

Marine Signale im höheren Buntsandstein der Trier-Luxemburger Bucht? Teil II: Die regionalen Fazies- und Mächtigmuster im Trier-Luxemburgischen Randbecken

DORIS DITTRICH

Kurzfassung: Das zeitlich wechselnde, regional variierende Ablagerungsgeschehen wird entschlüsselt. Dafür ausgewertet wurde der in der publizierten Literatur, in unveröffentlichten Bearbeitungen und in Bohrchiven verfügbare Datenbestand. Die jeweiligen stratigraphischen Einstufungen wurden geprüft und vereinheitlicht. Die sich ändernden Mengen und die Art von Glimmern, Feldspäten und Polyquarzen geben Hinweise auf die Beschaffenheit der jeweiligen „gallischen“ Hinterländer im Süden. Erste paläogeographische Bezüge dazu werden hergestellt. Durch temporäre, unterschiedlich starke Gerölleinschüttungen verschiedener Zusammensetzung bilden sich die näheren Randzonen im Nordwesten, Westen, Südosten und – weniger deutlich – im Nordosten ab. Die zugeführten detritischen Tonminerale stützen diese Befunde. In besonderen Teilbereichen des Beckens, vor allem im Norden der Trierer Bucht, kam es phasenweise zur Akkumulation von mächtigen Tonabfolgen. Ebenso wie die in Teil I beschriebenen Dolomit- und Sulfatanreicherungen könnten sie Phasen mit einem deutlich verringerten Reliefgradienten zum Hauptbecken im Nordosten markieren.

Die Rekonstruktion der zeitlich wechselnden Mächtigmuster war aufgrund der inkonsistenten Datenlage sehr aufwändig. Die Gesamtmächtigkeiten sind beträchtlich (maximal bis über 600 m?) und in einigen Regionen noch nicht durchteuft worden. Mächtigmuster-Modelle aus der Literatur werden dargelegt und diskutiert. Bei der differenzierten Betrachtung einzelner Zeitabschnitte des Buntsandsteins ergeben sich tektonisch kontrollierte Verteilungen. Markante Hoch- und Tiefschollen zeichnen sich ab. Unterschiedliche Subsidenzmuster lassen auf tektonische Ereignisse schließen. Eine breite Datengrundlage für eine regionale becken-tektonische Interpretation im nachfolgenden Teil III ist hiermit geschaffen. Dort wird dann auch die sequenz-stratigraphische Gesamtausdeutung erfolgen.

Abstract: The temporally changing, regionally varying process of sedimentation is reconstructed. Considered for that was information that came from the published literature, from unpublished investigation records and from descriptions of boreholes in different archives. The respective stratigraphic classifications were revised and unified. The changing amounts and qualities of micas, feldspars and polyquartz-grains point to the petrographical kind of the respective "gallic" hinterlands in the south. First palaeogeographical references are given. Temporarily, higher amounts of gravels with various compositions have been delivered. They originated from the nearer marginal zones in the northeast, west, southwest and – less important – in the northeast. The kind of detrital clay minerals confirms these conceptions. In special parts of the basin, especially in the northern Trier-Embayment, episodic accumulations of thick successions of clay took place. As well as the accumulations of dolomite and sulphate, which have been described in part I of this publication, they could indicate episodes with a considerable lower gradient to the main basin centre in the northeast.

Because of the inconsistency of the data base the reconstruction of the particular thickness patterns was quite expensive. The total thicknesses are remarkable (up to more than 600 m?).

In some regions they are not yet drilled through. Thickness-models from out of the literature are exposed and discussed. The differentiated consideration of distinct time spans of the Buntsandstein yields basin patterns that were controlled by syngenetic tectonic movements. Important paleohighs and -lows become apparent. Individual patterns of subsidence point at tectonic events. All this provides a broad data base which will be necessary for the regional reconstruction of the basin evolution (part III, next issue). Interpretations referring to sequence stratigraphy will follow as well.

Inhalt

Einführung in Teil II

- 6. Auffälligkeiten im klastischen Gesteinsbestand
 - 6.1 Vertonung größerer Schichtabschnitte
 - 6.2 Anreicherungen von Glimmern und deren mögliche Herkunftsgebiete
 - 6.3 Feldspatführung
 - 6.4 Detritische Tonminerale
 - 6.5 Generelle Korngrößen-Muster
- 7. Mächtigkeitsmuster und regionale Beckenentwicklung
 - 7.1 Bisherige Mächtigkeitsmodelle
 - 7.2 Neuere Ergebnisse
 - 7.2.1 Allgemeine Anmerkungen
 - 7.2.2 Buntsandstein in Luxemburg
 - 7.2.3 Buntsandstein in der deutschen Südeifel und im Saargau
 - 7.2.4 Die regionale Mächtigkeitsrelation von soZM zu soZK

Ausblick auf Teil III

Schriften

Einführung in Teil II

Im letzten Band dieser Reihe (Mainzer geowiss. Mitt., 2017) waren bereits grundlegende Betrachtungen zum „Anfangsverdacht“ auf eine zeitweilige marine Beeinflussung des Sedimentationsgeschehens im Buntsandstein der Trier-Luxemburger Bucht dargelegt worden.

Überdies ist eine kurze Einführung in das Wesen und die Nomenklatur der Sequenzstratigraphie gegeben worden. Bisherige sequenzstratigraphische Gliederungen des Buntsandsteins im inneren Beckenbereich wurden exemplarisch abgebildet und in ihrer Widersprüchlichkeit ansatzweise dargestellt. Zusätzlich wurde das neuere Baselevel-Konzept in der sequenzstratigraphischen Deutungsmethodik kurz umrissen und mit einem Beispiel vorgestellt.

Weite Passagen von Teil I hatte dann die Aufzählung, Beschreibung und Diskussion von speziellen, auf saline oder sogar zeitweise tidal beeinflusste Bedingungen hindeutenden Faziesmerkmalen eingenommen. In der Zwischenzeit sind dazu noch weitere Fakten ermittelt worden. Im Folgenden werden sie kurz nachgetragen.

Ein Nachtrag zum Kap. 4.3 (Abschnitt Dolomit) ist folgendes. Eine von Prof. Dr. R. SCHÖNENBERG betreute Tübinger Diplom-Kartierung im nördlichen Saargau ist von der Autorin erst bei der Vorarbeit für Teil II genauer gesichtet worden. SCHRÖDER (1964) hat von dort ein sehr interessantes Aufschlussprofil der Violetten Grenzzone (VG1) beschrieben, am Westhang des Rosenberges nördlich von Tawern (Abb. 14). Es kombinierte die Aufnahmen in mehreren benachbarten steilen Wasserrissen zum Albachtal. Unter dem Oberen Buntsandstein ist dort eine 4,65 m mächtige Violette Grenzzone entwickelt. Sie überlagert typisch ziegelrote, wenig verfestigte glimmerfreie Sandsteine des smt (Tieferer Mittlerer Buntsandstein). Die dortige VG1 umfasst nach SCHRÖDER vier sogenannte „violette Zonen“ aus sehr vielfarbigem, teilweise gebleichten, oft auch violetten und (smt-typisch) ziegelroten, glimmerfreien, wenig verfestigten Sandsteinen. In einer davon erschienen Dolomitknauern. Getrennt waren diese vier „Zonen“ durch drei harte Dolomitbänke, 20, 15 und 30 cm mächtig (v.u.n.o.). Sie bestehen aus gelbbraunem, stark sandigem, mikrokristallinem Dolomit (SCHRÖDER 1964: S. 6). Es ist dies ein sehr eindeutiger Fund von scharf abgesetzten Dolomitbänken, die nicht etwa als knollig-unregelmäßige Dolocretes („pedogene Karbonate“), sondern aus aquatisch ausgefällten Karbonatschlämmen entstanden sind.

Eine weitere Ergänzung betrifft das Kap. 4.4 (Abschnitt Frühe Verkieselungen). Aus der genannten Violetten Grenzzone bei Tawern sind nämlich von SCHRÖDER (1964) als zusätzliche Besonderheit auch Karneol-Funde notiert worden. Diese sollen „erste Stadien der Karneolisierung“ erreicht haben.

Ein letzter Nachtrag gehört in das Kap. 4.1, zu den möglichen tidalen Gefügemerkmalen. Im Bohrprotokoll der Kernbohrung Oberweis (Bohrung 6004–7) sind von H. WEILER 1967 aus den Zwischenschichten interessante Kleingefüge beschrieben worden. Sie gehören in den Bereich der VG2 und der basalen Kyllburg-Schichten (soZK, Tab. 2; Kap. 7.2.3). In der auszugsweise publizierte Kernbeschreibung bei WEILER (1972) war dieser Abschnitt – wohl wegen seiner ungewöhnlichen, zunächst befremdlichen Lithofazies – weggelassen worden. Bei der Kernaufnahme registriert wurden hellgrüngraue oder hellgraue Sandsteine mit sehr zahlreichen mm- bis papierdünnen, vereinzelt auch bis 0,5 cm dicken hellgrünen Tonlagen. Auch dünne mittelgrüne Tonbestege, die in unruhig-welligen Lagen den Kern durchziehen und eine 5 cm mächtige dunkelgrüne Tonlage kamen vor. Insgesamt handelte es sich um Laminite und sandig-tonige wellige Wechsellagerungen. Derartige Gefügetypen sind ja auch aus der TB 5-Bohrung bei Spangdahlem bekannt (Teil I). Beide Male kann es sich entweder um tidal beeinflusste Sedimente oder nur um fluviatile Wechsellagerungen aus einem ehemaligen Altarm-Bereich gehandelt haben. Ein Hinweis auf Gezeitenbündel (tidal bundles) ist aber wohl die im Oberweis-Profil bei Teufe 110,2–110,7 m angetroffene, 18°-geneigte, deutlich geschichtete Wechsellagerung von dunkelgrüngrauem Tonstein und hellgrauem Sandstein. Derartige Feinsediment-Beläge in der Schrägschichtung sind auch in der nordost-luxemburgischen Bohrung Reisdorf beobachtet worden, im selben stratigraphischen Niveau. Zudem kennt man solche Tonbeläge auf Schrägschichtungsblättern von Sandsteinen auch stratigraphisch höher, im IMZ-Niveau der höchsten Zwischenschichten (Tab. 2), und zwar recht nahe bei Oberweis, bei Feilsdorf (Teil I). Rhythmische Strömungsabbrisse mit intermittierender Schlicksedimentation sind viel eher mit einem tidal beeinflussten Milieu erklärbar.

Im hier vorgelegten Teil II wird nun eine eingehende Betrachtung des sehr heterogenen klassischen Fazieskörpers des Trier-Luxemburgischen Buntsandsteins erfolgen. Die Veränderungen des detritischen Gesteinsbestandes im Vertikalprofil der verschiedenen Teil-Regionen werden

erläutert. Das regional und zeitlich variierende Anlieferungs- und Vorschüttungsgeschehen kann so rekonstruiert werden. Hinzu kommt die eingehende Betrachtung der jeweiligen Mächtigkeitsverteilungen.

Die erforderlichen Recherchen und Darlegungen erwiesen sich als so zeitaufwändig und umfangreich, dass zwei schon für diesen Jahresband geplante Kapitel zunächst zurückgestellt werden mussten. Dies sind das Kap. 7.3 mit der becken tektonischen Gesamtausdeutung für das Untersuchungsgebiet und das Kap. 8 mit der zusammenfassenden sequenzstratigraphischen Interpretation. Beide werden den im nächsten Jahr nachfolgenden Teil III ausmachen.

Das generelle Ziel der hier vorgelegten Untersuchungen war die Zusammenstellung von Fakten, die die Identifikation von tektonisch initiierten Sedimentationswechseln ermöglichen können. Die speziellen Auswirkungen von tektonischen Ereignissen sind auch sequenzstratigraphisch von Interesse. Bei der entsprechenden Ausdeutung in Teil III kann dann auf die hier dargelegten Grundlagen zurückgegriffen werden.

6. Auffälligkeiten bei den klastischen Gesteinsbestandteilen

Das erste Unterkapitel (und dann auch das letzte) widmet sich den zeitlich und regional variierenden Strömungsgeschwindigkeiten und Transportkräften im Beckenraum. Damit lässt sich dann im Teil III das Wechselspiel von regionaler tektonischer Steuerung und dem großräumig gegebenen Vorfluter-Niveau genauer beleuchten. In den Unterkapiteln 6.2 bis 6.5 soll vor allem versucht werden, verschiedene Materialströme zu differenzieren und sie – falls möglich – bestimmten Liefergebieten zuzuordnen. So sollen Informationen zu den verschiedenen Beckenkonfigurationen und zu abrupten Veränderungen des Anlieferungsgeschehens gewonnen werden.

Unumgänglich für eine konsistente Auswertung der Literatur und der Archivbefunde war die Vereinheitlichung der stratigraphischen Einstufungen. Regionale, historische und auch Bearbeiter-spezifische Unterschiedlichkeiten der stratigraphischen Bewertung einzelner Schichtpartien des Buntsandsteins mussten ausgeglichen werden. Dies betraf vor allem die Abgrenzung des Unteren Buntsandsteins und des Höheren Mittleren Buntsandsteins (smh, Tab. 2).

6.1 Vertonung größerer Schichtabschnitte

In den ausführlichen Darlegungen von MADER (1979–1985), die fast ausschließlich auf Geländeaufschlüssen basierten, sind tonreiche Partien im Buntsandstein als eher seltene Ausnahmen betrachtet worden. Im „Mittleren Buntsandstein“ der Südeifel (su+sm) wurden feinkörnigere Stillwassersedimente vielfach als Bildungen in temporären, seichten, stagnierenden, lakustrischen Gewässern in den Depressionen von Dünengebieten gedeutet (MADER 1981a). Von MADER (1983) ist die Mächtigkeit solcher Tonlagen auf maximal 10 cm beziffert worden. Weitere Feinsedimente seien im fluviatilen Milieu in „distalen Teilen“ der Überflutungsebenen entstanden – gemeint waren hier wohl eher abgelegene, seitliche Bereiche. Für diesen Typ von tonig-schluffigen Überflutungsabsätzen (Überbanksedimenten) im „sm“ wurde eine fast 3 m mächtige Abfolge bei Biewer als besonders mächtige Ausnahme vermerkt (MADER 1981a: S. 383). Eine Genese von dm- oder m-mächtigen Tonpartien als zyklisch eingeschaltete feinkörnige Überflutungsabsätze wurde dann auch für den fluviatilen Oberen Buntsandstein angenommen.

tionen (1979–1985). Bohrungsbefunde wurden dabei nicht berücksichtigt. Methodisch bedingt kann es dabei zu einer Über-Betonung sandiger Profilabschnitte gekommen sein. Da diese oft abbauwürdige harte Sandsteine lieferten, waren sie in Steinbrüchen gut erschlossen, ebenso in natürlichen Felsklippen. Pelit- und Schluff-reiche, morphologisch weiche Partien der Schichtenfolge, die im weitgehend naturbelassenen Gelände der strukturschwachen Eifel weniger gut oder gar nicht erschlossen sind, blieben hingegen systematisch ganz oder zum Teil unerkannt.

Im Zuge der großen, wasserwirtschaftlich veranlassten Bohrkampagne in den Jahren 1970–1974 (vgl. dazu WEILER 1972, 1991) waren jedoch immer mehr mächtige tonige Abschnitte zum Vorschein gekommen. Dies galt sogar schon für den (höchsten) Mittleren Buntsandstein. In der VG1 wurden etliche Meter Tonsteine durchteuft. Echtes Erstaunen hat dann aber ein Bohrbefund von 1973 im Oberen Buntsandstein bei Bitburg ausgelöst (Bohrung 6005–60). Unter einer mächtigen Lettenregion und einer schon Ton-durchsetzten Werksteinzone des Voltziensandsteins waren dort bis zur Endteufe (250 m) immerhin 30 m stark „feinstsandige“, wechselnd glimmerführende rotbraune Tone erbohrt worden. Deren Reichweite nach unten, also ihre dortige Gesamtmächtigkeit blieb ungeklärt. Der damalige Bearbeiter H. WEILER/GLA Mainz schrieb dazu im Protokoll: „Die Ausbildung des Oberen Buntsandsteins weicht gegenüber allen bisher bekannten Buntsandsteinprofilen stark ab. Der Sandstein ist völlig vertont oder ist ein mehr oder weniger stark sandiger Ton.“

Im Folgenden sollen nun das Ausmaß und die flächige Verbreitung der auffälligen Vertonungen im Buntsandstein spezifiziert werden, um Rückschlüsse auf paläogeographische Ursachen und strukturelle Rahmenbedingungen ziehen zu können. Dazu war eine erneute Sichtung von zahlreichen tieferen Bohrungen notwendig (vgl. auch LGB & LUWG 2010). Auch diesbezügliche Angaben in der Literatur wurden verwertet.

Hinweise auf Vertonungen im Unteren und Mittleren Buntsandstein im Süden der Trierer Bucht sind den Abbildungen 4 und 5 bei WEILER (1972) zu entnehmen. Sie betreffen das Trierer Becken im weiteren Bereich des unteren Kylltals (Abb. 19 in Kap. 7.1). Im begleitenden Text hatte WEILER (1972: S. 222) die „z.T. starken Vertonungserscheinungen des Sandsteins“ auf einen lokal vermehrten Ab- und Eintrag von „überwiegend tonigen, tiefrotbraunen Oberrotliegendsedimenten“ zurückgeführt. Ursächlich seien Hebungen am Rande des Wittlicher Rotliegendstrogos gewesen. Angesichts des dort nachgewiesenen Buntsandstein-zeitlichen Sedimenttransportes in Richtung Nordosten und ENE (SCHRÖDER 1952, PAAS 1993) ist das aber wenig wahrscheinlich. Auch würde dies voraussetzen, dass dort an den Rändern Rotliegend-Gesteine freigelegen haben. Dieses kann aber nur in der allerfrühesten Untertrias der Fall gewesen sein (vgl. SCHRADER 1990). Später ist dies in Anbetracht der hohen Überdeckungsmächtigkeiten nicht mehr plausibel; es erscheint dort ja ein weitaus mächtiger Buntsandstein als noch bei WEILER angenommen (Kap. 7.1 und 7.2.3). Stattdessen handelt es sich wohl um eine laterale Korngrößen-Fraktionierung innerhalb der Südwest-bürtigen Sedimentfracht des (Unteren und) tieferen Mittleren Buntsandsteins. Die Text-Darlegungen und das Schnittprofil von WEILER (1972: Abb. 4) deuten darauf hin. Sie sind wohl wie folgt zu bewerten: Die Toneinlagerungen im Tieferen Mittleren Buntsandstein (smt) treten bloß im inneren Bereich des Trierer Beckens auf (Bohrungen 25, 24 und 20), und dies auch nur beiderseits des inzwischen bekannten Spezialtrogs des „Ramsteiner Kessels“ (RK in Abb. 19 in Kap. 7.1 und in Abb. 23 in Kap. 7.2.3). In dessen Trogachse (Bohrungen 1, 22 und Ramstein III) häuften sich stattdessen hochenergetisch vorgeschüttete (tonarme) Sandsteine. Die örtliche Verbreitung der dort eher schematisch skizzierten Tonsignatur in der Abb. 19 nach WEILER (1972) ist also nicht ganz akkurat. Die angereicherten Tone weiter im Nordosten sind auch nicht vom

Naurather Horst abzuleiten (Abb. 15), sie könnten höchstens eine Stillwasserfazies des smt im Untiefenbereich dieser Schwellenzone darstellen. Die dortige Signatur ist von WEILER aber wohl nur zur didaktischen Verdeutlichung seiner Interpretation eingebracht worden. Bohrbefunde von dort liegen nämlich nicht vor.

Die tiefer reichende Bohrung 22 (Bohrung 6105–34) hat nach dem Schnittprofil von WEILER (1972: Abb. 4) eine teilweise tonig entwickelte Partie an der Basis des Buntsandsteins angetroffen. Das Bohrprofil ist aber im unteren Teil gestört (WAGNER & DITTRICH 2010, DITTRICH 2011a). Aus neueren Bohrungen in der Nähe ist gesichert, dass der dortige Untere Buntsandstein (unter dem Biewer-Konglomerat des smt) wesentlich mächtiger ist. Das Protokoll dieser Meißelbohrung 22 ist im Detail schwer auszudeuten. Es wäre aber möglich, dass im Niveau der „Unteren Konglomerate“ (Unterer Hauptbuntsandstein, sHB1) über dem Rotliegend dort 5 m tonig-sandige Stillwassersedimente existieren. Ein Nebeneinander von sandarmen tonig-schluffigen Feinsedimenten und einer rinnenförmig eingetieften, wenige Dezimeter mächtigen Konglomeratbank im sHB1 hatte ja auch MADER (1981a: S. 383) beobachtet. Aufgeschlossen war es am Fichtenberg südwestlich von Biewer, nahe der Mosel, unmittelbar nordöstlich von Trier. Beide Lokalitäten, die der Bohrung 22 von WEILER und die bei Biewer von MADER, sind an besondere, strukturell vorgegebene Senkungszonen geknüpft. Mal ist es die Trogachse des „Ramsteiner Kessels“, mal der Spezialgraben im Zentrum des Trierer Beckens (vgl. DITTRICH 2011a: Abb. 3, 2011b: Abb. 5). Bei einer moderaten Sedimentvorschüttung und einer vergleichsweise starken, kleinräumig differenzierten Absenkung des Beckenbodens hatten sich lokal offenbar auch feinere „Überbanksedimente“ erhalten können. Das straffe, hocherosive Fließregime der nachfolgenden Einheiten des sHB2 und sHB3 (vgl. Kap. 7.3 in Teil III) hatte sich im sHB1 noch nicht herausgebildet. Im tiefsten Teil des Unteren Buntsandsteins konnte auch noch die Aufbereitung von pelitreichem Rotliegend („Rötelschiefer“ der Altrich-Formation“) zur Ton-Anreicherung beigetragen haben.

Deutliche Vertonungen im Unteren Buntsandstein erscheinen im Schnittprofil von WEILER (1972: Abb. 4) weiter nördlich, im mittleren Kylltal. Unter dem Konglomerat des basalen smt treten sie in den dort skizzierten Bohrungen 9a, 9b und – vor allem – 9c auf (heute: Bohrungen 6105–26, –30, 6005–46). Strukturell gehört diese Region zur Auwer Schwelle (Abb. 15). Es dokumentiert sich hier eine nördliche Rاندlage im Beckenraum des su. Das damals von Südwesten nach ENE ziehende Flusssystem (Kap. 7.3 in Teil III) hinterließ in dieser schwach subsidenten Schwellenposition bloß mehr oder weniger feinklastische Sedimente. Es handelt sich um die tonreichere limnisch-fluviatile Fazies einer niederenergetischen Stillwasserzone. Der damalige nördliche Beckenrand lag wohl nicht sehr weit entfernt.

In der nordöstlichen Außenzone des Bitburger Beckens sind vertonte Abschnitte im Tieferen Mittleren Buntsandstein (smt) selten und nicht besonders mächtig. Den dortigen Densborn-Schichten ist wohl ebenso wie den „Dünnschichten“ der pfälzischen Oberen Karlstal-Schichten (LGB 2005) eine weitgehend äolisch geprägte Genese zuzuschreiben. Es erscheinen lediglich geringmächtige tonig-siltig-sandige limnische Zwischenlagen, deren Entstehung in seichten Tümpeln des Zwischendünen-Bereichs anzusiedeln ist. Aus dem intensiv abgebohrten Oberen Salmtal (nordwestliches Blatt 5906 Manderscheid) ist entsprechendes schon von WEILER (1972: S. 219 + 224) notiert worden. Er berichtete, dass dort im „sm“ durchweg sehr mürbe Sandsteine und keinerlei (rotbraune) Toneinlagerungen festzustellen waren. Erfasst war dort nur der (tiefere) smt.

Andere Bedingungen herrschten in den vorherrschend fluviatilen Episoden des Basalkonglomerates (sBlk) und des Kieselkonglomerates (sKK). Zu diesen Zeiten konnten in etwas strukturtiefen Positionen örtlich Dezimeter- bis Meter-mächtige Ton- bzw. Ton-Schluff-Ablagerungen

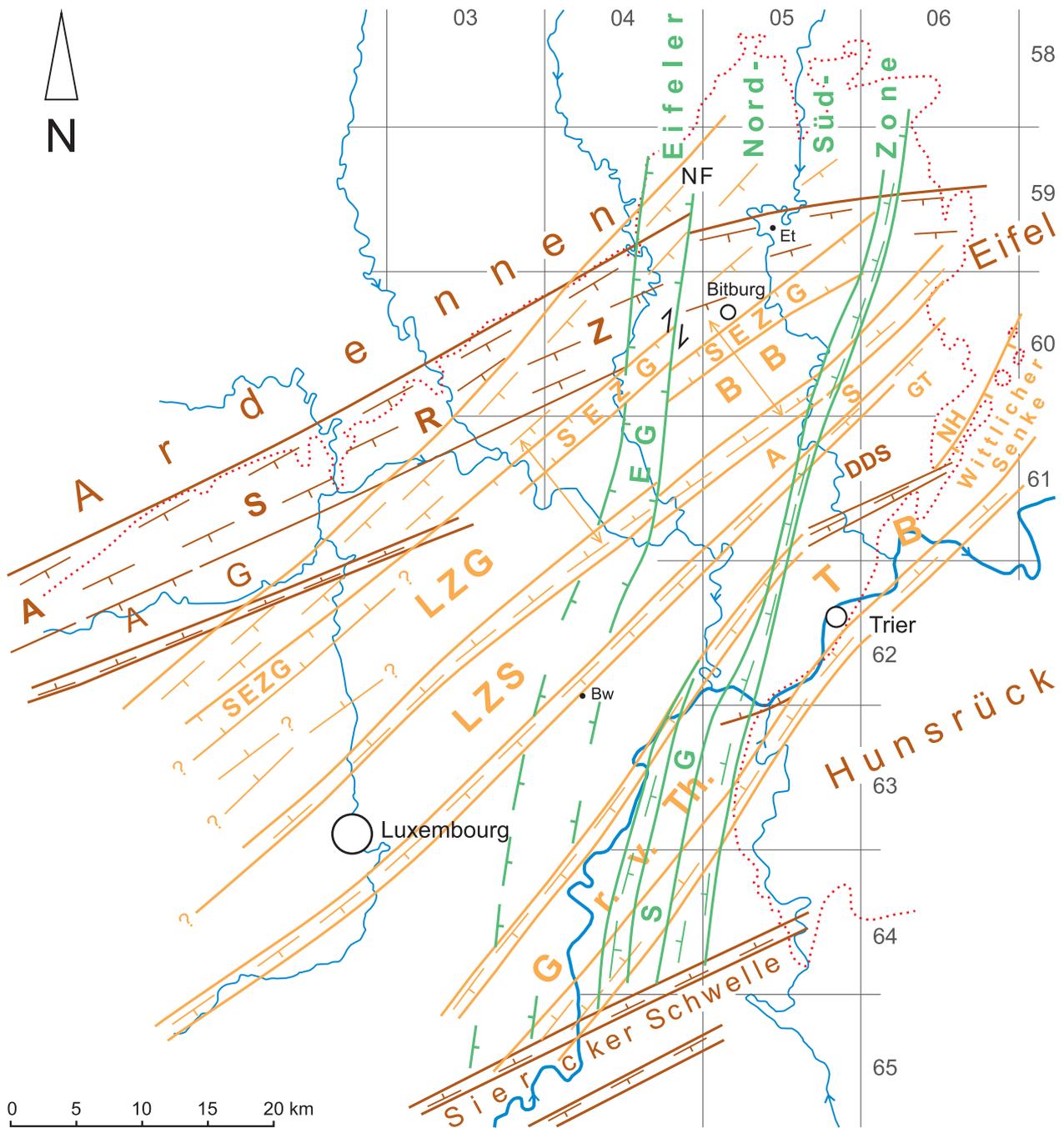


Abb. 15: Im Buntsandstein wichtige, im Untergrund alt angelegte Struktureinheiten der Trier-Luxemburger Bucht (schematisch, nach DITTRICH 1989, 2011a, im Druck a, verändert und ergänzt). Farben: braun, orange, grün: Strukturelemente des variszischen, diagonalen bzw. rheinischen Richtungssystems; ASRZ = Ardennen-Südrandzone, AG = Attert-Graben, DDS = Deimlinger Devonschwelle; SEZG = Südeifeler Zentralgraben, BB = Bitburger Becken, LZG bzw. LZS = Luxemburger Zentralgraben bzw. Zentralschwelle, AS = Auwer Schwelle, GT = Gladbach-Trog, NH = Naurather Horst, TB = Trierer Becken, Gr. v. Th. = Graben von Thionville; EG = Echternacher Grabenzone, SG = Saargauer Grabenzone, im Norden mit heute unkenntlicher Westschulter; NF: oberoligozäne dextrale Blattverschiebung der „Nimstal-Fuge“; Raster = deutscher TK25-Blattschnitt; Bw = Biber, Et = Etteldorf).

entstehen, abseits der Strömungsrinnen. Ein schwach entwickeltes, sandig-toniges Basalkonglomerat mit sehr geringer Feinkiesführung wurde etwa in der Bohrung TB 5 bei Spangdahlem erbohrt (heute: Bohrung 6006–114; DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007: Abb. 3 + 4). In dieser Beckenrandlage ist es insgesamt bloß 0,6 m mächtig. Dünne, rippelgeschichtete Sandlagen sind enthalten. Interessanter ist aber die 12 m mächtige tonig-sandige sBlk-Stillwasserfazies, die im

Norden, nördlich von Ehlenz, durchteuft wurde (Bohrung 5904–27). Sie lagert über devonischem Tonschiefer und unter typischen Densborn-Schichten. Nach dem rheinischen Richtungssystem handelt es sich dort um eine strukturtiefe Position innerhalb der Echternacher Grabenzone (Abb. 15). Bezogen auf diagonal streichende Strukturen war es jedoch – wie die Spangdahlem-Region auch – eine eher strukturhohe Position. Im Wechselspiel sich überlagernder rheinischer bzw. diagonalen Trogachsen und strukturhoher Lateralbereiche konnten lokal mächtigere Überflutungssedimente abgelagert und auch erhalten bleiben. Die Füllung eines fluviatilen Altarms kommt hier ebenfalls in Frage. Etwas weiter südlich und strukturtiefer waren im Echternacher Grabenzone-Bereich im sBlk noch typische grobklastische Rinnensedimente entwickelt. MADER (1981a) hatte vom Bitburger Stausee im Prümatal bei Biersdorf (Blatt 5904 Waxweiler) komplex aufgebaute Strombettablagerungen von mehreren Metern Mächtigkeit beschrieben; sie liegen diskordant dem Devon auf (WAGNER et al. 2012: S. 103).

