



Zur Sedimentologie und Fazies des Paläo-Inns im Oberoligozän bei Kufstein (Tirol)

ANDREAS J. BUTTE & JOACHIM KUHLEMANN*)

5 Abbildungen

*Tirol
Inntal
Unterinntal-Tertiär
Oberoligozän
Lithofazies
Paläo-Inn*

*Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 90, 91*

Inhalt

Zusammenfassung	527
Abstract	527
1. Geologischer Rahmen	527
2. Beschreibung und Interpretation der Lithofaziestypen	529
3. Interpretation der Lithofazies-Vergesellschaftung nach MIALL	531
4. Environment-Rekonstruktion	533
5. Diskussion und Modell	533
6. Schlussbetrachtung	533
Dank	533
Literatur	533

Zusammenfassung

Flussablagerungen der Oberangerberger Schichten (Oberoligozän) wurden mit sediment-geologischen Methoden untersucht. Die Fazies entspricht einem ausgedehnten, verzweigten Flusssystem mit mobilen Rinnen mit grobkörnigen Longitudinalbänken und feinen Überflutungsablagerungen. Lokale Fanglomerate mit Wettersteinkomponenten zeigen eine nordgerichtete synsedimentäre Aufschiebung und Hebung des Kaisergebirges an.

Sedimentology and Facies of the Paleo-Inn River in the Upper Oligocene near Kufstein (Tyrol)

Abstract

Facies analysis of fluvial deposits of the Late Oligocene Oberangerberg beds indicates a wide braided river system with coarse-grained longitudinal bars in mobile channels and fine-grained overbank deposits. Local fanglomerates, containing Wetterstein components, indicate synsedimentary north-directed thrusting and uplift of the Kaiser Gebirge.

1. Geologischer Rahmen

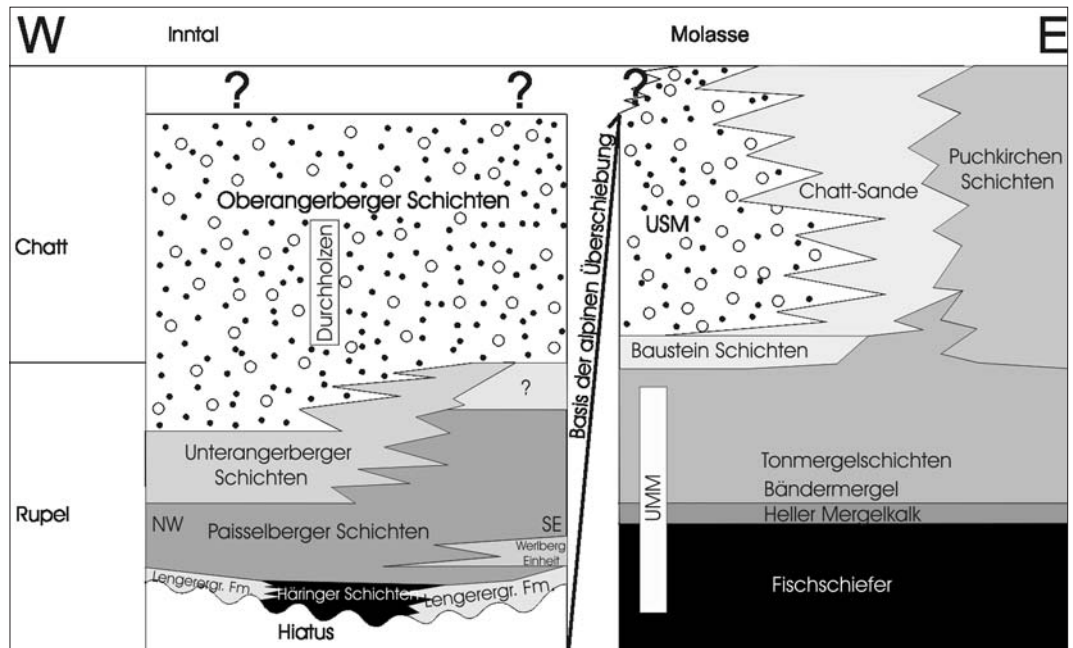
Der Paläo-Inn ist das größte und älteste Entwässerungssystem der Ostalpen. Seine Entwicklungsgeschichte kann an Fächerablagerungen des Molasse-Vorlandbeckens bis in das mittlere Oligozän zurückverfolgt werden. Seine frühe submarine Entwicklung im Unteroligozän und die proximale Fazies im Oberoligozän sind im intramontanen Becken des Inntal-Tertiärs überliefert. Die Faziesentwicklung die-

ses schmalen Beckens ermöglicht Rückschlüsse auf die Kompetenz des Paläo-Inns und die Reliefentwicklung im Hinterland.

Das Inntal-Tertiär ist ein störungsgebundenes Becken, das durch einen „Pull-apart“-Mechanismus oder durch sinistrale Transtension abgesenkt wurde (ORTNER, 1996; ORTNER & SACHSENHOFER, 1996; FRISCH et al., 2000). ORT-

*) ANDREAS J. BUTTE, DR. JOACHIM KUHLEMANN, Universität Tübingen, Institut für Geologie und Paläontologie, Sigwartstraße 10, D 72076 Tübingen.

Abb. 1.
Lithostratigraphische Darstellung der Oberangerberger Schichten im Oligozän im Inntal und der Molasse. Aus BACHMANN & MÜLLER (1991), ORTNER (1996), ORTNER & STINGL (2002); ergänzt.



NER & STINGL (2001) deuten angesichts ähnlicher Subsidenzraten im intramontanen Becken und im Vorlandbecken das Unterinntaler Tertiär als Teil der Molasse, abgelagert auf dem zeitweise absinkenden alpinen Orogenkeil. Eine entsprechende Faziesverzahnung wird auch von KUHLEMANN & KEMPF (2002) angenommen.

Die paläogenen Ablagerungen des Unterinntaler Tertiärs greifen in der Häring-Formation mit Kohle und feinklastischen Ablagerungen (Lengerergraben-Fm.), später mit marinem Bitumenmergel (Bergpeterl-Fm.) transgressiv über kalkalpines Mesozoikum hinweg (Abb. 1).

