientierung wie für das mit den altersgleichen, flachmarinen Auernig-Schichten aufgefüllte Naßfeldbecken (Pramollo Basin) in den Karnischen Alpen (siehe VENTURINI, 1982). Beide Becken waren durch ein breites Abtragungsgebiet (Schwelle) unbekannter Breite voneinander getrennt. Im Bereich dieser „Schwelle“ (z. B. Gailtalkristallin, SE der Gurktaler Decke) setzt erst im untersten Perm Sedimentation ein. Über die Breite des Stangalm-Beckens lassen sich keine Angaben machen, ein Mindestbetrag von wenigen Zehnerkilometern ist anzunehmen.

Aufgearbeitet wurde zunächst vornehmlich Altkristallin (Gneisgerölle), wobei als Liefergebiet das die Gurktaler Decke unterlagernde Kristallin (Priedröf-Serie mit Bundschuh-Orthogneisen), nach TOLLMANN (1977) mittelostalpinen Stellung, als Liefergebiet in Betracht gezogen wird (zur tektonischen Problematik dieses Raumes siehe Diskussionen bei FRIMMEL, 1986 a, b; TOLLMANN, 1987; FRANK, 1987; KRÄINER, 1989). Mit der Haupt- und Hangendserie wird zunehmend Altpaläozoikum der Gurktaler Decke aufgearbeitet, die Werchzirm-Fm besteht fast ausschließlich

aus Abtragungsschutt altpaläozoischer Areale sowie bereits aufgearbeiteter oberkarbonischer, v. a. unterpermischer Sedimente. Dies ist auf die während des gesamten Oberkarbons andauernde und im Unterperm verstärkt einsetzende Bruchtektonik zurückzuführen.

DANK

Für zahlreiche Diskussionen und wertvolle Hinweise danke ich sehr herzlich Herrn Univ.-Prof. Dr. Adolf FRITZ (Klagenfurt) und Herrn Univ.-Prof. Dr. Helfried MOSTLER (Innsbruck).

Die Untersuchungen wurden dankenswerterweise vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich, Projekt Nr. 5545, finanziell unterstützt.

LITERATUR

- ALLEN, J. R. L. (1963): The classification of cross-stratified units, with notes on their origin. – *Sedimentology* 2, 93–114, Oxford.
- ARTHAUD, F., & P. MATTE (1977): Late Paleozoic strike-slip faulting in southern Europe and northern Africa: Results of a right-lateral shear zone between the Appalachians and the Urals. – *Geol. Soc. America Bull.* 88, 1305–1320.
- BLUCK, B. J. (1971): Sedimentation in the meandering River Endrick. – *Scott. J. Geol.* 7 (2), 93–138.
- BOOTHROYD, J. C., & G. M. ASHLEY (1975): Processes, bar morphology, and sedimentary structures on braided outwash fans, northeastern Gulf of Alaska. – In: JOPLING, A. V., & B. C. McDONALD (Eds.): *Glaciofluvial and Glaciolacustrine Sedimentation*, SEPM Spec. Publ. 23, 193–222.
- BRENCHLEY, B. J. (1969): Origin of matrix in Ordovician greywackes, Berwyn Hills, North Wales. – *Jour. Sed. Petrol.* 39, 1297–1301.
- CUMMINS, W. A. (1960): The greywacke problem. – *Liverpool Manchester Geol. J.* 3, 51–72.
- DICKINSON, W. R. (1970): Interpreting detrital modes of graywacke and arcose. – *Jour. Sed. Petrol.* 40, 695–707.
- FORBES, D. L. (1983): Morphology and sedimentology of a sinuous gravel-bed channel system: lower Babbage River, Yukon coastal plain, Canada. – In: COLLINSON, J. D., & J. LEWIN (Eds.): *Modern and Ancient Fluvial Systems*, Spec. Publ. int. Ass. Sediment. 6, 195–206.
- FRANK, W. (1987): Evolution of the Austroalpine Elements in the Cretaceous. – In: FLÜGEL, H. W., & P. FAUPL (Eds.): *Geodynamics of the Eastern Alps*, 379–406, Wien (F. DEUTICKE).
- FRIMMEL, H. (1986 a): Petrographie, Gefügemerkmale und geochronologische Daten von Kristallingeröllen aus dem Oberkarbon der Gurktaler Decke im Vergleich zum benachbarten Altkristallin. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.* 32, 39–65.
- FRIMMEL, H. (1986 b): Isotopengeologische Hinweise für die paläogeographische Nachbarschaft von Gurktaler Decke (Oberostalpin) und dem Altkristallin östlich der Hohen Tauern (Österreich). – *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 66, 193–208.
- FRITZ, A., & M. BOERSMA (1983): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten, Beiträge 3 und 4. – *Carinthia II*, 173/93, 19–41.
- (1984): Beitrag zur Oberkarbonflora der Königstuhl-Nordwand, Aufsammlung Dr. E. EBERMANN. – *Carinthia II*, 174/94, 267–286.

