

Die Struktur der Erfurter Störungszone im Abschnitt Erfurt (Haarberg)-Klettbach (Thüringer Mulde)

TORSTEN KRAUSE & GERHARD KATZUNG, Greifswald

Zusammenfassung

In den Jahren 1997/98 wurde mit dem Ausbau der Bundesautobahn 4 im Abschnitt Erfurt (Haarberg)-Klettbach ein Profil senkrecht zur herzynisch streichenden Erfurter Störungszone aufgenommen, das bereits MICHAEL (1940) beschrieben hat. Der Aufschluß ermöglichte die Neuaufnahme dieses klassischen Profils an der Autobahn, insbesondere eine wesentliche Ergänzung des nordöstlichen Abschnitts. Im insgesamt 300 m langen NE-SW-streichenden Böschungsanschnitt waren die Schichten der Anhydrit- und Hauptmuschelkalk-Folge aufgeschlossen. Rote und graue Ton- und Siltsteine sowie darin eingeschaltete Gips-Residuale sind aufgrund ihrer starken kompressiven Deformation in die Pelitröt-Folge eingestuft worden.

Die strukturelle Zweiteilung der Erfurter Störungszone im Abschnitt Erfurt (Haarberg)-Klettbach ist durch die im NE` Aufschlußteil beobachteten NE-vergenten Überschiebungen und engspannigen Biegegleitfalten belegt worden, denen die überpreßten Extensionsstrukturen (Gräben, Staffelbrüche, Kippschollen) im SW` Aufschlußteil gegenüberstehen. Kinematisch-genetisch können unterschieden werden:

1. ältere Überschiebungen, verbunden mit schichtparallelen Abscherungen in den Salinar-Tonstein-Wechsellagerungen und deren Aufpressung im Zusammenhang mit einem älteren Biegegleitfalten-Bau im Bereich der Pelitröt- und Anhydrit-Folge,
2. zeitgleiche bzw. sich anschließende Grabenbildungen, Kipp- und Leistenschollen sowie Staffelbrüche,
3. Überpressungserscheinung, wie z.B. durch Kippschollen initiierte und kollabierte Kleinfalten, Kataklase-Zonen sowie Inversionsstrukturen bzw. gefaltete und partiell ausgequetschte Grabenfüllungen im Bereich der Ceratiten-Schichten.

1. Einführung

Die herzynisch streichende Erfurter Störungszone (Abb. 1) ist von REICHARDT (1928) als Erstere charakterisiert worden. Sie liegt im Zentrum der ebenfalls herzynisch orientierten Mühlhausen-Orlamünder Scholle (KATZUNG & EHMKE 1993). Die Störungszone kann im Streichen weit nach SE, bis in die Mühltroffer Querzone des Thüringisch-Vogtländischen Schiefergebirges verfolgt werden (PUFF 1966). Auf eine mögliche Fortsetzung der Störungszone nach Nordwesten zum Küllstedter Graben wurde bereits hinwiesen (KRAUSE & KATZUNG 1997). Eine Erstreckung in die Tiefe, bis in den „Unteren Zechstein“ (vgl. Geologischer Schnitt auf der Geologische Karte von Thüringen – Blatt Erfurt-5032 [= GK 25 5032], KÄSTNER & SEIDEL 1996) oder sogar bis in den Prä-Zechstein ist aufgrund der Pufferwirkung der duktilen mesozoischen Sedimentserien, insbesondere der im Erfurter Raum vor-

handenen mächtigen Salinar-Tonstein-Folgen sehr unwahrscheinlich. Vielmehr sind listrische Verbiegungen der Bewegungsflächen, damit verbundene Verflachungen zur Tiefe und unterschiedliches Einmünden der Bewegungsbahnen in inkompetente Profilabschnitte der mesozoischen Serien und eventuell auch des Zechsteins zu erwarten.

Damit wird eine „Vorzeichnung“ bzw. Anlage der Störungszone im Grundgebirge nicht ausgeschlossen.

Der Große und der Kleine Herrenberg zwischen Erfurt und Windischholzhäusern sind Bestandteil der Erfurter Störungszone. Zusammen mit dem Wart- und dem Hahnberg zwischen Windischholzhäusern und Haarberg bezeichnete REICHARDT (1928) diese Einzelhöhen strukturgeologisch als „Aufpressungshorste“. Entsprechend ihrer Genese als halotektonisch geschichtete Muschelkalk-Aufpressungen in einer aus Unterem und Mittlerem Keuper aufgebauten Umgebung interpretierten FRANZKE & SCHUBERT (1987) die Herrenberge als „Sattelhorst“.

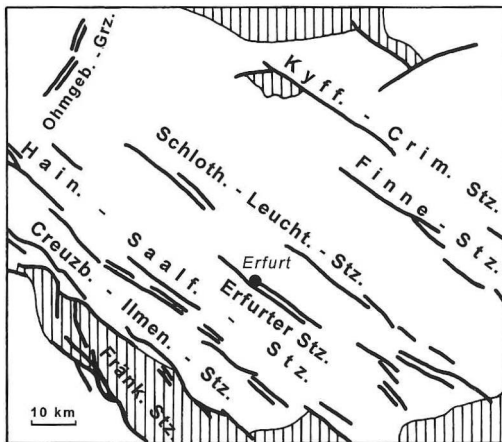


Abb. 1: Lage der Erfurter Störungszone

Auch im Abschnitt Haarberg-Klettbach ist die Erfurter Störungszone als eine schmale Aufpressung ausgebildet, die bruchtektonisch ausgestaltet wurde und somit die generelle Fortsetzung der Aufpressungszone Großer und Kleiner Herrenberg – Wartberg – Hahnberg bildet. Morphologisch tritt sie hier allerdings weniger in Erscheinung als die o.g. Höhenzüge.

Das älteste im Strukturabschnitt Haarberg ausstreichende Schichtglied bildet der lithologisch zweifelsfrei nachgewiesene Wellenkalk. Als Sattelkern i.w.S. ist er an die Aufpressung von Salinar- bzw. Pelitrot-Folge gebunden und in einem kleinen auflässigen Steinbruch südwestlich des Gasthofs am Haarberg aufgeschlossen (KRAUSE & KATZUNG 1997). Die sich im Hangenden anschließende Anhydrit-Folge bildet zum einem die stratigraphisch bedingte Hülle des Wellenkalkes, zum anderen hat auch hier das ursprünglich vorhandene Salinar-Lager, unabhängig vom Rötsalz, zum Aufbau der Aufpressung beigetragen. Somit sind am direkten Aufbau der Aufpressungszone im Strukturabschnitt Haarberg mindestens zwei Salinar-Lager beteiligt. Ein deutlicher struktureller Kontrast besteht zwischen der engspannig gefalteten Anhydrit-Folge und dem weitspannig gefalteten Hauptmuschelkalk. Letzterer vermittelt zum südwestlichen und nordöstlichen Störungsvorland, in denen die Ceratiten-Schichten großflächig ausstreichen und weitspannige Faltenverbände bilden. Sedimente des Letten- und Unteren Gipskeupers finden sich als Grabenfüllungen nordöstlich von Klettbach. Auf der

Geologischen Karte (GK) 25 5032 werden Ab- und Aufschiebungen nicht unterschieden und in den Erläuterungen dazu keine kinematisch-genetische Analyse durchgeführt.

Durch den Ausbau der Bundesautobahn 4 (BAB 4) bestand an der Abfahrt Erfurt Ost (Nr. 47) kurzzeitig ein weiterer Aufschluß (vgl. KRAUSE & KATZUNG 1997) in der Erfurter Störungszone (TK 25 – 5032; Rechtswert – SW-Ende: 56 39 30, Hochwert – SW-Ende: 56 43 75, Rechtswert – NE-Ende: 56 44 00, Hochwert – NE-Ende: 44 39 75, Abb. 2). Er bot Gelegenheit, das an dieser Stelle bereits von MICHAEL (1940) aufgenommene und seitdem nicht wieder aufgeschlossene Böschungsprofil zu überprüfen und strukturgeologische Untersuchungen durchzuführen. Der bereits rekultivierte Aufschluß an der SE-Böschung der Autobahn war an der Sohle ca. 280 m lang. Er erreichte im Zentrum eine maximale Höhe von 12 m. An dieser Stelle überquert die Landstraße L 1052 (Erfurt-Kranichfeld) die BAB 4 (Abb. 2).

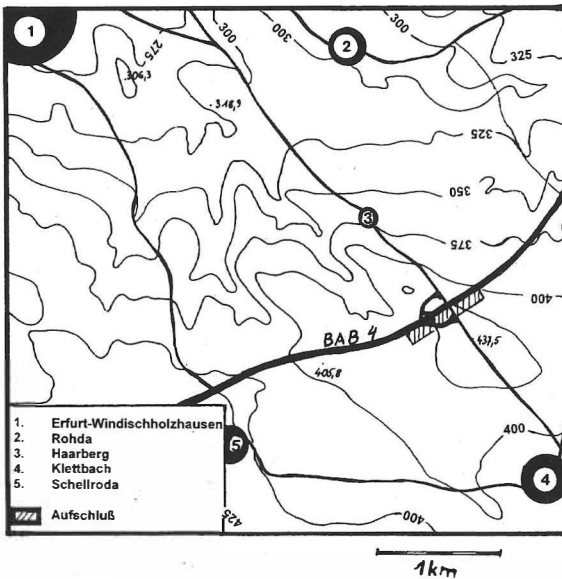


Abb. 2: Lage des Aufschlusses

2. Schichtenfolge

Im Aufschluß waren die Pelitrot-Folge (so2), die Anhydrit-Folge (mm) und die Hauptmuschelkalk-Folge (mo1-mo3) vertreten.