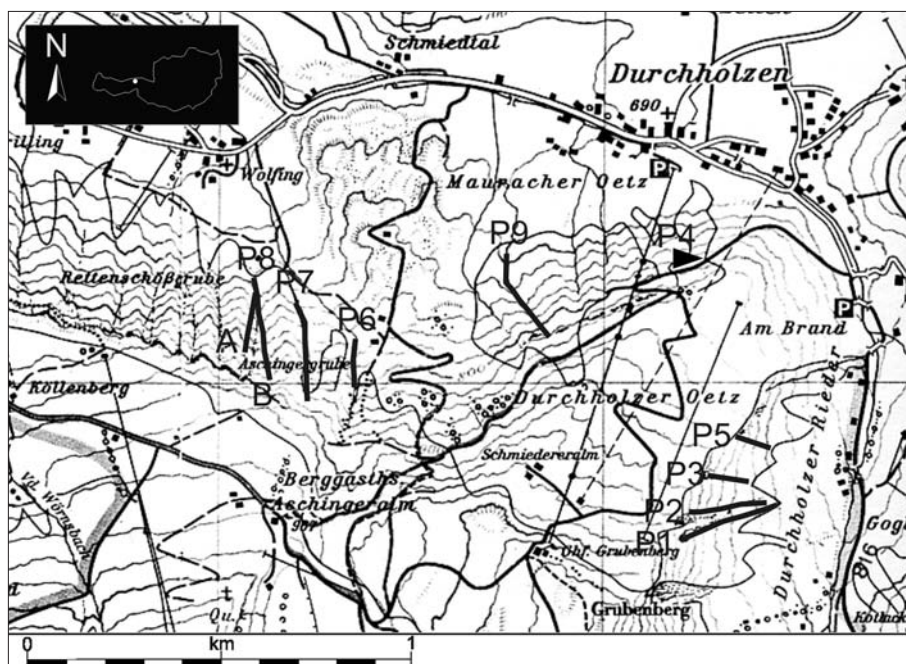
Es folgen die pelagischen Zementmergel der Häringer Fm. (KROIS & STINGL, 1991), die nach dem Fauneninhalt in einigen 100 m Wassertiefe (HAGN et al., 1981) abgelagert worden sind. Im Unteren Oligozän zeigt die turbiditisch entwickelte Unterangerberg-Formation mit Silten, Sandsteinen und Feinkonglomeraten das Vorrücken eines submarinen Fächers an (HAGN, 1989; KROIS, 1992; ORTNER & SACHSENHOFER, 1996; ORTNER & STINGL, 2001).

Durch die stark zunehmende Schüttung etwa an der Wende Rupel/Chatt wurde das Becken überfüllt (ORTNER & STINGL, 2001), wobei eine terrestrische Fazies die marine Fazies ablöste (HAMD, 1969; MOUSSAVIAN, 1984). Der

Fazieswechsel kann durch die weltweit beobachtete Regression verstärkt worden sein, die mit der Bildung des ostantarktischen Inlandeis einherging (z.B. KEIGWIN & KELLER, 1984; HAQ et al., 1988).

Die fluviatile Oberangerberg-Formation erstreckt sich von Rattenberg im Inntal (SW) bis Reit im Winkel (NE). Nach KÖVEC (1964) beträgt ihre Mächtigkeit im SW im Raum Rattenberg 350–500 m und im NE bei Kössen ca. 250 m.

Die Sedimentation der erhaltenen Anteile der Oberangerberg-Formation endet vermutlich im Oberoligozän (ORTNER & SACHSENHOFER, 1996), da Leitgerölle aus der Bernina-, Err- und Julier Region, die in der Molasse im Unteren Miozän zu beobachten sind (MAIR et al., 1996; BRÜGEL, 1998), fehlen. In der Gegend von Häring – Oberangerberg sind nach ORTNER & SACHSENHOFER (1996) allerdings ca. 1,3 km Sediment erodiert worden, sodass die Sedimentation vermutlich bis ins Eggenburg (Burdigal) anhielt (vergl. HAGN, 1981).



Der Paläo-Inn entwässerte von Südwest nach Nordost. Die Mündung lag im Chatt und Aquitan im Chiemgau, verlagerte sich im Eggenburg nach Osten in den Bereich Salzburg, wo im Otnang der Wachtberg-Fächer geschüttet wurde (BRÜGEL, 1998; FRISCH et al., 1998, 2000; KUHLEMANN et al., 2001). Die Hauptentwässerungslinie war mit der aktiven Inntalstörung vorgegeben (FRISCH et al., 1998, 2000). Anhand der von MAIR et al. (1996) beschriebenen und von BRÜGEL (1998) und BRÜGEL et al. (2000) datierten Andesit/Dacitgerölle der Oberangerberg-Formation (Chatt) muss das Einzugsge-

Abb. 2.
Geographische Lage der Profile südlich von Durchholzen (Tirol).

biet bis zum Periadriatischen Magmatischen Gürtel ausgegriffen haben. Hohe Anteile magmatischer Zirkone mit Spaltspuraltern von ~30 Ma in Sanden der Oberangerberger Fm. entstammen dem gleichen Liefergebiet (FRISCH et al., 2000). Das Fehlen der typischen grünen Julier-Granite aus den Ostalpinen Einheiten der Err-Bernina-Julier-Region könnte einerseits bedeuten, dass diese Gesteine noch nicht oberflächlich anstanden, oder aber andererseits bedeuten, dass die Engadiner Linie im Chatt noch nicht an das Drainagesystem des Paläo-Inns angeschlossen war. Auch ohne das Einzugsgebiet des Engadin entwässerte der Paläo-Inn vermutlich eine größere Fläche als heute (KUHLEMANN, 2000). Der Südwesten des Einzugsgebiets wies im Chatt bereits ein Hochgebirgsrelief auf (FRISCH 1998, 2000; FRISCH et al., 2001).

Die Aufschlussverhältnisse südlich von Durchholzen (Abb. 2) am Nordhang des Zahnen Kaisers zeigen in zehn z.T. über 100 m langen Profilen in Hanganrissen und Rinnen die laterale Entwicklung des verzweigten Flusssystems des Paläo-Inns. Die Profile repräsentieren vermutlich die jüngsten erhaltenen Sedimente des Inntal-Tertiärs und wurden von Trias-Karbonaten des Kaisergebirges steil überschoben. Der Charakter der Flussablagerungen ermöglicht Rückschlüsse über lokales und distales Relief, Lithologien im oligozänen Einzugsgebiet und hydrologische Verhältnisse.

Die Aufschlüsse liegen in Form von tief eingeschnittenen Bachläufen und Hangabrisen vor (HEISSEL, 1955; MOUSSAVIAN 1984; ORTNER, 1996). Die Aufschlüsse wurden in 4-cm-Intervallen aufgenommen, dabei wurden die durchschnittlichen Korngröße- und die Geröllspektrumänderung analysiert und im Sinne von MIAL (1977, 1978c, 1996) betreffend die Lithofaziestypen beschrieben. Zusätzlich wurden Sedimentstrukturen, Anreicherungshorizonte von Pflanzenhäcksel und Kohlelagen festgehalten. Das längste und am besten aufgenommene Profil Nr. 7 wird als Beispiel für die Fazies detailliert erläutert.