Eine ähnlich ambivalente Position nimmt das Kernbohrungsprofil Oberweis ein. Es liegt im westlichen Außenbereich der Echternacher Grabenzone und relativ nah am diagonal streichenden Südeifeler Zentralgraben. Bei WEILER (1972) ist die Kernbeschreibung einzelner Teilstücke davon publiziert. Im Abschnitt unter Teufe 259,5 m kommen (noch mindestens) bis zur Endteufe von 279 m stark tonhaltige oder aber tonige braunrote Sandsteine vor. Es ist ein Bereich, dessen Top 54,5 m unterhalb der smh-Basis liegt. Er ist wohl dem sKK-Niveau gleichzusetzen (Kap. 7.2.3).

Später dann änderte sich die Art der Vertonungen. Dies betrifft den Abschnitt vom obersten smt (Violettschichten, sVS) bis zum Top des Buntsandsteins. Nun sind es eher Tonhorizonte bzw. mächtigere sandig-siltig-tonige Niveaus von großflächiger Verbreitung. Es handelt sich um die Leitniveaus, die im Kap. 3 (Teil I) eingehend beschrieben wurden. Ausgehend von diesen Horizonten (sVS, VG1, VG2, VG3 und Grenzletten bzw. Lettenregion des Voltziensandsteins) kann die Vertonung unterschiedlich weit ins Liegende vorgreifen. Regional hat sie also schon früher eingesetzt. Dies ist vor allem im Nordteil der Trierer Bucht der Fall, wo sich die distale Verfeinerung der einzelnen Materialvorschüttungen schon deutlich auswirkte (Kap. 6.5).

Die Rekonstruktion der jeweiligen Verbreitung der genannten vertonten Schichtabschnitte ist gewissen methodischen Schwierigkeiten unterworfen. Der Löwenanteil aller Tiefbohrungen in der Trierer Bucht ist nämlich wegen ihrer wasserwirtschaftlichen Zielsetzung in Talauen angesetzt worden. So ist darin oft nur noch Mittlerer Buntsandstein erfasst worden. In etwas strukturtiefen Positionen der heutigen Muldenstruktur ist dort über dem Mittleren Buntsandstein oft nur noch der tiefere Obere Buntsandstein enthalten. Tiefreichende Bohrungen, die auf den Hochflächen ansetzen, sind selten. Die Brauerei-Bohrungen bei Bitburg und die Bohrungen in der ehemaligen US-amerikanischen Airbase Bitburg waren daher Glücksfälle für diese Erfassung. Die in letzter Zeit verstärkt anfallenden Erdwärme-Bohrungen in den Ortschaften auf der Hochfläche haben meist eine sehr schlechte, wenig Vertrauen erweckende Qualität der geologischen Erfassung. Diese Bohrprotokolle sind meist über viele Zehner Meter pauschalisiert und sehr arm an Angaben. Sie können höchstens ergänzend, zur Bestätigung und Ausweitung schon bekannter Fakten, herangezogen werden. Speziell bei den Violettschichten im obersten smt kommt methodisch erschwerend hinzu, dass sie unterhalb der rinnenhaft erosiv aufgreifenden smh-Basis („H-Diskordanz“, Tab. 2) ohnehin nur noch sehr unzusammenhängend und lückenhaft erhalten geblieben sind.

Ein tonreicher Oberer Buntsandstein des mittleren Kylltals ist schon von WEILER (1972: Abb. 4) dargestellt worden. Er erscheint im Bereich der Speichermühle und insbesondere bei der Laymühle. Im Vertikalprofil ist das ein Bereich, der etwa 5–25 m, im NNE auch erst 35 m über der

so-Basis einsetzt und dann etwa 60–80 m, im NNE erst 90 m über der so-Basis endet (Angaben geschätzt nach dem Profilschnitt bei WEILER: Bohrungen 11, 12, 30, 31). Stratigraphisch handelt es sich demnach um die Malbergweich-Schichten (soZM), den Bereich der VG2 und auch noch um einige Partien der tieferen Kyllburg-Schichten. Strukturell ist diese Region der nordwestlichen Abdachung der diagonalen Auwer Schwelle zuzuordnen, es interferiert dort aber die rheinisch streichende Trogachse der Saargauer Grabenzone (Abb. 15). Alle genannten Bohrpunkte befinden sich in dieser Grabenzone. Das Kylltal folgt hier der rheinischen Tiefenzone über eine längere Strecke. In den von Weiler dargestellten Tongehalten bildet sich wohl eine Vertonung in der Trogachse der Saargauer Grabenzone ab. Dies entspricht der Situation bei Träg. Dort im Süden, im Südteil von Blatt 6105 Welschbillig (Abb. 15) war innerhalb der Saargauer Grabenzone eine 16 m mächtige, fast ausschließlich tonige VG1 erbohrt worden (Bohrung 6105–114). Schon im Höheren Mittleren Buntsandstein könnte also ein Zusammenhang zwischen einer tonreichen Fazies und einer rheinischen Tieflage bestanden haben.

Im Nord-Teil der Saargauer Grabenzone ist ebenfalls eine deutliche Vertonung der Malbergweich-Schichten festzustellen. Am Ostrand von Blatt 5905 Kyllburg setzten dort in der Bohrung 5905–18 (südöstlich von Seinsfeld) 20 m über der soZM-Basis 19 m auffällig tonreiche Schichtenfolgen ein, 12 m davon waren durchgehend tonig ausgebildet.

MADER (1981c) hatte für den Oberen Buntsandstein die Existenz von mächtigeren Feinsedimenten eingeräumt und sie als Füllungen aufgegebener Altarme von Flussläufen gedeutet. In solchen Fällen könnte es sich aber bloß um lokale, nicht so häufige Phänomene gehandelt haben. Der Bohrungsbefund ist anders. Die Häufung von Tonakkumulationen und deren flächenhafte Ausdehnung sprechen dagegen. Westlich (im WNW) der schon genannten Bohrung zwischen Kyllburg und Oberkail haben noch drei weitere Bohrprofile, bei Malberg- und bei Sefferweich (Bohrungen 5905–75, –115, –121) den soZM stark vertont angetroffen. Noch weiter westlich, in der Bohrung 5904–27 (nordwestlich von Ehlenz) ist zumindest der tiefere soZM über 13 m hinweg sehr tonreich. Alle fünf Bohrungen, die einige Kilometer voneinander entfernt sind, befinden sich schon nördlich der Ardennen-Südrandzone (Abb. 15). In ihnen bildet sich eine distalere Fazies ab, wie sie in nördlichen Bereichen der Trierer Bucht relativ häufig entwickelt ist.

Die VG2, der Grenzbereich Malbergweich-/Kyllburg-Schichten (soZM/soZK) ist im Norden und Nordwesten der Trierer Bucht nicht oft durchteuft worden. Im Bitburger Bohrprofil 6005–59 und in der nordost-luxemburgischen Bohrung Reisdorf ist sie aber in strukturtiefen Positionen in einer auffälligen Tonfazies angetroffen worden. Die graue (!) Tonstein-Fazies im Kernprofil Reisdorf mit ihrem Reichtum an Pflanzenresten und datierbaren Palynomorphen (vgl. Teil I: Kap. 3) wird in einer separaten Publikation genauer dargelegt werden (DITTRICH et al. in Vorb.). In der Bitburger Meißelbohrung sind unter 64 m mächtigen Sandsteinen des soVW und des soZK (Tab. 2) bis zur Endteufe (265 m) noch mindestens 3 m hellgraue (!) feinsandige Tone bzw. Tonsteine der VG2 erfasst worden. Ihre Fazies entspricht wohl derjenigen bei Reisdorf. Die Sandsteine darüber waren violettrotlich, hellrot gebleicht oder rotbraun. Beide Bohrlokationen sind dem diagonalen Senkungsraum des Südeifeler Zentralgrabens zuzuordnen, Reisdorf allerdings nur randlich (Abb. 21 in Kap. 7.2.2). Die südwest-luxemburgische Bohrung Koerich liegt auch noch in diesem Zentralgraben. Die dort durchteufte, erstaunlich tonreiche Fazies des Oberen Buntsandsteins wird später noch ausgeführt (Kap. 7.2.2 mit Abb. 22).

Auch der tiefere soZK kann Vertonungsbereiche enthalten. Wie schon erwähnt zeigte sich dies in den Meißelbohrungen im mittleren Kylltal, im Bereich der Saargauer Grabenzone. In einer

Tab. 2: Stratigraphische Gliederung des Buntsandsteins und wichtige Diskordanzen in der Trierer Bucht und in Luxemburg (schematisch, *: neue Übertragungen deutscher Begriffe; Leithorizonte: GL = Grenzletten, VS = Violettschichten, VG1, VG2, VG3 = Violette Grenzzone 1 (i.e.S.), 2 und 3, UDBB = Untere Dolomitbröckelbank; hellgrün unterlegt: „Intermediärzone“, IMZ).

	Luxemburg		Folgen	Trierer Becken		Leithorizonte	Bitburger Becken			
	NW	SE								
Oberer Buntsandstein (so)	Votziensandstein (so2)		s7	Votziensandstein (soV)	Lettenregion (soVL)	GL	Votziensandstein (soV)	Lettenregion (soVL)		
	O. Zwsch. (so1o)				Werksteinzone (soVW)		Werksteinzone (soVW)			
	Zwischenschichten (so1)				Zwischenschichten (soZ)	Obere Zwischenschichten (soZ2)	VG3	Zwischenschichten (soZ)	Kyllburg-Schichten (soZK)	
	U. Zwsch. (so1u)			Untere Zwischenschichten (soZ1)		(UDBB)		Malbergweich-Sch. (soZM)		
Mittlerer Buntsandstein (sm)	Violette Grenzzone (VG1*)		s6	Violette Grenzschichten (sVGS)		VG1	Violette Grenzschichten (sVGS)			
	Konglomerat. Serie *				Geröllsandsteine (sGS)		smh	Konglomeratische Serie (sKS)	(≠ USch-Schichten)	
	Violettschichten *				Grobkonglomerat (sGK)		VS	Violettschichten (sVS)	H-Diskordanz (s5/s6)	
	Densborn-sandsteine [Kieselkgl.]*				Mürb-sandsteine (sMS)			sm	Obere Densborn-Sch. (sDb2)	[Kieselkgl.]
	schichten *				Kieselkonglomerat (sKK)			smt	Untere Densborn-Sch. (sDb1)	
	Basalkongl.*				Geröllarme Wechselfolge (sGW)				Basalkonglomerat (sBlk)	
					Biewer-Konglomerat (sBK)					
Unterer Buntsandstein (su)	?		s2	Bändersandstein (sBS)			?			
					Mittlerer Hauptbuntsandstein (sHB2)				V-Diskordanz (s2/s3)	
					Unterer Hauptbuntsandstein (sHB1)					
			s1	(Untere Konglomerate)						

besonderen Fazies war dies auch weiter im Norden, in den Randzonen der Eifeler Nord-Süd-Zone nachzuweisen. Dort lagen Kernbohrungen vor. Das Kernprofil Oberweis (Bohrung 6004–7) stammte vom Westrand der Echternacher Grabenzone (mehr dazu am Ende von Kap. 7.2.3). Im Niveau der VG2 und unmittelbar darüber erschienen dort über insgesamt 5,9 m hinweg sehr viele Toneinlagerungen in grüngrauen oder hellgrauen Sandsteinen. Es kamen „papierdünne“ Laminiten und wellige Wechselfolgen vor (vgl. Einführung in Teil II). Im Osten, in der Kernbohrung TB 5 bei Spangdahlem, ist im selben stratigraphischen Niveau ähnliches protokolliert worden (Teil I: Kap. 4.1). In die horizontale oder „laminierte“ Schichtung waren dort bis 2 cm mächtige glimmerführende Tonlagen (oft 5 mm, 2 mm oder 1 mm stark) in großer Zahl eingelagert.

Weitaus stärker ist die Vertonung im (mittleren und) höheren soZK und im erweiterten VG3-Bereich. Dies erwies sich etwa in den Bohrungen 5905–23 (Etteldorf), 5905–14 (Fließem), 6005–199 (Erdorf), 6005–195 (Bitburg-West) und in der zu Beginn des Kapitels als Extremfall beschriebenen Bohrung 6005–60 der Airbase Bitburg. In der Bitburger Brauerei-Bohrung 6005–45 wurden in diesem Bereich (ab 32 m unter der mu-Basis) pauschal 55 m Fein- bis Mittelsandsteine mit graugrünen(!) Tonlagen protokolliert. Als Verbreitungsgebiet der erweiterten VG3-Vertonung wird also – mindestens – das Gebiet von Bitburg-Süd bis Kyllburg aufgespannt. Weiter im Norden, wo der höchste Buntsandstein weitgehend erodiert ist, lagen hier aus diesem stratigraphisch hohen Bereich keine Datenpunkte mehr vor.

In Bitburg und auch noch im Nordwest-Teil von Blatt 6005 Bitburg ist auch die Lettenregion (soVL, Tab. 2) sehr ausgeprägt. Sie kann bis 20 m mächtige, schwach feinsandige Tone umfassen (Bohrung 6005–40, Bitburg-Königswäldchen). Im Bohrprofil 6005–45 (Brauerei) ist sie nur 13 m

mächtig, wird dort aber von einer faziell untypischen, sehr stark vertonten Werksteinzone unterlagert. Letztere ist auch auf Blatt 5906 Manderscheid als „feinkörniger Tonsandstein“ bezeichnet worden (GREBE 1894).

Interessant ist ein Vergleich mit dem Referenzprofil der Nordeifel, südwestlich von Mechernich (RIBBERT 2013: Abb. 8.5.1-2). Dieses Profil kombiniert die Befunde von zwei benachbarten Kernbohrungen. Feinklastische Schichtabschnitte sind also in vollem Ausmaß erfasst worden. Im gut 140 m mächtigen Oberen Buntsandstein fallen dort drei sehr mächtige Schluffsteinabfolgen auf. Sie sind etwas über 20 m, knapp 30 m und etwa 14 m mächtig (v.u.n.o.). Stratigraphisch handelt es sich um die VG2 über den dortigen Unteren Zwischenschichten, die VG3 unterhalb der Werksteinzone des Voltziensandsteins und um die Lettenregion. Sie repräsentieren relativ lange Zeitspannen mit kontinuierlicher Feinsedimentation. In die Schluffstein-Serien sind nur sehr selten einmal Feinsandsteinlagen oder -bänken eingeschaltet. Angesichts der paläogeographischen Position dieser Region (Teil I: Kap. 1.1) könnte es sich um Sabkha-Ablagerungen handeln. Das als Referenzprofil verwendete Bohrprofil erschloss einen Bereich etwa drei Kilometer abseits der dortigen Beckenachse (RIBBERT 2013: Abb. 8.5.1-1). Dort kommen in diesen Schichtabschnitten wohl auch tonige Feinsedimente vor.

Die zuvor beschriebenen Anreicherungen von (tonigen) Feinsedimenten im Nordteil der Trierer bzw. Trier-Luxemburger Bucht könnten südwärtige Ausläufer der zeitgleich abgelagerten Schluff-Ton-Fazies der Nordeifel darstellen. Die stratigraphischen Positionen im Vertikalprofil des Oberen Buntsandsteins sind identisch. Eine hydrologische Anbindung ist mehr als wahrscheinlich (Teil I: Kap. 1.1 mit Abb. 2). Ein temporärer Rückstau des südwestlichen Flusssystemes im Zuge von kleineren Ingressionen von Norden her könnte im Distalbereich zu deutlich verringerten Strömungsgeschwindigkeiten und einer flächenhaften Kornverfeinerung geführt haben (vgl. Kap. 6.5 und Teil III).

Ein anderes, sehr eigenartiges Phänomen ist in einer hydrogeologischen Darstellung von WEILER (1991) vermerkt. Nachfolgend wird es in Hinblick auf seine Relevanz für die Erfassung von Vertonungsbereichen im Buntsandstein geprüft. Als eines der Resultate von verschiedenen hydrogeologischen Untersuchungen in der Trierer Bucht wurde nämlich eine auffällige, mehrere Kilometer breite „Zone verminderter Permeabilität im Hauptaquifer“ abgebildet. Der Hauptaquifer umfasst den sandreichen Unteren Muschelkalk und darunter – vor allem – den gesamten Buntsandstein. Die verzeichnete Zone ist ein Ost-West-streichendes Band, das nahezu die gesamte Südeifel quert (Abb. 16). Ihre Darstellung basiert auf hydrogeologischen Befunden bei Speicher im Osten und mehreren Bohrungen bzw. Pegeln näher am Zentrum der heutigen Trier-Bitburger Trias-Mulde (Sülm, Trimport, Idenheim, Idesheim). Im Westen ist zur Fortführung dieser Zone noch das Kriterium „Breite Talauen im Keuper“ herangezogen worden (Abb. 16). Es entsteht dadurch der Eindruck eines markanten, Ost-West-ausgerichteten, durchgehenden Fazieselementes. Dieses hätte geringere Gesteinsdurchlässigkeiten, einen dadurch verlangsamten Abfluss im Aquifer und so einen relativ hoch liegenden Grundwasser-Spiegel bedingt. Prinzipiell könnte dafür eine stärkere Vertonung der Gesteinsabfolgen, eine deutlich geringere Zerklüftung oder aber – weniger wahrscheinlich – eine dichtere Zementation der Sandsteine verantwortlich sein. Die Mittelkeuper-Serien im Westen haben damit aber sicherlich nichts zu tun. Diese Abfolgen sind generell überwiegend pelitisch zusammengesetzt und liegen weitaus höher im triassischen Schichtstapel. Eine schraffierte optische Verknüpfung von Talformen in der heutigen Keuper-Landschaft mit Grundwasser-Hochständen im so-mu-Stockwerk ist für kausale Ausdeutungen nicht hilfreich. Interessant bleiben jedoch die auffällig kleinräumigen Höhenlagen-Schwankungen des Ruhewasserspiegels im Mittel- und Ost-Teil der ausgewiesenen Zone.

Vergleicht man nun die Grundwasser-Höhen mit den modernen strukturellen Befunden zur Trier-Bitburger Bucht (LGB & LUWG 2010, DITTRICH 2011b; Abb. 15), so erklärt sich vieles davon allein schon tektonisch. Weder die rheinischen noch die diagonalen Großstrukturen waren WEILER damals bekannt gewesen. Es bestand 1991 bloß ein sehr frühes Kenntnis-Stadium bezüglich der Schichtlagerung der Mulden-internen Schichtlagerung mit ihren Hoch- und Tiefstrukturen. Strukturelle Bezüge waren denn auch von WEILER (1991) nicht hergestellt worden. Tatsächlich bildet sich aber in denjenigen Bereichen, wo der Grundwasser-Spiegel nicht durch große, tief eingeschnittene Vorfluter oder durch den äußeren Erosionsrand des Buntsandsteins abgesenkt ist, der heute bekannte tektonische Bau unmittelbar ab. Erkennbar sind der Südteil der Echternacher Grabenzone und auch der Südeifeler Zentralgraben; sogar dessen dextraler Horizontalversatz entlang der „Nimstal-Fuge“ (NF in Abb. 15) ist nachvollziehbar. Im Osten deutet sich schwach die Saargauer Grabenzone an. Ihre östliche Grabenschulter verbirgt sich unter den (in Abb. 16 nicht dargestellten) eng gescharten Isolinien von 310 bis etwa 220 bis 230 m ü. NN.

Diese rheinische Grabenzone trennt die beiden Hochgebiete, die im Bereich der Auwer Schwelle liegen (Abb. 15). Auf dieser Südwest-Nordost-streichenden alten Schwelle, die im heutigen Strukturbild als Horstscholle ausgestaltet ist, liegt die stauende Buntsandstein-Basis – der Devonsockel – höher als in ihrer Umgebung. Ein etwas höherer Tongehalt der Sandsteine auf der Schwelle, der aus häufigeren Stillwasser-Situationen abseits des fluviatilen Stromstrichs resultierte, ist ebenfalls plausibel. Er würde die verringerte Förderleistung einzelner Brunnenbohrungen in diesem Bereich erklären (WEILER 1991: S. 19). Eine durchgehende Ost-West-Struktur- oder -Fazieszone existiert jedoch nicht.

6.2 Anreicherungen von Glimmern und deren mögliche Herkunftsgebiete

Glimmer-Anreicherungen treten im Trier-Luxemburgischen Buntsandstein nur in bestimmten Profilabschnitten und Regionen auf. Da sie makroskopisch leicht erkennbar sind, wurden sie von den jeweiligen Bearbeitern – seien es nun Kartierer oder Bohrprotokoll-Verfasser – üblicherweise notiert. Etwas genauere Angaben zu den Glimmern sind jedoch nur sehr selten verfügbar. Eine systematische Erfassung und Bearbeitung dieser Gesteinskomponenten hat noch nicht stattgefunden. Deshalb wurde hier eine umfassende Literaturschau vorgenommen, um möglichst viele derzeit bekannte Einzeldaten zusammenzutragen.

Ein erster Deutungsansatz zum Glimmergehalt ist bereits in den Arbeiten von MADER (1979–1985) angeklungen. Dort war nämlich betont worden, dass die Sandsteine der Kyllburg-Schichten – es sind die oberen Zwischenschichten im Oberen Buntsandstein (Tab. 2: soZK) – auffällig viel Glimmer enthalten. Als Grund dafür wurde pauschal „eine erneute tektonische Verstellung im Liefergebiet“ genannt (MADER 1981c: S. 406). Die diesbezüglichen petrofaziellen Beobachtungen bezogen sich zunächst und vor allem auf die „Axialfazies“ des Buntsandsteins in der „Westeifel“, also in der nördlichen Trierer Bucht und in der inneren Eifeler Nord-Süd-Zone. Dass sie in anderen Gebieten, etwa in der westluxemburgischen „Marginalfazies“ und im höheren Sauerland, so nicht mehr gültig sind, klang dann in späteren Arbeiten an (MADER 1984–1985).

Eine regionale Differenzierung ist sicherlich erforderlich. Bohrprotokolle im Süden und Südwesten und die zahlreich vorhandenen Kartierberichte verschiedener Universitäten – bei MADER generell unberücksichtigt – sind dafür wertvolle Informationsquellen.

In den Abfolgen des des Unteren Buntsandsteins, die auf das Trierer Becken und das südlichste Bitburger Becken beschränkt bleiben, spielen Glimmer-Gemengteile keine erwähnenswerte Rolle. Dasselbe gilt für den vergleichsweise monotonen „Hauptbuntsandstein“ im östlichen Saargau (SCHRÖDER 1964, PETERS 1985, STETS 1995). Glimmer treten dort im sm bloß als akzessorische Komponenten im Dünnschliff auf. Auch in den Sandstein-Schliffen des Tieferen Mittleren Buntsandsteins (smt) bei Spangdahlem im Nordosten sind Glimmer selbst unter den Akzessorien nur nachrangig vertreten (DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007: Tab. 2).

Die Glimmer-Zufuhr war insgesamt noch recht gering. Makroskopisch besser erkennbar werden die schwachen Glimmergehalte erst in den feineren Sedimenten im höheren Teil von fluviatilen Kleinzyklen. Insofern hängt es vielfach bloß am Ausmaß der Erhaltung von Überflutungssedimenten, ob Glimmergehalte auffallen oder nicht. Auch besondere Phasen einer Zufuhr von deutlich frischerem Sedimentmaterial zeichnen sich so ab. Insofern sind vermehrte Glimmer vor allem aus Profilabschnitten dokumentiert, die schon durch Feldspatgehalte (Kap. 6.3), Geröllführung (Kap. 6.5) und schwächer gerundete Komponenten als Niveaus mit verstärkter Materialanlieferung gekennzeichnet sind.

Im Tieferen Mittleren Buntsandstein (smt), der teilweise äolisch abgelagert wurde, erscheinen insgesamt drei Niveaus mit einer etwas stärkeren Glimmerführung. Zunächst einmal ist es das Basalkonglomerat (sBlk). Belegt ist dies aus dem nordwestlichen Bitburger Becken, durch die glimmerreiche konglomeratische „Faziesseinheit 1“ der Forschungsbohrung Roth (DITTRICH & NORBISRATH 2006) und aus einem Aufschluss im Prallhang der Enz in Sinspelt (Westrand von Blatt 6003 Mettendorf). Letzterer erschloss an der Basis des smt einige Meter einer glimmerreichen (tonig-)schluffigen Stillwasserfazies, welche sich mit einem Dünenkörper verzahnt. In einer strukturhohen Randposition des Beckens hat sich dort eine solche Lateralfazies des sBlk entwickeln können.

Die höheren Niveaus mit stärkerer Glimmerführung im smt sind nur aus Bohrungen bekannt, vornehmlich bei Mondorf und dort vor allem aus dem gut protokollierten Profil der Adelheid-Quelle (Lucius 1948: Tab. Nr. II). Die stratigraphische Abgrenzung in den Mondorfer Bohrungen ist im Kap. 7.2.2 detailliert ausgeführt. Glimmer wurde dort aus dem deutlich aquatisch abgelagerten, teilweise grobkörnig entwickelten Kieselkonglomerat (sKK) notiert, unter anderem wurde ein feinschichtiger toniger Feinsandstein mit Glimmeranreicherungen genannt. Besonders viel Glimmer fand sich aber in den Violettschichten (sVS) am Top des Tieferen Mittleren Buntsandsteins, und zwar in der Neubohrung der Mondorfer Kind-Quelle. M. Lucius protokollierte von dort dicht mit Glimmer belegte, silbrig glänzende Schichtflächen.

Der Glimmergehalt des sKK-Niveaus bestätigt sich in der Bohrung Oberweis, im nördlichen Bitburger Becken (Kap. 7.2.3). WEILER (1972) hatte dort bei Teufe 261 bzw. 262 m Glimmerlagen und eine 3 cm große Pyrit-Knolle protokolliert. Beides deutet auf eine lokale Stillwasserfazies hin. Ein zeitweilig stärker limnisch geprägtes Milieu passt zur strukturellen Position dieser Bohrung (Abb. 21 in Kap. 7.2.2). Die stratigraphisch höheren Violettschichten sind dort unterhalb des stratigraphischen Äquivalents des Hauptkonglomerates (smh) vollständig erosiv gekappt worden.

Der Höhere Mittlere Buntsandstein (smh) der Trier-Luxemburger Bucht mit seinen unterschiedlichen, mehr oder weniger räumlich getrennten Rinnenfüllungen und fluviatilen Einzelschüttungen ist in wechselndem Ausmaß als glimmerführend beschrieben worden. Die Beobachtungen

variieren. Im Süden bei Mondorf (Adelheidquelle) erschien wenig Glimmer im Äquivalent des Hauptkonglomerates und etwas mehr davon in der Violetten Grenzzone (VG1; Lucius 1948: Tab. Nr. II; Kap. 7.2.2). Im mittleren Blatt 6105 Welschbillig wurde im Topbereich eines 45 m mächtigen smh eine 8 m-VG1 „mit hellem Glimmersandstein“ durchteuft (Bohrung 6105–115, Kostermühle), ganz in der Nähe, bei Träg (Bohrung 6105–114) wurde ein glimmerhaltiger Grobsandstein protokolliert. Im nordwestlichen Bitburger Becken sind die sandig-konglomeratischen Abfolgen der Konglomeratischen Serie (sKS) als glimmerführend (GIELISCH 1989, DITTRICH & NORBISRATH 2006) oder sogar als glimmerreich (BOSOLD 1996) bezeichnet worden. Ähnliches gilt für die Region Ehlenz (Bohrung 5904–27) im NNE. GREBE (1892, Blatt 6004 Oberweis) notierte im konglomeratischen smh Einlagerungen von fast glimmerfreien Sandsteinen. Dies ist auch im generell geröllarmen smh bei Spangdahlem im Osten der Fall. Die Sandstein-Schliffe der dortigen Kernbohrungen zeigten nur vereinzelte Glimmer-Beimischungen im basalen smh, der Konglomeratischen Serie, und dann nur wenig mehr in den auflagernden Violetten Grenzschichten, dem Äquivalent der VG1 (DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007: Tab. 2). Die in den smh zu stellenden „Usch-Schichten“ der „Westefel“ sind von MADER (1982) als glimmerfrei bis glimmerarm gekennzeichnet worden. Im südwest-luxemburgischen Bohrprotokoll Rebiereg fehlen jegliche Angaben zu eventuellen Glimmergehalten. Aus dem tonmineralogisch bearbeiteten Bohrprofil Mersch in Mittel-Luxemburg (Kap. 6.4 und 7.2.2) sind im smh-Bereich zumindest sehr gut kristallisierte Illite beschrieben worden (FRANSOLET 1970).

Über die Art der Glimmer im Mittleren Buntsandstein ist nur wenig bekannt geworden. Nach dem makroskopischen Befund bei Sinspelt, Roth und in einer Meißelbohrung bei Ehlenz im Norden (Bohrung 5904–27) sind es Muskovite. Im smt der südlichen Trierer Bucht erscheinen nach MADER (1980: S. 25) immer nur Hellglimmer, keine Biotite. Im Dünnschliff zeigen sich jedoch auch Dunkelglimmer, sowohl im smt als auch im smh (bei Spangdahlem, DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007: Tab. 2). RÖSSLE (1937, referiert in PETERS 1985) beschrieb aus der Grundmasse von Sandsteinen des Mittleren Buntsandsteins Muskovit, Biotit, Serizit und Chlorit. Dieser Befund stammt aus dem südlichen Saargau bei Mettlach. Quantitativ spielen diese Minerale jedoch keine große Rolle.

Im Oberen Buntsandstein erreicht die Glimmerführung dann eine ganz andere Größenordnung. Bei Mondorf erscheint schon reichlich Glimmer in den unteren Metern der Zwischenschichten. Notiert wurden „großglimmerige“, „feinglimmerige“, „glimmerige“ und „schwachglimmerige“ Sandsteine. Dies steigert sich noch oberhalb von Teufe 507,2 m. Es ist dies das Niveau, ab dem in verstärktem Ausmaß Gerölle einsetzen. Wahrscheinlich entspricht es der Basis der Kyllburg-Schichten (soZK, Kap. 6.5). Im Protokoll ist nun fast nur noch von „großglimmerig“ oder „glimmerreich“ die Rede. Genannt wurden auch Glimmerschüppchen im Bindemittel eines Konglomerates sowie ein schräggeschichteter „schiefriger Sandstein mit reichem Glimmerbelag auf den Schichtflächen“. Dieser Glimmerreichtum im Mondorf-Profil hält noch bis zur so/mu-Grenze an und geht auch noch weit über sie hinaus.