Rote, zum Hangenden in graublaue und grünlichgraue Farbtöne übergehende Ton- und Siltsteine traten im NE-Teil des Aufschlusses auf und bildeten eine farblich markante Einschaltung im sonst monotonen Böschungsbereich. Derartige Gesteine wurden von MICHAEL (1940) dem Röt zugeordnet. Nach KÄSTNER & SEIDEL (1996) soll es sich um Unteren Gipskeuper (kmGU) handeln. Eine Zuordnung dieser geringmächtigen, extrem deformierten Abfolge zum Gipskeuper oder zum Oberen Buntsandstein war aus lithologischer Sicht nicht möglich. Aus strukturgeologischen Gründen (s. unten) wird eine Einstufung in den basalen Teil der Pelitrot-Folge (so2) favorisiert: Das isolierte Vorkommen besitzt keine durch einen oberirdischen Ausstrich erkennbare bzw. eventuell durch Überschiebung verdeckte Verbindung zu den herzynisch streichenden Letten- und Gipskeuper-Vorkommen nördlich von Klettbach.

Ein derartiger Zusammenhang konnte auch nicht durch den Bau der Ferngasleitungen im Abschnitt Schellroda-Klettbach-Hayn in den Jahren 1991/92 erbracht werden. Bei diesem Vorkommen handelt es sich um eine nach Südwesten einfallende Grabenfüllung, deren Art und Grad der Deformation unbekannt sind. Aus der GK 25 5032 geht ein konkordanter, ungestörter Übergang vom Lettenkeuper zum Gipskeuper hervor. Das zweite, sich an das erste unmittelbar nördlich anschließende Lettenkeuper-Vorkommen östlich des Erdfalles (FND „Müllersee“) konnte beim Bau der Wasserleitung Klettbach-Hayn (19984-86) nicht bestätigt werden. Die hier bereits weitspannig gefalteten Ceratiten-Schichten reichen nur bis in die *spinusosus*-Zone (*Cycloides*-Bank): eine konkordante Überlagerung des Lettenkeupers auf die oberen Ceratiten-Schichten liegt somit, im Gegensatz zur Darstellung auf dem Kartenbild, nicht vor. Störungsbedingte Versätze kommen hier auch nicht vor ¹⁾.

Zwischen dem Vorkommen der roten und grauen Tonsteinen an dem SE-Böschung der BAB-Abfahrt Haarberg und dem Röt-Vorkommen im Wasseriß südlich des Hahnberges (318,9 m NN) bei Erfurt-Windischholzhausen (ENGELS 1986) besteht ebenfalls keine überragende Verbindung. Letztgenanntes Vorkommen zeigt, daß auch durch „Aufpressung“ von duktil reagierenden Schichtgliedern ältere stratigraphische Baueinheiten neben jüngeren Schichtenfolgen liegen können, dieses Nebeneinander nicht nur durch Extension (Grabenbildung) verwirklicht wird.

Im beobachteten Profilabschnitt fehlen zudem die auch für den Gipskeuper charakteristischen (allerdings geringmächtigeren) Steinmergel-Bänke. Neben lagenweisen und perl-schnurartig-girlandenförmig angeordneten Gips-Residualen finden sich nur feinsandig-siltige bzw. schluffige Partien. Die Mächtigkeit der Wechselfolge wird durch den Biegegleitfaltenbau (Stapelungseffekt) in den Tonlagen scheinbar vervielfacht. Obwohl Leit-horizonte im Aufschluß fehlen, die eine Stratifizierung ermöglichen würden, kann die Mächtigkeit dieser Abfolge auf maximal 6-8 m geschätzt werden.

Die Anhydrit-Folge (mm) besteht aus Dolomit-Mergelsteinen, Mergelkalken, Tonsteinen sowie Realsedimenten. Auffällige Einlagerungen sind bruchdeformierte, bis zu 1 m mächtige Kastendolomite und Klotzkalke. Die Mächtigkeit der abgelaugten Anhydrit-Folge dürfte zwischen 30-35 m liegen. Im Top der Abfolge treten knauringe Schillkalke auf, in denen örtlich faustgroße Konkretionen oder cm-mächtige, aus graubraunen bis schwarzen Hornsteinen bestehende Lagen vorkommen. Eine bis 0,6 m mächtige Bank führt reichlich bis stecknadelkopfgroße Ooide, Onkoide bzw. Pelloide. Nach der klassischen Gliederung des Röts und des Muschelkalks in der Umgebung von Jena (MÄGDEFRAU 1957) entspricht sie der oolithischen Bank zwischen den Hornsteinen und dem Trochitenkalk i.e.S.

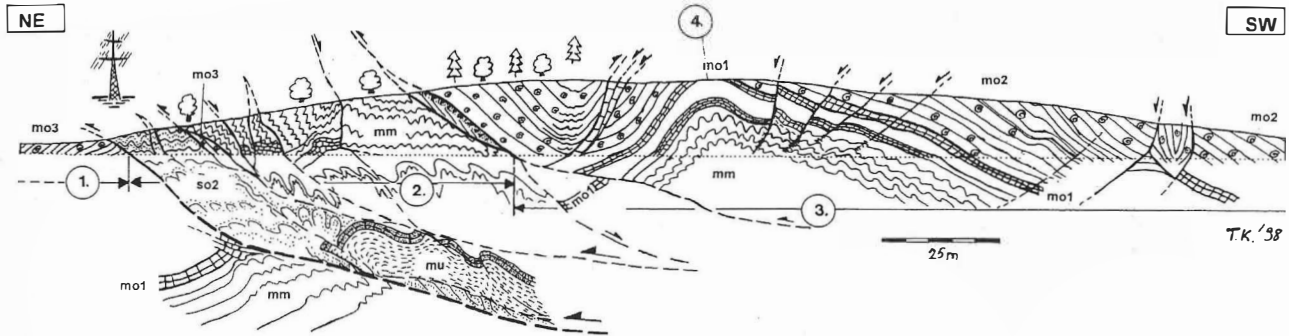
Die Hauptmuschelkalk-Folge (mo1-mo3) ist mit Trochitenkalk (mo1) und Ceratiten-Schichten (mo2-3) vertreten. Der Trochitenkalk i.e.S. (moT) besteht aus knauringen, wenige dm-mächtigen Schillkalk-Bänken, die örtlich reichlich Stielglieder von *Encrinurus lilliformis* und Schalen von *Plagiostoma striata* („Striatellen-Kalk“) führen. Die nach den Morphotypen der Gattung *Ceratites* gegliederten Ceratiten-Schichten waren im Aufschluß bis zur *Cycloides*-Bank moCC (*enodis*-Zone) aufgeschlossen.

Die zwischen Pelitröt- und Anhydrit-Folge gelegene Hauptmuschelkalk-Scholle wurde nach den wenigen Ceratiten-Funden in die *pränodosus*-Zone eingestuft. Sie bildet somit das stratigraphisch jüngste Schichtglied im gesamten Aufschluß.

Quartäre Hangschutt-Bildungen traten im Aufschlußbild zurück und wurden in den Abbildungen (Taf. 1 und 2) nicht weiter berücksichtigt.

Während die Dolomite der Anhydrit-Folge bzw. der Trochitenkalk in der Umgebung zur Steilstufen-Bildung mit Skelettböden tendieren, werden die leicht verwitternden Tonstein- und Mergelkalk-Ausstriche von dezimeter- bis metermächtigen Rendzinaböden und Parabraunerden überdeckt.

¹⁾ Dieser Sachverhalt wurde auch von Herrn S. REIN (Erfurt-Roda) bei der Profilaufnahme bestätigt.



Hauptmuschelkalk-Folge (mo1-mo3)



Ceratiten-Schichten (mo2-mo3)



Trochitenkalk (i.e.S.)

Anhydrit-Folge (mm)



Dolomit-Mergelsteine



gefaltete Ton- und Mergelsteine,
Residualsedimente

Wellenkalk-Folge (mu)

nicht aufgeschlossen; durch intensive
Einengungsformen (Biegeleitfalten)
im Aufschluß westlich des Gasthofs
"Haarberg" am Aufbau der Erfurter
Störungszone maßgeblich beteiligt
(KRAUSE & KATZUNG 1997)



Schaumkalk-Zone



Wellenkalk

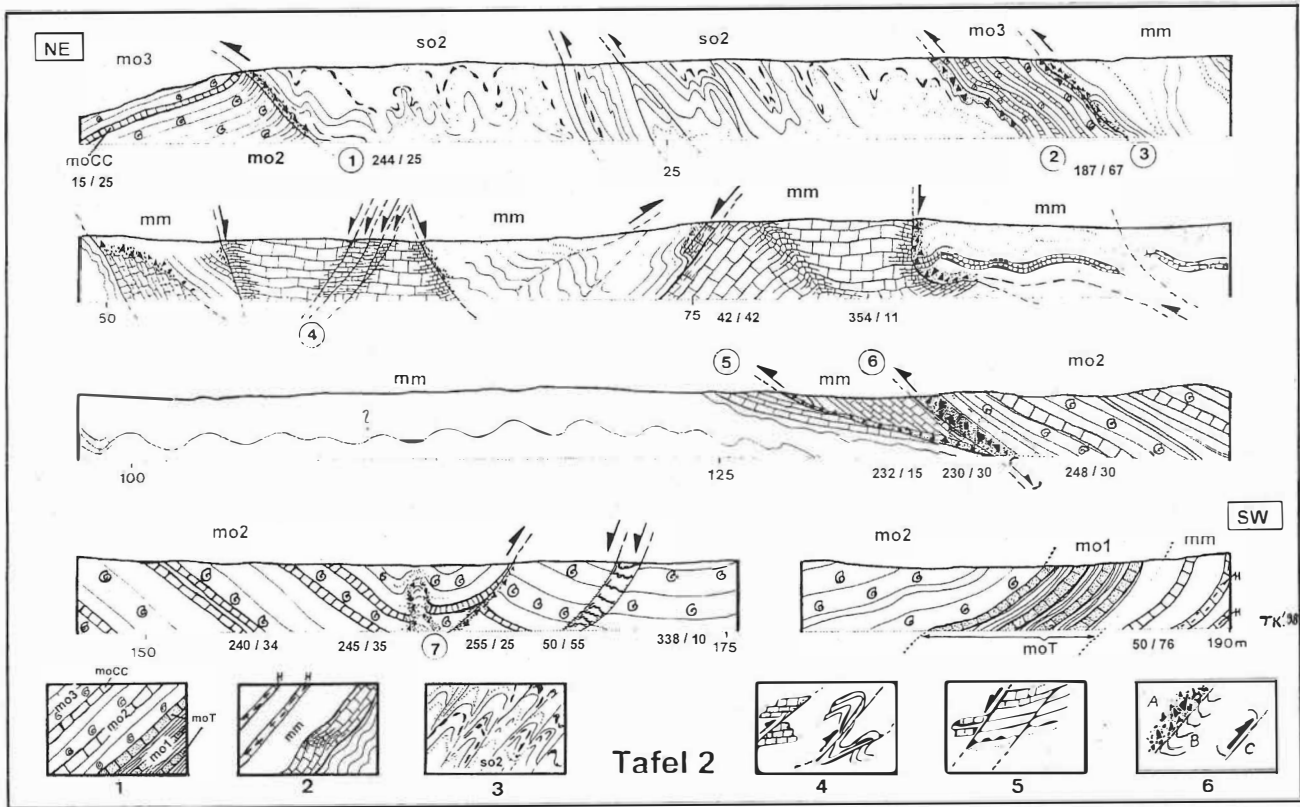
Pelitrot-Folge (so2)