2. Beschreibung und Interpretation der Lithofaziestypen

Es wurden drei Gruppen von lithologischen Einheiten unterschieden und Lithofaziestypen nach MIAL (1977, 1978c, 1996) zugeordnet. Dabei ergibt sich aufgrund granulometrischer und struktureller Kriterien eine Klassifikation, die Aussagen zu den hydrologischen Bedingungen der Ablagerung zulässt. Das Spektrum der lithologischen Einheiten umfasst Silt, Sand und Konglomerate mit Geröllen von maximal 8 cm Durchmesser. Lokal wurde ein Vorkommen von einem ca. 35 m mächtigen Fanglomeratkomplex (Profil 6) beobachtet. Das Fanglomerat besteht aus gelbweißlichen bis fleischfarbenen, kantengerundeten Wettersteinkalk-Komponenten bis 20 cm Durchmesser, die in einer sandig-tonigen Matrix stecken.

Die siltigen Einschaltungen sind bis auf wenige Ausnahmen geringmächtig. Der Typ Fl ist durch Lamination, kleine Rippel, Anreicherungen von Schweremineralien und strukturlose Bereiche gekennzeichnet. Er kann Pflanzenhäcksel (u.a. *Taxodium*) und Kohleschmitzen enthalten. Partiiell weist er einen erhöhten Bitumenanteil auf. Der Silt variiert in der Farbe von schilfgrün-grau bis hin zu ocker. Dem Silt folgt häufig ein Konglomeratkörper, der sich erosiv auf der Oberseite einer Siltlage eingräbt bzw. zu Belastungsmarken führt. Feinkörnige Silte sind Indikator für geringe Fließenergie (Stillwasser). Dies kann lokal durch Rinnenverlegung und rasche Abnahme der Wasserführung erklärt werden. Meist sind die Siltablagerungen aber aufgrund ihrer feinen bis feinsten Lamination anscheinend in Form von größeren Durchbruch-Schwemmfächern (crevasse splay) abgelagert worden.

Die verwitterten Sandsteine sind grau-grün, z.T. bläulich gefärbt. Herauswitternde Kiesel sind in den Sanden diffus verteilt oder in Geröllschnüren bzw. Kieselinseln von 30–40 cm Mächtigkeit angereichert. Planar schräggeschichtete Sandsteine (Sp), trogförmig schräggeschichtete Sandsteine (St), horizontal geschichtete Sandsteine (Sh) sowie Rippelschichtung (Sr) und massige Sande (Sm) konnten unterschieden werden.

Planar und trogförmig schräggeschichtete Sandsteine weisen auf niedrigerenergetische Strömungsbedingungen hin. Erstere werden als linguoide und transversale Sandbänke und trogförmig geschichtete Sandsteine als sandige Dünen bzw. Großrippel interpretiert. Die Rippelschichtung (Sr) ist ebenfalls dem unteren Fließregime zuzuordnen. Horizontal geschichtete Sandsteine (Sh) werden unter höheren Strömungsbedingungen (critical-flow) abgelagert. Die horizontale Lamination deutet auf Sedimentationsbedingungen in flachem, schnell strömendem Wasser hin. Sandige Einschaltungen (S) in Konglomeratlagen und massige Sande waren in der Regel strukturlos. Sie können Lignit, Kohleschmitzen und auf Schichtflächen Pflanzenhäcksel enthalten, was auf eine rasche Abnahme der Transportenergie hindeutet.

Die korngestützten Konglomerate enthalten eine mergelig-sandige Matrix (Typ Gms – Gm). Sie sind massig, ungeschichtet bis undeutlich geschichtet, wobei die Schichtung sich entweder aus feineren Zwischenlagen bzw. aus Gradiierungen (invers/normal) von z.T. mehreren Ablagerungsgenerationen zusammensetzt. Die Komponenten bestehen aus Kalk, dunklen Dolomiten, Quarz, Phyllit, Glimmerschiefer, Quarzit und Gneis. Dies entspricht den von MOUSSAVIAN (1984) und KROIS (1991) untersuchten Geröllen aus Durchholzen und Mosen. Die größten Gerölle sind einheitlich am Top der Profile (u.a. Profil 7, Abb. 3) aufgeschlossen, wo sie 20 cm Größe erreichen und ein massiges, ungeschichtetes matrixgestütztes Konglomerat abbilden (Typ Gmm). Der Hauptteil der Konglomerate weist stark variierende Korngrößen bis zu 8 cm auf. Dies ist auf mehrere Schüttungsereignisse und wechselnde Strömungsgeschwindigkeiten zurückzuführen. Die Unterkanten der Konglomerate sind unscharf ausgeprägt. Hervorgerufen wird dieses teils durch erosive Eintiefung bei der Ablagerung der grobklastischen Sedimente, teils durch Setzungsprozesse in den liegenden feinklastischen Sedimenten.

Der verbreitete Lithofaziestyp Gm ist normal gradiert und zeigt bei m-mächtiger Ausbildung ein erosives Eingreifen in den Untergrund. Hierbei hat es sich vermutlich um eine hochenergetische Haupttrinne gehandelt, die in Form von migrierenden Longitudinalbänken in Abflussrichtung aktiv waren (MIAL, 1978c, 1996). Geringmächtige gradierte Bänke des Typs Gm, die keine erosive Basis ausgebildet haben, können als Wurzel von Uferdammdurchbruch-Ablagerungen interpretiert werden. Sie weisen eine flächenhafte Sedimentation auf, die typisch für einen Durchbruchschwemmfächer (crevasse splay) sind (s. Profil 7, 150 m). Die Basis der normal gradierten Konglomerate hat eine Durchschnittskorngröße zwischen 2 cm und 6 cm. Invers gradierte Bereiche weisen eine maximale Korngröße von 3–4 cm auf.

Trogeförmige und schräggeschichtete Konglomerattypen (Gt und Gp) weisen generell ein engeres Kornspektrum auf. Es reicht vom Übergang Grobsand/Feinkies zu 6 cm Komponentendurchmesser. Erosiv eingeschnittene Rinnen wurden mit trogförmig schräggeschichteten Strukturen verfüllt und bilden entweder kiesige Großrippel oder Longitudinalbänke. Beide lassen sich auf die Abnahme der Strömung zurückführen. Planar schräggeschichtete Konglomerate können den Sanden entsprechend als transversale bzw. linguoide Kiesbänke interpretiert werden. Allen Konglomeraten folgt hangend ein Übergangsbereich, der durch eine rasche Abnahme der Korngröße charakterisiert ist.