Offenbar waren die Glimmergehalte des zugeführten Sedimentmaterials schon zu Beginn des Oberen Buntsandsteins deutlich erhöht. Dies galt zumindest für die stärker absinkenden Beckenbereiche im Süden. Die Mondorf-Region, die im Graben von Thionville liegt, gehörte dazu (Abb. 21 in Kap. 7.2.2).

MADER (1979) hatte demgegenüber die tieferen Zwischenschichten, die Malbergweich-Schichten (soZM), als glimmerarm bis -frei bezeichnet. In späteren Publikationen von ihm (1980–1985)

galten sie dann als glimmerarm. Dies trifft so aber nicht zu. Etliche Autoren haben den gesamten Oberen Buntsandstein als durchaus glimmerführend beschrieben (LEPPLA 1908, SCHRÖDER 1964, KATTAWI 1969, LEISCHNER 1988, GIELISCH 1989, WILDE 2001, DITTRICH & NORBISRATH 2006). Dies galt auch schon in den Beschreibungen auf den alten preußischen Manuskriptkarten 5805 Mürtenbach und 5806 Daun, ganz im Norden der Trierer Bucht. Die dort abgeteufte, relativ genau protokollierte Meißelbohrung 5904–27 im Nordost-Quadranten von Blatt 5904 Waxweiler (oberes Ehlenztal) bestätigte das. In den unteren Metern des soZM wurden recht häufige kleinere Glimmer genannt.

Unzweifelhaft steigerte sich die Glimmerführung dann zu Beginn der Kyllburg-Schichten (soZK) erheblich. Nun ist in allen Kartierberichten, Blätterläuterungen und – hinreichend ausführlichen – Bohrprotokollen (außer in Nordwest-Luxemburg, mehr davon später) von glimmerreichen Gesteinen die Rede. Genannt werden „Glimmersandsteine“ (Bohrung 6105–115), eine starke oder „ausgesprochen starke“ Glimmerführung (MEYERING 1985 bzw. SCHRÖDER 1964), „viele, relativ große Glimmerkristalle“ (Bohrung 5904–27), sehr glimmerreiche Sandsteine (BOSOLD 1996) und ähnliches. Auch MADER (1979–1985) hat diese hohen Glimmergehalte wiederholt beschrieben. Im schon genannten Bohrprofil Mondorf waren diese Sandsteine „größglimmerig“ und/oder „glimmerreich“.

GREBE (1892, Blatt Oberweis: S. 5) beschrieb seinerzeit „grosse weisse Blättchen“. Konkrete (maximale) Größenangaben zu den Glimmerblättchen waren später dann 1 mm (OEHMS 2006), 2 mm (BOSOLD 1996, WILDE 2001) und 3 mm (DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007). Den Rekord hält die Notiz von H. MÜLLER (2006: S. 17) über bis zu 2 cm (!) großen Hellglimmerpartikeln auf den Schichtflächen von Sandsteinen. Sie bezog sich auf den Oberen Buntsandstein der Kylltalregion im (Süd-)Ostteil von Blatt 6005 Bitburg. Bei einer Nachfrage von mir wurde diese Dimension bekräftigt. Für derartige Glimmer müssen wohl pegmatitische Ausgangsgesteine und ein „seglender“ Transport im Wasserstrom angenommen werden.

Anreicherungen mm-großer Glimmer in feineren Sandsteinen ordnen sich üblicherweise entlang der Schichtflächen an. Dies kann zur Ausbildung von horizontalgeschichteten, Glimmerabgesetzten, dünnplattigen Schichtpartien führen (MADER 1981b, 1981c, HEITTELE 1979, 1984). Bei der Verwitterung kann es dann zu einer papierartig blättrigen Absonderung des Gesteins kommen. In gröberen Sandsteinen findet man auch Glimmeranreicherungen entlang der Einzelblätter der Schrägschichtung (BOSOLD 1996, WAGNER et al. 2012: S. 118; DITTRICH et al. in Vorb.). Genetisch können dabei periodische (tidale?) Strömungsabbrisse bzw. Stauphasen eine Rolle gespielt haben (Teil I: Kap. 4.1).

Eine extreme Form von sedimentärem Glimmerreichtum ist aus strukturhohen Positionen östlich der Saargauer Grabenzone bekannt (Abb. 15). Von Daufenbach, im Bereich der Deimlinger Devonschwelle, hat LICHTENSCHIEDT (1999) von 2–3 cm dicken Zwischenlagen aus angereicherten Glimmerblättchen im höheren Oberen Buntsandstein berichtet. In einer Kernbohrung bei Spangdahlem konnten die hellen Glimmer-Schüppchen bis 3 mm groß und die Glimmerlagen immerhin noch bis 5 mm dick werden. Dieses betraf den dort nur noch gekernten untersten Teil des soZK (DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007; Abb.17).

Bei derartigen Anreicherungen haben mehrere Faktoren zusammengespielt. Zum einen waren diese Standorte über den Luxemburger Zentralgraben bzw. den Graben von Thionville und die Saargauer Grabenzone recht gut an die Materialzufuhr vom Gallischen Land im Südwesten an-



Abb. 17: Hellglimmer-Anreicherung auf der Schichtfläche eines violettrotgrauen Sandsteins der unteren Kyllburg-Schichten bei Spangdahlem (aus: DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007).

gebunden (Abb. 21 in Kap. 7.2.2). Andererseits handelte es sich bereits um randliche, schon etwas strukturierte Positionen, wo sich eine fluviatile Lateralfazies mit meist geringeren Strömungsgeschwindigkeiten ausbilden konnte. Zudem geht es um die ohnehin schon sehr glimmerreichen Kyllburg-Schichten (soZK) und überdies um deren unteren Abschnitt. Dieser entstand, als noch ein vergleichsweise frischer, eher unverwitterter Sedimentbestand vorgeschüttet wurde. In diesem Zeitraum und in dieser Beckenposition kam es durch eine seitliche selektive Anschwemmung zu einer überdurchschnittlichen Ansammlung von Glimmerblättchen. Beim Wechselspiel von Absenkung und Wiederaufwirbelung sind sie konzentriert worden.

Im höchsten Oberen Buntsandstein, im Voltziensandstein, setzte sich der hohe Gehalt an Glimmern fort. Fraktionsgebunden kann er in feinsandig-siltig-tonigen Partien noch höher sein. Glimmerstaubige Überflutungssedimente und mehr oder weniger dicht mit Glimmern belegte Schichtflächen von Feinsandsteinen sind sehr weit verbreitet. Diese Glimmer sind aber meist kleiner als in den Kyllburg-Schichten. Glimmerbelegte Schrägschichtungsblätter kommen immer noch vor.

Bei den Glimmern des Oberen Buntsandsteins ist bei den makroskopischen Befunden vor allem von Hellglimmern (Muskoviten) die Rede (u.a. GREBE 1892: Blatt Oberweis, MEYERING 1985, PETERS 1985, BOSOLD 1996, MÜLLER 2006, OEHMS 2006, zahlreiche Bohrprotokolle; Abb. 17). Von anderen Autoren wurden Muskovit und Biotit genannt (LEPPLA 1908, SCHRÖDER 1964, KATTAWI 1969, DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007: Tab. 2). Genauere Angaben lieferte MADER (1981c). Für die Kyllburg-Schichten der nördlichen Trierer Bucht und der inneren Eifeler Nord-Süd-Zone („Westefel“) notierte er, dass darin verwitterungsbedingt keine frischen braunen Biotite mehr anzutreffen seien. Stattdessen kämen nur noch alle Übergänge zwischen braungrünen und völlig entfärbten Exemplaren vor. Diese seien nur noch durch die Eisenoxidabscheidungen auf Spalt-

rissen als gebleichte Biotite zu erkennen. Grundsätzlich muss also von Liefergebieten und -gesteinen ausgegangen werden, aus denen sich sowohl Muskovite als auch Biotite ableiten lassen.

Im nordwestluxemburgischen Kernprofil Reisdorf (Abb. 21 in Kap. 7.2.2) sind mithilfe von halb-quantitativen Röntgendiffraktometrie-Analysen der Universität Liège die Gesteinsbestandteile bestimmt worden (DITTRICH et al. in Vorb.). Untersucht wurden die höheren Zwischenschichten (Kyllburg-Schichten, soZK) und die darunter liegende Violette Grenzzone 2 (VG2). In einem grauen Tonstein der VG2 wurden 39 % Glimmer ermittelt und im soZK Werte meist zwischen 13 und 26 %. Der schriftliche Untersuchungsbericht relativierte jedoch diese Mengenangaben. Sowohl die Überlagerung mit dem 10Å-Peak des auch enthaltenen Illits als auch eine gewisse, methodisch unvermeidbare Vorzugseinregelung der Glimmerblättchen bei der schon sorgfältigen Präparat-Erstellung hätten wohl dazu geführt, dass die prozentualen Anteile möglicherweise überschätzt worden sind. Dennoch bildet sich eine erhebliche Glimmerführung im stratigraphischen Bereich VG2–soZK ab. Tiefere Abschnitte des Buntsandsteins waren bei Reisdorf nicht mehr gekernt worden, so dass Vergleichswerte aus dieser Region nicht erhoben werden konnten. Die Reisdorf-Bohrung erschloss einen Beckenteilbereich, der schon sehr nahe am diagonal streichenden Südeifeler Zentralgraben bzw. an der Großstruktur des Luxemburger Zentralgrabens liegt (Abb. 15). Diese bruchtektonische Vorzeichnung öffnete wohl als synsedimentärer Senkungsraum den Zulieferungsweg von den kristallinen Gesteinsmassiven des Gallischen Landes im Südwesten (Kap. 7.3 in Teil III). Von FRANSOLET (1970) waren im Oberen Buntsandstein der mittelluxemburgischen Kernbohrung Mersch sogar Mikrogerölle aus Phylliten nachgewiesen worden. Diese Bohrlokation liegt quasi in der direkten diagonalen Südwest-Nordost-Verlängerung der Reisdorf-Bohrung (Abb. 21 in Kap. 7.2.2).

Leider sind im (Oberen) Buntsandstein der südwest-luxemburgischen Bohrung Rebiert Glimmergehalte generell nicht protokolliert worden. Nur eine pauschale Notiz bei WAGNER (1982: S. 53) nennt dort Glimmer „im Buntsandstein“. Auch im nur sehr überschlägigen Protokoll der dortigen Bohrung Koerich fehlen Angaben zu Glimmern (Abb. 22 in Kap. 7.2.2). Dasselbe gilt für die luxemburgischen Bohrprotokolle bei Everlange und Diekirch.

Sicher ist aber, dass die nordwest-luxemburgische Randfazies des Oberen Buntsandsteins von der Zulieferung von Glimmer-reichem Sedimentmaterial weitgehend abgeschlossen war. Glimmer spielen dort quantitativ keine Rolle. Dies gilt zumindest für die Zwischenschichten (soZ bzw. so1, Tab. 2). Im Voltziensandstein bei Bettborn wurden dann jedoch mehrere Millimeter große Hellglimmer erwähnt (WAGNER 1982: S. 53). Wie es die Mächtigkeitsverteilung bestätigte (Kap. 7.2.2), war die nordwest-luxemburgische Region stärker von variszisch streichenden Strukturen ausgestaltet worden. Dieselben Strukturen kontrollierten auch im so1 die Sedimentzufuhr vom gallo-ardennischen Hochland im Westen. Von dort kam ein Verwitterungsschutt, der nicht nur sehr glimmerarm, sondern auch sehr arm an Feldspat war (Kap. 6.3).

Nach Osten hin spielte dann die von Südwesten kommende Materialzufuhr eine immer größere Rolle. MADER (1984b: S. 33) hat auf diese Verzahnung zweier Faziesbereiche bereits hingewiesen. Er beschrieb eine „Übergangsbildung“ der Zwischenschichten im Raum östlich von Diekirch. Dort würden – unter anderem – erhöhte Glimmergehalte einsetzen, die in den westlicheren Profilen im Raum Ettelbruck–Warken–Diekirch noch fehlen. Die strukturelle Gliederung dieser Region (DITTRICH 1989) war damals noch unbekannt, entsprechende Bezüge waren somit auch noch nicht herzustellen gewesen. Heute wird es aber sehr deutlich, dass östlich von Diekirch der Randbereich des Luxemburger Zentralgrabens beginnt (Abb. 15; Abb. 21 in Kap. 7.2.2).

Östlich von Diekirch ist die Bohrung Bettendorf niedergebracht worden. Nach dem Bohrprotokoll sind schon die tieferen Zwischenschichten deutlich glimmerführend. Mehrfach sind darin Glimmer erwähnt (Glimmerblättchen, glimmerige Tone, Glimmer). Dasselbe gilt etwas weiter nordöstlich, im Ausbissbereich des Oberen Buntsandsteins auf Blatt 6003 Mettendorf. NORBISRATH (2001) und WILDE (2001; vgl. DITTRICH & NORBISRATH 2006) hatten berichtet, dass dort der Faziesunterschied zwischen den Malbergweich- und den Kyllburg-Schichten verschimmt. Im Basisbereich der Zwischenschichten würden dort oftmals geröllführende und teilweise grobkörnige Sandsteine mit hohem Glimmergehalt angetroffen. Die durchschnittlich etwas feinkörnigere, glimmerarme Fazies der Malbergweich-Schichten würde sich dort erst etliche Meter (ca. 25 m) höher einstellen (Kap. 6.5). Anders, als von MADER (1979–1985) angenommen, setzte also eine stärkere Zulieferung von Glimmermaterial schon am Beginn des Oberen Buntsandsteins ein. Der Weitertransport dieses Südwest-Materials nach Norden wurde dann tektonisch kontrolliert (Kap. 7.3 in Teil III). Naturgemäß sind die Sandsteine im Norden, in den ursprünglichen Arbeitsgebieten von MADER (1979–1983: „Westeifel“), im Durchschnitt etwas ärmer an Glimmern. Dafür sorgte nicht nur der schon etwas längere Transportweg, sondern auch die dort schon erfolgte Durchmischung mit dem glimmerfreien Sandmaterial von Nordwesten. Zum Teil hatte dies auch schon für die Abfolgen des Mittleren Buntsandsteins gegolten.

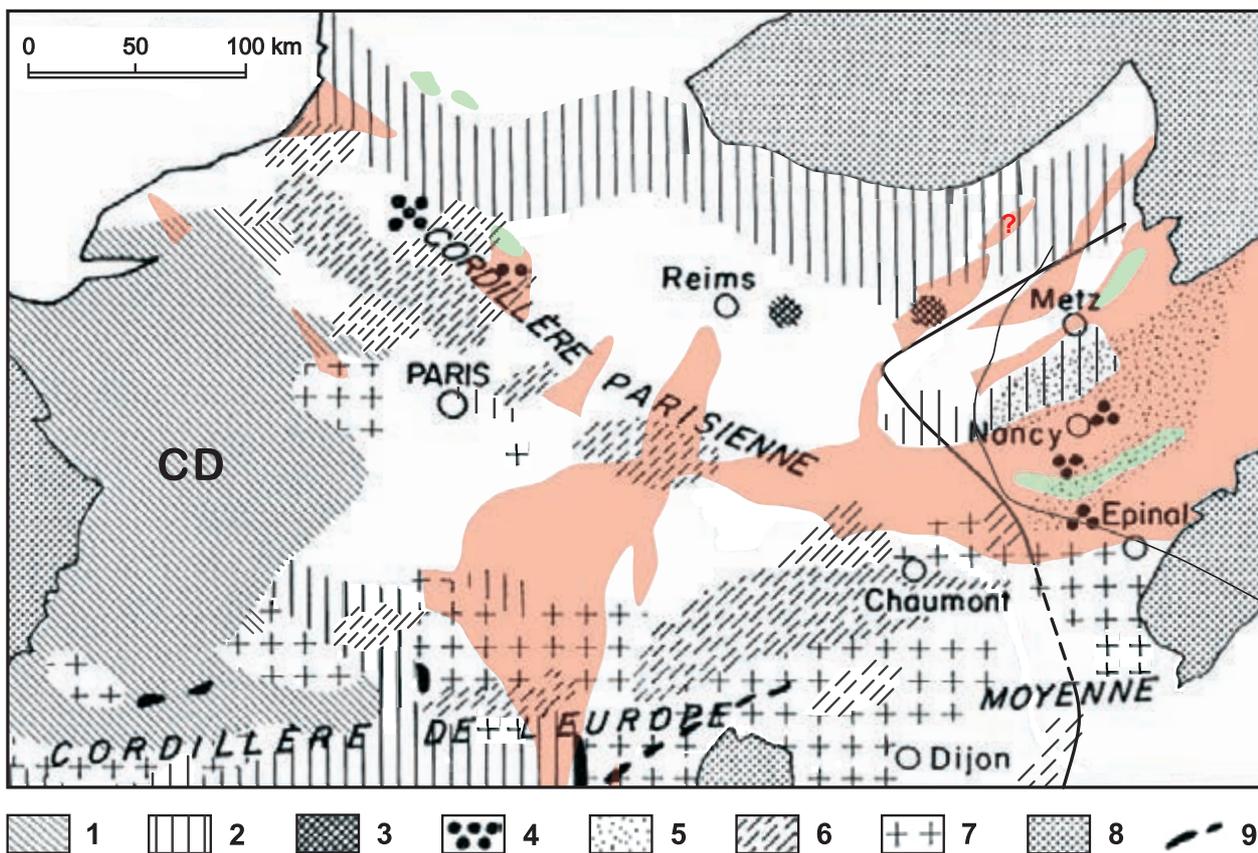


Abb. 18: Durch Tiefbohrungen ermittelter lithologischer Aufbau des präpermischen Sockels des Pariser Beckens (aus: POMEROL 1974, regional aktualisiert mit Bohrungsbefunden nach EDEL 2008, ergänzt durch die Ausdehnung von Rotliegend-Becken (rot) und von saxothuringischen Vulkanitvorkommen (grün) nach GÉLY & HANOT 2014; 1: Schiefer und rote Sandsteine, schwach bis nicht metamorph (Neoproterozoikum? Devon?), 2: grüne und violettbraune Schiefer (sedimentäres Permokarbon und Devon), 3: Schwarzschiefer, mit vereinzelt Diabasen, 4: rhyolithische Tuffe, 5: karbonische Kohle, 6: Gneis und Glimmerschiefer, 7: Granit, 8: Ausbiss des Sockels, 9: basische Gesteine; CD = Cadomischer Block; eingefügte dünne bzw. dicke schwarze Linie: Beckenrand des Unteren bzw. des Oberen Buntsandsteins nach BOURQUIN et al. 2006).

Um die generellen Rahmenbedingungen der Material-Anlieferung verstehen zu können, muss man sich ein Bild machen von der regionalgeologischen Situation zur Zeit der Untertrias. Hilfreich dafür ist eine Darstellung von POMEROL (1974). Sie stellte den damaligen Wissensstand über den Untergrund des Pariser Beckens dar, wie er sich aus den vorhandenen Tiefbohrungen ableiten ließ (Abb. 18). Die Lithologien des vorpermischen (!) Gebirgsstockwerks wurden darin ausgehalten. Als alte variskische Gebirgskette zeichnete sich eine metamorphe Zone mit Gneisen und Glimmerschiefern ab, die Parisische Kordilliere („Cordillère Parisienne“). Sie erstreckt sich von Chaumont im Südosten über den Raum Paris bis zur heutigen Atlantikküste. Granitische Gesteine sind östlich, südlich und südwestlich davon flächenhaft verbreitet. Im Nahbereich der Trier-Luxemburger Bucht besteht der Sockel aus Tonschiefern und quarzitischen Sandsteinen, wie sie für die variskische Struktureinheit des Rhenoherynikums charakteristisch sind. Im Wesentlichen wurde ihnen ein devonisch-karbonisches Alter zugeschrieben.

Der Tatsache, dass die Bohrtätigkeit im Pariser Becken seit 1974 weiter fortgeschritten ist, wurde hier Rechnung getragen, indem die Abb. 18 durch die bei EDEL (2008) verzeichneten Tiefenbefunde ergänzt und erweitert wurde. Um die Buntsandstein-zeitlich geltende („abgedeckte“) geologische Karte anzunähern, war es dann auch nötig, die Abdeckung des alten Sockels durch die post-variskischen Perm-Sedimente zu erfassen. Deshalb wurden hier die aktuell bekannten, bei GÉLY & HANOT (2014) dargestellten Perm-Becken in ihrer erbohrten Ausdehnung farblich darüber gelegt. Die dort auch verzeichneten karbonischen Ausbissflächen wurden hier der Signatur 2 von POMEROL zugeschlagen.

Zur resultierenden Abb. 18 seien noch einige erläuternde bzw. ergänzende Notizen vermerkt:

1. Die Tatsache, dass im weit entfernten „Cadomischen Block“ von West-Frankreich (CD) die lithologische Vielfalt nach den neueren Bohrbefunden von EDEL (2008) deutlich größer ist als seinerzeit von POMEROL (1974) dargestellt, wurde hier nicht mehr graphisch umgesetzt. Tatsächlich kommen dort nicht nur schwach metamorphe Sandsteine und Schiefer vor, sondern auch Gneise, Glimmerschiefer und Granite.
2. Die durchgehende Verbindung der Rotliegend-Verbreitung von der Wittlicher Senke nach Südosten bis in die lothringische Region nordwestlich und westlich von Metz ist derzeit noch hypothetisch. Erbohrt wurde sie bisher nicht (Kap. 7.1).
3. Die Existenz des kleinen Rotliegend-Beckens im luxemburg-lothringisch-belgischen Grenzgebiet südwestlich der Stadt Luxembourg wird hier in Frage gestellt. Dieses in Abb. 18 nur mit Fragezeichen eingetragene Vorkommen entstammt der schon genannten Darstellung bei GÉLY & HANOT (2014). Danach wurde es ausschließlich durch die lothringische Bohrlokation Longwy belegt. Im untersten Teil der historischen Tiefbohrung Longwy, zwischen 757,28 und 771,00 m Teufe (= Endteufe), war seinerzeit von H. JOLY über einem 13,45 m mächtigen roten Konglomerat eine 27 cm mächtige „Kohlenader“ notiert worden. Bei GÉLY & HANOT ist diese wohl als Beleg für Permokarbon gewertet worden. Angesichts des stratigraphischen Kontexts im Bohrprofil (nach L. VAN WERVEKE 1916, in LUCIUS 1948: Tab. Nr. I) ist für diesen kohligen Rest aber noch eine Zugehörigkeit zum Oberen Buntsandstein wahrscheinlich; der Untere Muschelkalk beginnt nur etwa 43 m darüber, bei 714 m Teufe. Ein Stammrest deutet ja nicht zwingend auf Permokarbon hin, große Pflanzenreste sind aus dem Trier-Luxemburgischen Oberen Buntsandstein wohl bekannt (Teil I: Kap. 4.2). Auch das rote Konglomerat an der Endteufe passt zur dortigen Proximalfazies der Zwischenschichten (vgl. Abb. 21 in Kap. 7.2.2). In einer Bohrungsaufstellung von SCHINTGEN & FÖRSTER (2013: Tab. 1) ist eine andere, ihrerseits dann 922 m tiefe Bohrung Longwy aus dem Jahr 1908 tabelliert; bei ihrer Endteufe stand sie im devonischen Sockel. Weitere Einzelheiten dazu sind der Autorin nicht bekannt.

4. Bei den Perm-Becken im Südwesten und Westen ist generell zu bedenken, dass sie in der Untertrias noch etwas größer gewesen sein können. Durch heutige Bohrungen erfasst werden kann naturgemäß nur das, was unmittelbar unter dem meso-känozoischen Deckgebirge – vor allem unter dem Keuper – lagert. Bereiche, welche zur Zeit der tieferen und mittleren Trias noch frei gelegen haben, können teilweise noch etwas mehr erodiert worden sein.

Bei der Ausdeutung der Abbildung ist ferner zu beachten, dass nur der früheste Untere Buntsandstein die in Abb. 18 dargestellte geologische Ausgangssituation vorfand. Der spätere Buntsandstein – in all seinen Teilabschnitten bzw. „Zeitscheiben“ – kam ja nur dort mit dem paläozoischen Sockel in Kontakt, wo nicht schon flächenhaft älterer Buntsandstein abgelagert worden war. Wegen der untertriassischen Beckenerweiterung spielten tendenziell immer fernere Liefergebiete im Westen und Südwesten eine Rolle. Vor allem die Region im Süden war bald schon durch mächtige Buntsandstein-Abfolgen bedeckt und dadurch „versiegelt“ worden.

Zur Veranschaulichung dieser Situation sind weitere linienhafte Eintragungen in Abb. 18 vorgenommen worden. Zum einen handelt es sich um die Umrandung des französischen Beckenraumes im Unteren Buntsandstein. Entnommen ist sie den Darstellungen von BOURQUIN et al. (2006: Großzyklen B1 und B2). Die hier nicht dargestellten, bei BOURQUIN et al. verzeichneten Verbreitungsgrenzen des Mittleren Buntsandsteins überschreiten diese Linie noch. Bei ihnen reicht die schon im su vorhandene Ausbuchtung nach Westen noch bis auf die Höhe von Chaumont. Die hier übernommene Verbreitung des Oberen Buntsandsteins geht dann noch ein Stück weit darüber hinaus. Überdies zeigt sie eine auffällige, tektonisch kontrollierte Nordwest-Grenze (Kap. 7.3 in Teil III).

Weite Regionen im Süden waren also schon von vorn herein als potentielle Liefergebiete ausgeschlossen. Das Saar-Nahe-Becken mit seiner flächenhaften Rotliegend-Verbreitung – sie reicht noch bis Frankreich – wurde schon früh und nahezu vollständig von Buntsandstein eingedeckt und damit der Abtragung entzogen. Das als Herkunftsgebiet des Germanischen Buntsandsteins viel gerühmte Gallische Land begann also erst südlich und westlich der zwei verzeichneten Linien. Dort erstreckte sich die hochmetamorphe Parisische Kordillere. Dabei handelte es sich um einen ehemaligen Gebirgszug, der wohl zur Zeit der Untertrias schon deutlich verflacht war und dann in zunehmendem Maße weiter eingeebnet wurde. Dort im Südwesten hatte sich an der Wende Perm/Trias ein veränderter und starker Reliefgradient eingestellt. Dieser war nun nicht mehr, wie noch im Zechstein, in östliche Richtung orientiert (vgl. LGB 2005: Abb. 62), sondern nach Nordosten gerichtet. Das Gallische Hinterland wurde dadurch neu zertalt. Dabei konnten die postvariskischen permischen Ablagerungen regional unterschritten werden. Glimmerschiefer, Gneise und Granite wurden abgetragen. Dies betraf nicht nur die Region der Parisischen Kordillere; auch das in der Abb. 18 weiß gelassene, noch nicht näher bekannte Gebiet südlich und westlich von Reims birgt noch ein gewisses Potenzial für kristalline Liefergesteine.

6.3 Feldspatführung

Zum Feldspatgehalt des Trier-Luxemburgischen Buntsandsteins existieren nur verstreute Einzelbefunde. Systematische Untersuchungen fehlen. Erneut wurde hier auf eine generelle Sichtung der vorhandenen Regionalliteratur zurückgegriffen.

Von PAAS (1993) stammen sehr wertvolle sedimentpetrographische Befunde zum Unteren Buntsandstein und zum Tieferen Mittleren Buntsandstein (smt), bis hin zum Kieselkonglomerat. In den 6 untersuchten Sandstein-Proben aus der Region nördlich von Schweich sind Feldspäte mit durchschnittlich 11,2 % an der Gesteinszusammensetzung beteiligt. Es sind ausschließlich Alkalifeldspäte. Die Dominanz von Orthoklas und der nur sehr geringe Gehalt an Mikroklin wurden als deutlicher Hinweis auf saure Tiefengesteine im Liefergebiet gewertet. Noch zusammenhängend erhaltene Fragmente magmatischer Gesteine sind allerdings eher selten (meist unter 1,5 % der Komponenten). Von den zusammengesetzten Quarzkörnern (Polyquarzen) stammte jedoch der überwiegende Teil aus Magmatiten.

Bei einer stratigraphischen Differenzierung der Daten zeigt sich folgendes. Im Unteren Buntsandstein sind durchschnittlich 9 % Feldspat enthalten (6,9, 10,8 und 8,4 %). Im basalen smt (Biewer-Konglomerat) sind es nur noch 3,8 %, höher im smt – in den Unteren Densborn-Schichten (sDb1) – dann 16,3 %. Interessant ist der hohe Feldspat-Gehalt von 21,2 % im Kieselkonglomerat (sKK; „sm3a“ bei Paas; vgl. Kap. 7.3 in Teil III). Dieser Beleg für eine Zufuhr von frischerem und größerem Sedimentmaterial korrespondiert mit dem etwas gestiegenen Anteil an Sedimentit-, Metamorphit- und Magmatit-Gesteinsbruchstücken in dieser Probe (PAAS 1993: Tab. 9: 8,2, 5,3 bzw. 3,4 %).

Die Beschreibung des Kieselkonglomerat-Niveaus im Bohrprotokoll der Adelheid-Quelle von Mondorf/Süd-Luxemburg (Kap. 7.2.2) geht in dieselbe Richtung. Dort wurde ein – offenbar schon makroskopisch erkennbarer – Feldspat-Gehalt eines Sandsteins notiert, ferner Glimmeranreicherungen (Kap. 6.2) und bloß kantengerundete Quarzgerölle sowie große, zerbohrte Quarzitgerölle.

Der Höhere Mittlere Buntsandstein (smh) zeigte dann eine deutlich erweiterte Verbreitung im Trier-Luxemburgischen Beckenraum. Die Beckenkonfiguration hatte sich deutlich verändert. Der smh ist vor allem an Rinnenfüllungen geknüpft. Sowohl aus der westluxemburgischen Randfazies entlang des Attert-Tales als auch aus hinreichend tief niedergebrachten luxemburgischen Tiefbohrungen (Mersch, Rebiert) liegen Feldspat-Daten vor. Im Mondorf-Profil fehlt eine Erwähnung von Feldspat im smh. Aus der deutschen Südeifel, bei Spangdahlem im Nordosten, existieren diesbezügliche Schlibfbefunde.