gefaltete rote und graue Tonsteine
mit Gipsresidualen

1. - Abschnitt 1
2. - Abschnitt 2
3. - Abschnitt 3
4. - BAB 4 überquerende Brücke
L 1052 (Erfurt-Kranichfeld)

Tafel 1



3. Aufschlußübersicht

Die strukturgeologische Bearbeitung erfolgte an der 45° geneigten Endböschung sowie einem begrenzten, bis zu 2 m hohen senkrechten Stoß am Böschungsfuß (gegenwärtig mit Naturstein versiegelt).

In der Bauphase (August bis Oktober 1998) waren die strukturgeologisch wichtigen Böschungsabschnitte nur kurzfristig frei. Sofortige Herrichtung und anschließende Begrünung der Endböschung verkürzten die Aufschlußdauer erheblich. Eine umfangreiche Fotodokumentation über den strukturgeologischen Formenschatz erleichterte die anschließende Auswertung wesentlich.

Aufgrund des stratigraphischen (lithologischen) und strukturellen Inventares läßt sich der Aufschluß in drei Abschnitte gliedern:

Der **1. Abschnitt** (Taf. 1 und 2) ist nur 10 m lang. Er beginnt nordöstlich der Pelitröt-Folge unter einer NE-vergente Überschiebung und besteht aus Tonstein-Schillkalk-Wechsellagerungen der Ceratiten-Schichten. Diese fallen mit 25° nach NE ein und gehören bereits zum nordöstlichen Vorland der Erfurter Störungszone. Die weitspannig gefalteten Schichten konnten an weiteren Böschungsabschnitten der BAB 4 bis zur überquerenden Straße Eichelborn-Mönchenholzhausen (K 4) beobachtet werden. Sattel- und Muldenstrukturen im Dm-Bereich werden an zwei Stellen durch aufsitzende NE-vergente Monoklinalfalten (keine Flexuren !) mit Spannweiten von wenigen Metern unterbrochen (1. Monoklinale ungefähr 1 km von der Brücke L 1052, 2. Monoklinale mit Aufschiebungstendenz ungefähr 2 km von der Brücke L 1052 entfernt). Lokal treten im Liegenden von mächtigeren Schillkalk-Bänken an Schichtgrenzen gebundene Überscherungen mit nicht bestimmbarer Verwerfungsbeträgen auf. Ob es sich bei den Monoklinalfalten um Abscherfalten (detachment folds) handelt, konnte aufschlußbedingt nicht geklärt werden. Wegen der generellen Tendenz zu disharmonischer Faltung in derartigen Wechsellagerungen und den beobachteten Überscherungen ist dies allerdings sehr wahrscheinlich. Demnach sind die weitspannigen Faltenverbände, die auch das südwestliche Vorland (Richtung Schellroda-Egstedt) kennzeichnen, nicht auf vertikalttektonische Bewegungen zurückzuführen, sondern an horizontaltektonische Einengung gebunden („buckle folds“, HATCHER 1995).

Den **2. Abschnitt** (Meter 25 bis Meter 110, Taf. 1 und 2, Taf. 3 – Abb. 1 und 2) kennzeichnen biegegleitgefaltete Ton- und Mergelsteine der Pelitröt- und Anhydrit-Folge. Der Pelitröt wurde dabei unter Anlage der oben erwähnten NE-vergente Überschiebungsbahn auf die Ceratiten-Schichten (*Cycloides*-Bank – moCC -, Taf. 2) überschoben. Die intensive Deformation dieser roten und grauen Gesteine kontrastiert zu der überschobenen Unterlage. Trotz der Ähnlichkeiten im Kompetenzverhalten fehlen in den nordöstlich unterlagernden Ceratiten-Schichten die engspannigen Kleinfalten bzw. der charakteristische Kleinschuppenbau. Im Gegensatz zu KÄSTNER & SEIDEL (1996) – die von einer Einstufung als Gipskeuper ausgehen (s. oben) – sehen die Verfasser in diesem Vorkommen keine überpreßte Grabenfüllung. Im Südwesten wird der Pelitröt von einer normal lagernden, deutlich geringer deformierten, bis zu 2 m mächtigen, von Störungen begrenzten Scholle aus Hauptmuschelkalk überlagert. Das Schichtpaket, das mit 60-70° nach SW einfällt, scheint nach NE auszuweichen. Es wird im SW von aufgeschobener Anhydrit-Folge überlagert. In der Anhydrit-Folge treten engspannige Biegegleitfalten und Abschiebungen auf. Der bis zu 12 m hohe Böschungsbereich ist infolge Subrosion tiefgründig verwittert. NE- und SW- vergente schichtinterne Kleinfalten wurden deshalb nur noch in der unmittelbaren Umgebung der Klotzkalke und Dolomit-Mergelsteine beobachtet.

Der **3. Abschnitt** beginnt mit der schichtparallelen Aufschiebung des Hauptmuschelkalkes bei tektonisch bedingtem Ausfall des Trochitenkalkes auf die intensiv biegegleitgefaltete Anhydrit-Folge (Meter 110 bis zum südwestlichen Böschungsende, Taf. 1 und 2, Details auf Taf. 3-8). Die Ceratiten-Schichten bilden im Gegensatz zu den Kleinfalten der Anhydrit-Folge

ge eine weitspannige Mulde, deren Zentrum durch Staffelbrüche (synthetische und antithetische Abschiebungen) sowie eine kollapierte Kleinfalte mit Aufschiebung an der SE-Flanke deformiert ist. Der SW-Schenkel der Mulde besteht aus Ceratiten-Schichten, Trochitenkalk und bereits zur Anhydrit-Folge gehörigen hornsteinführenden Schill- und Klotzkalken. Sie leiten zu dem Sattel über (auf dem die L 1052 – Erfurt-Kranichfeld verläuft). Im Gelände bildet er eine morphologische Steilstufe bzw. Schichtrippe.

Die Abschiebungen südwestlich der die BAB 4 überquerenden Brücke begleiten Kippschollen (Taf. 1, Taf. 6 und 7). Bemerkenswert ist das blinde Enden dieser Abschiebungen in den engspannig gefalteten Tonmergelsteinen der Anhydrit-Folge.

Die jüngeren Ceratiten-Schichten (obere *spinosus*-Zone) am SW-Ende des Aufschlusses gehören bereits zum weitspannig gefalteten südwestlichen Störungsvorland (Mulde von Schellroda).

4. Einzelstrukturen

Bereits in der Aufschlußübersicht zeichnen sich deutlich Einengungsformen ab, die durch zwei voneinander unabhängigen Kompressionsphasen entstanden sind. Es wird daher, bezogen auf das aufgeschlossene Profil zwischen Aufschiebungen und abscherungsbedingten (primären) Biegegleitfalten in der Pelitröt- und Anhydrit-Folge sowie den überpressungsbedingten Aufschiebungen und (sekundären) Biegegleitfalten in den Ceratiten-Schichten unterschieden. Zwischen beiden Phasen bildeten sich Extensionsstrukturen (Staffelbrüche, Y-Strukturen). Die Meßwerte im Text und auf den Tafeln wurden nach der Fallrichtungsmethode ermittelt.

4.1. Aufschiebungen und abscherungsbedingte (primäre) Biegegleitfalten in der Pelitröt- und Anhydrit-Folge

Die Einstufung der roten und grauen Tonsteine in den Unteren Gipskeuper (KÄSTNER & SEIDEL 1996) war aus lithologischer Sicht nicht nachvollziehbar (s. oben).

Bereits ZIMMERMANN (1895) verwies auf die Aufpressung von Ton- und Siltsteinen des Oberen Buntsandsteines in einer aus stratigraphisch jüngeren Gesteinen aufgebaute Umgebung und bezeichnete sie als „eruptiven Röt“. WEGENER (1955) dokumentierte in der Saalfeld-Hainich-Eichenberger Störungszone die Aufpressung von Zechstein in den Mittleren und Oberen Muschelkalk bzw. in den Unteren Keuper am Heidelberg bei Nazza (zentraler Westhainich / Mihla). Aus dem Nordteil des Sontraer Grabens wird eine Zechstein-Aufpressung und -Überschiebung beschrieben, die von Wellenkalk-Einbrüchen begleitet wird (NÖRING-MOTZKA 1987). Die Beispiele zeigen, daß solche tektonostratigraphischen Beziehungen generell auch in der Erfurter Störungszone möglich sind bzw. mit dem Röt-Vorkommen südlich des Hahnberges (318,9 m NN) vorliegen.