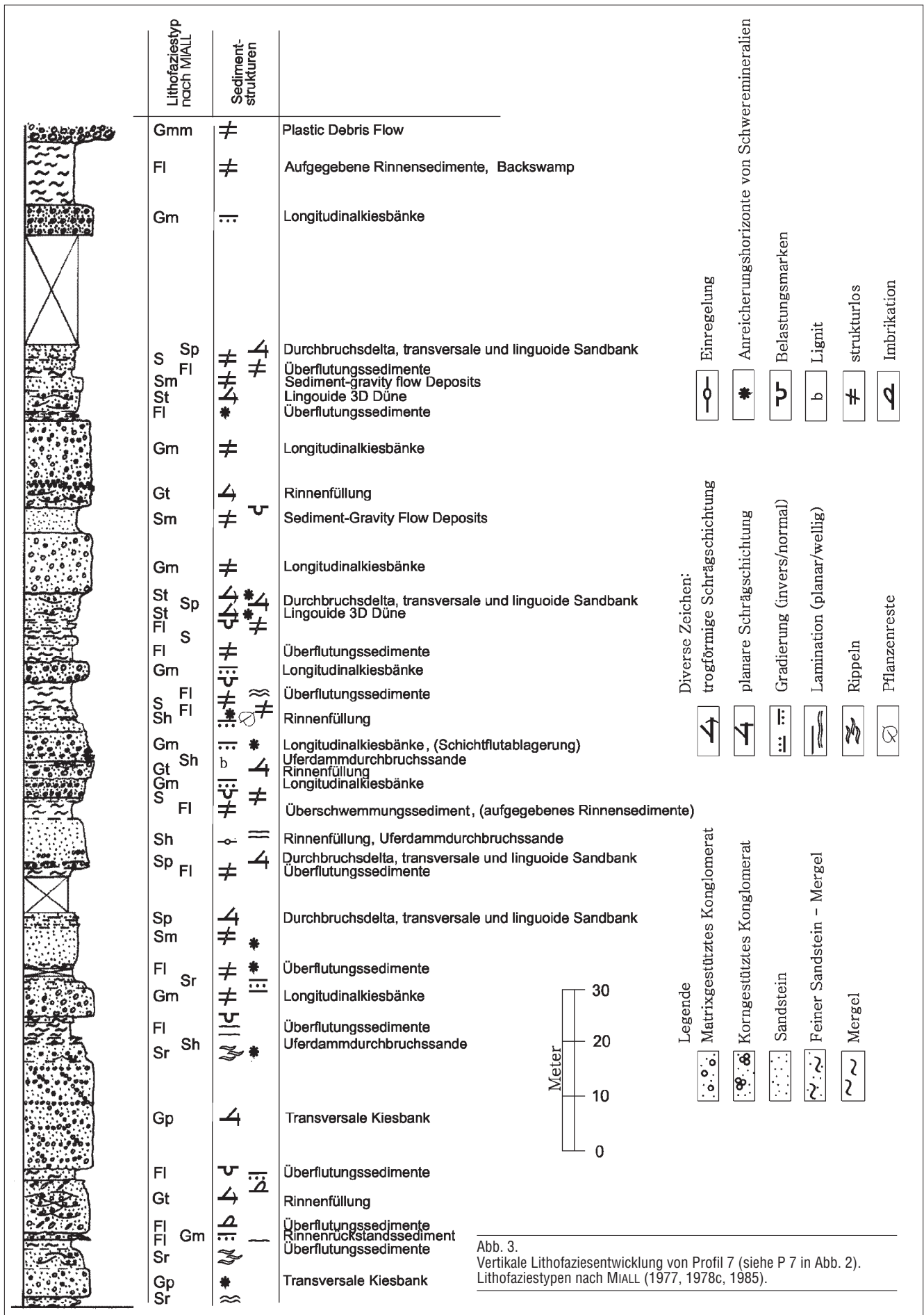


Abb. 3. Vertikale Lithofaziesentwicklung von Profil 7 (siehe P 7 in Abb. 2). Lithofaziestypen nach MIALL (1977, 1978c, 1985).

3. Interpretation der Lithofazies-Vergesellschaftung nach MIALL

Grundlage für die von MIALL (1978c, 1996) entwickelten 16 Endglieder verzweigter fluvialer Systeme waren 6 rezente alluviale Sedimentationsräume in Nordamerika. Diese Endglieder charakterisieren die Reife eines fluvialen Systems und lassen somit Rückschlüsse auf das regionale Environment zu. Alle bearbeiteten Profile zeichnen sich durch ein annäherndes quantitatives Gleichgewicht von Grob- und Feinklastika aus. Dies deutet unter Beachtung des strukturellen Inhalts (nach MIALL, 1978c, 1996) auf ein relativ distales, schwach bis stark gewundenes, verzweigtes und bodenfrachtdominiertes Flusssystem hin. Die Entwicklung der Grobklastika zeigt auf einen mittleren, z.T. auch erniedrigten Gefällegradienten hin, da der Anteil von feinklastischen Sedimenten recht hoch ist. Der Sedimentationsablauf ist dominiert von Rinnenauffüllungen, die in Form von Longitudinalbänken und Großrippeln in tieferen Hauptrinnen abgelagert wurden. Die z.T. mächtigen feinklastischen Lagen werden als Überflutungsebenen gedeutet (Stillwasserareale), auf denen Pflanzendetritus (Lignit) abgelagert werden konnte.

Nach der Klassifikation von MIALL (1985) kann der Paläo-Inn mit Hilfe von zwei ineinander übergehenden z.T. sich abwechselnden Fließregimen charakterisiert werden. Dabei sind die Übergänge dieser Modellendglieder im Raum von Durchholzen fließend:

Donjek-Typ

Kiesanteil von 90–10 %, proximales, schwach bis intermediär sinuoses, intermediär bis stark mäandrierendes, bodenfrachtdominiertes Flussregime. Die grobklastischen Einschaltungen weisen nach RUST (1978a) auf einen erhöhten Gefällegradienten. Die Feinklastika sind als Überflutungssedimente zwischen den aktiven Rinnen zu interpretieren. Die als „floodplain“ dienenden Inseln sind relativ instabil. Gebiete, in denen es zur Ausbildung von Flüssen des Donjek-Typs kommt, unterliegen aktiver Subsidenz (MIALL, 1985). Infolge der Subsidenz kommt es zur Ausbildung von Terrassen. Dabei beträgt die Differenz zwischen „floodplain“ und Hauptrinne ca. 3 m. Die unterschiedlichen Niveaus zeigen charakteristische Merkmale (MIALL, 1985):

Level 1: Level der Hauptrinnen, größte Sedimentation in verzweigtem Rinnensystem. Keine bis spärliche

Vegetation, bei Niedrigwasser Hervortreten von Bänken.

Level 2: Aktiver Level bei Hochwasser, mit einigen aktiven Rinnen auch bei geringeren Wasserständen und spärlicher Vegetation.

Level 3: Fast immer mit Wasser bedeckt, geringe Strömungsenergie bei Hochwasser und moderatem Bewuchs.

Level 4: Trockene Inseln, üppige Vegetation.