In allen Fällen sind die Feldspat-Gehalte sehr gering. Wenn überhaupt, ist Feldspat nur in Spuren vorhanden. Akzessorisch ($\ll 1\%$) kann Plagioklas vorkommen, manchmal auch sehr wenig Mikroklin (FRANSOLET 1970, DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007). Ein magmatisches Liefergebiet ist also auszuschließen. Stattdessen zeigen sowohl der Geröllbestand als auch die Beschaffenheit der Sandfraktion, dass ältere Sedimentgesteine und Gerölldecken aufbereitet wurden. Darüber hinaus – vor allem im höheren Teil der Abfolge – wurde das von Schiefen und Gangquarzen dominierte devonische Grundgebirge der Umgebung angeschnitten und umgelagert. Bei Spangdahlem waren suturierte Polyquarze, also Quarzitkörner, lediglich im unteren und mittleren Teil des smh vorgekommen (DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007). WAGNER (1989) hatte für die westluxemburgische Randfazies ein Abtragungsgebiet rekonstruiert, das im Westen oder Nordwesten lag. Dort standen vor allem Feldspat-freie Tonschiefer sowie quarzitisches Sandsteine an. Es war das aus rhenohertzynischen Sockelgesteinen aufgebaute gallo-ardennische Hochland (vgl. Abb. 18).

Die noch sehr lückenhaften Befunde aus dem strukturtieferen, zentralen Teil des Trier-Luxemburger Beckens lassen es aber möglich erscheinen, dass – zumindest lokal – schon im smh eine

gewisse Zufuhr aus Südwesten erfolgte. Wegen der schon erwähnten Art der Feldspäte könnte dies ein Liefergebiet mit metamorphen Gesteinen gewesen sein. Dies stützen auch die moderaten Glimmergehalte im smh (Kap. 6.2), mit ihrer örtlich wechselnden Stärke. Auch der Feldspat-Gehalt im südwest-luxemburgischen Bohrprofil Rebiereg könnte dafür sprechen. Ohne die Beprobungsniveaus stratigraphisch zu benennen – ein dahingehend aufgeschlüsseltes Profil fehlte schon bei WAGNER (1982) – hatte WAGNER (1989) von dort berichtet, dass generell „in allen Buntsandstein-Proben“ 3–21 % Feldspat enthalten sei. Ob dies auch eine oder mehrere smh-Proben betraf, bleibt offen.

Im Oberen Buntsandstein änderte sich die Situation grundlegend. Nun traten südwestliche Liefergebiete deutlich in Erscheinung. Dies belegen u.a. die schon erwähnten Ergebnisse von WAGNER (1982, 1989: 3–21 % Feldspat) in der Bohrung Rebiereg. Dieses südwest-luxemburgische Bohrprofil umfasst zum weit überwiegenden Teil Oberen Buntsandstein (Kap. 7.2.2). Die merklichen Feldspat-Gehalte setzten schon in den Malbergweich-Schichten (soZM), also in den tieferen Zwischenschichten ein. Dies bewiesen nicht zuletzt die Befunde von WAGNER (1982, 1989) im Bohrprofil Mersch, wo im mittleren und oberen soZM in Sandsteinen mit Dolomitbröckeln 5–14 % Feldspat auftraten. Bei Spangdahlem im Nordosten ist die Basisschüttung des soZM mit zwei Dünnschliffen untersucht worden (DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007: Tab. 2). Akzessorisch waren darin Plagioklase enthalten.

Generell sind es Plagioklase und Mikrokline, die die Feldspäte des Oberen Buntsandsteins ausmachen. Dies zeigten die Untersuchungen von SCHRÖDER (1964) im nördlichen Saargau und von FRANSOLETT (1970) in der Bohrung Mersch. In den Proben vom Mersch-Profil – wo Teile der Kyllburg-Schichten (soZK) bruchtektonisch unterdrückt sind (Kap. 7.2.2) – erschienen Feldspäte generell nur selten und waren sehr klein (60–100 µm). Hinweise auf die Liefergebiete im frühen Oberen Buntsandstein lassen sich aus den Dünnschliffbefunden von den Spangdahlemer Bohrungen im Nordosten ableiten. In der Basisschüttung waren bei den polykristallinen Quarzkörnern nicht nur glatte Subkorn Grenzen, sondern auch suturierte angetroffen worden. Sowohl magmatische als auch metamorphe Ursprungsgesteine sind dokumentiert (DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007). Höher im soZM kamen in den drei untersuchten Proben dann vorherrschend Quarze vor, die mit ihrer gleichmäßigen Auslöschung des polarisierten Lichtes ein Liefergebiet mit Magmatiten wahrscheinlich machten. Dazu passt auch die Glimmerführung (Kap. 6.2). Die geringen oder fehlenden Feldspatgehalte in der dortigen, recht abgelegenen Randregion könnten der starken Verwitterung im Ablagerungsraum der Malbergweich-Schichten zugeschrieben werden (vgl. Kap. 6.4).

Im höheren Oberen Buntsandstein, mit dem Beginn der Kyllburg-Schichten (soZK), nehmen die Feldspatgehalte – wie auch die Glimmergehalte (Kap. 6.2) – merklich zu. PETERS (1985) notierte aus diesem Bereich im Saargau, dass stellenweise „reichlich Feldspäte“ enthalten seien. WAGNER (1982) nannte „um 23 %“ Feldspat in den Zwischenschichten bei der Borner Mühle in Ost-Luxemburg. Nach einer hier vorgenommenen Mächtigkeitsbilanzierung steht dort der (mittlere bis höhere) soZK an (dies in Korrektur zu Teil I: S. 44).

Im nordost-luxemburgischen Kernprofil Reisdorf sind die Feldspat-Gehalte der höheren Zwischenschichten bestimmt worden, anhand einer halbquantitativen Röntgendiffraktometrie-Untersuchung der Universität Liège (vgl. DITTRICH et al. in Vorb.). Die Tonsteine der VG2 erwiesen sich noch als Feldspat-arm (3 %). Die unterste Sandstein-Probe aus den auflagernden Kyllburg-Schichten (soZK) zeigte dann jedoch einen Gehalt von 15 %. Die Feldspat-Gehalte der nachfolgenden soZK-Sandsteine schwankten dann zwischen 1 und 9 % (6 Proben).

Eine abweichende Materialprovinz dokumentiert sich im Westen, in der westluxemburgischen Randfazies. Diese auffällige lithofazielle Unterschiedlichkeit beim Feldspat-Gehalt ist schon von WAGNER (1989) herausgestellt worden. In den dortigen Profilen Folschette und Bettborn war der gesamte Obere Buntsandstein – also auch das Äquivalent des soZK – völlig Feldspat-frei. Wie schon im Höheren Mittleren Buntsandstein bildet sich hier ein gallo-ardennisches Herkunftsgebiet im Westen und Nordwesten ab. Dies ist der tektonisch kontrollierten Becken-konfiguration des (höheren) Oberen Buntsandsteins zuzuschreiben (Kap. 7.2.2 und Kap. 7.3 in Teil III).

Nach Nordosten zu mischten sich dann die zwei verschiedenen Materialströme. Eine Schlüsselstellung für die flächenhafte Rekonstruktion nimmt das Arbeitsgebiet von WILBS (1987) ein, im Nordwest-Teil von Blatt 6004 Oberweis. Dort wurden in sehr dickbankigen mittel- und grobkörnigen Sandsteinen des basalen soZK (Kap. 6.5) viele Feldspäte in Größen bis zu 2 mm angetroffen. Diese Region liegt schon im strukturellen Randbereich des Luxemburger Zentralgrabens (Abb. 15 und Abb. 21 in Kap. 7.2.2). Hier am Rande der Senkungszone machte sich bereits eine Material-Zufuhr aus Südwesten bemerkbar.

Noch ein wenig weiter östlich, aus der Region Feilsdorf (nördliches Blatt 6004 Oberweis), ist von BOSOLD (1996) eine Subarkose mit Plagioklasen und Gesteinsbruchstücken abgebildet und beschrieben worden. Definitionsgemäß muss also ein Feldspat-Gehalt von 5–25 % vorhanden sein. Es handelte sich um eine sehr harte und kompakte, dolomitisch zementierte Silt- bis Feinsandsteinbank aus der „Intermediärzone“ der höchsten Kyllburg-Schichten (Tab. 2).

Im weitaus größten Teil des Trier-Luxemburger Beckenraumes kam es zu einer Materialanlieferung aus Südwesten. Die dortigen Abtragungsgebiete waren die hochmetamorphe Parisische Kordillere und mehrere granitische Regionen in ihrer Nachbarschaft (Abb. 18, Kap. 6.2). Die Dünnschliff-Befunde im soZK bei Spangdahlem haben nicht mehr nur magmatische, sondern nun auch vermehrt metamorphe Ursprungsgesteine angezeigt (DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007: Tab. 2). Vor allem Glimmer sind dort in sehr großen Mengen enthalten (Kap. 6.2). Die geringe Feldspatführung – in den zwei Proben erscheint Plagioklas nur akzessorisch – hat wohl mit der nordöstlichen Randlage der Spangdahlemer Bohrungen zu tun. Der Hauptstrom der klastischen Vorschüttung verlief weiter westlich.

Die Angaben von MADER (1981c) zur Feldspatführung in der nördlichen Südeifel und in der inneren Eifeler Nord-Süd-Zone waren stratigraphisch eher undifferenziert gewesen. Summativ für die „Usch-Schichten“ (smh) und den Oberen Buntsandstein ist pauschal ein Gehalt an Alkalifeldspäten (Orthoklas und Mikroklin) und Plagioklasen notiert worden. Dort im Norden hatten sich auch die verschiedenen Materialströme von Süden, Südwesten und Westen bereits gebündelt und gemischt.

Feldspäte können bekanntlich nicht nur aus Gneisen und Graniten des kristallinen Sockels stammen. Sie könnten auch aus unterpermischen Vulkaniten abgeleitet werden. Auch deren Abtragungsprodukte, unreife Rotliegend-Arkosen, kommen dafür in Frage. Jedoch muss davon ausgegangen werden, dass weite Teile des Saar-Nahe-Beckens in Deutschland und auch in Frankreich durch eine frühe flächenhafte Eindeckung mit Buntsandstein-Sedimenten der untertriassischen Abtragung entzogen waren (Kap. 6.2, Abb. 18). Überdies bestehen die von einer Abtragung eher erreichbaren oberen Stockwerke der oft sehr mächtigen Rotliegend-Abfolgen nicht mehr aus Arkosesandsteinen, sondern vor allem aus reiferen, eher feinklastischen Gesteinen. Dies gilt

nicht nur für die Altrich-Formation der erweiterten Wittlicher Senke und (?) des Grabens von Thionville (Abb. 18), sondern auch und vor allem für die bis 1500 m mächtige Standenbühl-Formation des Saar-Nahe-Beckens.

Gesteinskomponenten vulkanischen Ursprungs sind tatsächlich nachgewiesen worden, in fluviatilen Sedimenten des höheren Buntsandsteins der inneren Eifeler Nord-Süd-Zone (West-eifel). Sie kommen allerdings nur sehr vereinzelt, akzessorisch vor. Dies zeigte eine Spezial-Untersuchung von MADER (1980d). Im mittleren Oberen Buntsandstein wurden sogar einzelne kleine kugelige oder ellipsoide vulkanische Glaspartikel angetroffen, die sich im karbonatischen Zement von Dolomitbröckelbänken bis heute unverwittert erhalten haben. Für sie ist ein unter-triadisches Alter und damit dann eine Abkunft von einem nicht bestimmbar lokalen Vulkanismus irgendwo auf der damaligen Welt nicht auszuschließen. Für die anderen vulkanischen Partikel wurde eine detritische Abkunft aus Rotliegend-Eruptiva vermutet. Es sind vorwiegend saure, rhyolitische Gesteine, basische Eruptiva eher weniger. Quantitativ spielen alle diese vulkanischen Komponenten jedoch keine Rolle (MADER 1980d: S. 319).

6.4 Detritische Tonminerale

Tonmineralogische Befunde zum Buntsandstein liegen vor allem aus Mittel- und West-Luxemburg vor. Die stratigraphische Reichweite der dortigen Profile beschränkt sich allerdings auf den höchsten Mittleren Buntsandstein und den Oberen Buntsandstein. Tonmineral-Daten zum Buntsandstein im deutschen Teil der Trier-Luxemburger Bucht fehlen weitgehend. Nur aus dem Saargau im Südosten liegen erste Ergebnisse vor.

Illit und Chlorit sind die üblichen Hauptbestandteile des Tonmineral-Spektrums. Illit dominiert bei weitem, Chlorit kann bis zu 25 % ausmachen (WAGNER 1982, 1989). Die zwei Minerale repräsentieren das typische detritische Erbe des ardennischen Hinterlandes im Westen. FRANSOLET (1970) konnte Chlorite sogar in Form von Mikrogeröllen nachweisen. Die Illite sind meist gut kristallisiert. Ein Smektit-betontes Illit-Smektit-Wechselagerungsmineral fand sich in der Violetten Grenzzone (VG1) des höchsten Mittleren Buntsandsteins. Dies galt sowohl für die west-luxemburgische Randfazies als auch für VG1-Vergleichsproben aus dem Saarland (WAGNER 1989). Das VG1-Niveau in der Bohrung Bettborn und bei Folschette im Westen erwies sich zudem als Chlorit-frei.

FRANSOLET (1970) lieferte eine tonmineralogische Charakterisierung des Buntsandsteins der mittelluxemburgischen Kernbohrung Mersch. Dort ist nur noch der höhere Mittlere Buntsandstein und der Obere Buntsandstein entwickelt. Chlorit macht dort im Westen bis 2 % des Tonmineralspektrums aus. Dies gilt bereits für den smh, wo er zusammen mit gut kristallisierten Illiten vorkommt. Im basalen Oberen Buntsandstein, in den tieferen Malbergweichschichten (soZM), erscheinen ebenfalls Chlorit-Gehalte um 2 %. Nach oben hin verklingen sie allmählich und setzen dann völlig aus. Über etwa 12 m Profilstrecke hinweg fehlen sie. Dieses Abnehmen und Fehlen des Chlorits geht einher mit einem schlechten Kristallisations-Grad der Illite (FRANSOLET 1970: Fig. 2). Es zeigt sich eine ausbleibende Vorschüttung von frischem Verwitterungsmaterial. Stattdessen begünstigte eine geringe Sedimentationsrate und eine stärkere bzw. längere Exposition der Sedimente die Verwitterung. Die Illite weiteten sich auf, die vergleichsweise empfindlichen Chlorite wurden völlig zerstört. Höher im Profil setzen dann allmählich wieder Chlorite ein. Dies vollzog sich schon etwa 6 m unterhalb der grobklastischen Basis

der Kyllburg-Schichten (soZK). Rasch steigen die Chlorit-Gehalte wieder auf etwa 2 %. Im gesamten nachfolgenden – im soZK-Bereich allerdings tektonisch verkürzten (Kap. 7.2.2) – Oberen Buntsandstein liegen sie dann bei 1–2 %.

Im Südwesten, im Bohrprofil Rebiereg, sind die Chlorit-Gehalte deutlich höher (WAGNER 1989: Abb. 5). Im unteren Viertel des so-Profiles liegen sie etwa bei 30 %, dann bei 15 % und im obersten Viertel dann bei 25 %. Unter der Annahme, dass die so unterschiedlichen Chlorit-Mengenangaben bei WAGNER und FRANSOLET nicht auf verschiedenen Präparations- und/oder Untersuchungsmethoden beruhen, könnte sich darin die größere Nähe des Rebiereg-Profiles zum gallo-ardennischen Rückland im Westen abbilden.

Vom Hinterland ererbt ist auch der Kaolinit. Im Höheren Mittleren Buntsandstein (smh) der westluxemburgischen Randfazies tritt er in der Grundmasse der Sandsteine und Konglomerate sehr deutlich in Erscheinung (WAGNER 1982, 1989). In der Bohrung Bettborn umfasst er knapp 10 %, bei Folschette sogar etwa ein Viertel des Tonmineral-Bestandes. Im Oberen Buntsandstein der Randfazies kommt dann weniger Kaolinit vor. Bei Folschette sind es generell etwa 10 %, bei Bettborn in gut der unteren Hälfte unter 5 %, darüber fehlt er.

Kaolinit entsteht durch Hydrolyse bei der Silikatverwitterung. Ausgangsminerale können glimmerähnliche Minerale, Illite oder Chlorite sein. Er ist also nicht zwangsläufig aus Feldspat abzuleiten. Im Vorfeld des Feldspat-freien gallo-ardennischen Rücklandes mit seinen devonischen Schiefen (Kap. 6.2 und 6.3) liegt vor allem eine Illit-Abkunft nahe. Eine solche Genese war auch schon von WAGNER (1989) angenommen worden. Die besonders hohen Kaolinitgehalte in den grobklastischen Rinnenfüllungen des smh (s6-Folge) passen auch zur westwärtigen Beckenerweiterung im Zuge der „H-Diskordanz“ (s5/s6-Diskordanz). Die westlichen Hinterländer waren zuvor über sehr lange Zeiträume hinweg exponiert gewesen – im Perm und in der tieferen Untertrias. Eine allmähliche Verwitterung der offen liegenden, sehr Illit-reichen Tonschiefer zu Kaolinit ist plausibel. Dieser wurde erst abgespült und dann zusammen mit neu abgetragenen frischeren Illiten und mit Quarz- und Quarzitzeröllen in fluviatilen Rinnen nach ENE verfrachtet (vgl. auch DITTRICH & NORBISRATH 2006). Zum höheren Oberen Buntsandstein hin verringerte und erschöpfte sich die kaolinitische Verwitterungsdecke des West-Gebietes allmählich.

In den mittel- und südwest-luxemburgischen Buntsandstein-Profilen Mersch und Rebiereg existierte kein Kaolinit im Tonmineral-Bestand. Dasselbe galt für die höheren Zwischenschichten bei Born in Ost-Luxemburg (WAGNER 1982, 1989). Die entsprechenden Bereiche wurden von Südwesten beliefert (Kap. 6.2 und 6.3). Die dortigen Liefergebiete im Gallischen Land waren zuvor schon, im Verlauf des Unteren und (tieferen) Mittleren Buntsandsteins, intensiv erodiert worden. Ältere Verwitterungsdecken waren dort nicht mehr verfügbar.

Wieder anders war es im äußeren Südosten, im östlichen Saargau. Im Vorfeld der Siercker Schwelle, im sehr geringmächtigen Buntsandstein bei Freudenburg, fand sich Kaolinit in Mengen von 1–16 % (PETERS 1985). Dies galt für den Bereich von smt bis soV (Tab. 2). Hohe Werte (12–16 %) traten im soZ2, also dem dortigen Äquivalent der Kyllburg-Schichten, (soZK) und im Voltziensandstein (soV) auf. Weiter nördlich, bei Tawern, setzte der Kaolinit erstmals etwa 10–15 m unter der Basis der Oberen Zwischenschichten ein (soZ2 bzw. soZK). Bis in den Unteren Muschelkalk hinein umfasst er dann gleichbleibende Gehalte von etwa 4–8 % des Tonmineral-Bestandes (PETERS 1985: Abb. 60).

Dasselbe gilt dort im nördlichen Saargau für den Chlorit. Auch er setzt in diesem Niveau erstmals ein, mit 16 %, um dann weiterhin (auch noch im mu) mit deutlichen Anteilen vertreten zu sein (meist 11–19 %). Die Größenordnung ähnelt der im RebiERG-Profil. Durch die Kombination Illit, Chlorit und Kaolinit dokumentiert sich die Rolle des (südlichen) Hunsrücks als Liefergebiet. Die dortigen rhenoherynischen Devonschiefer und ihre Verwitterungsbildungen wurden offenbar erstmals im höheren Buntsandstein nach Westen und Nordwesten hin angeliefert. Im Süden – wo Chlorit generell fehlt – stellte der Wechsel soZM/soZK (bzw. soZ1/soZ2, Tab. 2) eine besondere Zäsur dar. Vertikale Relativbewegungen im Bereich der Siercker Schwelle könnten dazu beigetragen haben (Kap. 7.3 in Teil III).

Das Tonmineral Corrensit ist nach dem heutigen, noch sehr lückenhaften Kenntnisstand im Buntsandstein von Luxemburg nicht vertreten. Ob das auch für den Nordosten gilt, also für den Nordteil der Trierer Bucht, ist noch ungewiss (Kap. 6.5 und Teil III). Beim Corrensit handelt es sich nicht um ein detritisches Tonmineral, sondern um eine typische Neubildung in tonigen Sedimenten des evaporitischen Milieus. Für seine Entstehung sind ein Kontakt mit hochsalinaren Lösungen und eine Zufuhr von Mg-Ionen erforderlich.

In der rechtsrheinischen Beckenfazies des Oberen Buntsandsteins (Röt-Formation) kommt Corrensit in großer Verbreitung vor. Darüber hinaus erscheint er häufig in salinar geprägten Tonsteinen der höheren Trias (auch im Untersuchungsgebiet) und in Pelitserien des weitgehend hochsalinaren Zechsteins. Wegen der salinaren und tonreichen Fazies einiger Profildbereiche des höheren Buntsandsteins der Trier-Luxemburger Bucht (Teil I: Kap. 4; Kap. 6.1), ist sein Vorhandensein nicht generell auszuschließen.

6.5 Generelle Korngrößen-Muster

In diesem Unterkapitel sollen die Anlieferungswege der einzelnen Materialeinschüttungen näher umrissen werden. Geklärt werden soll, aus welchen Randregionen des Beckens das Sedimentmaterial einzelner Buntsandstein-Teilabschnitte stammt. Diese Herkunft soll hier mit der Richtung der allmählichen Kornverfeinerung angenähert werden. Dafür werden vor allem die grobklastisch entwickelten Basisbereiche der Teileinheiten betrachtet. Auch die aus den Ausbissgebieten vorliegenden Schüttungsdaten und die graduellen Veränderungen der Geröllspektren werden berücksichtigt.

Vorschüttungsereignisse können klimatisch, eustatisch und/oder durch vertikaltektonische Pulse initiiert („getriggert“) worden sein. Je mehr über abrupte Kornvergrößerungen und die dabei verwirklichten Faziesmuster bekannt ist, desto eher lassen sie sich kausal eingrenzen. Für die sequenzstratigraphische Ausdeutung im nächstjährigen Teil III dieser Untersuchung wird dies dann von Nutzen sein.

In den Darstellungen von MADER (1984a, b, 1985a, b) war die Situation recht einfach. Beispielsweise wurde bei MADER (1984b: Abb. 7) vom Westrand der Eifeler Nord-Süd-Zone die schematische Karte einer „Marginal-“, „Medial-“ und „Axialfazies“ der oberen Zwischenschichten (Kyllburg-Schichten) abgebildet. Die „longitudinal“ ausgerichteten Grenzen dieser Fazieszonen, im Westen konglomeratisch-sandig, dann sandig-geröllführend und schließlich schwach geröllführend-sandig, verliefen generell in rheinischer NNE-SSW- bzw. Nord-Süd-Richtung. Abgebildet wurde das Gebiet zwischen Biersdorf-Bickendorf im Norden und Mersch im Süden

(MADER: westliche „Südeifel“). Für diese Rekonstruktion der Faziesverteilung waren allerdings nur Obertage-Aufschlüsse aus dem WSW-ENE-gestreckten Ausbissrand berücksichtigt worden. Die dort ermittelte graduelle Kornverfeinerung nach Osten war dann – in Anlehnung an die schon von Lucius (1941, 1948) dargestellten Beckengrenzen (Abb. 21 in Kap. 7.2.2) – zu lange durchhaltenden Faziesgürteln in Nord-Süd-Erstreckung extrapoliert worden. Der Außenrand dieses soZK-Beckens soll danach bereits 12 km östlich (!) von Folschette und Ell gelegen haben. Abseits davon wurde flächenhaft der Devonsockel verzeichnet. Mit den Aufschluss- und Bohrprofilen von WAGNER (1982) und anderen Bearbeitern (Kap. 7.2.2) ist dies aber keinesfalls zu vereinbaren. Ähnliche „longitudinale“ Faziesgürtel, etwas weiter nach Westen verschoben, sind bei MADER (1984a: Abb. 3) auch für den Voltziensandstein und selbst noch für den Muschelsandstein (μ) verzeichnet worden. Andere strukturelle Prägungen der Beckenform als durch die rheinische Eifeler Nord-Süd-Zone waren damals nicht erwogen worden. Die Berücksichtigung von Bohrdaten im Süden fehlte.

Im Gesamtbild sind die Verhältnisse aber deutlich komplizierter. Nach Süden hin – auch schon im Darstellungsbereich der MADER-Karten – zeigen sich lithofazielle Differenzierungen, die auf diagonale Trogachsen hinweisen. Im Norden und Nordwesten bildeten sich variszisch streichende Strukturen faziell ab. In den Unterkapiteln 6.1 bis 6.4 klang dies bereits an. Im Folgenden soll nun der Kenntnisstand über die (klastischen) Materialmuster der einzelnen Zeitabschnitte umrissen werden.

Über den **Unteren Buntsandstein** ist noch nicht sehr viel bekannt. Er ist nur in einem Teilbereich des Untersuchungsgebietes vorhanden und überdies meist tief versenkt. Im stark eingeschnittenen Moseltal bei Trier und im untersten Kylltal kommt er in einer basal recht grobklastischen Fazies zutage. Im Basiskonglomerat (sHB1) sind die Gerölle kantig bis gut gerundet, schlecht sortiert und bis 20 cm groß. Es sind Quarzite, Milchquarze und Schiefer, untergeordnet auch Sandsteine (WAGNER et al. 2012). Im Norden, im unteren bis mittleren Kylltal, ist regional eine etwas feinere Fazies entwickelt. Bei der Rekonstruktion der Transportrichtungen und der Beckenkonfiguration des Unteren Buntsandsteins muss auf zahlreiche lithofazielle Parameter zurückgegriffen werden, sowie auf Gefügedaten, Mächtigmuster und auf überregionale Befunde. Angesichts dieser thematischen Vielfalt kann dies erst in Kap. 7 erfolgen (vor allem: Kap. 7.3 in Teil III).

Im nachfolgenden **Tieferen Mittleren Buntsandstein** (smt) ist eine Vorschüttung aus dem erweiterten Bereich der Siercker Schwelle belegt (STETS 1995). Damals bestand im südlichen Saargau ein recht ausgeglichenes Relief. Ganz im Süden ragten jedoch noch einzelne Inselberge der von Tälern zergliederten Quarzschwelle von Sierck hervor. Diese morphologischen Härtlinge fungierten als Schuttlieferanten. Es resultierte dort eine sandig-konglomeratische Fazies. Deren Grobkomponenten bestehen überwiegend aus Taunusquarzit, ferner aus Milchquarz und untergeordnet auch aus Tonschiefermaterial und aus Sandsteinen. Das Geröllmaterial entstammt also der unmittelbaren Nachbarschaft. Im Konglomerat an der Basis umfasst die Geröllfraktion fast ausschließlich Taunusquarzite (Gerölllängen bis 20 cm); nur sehr vereinzelte Milchquarze sind beigemischt. Im äußeren Südosten ließ sich sogar ein smt-zeitliches Tal der „Ur Saar“ rekonstruieren. Von 12 verschiedenen Messstellen im Vorfeld der Schwelle existieren Schüttungsdaten. Es ergaben sich dort vor allem ENE-ausgerichtete, Schwellen-parallel orientierte Transportrichtungen. Das Material kam also aus etwas südwestlicher gelegenen Teilbereichen der Siercker Schwelle. Die Ströme flossen zunächst entlang der Schwelle und dann, nach der Vereinigung mit der „Ur Saar“, in nördliche Richtungen. Nach Norden zu geht die grobklastische

„Fazies von Kastel“ in den „Saarburger Sandstein“ über. STETS (1995: Abb. 2) fixierte diese graduelle, Schwellen-parallel verlaufende Faziesgrenze auf gut der halben Höhe von Blatt 6405 Freudenburg.

Eine Konglomeratabfolge im Basisbereich des „Saarburger Sandsteins“ (= smt) ist auch noch im nördlichen Saargau erbohrt worden, im Ostteil des Blattes 6305 Saarburg und in der Südost-Ecke von Blatt 6205 Trier. Die Quarzit-Dominanz nimmt nach Norden hin etwas ab. In den Bohrprofilen Mannebachtal und Albachtal (Kap. 7.2.3 mit Abb. 23) sind darin schon relativ viele Quarze notiert worden. Allerdings sind die Angaben in den Meißelbohrungs-Protokollen generell sehr spärlich. Am nordöstlichen Ausbissrand sind von SCHRÖDER (1964) gelegentliche Gerölllagen im tieferen Bereich des „Hauptbuntsandsteins“ erwähnt worden. Sie könnten bereits das Biewer-Konglomerat vertreten (Tab. 2). Genauere Angaben zum dortigen Geröllbestand lieferte PETERS (1985). Er notierte mäßig bis gut gerundete Gerölle aus Taunusquarzit, Milchquarz, Sandstein und Schiefer.

Im inneren Trierer Becken, im Raum Trier–Biewer, ist das Biewer-Konglomerat (sBK) an der Basis des smt besser bekannt. Es sind bis 15 m mächtige geröllführende Sandsteine und Konglomeratbänke. Die Gerölle umfassen Quarzite, untergeordnet auch Milchquarze, generell bis 10 cm, meist 1-2 cm groß und kantig bis gut gerundet (WAGNER et al. 2012). Etwas nördlicher, im unteren Kylltal, kommen in diesem Konglomeratniveau Milchquarze und Quarzite vor (NEGENDANK et al. 1989).

Das reichlich vorhandene und eher Quarzit-reiche Geröllmaterial im Raum Trier entstammte wohl einem Hauptstrom, der durch den Graben von Thionville zog (Abb. 15). Das Herkunftsgebiet war die erweiterte Region der Siercker Schwelle. Bei Mondorf in Süd-Luxemburg, in der Neubohrung der Kind-Quelle (Kap. 7.2.2), sind im untersten smt Quarze und verschiedene Quarzite – graue, hellgraue und helle – protokolliert worden. Nach Norden zu sind dann mehr Milchquarze aus dem Gangquarz-Material des Hunsrückschiefers im Südosten und Osten zugemischt.

Typisch für das smt-Basalkonglomerat der nördlichen Trierer Bucht ist ein hoher Gehalt von umgelagertem Devonmaterial aus der näheren Umgebung (Teil I: S. 33). Dies ist zum Beispiel aus dem oberen Salmtal (Blatt 5906 Manderscheid; WEILER 1972: S. 217) und aus dem oberen Kylltal bekannt (KATTAWI 1969: „Konglomerate von St. Thomas“). Es erscheinen vor allem große Quarzite und devonische Sandsteine („bis Kopfgröße“), wenig gerundet, im Norden auch Tonschiefer und Gangquarze. Bei Roth im Westen (Blatt 6003 Mettendorf) ist ein Basalkonglomerat mit auffällig viel Schieferplättchen erbohrt worden (DITTRICH & NORBISRATH 2006: „Fazies-einheit 1“). Immer ist es das wenig weit transportierte Gesteinsmaterial des unmittelbar benachbarten Grundgebirges.