Die als **Pelitröt-Folge** eingestufteten roten und grauen Tonsteine im nordöstlichen Böschungsabschnitt wie auch die Mergel und Tonsteine der Anhydrit-Folge sind durch engspannige Kleinfalten-Verbände gekennzeichnet, wie sie auch für die Gesteine des Mittleren und Oberen Muschelkalkes der Erfurter Herrenberge typisch sind.

Im Vergleich zu den Herrenbergen tritt die Faltungsdeformation in der **Hauptmuschelkalk-Folge**, insbesondere der Kleinfaltenbau in den Ceratiten-Schichten im Böschungsprofil der BAB 4 deutlich zurück. Es dominiert ein im Dm-Bereich gelegener, vorzugsweise durch Abschiebungen überformter Faltenbau, wie er auch im Vorland auf beiden Seiten der Erfurter Störungszone zu beobachten ist. Die **Anhydrit-Folge**, vor allem die Tonmergelsteine bilden dagegen im gesamten Aufschluß Kleinfalten-Verbände. Somit besteht eine extreme Disharmonie zwischen dem anisopachen Faltenbau der Anhydrit-Folge und dem weitspannig gefal-

teten Hauptmuschelkalk. Die Anlage dieser engspannigen Kleinfalten in den Salinar-Tonstein-Wechsellagerungen kann nicht das Ergebnis der Überpressungstektonik darstellen, da beide Folgen ein annähernd gleichwertiges Faltungsvermögen aufweisen. Wie die Faltenverbände der Ceratiten-Schichten an den Herrenbergen, im Bereich der Wachsenburg-Grabens (speziell in dem Geotop²⁾ „Schottergrube“ bei Haarhausen) und auch beim Ausbau der BAB 4 im Abschnitt Mühlberg / Freudental-Hainbühl-Apfelstädt / Sülzenbrücken²⁾ (Querung der N-Störung des Saalfeld-Hainich-Eichenberger Störungszone) zeigte, besitzen diese Tonstein-Kalkarenit/Bioklastkalk-Wechsellagerungen ein hervorragendes Biegegleit-Faltungsvermögen.

Die im Böschungsprofil der BAB 4 bzw. auf Blatt Erfurt als Mittlerer Keuper ausgehaltene Abfolge stellt keine überschobene bzw. überpreßte Grabenfüllung dar. Die anfängliche Annahme, daß es sich bei diesem Vorkommen um eine durch Kippschollen-Bewegung initiierte „necking-struktur“ handelt, ließ sich im weiteren Verlauf der Untersuchungen nicht bestätigen. Vielmehr muß die Anlage dieser Faltenverbände im Pelitröt und im Mittleren Muschelkalk in Verbindung mit schichtparallelen Abscherungen innerhalb der Salinar-Tonstein-Wechsellagerungen dieser Abfolgen und der damit verbundenen Stauchung und Stapelung angesehen werden.

Bereits NAUMANN (1927, S. 84 – Exkursionsbericht) vermutete in den Salinar-Lagern der Anhydrit-Folge im Raum Eisenach-Mihla Abscherhorizonte:

„... Der Straße nach Mihla folgend wurden dann bei Ebenau südöstlich über den Steinbruchshaus des alten Gipsschachtes die Verwerfungen im Oberen Muschelkalk und Unteren Keuper besichtigt. Es zeigte sich dabei, daß diese den Wellenkalk nicht mit betroffen haben. Die Schichten des Oberen Muschelkalkes und Unteren Keupers bilden also hier über dem weder gefalteten noch verworfenen Wellenkalk eine Abscherungsdecke von stark zusammengesobenen und verworfenen Schichten. Vermutlich ist die Abscherung auf dem mobileren Salzhorizont des Mittleren Muschelkalkes erfolgt. ...“

Die Faltenchenkel bzw. Schichtverbände im Pelitröt zeigen alle ein steiles Einfallen nach SE (70-80°). Die im Bereich der Böschung angeschnittenen größeren, im dm-Bereich gelegenen Faltenachsen-Flächen entsprechen dabei den Schichtflächen bzw. bilden Verwerfungsflächen (Taf. 2, Taf. 3 – Abb. 1). Faltenachsenflächen bzw. Schichtverband streichen etwa NE-SW, d.h. im markanten Winkel zur Erfurter Störungszone. Diese Phänomene wurden auch an den kleineren Faltenachsen in der Anhydrit-Folge südwestlich der Brücke (Taf. 1) beobachtet: 172 / 10; 102 / 05; 98 / 10; 120 / 10; 86 / 12; 122 / 12.

Auch die aus Hauptmuschelkalk aufgebaute Synklinale und Antiklinale besitzt SW-NE Streichen. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, daß die Faltung der Anhydrit- und Hauptmuschelkalk-Folge zeitgleich erfolgt ist. Die Biegegleitfalten stimmen auch mit den im Wellenkalk im Aufschluß Haarberg (KRAUSE & KATZUNG 1997) beobachteten Faltenverbänden überein. Die Kompression führte in der Pelitröt- und Anhydrit-Folge zur Anlage von Bewegungsbahnen. Im Makro- bis Mikrobereich sind sie stets an lithologische Wechsel bzw. Kompetenzkontraste gebunden. Teilweise dürften echte Fließfalten vorliegen. Ton-Akkumulationen in Faltenkernen bzw. Kollapsfalten stützen diese Vermutung. Bemerkenswert ist das Auftreten von Gips-Residualen in der Nähe von Scherzonen. Sie belegen, daß die abgelagerten Salinar-Tonstein-Wechsellagerungen tatsächlich als Bewegungsmittel fungierten. Das Fehlen der Wellenkalk-Folge im untersuchten Aufschluß, die in Form engspanniger Faltenverbände maßgeblich am Aufbau des Strukturabschnittes Haarberg-Klettbach beteiligt ist, läßt sich mit jüngeren Extensionseignissen erklären. Es wird angenommen, daß die Abscherung und Aufpressung der Rötensedimente durch die Wellenkalk-Folge i.S. eine frontale Abscherung unterstützt wurde (Taf. 1). Die zwischen Ceratiten-Schichten und Pelitröt-Folge

²⁾ Die Aufnahme dieses Profiles erfolgte von Herrn Dipl.-Geol. H. HOPF, Wandersleben, der den Bearbeitern die Aufnahmeergebnisse für Vergleichszwecke dankenswerterweise zeitweilig überließ.

gelegene NE-vergente Hauptaufschiebung im Böschungsprofil wird von einer 20-30 cm mächtigen Kataklyse-Zone begleitet. Daneben scheint eine weitere vom Pelitröt unabhängige, sich auffächernde Hauptüberschiebung (flower-structur) in der Anhydrit-Folge vorzuliegen, die im Bereich der mächtigen Zersetzungsprodukte bzw. Residualsedimente vermutet wird. Beide Hauptaufschiebungen haben somit die eigentliche Aufpressung bzw. die faltungs begleitenden Entkopplung der Salinar-Tonstein-Wechselfolgen (halotektonisch induzierter Mikrodiapirismus) primär initiiert. Die hohe Mächtigkeit der Salinar-Lager im Röt und in der Anhydrit-Folge, möglicherweise auch des Zechsteins (Werra-Folge) im Erfurter Raum waren die Voraussetzung dafür.

4.2. Einschuppung von Ceratitenschichten

Die zwischen Pelitröt- und Anhydrit-Folge gelegene, bis zu 2 m mächtige Scholle aus normal lagernden, mit 60-70° nach SW einfallenden oberen Ceratiten-Schichten (mo3), wird von zwei Aufschubbahnen begrenzt (Taf. 2 und 3). Obwohl der Böschungswinkel (40 bis 50° – Anschnittseffekt) das Bild verfälscht, zeichnet sich eine Verjüngung der Scholle zum Hangenden ab. Beide Aufschiebungen vereinen sich zu einer Hauptaufschiebung. Trotz der fortgeschrittenen Erosion im obigen Böschungsabschnitt ist eine direkte Überlagerung des Pelitröts durch die Anhydrit-Folge sehr wahrscheinlich (vgl. Blatt Erfurt, betreffender Abschnitt – Verwerfung zwischen „Unteren Gipskeuper“ und Anhydrit-Folge). In dieser Hauptmuschelkalk-Scholle einen auf- bzw. überschiebungsbegleitenden tektonischen Schürfling zu vermuten, ist schwer vorstellbar. Vielmehr kommen in diesem Aufschlußteil die Merkmale der Inversionstektonik, d.h. die Umkehrung der primären Bewegung zum Ausdruck: Flache Abschiebungen wurden durch jüngere Einengung in Aufschubbahnen überführt.

Die Entstehung dieser Hauptmuschelkalk- „Schuppe“ wird auf einen Scheiteleinbruch der Pelitröt-Anhydrit-Aufpressung bei Anlage von schichtparallelen Abschiebungen zwischen Röt und Hauptmuschelkalk zurückgeführt. Durch jüngere Einengungsprozesse wurden diese Ceratiten-Schichten aus Südwesten von der Anhydrit-Folge überschoben. Während der Öffnungsmechanismus der mit Calzit gefüllten Fiederklüfte in den geringmächtigen mikritischen und ruditischen Kalk-Bänken die „primäre“ Abschiebungstektonik (Scholleneinbruch) fixiert haben, weisen dm-mächtige Kataklyse-Zonen an den Bewegungsbahnen und NE-Vergenz im Kleinfaltenbau der unmittelbar angrenzenden Röt- und Anhydrit-Folge auf den Aufschubbahnen hin. Die damit verbundene teilweise Herauspressung der Kleingruben-Füllung erfolgte mit hoher Wahrscheinlichkeit unter Anlage von schichtparallelen Aufschubbahnen in den Ceratiten-Schichten. Dabei kam es zu einer Mächtigkeitsreduzierung, bevor die gesamte Scholle auf den Röt nach NE aufgeschoben wurde. Die annähernd schichtparallele Einschuppung der Hauptmuschelkalk-Folge ist somit ein Ergebnis der Wechselbeziehung von Ausweitungs- und Einengungstektonik. Die Schuppe kann deshalb genetisch nicht mit einem echten tektonischen Schürfling verglichen werden.