Anastomisierender Typ

Mid fan/distal, schwach bis stark sinuoses, stark geflochtenes Rinnennetzwerk mit stabilen und bewachsenen Inseln. Es setzt sich aus Sand bzw. Silt zusammen, was auf einen verringerten Gefällegradienten deutet. Typisch für den anastomisierenden Typ ist eine hohe Akkumulationsrate, die an ein Becken mit einer hohen Subsidenzrate durch „pull-apart“ des Inntal-Beckens (ORTNER, 1994, 1996) oder durch Transtension (FRISCH et al., 1998) gekoppelt sein kann. Zumindest die mächtigen feinklastischen Bereiche am Top der Profile kann zwanglos dem anastomisierenden Typ zugeordnet werden. Nach EBERTH & MIALL (1991) setzt sich ein ideal ausgebildetes anastomosiertes fluviale channel system aus den Lithofaziestypen Gm, Se, St, Sh, Sl und seltener Sp zusammen. Die „crevasse channels“ vereinigen sich weiter Flussabwärts mit der/den Hauptrinne(n), von der/denen sie mit Wasser versorgt wurden. Typische feinklastische Sedimente werden auf Überflutungsebenen in Form von Schlamm u.a. in Tümpeln abgelagert oder enthalten Kohle bzw. Pflanzenhäcksel. Auffallend ist das scheinbare Fehlen typischer „levee“-Ablagerungen.

Der Klassifikation von MIALL folgend, handelt es sich um ein verzweigtes Flusssystem. Hochwasserereignisse wurden durch die Stapelung von Kiesbankgenerationen (strukturelos, z.T. gradierte Konglomeratbänke, Typ Gm) überliefert. Diese lokal mächtigen Kiesbankgenerationen zeigen nach Schrägschichtungskörpern und Imbrikationen konstante Schüttungsrichtung. Die mit ihnen vergesellschafteten Sandtypen Sh, (St) zeigen hohe Strömungsenergie in flachem Wasser an. Sie können entweder als Sedimente eines Uferdammdurchbruchs („crevasse channel“) oder als Folge von Hochwasser in einer reaktivierten und verfüllten Rinne sedimentiert worden sein. In energetisch niedrigeren Bereichen (Typ Sr, Sm) kamen auf Überflutungsflächen proximal zum Dammdurchbruch planar schrägschichtete Sande Sp als Durchbruchsdelta zur Ablagerung. Lithofaziestyp FI kann den Bereichen des Stillwasser (Tümpel, Überflutungsebene und verlassene Rinnen) zugeordnet werden. Mächtige Konglomeratkörper gehen lateral in feinere Klastika über und spiegeln Hochwasserereignisse wider (Donjek-Phase). Ruhige Sedimentationsphasen sind von lateralen Einschaltungen unterbrochen und nur am Profiltop durchgehend ausgebildet (anastomisierende Phase). Beide Phasen kennzeichnen ein sich verzweigendes Flusssystem.

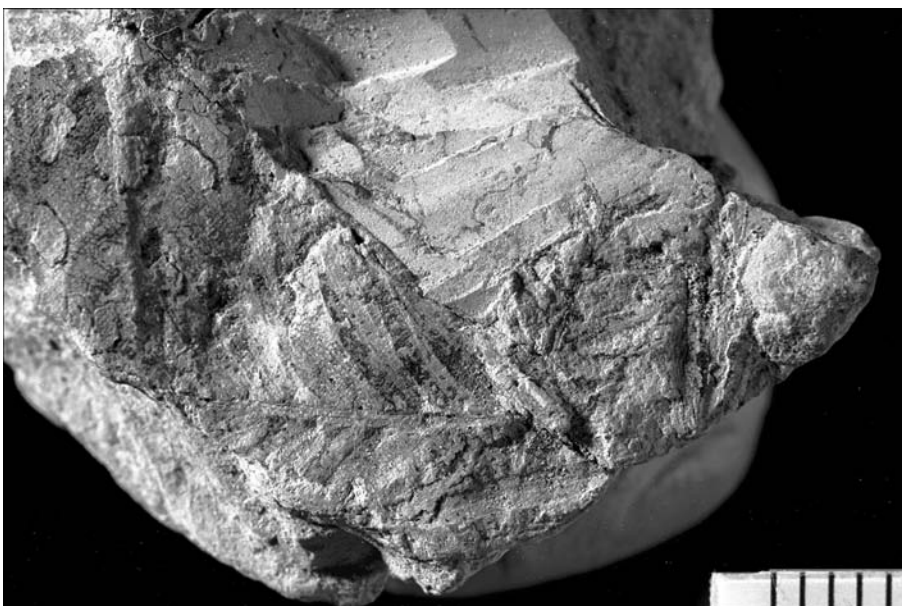


Abb. 4.
Zusammengeschwemmte Pflanzenhäcksel in Siltstein (u.a.a. Profil 7).
Im Vordergrund horizontal liegend *Taxodium*.
Maßstabsangabe in mm.