Das klassische Abflussgeschehen des Eifeler Buntsandsteins nach Norden hin entwickelte sich erst im Mittleren Buntsandstein (Kap. 7.3 in Teil III). Die oben genannten Zufuhren waren bloß zusätzliche Zuströme aus den lokalen Randbereichen. Die Hauptmasse des Sandmaterials entstammte kristallinen Liefergebieten in Frankreich (Kap. 6.2 und 6.3). Dieser von Quarz dominierte Materialstrom, durchmischt mit Feldspat und Glimmer, wurde von Süden her durch die Trogachse des Grabens von Thionville zugeführt. Die Fazieskarten im Süden, von BOURQUIN et al. (2006: Fig. 7) für den Mittleren Buntsandstein von Lothringen, passen dazu. In der Trier-Luxemburger Bucht brachten die Ströme von Westen, Nordosten und Südosten

(aus dem Süd-Saargau) nur zusätzliche, grobe Materialkontingente. Diese Einschüttung von den Beckenrändern im Westen und Osten, die sich im basalen Konglomerat abbildet, war wohl die Reaktion auf die beginnende Absenkung der Eifeler Nord-Süd-Zone (mehr dazu in Kap. 7.3 in Teil III).

Das Kieselkonglomerat, das die Oberen Densborn-Schichten einleitet (Tab. 2), war dann ein eigenes, allerdings etwas schwächeres Vorschüttungsereignis. Es kam zu einer Auffrischung des angelieferten Materials. Das nunmehr petrologisch etwas reichhaltigere „gallische“ Sandmaterial (Kap. 6.3) mit seinen Feldspäten und Glimmern wurde abermals mit Geröllen aus dem südlicheren Hunsrück durchmischt. Bei Mondorf, in der Bohrung der Adelheid-Quelle, wurden kantengerundete Quarzgerölle (Gangquarze?) und große Quarzitgerölle erbohrt (Kap. 7.2.2). Wieder bildet sich die Siercker Schwelle als Liefergebiet ab.

Für beide Konglomeratniveaus im smt (sBlk + sKK) gilt, dass sie noch bis an den Nordrand der Trierer Bucht sandig-konglomeratisch entwickelt sind. Eine generelle, markante Kornverfeinerung nach Norden ist noch nicht zu beobachten. Lokal gelegentlich anzutreffende tonreichere Entwicklungen stellen nur – eher selten erhalten gebliebene (Kap. 6.1) – laterale Überflutungssedimente dar.

Der nachfolgende **Höhere Mittlere Buntsandstein** (smh) ist durch ein massenhaftes und lange anhaltendes Geröllaufkommen über das gesamte Untersuchungsgebiet hinweg gekennzeichnet. Die im Basisbereich enthaltenen Gerölle sind deutlich gröber als zuvor. Eine rinnenhafte Einschneidung in das Liegende ist charakteristisch. Allgemein vollzog sich die Sedimentation bei deutlich höherer Reliefenergie als zuvor. In der Konglomeratischen Serie dokumentiert sich ein ausschließlich fluviatiles Milieu mit starken Strömungen und viel Geröllfracht. Meist zeigen sich sehr unvollständige, weitreichend gekappte fluviatile Zyklen. Die zuvor noch erkennbaren äolischen Umlagerungsprozesse verloren jegliche Bedeutung. Dieser Umschwung des Sedimentationsmilieus stand wohl im kausalen Zusammenhang mit den vertikalen Relativbewegungen im Bereich der s5/s6-Diskordanz („H-Diskordanz“, Tab. 2; vgl. DITTRICH & NORBISRATH 2006: Kap. 7). Ein neues Gefälle nach Nordosten war entstanden.

Gerölluntersuchungen und Schüttungsmessungen belegten die Existenz eines ardennischen Hochgebietes, das von variszisch (WSW-ENE) streichenden Bruch- bzw. Flexurelementen begrenzt wurde (vgl. auch Kap. 7.2.2 mit Abb. 21). Südlich dieses Hochgebietes kam es zu einer westwärtigen Ausweitung des Beckenraums. Westlich der Linie Bettel–Sinspelt–Utscheid überlagert der smh direkt das devonische Grundgebirge. Die rheinland-pfälzische Forschungsbohrung Roth erfasste noch die Situation kurz vor dem Außenrand der smt-Verbreitung. Die Konglomeratische Serie (sKS) lagert dort direkt auf dem reliktschen, oben gekappten smt-Basalkonglomerat. Sie setzt mit einer Quarzit-dominierten Grobkiespartie ein. In der Umgebung von Roth ist durch ein lokales Mächtsmaximum eine breite, WSW-ENE-streichende Rinnenfüllung zu erkennen, die flachwellig in das Liegende eingeschnitten ist (DITTRICH & NORBISRATH 2006). Die dortige sKS-Lithofazies belegt eine Hinterlands-nahe Strömungsrinne, die von ardennischen Schüttungen gespeist wurde. Es erscheinen kantengerundete Gerölle aus quarzitischem Sandstein, im smh-Basisbereich bis zu 25 cm groß. Andere Geröllkomponenten sind cm-große grünliche oder graue Quarzite, Milchquarze und vereinzelte Sandsteine oder Lydite. Überzüge aus roten Eisenoxidkrusten sind häufig.

Aus West-Luxemburg hat WAGNER (1989) bis zu 26 m mächtige, überwiegend konglomeratische alte Talfüllungen beschrieben. Überlagert werden sie von geringmächtigen Relikten der Violetten Grenzzone und von sandig-konglomeratischem Oberem Buntsandstein. Abseits der Talrin-

nen greifen die Zwischenschichten direkt auf das devonische Grundgebirge auf. Eine annähernde Ost-West-Orientierung dieser Rinnen ist gesichert. Wagner nannte bis 20 cm große Gerölle aus Quarz, Quarzit und – insbesondere im unteren Abschnitt – Tonschiefer. In der Bohrung Everlange wurde ein „Grobkonglomerat“ protokolliert („conglomérat grossier“). Nordöstlich von Folschette ist von WIEBEL (1968) eine WSW-ENE-verlaufende Tiefenrinne der Buntsandstein-Auflagerung auf dem Devonsockel auskartiert worden. Basal fanden sich bis „über kopfgroße“ Gerölle. Vermutlich handelt es sich bei dieser luxemburgischen Rinne um die direkte südwestliche Fortsetzung des bei Roth nachgewiesenen smh-Maximums.

Das Geröllspektrum dieser west-luxemburgischen Region Folschette–Bettborn ist genauer untersucht worden. Quarzite dominieren gegenüber den Quarzen in Verhältnissen von 2:1 bis 9:1 (WIEBEL 1968). Diese Quarzite sind rötlich, rot, grün, dunkelgrün oder gelb gefärbt und zeigen Übergänge zu sandsteinartigen körnigeren Varianten. Generell sind sie kantengerundet bis gerundet und schlecht sortiert. Am Ausbissrand des Buntsandsteins, im Osten und ENE von Folschette, hat WIEBEL 130 Schüttungsmessungen vorgenommen. Die Werte zeigten eine starke Häufung im 2. Quadranten der Richtungsrose, mit betonter Süd- und Südost-Richtung. Die ardennische Herkunft ist also erwiesen.

Dies galt auch noch weiter östlich, auf deutschem Gebiet. Vom Nordwest-Rand von Blatt 6004 Oberweis sind noch bis 20 cm große (Quarzit-)Gerölle bekannt (WILBS 1987). BOSOLD (1996) ermittelte dort eine südwärtige Mächtigkeitzunahme des smh von ca. 20 auf 34 m beim Koosbüsch nordöstlich Feilsdorf. Das ist deshalb interessant, weil diese Zunahme mit dem Übertritt über eine variszisch streichende Abschiebung bzw. Flexur einhergeht. Diese Lineation liegt innerhalb der Ardennen-Südrandzone (Abb. 15), und zwar in der Verlängerung der sogenannten Oesling-Randflexur (Oesling ist ein geographischer Begriff für den luxemburgischen Teil der Ardennen). Eine könnte dort eine synsedimentäre differentielle Absenkung zur Zeit des smh (s6-Folge) stattgefunden haben.

Die geröllanliefernden Flüsse bahnten sich ihren Weg von WSW entlang der Oesling-Randflexur nach ENE zum inneren Bereich der Eifeler Nord-Süd-Zone. In ihrer Geröllfracht waren auch ardennische Tonschieferbruchstücke enthalten. Dies ist aus Meißelbohrungen bei Feilsdorf und am Balesfelder Bach bekannt, und auch aus der Autobahn-Trasse bei Bickendorf (HEITTELE 1979, 1984).

Im Osten bündelten sich die verschiedenen Flüsse und zogen dann weiter durch die Eifeler Nord-Süd-Zone nach Norden. Dort, in der „Westeifel“ sind sie von MADER (1979–1985) als „Usch-Schichten“ ausgehalten worden. Dabei wurden diese konglomeratischen Abfolgen als unterste Einheit der Zwischenschichten (Oberer Buntsandstein) eingestuft. Besonders markant entwickelt erscheinen sie in den Säulenprofilen 6 (Region Malberg–St. Thomas) und 7 (Biersdorf–Niederweiler) von MADER (1985a: Abb. 2). Ihre Mächtigkeit in der „Westeifel“ ist von MADER auf 0–70 m beziffert worden.

Diese Angabe implizierte schon, dass die Abfolge der Konglomeratischen Serie (sKS) manchmal auch ausfällt. Ein solches Profil ist beispielsweise bei Etteldorf/Kyllburg erbohrt worden (Bohrung 5905–23), im Umfeld der „Etteldorf-Schwelle“ (Kap. 7.2.3). Ein zweites Beispiel ist die nordost-luxemburgische Bohrung Diekirch-Stadion. Dort, abseits einer Rinnenstruktur, erschienen unter dem Oberen Buntsandstein nur 11,5 m sandig-tonige Violette Grenzschichten (sVGS bzw. VG1, Tab. 2). Im Basisbereich könnten darin allerdings noch feinkörnige Äquivalente des sKS mit-enthalten sein.

Am Ostrand der Trier-Luxemburger Bucht ist der smh schwächer entwickelt. Diese etwas geröllärmere östliche Fazies klingt bereits bei MADER (1985a: Abb. 2) im Säulenprofil 8 (Eisenschmitt–Himmerod) an und auch in der flächenhaften Darstellung von MADER (1985b: Fig. 11). Die fehlenden Geröll-Vermerke östlich des Kylltales auf den preußischen Manuskriptkarten 5805 Mürtenbach und 5806 Daun deuten ebenfalls darauf hin. Gut dokumentiert ist diese Fazies in den Kernbohrungen bei Spangdahlem (DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007). Dort, im Bereich der Zentralschwelle herrscht eine relativ geröllarme, vergleichsweise bunte und feinkörnige Fazies der Konglomeratischen Serie vor. Die eingeschalteten mürben orangestichigen Sandsteine untermauern die Zugehörigkeit zum Mittleren Buntsandstein. Die im Geröllanteil mengenmäßig dominierenden Milchquarze unterteilten sich in zwei Populationen. Es erscheinen recht gut gerundete, manchmal korrodierte oder hämatitisch umhüllte „alte“ Quarze neben auffällig eckigen, höchstens kantengerundeten Milchquarzen. Deren mangelnde Zurundung deutet nicht auf eine Herkunft aus dem einige Zehner Kilometer entfernten gallo-ardennischen Randbereich im Westen, sondern eher auf eine Abkunft aus Osten oder Südosten. Ursprünglich können es Gangquarze in den devonischen Schiefen der Eifel oder des Hunsrücks gewesen sein. Überdies sind gut gerundete graue Quarzite, manchmal rot umhüllt, antransportiert worden. Diese gut gerundete (gallo-)ardennische Geröllfracht ist hier im Osten mit frischerem Verwitterungsmaterial angereichert worden. Nach oben hin dominiert im sKS das Ost-bürtige Quarzmaterial und Schieferbruchstücke treten hinzu. Dasselbe zeigt sich in der Sandfraktion. Zuerst kommen keine verzahnten (quarzitischen) Polyquarze mehr vor (Kap. 6.3). Die Liefergebiete für die Region Spangdahlem waren nun bloß noch die devonischen Massive im Osten und Südosten.

Etwas südlicher, im mittleren Teil der Trier-Luxemburger Bucht, spielt ardennischer Quarzit im Geröllbestand des smh keine Rolle. Auch sind wohl die Geröllgehalte generell niedriger als im Nordwesten und Norden. Die – sehr lückenhaften – Informationen über diese südlicheren Strömungsrinnen stammen aus Tiefbohrungen (Meißelbohrungen). In der Bohrung 6104–87 bei Echternacherbrück (Abb. 23 in Kap. 7.2.3) waren im tieferen smh neben Quarzgeröllen partiellweise sehr viele schwarze Tonschieferbröckchen enthalten. Sie kamen wohl von Westen, aus der Region westlich der smt-Verbreitung (Abb. 21 in Kap. 7.2.2). Zu Beginn der s6-Folge (Tab. 2) lag der Devonsockel dort noch frei. Die südwest-luxemburgische Tiefbohrung Reberg erschloss die Randfazies im Westen. Dort erscheinen sehr viel abgeplattete Devonschiefer-Gerölle („flache Geschiebe aus Devonmaterial“) sowie hohe Gehalte an detritischem Chlorit (Kap. 6.4). Beides ist vom gallo-ardennischen Festland im Westen abzuleiten.

Im Osten, im südwestlichen Teil von Blatt 6105 Welschbillig (Bohrung 6105–114, bei Träg) sind ebenfalls noch schwarze Schieferbröckchen und – nicht näher klassifizierte – Feinsandsteinbröckchen und Quarzgerölle erbohrt worden. Im sehr mächtigen smh zwischen Trier und Aach protokollierte man neben Quarzen auch Komponenten aus schwarzbraunem (devonischem?) Feinsandstein und rotbraunem Tonschiefer. Im Umfeld des Biewertals (Abb. 14) hat sich die Grobsschüttung des tieferen smh („smC5“) in einzelne, weit durchhaltende Konglomeratabschnitte aufgegliedert (WAGNER et al. 2012: S. 95).

Im Süden hingegen, im Saargau, ist der smh äußerst schwach entwickelt. Es fanden sich dort höchstens unspezifische Geröllschlieren in den Sandsteinen am Top des Mittleren Buntsandsteins, wie etwa im Profil Freudenburg. Dies zeigten die Kartierbefunde von SCHRÖDER (1964), PETERS (1985) und STETS (1995), und auch die Bohrungen im Albachtal (Kap. 7.2.3 mit Abb. 23). Im Mannebachtal (Bohrung 6305–116) ist ein 6 m mächtiger smh durchteuft worden. In dessen unteren zwei Metern wurden rotbraune Konglomerate mit „Grauwacken“ und einzelnen

Quarzen protokolliert. Ungewiss bleibt, in wieweit diese Strömungsrinne einer alt angelegten Trogachse zuzuordnen ist (Saargauer Grabenzone? Graben von Thionville?; Abb. 15) und ob dort noch mächtigere Konglomerate auftreten. Der Kenntnisstand ist zu gering. Bei den „Grauwacken“ kann es sich – wie schon im smt – um Quarzite von der Siercker Schwelle gehandelt haben. In der südluxemburgischen Bohrung der Adelheid-Quelle in Mondorf (Kap. 7.2.2) ist im unteren smh ein 1,5 m mächtiger konglomeratischer Bereich „mit weißen und dunkeln Geröllen bis Nußgröße“ vorhanden. Auch dort sind wohl Quarzite aus dem Schwellenbereich enthalten.

Sicherlich hat aber auch im Höheren Mittleren Buntsandstein ein Antransport von Sandmaterial vom „Gallischen Land“ im Süden stattgefunden. Dies zeigen die Glimmer-Gehalte, die in der Trierer Bucht dokumentiert sind (Kap. 6.2). Die genauen Zulieferwege sind aber unklar. Es ist auch nicht sicher, ob zwischen den Materialströmen des saarpfälzischen Hauptkonglomerates und denen im Trier-Luxemburger Beckenraum eine direkte räumliche Verbindung bestand. Die jeweiligen Liefergebiete können durchaus unterschiedlich gewesen sein. Das Hauptkonglomerat der Pfälzer Mulde und seine zeitlichen Äquivalente im Untersuchungsgebiet (Tab. 2; Tab. 1 in Teil I) resultierten aber aus demselben Vorschüttungs-Impuls. Er hat sich im gesamten linksrheinischen Buntsandstein-Becken ausgewirkt.

Im **Oberen Buntsandstein** sind zwei große Vorschüttungsereignisse zu verzeichnen, jeweils an der Basis des soZM (in Luxemburg: so1u, Tab. 2) und des soZK (so1o). Hinzu kommt ein Ereignis, das die Sedimentation des Voltziensandsteins (soV bzw. so2) einleitete. Jedes Mal bildeten sich im Westteil des Beckens Konglomerate und Sandsteine, die nach Osten bzw. Norden sukzessive verfeinern. Die speziellen Faziesmuster unterscheiden sich aber. Die gröbste und mächtigste Proximalfazies ist mal im Westen oder Nordwesten und mal im Südwesten entwickelt.

Im Norden der Trierer Bucht ist dann die distale Kornverfeinerung schon weit fortgeschritten. Jeweils im höheren Teil der drei Großzyklen kommen mächtige tonige Profilabschnitte vor (Kap. 6.1). Auf den Blättern 5905 Kyllburg (Nord-Teil), 5906 Manderscheid, 5805 Mürtenbach und 5806 Daun treten in weiter vertikaler Verbreitung Feinsandsteine auf, glimmerführend oder -reich (Kap. 6.2). Deren Dominanz ist dort von GREBE (1894), LEPPLA (1908), (?)LEPPLA (1919?: unsicher zuzuordnende preußische Manuskriptkarte von Blatt Daun) und KATTAWI (1969) beschrieben worden. Alle Bearbeiter betonten, dass die Sandsteine des dortigen Oberen Buntsandsteins geröllfrei und sehr gleichmäßig und fein im Korn ausgebildet seien. Eine Abtrennung von Zwischenschichten und Voltziensandstein unterblieb. LEPPLA (1908, Blatt Kyllburg) notierte auch, dass eine unmittelbar erkennbare Schichtung oder Bänderung in den dickeren Bänken fehle.

MADER (1979–1985) hingegen beschrieb und verzeichnete von dort (schematische) Säulenprofile, in denen die Kornvergrößerungen an der Basis des soZK und des soV noch deutlich hervortreten. Tonabfolgen wurden darin nicht dargestellt. Dies kann methodisch bedingt sein (Kap. 6.1). Da ausschließlich Geländebefunde verwertet wurden, keine Bohrbefunde, ist es sicher zu einer Über-Betonung der gut erschlossenen Profilabschnitte mit markanteren Sandsteinen gekommen. Im Gelände weniger gut oder gar nicht erschlossene Pelit- und Schluffreiche, morphologisch weiche Partien der Schichtenfolge blieben hingegen systematisch in ihrem Ausmaß unterschätzt. Bohrprofile hingegen belegen die Prägnanz und die feine Körnung der dortigen Distalfazies. Nur in vereinzelten Strömungsrinnen wurde noch etwas mittel-(bis grob-)sandiges und sehr wenig geröllführendes Sedimentmaterial nach Norden durch die Eifeler Nord-Süd-Zone verfrachtet. Dies galt offenbar für die Region Biersdorf–Niederweiler (Blatt

5904 Waxweiler, Säulenprofil Nr. 7 bei MADER 1985a, b), die im Bereich der Echternacher Grabenzone liegt (Abb. 21). Etwas weiter nördlich, südlich von Feuerscheid, sind dann von HEITEL (1979, 1984) aus der Autobahntrasse der A60 wieder mächtige Abfolgen von dünnplattigen, glimmerreichen so-Sandsteinen beschrieben worden.

Im Westen bzw. Nordwesten existierte im gesamten Oberen Buntsandstein ein mehr oder weniger stark abgezeichnetes ardennisches Hochgebiet. Dies ergab sich aus Schüttungsmessungen und aus den Mächtigkeitmustern am nördlichen Saum der heutigen Buntsandstein-Verbreitung in Luxemburg (Kap. 7.2.2) und in der westlichen Trierer Bucht. Dieses ardennische Liefergebiet hatte sich ja bereits im vorhergehenden smh individualisiert.

Im basalen Oberen Buntsandstein, in den **Malbergweich-Schichten** (soZM bzw. so1u, Tab. 2), kam die Zufuhr grober Klastika eindeutig von von Westen, vom rheinisch ausgerichteten gallo-ardennischen Westrand des Beckens. Besonders ausgeprägt war diese Vorschüttung unmittelbar südlich der Ardennen. In Südwest-Luxemburg hingegen, in der Bohrung Rebiery, ist nur ein schwaches so1-Basiskonglomerat entwickelt. Es ist nur eine knapp 40 cm mächtige Konglomeratbank mit bis 1 cm großen eckigen Quarzen und Quarziten. Etwas nördlicher, in der Bohrung Koerich, ist dann schon über 9 m hinweg Sandstein und Konglomerat protokolliert worden. In der Bohrung Bettborn im Norden ist das Basiskonglomerat des so1 enorm prägnant, viele Meter mächtig und sehr grob entwickelt. Es umfasst dort die gesamten Unteren Zwischenschichten (so1u, 12,2 m), oberhalb der Violetten Grenzzone (VG1). Dasselbe gilt für das proximale Kiesgruben-Profil Folschette (WAGNER 1982, 1989, HARY et al. 1984). Auch in der etwas östlicher gelegenen Bohrung Everlange sind noch einige Grobkonglomerate protokolliert worden. Die Schüttungsmessungen von WIEBEL (1968) in der Region Folschette–Bettborn belegten das gallo-ardennische Liefergebiet im Westen. Die vier so-Rosen mit insgesamt 109 Werten zeigen eine östliche Transportrichtung, pendelnd zwischen Südosten und Nordosten.

Nach Osten zu nimmt die Geröllführung dann ab. In der Bohrung Mersch erscheint nur noch 80 cm Konglomerat unter einer mächtigen Sandstein-Abfolge (WAGNER 1982: S. 167). Im Säulenprofil „Diekirch-Ettelbrück“ von MADER (1984b: Abb. 2) ist noch ein schwach entwickelter, geringmächtiger geröllführender Basisbereich des so1u verzeichnet. In der Bohrung Diekirch-Stadion ist er ebenfalls nachgewiesen.

Von NORBISRATH (2001) sind aus den basalen Malbergweich-Schichten oftmals geröllführende und teilweise grobkörnige Sandsteine beschrieben worden. Das Arbeitsgebiet lag an der luxemburgischen Grenze auf dem deutschen Blatt 6003 Mettendorf. Auch noch weiter östlich, aus dem Mittelteil des Blattes, sind von Pieper (1988) Gerölle aus dem soZM angeführt worden. Es seien Milchquarze, Sandsteine und Quarzite, die „selten über 7 cm“ Größe hätten. Ein ardennisches Materialspektrum bildet sich ab, eine lokale Zufuhr von Westen oder Nordwesten ist nicht auszuschließen.

Die betreffende Region liegt noch knapp nordöstlich der Faziesgrenze, die die ardennische „Marginalfazies“ in Sinne von MADER (1984b: S. 33/34) nach Osten hin begrenzt. Wie schon in Kap. 6.2 ausgeführt, verlief diese Faziesgrenze Südwest-Nordost (diagonal). Östlich davon dominierten Glimmer- und Feldspat-reichere (Kap. 6.3) „gallische“ Sande, die von weit im Südwesten her zugeführt wurden. Im deutsch-luxemburgischen Grenzgebiet verzahnten und vermischten sich diese beiden Materialkontingente. In der Meißelbohrung Bettendorf treten die ardennischen Kies- und (vor allem) Feinkiesgehalte der erbohrten Sandsteine erst einige Meter

über der so1-Basis auf. Noch auffälliger war dies in der deutschen Kernbohrung Oberweis. In diesem vergleichsweise strukturtief und schon recht distal im ENE gelegenen, mächtigen soZM-Profil erschienen nennenswerte Geröllgehalte erst im Bereich etwa 20–30 m über der bei Teufe 190,65 m anzusiedelnden so-Basis. Es handelte sich vor allem um kaum gerundete, teilweise auch kantengerundete Quarze bis etwa 4 cm, maximal 8 cm Größe. Im Teufenbereich um 185,5 m herum waren es auch bis 6 cm große hellgraue Quarzite. In den Grobsandsteinen unmittelbar über der soZ-Basis war lediglich ein einzelnes „walnußgroßes“ Quarzgeröll protokolliert worden.

Weiter nördlich setzen die Gerölle dann aus. Bei Ehlenz auf Blatt 5904 Waxweiler (Bohrung 5904–27) ist der soZM nur noch fein- oder fein-mittelsandig. Im dortigen Säulenprofil 7 (Biersdorf–Niederweiler) bei MADER (1985a: Abb. 2) ist er als feinsandig abgebildet. Als Ausnahme wurde von MADER (1979) der Osthang des Ritscheberges bei Oberweiler notiert. Dort, westlich von Ehlenz, seien unten in den Malbergweich-Schichten noch Grobklastika enthalten. Diese Lokalität liegt am unmittelbaren Westrand der Echternacher Grabenzone (Kap. 7.2.3).

Im zentralen Teil der Trier-Luxemburger Bucht fehlt eine konglomeratische Basisbildung des Oberen Buntsandsteins. Dies gilt für das Bohrprofil bei Echternacherbrück (Bohrung 6104–87), für Bohrungen auf dem Westteil von Blatt 6105 Welschbillig und manchmal auch auf dem Blatt 6205 Trier.

Am Ostrand des Untersuchungsgebietes sind Gerölle nur untergeordnet vertreten. Im östlichen Saargau ist der Obere Buntsandstein sehr geröllarm, nahezu völlig geröllfrei. Die Siercker Quarzschwelle ist zu dieser Zeit nahezu bis zu ihren höchsten Höhen sedimentär eingedeckt worden (STETS 1995). Als Schuttquelle fiel sie weitestgehend aus. Nur in strukturtief gelegenen Profilen innerhalb des Grabens von Thionville erscheinen einzelne Quarz-Gerölle. Nachgewiesen ist dies in der südluxemburgischen Bohrung Mondorf (Adelheid-Quelle) und in der Meißelbohrung 6205–262 im Albachtal (Abb. 23 in Kap. 7.2.3). Dort sind in den untersten Metern gelegentlich zerbohrte Quarz-Gerölle notiert worden („einzelne Quarzstücke“, „viel Quarz“).

Aus dem Raum Trier wurde von WAGNER et al. (2012: S. 109) im basalen soZ ein Sandstein genannt, „der oft an seiner Basis eine Geröllschnur aus Milchquarz führt“; an anderer Stelle (S. 116) wird dieser Geröllgehalt präzisiert als „hauptsächlich kantige bis schlecht gerundete Milchquarze“, die „maximal 1–2 cm im Durchmesser erreichen und verstreut sowie in dünnen Lagen in den Bänken“ erscheinen. Von MADER (1985a: Abb. 2) ist in den schematischen Säulenprofilen 12 (Trier–Biewer) und 13 (Kordel–Auw) eine nicht sehr mächtige grobsandige Basischüttung des Obere Buntsandsteins mit einzelnen groben Extraklasten verzeichnet worden. Ähnliches galt in der Region des Naurather Horstes (PAAS 1993) und weiter nördlich bei Beilingen (Bohrung 6005–52, DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007), wo laut Bohrprotokoll in den unteren vier Metern „ca. 10 % weiße Quarzsplitter“ enthalten sind. Es bestand also eine gewisse Zufuhr von Gangquarzmaterial aus dem Hunsrück und der inneren Eifel. Mit der ardennischen Schuttzufuhr von Westen ist sie aber quantitativ nicht zu vergleichen. Beide Geröllkontingente, der Quarzit-reichere ardennische Schutt von Nordwesten und die Quarz-Fracht vom Ost-Rand vermischten sich auf ihrem Weg nach Norden mit den Sanden und Tonpartikeln des dominierenden „gallischen“ Materialstroms (Kap. 6.2 und 6.3).

Das Einsetzen der **Kyllburg-Schichten** (soZK bzw. so1o) über den Feinsedimenten der VG2, Tab. 2) war in weiten Teilen des Trier-Luxemburger Beckens ein markantes Ereignis. Erneut kam es zu einer Kornvergrößerung, die Glimmergehalte stiegen stark an, das „gallische“ Korn-

gut der Sandsteine entstammte nun auch metamorphen Liefergebieten (Kap. 6.2 und 6.3). Die Sandkörner sind weniger gut gerundet. Mächtige, oft recht kompakte fluviatile Sandstein-Abfolgen bildeten sich. Der Basisbereich des soZK ist meist durch Geröllanreicherungen gekennzeichnet. Die meisten Extraklasten wurden nicht mehr von West-Luxemburg her eingeschüttet, sondern von Südwesten. Besonders deutlich belegen dies die Bohrprofile im breiten Senkungsbereich des Luxemburger Zentralgrabens (Abb. 15 und 21 in Kap. 7.2.2). Dies gilt für das lothringische Bohrprofil Longwy, wo der soZK in einer sehr groben Proximalfazies erscheint (Kap. 6.2) und für die west-luxemburgischen Bohrungen Rebiert und Mersch. Im kleinkalibrigen, nur etwa 5–6 cm durchmessenden Kern des Rebiert-Profils zeigten sich basal (oberhalb von Teufe 676 m) etwa 5 m Konglomerate und dann ca. 2,5 m konglomeratische Sandsteine. Laut Protokoll waren „viel eckige Gangquarze und flache Quarzitgeschiebe“ bis 4 cm erbohrt worden, die Existenz größerer Gerölle abseits des Bohrkerns ist wahrscheinlich. Bei Mersch wurden viele Meter (8 m? 11 m?, vgl. Kap. 7.2.2) Konglomerate erbohrt (WAGNER 1982: S. 167).

Weiter nördlich, aus der Meißelbohrung Koerich liegen nur sehr karge Informationen vor (Kap. 7.2.2 mit Abb. 22). Das Vorschüttungsereignis des soZK ist dort bloß an einigen Metern Sandsteinen festzumachen, Korngrößenangaben fehlten. Ähnliches galt für die Bohrung Bettborn (WAGNER 1982). Obwohl sie weit im Westen und strukturell im Attert-Graben angesiedelt ist (Abb. 15), ist dort eine eher geröllarme Fazies entwickelt. Über einer tonigen VG2 erschienen noch weit über 10 m soZK bzw. so1o (12,6 m, ohne die dortige IMZ). Es sind vorwiegend massive Sandsteine, sehr wenig geröllführend. Das im soZM (so1u) noch so wichtige Liefergebiet für grobe Klastika am gallo-ardennischen Westrand des Beckens hatte an Bedeutung verloren.