4.3. Kippschollen

Der primäre Antiklinal-Synklinal-Bauplan wurde in einem höheren Strukturniveau in schmale Horst und Gräben bzw. Staffelbrüche zerlegt, die sich im Aufschluß zu Y-Strukturen formieren.

Im SW-Teil des Aufschlusses prägen NE-SW streichende Kippschollen das Bild (Taf. 1). Inwieweit sie genetisch mit der Zerlegung des weitspannigen Sattel-Mulden-Baues in der Hauptmuschelkalk-Folge verbunden waren, konnte aus dem Aufschlußbild nicht rekonstruiert werden.

iert werden. Die Kippschollen vermitteln zwischen Ausweitungs- und Einengungstektonik. Für die Anlage dieser Kippschollen ist vor allem der Kompetenz-Gegensatz zwischen den unteren Ceratiten-Schichten, dem Trochitenkalk und den Klotzkalken im oberen Teil der Anhydrit-Folge gegenüber der Ton-Mergel-(Salinar)-Wechselfolge im mittleren Teil der Anhydrit-Folge bedeutsam (Taf. 6 u. 7). Die Abschiebungen, die mit 40-50° nach NW einfallen, beginnen in den Ceratiten-Schichten und enden in den Dolomiten bzw. Mergelsteinen im oberen Teil der Anhydrit-Folge. Diese sind in dem betreffenden Abschnitt als Kataklasten-Zonen ausgebildet. In ihnen entspringen teilweise die schichtparallelen Aufschiebungsbahnen. Alle Kippschollen zeigen eine Rotation mit dem Uhrzeigersinn an, der möglicherweise an die Abscherung der Anhydrit-Folge von der Unterlage und ihrem Transport nach NE gebunden ist. Die entstandenen Abschiebungen zeigen örtlich, insbesondere im Bereich von kompetenten Materialien, Überpressungsmerkmale (Kataklasten).

4.4. Überpressungsbedingte Aufschiebungen und (sekundäre) Biegegleitfalten

Die Anlage von überpressungsbedingten (sekundären) Aufschiebungen und Biegegleitfalten ist an die Rotation der Kippschollen und an die Überpressung der Graben-Horst-Strukturen im gesamten Böschungprofil gebunden. Wichtigste Merkmale der sekundären Einengung sind die Inversion von Abschiebungen, die Bildung von Kollapsfalten, als auch die Anlage jüngerer Aufschiebungen.

Bei der sekundären Einengung scheint generell Sprötverhalten gegenüber duktiler Deformation zu überwiegen, was sich in der deutlich selteneren Anlage von Falten gegenüber der Ausbildung von Kataklasten-Zonen manifestierte.

Inversionsstrukturen / sekundäre Aufschiebungen

Die Entstehung von Inversionsstrukturen, konkret die Überführung flacher Abschiebungen in Aufschiebungen, wurde bereits im Zusammenhang mit der Einschuppung der Ceratiten-Schichten zwischen Pelitröt- und Anhydrit-Folge dargestellt.

Weitere Beispiele für die Inversion von Abschiebungen sind die Aufschiebungen 5 und 6 (Taf. 2). Unter tektonischem Ausfall des Trochitenkalkes und bei Aufspalten einer Hauptaufschiebungsbahn erfolgte die nahezu schichtparallele Aufschiebung der aus Ceratiten-Schichten zusammengesetzten Mulden/Graben-Füllung aus Südwesten auf die aus der Anhydrit-Folge aufgebaute Sattel/Horst-Struktur im Nordosten.

Die Aufschiebung 7 (Taf. 2) besitzt SE-Vergenz. Als Rücküberschiebung interpretiert, hat sie zusammen mit den Aufschiebungen 5 und 6 das Herauspressen der Mulden/Graben-Füllung bewirkt.

Die Bildung der schichtparallelen Scherzonen in den Klotzkalken der Anhydrit-Folge unmittelbar im Liegenden des Trochitenkalkes wird als ein Ergebnis der Kippschollen-Rotation angesehen. Ein Zusammenhang mit den inversiv angelegten Aufschiebungen ist ungeklärt.

Die durch Inversionstektonik angelegten Bewegungsbahnen haben die Verwerfungsbeträge der primären Abschiebungen in keinem Fall überschritten.

Kataklasten-Zonen

Die Kataklasten-Zonen sind 20-30 cm mächtig und treten in der Umgebung von Aufschiebungen, überpreßten Abschiebungen und insbesondere an den Klotzkalken der Anhydrit-Folge auf. Dabei handelt es sich häufig um kubische bis rundlich-elliptische Scherkörper, deren Merkmale die Anlage der Kataklasten-Zonen abbilden:

Durch plastisches Kriechen („necking“) intrudierten Ton-(Salinar)-Gesteine in das Rupturinventar der spröde reagierenden Dolomitmergel, Kalkarenite und mikritischen Kalksteine. Die einzelnen Zerfallskörper sind von Stylolithen und Harnischflächen umgeben. Durch die scherungsbedingten Klaskontakte im Bereich der Bewegungsbahnen erfolgte zunehmend eine Volumenabnahme dieser Scherkörper. Mit dem Prozeß des „neckings“ wurden Spannungen zwischen dem Ton und den kompetenten Kalken übertragen, die zum weiteren Herausbrechen von Festgesteins-Segmenten führten. Im Hangenden der Trochitenkalk-Bänke anstehende, cm-mächtige Tonstein-Mikrit-Wechselagerungen zeichnen sich durch ein engständiges orthogonales (kubisches) Kluftsystem aus. Im Bereich der Aufschiebung 7 (Taf. 2) sind diese Wechselfolgen für die Anlage solcher Kataklyse-Zonen bevorzugt verwendet worden.

Eine Besonderheit stellen Kataklyse-Zonen im Grenzbereich Klotzkalk/Mergelkalk der Anhydrit-Folge dar. Durch sekundäre Zementation bzw. Rekristallisation wurden diese Brekzien verfestigt. Die einzelnen Scherkörper, die die Form von Faltensegmenten besitzen, werden auch hier von einer Vielzahl von Stylolithen begrenzt. Es handelt sich somit nicht um synsedimentär gebildete Ablagerungen (i.S. von Rauchwacken), sondern eindeutig um tektonisch deformierte Gesteinslagen. Die weitere laterale Verfolgung dieser Horizonte war allerdings aufschlußbedingt nicht möglich.

Sekundäre Biegegleitfalten

Als sekundäre Biegegleitfalten werden die hier deutlich zurücktretenden Kleinfalten in den Ceratiten-Schichten gedeutet, die sich nach ihrer Form in drei Gruppen zusammenfassen lassen.

Die 1. Gruppe ist nur durch eine kollabierte, vergenzlose Kleinfalte (Taf. 4) im Zentrum der Hauptmuschelkalk-Synklinale (Taf. 1 und 2) vertreten. Ihre Anlage erfolgte im Zusammenhang mit der Anlage der SE-vergenten Aufschiebung 7. Merkmale sind weniger Schichtverbiegungen in den geringmächtigen Tonstein-Kalkstein-Wechselagerung als vielmehr brekzierte Schenkel- und Scheitelpartien, wie sie sich vor allem an der völligen tektonischen Aufarbeitung einer bis zu 15 cm mächtigen kompetenten Schillkalk-Bank belegen läßt. Die Hochlängung der rupturierten Schenkel steht einem kleinen Öffnungswinkel gegenüber. Der eigentliche Scheitelbereich fehlt in dieser Bank völlig. Die Necking-Intrusion besitzt den Habitus eines aus Ton bestehenden Mikrodiapirs, der sich im farbliche Kontrast zwischen den hellblauen, Pyrit-haltigen Tönen im Faltenbereich und den hellen gelblichgrauen, oxydierten Schichtverband der Umgebung deutlich abzeichnet.

Die 2. Gruppe der sekundären Biegegleitfalten umfaßt die kompressive Ausgestaltung von Flexuren bzw. Schlepplagen im der Umgebung von Abschiebungen (Taf. 5, Abb. 1; Taf. 8, Abb. 3 – rechts). Die Falten besitzen keine übereinstimmenden Vergenzen.

Zur Gruppe 3 zählen Kleinfalten, die i.w.S. an Aufschiebungsbahnen gebunden sind. Zum einen sind hierbei die durch Inversion angelegten Aufschiebungen zu nennen, die zu frontalen Abscherfalten geführt haben (Taf. 8, Abb. 3 – Bildmitte). Diese Kleinfalten treten bevorzugt im Stirnbereich von aufgeschobenen kristallinen Kalk-Bänken auf. Zu dieser Gruppe gehören auch schichtparallele Kleinfalten-Verbände, die mit der Anlage von Kippschollen und damit entstandenen Aufschiebungen assoziiert sind. Sie treten innerhalb der Klotzkalke der Anhydrit-Folge auf und sind stets auf die cm-mächtigen Ton-Silt-Einschaltungen innerhalb dieser Klotzkalke beschränkt (Taf. 7 – Abb. 2 und 3). Teilweise als Monoklinal-Falten ausgebildet, verdeutlichen sie den generell nordvergenten Bewegungssinn dieser Aufschiebungen. Auf die Ungewissheit, ob diese Kippschollen vorzugsweise an Extension oder an die Abscherung der Anhydrit-Folge gebunden sind, wurde bereits hingewiesen.

Eine Unterscheidung zwischen primären und sekundären Biegegleitfalten in der Pelitröt-

und Anhydrit-Folge war nicht möglich. Die Annahme einer Überfaltung der älteren Faltenverbände ließ sich wegen der geringen Anzahl an Meßpunkten bzw. der Unterrepräsentanz von Falten im Hauptmuschelkalk nicht bestätigen. Vergleicht man die engspannigen Kleinfalten-Verbände dieser Abfolgen mit den wenigen Kleinfalten in den Ceratiten-Schichten, so fällt bei den letzteren immer wieder das bruchhafte, durch Kataklyse bzw. Necking-Bildung gesteuerte Faltungsverhalten auf. Stylolithen treten in den kompetenteren Karbonat-Horizonten dieser Falten deutlich zurück bzw. wurden nicht beobachtet. Somit fehlen u.a. die durch Stylolithen entstandenen Ton-Filme (Residuale), die den Prozeß der Biegegleitfaltung vor allem in den Mikriten und den Kalkareniten begünstigt haben.