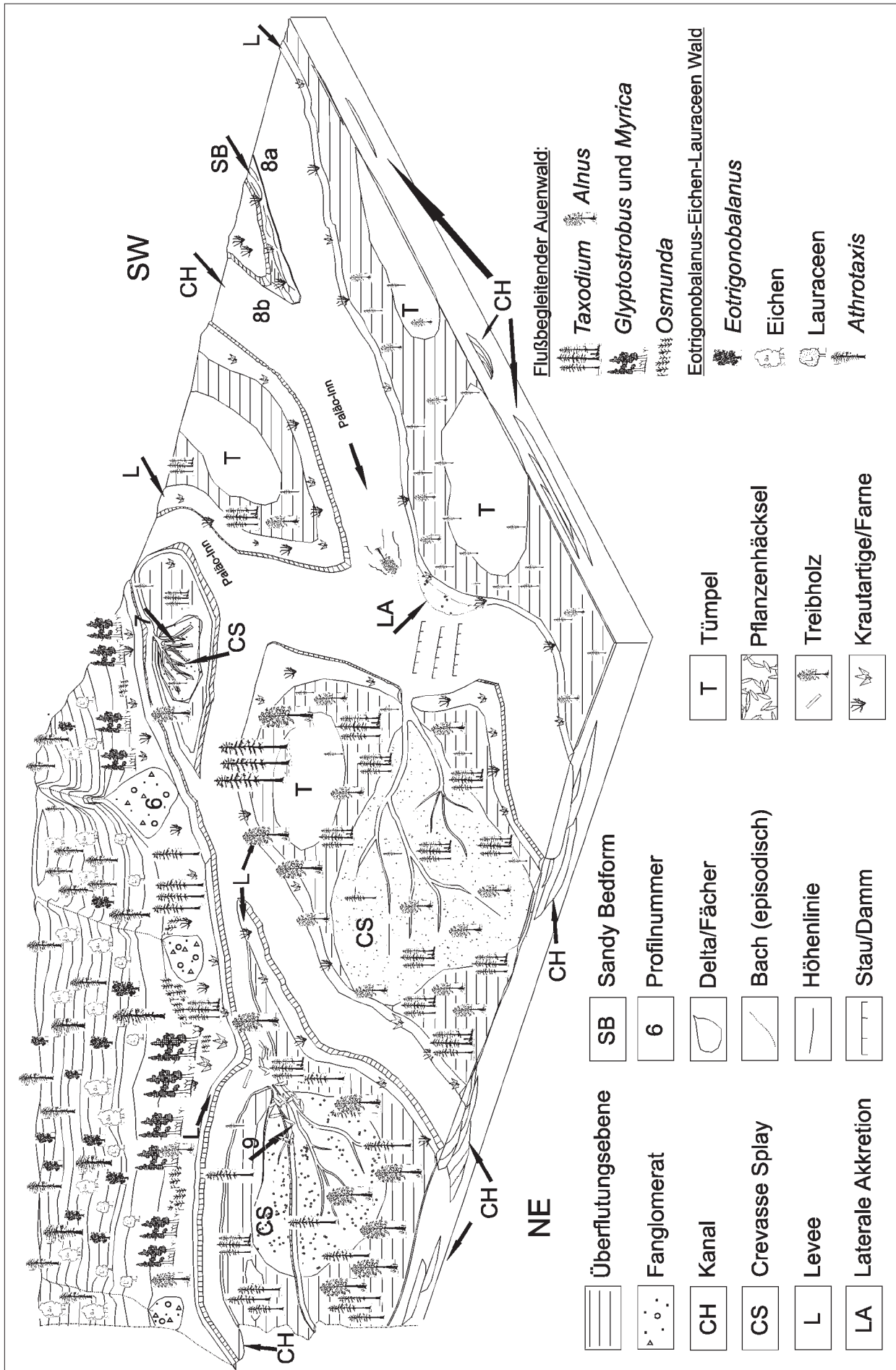


Abb. 5. Sedimentologisch-ökologisches Modell des Paläo-Inn südlich von Durchholzen, basierend auf den Profilen 6-9. Der Paläo-Inn floss zuerst von SW nach NE, im Laufe des Oberen Oligozän tendiert die Abflussrichtung mehr nach E. Ergänzt wurde das Modell durch die von MAI (1995) bei Reit im Winkel beschriebenen Eichen-Lauraceen-Klimaxwälder.

Ein Fanglomerat mit seinen zuerst aus Bundsandstein bestehenden und in Kalk übergelenden Komponenten wurde lokal aus Süden eingeschüttet und verzahnt sich mit den genannten Sedimenten.

4. Environment-Rekonstruktion

Vegetation und Klima

Die Vegetation der flussbegleitenden Auen- bzw. Sumpfwälder ist in den Profilen durch Funde von Pflanzenhäckseln (u.a. *Taxodium*, Abb. 4) belegt. Die Floren wurden vermutlich bei Hochwassern aus den Auen- und Sumpfwäldern mitgerissen, die sich wahrscheinlich auch auf die im Paläo-Inn gelegenen Inseln oder hinter „levees“ erstreckt hatten, und z.B. in einem „crevasse splay“ abgelagert.

Die Vegetation im Chatt enthielt neben tropischen Floren eine bedeutende Anzahl von subtropischen, z.T. auch gemäßigten Arten (ANDREÁNSZKY, 1964). Wichtige Feuchtbewohner waren Koniferen, wie *Glyptostrobus* und *Taxodium*, die an geringe, periodisch wechselnde Wasserstände angepasst waren (MAI, 1995). Mit der ebenfalls im Oligozän auftretenden Mastixioideen-Flora kann nach VAN DER BURGH (1987) auf nasse bis feuchte, eutrophe bis mesotrophe Böden und auf ein perhumides, subtropisch bis warmtemperiertes Klima geschlossen werden. Die Klimaxwälder im Unterinntaler Tertiär (Reit im Winkl) entsprachen nach MAI (1995) einem Eichen-Lauraceen-Wald mit altertümlichen Koniferen (siehe auch ANDREÁNSZKY, 1959b). Nach Angaben von BRUCH (1998) und KOVAR (1982) war das Inntal im Oberoligozän von subtropischem Klima gekennzeichnet. KOVAR (1982) nimmt Temperaturen zwischen 11–18°C und Niederschläge bis zu 2000 mm/a an. BRUCH (1998) gibt 16°C, bei 1100–1300 mm/a Niederschlag ohne Trockenphasen an. Dieses spräche für eine recht stabile Wasserführung des Paläo-Inns. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen auch KROIS & STINGL (1991).

Modell des Paläo-Inns

Ein Ablagerungsmodell des Paläo-Inns wurde aus den Profilen 6–9 für eine Höhe von 55±5m ab Basis entworfen (Abb. 5). In dieser Schicht kommen in lateraler Verzahnung neben Konglomeraten und Lignit auch verschiedene Sandkorngrößen und Sandtypen vor. Die Sedimentologie der Profile 8a/b deutet auf eine flache Hauptrinne, die von SW nach NE zog. Vermutlich führte der Paläo-Inn im Sommer oder nach starken Niederschlägen im Hinterland Hochwasser. In dieser Zeit waren die Inseln großteils mit Wasser bedeckt. Auf Flussbänken und auf Inseln der Haupt- und Nebenrinnen ist eine Pionier-Pflanzengesellschaft dargestellt. Für die Lage der „Crevasse-splay“-Ablagerung spricht u.a. eine dünne Lignitlage des Profils 9. Die Überflutungsebenen wurden schematisch mit Bäumen und strauchartigen tertiären Floren dargestellt. Das südöstlich angrenzende Hügelland war vermutlich mit Eichen-Lauraceen-Wäldern, die höheren Bereiche mit lichten Koniferen- und Laubbäumen bestanden.

Das lokal aus Süden geschüttete Fanglomerat wurde unter Annahme durchgehender Schüttung in die Rekonstruktion projiziert. Da nicht sofort Wetterstein-Komponenten geschüttet wurden, scheint der transpressiven Hebung des Kaisergebirges an der Inntalstörung (siehe ORTNER, 1994) eine Kippung von Süden voranzugehen. Buntsandsteingerölle im Fanglomerat stammen wahrscheinlich von der ehemaligen Abdeckung der Grauwackenzone (FRISCH et al., 1998).

5. Diskussion und Modell

Die Gegenüberstellung der rein auf vertikaler Profilaufnahme basierenden Geländedaten mit den lateral angrenzenden vertikalen Daten kann aufgrund unterschiedlicher

Aufschlussbedingungen zu Problemen in der Faziesinterpretation und der Rekonstruktion des Paläo-Inns führen. Mit der internen Beziehung konnte – unter Verwendung des strukturellen Inventars und des Gefüges – auf ein verzweigtes fluviatiles Rinnensystem geschlossen werden.