Etwas anders ist die Situation dann weiter nördlich, am Ardennenrand. Im Randprofil Folschette (WAGNER 1982, 1989, HARY et al. 1984) umfasst der untere und mittlere Teil der Oberen Zwischenschichten (so1o) eine 11 m-Abfolge aus intensiv verschachtelten Rinnenfüllungen von grünlichen sandigen Konglomeraten und geröllführenden Sandsteinen und roten tonigen Überflutungssedimenten. Auch in den Talregionen der oberen Alzette und der höheren Sauer kommen im so1o (soZK) viel Gerölle vor. Westlich von Warzen/Ettelbruck, am Berg Lopert, ist von MADER (1984a: Abb. 2) ein Profil aus dem Grenzbereich so1u/so1o aufgenommen worden. Im so1o erscheinen über mindestens 18 m hinweg viele im Sandstein eingeschaltete geröllführende Dolomitbröckelbänke und Konglomerate im Dezimeter- und Meter-Bereich. Häufig, besonders basal, erscheinen auch grobe Gerölle. Entsprechendes ist aus der Region nördlich von Diekirch, Bettendorf und Reisdorf, aus den Kartiergebieten von MAYER (1968) und KÖHLE (1969) bekannt, und auch aus der Meißelbohrung Bettendorf. MAYER nannte gehäuft eingeschaltete 0,3–0,5 m mächtige Dolomitbröckelbänke und Konglomeratbänke.

Offenbar hat eine ardennische Geröllzufuhr stattgefunden. Nach Südosten reichte sie nicht sehr weit. Dies zeigen die geröllarmen oder -freien so1o- bzw. soZK-Profile der Bohrungen Bettborn, Diekirch (am Stadion sowie am Wasserbehälter) und Reisdorf. Stattdessen kam es wohl zu einem Abdrehen der Ströme nach Norden, in den ausgedehnten Senkungsraum der erweiterten Eifeler Nord-Süd-Zone. Die Breite des gesamten Flusssystemes dort erweist sich in Schüttungsrichtungen nach WNW(!), die zweimal im Mittelteil von Blatt 6003 Mettendorf ermittelt wurden (PIEPER 1988). Der dortige soZK ist geröllhaltig, auch die Dolomitbröckelbänke können noch Extraklasten führen. Typisch sind aber relativ massive Sandsteine in bis 10 m hohen Wänden, häufig großdimensional schräggeschichtet.

Auf ardennische Einschüttungen lassen auch die von SCHRÖDER (1985) in drei Messlokalationen ermittelten Schüttungsrichtungen nach Osten und Südosten schließen (Nordwest-Teil von Blatt 6004 Oberweis) und die nach ENE gerichtete Vorschüttung im Raum Roth an der deutsch-luxemburgischen Grenze (WILBS 1987).

Am Westrand der erweiterten Eifeler Nord-Süd-Zone vermischten sich die groben Materialien vom (gallo-ardennischen) Beckenrand im Südwesten, vom Ardennen-Hochland im NW und vom Gallischen Land im SSW. Der Verzahnungsbereich der Schüttungen bildet sich erneut in der Kernbohrung Oberweis ab. Sie zeigte eine soZK-Fazies, die zunächst eher gallo-ardennisch und dann faziell wechselhaft geprägt ist. Glimmerführende oder gar -reiche Sandsteine erschienen nur selten und erst relativ weit oben in den Zwischenschichten, erstmals bei 87,40 bis 84,90 m und dann erst wieder bei 70,40 bis 67,60 m (Profilbeschreibung: H. WEILER/GLA Mainz). Die hier neu gezogene Grenze soZM/soZK liegt bei 113,7 m Teufe (vgl. auch Kap. 7.2.4), die Grenze soZK/soV bei Teufe 61,2 m.

Im Zentralbereich der Trier-Luxemburger Bucht und weiter im Osten kam kaum noch Geröll an. Belegt ist dies u.a. durch die Bohrungen Reisdorf, Oberweis, Echternacherbrück und Träg sowie durch diejenigen im Albachtal (Abb. 23 in Kap. 7.2.3) und im Raum Trier–Aach.

Im Saargau existiert nur wenig Wissen über den stratigraphischen Aufbau des Oberen Buntsandsteins zwischen der Violetten Grenzzone unter der Basis und der Lettenregion am Top. Im nördlichen Saargau beschrieb SCHRÖDER (1964), dass die Bankmächtigkeiten der so-Sandsteine v.u.n.o. deutlich abnehmen, von mehreren Metern Stärke bis zu einer nur noch plattigen Absonderung. Offenbar ist dort kein klarer soZK-Puls auskartierbar, weder ein markantes Glimmer-Einsetzen (Kap. 6.2) noch eine deutliche Kornvergrößerung. Der Geröllanteil bleibt ja generell sehr gering.

Die Zwischenschichten im Raum Trier waren von NEGENDANK (1974) in Anlehnung an die saarländische Gliederung zweigeteilt worden. Untere grobklastische Zwischenschichten – bei NEGENDANK (1983) hieß es dann nur noch „Untere Zwischenschichten, z.T. geröllführend“ – werden von Oberen feinkörnigen Zwischenschichten überlagert (soZ1 bzw. soZ2, nach LGB 2005). Ähnliches ist den Säulenprofilen 12 (Trier–Biewer) und 13 (Kordel–Auw) von MADER (1985a: Abb. 2) zu entnehmen. Der höhere Teil der dortigen Zwischenschichten wurde darin als Feinsandstein-Abfolge mit sehr seltenen Feinkies-Geröllen dargestellt.

Am südöstlichen Rand des Trier-Luxemburgischen Teilbeckens – und auch im Saarland südlich der Siercker Schwelle – hat sich das grobklastische Vorschüttungsereignis des soZK also nicht ausgewirkt. Es bestätigt sich so, dass die damalige Gerölleinschüttung nicht von Süden oder Südwesten kam, sondern von WSW. Im tieferen soZK von Mondorf (Adelheid-Quelle) fanden sich etliche Konglomeratbänke, wenige Dezimeter mächtig und teilweise mit dem Charakter einer Dolomitbröckelbank. Meist erscheinen „weiße und helle“ Gerölle, „erbsen- bis nußgroß“, einmal wurden auch dunkle Quarzgerölle genannt. Die Beschreibungen könnten auf eine (völlige?) Quarzdominanz des Geröllspektrums hindeuten. Wahrscheinlich waren es mechanisch ausselektierte, vielfach umgelagerte Quarze aus dem gallo-ardennischen Schuttstrom von Westen. Dessen Hauptmasse zog allerdings nach Nordosten. Der Osten wurde durch die diagonal streichende Luxemburger Zentralschwelle weitgehend abgeschirmt (Abb. 15 und 21), hier herrschte gallisches Sedimentmaterial vor (Kap. 6.2).

Im Norden der Trierer Bucht ist schließlich die schon beschriebene feinere Distalfazies verbreitet. Höhere Abschnitte des soZK sind stark vertont (Kap. 6.1). Größere Partien sind generell eher

selten. Sie sind beispielsweise bei Ehlenz in der Bohrung 5904–27 erfasst worden, im Einflussbereich der Echternacher Grabenzone. Der tiefere soZK enthält dort noch recht viele Mittel- bis Grobsandsteine, mit großen Glimmern. Wie schon erwähnt stellten auch die Säulenprofile von MADER (1985a: Abb. 2) Nr. 6, 7 und 8 aus der nördlichen Trierer Bucht die Basis der soZK noch relativ grob dar. Sie erscheint darin grobsandig-konglomeratisch. Vor allem das Profil 8 mit seinen mächtigen Mittelsandstein-Partien und mit geröllführenden Grobsandsteinen kontrastiert zur Feinsandstein-Fazies des gesamten Oberen Buntsandsteins, die dort im Norden von allen anderen Bearbeitern beschrieben wurde. Die eingetragene Profilposition lag an der Blattgrenze 5806/5906. Recherchiert man aber die Daten-Grundlage dieses Profils, so erweist sich, dass darin die Region Eisenschmitt–Himmerod dargestellt ist. Diese liegt aber ein deutliches Stück weiter südlich (mittleres Blatt 5906 Manderscheid).

Auch der **Voltziensandstein** (soV bzw. so2, Tab. 2), der zum weit überwiegenden Teil eher feinkörnig ausgebildet ist, wird lokal durch ein Basiskonglomerat eingeleitet. Dies gilt für weite Teile von Luxemburg und wohl auch noch für die strukturtiefen deutschen Gebiete östlich der Täler der Our und der mittleren Sauer, in denen der Buntsandstein heute tief versenkt ist. Die Geröllfracht kam von (Nord-)Westen, wobei sich in Luxemburg ein neu betontes ardenisches Hochgebiet im Norden abzeichnet.

In Nordwest-Luxemburg ist der proximale Voltziensandstein eher moderat, nämlich noch weitgehend sandig ausgebildet. Im Folschette-Profil etwa ist es ein grüner schrägschichtiger Grobsandstein mit vielen Pflanzenresten (WAGNER 1982). Im Bohrprofil Bettborn erschien eine sehr lockere Wechselfolge von etwas Tonstein und vielen Silt- und Sandsteinen, mit vereinzelt Geröllen. Interessanterweise ist darunter von WAGNER (1982) eine „Dolomitbröckelzone“ separat ausgehalten worden, über den Oberen Zwischenschichten. Es handelt sich um eine mit Feinsedimenten durchsetzte 4,5 m-Abfolge, in der zwei 70–80 cm mächtige Dolomitbröckelbänke mit Geröllen vorkommen („dolomitische Feinkonglomerate“). Dasselbe zeigte sich 2017 in der nordost-luxemburgischen Kernbohrung Reisdorf (DITTRICH et al. in Vorb.). Dort ist ein markantes, 1,76 m mächtiges, markantes Basiskonglomerat des so2 durchteuft worden. Es enthält kantengerundete bis gerundete Quarzgerölle bis mindestens 3,5 cm Größe und kleinere eckige Quarze. Es ist deutlich schräggeschichtet. Ursprünglich war es stark dolomitisch, der Dolomitanteil ist weitgehend zu schwarzem Mulm verwittert. Im Reisdorf-Profil, das einem stärker absinkenden Beckenteilbereich zuzurechnen ist (Abb. 21 in Kap. 7.2.2), war deutlich erkennbar, dass das Konglomerat noch in der Intermediärzone der oberen Zwischenschichten anzusiedeln ist (IMZ in Tab. 2). Es endet nämlich 4,14 m unter der eigentlichen Werksteinzone des Voltziensandsteins.

Nördlich des Sauerlandes ist dann das Geröllaufkommen deutlich größer. In der Bohrung Bettendorf ist das Basiskonglomerat des so2 als 6 m mächtiger sandig-konglomeratischer Bereich entwickelt. Dies passt zu den Beobachtungen von MADER (1984b: Abb. 4) im Profil Ingeldorf. Dort kommen unter der eigentlichen Werksteinzone des so2 sehr viele Gerölle vor, über eine Profilhöhe von mehr als 10 m hinweg. Sie erscheinen eingelagert in Dolomitbröckelbänken oder als konglomeratische Horizonte in Wechsellagerung damit. Sowohl Feinkies-Gehalte als auch Grobkonglomerate wurden verzeichnet. Das Phänomen der angehäuften Dolomitbröckelbänke wird am Ende von Kap. 7.2.2 genauer beschrieben und ausgedeutet.

Das starke, räumlich begrenzte Geröllaufkommen ist bemerkenswert. In ähnlicher Form ist es schon von MADER (1985a, b) dargestellt worden, als proximale Geröllfazies des Voltzien-

sandsteins, die auf die westliche „Südeifel“ beschränkt ist. Deren weite westliche Reichweite bis über Folschette hinaus kann hier jedoch nicht nachvollzogen werden. Stattdessen ist wohl eine süd- und südostwärtige Anlieferung aus dem östlichen Ardennengebiet anzunehmen (Kap. 7.3 in Teil III). Die von SCHRÖDER (1985) rekonstruierte Strömungsrinne im höheren soV passt dazu. Sie verläuft in Nordwest-Südost-Richtung und fand sich im äußeren Nordwest-Teil von Blatt 6004 Oberweis. Dort im Nordosten ist der Voltziensandstein schon stark verfeinert. Im östlich benachbarten Kartiergebiet bei Feilsdorf (BOSOLD 1996) können jedoch noch Milchquarz-Gerölle von 1–2 cm Größe vorkommen.

In der Bohrung 6005–60 bei Bitburg, im Südeifeler Zentralgraben (Abb. 23 in Kap. 7.2.2: FB), sind im Niveau der Werksteinzone immerhin noch grobkörnige Sandsteine protokolliert worden.

In den südwest- und süd-luxemburgischen Bohrungen Koerich, Rebiert und Mondorf spielen Gerölle im (basalen) so2 eher keine Rolle. Lediglich im Mondorfer Adelheid-Profil erschien an der so2-Basis ein 1,2 m mächtiger Grobsandstein („großglimmerig“) mit Tonklasten und weißen Quarzgeröllen, allerdings nur „erbsengroß“. Die spezielle Herkunft dieser kleinen Extraklasten bleibt ungewiss.

Die Beckenentwicklung des Mittleren und Oberen Buntsandsteins der Trierer Bucht und der Eifel ist von MADER (1985b: S. 1) wie folgt umrissen worden. Genannt wurde „eine schrittweise südwestliche Verlagerung des randlichen Herkunftsgebietes von Grobklastika in der Zeit, im Zuge der lateralen Ausweitung des Beckens“ (aus dem Englischen übersetzt). Bei genauerer Betrachtung und vor allem bei Berücksichtigung südlicher Bohrbefunde kann dies nicht bestätigt werden. Wie es in diesem Kapitel dargelegt wurde, war das Anlieferungsgeschehen recht großen Veränderungen unterworfen. Diese Wechsel können nicht bloß durch eine graduelle Ausweitung des Beckenraumes verursacht worden sein, sie waren weitaus komplexer. Daher sind weitere Einflussfaktoren anzunehmen (Teil III).

7. Mächtigkeitsmuster und regionale Beckenentwicklung

Mächtigkeitsbilanzierungen im Bereich des Trier-Luxemburger Teilbecken sind nicht nur für angewandte Fragestellungen wichtig. Sie liefern auch Beiträge für becken-dynamische Modellierungen und zur sequenzstratigraphischen Auswertung der Buntsandstein-Schichtenfolge. Flächenhafte Log-Korrelationen, wie sie in der linksrheinischen Beckenfazies zur Identifikation von Schichtausfällen (Diskordanzen bzw. Sequenzgrenzen) verwendet werden können, sind hier wegen der grobklastischen Proximalfazies nicht möglich bzw. nicht ohne weiteres zielführend. Auch mangelt es an ausreichend langen, geophysikalisch vermessenen Bohrprofilen.

Durch den überregionalen Vergleich von Mächtigkeiten können aber wichtige Hinweise für paläogeographische Bewertungen erlangt werden. Beckenzonen und Rand- bzw. Schwellenzonen sind so nämlich sauber zu trennen. Die paläogeographische Wertigkeit von speziellen, genetisch umstrittenen Faziesmerkmalen (Violette Horizonte, mögliche Tidalgefüge u.a.) kann dadurch in einem anderen Licht erscheinen. Überdies sind Subsidenzmuster-Wechsel als offenkundig tektonisch implizierte Umschwünge sehr wesentliche Merkmale für die Sequenzanalyse.

7.1 Bisherige Mächtigkeitsmodelle

E. Schröder (1952)

Eine erste Isopachenkarte des Trierer Buntsandsteins ist von SCHRÖDER (1952: Abb. 1) erstellt worden. Sie bildete jedoch lediglich den als „Vogesensandstein“ oder „Hauptbuntsandstein“ bezeichneten tieferen Teil dieser Schichteinheit ab. Dargestellt wurden Mächtigkeiten bis etwa 180 m. In einem etwa ellipsenförmig Nord-Süd-gestreckten Maximum konzentrierten sie sich auf die Region von Trier und dem unteren Kylltal. Zu den Seiten hin, nach Osten, Westen und auch nach Süden hin wurde eine rasche Mächtigkeitsabnahme dargestellt. Diejenige nach Osten wurde auch im Text bekräftigt (S. 211): „Die Nähe des Ostrandes kündigt sich im Gelände durch bemerkenswerte Mächtigkeitsabnahme an.“ Die Null-Linie wurde allerdings erst etwa 15 km östlich des Buntsandstein-Erosionsrandes der Trier-Bitburger Bucht gezogen, die 50 m-Linie lag etwa 5–10 km östlich des Außenrandes. Die westliche Null-Linie war von LUCIUS (1941, 1948) übernommen worden. Diese verlief etwa von Norden kommend knapp östlich der Our-Mündung durch und dann in NNE-SSW-Richtung in den östlichen Stadtbereich von Luxembourg und weiter nach Süden (Abb. 21 in Kap. 7.2.2).

Das engräumige Maximum bei Trier wurde als Resultat eines „Spezialtroges“ im Schnittgebiet zwischen der „rheinischen Quersenke“ (Eifeler Nord-Süd-Zone) und dem Wittlicher Rotliegendetrog gedeutet. Die damals dort angenommenen Mächtigkeiten von über 150 m Hauptbuntsandstein blieben allerdings noch recht niedrig (Kap. 7.2.3). Für den Oberen Buntsandstein war dann von einer eher ausgeglichenen Mächtigkeitsverteilung ausgegangen worden. Bei weit übergreifender West-Verbreitung, im Attert-Tal bis an die westliche Außengrenze von Luxemburg (LUCIUS 1941, 1948), sollte diese bloß zwischen 80 und 120 m variiert haben. Auch diese Werte sind nach heutigem Kenntnisstand zu niedrig. Ein besonderes „Beckentiefstes“ sei zu dieser Zeit nicht ausgeprägt gewesen (SCHRÖDER 1952: S. 211).

D. Mader (1979–1985)

Von MADER (1984b, 1985a, b) sind Säulenprofile des Buntsandsteins einzelner Regionen der Trier-Luxemburger Bucht und der Eifeler Nord-Süd-Zone verzeichnet worden. Sie basierten vor allem auf den Geländeaufnahmen zu seinen zahlreichen Publikationen (1979–1985, im Schriftenverzeichnis ist ein großer Teil davon aufgelistet). Der Schwerpunkt der Darstellungen hatte auf der lithofaziellen bzw. lithostratigraphischen Interngliederung der Schichtenfolge gelegen. Naturgemäß waren aber auch regionale Mächtigkeiten dargestellt worden. Für die Großregionen Nordeifel, „Westeifel“ (= innere Eifeler Nord-Süd-Zone), Südeifel und Luxemburg wurden überdies tabellarisch die angenommenen Reichweiten der Mächtigkeitsschwankungen pauschal verzeichnet. Eine hinreichende kartierische Erfassung der teilweise recht komplexen Lokaltektunik mit ihren Auswirkungen auf die Mächtigkeiten war in diesem riesigen Gebiet natürlich nicht möglich gewesen. Überdies fehlte die Auswertung von Bohrungsbefunden. Eine flächenhafte Mächtigkeits-Erfassung wurde nicht vorgenommen.

H. Weiler (1972 und 1991)

Eine flächenhafte Darstellung der Mächtigkeitsverteilung des gesamten Buntsandsteins der Trierer Bucht ist dann erstmals von WEILER (1972: Abb. 9) vorgelegt worden. Es handelte sich um eine Isopachenkarte, in der ein „sm“ und ein „so“ verzeichnet waren. Die Einzelbefunde entstammten einem breit angelegten Bohrprojekt der Jahre 1960–1972 für ein wasserwirtschaftliches Großprojekt. Flankierend dazu waren auch zwei hydrogeologische Dissertationen im Kylltal angesetzt worden. Die Gesamtuntersuchung konzentrierte sich auf die Region des

unteren und mittleren Kylltals und auf das obere Salmtal. Weitere Bohrungen waren im Gebiet um Balesfeld im äußeren NNW, bei Bitburg und in der Region um Oberweis abgeteuft worden.

Ein wesentliches neues Ergebnis dieser Karte war die Bedeutsamkeit der Diagonalrichtung für die Ausrichtung der Isopachen. Textlich wurde dafür von WEILER (1972) eine Ausformung als „varistische“ „Mulden“ beschrieben. NEGENDANK (1974: S. 39) benannte dies dann als „varistisches Wellblech“. Die Definition und Beschreibung des eigenständigen, von der variszischen Richtung deutlich verschiedenen diagonalen Richtungssystems (DITTRICH 1989) war damals noch nicht erfolgt. Beide Richtungssysteme, das diagonale und das variszische, existieren ja unabhängig voneinander im Untergrund, als alte Vorstrukturierungen des paläozoischen Sockels. Im Laufe der Trias haben sie nachweislich, in zeitlich unterschiedlicher Betonung, die einzelnen Sedimentationsmuster kontrolliert (vgl. DITTRICH im Druck a). Synsedimentäre Beeinflussungen durch das rheinische Richtungssystem kamen hinzu (Abb. 15).

Bezogen auf das diagonale Richtungssystem existierte eine strukturelle Zweigliederung in zwei große, Nordost-Südwest orientierte Teilbecken, das Bitburger und das Trierer Becken. Dazwischen lag eine breite, in sich weiter untergliederte Schwellenzone, die (Luxemburger) Zentralschwelle. Im südwestlichsten Teil dieses alt angelegten Hochgebietes findet sich heute der berühmte, von Störungen flankierte Devonaufbruch der Deimlinger Mühle, südlich von Daufenbach.

In der Isopachenkarte von WEILER (1972) zeichnete sich die breite Trogstruktur des Bitburger Beckens deutlich ab, sowohl in den „sm“- als auch in den „so“-Isolinien. Dasselbe gilt für die stärker zergliederte Zone südwestlich davon. Dort zeigt sich nämlich eine deutliche Differenzierung von diagonal ausgerichteten Mächtigkeitsmaxima (Trögen) im unteren Kylltal. Der mittlere davon zeigt „sm“-Werte über 200 m. Begrenzt wird er von zwei Südwest-Nordost gestreckten Minima, einer Schwelle im Nordwesten gegen das Bitburger Becken (Auwer Schwelle in Abb. 15) und ein schmales Minimum von unter 70 m „sm“ im Bereich der Deimlinger Devonschwelle zwischen Daufenbach und Kordel. Dieser mittlere Trog entspricht strukturell einer diagonalen Senkungszone, die im Nordosten den Gladbacher Trog ausprägt (Abb. 15). Das Trierer Becken war in seinen Dimensionen damals noch nicht erkannt worden (mehr dazu weiter unten). Stattdessen erschien bei WEILER (1972) ein schmaler Trog im Raum Kordel, mit „sm“-Mächtigkeiten über 300 m.

Im Jahr 1991 erschien dann eine neuere Version dieser Isopachenkarte von WEILER. Sie war im unteren Kylltal etwas detaillierter und in den Zentralbereichen der Trierer Bucht noch weiter ausgearbeitet (Abb. 19). Zusätzliche Bohrungen waren berücksichtigt worden. Diese Kartendarstellung zeigt jedoch mehrere Schwächen. Ein Manko resultierte etwa aus der fehlenden Verwertung anderer, inzwischen verfügbarer Datenquellen. Dies betrifft zum Beispiel den Südostrand der Karte. Die publizierten Befunde bei Trier (NEGENDANK 1974, 1983) zur Buntsandstein-Mächtigkeit im dortigen „Trierer Universitätsprofil“ blieben unberücksichtigt. Werte von 230 m „sm“ und gut 100 m so waren darin verzeichnet gewesen (Version von 1983). Stattdessen wurde mit den jeweiligen Isolinien immer noch eine weitaus schnellere Reduktion der Buntsandstein-Mächtigkeiten nach Südosten hin dargestellt.

Dieser von WEILER (fälschlich) dargestellten raschen Mächtigkeitsabnahme des (Mittleren) Buntsandsteins lag wohl noch die Vorstellung zugrunde, dass der heutige Südost- und Ostrand der Buntsandstein-Verbreitung in etwa dem damaligen Beckenrand entsprach. Das ist sicher

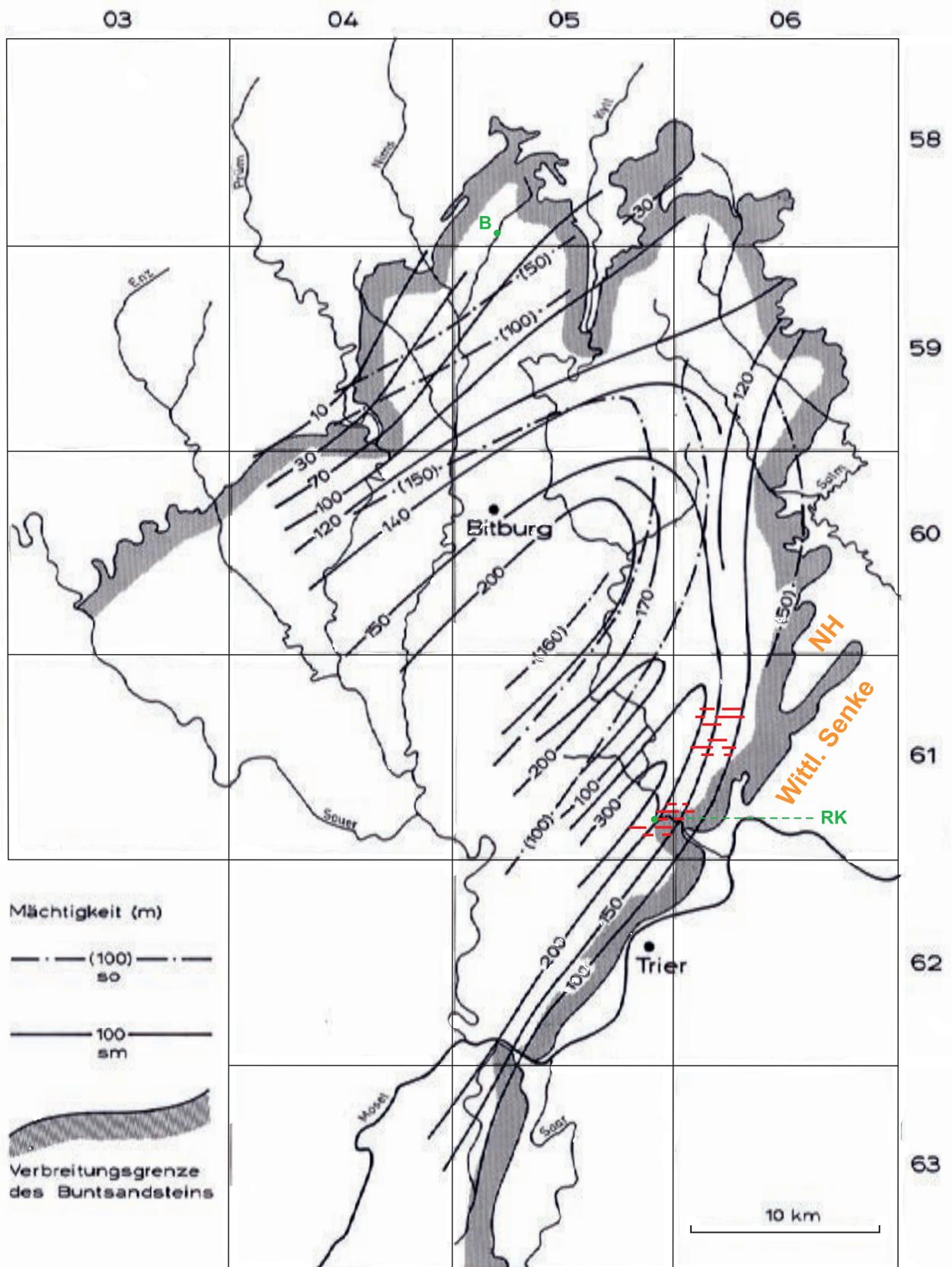


Abb. 19: Isopachen-Darstellung des Buntsandsteins der Trier-Bitburger Bucht von WEILER (1991), inhaltlich veraltet (vgl. Text); Ergänzungen: rot: partielle Vertonungen im „sm“ (= su+sm) nach WEILER (1972), B = Ortschaft Balesfeld, RK = „Ramsteiner Kessel“, NH = Naurather Horst (vgl. Abb. 15).

aber nicht der Fall. Erst durch die starken känozoischen Hebungsbewegungen im Schiefergebirge (Osteifel und Hunsrück) ist der Erosionsrand so weit nach Westen bzw. Nordwesten vorverlegt worden. Die „sm“-Mächtigkeiten im Raum Trier–Aach–Burg Ramstein – nach heutigem Wissensstand sind darin $su+sm$ aufsummiert (DITTRICH 2004, LGB 2005) – sind aber real weitaus höher (Kap. 7.2.3). Es existierte dort nämlich das große Trierer Becken. Dementsprechend trifft es auch nicht zu, dass die Isolinien dieses „sm“ von Trier aus nach NNE und dann nach Norden ziehen. Stattdessen folgen sie dem inzwischen bekannten Spezialtrog des Ramsteiner Kessels (Abb. 23 in Kap. 7.2.3). Mit ihm verlaufen sie dann parallel zur Wittlicher Hauptverwerfung nach ENE und dann nach Nordosten, noch südöstlich des Naurather Horstes.

Die enge Scharung der von WEILER angenommenen Rand-Isolinien des „sm“ im Südosten bewirkte auch eine Verengung und Schein-Verlagerung des Mächtigkeitsmaximums im untersten Kylltal. Das dortige Maximum mit über 300 m mächtigem „sm“ liegt dadurch nicht im Bereich des „Ramsteiner Kessels“ (Abb. 19), sondern nordwestlicher, bei Kordel. Der Ramsteiner Kessel war damals in seiner Bedeutung noch nicht erkannt worden.

Auch die in dieser Südost-Region publizierten Ergebnisse von HEITALE (1979, 1984) sind bei WEILER (1991) unberücksichtigt geblieben. Diese in ihrem tektonischen Kontext schon gut dokumentierten Mächtigkeitsangaben betrafen das Autobahn-Profil im Biewertal, wenig nordwestlich von Trier. Dort war immerhin ein knapp 250 mächtiger „sm“ ausgewiesen worden, deutlich mehr als durch die Isolinien von WEILER. Eine textliche Relativierung dieser Daten unterblieb jedoch, die Arbeiten von HEITALE sind auch im Literaturverzeichnis von 1991 nicht angeführt.