Diese Gegensätze lassen vermuten, daß die Bildung der aufschiebungsbegleitenden und der überpressungsbedingten, sekundären Biegegleitfalten in unterschiedlichen Bereichen des Mittleren Strukturniveaus stattgefunden hat. Für den Strain der sekundären Biegegleitfaltung werden deutlich geringere Werte vermutet, die sich visuell auch durch das Zurücktreten der Kleinfalten im Hauptmuschelkalk belegen lassen.

4.5. Verwerfungsbeträge

Wie im Strukturabschnitt Erfurter Herrenberge (FRANZKE & SCHUBERT 1987) konnten auch im Böschungprofil der BAB 4 die absoluten Versätze an den Verwerfungen nicht ermittelt werden. Im Böschungprofil der BAB 4 übertreffen die Relativbewegungen der Einengung deutlich die der Ausweitungstektonik. Sie sind vor allem in der schichtparallelen Gleitung innerhalb der Salinar-Tonstein-Wechselfolgen enthalten bzw. wurden im engspannigen Biegegleitfaltenbau (Schichthochklängung, Stapelungseffekte der Gleitbretter) fixiert.

Mit der Abscherung und Aufpressung der intensiv deformierten Pelitröt-Folge und deren Überschiebung auf die Ceratiten-Schichten des Hauptmuschelkalkes ergibt sich ein Verwerfungsbetrag von mindestens 150 m. Da diese Aufschiebung zum Liegenden hin flacher wird und vermutlich in einen schichtparallelen Abscherhorizont einmündet, kommt ein nicht abschätzbarer schichtinterner Horizontaltransport hinzu, so daß der gesamte Verwerfungsbetrag 200-220 m erreichen dürfte. Der Betrag der sekundären Abschiebungen, als Ergebnis des Scheiteleinbruches der Aufpressung, liegt zwischen wenigen Dezimetern bis einigen Dekametern. Der höchste Abschiebungsbetrag wird im Bereich zwischen der Pelitröt- und der Anhydrit-Folge eingebrochenen Hauptmuschelkalk-Scholle und der Abschiebung 6 (Grenze zwischen Abschnitt 2 und 3) erreicht. Durch überpressungsbedingte Inversion sind diese Abschiebungsbeträge verringert worden bzw. reduzierten sich erheblich mit der Anlage der sekundären Aufschiebungen und der damit verbundenen teilweisen aufschiebungsbedingten Herauspressung der Grabenfüllungen.

5. Kinematische Interpretation

Bei der Zerlegung der Thüringer Mulde in herzynisch streichende Leistenschollen haben vor allem an deren Grenzen Kompressions- und Extensionseignisse zur Entstehung von Polydeformationsgefügen geführt. Häufig wurden ältere von jüngeren Strukturen überprägt.

Obwohl nicht erwiesen ist, ob die Erfurter Störungszone eine Palimpseststruktur des bruchdeformierten Grundgebirges darstellt bzw. eine tektonische Vorzeichnung im präzechsteinzeitlichen Untergrund besitzt, dürften die Röt-Anhydrit-Aufpressungen denen in der Aufpressungen der Saalfeld-Eichenberger Störungszone bzw. der Ilmtal-Störungszone (STEINER & SEIDEL 1987)entsprechen.

In den vorangegangenen Abschnitten wurde der Ablauf der Deformationen in den Einzelstrukturen analysiert. Sie sind die Grundlage für die kinematische Interpretation der Erfurter Störungszone im Abschnitt Haarberg-Klettbach:

FRANZKE & SCHUBERT (1987) haben im Bereich der Herrenberge sechs Deformationsstadien unterschieden, die sich nicht auf den Strukturabschnitt Haarberg-Klettbach übernehmen lassen und speziell im Böschungsprofil der BAB 4 nicht zu erkennen waren. Unter Berücksichtigung des Kompetenzverhaltens der beteiligten Gesteine und der Dominanz spezifischer Einengungs- und Ausweitungsformen in den einzelnen Bereichen der Böschung lassen sich folgende Deformationsstadien aushalten:

1. Hauptaufschiebung und engspannige Faltung des Pelitrötes auf den geschleppten weitspannig gefalteten Muschelkalk des nordöstlichen Störungsvorlandes unter Ausnutzung von schichtparallelen Abscherbahnen in Salinar- und Pelit-Lagen, äquivalente Hauptaufschiebung möglicherweise auch in deformierten und subrosiv zersetzten Salinar-Tonstein-Wechselfolgen der Anhydrit-Folge, Ausklingen des engspannigen Faltenverbandes der Anhydrit-Folge nach SW und Übergang zu mittelspannigen, bruchhaft zerlegten Faltenbau in der Hauptmuschelkalk-Folge.
2. Einbruch der Sattelscheitel, Bildung von Graben- und Horststrukturen in Anlehnung an den primären Großfaltenbau (Bruchdeformationen im Hauptmuschelkalk), Einbruch der oberen Ceratiten-Schichten zwischen der Pelitröt- und der Anhydrit-Folge.
3. Überpressungstektonik verbunden mit Kippschollen-Bildungen: dabei partielles Herauspressen von Grabenfüllungen bei Anlage von schichtparallelen NE-vergenten Aufschiebungen (Ceratiten-Schichten auf Anhydrit-Folge), Bildung der kollapierten Kleinfalte, der SW-vergenten Aufschiebung in der aus Ceratiten-Schichten aufgebauten Mulde und der schichtparallelen Schlepptalten in den pelitisch-siltigen Zwischenlagern der Klotzkalke der Anhydrit-Folge.
4. Ergebnisse der Morphogenese sind im Böschungsprofil nur durch die Bildung mächtiger quartärer Bodendecken im Bereich der ausstreichenden Anhydrit-Folge bzw. durch Residualsedimente belegbar. Die Morphogenese schließt sich an das Stadium 1 an, ist allerdings im Bereich der hier bereits erodierten Salinar-Tonstein-Wechselagerungen des Gipskeupers nicht mehr nachvollziehbar. Entscheidend für die Salinar-Subrosion im Bereich dieser Aufpressungen dürfte bereits die klimatisch gesteuerte Lage des Salzspiegels seit der Unterkreide in Thüringen gewesen sein. Die Bildung des FND „Müllersee“ ist Zeugnis der Subrosionstektonik im Strukturabschnitt Haarberg-Klettbach.

Da jüngere Referenzschichten (Keuper und jüngere Sedimente, Quartär ausgenommen) fehlen, ist die zeitliche Einordnung der Deformationen nicht möglich. Das trifft auch auf die Dauer der tektonischen „Ruhephasen“ zu. Sie können kurz gewesen sein, und sogar ein kontinuierlicher Deformationsablauf kann nicht ausgeschlossen werden.

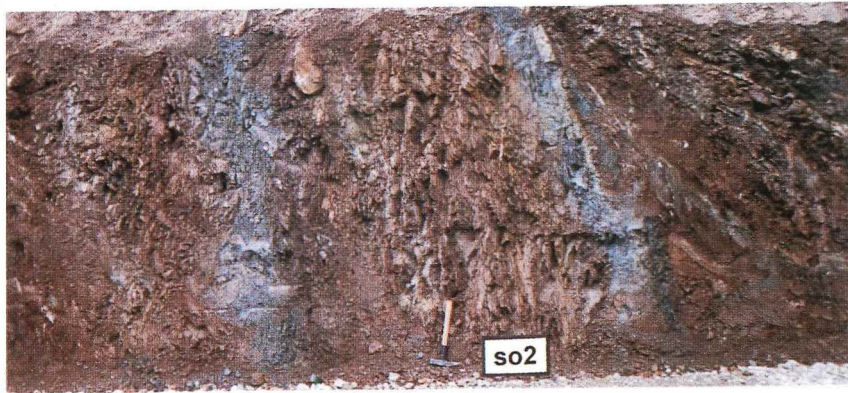
Generell läßt sich dieser Ablauf mit dem aus dem Strukturinventar in der Wellenkalk-Folge im Aufschluß südwestlich des Gasthofs „Haarberg“ abgeleiteten parallelisieren. (KRAUSE & KATZUNG 1997) Die dort ausstreichenden Falten werden von überpreßten und auch von undeformierten Abschiebungen verworfen. Die erzgebirgischen Faltenachsen im Böschungsprofil der BAB 4 könnten auf eine transtensive Schertektonik bezogen werden (? Seitenverschiebungen: vgl. KORCZEMAGIN V. A., EMEC, V. S., PAVLOV, I.O., NEZVETAEV, S. G., SELIVERSTOV, K. V. & V. V. CHERNOUSENKO (1996).