Die unterschiedlichen vertikalen Abfolgen weichen durch allo- und autozyklische Prozesse in ihrer Mächtigkeit z.T. stark voneinander ab und sind unterschiedlichen fluviatilen Ablagerungsräumen zuzuordnen. Mit den von MIALL (1996) idealisierten vertikalen Profilen der architektonischen Klassifizierung von 16 fluvialen Systemen lässt sich nur eine grobe Einteilung des Paläo-Inn-Flusssystemes treffen. Dabei sind die Modellendglieder Anastomisierender Typ – Donjek-Typ im Raum Durchholzen fließend. Die steuernden Kontrollparameter (Klima, Tektonik) sind mit Unsicherheitsfaktoren behaftet, so dass nur durch die Zuhilfenahme des Korngrößenwechsels, der Flora, des Reliefs, der Morphologie sowie der o.g. Faktoren Aussagen zu den hydrodynamischen Bedingungen getroffen werden können. Die Flora mit ihren Sumpf- und Auenvergesellschaftungen spricht gegen ein rein Donjek-Typ-dominantes Flusssystem. Den Aufschlüssen fehlt andererseits das sich tief eingrabende anastomisierende Flusssystem, das sich lateral durch Feinklastika und Wurzelhorizonte auszeichnet. Die Wasserführung scheint der dominierende Faktor der Bildung lateral wechselnden Environmenttypen zu sein.

6. Schlussbetrachtung

Die an der Lokalität Durchholzen abgelagerten Oberangerberg-Formation des Chatt stellen Sedimente eines großdimensionierten verzweigten Flusssystemes dar. Das Rinnensystem war gekennzeichnet von mindestens einer etwas tiefer liegenden Rinne. Klimatische Prozesse, die sich auf die hydrodynamischen Bedingungen auswirkten, zeugen von einem mobilen Paläo-Inn-Flusssystem. Longitudinalkiesbänke stellen den dominanten grobklastischen Transportkörper in den Hauptinnen dar. Die sandig-siltigen Lithofazies sind als Ablagerungen einer Überflutungsebene zu interpretieren, die sich hinter den Levees entwickelte. Die Levees wurden möglicherweise durch Rinnenverlagerungen aufgearbeitet. In langen Ruhephasen konnte es auf den „floodplains“ zur Ausbildung eines Auen- und Sumpfwaldes kommen.

Die Profile deuten bei Anwendung des Lithofazieskonzepts nach MIALL (1977, 1978c) auf eine intermediäre Stellung mit einer Polarität zwischen z.T. mächtigen Konglomeratkörpern mit geringmächtigen Übergängen zu Feinklastika und den mächtigen feinklastischen Lagen. Nach MIALL (1977, 1978c) deutet ein sich aus kies- und sandführenden Konglomeraten aufbauendes Profil auf ein bodenfrachtdominiertes System des Donjek-Typs hin. Die Sand- und Siltanteile entsprächen eher einem suspensions- bis bodenfrachtdominierten, verzweigenden Flusssystem des anastomisierenden Typs. Die teilweise lateralen wechselnden Lithologien in den Profilen sind das Ergebnis lateraler Variabilität, die ihren Ursprung in Änderungen der hydrodynamischen Bedingungen hat.

Dank

Wir danken der deutschen Forschungsgemeinschaft für finanzielle Unterstützung im Rahmen des SFB 275. Für wertvolle Hinweise und die Korrektur des Manuskripts danken wir Dr. Hugo ORTNER (Innsbruck).

Literatur

ANDREÁNSZKY, G. (1959b): Contributions à la connaissance de la flore de l'oligocène inférieur de la Hongrie et un essai sur la reconstruction de la végétation contemporaine. – Acta Bot. Acad. Sci. Hung., Budapest, 5, 1–37.