Im äußersten Norden der Trierer Bucht sind die von WEILER (1972, 1991) verzeichneten Buntsandstein-Mächtigkeiten ebenfalls deutlich zu niedrig. Etwas südlich von Balesfeld etwa (Abb. 19) konnte inzwischen ein Oberer Buntsandstein ermittelt werden, der ein Vielfaches der damals dargestellten Mächtigkeit von (weit) unter 50 m einnimmt. Dies ergab sich aus der 1974 abgeteufte Bohrung mit der LGB-Bohrarchiv-Nr. 5905–50 („B 40a“), ein Resultat, das in der Isopachendarstellung von WEILER (1991) nicht mehr eingearbeitet worden ist. Auch der dort erbohrte Mittlere Buntsandstein ist deutlich mächtiger. Vor allem die von HEITALE (1979, 1984) publizierten Ergebnisse vom Autobahn-Teilstück nördlich von Bickendorf hatten die von WEILER (1991) verzeichneten „so“-Beträge um ein Mehrfaches übertroffen. In Kap. 7.2.3 wird die Situation im Nordwesten der Trierer Bucht nach dem derzeitigen Kenntnisstand genauer dargelegt und diskutiert werden.

Ein generelles Problem bei den Isopachen-Darstellungen von WEILER betrifft den exakten stratigraphischen Inhalt der dargestellten Einheiten „sm“ und „so“. Spätestens seit 2005 ist nämlich bekannt, dass im Südosten der Trierer Bucht auch mächtiger Unterer Buntsandstein (su) existiert. Der „sm“ dieser Region umfasst sowohl su als auch sm . Der von WEILER (1972, 1991) ausgehaltene „so“ ist ebenfalls nicht stratigraphisch konsistent. Im Südosten und Nordwesten der Trierer Bucht sind nämlich jeweils unterschiedliche Abschnitte der Buntsandstein-Abfolge als „so“ aufsummiert wurden. Im Südosten sind die Äquivalente des Hauptkonglomerates (s_6 -Folge) korrekterweise noch dem Mittleren Buntsandstein zugeordnet worden. Dies galt im Schnittprofil entlang des unteren und mittleren Kylltales (WEILER 1972: Abb. 4) und auch noch für die Bohrung Oberweis im inneren Bitburger Becken (WEILER 1972: Abb. 2). Die Konglomeratserien sind hier korrekt als Vertreter des Hauptkonglomerates und somit als Liegendes des Oberen Buntsandsteins gewertet worden.

Am Nordwest-, Nord- und Nordostrand der Trier-Bitburger Bucht hingegen umfasst der „so“ nicht nur den eigentlichen Oberen Buntsandstein, sondern auch noch den Höheren Mittleren Buntsandstein (smh, Tab. 2) mit seinen manchmal einige Zehner Meter mächtigen Konglomeratabfolgen und den abschließenden, oft mehrere Meter mächtig ausgebildeten Äquivalenten der Violetten Grenzzone (Violette Grenzschichten). Im Text von WEILER (1991: S. 12) wurde die auffällig verschiedene fazielle Ausbildung des Oberen Buntsandsteins im (Nord-)Westteil der Mulde hervorgehoben. Dort träten viel mehr Konglomerate mit Quarzit-, Grauwacke- und Quarzgeröllen auf, wodurch ein völlig anders geartetes Liefergebiet angezeigt würde. Dass solche Konglomerate auch noch im Norden und sogar im Nordosten der Trier-Bitburger Bucht auftreten und dass sie zum höheren Mittleren Buntsandstein gehören, war H. WEILER damals nicht bekannt gewesen (vgl. auch CC 6302 Trier, ZITZMANN & GRÜNIG 1987). Entsprechende stratigraphische Erklärungen in den Erläuterungen zu den alten Blättern 6003 Mettendorf und 6004 Oberweis von GREBE (1892) und die Darlegungen von MÜLLER & SCHRÖDER (1960: S. 249) waren unberücksichtigt geblieben. Detailliertere Ausführungen zu diesem Thema lieferten später dann DITTRICH & NORBISRATH (2006: Kap. 6; vgl. auch Teil I: Kap. 2). Die von WEILER vorgenommene regionale Zurechnung der Konglomeratserien des smh zum Oberen Buntsandstein kann dazu geführt haben, dass der „so“ lokal auf Kosten des „sm“ um einige Zehner Meter zu mächtig eingeschätzt worden ist.

Ein weiteres Problem der Isopachenkarten von WEILER (1972, 1991) ist die fehlende Klarheit über die Position der Datenpunkte. Das Vorhandensein bzw. die Position und Häufung der verwendeten Daten ist nicht verzeichnet. Es ist daher oft unklar, wo welche Isolinien konkret abgesichert sind und wo sie bzw. welche von ihnen eher spekulativ sind. Eine Attributierung von gesicherten bzw. vermuteten Linien fehlte. Die Logik der Linienführung war zudem nicht an allen Stellen der Isopachenkarten fehlerfrei. Diese Schwäche war durch eine nicht konsequent „Fußunter“-orientierte Beschriftung der Isolinien mit Zahlenwerten entstanden.

Angesichts der vielen Ungenauigkeiten und damaligen Kenntnislücken sind die Aussagen zur Verlagerung der Beckenachsen vom „sm“ (su+sm) zum „so“ (so ohne bzw. mit smh) bei WEILER (1972: S. 224) mit Vorsicht zu betrachten. Benannt wurde nämlich eine „Verlagerung der Muldenachse von SE nach NW vom Mittleren zum Oberen Buntsandstein“. Dies basierte damals auf einem Vergleich der bis über 300 m mächtigen Abfolgen des „sm“ bei Kordel im Südosten mit den mutmaßlich gleichaltrigen Abfolgen von vielleicht 240–250 m Mächtigkeit im Bitburger Becken. Beim „so“ hingegen hatten sich dann scheinbar Werte von 50–100 m im Südosten und Werte bis weit über 160 m im Nordwesten gegenüber gestanden. Eine derartige Betrachtungsweise ist jedoch veraltet (Kap. 7.2.3).

Der Geologische Führer der Region Trier von NEGENDANK (1983) hat vor einigen Jahren eine Neuauflage erfahren (WAGNER et al. 2012). Als Abb. 34 wurde darin erneut die veraltete Mächtigkeitskarte von WEILER (1972) reproduziert, statt der verbesserten und erweiterten Version von WEILER (1991). Eine textliche Relativierung bezüglich der mangelnden Aktualität dieser alten Version erfolgte nicht. So gelangte ein Konzept aus den frühen Siebziger Jahren in das neue Jahrtausend. Ungeachtet der im Abbildungstext genannten Trierer Literaturzitate und der „weiteren Ergänzungen“ blieb die Linienführung im Darstellungsbereich der WEILER-Karte gänzlich unverändert. Es war bloß die Legende der früheren „sm“-Linien korrekterweise auf su+sm erweitert worden. Inhaltlich blieben die Widersprüche zu den eigenen Darlegungen im Trierer Führer jedoch unbesprochen und unkorrigiert. Dies gilt vor allem für die Mächtigkeitswerte im „Trierer Universitätsprofil“ (WAGNER et al. 2012: Abb. 35:

230 m su+sm, 100-105 m so). Häufig lagen die Mächtigkeitsdarstellungen und -angaben im Geologischen Führer deutlich über denjenigen der Isopachenkarte von WEILER (1972; vgl. Kap. 7.2.3).

Die 1972 fälschlich dargestellte schnelle ostwärtige Mächtigkeitsabnahme im Bereich der Blätter 6006 Landscheid und 5906 Manderscheid wurde in der aktuellen Reproduktion dieser Isopachenkarte mit der neuen Einschreibung „Ostrand“ zusätzlich betont. Allerdings stand diese engräumige Mächtigkeitsreduktion im Widerspruch zu zwischenzeitlich publizierten Ergebnissen von DITTRICH & LICHTENSCHIEDT (2007, bei Spangdahlem) und von LGB & LUWG (2010). Beide Arbeiten sind bei WAGNER et al. (2012) immerhin im Schriftenverzeichnis aufgeführt worden. Unbeachtet blieb auch, dass dort, wo die 50 m-Isolinie des Oberen Buntsandsteins von WEILER (1972, 1991) verläuft, heute weit und breit kein Unterer Muschelkalk mehr ansteht, sodass die vollständige so-Mächtigkeit und ihre Reduktion nach Osten dort gar nicht bestimmt werden konnten.

T. Schintgen (2013) (in SCHINTGEN & FÖRSTER 2013)

Für eine vorgezogene Teil-Publikation seiner Dissertation erarbeitete T. SCHINTGEN eine Serie von Isopachen-Abbildungen des luxemburgischen Mesozoikums, darunter auch eine des Buntsandsteins (SCHINTGEN & FÖRSTER 2013: Fig. 5a). Die Gesamtformation war darin aufsummiert, also nicht näher untergliedert dargestellt worden. Interessante Einzelheiten, wie das sukzessive Übergreifen der Sedimentation nach Westen oder Nordwesten oder unterschiedlich konfigurierte Absenkungsmuster von einzelnen Teileinheiten des Buntsandsteins, waren deshalb unkenntlich. Der Darstellungsbereich dieser Abbildung (Abb. 20) ragte im Westen und Süden weit nach Belgien und Lothringen hinein. Im Osten wurden der deutsche Saargau und das saarländische Umfeld der Siercker Schwelle mit dargestellt. Die deutsche Südeifel im Nordwesten hingegen war nur noch randlich erfasst.

Für diese Darstellung waren alle Tiefbohrungsprotokolle im Westen und Südwesten gesichtet und stratigraphisch teilweise neu interpretiert worden, oft in deutlicher Abweichung zu älteren Einstufungen. Die Ergebnisse zum strukturellen Aufbau des luxemburgischen Deckgebirges und des unterlagernden Sockels von DITTRICH (1989, 2011a: Abb. 2; Abb. 15) sind nicht berücksichtigt worden. Stattdessen wurden ausschließlich diagonal streichende große Störungslinien im mesozoischen Deckgebirge verzeichnet, wie die Südost-abschiebende „Faille de Luxembourg“ (vgl. DITTRICH 2014: Abb. 96) und die beiden Randstörungen des Grabens von Thionville.

Im Nordosten wurde dann eine Fortsetzung der Faille de Luxembourg in der nordwestlichen Randstörung der Wittlicher Senke (Wittlicher Hauptverwerfung) angedeutet. Dies steht im Widerspruch zu zahlreichen Befunden und Ausdeutungen bei DITTRICH (1989, 2011a, 2014 u.a.; vgl. Abb. 15). Das Verbindungsstück zwischen der versatzstarken Wittlicher Hauptverwerfung und der im luxemburgischen Kartenbild von Südwesten her noch bis Biwer durchgehend nachvollziehbaren großen Faille de Luxembourg (Abb. 15) ist hypothetisch. Im Gegensatz zu den zahlreich vorhandenen diagonalen Fortsetzungsbrüchen dieser Großstörung im Untersauer-Gebiet nimmt es eher eine WSW-ENE orientierte (bei DITTRICH 1989: „variszische“) Richtung ein. Mit den dortigen Isopachen des Buntsandsteins lässt sich diese von Schintgen vermutete strukturelle Verbindung jedenfalls nicht in Einklang bringen. Auch gravimetrisch bildet sie sich nicht ab (vgl. SCHINTGEN & FÖRSTER 2013: Fig. 3).

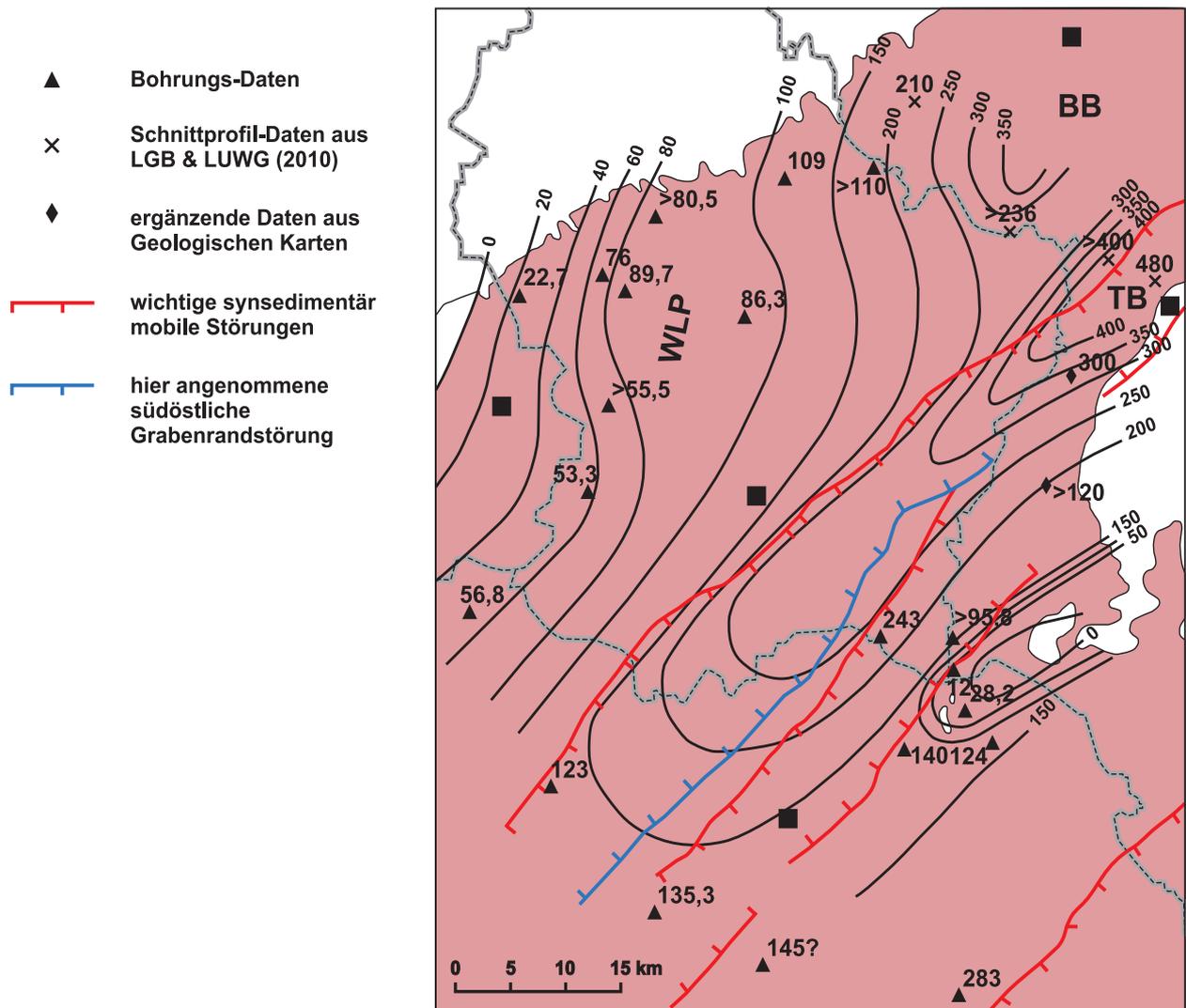


Abb. 20: Mächtigkeitsverteilung des gesamten Buntsandsteins in der Trier-Luxemburger Bucht und in angrenzenden saarländisch-lothringisch-belgischen Gebieten, nach dem Modell von SCHINTGEN & FÖRSTER (2013; Originalabbildung übersetzt und graphisch wenig verändert, vgl. Text; WLP = „West-Luxemburgisches Plateau“ nach WAGNER 1989; TB, BB = Trierer bzw. Bitburger Becken; Städte (schwarze Quadrate, v.o.n.u.): Bitburg, Trier, Arlon, Luxembourg, Thionville).

Ein wesentliches Anliegen der Publikation von SCHINTGEN & FÖRSTER war die Erarbeitung einer Argumentkette für die Existenz eines permischen Großgrabens im Raum Luxemburg–Lothringen gewesen. Dies war schon im zweiten Teil des Titels angeklungen („– implications for the existence of a buried Rotliegend graben“). Die Fortsetzung der Wittlicher Rotliegend-Senke stand zur Diskussion. Dafür wurde auch eine (im heutigen Kartenbild nicht durchgehend und nicht prominent vorhandene) Nordwest-absetzende Störungslinie als vermutete Großstörung eingetragen (Abb. 20: in Blau). Die Linienführung der Buntsandstein-Isopachen wurde dementsprechend „ausgereizt“, auch diejenige der jüngeren Schichteinheiten von Trias und Jura. So kam es, dass die hohen Buntsandstein-Mächtigkeiten bei Mondorf (243 m) und auch noch bei Thionville (135,5 m) nicht als Subsidenz-Beleg für den alt-bekanntem Graben von Thionville (GUILLAUME 1941) gedeutet wurden. Stattdessen galten sie bloß als Rand-Mächtigkeiten einer hypothetischen Senkungsstruktur nordwestlich davon. Auch das Maximum im Bereich des Trierer Beckens im Nordosten wurde nach WSW herübergezogen, über die hypothetische Nordwestrandstörung hinweg. Unzweifelhaft wirksame Überlagerungen durch rheinisch und variszisch strei-

chende Strukturen blieben generell unmarkiert. Dies betrifft vor allem die beiden Grabenzonen der Eifeler Nord-Süd-Zone und die – im Isopachenbild im Südosten gut erkennbare – Siercker Schwelle.

Bohrungsbefunde, die die durch die Isopachen-Führung angedeutete Trogzone konkret belegen, existieren nicht. Das tiefe Deckgebirge unmittelbar über dem Devonsockel ist dort bislang noch nicht durchteuft worden. Weder über den Buntsandstein noch über das Perm ist dort etwas bekannt. Die dahingehende Theorie von T. SCHINTGEN stützt sich maßgeblich auf gravimetrische Befunde im südluxemburgisch-lothringischen Bereich, und zwar auf die dortige (negative) „SE-Luxembourg-Anomaly“. In den Struktur-Befunden von DITTRICH (1989: Abb. 4) fällt sie mit zwei schwächeren, diagonal streichenden Grabenstrukturen zusammen. Diese verlaufen unmittelbar südwestlich der Luxemburger Zentralschwelle (SCHINTGEN & FÖRSTER 2013: Fig. 3: „Central Luxembourg Anomaly“). Die beiden Senkungsstrukturen könnten erst in der späteren Beckenentwicklung mobilisiert worden sein, im (Mittel-)Keuper und Jura, als dort im Südwesten bekanntermaßen erhebliche Sedimentmächtigkeiten akkumuliert wurden (vgl. DITTRICH 1989, SCHINTGEN & FÖRSTER 2013: Fig. 5). In Abb. 15 liegt diese negative Anomalie in der Südwest-Verlängerung des Gladbach-Troges.

Nach Ansicht der Verfasserin war der Graben von Thionville im Buntsandstein die wichtigere Subsidenzstruktur im Südwesten. Dieser Graben begrenzt auch in auffälliger Weise die variszisch streichende Siercker Schwelle nach Westen (vgl. Abb. 20). Die Fortsetzung der Wittlicher Rotliegend-Senke ist dann wohl auch im Graben von Thionville zu suchen. Insgesamt bleibt die Existenz eines tief versenkten Rotliegend-Grabens weiter westlich bisher hypothetisch; eine übertiefe Bohrung zur Abklärung des tieferen Untergrundes wäre somit von hohem Interesse. Auch die Existenz der in Abb. 20 in Blau verzeichneten Großstruktur der „Roussy-le-Village–Canach–Machtum Fault“ kann nicht nachvollzogen werden. Diese angeblich so wichtige Sockelstörung ist im Kartenbild keineswegs so überzeugend prägnant entwickelt wie die Faille de Luxembourg und die Randstörungen des Grabens von Thionville. Dies ist insofern verwunderlich, als ja das jüngere Absenkungsgeschehen in der Trier-Luxemburger Bucht und im Pariser Becken alt angelegte Bruchflächen mit westlicher und nordwestlicher Abschiebungsrichtung bevorzugt mobilisiert haben müsste. Insbesondere das überregionale kontinentale Spannungsfeld im Unteroligozän mit seiner starken Nordwest-Südost-Extension (DITTRICH 2014: Kap. 8.3.2, mit zahlreichen Literaturreferenzen) hätte sich dahingehend auswirken müssen. Im heutigen Kartenbild von Südost-Luxemburg müsste eine derartige Großstörung durchgehend und mit hohen Versatzbeträgen ausgeprägt sein.

Im Nordosten und Nordwesten ist die Linienführung der Buntsandstein-Isopachen bei SCHINTGEN & FÖRSTER ebenfalls nicht immer zutreffend. Die Maximalmächtigkeiten im Bitburger Becken sind in Abb. 20 deutlich zu niedrig angesetzt; ein derartig nahe gelegenes Ende dieser Trogstruktur ist nicht wahrscheinlich. Im Bohrprofil Echternacherbrück (> 236 m) war erst der oberste Teil des dort noch recht mächtigen Tieferen Mittleren Buntsandsteins erfasst worden (WAGNER & DITTRICH 2010: Profilschnitt F–F'; Kap. 7.2.3). Auch wurden die diagonalen Trogstrukturen des Luxemburger Zentralgrabens und des (Südwest-fortgesetzten) Südeifeler Zentralgrabens in den Isopachen nicht abgebildet. Von entscheidender Bedeutung dafür war die Neu-Interpretation der Tiefbohrung Koerich (>55,5 m) durch T. SCHINTGEN. Deren niedriger Mächtigkeitswert steht in krassem Widerspruch sowohl zum ursprünglichen Bohrprotokoll als auch zur hier vorgelegten Einstufung. In Kapitel 7.2.2 wird davon noch ausführlich die Rede sein.

Im kleinen Areal jenseits der Nulllinie fehlt der Buntsandstein. In graphischer Korrektur gegenüber der Originalabbildung wurde dieses Areal hier weiß gehalten. Bei genauerer Berücksichtigung der Mächtigkeits- und Faziesverhältnisse im luxemburgisch-belgisches Grenzgebiet (bei Ell) ist diese Linie auskeilenden Buntsandsteins wohl differenzierter auszugestalten. Den variszisch streichenden Strukturen der Ardennen-Südrandzone und des Attert-Grabens (Abb. 15), der in der Trias als synsedimentäre Senkungsstruktur generell gut belegt ist, kam eine größere Bedeutung zu. Vor allem im Bereich des mittleren Sauer-Tals sind rheinisch verlaufende Isopachen nicht realistisch (Kap. 7.2.2).

7.2 Neuere Ergebnisse

7.2.1 Allgemeine Anmerkungen

Die Isopachen-Darstellung von WEILER (1991), die schon gegenüber derjenigen von 1972 ergänzt war, lieferte immer noch keine Information zum breiten Streifen entlang des deutsch-luxemburgischen Grenzgebietes, entlang der Flüsse von Sauer (und Enz) und Mosel. Dies hatte nicht etwa daran gelegen, dass dort keine Aufschlüsse oder Bohrungen existierten, sondern nur am speziellen Fokus der Untersuchungen von H. WEILER.

Diese Fehlstellen der Bestandsaufnahme sollen hier ergänzt werden. Am Nordwestrand der Trierer Bucht haben inzwischen mehrere von der Autorin mit-betreute Bonner Diplomkartierungen tragfähige Ergebnisse geliefert. Angefertigt wurden sie unter Berücksichtigung älterer Diplomkartierungen der Universität Bochum und unter Einbeziehung der vorhandenen Bohrungsdaten. Für den Gesamttraum der Trierer Bucht kamen später systematische Auswertungen aller tief-reichenden Bohrprofile hinzu (WAGNER & DITTRICH 2010, LGB & LUWG 2010, DITTRICH 2011a).

Neu erarbeitete Isopachenkarten des gesamten Trier-Luxemburgischen Raumes, jeweils aufgeschlüsselt nach prägnanten Teileinheiten des Buntsandsteins, wären zweifellos ideal und wünschenswert. Eine solche Total-Auswertung ist aber im Rahmen dieser eher faziell und genetisch-sequenzstratigraphisch ausgelegten Publikation, die neben dem werktäglichen Dienstgeschäft erarbeitet wurde, nicht zu leisten. Sie hätte einen Aufwand bedeutet, der nur im Rahmen eines entsprechend fokussierten Spezial-Projektes (Promotion?) möglich ist. Stattdessen können hier nur punktuelle Angaben geliefert werden. Die stratigraphisch gestaffelten Eintragungen in den Abbildungen 21 und 23 zeigen die Aufeinanderfolgen von Mächtigkeitswerten für einzelne Schichtabschnitte, die jeweils einige Schichtglieder aufsummieren. Diese Darstellungsform soll Vergleiche ermöglichen und einen flächenhaften Überblick über die Mächtigkeitstrends geben. Begleitend dazu werden die Grundzüge der sich abzeichnenden Mächtigkeitsverteilungen im Text umrissen. Einzelthemen, wie etwa das der auffälligen Dolomitbröckelbank-Massierungen im luxemburgischen Oberen Buntsandstein werden speziell abgehandelt und mit einzelnen Zahlen gestützt. Die räumlich variierende Relation der Mächtigkeiten des soZM und des soZK innerhalb der Zwischenschichten wird dann in Kap. 7.2.4 dargelegt.

Die stratigraphischen Einstufungen aller Profile (Bohrungen, Kartierdaten und einzelne Säulenprofile aus der Literatur) sind hier generell geprüft und ggf. revidiert worden, unter Berücksichtigung der faziellen Originaldaten. Dadurch konnte hier eine einheitliche Betrachtungsweise gewährleistet werden. Vor allem die Einstufung und Abgrenzung des Unteren Buntsandsteins und des Höheren Mittleren Buntsandsteins wurde genauer geprüft und aktualisiert. Auch sind genauere Untergliederungen innerhalb des Tieferen Mittleren und des Oberen Buntsandsteins ausgehalten worden.

7.2.2 Buntsandstein in Luxemburg

Die flächenhafte Entwicklung der Buntsandstein-Mächtigkeiten in Luxemburg ist nur lückenhaft bekannt. Südlich des schmalen Ausbissrandes im Norden liegt diese Schichteinheit tief versenkt in den inneren Bereichen der Trier-Luxemburger Mulde. Dort ist sie nur durch wenige Forschungs- bzw. Erkundungsbohrungen erschlossen worden. Die dortigen Ergebnisse sind aber von hohem Interesse für die Rekonstruktion des Ablagerungsgeschehens. Am Nordwest-, West- und Südwestrand des damaligen Beckens konnten sich tektonisch kontrollierte Wechsel der Subsidenzachsen, zeitlich abgestufte Beckenerweiterungen und veränderte Liefergebiete besonders gut abbilden. Die Bedeutung dieser westlichen Bohrprofile kontrastiert aber zu ihrem vergleichsweise geringen stratigraphischen und sedimentologischen Bearbeitungsstand. Die verfügbaren Daten dieser Tiefbohrungsprofile sind deshalb hier neu gesichtet und lithofaziell und stratigraphisch neu bewertet worden. Von Norden nach Süden waren dies die Bohrprofile Mersch, Koerich, Rebiert und Mondorf (Abb. 21). Die alte lothringische Bohrung Longwy kam hinzu. Am Nordrand wurden von Westen nach Osten vor allem die Bohrungen Ell, Bettborn, Everlange, Diekirch, Bettendorf und Reisdorf ausgewertet. Einzelne Kartieranlagen im Ausbissbereich und das Aufschlussprofil Folschette ergänzen dies. Die ermittelten Mächtigkeitswerte einzelner, farblich abgesetzter Buntsandstein-Abschnitte zeigt die Abb. 21 (S. 92/93). Sie soll einen Überblick ermöglichen; die Angaben sind nicht immer auf den Dezimeter genau.

Überraschend war die große Buntsandstein-Mächtigkeit im (nur gemeißelten und nur überschlägig protokollierten) Bohrprofil **Koerich**. Dort wurden über 118 m Buntsandstein angetroffen, mit einem immerhin 113 m mächtigen Oberen Buntsandstein. Dieser hohe Wert hielt auch einer genaueren Überprüfung des Bohrprotokolls stand, bei der insbesondere die so/mu-Grenze und dann auch noch mehrere höhere stratigraphische Grenzen evaluiert wurden (Abb. 22, S. 95). Die so/mu-Grenze und die Grenze Oberer Muschelkalk/Unterer Keuper (mo/ku) im ursprünglichen Bohrprotokoll konnten bestätigt werden. Die Grenze mu/mm (über den Dolomitreichen, 5–6 m mächtigen luxemburgischen Orbicularisschichten, mu₂) und die Grenze mm/mo wurden hier neu gezogen, nach der Lithologie und unter Berücksichtigung der nordwestluxemburgischen Faziesbefunde von WAGNER (1989). Die Mächtigkeitsrelationen der Muschelkalk-Einheiten mu, mm und mo in den Profilen Koerich, Mersch und Bettborn entsprechen damit auch den aus West-Luxemburg und der Trierer Bucht bekannten Mustern (vgl. WAGNER 1982, 1989 und DITTRICH im Druck b).

Die Bohrung Koerich liegt offenbar im Bereich einer alten Senkungsstruktur, die mindestens ab dem Oberen Buntsandstein und dann etwas schwächer auch noch im Unteren Muschelkalk (34 m mächtig) synsedimentär aktiv war. Dieser Befund wird auch durch die relativ feine, Ton- und Feinsand-dominierte Lithofazies des Oberen Buntsandsteins im Koerich-Profil bestätigt, die in auffälligem Kontrast zur westlichen Randlage dieses Profils steht. Bei dieser Senkungsstruktur handelt es sich wohl um die luxemburgische Fortsetzung des (in der Trias zeitweise hochmobilen) Südeifeler Zentralgrabens (Abb. 15 und 21).

Unterhalb von Teufe 358 m sind nach dem sehr überschlägigen Schichtenverzeichnis noch 5 m Ton- und Gips-reiche rotbraune sandige Abfolgen durchteuft worden. Diese werden hier zum oberen smh gestellt (Violette Grenzzone). Die obere, mit Fußnote 3 gekennzeichnete 3 m-Schicht ist wohl weniger gipsführend und teilweise auch grün gefärbt. So wurde es nämlich in einem zweiten, inhaltlich selten und nur sehr wenig abweichenden französischen Schicht-

protokoll im Bohrchiv des Service Géologique vermerkt. Der dortige smh ist demnach auf >5 m zu beziffern. Da die Bohrung dann abgebrochen wurde, bleibt unklar, ob darunter noch Konglomeratabfolgen (Konglomeratische Serie, sKS) liegen oder ob schon bald der Devonsockel angetroffen worden wäre, so wie in der Bohrung Rebiery (s.u.).