- GOSEN W. von, K.-H. HAIGES, F. NEUBAUER, J. PISTOTNIK & F. THIEDIG (1985): Die tektonischen Baueinheiten am Nord- und Westrand der Gurktaler Decke (Österreich). – Jb. Geol. B.-A. 127 (4), 693–699.
- GUSTAVSON, T. C. (1978): Bed forms and stratification types of modern gravel meander lobes, Nueces River, Texas. – *Sedimentology* 25, 401–426.
- HEIN, F. J., & R. G. WALKER (1977): Bar evolution and development of stratification in the gravelly, braided, Kicking Horse River, British Columbia. – *Can. J. Earth Sci.* 14, 562–570.
- JONGMANS, W. (1938 a): Die Flora des „Stangalpe“-Gebietes in Steiermark. – C. R. deux Congr. Strat. Carbonifere Heerlen 1935, 3, 1259–1298.
- (1938 b): Paläobotanische Untersuchungen im österreichischen Karbon. – *Berg- u. hüttenmänn. Mh.* 86, 97–104.
- KOZUR, H. (1978): Bemerkungen zum Vorkommen der Gattung *Callipteris* BRONGN. im Karbon. – *Verh. Geol. B.-A.* 1978/2, 11–22.
- (1980 a): Beiträge zur Stratigraphie des Perms, Teil III (2): Zur Korrelation der überwiegend kontinentalen Ablagerungen des obersten Karbons und Perms von Mittel- und Westeuropa. – *Freiberger Forsch.-H. C* 348, 69–172.
- (1980 b): Die Korrelation des Rotliegenden und Zechsteins von Mittel- und Westeuropa mit der marinen Standardgliederung, Teil I. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, 9/10, 353–371.
- KRAINER, K. (1985): Zur Sedimentologie des Alpenen Buntsandsteins und der Werfener Schichten (Skyth) Kärntens. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck* 14/2, 21–81.
- (1987): Das Perm der Gurktaler Decke: eine sedimentologische Analyse: – *Carinthia* II, 177/97, 49–92.
- (1989): Molassesedimentation im Oberkarbon der Ostalpen am Beispiel der Stangnock-Formation am NW-Rand der Gurktaler Decke (Österreich). – *Zentralbl. Geol. Paläont.* (in Druck).
- KUEHN, O. (1963) (Hrsg.): *Lexique stratigraphique internationale*, 1, Europe; Fasc. 8, *Autriche*, 646 Seiten, Paris (CNRS).
- LIEGLER, K. (1970): Das Oberkarbon-Vorkommen der Brunnachhöhe NW Bad Kleinkirchheim/Kärnten. – *Carinthia* II, 160/80, 27–44.
- MIALL, A. D. (1977): A review of the braided river depositional environment. – *Earth-Sci. Rev.* 13, 1–62.
- (1978): Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: a summary. In: MIALL, A. D. (Ed.): *Fluvial Sedimentology*, *Can. Soc. Petrol. Geol. Memoir* 5, 597–605.
- (1984): *Principles of Sedimentary Basin Analysis*. – Springer-Verlag, New York, 490 Seiten.
- (1985): Architectural-Element Analysis: A New Method of Facies Analysis applied to Fluvial Deposits. – *Earth-Sci. Rev.* 22, 261–308.
- (1985 b): Architectural-Element Analysis: A New Method of Facies Analysis Applied to Fluvial Deposits. – *SEPM Short Course* 19, 33–81.
- PETTJOHN, F. J., P. E. POTTER & R. SIEVER (1987): *Sand and Sandstone* (2nd Ed.) – Springer-Verlag, New York, 553 Seiten.
- PISTOTNIK, J. (1974): Zur Geologie des NW-Randes der Gurktaler Masse (Stangalm-Mesozoikum, Österreich). – *Mitt. geol. Ges. Wien* 66/67 (1973/1974), 127–141.
- PLINT, A. G. (1983): Sandy fluvial point-bar sediments from the Middle Eocene of Dorset, England. – In: COLLINSON, J. D. & J. LEWIN (Eds.): *Modern and Ancient Fluvial Systems*, *Spec. Publ. int. Ass. Sediment.* 6, 355–368.
- RAMOS, A. & A. SOPENA (1983): Gravel bars in low sinuosity streams (Permian and Triassic, central Spain). – In: COLLINSON J. D. & J. LEWIN (Eds.): *Modern and Ancient Fluvial Systems*, *Spec. Publ. int. Ass. Sediment.* 6, 301–312.