- ANDREÁNSZKY, G. (1964): Zur Floren- und Vegetationsgeschichte des ungarischen Tertiärs. – Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., Wien, math. naturwiss. Kl. I, **173**, 8–10, 351–368.
- AYDIN & NUR (1982): Strike Slip Basins and their Scale Independence. – *Tectonics*, **1**, 95–105, Washington.
- BACHMANN, G. & MÜLLER, M. (1991): Sedimentary and structural evolution of the German Molasse Basin. – *Ecl. Geol. Helv.*, **85**, 519–530, Basel.
- BRUCH, A.A. (1998): Palynologische Untersuchungen im Oligozän Sloweniens – Paläo-Umwelt und Paläoklima im Ostalpenraum. – *Tübinger Mikropaläont. Mitt.*, **18**, 1–193, Tübingen.
- BRÜGEL, A. (1998): Provenance of alluvial conglomerates from the Eastalpine fore-land: Oligo-/Miocene denudation history and drainage evolution of the Eastern Alps. – *Tübinger Geowiss. Arb., Reihe A*, **40**, 168 Seiten.
- BRÜGEL, A., DUNKL, I., FRISCH, W., KUHLEMANN, J. & BALOGH, K. (2000): The record of Periadriatic volcanism in the Eastern Alpine Molasse zone and its paleogeographic implications. – *Terra Nova*, **12**, 42–47, Oxford.
- EBERTH, D.A. & MIALL, A.D. (1991): Stratigraphy, sedimentology and evolution of a vertebrate-bearing braided to anastomosing fluvial system, Cutler Formation (Permian–Pennsylvanian), north-central New Mexico. – *Sediment Geol.*, **72**, 225–252.
- FRISCH, W., KUHLEMANN, J., DUNKL, I. & BRÜGEL, A. (1998): Palynospastic reconstruction and topographic evolution of the Eastern Alps during late Tertiary extrusion. – *Tectonophysics*, **297**, 1–15, Amsterdam.
- FRISCH, W., SZÉKELY, B., KUHLEMANN, J. & DUNKL, I. (2000): Geomorphological evolution of the Eastern Alps in Response to the Miocene tectonics. – *Z. Geomorph., N.F.*, **44**, 103–138, Stuttgart.
- FRISCH, W., DUNKL, I. & KUHLEMANN, J. (2000): Post-collisional large-scale extension in the Eastern Alps. – *Tectonophysics*, **327**, 239–265, Amsterdam.
- FRISCH, W., KUHLEMANN, J., DUNKL, I. & SZÉKELY, B. (2001): The Dachstein paleosurface and the Augenstein formation in the Northern Calcareous Alps – A mosaicstone in the geomorphological evolution of the Eastern Alps. – *Int. J. Earth. Sci.*, 500–518, Heidelberg – Berlin.
- HAGN, H. (1978): Die älteste Molasse im Chiemgau/östliches Oberbayern (Katzenloch-Schichten, Priabon). – *Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont.*, **18**, 167–235, München.
- HAGN, H., HILLEBRANDT, A.V., LINDENBERG, H.G., MALZ, H., MARTINI, E., MOUSSAVIAN, E. & ULRICHS, M. (1981): Kalkalpines Mesozoikum und Alttertiär zwischen Reith im Winkel und dem Inn. – In: HAGN, H. et al.: Die Bayerischen Alpen und ihr Vorland in mikropaläontologischer Sicht. – *Geologica Bavarica*, **82**, 408 Seiten, München.
- HAGN, H. (1989): Über einige bedeutsame Kreide- und Alttertiärgerölle aus der Faltenmolasse des Allgäus. – *Geologica Bavarica*, **94**, 5–47, München.
- HAMDI, B. (1969): Das Tertiär des Ober- und Unterangerberges im Inntal (Tirol). – Unveröff. Diss. Univ. Innsbruck, 146 Seiten.
- HAQ, B., HARDENBOL, J. & VAIL, P. (1988): Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. – *Soc. Econ. Pal. Min., Spec. Publ.*, **42**, 71–108, Tulsa.
- HEISSEL, W. (1955): Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärgebietes. Mit einem Beitrag von WOLETZ, G. – *Mitt. Geol. Ges. Wien*, **48**, 1955, 207–221, Wien.
- KEIGWIN, L. & KELLER, G. (1984): Middle Oligocene cooling from equatorial Pacific DSDP Site 77B. – *Geology*, **12**, 16–19, Boulder.
- KOVAR, J.B. (1982): Eine Blätter-Flora des Egerien (Ober-Oligozän) aus den marinen Sedimenten der Zentralen Paratethys im Linzer Raum (Österreich). – *Beitr. Paläont. Österreichs*, **9**, 1–209, Wien.
- KÖVES, G. (1964): Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Unterinntal zwischen Rattenberg und Niederbreitenbach (Tirol). – Unveröff. Diplomarbeit, Inst. f. Paläont. hist. Geol. Univ. München, 1–113, München.
- KROIS, P., BRANDNER, R. & STINGL, V. (1991): Sedimentationsgeschichte des Oligozäns im Unterinntal (Tirol, Österreich). – Abstract „Sediment '91“, Forschungsberichte Senckenberg am Meer, **91/2**, 64–66, Wilhelmshaven.
- KROIS, P. & STINGL, V. (1991): Faziesanalyse fluviatiler Sedimente – eine Fallstudie in den Oberangerberger Schichten (Oberoligozän, Tirol). – *Jb. Geol. B.-A.*, **134**, 299–308, Wien.
- KROIS, P. (1992): Aspekte zur Sedimentologie und Fazies des inneralpinen Tertiärs (Oligozän) im Raum Häring – Angerberg. – Unpub. Diss. Innsbruck, 1–157, Innsbruck.
- KUHLEMANN, J. (2000): Post-collisional sediment budget of circum-Alpine basins (Central Europe). – *Mem. Sci. Geol. (Padova)*, **52/1**, 1–91, Padova.
- KUHLEMANN, J., FRISCH, W., DUNKL, I. & SZÉKELY, B. (2001): Quantifying tectonic versus erosive denudation by sediment budget: The Miocene core complexes of the Alps. – *Tectonophysics*, **330**, 1–23, Amsterdam.
- KUHLEMANN, J., FRISCH, W. & DUNKL, I. (2001): The Oligocene geologic and paleotopographic evolution of the Eastern Alps. – In PILLER, W. & RASSER, M.W. (Eds.): *Paleogene of the Eastern Alps, Österr. Akad. Wiss., Schriftenr. Komm.*, **14**, 129–152, 7 Figs., Wien.
- KUHLEMANN, J. & KEMPF, O. (2002): Post-Eocene evolution of the North Alpine Foreland Basin and its response to Alpine tectonics. – *Sedimentary Geology*, **152**, 45–78, Amsterdam.
- MAI, D.H. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. – 1–691, Jena (Fischer).
- MAIR, V., STINGL, V., KROIS, P. & KEIM, L. (1996): Die Bedeutung andesitischer und dazitischer Gerölle im Unterinntal-Tertiär (Tirol, Österreich) und im Tertiär des Mte. Parei (Dolomiten, Italien). – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **199**, 369–394, Stuttgart.
- MIALL, A.D. (1977): A review of the braided river depositional environment. – *Earth Sci. Rev.*, **13**, 1–62, Amsterdam.
- MIALL, A.D. (1978c): Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: a summary. – *Can. Soc. Petrol. Geol. Mem.*, **5**, 597–604, Calgary.
- MIALL, A.D. (1985): Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. – *Earth. Sci. Rev.*, **22**, 261–308, Amsterdam.
- MIALL, A.D. (1996): *The Geology of Fluvial Deposits (Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology)*. – 1–582, Berlin (Springer).
- MOUSSAVIAN, E. (1984): Die Gosau- und Alttertiär-Gerölle der Angerbergerschichten (Höheres Oligozän, Unterinntal, Nördliche Kalkalpen). – *Facies*, **10**, 1–86, Erlangen.
- ORTNER, H. (1994): The Tertiary basin of the lower Inntal Valley – basin formation and extinction. – In *EAPG – 6th Conference and Technical Exhibition – Vienna, Austria, 6–10 June 1994*, 507–508, Wien.
- ORTNER, H. (1996): Deformation und Diagenese im Unterinntaler Tertiär (zwischen Rattenberg und Durchholzen) und seinem Rahmen. – Unpubl. Diss. Univ. Innsbruck, 1–234, Innsbruck.
- ORTNER, H. & SACHSENHOFER, R.F. (1996): Evolution of the Lower Inn Valley Tertiary and constraints on the development of the scoure area. – In: WESSELY, G. & LIEBL, W. (Eds.): *Oil and gas in Alpidic thrustbelts and basins of central and eastern Europe, EAGE Spec. Publ.*, **5**, 237–247.
- ORTNER, H. & STINGL, V. (2001): Facies and basin development of the Oligocene in the Lower Inn Valley, Tyrol/Bavaria. – In: PILLER, W.E. & RASSER, M.W. (Eds.): *Paleogene of the Eastern Alps, Österr. Akad. Wiss., Schriftenr. Erdwiss. Komm.*, **14**, 153–196, 24 Figs. Wien.
- RUST, B.R. (1978a): Depositional methods for braided alluvium. – In: MIALL, A.D. (ed): *Fluvial Sedimentology*, *Can. Soc. Petrol. Geol. Mem.*, **5**, 605–625, Calgary.
- VAN DER BURGH, J. (1987): Miocene floras in the Lower Rhenish Basin and their ecological interpretation. – *Rev. Palaeobot., Palynol.*, **52**, 299–366, Amsterdam.