Literatur

- ENGELS, CHR. (1986): Hydrogeologischer Bericht Vieselbach. – Unveröff., Rat d. Bezirkes Erfurt, Abt. Geol., Erfurt.
- FRANZKE, H. J. & J. SCHUBERT (1987): Die Erfurter Störungszone im Gebiet des Großen Herrenberges am südöstlichen Stadtrand von Erfurt. – Z. geol. Wiss., **15** (4): 437-455, Berlin.
- HATCHER, R. D. (1995): Structural geology: principles, concepts, and problems. – 1. Aufl., 525 S., New Jersey.
- KASTNER, H. & G. SEIDEL (1996): Erläuterungen zur Geologischen Karte 1 : 25 000 von Thüringen, Blatt Erfurt, Nr. 5032. – Weimar (Thüringer Landesanstalt f. Geologie).
- KATZUNG, G. & G. EHMKE: Das Prätertiär in Ostdeutschland. – 139 S., 13 Abb., 5 Kart., Köln (v. Loga).
- KORCZEMAGIN, V. A., EMEC, V. S., PAVLOV, I. O., NEZVETAEV, S. G., SELIVERSTOV, K. V. & V. V. CHERNOUSENKO (1996): Tektonophysikalische Besonderheiten regionaler Störungen Eurasiens. – Z. geol. Wiss., **24** (3/4): 335-342, Berlin.
- KRAUSE, T. & G. KATZUNG (1997): Kompressionsformen in der Erfurter Störungszone bei Erfurt-Windischholzhausen. – Veröff. Naturkundem. Erfurt, **16**: 184-196, 2 Abb., 6. Taf.
- MICHAEL, P. (1940): Weiter geologische Beobachtungen aus der Umgebung von Weimar. – Beitr. Geol. Thür., **5**: 258-268, Jena.
- MÄGDEFRAU, K. (1957): Geologischer Führer durch die Trias um Jena. – 2. Aufl., 70. S., 8 Abb., 3 Taf., 2 Tab., Jena (Fischer).
- NAUMANN, F. (1927): Halbtagesexkursion von Eisenach nach Creuzburg, Buchenau und der Spindelskoppe am 10. Juni 1927. – Beitr. Geol. Thür., **1**: 84, Jena.
- NÖRING-MOTZKA, R. (1987): Erläuterungen zur Geologische Karte 1 : 25 000 von Hessen, Blatt Sontra, Nr. 4925, V. Tektonik. – 2. Aufl., S. 152-148, Wiesbaden.
- REICHARDT, A. (1928): Eine neue hercynische Störungszone im Thüringer Triasbecken. – Jb. Preuß. Geol. L.A., **49**: 107-123, 2 Taf., Berlin.
- PUFF, P. (1966): Ein Beitrag zur Störungszone Erfurt-Blankenhain-Kleinbucha. – Geologie, **15**: 545-549, Berlin.
- STEINER, W. & G. SEIDEL (1987): Zum Bau der Ilmtalstörungszone zwischen Weimar und Mellingen. – Z. geol. Wiss., **15**: 541-546, Berlin.
- WEGENER, H. (1955): Zum tektonischen Bau des Hainich-Abschnittes innerhalb des Gothaer Grabens. – Abh. Dt. Akad. Wiss. Berlin, Kl. Math., allg. Naturwiss., **1953** (3): 218-224, Berlin.
- ZIMMERMANN, E. (1895): Über eruptives Röt bei Stadtilm. Protok. d. Sitz vom 14.8.1895. - Ztschr. Dtsch. Geol. Ges., **47**, Berlin.

Anschrift der Autoren:

Torsten Krause & Prof. Dr. G. Katzung
E.-M.-Arndt Universität Greifswald
Institut für Geologische Wissenschaften
Friedrich-Ludwig-Jahn-Str. 17A
D-17489 Greifswald



Tafel 3

NE

SW

1



2

mm

3

mo3

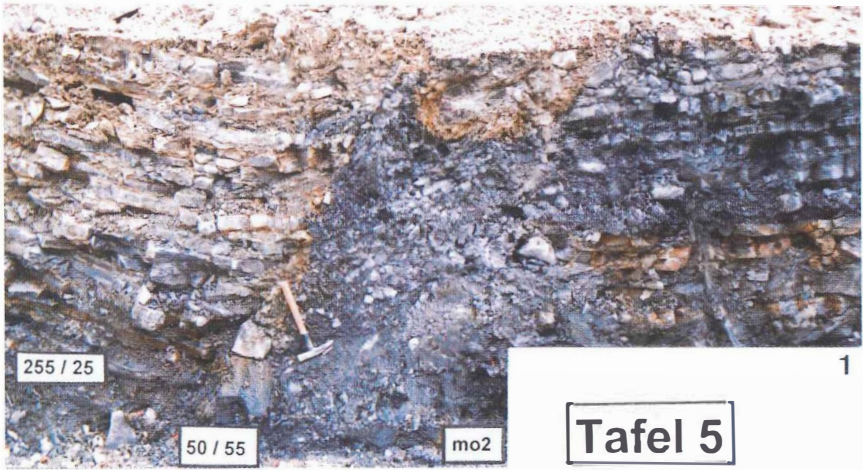
187 / 67

so2

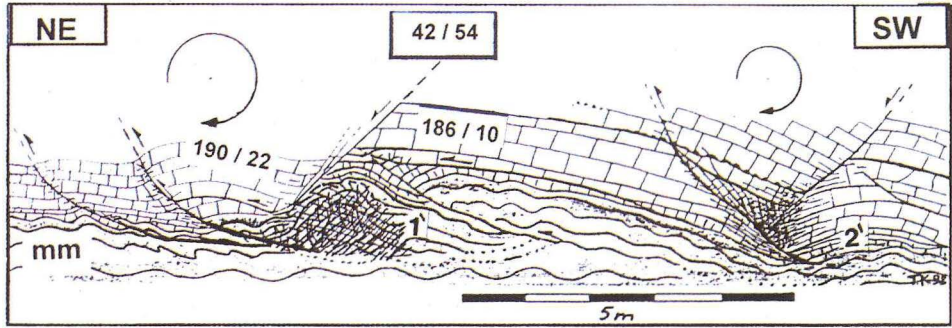




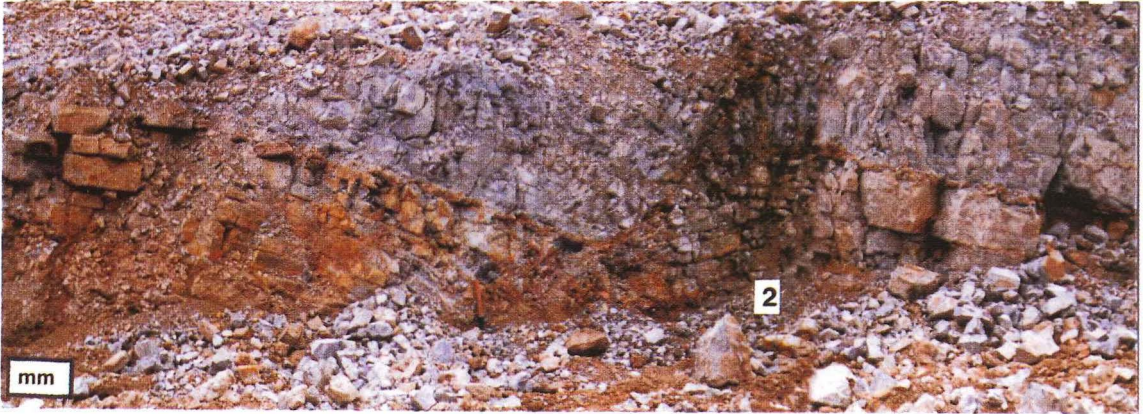
Tafel 4



Tafel 6



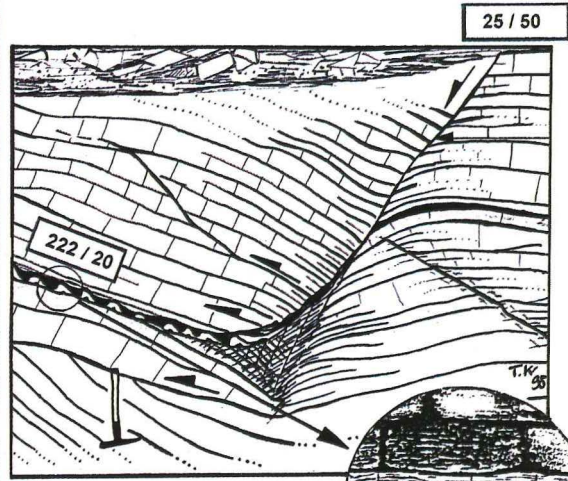
1



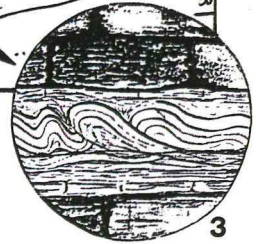
2



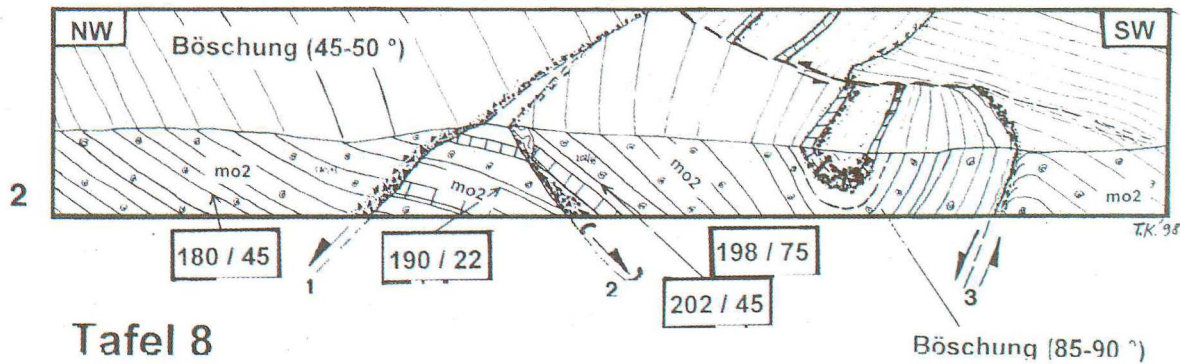
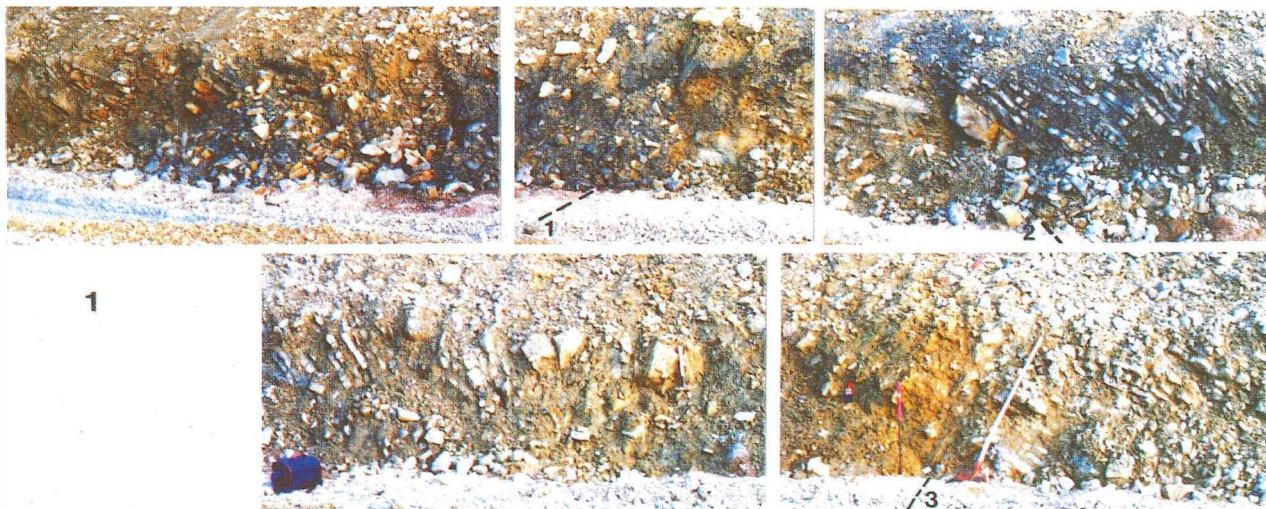
1