- REDLICH, K. (1903): Steinkohle. Werchzirmalpe (Stangalpe bei Turrach). – In: Die Mineralkohlen Österreichs, 50–52, Wien, Verl. Zentralver. Bergbaubesitzer Österreichs.
- RUST, B. R. (1978): Depositional models for braided alluvium. – In: MIALI, A. D. (Ed.): Fluvial Sedimentology, Can. Soc. Petrol. Geol. Memoir 5, 605–625.
- RUST, B. R. & E. H. KOSTER (1984): Coarse Alluvial Deposits. – In: WALKER, R. G. (Ed.): Facies Models (2nd Ed.), 53–69, Geoscience Canada, Reprint Series 1.
- SCHWINNER, (1938): Das Karbon-Gebiet der Stangalpe. – C. R. deux Congr. Strat. Carbonifere Heerlen 1935, 3, 1171–1257.
- STEININGER, F. F., F. EBNER, J. FINK, H. W. FLÜGEL, W. GRÄF, H. L. HOLZER, H. KOLLMANN, A. MATURA, R. OBERHAUSER, W. RESCH, W. SCHNABEL, H. P. SCHÖNLAUB, A. TOLLMANN & H. ZAPPE (1981): Empfehlungen (Richtlinien) zur Handhabung der stratigraphischen Nomenklatur in Österreich. – Österr. Geol. Ges., Arbeitsgruppe für Stratigraphie (unveröff. Manuskript).
- STOWASSER, H. (1956): Zur Schichtfolge, Verbreitung und Tektonik des Stangalm-Mesozoikums (Gurktaler Alpen). – Jb. Geol. B.-A. 99, 75–199.
- STUR, D. (1871): Geologie der Steiermark. – Geogn. montan. Ver. Steiermark, Graz, 654 Seiten.
- TENCHOV, Y. (1978 a): Stratigraphy of the Carboniferous from Stangalps, Austria. – *Geologica Balcanica* 8, 105–110.
- (1978 b): Carboniferous Flora from Brunnachhöhe, Kärnten, Austria. – *Geologica Balcanica* 8, 89–91.
- (1980): Die paläozoische Megaflora von Österreich. Eine Übersicht. – *Verh. Geol. B.-A.* 1980, 161–174.
- THURNER, A. (1927): Geologie der Berge um Innerkrems bei Gmünd in Kärnten. – *Mitt. natwiss. Ver. Steiermark* 63, 26–44.
- TOLLMANN, A. (1977): Geologie von Österreich. Bd. I. Die Zentralalpen. – F. Deuticke, Wien, 766 Seiten.
- (1987): The Alpidic Evolution of the Eastern Alps. – In: FLÜGEL, H. W., & P. FAUPL (Eds.): *Geodynamics of the Eastern Alps*, 361–378, F. Deuticke, Wien.
- UNGER, F. (1840): Über ein Lager vorweltlicher Pflanzen auf der Stangalpe in Steiermark. – *Steierm. Z.*, N. F. 6, Graz.
- VENTURINI, C. (1982): Il bacino tardoercinico di Pramollo (Alpi Carniche): Un'evoluzione regolata dalla tettonica sinsedimentaria. – *Mem. Soc. Geol. It.* 24, 23–42.
- WHETTEN, J. T., & J. W. HAWKINS (1970): Diagenetic origin of graywacke matrix minerals. – *Sedimentology* 15, 374–361.
- WILSON, M. D., & E. D. PITTMAN (1977): Authigenic clays in sandstones: recognition and influence on reservoir properties and paleoenvironmental analysis. – *Jour. Sed. Petrol* 47, 3–31.

Anschrift des Verfassers: Dr. Karl KRÄINER, Institut für Geologie und Paläontologie, Innrain 52 (Bruno-Sander-Haus), A-6020 Innsbruck.