2



Tafel 7



Tafel 8

Tafelerläuterungen

Tafel 1 Übersicht über den stratigraphisch-strukturgeologischen Aufbau des Böschungsabschnittes der Bundesautobahn 4 an der Abfahrt Erfurt-Ost. Die Erfurter Störungszone wird in diesem Abschnitt aus den Gesteinen der Pelitröt-, Anhydrit- und Hauptmuschelkalk-Folge aufgebaut, deren Lagerungsverhältnisse und strukturgeologisches Inventar im Zusammenhang mit dem Ausbau der BAB 4 untersucht wurden. Dem weitspannigen Faltenbau der Hauptmuschelkalk-Folge in den Abschnitten 1 und 3 stehen intensiv engspannig gefaltete Pelitröt und Anhydrit-Folge im Abschnitt 2 bzw. im Liegenden der Hauptmuschelkalk-Folge des Abschnittes 3 gegenüber. Die Wellenkalk-Folge, die in diesem Abschnitt der Störungszone am Aufbau beteiligt ist (KRAUSE & KATZUNG 1997) wurde – die strukturgeologische Situation interpretierend – einbezogen.

Tafel 2 Böschungsabschnitt nordöstlich der Brücke (L 1052). Zu erkennen sind:

- Die intensiv gefaltete Pelitröt-Folge, die auf den Hauptmuschelkalk (untere Ceratiten-Schichten und *Cycloides*-Bank) aufgeschoben (Störung 1) wurde.
- Die zwischen Störung 2 und 3 eingeschuppten oberen Ceratiten-Schichten.
- Die durch Abschiebungen rupturierten Klotzkalke der Anhydrit-Folge.
- Die Kollapsfalte im Bereich der Störung 7.
- Der Übergang von der Hauptmuschelkalk-Synklinalen zum Trochitenkalk-Sattel am SW-Ende dieses Profilabschnittes.

Legende:

1. Hauptmuschelkalk-Folge (mo1-mo3)
mo2-mo3 Ceratiten-Schichten – Tonsteine, Kalkarenite und Bioklastkalke
moCC *Cycloides*-Bank
mo1, moT Trochitenkalk – Trochiten-führende Schillkalke
2. Anhydrit-Folge (mm)
Dolomit-Mergelsteine (Kastensignatur)
Ton- und Tonmergelsteine, Residualsedimente (Wellensignatur)
„H⁺“-hornsteinführende Schillkalke
3. Pelitröt-Folge (so2) – rote und graue Tonsteine, engspanniger Biegegleitfaltenbau
4. Auf- und Überschiebungen / Biegegleitfaltenbau
– in kompetenten Klotzkalken und Dolomit-Mergelsteinen
5. Abschiebungen
6. A) überpressungsbedingte und aufschiebungsbegleitende Kataklyse-Zonen
B) Schleppfalten an Bewegungsflächen
C) primärer Bewegungssinn der durch Inversion überprägt wurde.

Tafel 3

Abb. 1: Intensiv gefaltete Pelite und Siltsteine des Pelitrötes (so2) im Bereich von Meter 24. Die Achsenflächen gehen aus Schichtflächen hervor und wurden im Zuge der weiteren Einengung in Aufschiebungsbahnen überführt. Der engspannige Faltenverband steht im deutlichen Gegensatz zur überschobenen Unterlage aus Hauptmuschelkalk (s. Taf. 2).

Abb. 2: Tektonische Grenzen zwischen Pelitröt (so2), oberen Ceratiten-Schichten (mo3) und Anhydrit-Folge (mm). Die durch Weitung des Scheitels eingebrochenen Ceratiten-Schichten wurden durch sekundäre Einengung auf den Pelitröt aufgeschoben bzw. von der Anhydrit-Folge tektonisch überlagert. Auch hier kontrastieren die flachwellig gebogenen Ceratiten-Schichten mit den engspannigen Biegegleitfalten des Pelitrötes und des Mittleren Muschelkalkes.

Tafel 4

Abb. 1 u. 2: Kollabierte Kleinfalte an der Aufschiebung 7 (Zentrum der Hauptmuschelkalk-Synklinalen). Der vorliegende Biegegleitfaltenbau ist vordergründig das Ergebnis von necking-Intrusionen in den linsenschichtigen bzw. boudinierten Kalkareniten. Die Skizze (Abb. 2) soll das Fehlen des Faltscheitels im Bereich der Kalkbank verdeutlichen. Schraffiert dargestellt die nicht weiter lokalisierbaren Tonstein-Intrusionen („Mikrodiapirismus“) im entstandenen Rupturinventar, das von steilen und flachen Aufschiebungen begleitet wird.

Tafel 5

Abb. 1: Überpreßte Staffelbrüche im Zentrum der Hauptmuschelkalk-Synklinalen. Neben der ausgeprägten Kataklyse ist eine Kleinfalte in der oberen Hälfte der mittleren Scholle zu erkennen. Man beachte die inverse Lagerung des Hangendschenkels.

Abb. 2: Engspannig gefaltete Mergelsteine im Liegenden der Klotzkalke im Übergangsbereich Anhydrit- zur Hauptmuschelkalk-Folge (südwestliche Aufschlußhälfte – Meter 215). Die engspannigen Kleinfalten werden in den Faltenkernen von Bereichen mit intensiver Kataklyse begleitet. In diesen beginnen die flachen als auch steilen, generell N-vergenten Aufschiebungen. (Die „1“ bezieht sich auf die Lage dieses Faltenverbandes, dargestellt auf Taf. 6 – Abb. 1).

Tafel 6

Abb. 1: Kippschollen im SW-Böschungsprofil. Die durch Auf- und Abschiebung deformierten Klotzkalke sind Bestandteil dieser Kippschollen, zu denen auch der Trochitenkalk und die überlagernden Ceratiten-Schichten gehören. Sie wurden im Uhrzeigersinn rotiert. Neben der Abschiebung sind steile und flache Aufschiebungen erkennbar, die sich nur auf diese Klotzkalke beschränken. In den Ceratiten-Schichten haben die Tone die Kompression abgefangen, Aufschiebungen aber auch Kleinfalten fehlen hier.

Abb. 2: Intensiv geklüftete und kataklysierte Gesteine begleiten diese Bewegungsbahnen. (Die „2“ verdeutlicht die Lage der Kippscholle von Tafel 7 – Abb. 1 und 2).

Tafel 7

Abb. 1 u. 2: Kippschollen („Wurzelbereich“) im oberen Teil der Anhydrit-Folge (Klotzkalke / hornsteinführende Kalke) im südwestlichen Böschungsabschnitt. Die Abschiebungsbahn wird von infiltrierten Eisenmineralien (Limonit) gefärbt. Neben dem blinden Ende der Abschiebung in den engspannig gefalteten Mergelkalken geht diese Abschiebung bereits im Bereich des Klotzkalkes in NE-vergente schichtparallele Aufschiebungen über. Innerhalb der mergeligen Partien des Klotzkalkes wurden bevorzugt Aufschiebungen angelegt.

Abb. 3: Dabei wurde die geringmächtigen Zwischenlagen zu Kleinfalten-Verbänden deformiert (Schlepp- und Stauchfalten, Faltung durch schichtparalleles Gleiten). Sie spiegeln mit ihrer N-Vergenz den Aufschiebungscharakter der Verwerfungen wider.

Tafel 8

Abb. 1: Ausschnitt aus dem SW-Teil des Böschungsprofils. Die Tonstein-Bioklastkalk-Wechsellagerungen der unteren Ceratiten-Schichten wurden durch Abschiebungen deformiert.

Abb. 2: Die Abschiebung 2 wurde durch Inversion in eine Aufschiebung überführt. Die Tone im Stirnbereich der Kalk-Bank bilden einen Stauchfalten-Verband, der von der Unterlage abgesichert wurde. Die Interpretation der hier beobachteten Störung als eine kleine Blattverschiebung, die zur Verwerfung der Kleinmulde führte, konnte aufschlußbedingt (Böschungsanschnitt, verrollter Hangschutt) nicht geklärt werden. Der geringmächtige Verschiebungsbetrag (wenige Dezimeter) ist im Bereich der schichtparallelen Verwerfung im südwestlichen Böschungsabschnitt (rechte Skizzenhälfte) nicht mehr bestimmbar.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Naturkundemuseums Erfurt \(in Folge VERNATE\)](#)

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Katzung Gerhard, Krause Torsten

Artikel/Article: [Die Struktur der Erfurter Störungszone im Abschnitt Erfurt \(Haarberg\)-Klettbach \(Thüringer Mulde\) 211-234](#)