Oberhalb von 358 m Teufe beginnt der Obere Buntsandstein. Die grobklastische Basis der Zwischenschichten (soZ, in Luxemburg: so1) ist erkennbar. Die in der ganzen Trier-Luxemburger Bucht verfolgbaren (transgressiven?) Horizonte VG2 und VG3 (Teil I: Kap. 3) sind durch pelitische Abfolgen markiert, die nicht nur durch ihre jeweilige Position im Vertikalprofil, sondern auch durch einen gewissen Karbonatgehalt (Mergel, VG2) oder durch eine auffällige graue Gesteinsfarbe (VG3) hervorgehoben sind. Der „Tonsteinmergel“ bei Teufe 305–308 m hingegen (Fußnote 2 in Abb. 22) ist nur ein karbonatfreier „argilite“. Als solcher ist er im erwähnten revidierten Protokoll registriert. Auch die irritierende Notiz im deutschen Erstprotokoll über 6 m Sandstein und Konglomerat am Top des Buntsandsteins (Abb. 22: Fußnote 1) ist im späteren französischen Protokoll revidiert worden. Darin ist, wie es im Niveau der Lettenregion auch zu erwarten ist, statt des Sandsteins ein „argilite“ vermerkt. Das (nachrangige) Auftreten von Konglomerat wurde allerdings übernommen. Solche geringmächtigen grobklastischen Einschaltungen im höheren Voltziensandstein (soV, in Luxemburg: so2) sind aber aus der Randfazies nicht unbekannt. Sie treten auch in den nördlichen Profilen Fuusselecher (südlich von Folschette; WAGNER 1982: S. 34, 1989: Abb. 2), Bettborn und im Bohrprofil Diekirch-Réservoir auf. In der Bohrung Longwy im Südwesten ist dies ebenfalls beobachtet worden.

Die Bohrung **Rebiery** liegt etwas weiter südlich. Stratigraphisch eingestuft wurde sie hier anhand der überschlägigen Profilzeichnung bei WAGNER (1982: Abb. 33) und vor allem anhand einer älteren Detail-Profilaufnahme (von 1972) des Bereichs von 636–705 m Teufe (Archiv Service Géologique). Das Rebiery-Profil zeigt mit 44,4 m eine deutlich geringere Mächtigkeit des Oberen Buntsandsteins als die Bohrung Koerich. Die so/mu-Grenze wurde hier bei Teufe 645,1 m gezogen, an der Basis eines 2,7 m-Sandsteins. Er ist bioturbat und enthält einzelne kleine Gipsknötchen. Er zeigt also typische Merkmale des west-luxemburgischen Muschelsandsteins (mu1; vgl. SCHWARZ 1977).

Diese südliche Region gehörte offenbar schon zum strukturellen Vorfeld der Luxemburger Zentralschwelle, deren Kernbereich erst weiter südöstlich durchzieht (Abb. 15). Der im paläozoischen Sockel alt angelegte strukturelle Bau Südwest-Luxemburgs ist allerdings nicht sehr gut bekannt, da er ja durch mächtige obertriassische und unterjurassische Sedimentationseinheiten überlagert und maskiert wurde. In einigen diagonal streichenden Störungslinien zwischen dem Mamer- und dem Eisch-Tal in West-Luxemburg (DITTRICH 1989: Tafel 1c) könnte sich allerdings eine mehrstufige tektonische Abdachung von der Zentralschwelle nach Nordwesten hin durchpausen (Abb. 15). Die geringeren so-Werte bei Rebiery würden einer solchen synsedimentären Kontrolle durch diagonale Strukturelemente entsprechen. Dasselbe gilt für die geringe mu-Mächtigkeit von nur 15 m. Die Mächtigkeitsverteilung des nachfolgenden Mittleren Muschelkalks (26 m bei Rebiery, 19 m bei Koerich; gut 15 m in der Region Bettborn-Schankengriecht, WAGNER 1989) ist dann allerdings eher durch rheinische Richtungselemente kontrolliert worden. Ein solcher becken-dynamisch bedingter Umschwung des Mächtigkeitsmusters vom mu zum mm hat sich auch in der stratigraphisch leichter anzusprechenden Normalfazies der westlichen Südeifel nachweisen lassen (DITTRICH im Druck b). In der rheinisch streichenden Echternacher Grabenzone, in der Bohrung Echternacherbrück, sind immerhin 95 m mm angetroffen worden.

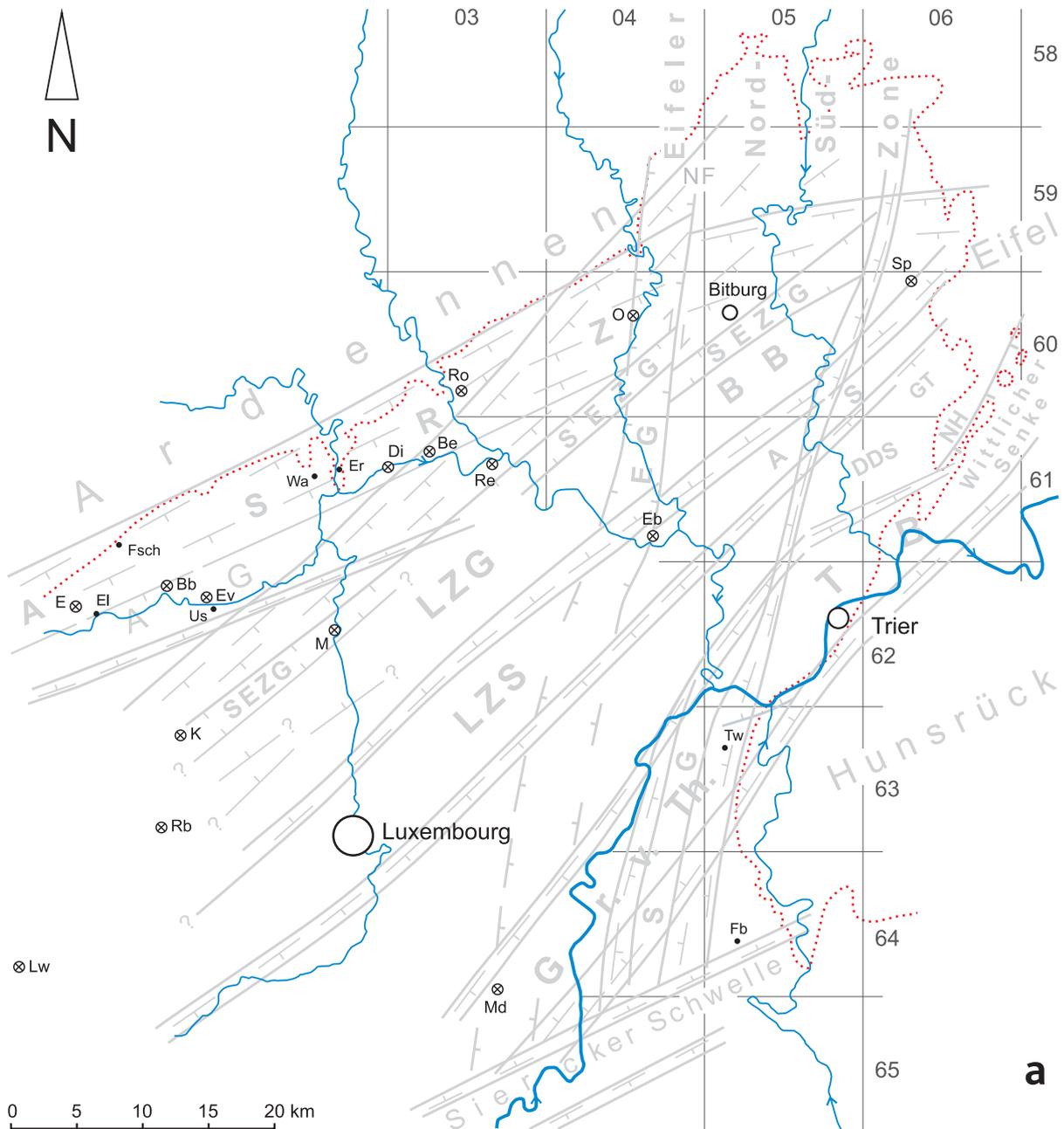
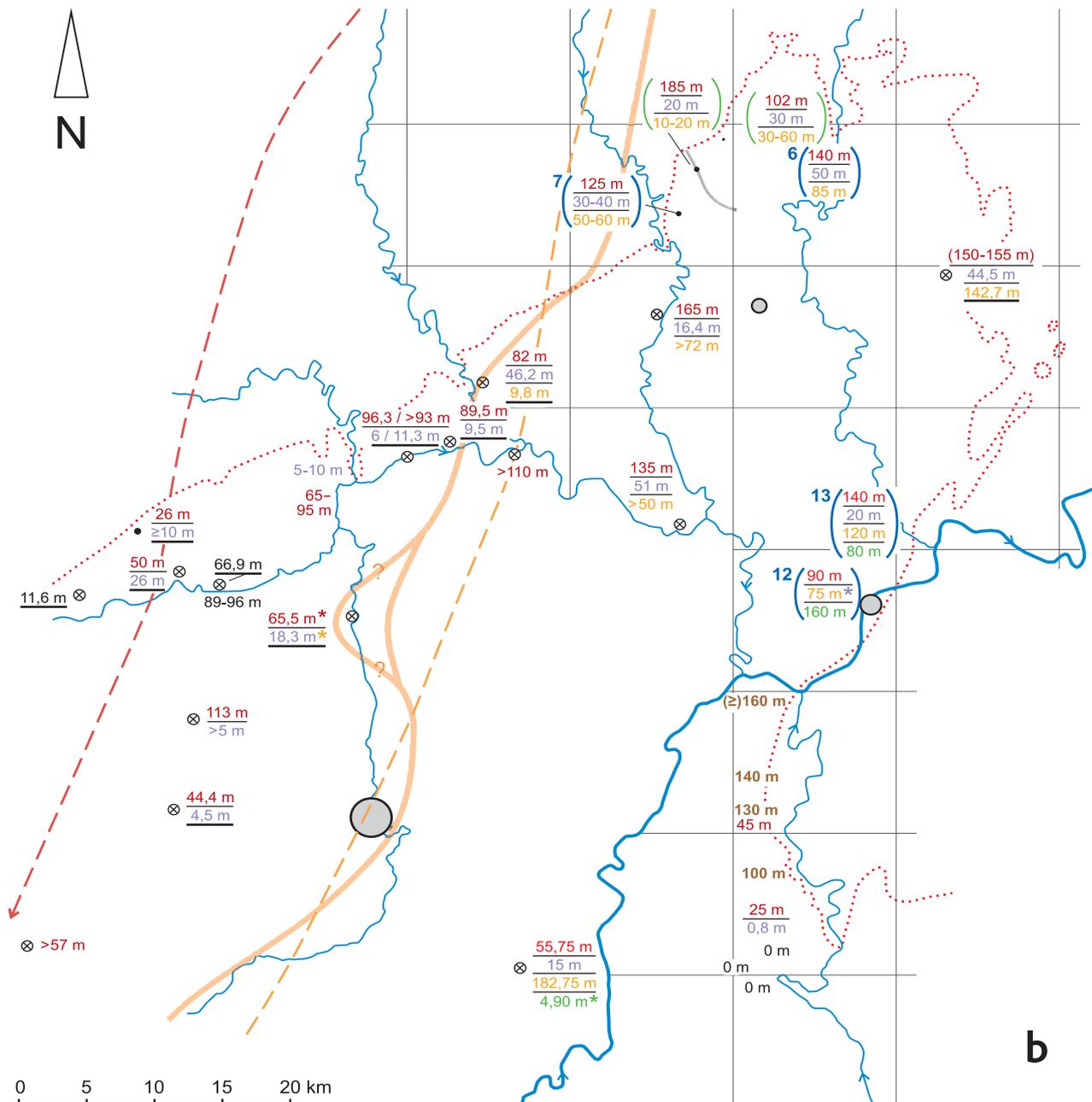


Abb. 21a,b: Die Buntsandstein-Mächtigkeiten der Trier-Luxemburger Bucht und die zugrunde liegenden strukturellen Vorzeichnungen.

a: Lage und Verlauf von alt-angelegten, variszisch, diagonal und rheinisch streichenden Struktureinheiten (Zuordnungen und Abkürzungen siehe Abb. 15) und der oberoligozänen dextralen Blattverschiebung der „Nimstal-Fuge“ (NF); Raster = deutscher TK25-Blattschnitt; Ortschaften: Fsch = Folschette, El = Ell, Us = Useldange, Wa = Marken, Er = Erpeldange, Tw = Tawern, Fb = Freudenburg; Bohrungen: Spangdahlem (Sp), Oberweis (O), Roth (Ro), Echtenacherbrück (Eb), Reisdorf (Re), Bettendorf (Be), Diekirch (Di), Everlange (Ev), Bettborn (Bb), Ell (E), Mersch (M), Koerich (K), Rebiert (Rb), Longwy (Lw), Mondorf (Md); rot gepunktelt: Außenrand der heutigen Buntsandstein-Verbreitung.

b: Mächtigkeiten des Buntsandsteins; Zahlen-Farben: rot = so, violett = smh, orange = smt, grün = su, braun = undifferenzierter „sm“ (im Saargau), schwarz = gesamter Buntsandstein; dicker Unterstrich bei Bohrungen: Devonsockel erreicht; blaue Klammern und Nummern: Säulenprofile nach MADER 1985, grüne Klammern: nach Kartierberichten, vgl. Kap. 7.2.3; *: so-Abfolge wahrscheinlich gestört; *: unterste 3,8 m ggf. = sVS des smt; *: smh nicht sicher zu identifizieren, ggf. tektonisch unterdrückt; *: ggf. auch Rotliegend und/oder gestört, vgl. Text; orangefarbener Streifen: westliche Verbreitungsgrenze des smt; gestrichelte Linien im Westen: Beckengrenzen des sm (orange) und so (rot) nach Lucius (1941, 1948).



In der Reberg-Bohrung ist unterhalb von Teufe 689,5 m noch ein geringmächtiger Höherer Mittlerer Buntsandstein erbohrt worden (4,5 m smh). Es erscheint hier eine interessante Fazies der (transgressiven?) Violetten Grenzzone VG1. Sie ist sehr Dolomit-reich und führt viel Dolomitbröckel und Schieferbruchstücke. Schon im Teil I (Kap. 3: S. 43) ist dieser Profilbereich genauer beschrieben worden. Der Obere Buntsandstein beginnt mit der Unteren Dolomitbröckelbank, die erstmals Gangquarze und Quarzite als (eckige) Extraklasten führt.

In der Kernbohrung **Mersch** wurde ein 65,5 m mächtiger Oberer Buntsandstein angetroffen. Die Abgrenzung gegen den Unteren Muschelkalk ist hier gegenüber WAGNER (1982: S. 167: in Anlehnung an H.-U. SCHWARZ) verändert worden. Die 5 m-Partie unterhalb der bisherigen Grenze so/mu wurde dabei noch zur dortigen Randfazies des Unteren Muschelkalks gezählt. Argu-

mente dafür sind die Karbonatgehalte dieser dunkelroten sandigen Tonmergel und Mergel und deren (tidale?) Flaserschichtung in der Profildarstellung bei SCHWARZ (1977). Die westliche mu-Randfazies präsentierte sich ja auch bei Koerich (Abb. 22) und bei Reberg als sandig-tonige, etwas mergelige Wechselfolge. Die sich bei Mersch ergebende größere mu-Mächtigkeit (39,5 m) liegt über der des randnäheren Profils Koerich im Südwesten (34 m) und der in Diekirch im Norden (28 m). Dies entspricht der diagonal betonten mu-Mächtigkeitsverteilung, wie sie aus der westlichen Südeifel bekannt ist. Die geringe so-Mächtigkeit bei Mersch ist jedoch erstaunlich. Sie liegt nämlich deutlich unter der von Koerich und sogar noch unter der in Diekirch. Auch zeigt sich im so-Profil bei Mersch im Grenzbereich so1/so2 (soZ/soV) innerhalb einer mächtigen Dolomitbröckelbank-Suite (mehr dazu am Ende dieses Kapitels) eine gewisse „Unausgewogenheit der Abfolge“; die Mächtigkeiten im Bereich der Kyllburg-Schichten (soZK) sind zu gering. Eine tektonische Verkürzung des Kernprofils durch eine bei der Protokollierung nicht erkannte Abschiebung ist wahrscheinlich. Der Bohrpunkt Mersch liegt nämlich nahe einer Störungslinie in der GK25 Nr. 8 Mersch (ANDRZEJEWSKI & DITTRICH 1983, DITTRICH 1984: Abb. 29). Diese zur Bohrlokation hin absetzende Abschiebung war damals aufgrund der unterschiedlichen Höhenlagen des Schilfsandsteins (Mittlerer Keuper) im Bohrprofil und in der gut auskartierten und abgebohrten Region des Talkessels von Mersch vermutet worden. Die Störung streicht diagonal. Nach heutigem Kenntnisstand handelt es sich wohl um die südöstliche Randstörung des nach Südwesten fortgesetzten Südeifeler Zentralgrabens (Abb. 15).

Der tiefere Teil des Merscher Buntsandstein-Profiles ist auch noch überwiegend zum Oberen Buntsandstein zu zählen und nicht zum Mittleren Buntsandstein, wie es bei der ersten Profilaufnahme von J. BINTZ (1968) zunächst noch protokolliert worden war. Dies zeigt das neuere Schichtprofil von WAGNER (1982: S. 167). Die dort in den Sandsteinserien zahlreich vermerkten Dolomitbröckel und der schon im ursprünglichen Bohrprotokoll von 1968 mehrfach notierte Gipsgehalt darin sind typisch für Oberen Buntsandstein. Es handelt sich wohl um 33,5 m mächtige Malbergweich-Schichten (soZM). Die blaugrau-roten sandig-siltigen Gesteine darunter (2,3 m, VG1) und die unterlagernden sandig-konglomeratischen Abfolgen (sKS) umfassen dann den smh (14,5 m). Die darunter noch angetroffenen 3,8 m mächtigen bunten siltig-sandigen Gesteine mit Schieferbruchstücken und Dolomitkonkretionen vertreten möglicherweise die (transgressiven?) Violettschichten (Teil I: Kap. 3). Sie zeigen typische Merkmale eines Violetten Horizontes (Teil I: Kap. 1.4), wozu ja auch frühe Verkieselungen gehören können (Teil I: Kap. 4.4). Tatsächlich ist von FRANSOLET (1970) am Top des fraglichen Schichtabschnitts, bei Teufe 313,25 m („sommet du Permien?“, vgl. DITTRICH 1984: Abb. 1), ein eingekieselter Dolomit beschrieben worden. Dieser zeigte ein zuckerkörniges Gefüge („texture saccharoïdale“) mit einigen deutlichen (sub-)rhomboidischen Formen. Auch Gipssäume von ehemaligem Anhydrit wurden erwähnt. Sollte es sich bei diesem Schichtabschnitt bloß um den tiefsten Teil des smh handeln, so käme dieser auf eine Mächtigkeit von 18,3 m (Abb. 21).

Abb. 22 (rechts): Schichtenverzeichnis der Versuchsbohrung Koerich (unterer Teil bis Endteufe), deren Neueinstufung (in Blau) und mit der stratigraphischen Interpretation von SCHINTGEN & FÖRSTER (2013: Fig 5, in Violett); Δ : klastische Komponenten aus dem gallo-ardennischen Rückland („Glaukonit“ = grüne Tonklasten), rote Fußnoten 1 bis 3: vgl. Ausführungen im Text).

km1		2 m	149 -151 Mergel, Mergelstein	/ rot-grün	(km1)
		7 m	151 -158 Mergel, Mergelstein	/ rot	
(ku2) ku	10 m		<u>ku</u> Trias moyen Unterer Keuper, Lettenkeuper		
		2 m	158 -160 Mergelstein, Tonstein, Dolomit	/ rot	
		8 m	160 -168 Mergel, Mergelstein	/ grün-rot	
		mo	24 m		
4 m	168 -172 Dolomit, Tonstein, Mergelstein (Dolomit mit Glaukonit)			/ rot	
		12 m	172 -184 Mergel, Mergelstein, Gips	/ grau-weiß-rot	
		(moK)			
2 m	184 -186 Quarz, Sandstein			/ grün	
		1 m	186 -187 Mergelstein, Sandstein	/ rot-grün	
		3 m	187 -189 Sandstein, Mergelstein	/ grün-rot	
		2 m	189 -192 Quarzit, Sandstein, Konglomerat, Glaukonit(Δ)	/ bunt	
		mm	19 m	1 m	
1 m	193 -194 Ton			/ rot	
1 m	194 -195 Sandstein			/ rot	
1 m	195 -196 Sandstein, Quarzit, Konglomerat			/ rot-bunt	
2 m	196 -198 Ton, Sandstein			/ rot	
6 m	198 -204 Sandstein, Quarzit			/ grün	
2 m	204 -206 Sandstein, Konglomerat			/ grün	
2 m	206 -208 Ton			/ rot	
		3 m	208 -211 Sandstein, Dolomit, Quarzit, Glaukonit	/ rot-bunt	
		(mu2)		5 m	211 -216 Mergelstein, Dolomit
	<u>mu</u> Trias moyen Unterer Muschelkalk				
		1 m	216 -217 Sandstein	/ grün	
		mu	34 m	10 m	217 -227 Ton, wenig Sandstein
3 m	227 -230 Ton, Sandstein, Mergelstein			/ rot-grün	
		12 m	230 -242 Ton, Mergelstein	/ rot	
		3 m	242 -245 Ton, Mergelstein, Sandstein	/ rot-grün	
(soV)	(27 m)		<u>s</u> Trias inférieure Buntsandstein		
		6 m	245 -251 Sandstein, Konglomerat ¹	/ grün-grau-rot	
		1 m	251 -252 Sandstein	/ grün-grau-rot	
		(VG3)		12 m	252 -264 Sandstein
1 m	264 -265 Sandstein, Ton			/ grün-grau	
		7 m	265 -272 Sandstein, Ton	/ braun-rot	
		(soZK)	>118 m	1 m	272 -273 Ton
1 m	273 -274 Ton			/ rotbraun	
		18 m	274 -292 Ton, Sandstein	/ rotbraun	
		(VG2)	(42 m)	3 m	292 -295 Ton
4 m	295 -299 Tonstein, Tonmergel			/ rotbraun	
		2 m	299 -301 Tonstein, Ton, Sandstein	/ grün-grau-rot	
		(soZM)	>118 m	2 m	301 -303 Ton, Tonstein
1 m	303 -304 Tonstein			/ grünlich	
		1 m	304 -305 Tonstein, Sandstein	/ rotbraun	
		3 m	305 -308 Tonsteinmergel ²	/ grünlich	
		3 m	308 -311 Sandstein, Ton	/ grünlich	
		(VG1)	(>4 m)	1 m	311 -312 Sandstein, Ton
2 m	312 -314 Sandstein			/ rotbraun	
		1 m	314 -315 Ton, Mergelstein	/ rotbraun	
		(smh: VG1)	(>4 m)	3 m	315 -318 Ton
23 m	318 -341 Sandstein, Ton			/ rotbraun, grünl.	
		1 m	341 -342 Sandstein	/ grünlich	
		(smh: VG1)	(>4 m)	3 m	342 -345 Ton, Sandstein
4 m	345 -349 Sandstein, Ton			/ rotbraun	
		9 m	349 -358 Sandstein, Konglomerat	/ rotbraun	
		(smh: VG1)	(>4 m)	1 m	358 -362 Ton, Sandstein, Gips
3 m	362 -363 Sandstein, Ton, Gips ³ (Endteufe)			/ rotbraun	

Normaler „Vogesensandstein“ des Tieferen Mittleren Buntsandsteins, der von den fluviatil-äolischen Densborn-Schichten dominiert wird (Tab. 2), ist bei Mersch ebenso wenig entwickelt wie im RebiERG-Profil. Unterer Buntsandstein fehlt ebenfalls. Bei Koerich sind diese Schichteinheiten unterhalb des erbohrten Buntsandstein-Profiles dann auch nicht mehr zu erwarten (Kap. 7.3 in Teil III).

Sehr wichtig für die Ausdeutung der nordwestluxemburgischen Randfazies ist eine Kernbohrung nordwestlich von Ell (Endteufe 76,1 m). Lithofaziell aufgenommen wurde sie 1983 von R. MAQUIL (Service Géologique, Luxembourg) und 1984 erneut von J. F. WAGNER (Universität Innsbruck). Unstimmigkeiten bei der Kerndokumentation im untersten Abschnitt des Bohrprofils sind dann später in einem neuen Profil von 2002 von J. F. WAGNER (inzwischen Universität Trier) bereinigt worden. Die Bohrung Ell liegt im äußersten Westen von Luxemburg und erfasst einen sehr proximalen Teil des Buntsandstein-Beckens. Überdies liegt dieser Bohrpunkt schon jenseits des variszisch streichenden Attert-Grabens, nämlich nördlich dessen nördlicher Randstörung. Strukturell gehört diese Position also schon zur Ardennen-Südrandzone (Abb. 15). Über dem bei 74,6 m erbohrten Devonsockel sind dort nur noch 11,6 m Buntsandstein angetroffen worden. Im Kernrohr fanden sich lose Gerölle, überwiegend Quarzitzerölle, bis knapp 20 cm groß. R. MAQUIL hatte dort ausschließlich Grobkonglomerate protokolliert. Zuunterst, über dem Devonschiefer, erschien aber nach J. F. WAGNER (1984, 2002) ein 60–70 cm mächtiges, rotviolett, tonig-sandig-dolomitisch geröllhaltiges Materialgemisch. Am Top der Konglomerate folgte bis zur Teufe 63,0 m noch ein roter, mergeliger, etwas bioturbater Siltstein (30 cm). Es könnte sich bei dieser Abfolge insgesamt um Höheren Mittleren Buntsandstein (smh) handeln; eine Zugehörigkeit der Konglomerate und des Siltsteins zum Oberen Buntsandstein ist aber auch nicht auszuschließen. Die darüber liegenden Schichten sind schon der Randfazies des Unteren Muschelkalks zuzurechnen. Es sind rote und grüne dolomitische Sandsteine, die in mehreren Niveaus nicht nur mm-große Karbonatnester, sondern auch Grabgänge und sonstige Bioturbationsmerkmale aufweisen. Auch in den tonig-siltig-sandigen, höher auch mergeligen Schichten im Bereich 2–8,5 m über Teufe 63 m spielt Bioturbation eine große und immer wiederkehrende Rolle; es muss schon (Unterer bzw. Mittlerer) Muschelkalk sein. Die Eintragung von T. SCHINTGEN von 22,7 m Buntsandstein bei Ell (Abb. 20) ist fehlerhaft. Sie widerspricht seiner eigenen tabellarischen Dokumentation von Mächtigkeits-Rohdaten (Archiv des Service Géologique: 12,6 m Buntsandstein in der Bohrung Ell), den Grenzziehungen von J. F. WAGNER (1984, 2002) und auch der hier geschilderten Faziesbewertung.

Ein bei Ell also nur 11,6 m mächtiger Buntsandstein – womöglich sogar ohne Oberen Buntsandstein – wirft ein besonderes Licht auf die synsedimentäre Mobilität der Ardennen-Südrandzone. Offenbar interferierten hier bei der Konfigurierung des Sedimentationsbeckens rheinische mit variszischen Richtungselementen. Bei Folschette im Nordosten sind immerhin noch etwa 36 m Buntsandstein belegt (WAGNER 1982, 1989), 26 m davon sind Oberer Buntsandstein (Abb. 21). Es ist also eine rasche westwärtige Mächtigkeitsabnahme vorhanden, rheinisch ausgerichtete Isopachen sind hier wahrscheinlich. Im Westen und Nordwesten der Ortschaft Ell konnte in der luxemburgischen GK25 Blatt Nr. 7 Rédange (COLBACH 2003) kein eigenständiger Buntsandstein mehr ausgehalten werden. Er geht dort auf in der Kartiereinheit „s-m“ („Muschelkalk und Buntsandstein, ungliedert“), die im Gebiet nördlich der Attert bis über die belgisch-luxemburgische Landesgrenze hinaus dargestellt wurde. Generell ist die korrekte Abgrenzung des Buntsandsteins in der Region nördlich des Attert-Grabens schwierig. Auch Muschelkalk-Abfolgen sind dort oft rötlich und grobklastisch entwickelt (WAGNER 1989). Ältere bzw. von Bohrunternehmen und Ingenieurbüros erstellte Bohrprotokolle weisen dort deshalb oft viel zu mächtigen „Buntsandstein“ aus.

Südlich der Ardennen-Südrandzone, im Attert-Graben, sieht es anders aus. Von dort stammen die besser belegten hohen Buntsandstein-Werte von **Bettborn** (südlich Platen, WAGNER 1982, 1989: 76 m) und **Everlange** (Abb. 20: 89,7 m). Beide Lokationen liegen im Attert-Graben. In dieser Region ist generell ein mächtiger, rinnenhaft eingetiefter Höherer Mittlerer Buntsandstein entwickelt (DITTRICH & NORBISRATH 2006). MADER (1984b: S. 213) sprach hier – stratigraphisch und strukturell undifferenziert – von einem „Bettborner Trog“. Im detailarmen und sehr schwer anzusprechenden Schichtprotokoll der Bohrung Everlange ist die so/mu-Grenze hier bei Teufe 86,8 m gezogen worden. Es resultierten 66,9 m Buntsandstein. Größenordnungsmäßig entspricht dies dem Wert bei Bettborn. Der Obere Buntsandstein und der Höhere Mittlere Buntsandstein sind bei Everlange allerdings nicht sicher voneinander abzugrenzen gewesen. Der oben angeführte höhere Buntsandstein-Wert von T. SCHINTGEN ist zu relativieren. Im darin umschlossenen Profilabschnitt sind oben dolomitische Sandsteine und viele grüne Gesteine enthalten; auch ist die dort protokollierte flaserige Absonderung wohl als welliges, bioturbates Gefüge zu werten. Es handelt sich schon um Unteren Muschelkalk. Der hier neu eingegrenzte mu-Wert von ca. 25 m passt zum oben skizzierten Mächtigmuster und zum mu-Wert bei Diekirch (28 m).

Weiter nach Südosten nehmen die Buntsandstein-Mächtigkeiten zu. Dies belegten zwei Kernbohrungen bei Useldange, die einen 89 bzw. 96 m mächtigen Buntsandstein erbrachten. Dies war der tabellarischen Aufstellung von T. SCHINTGEN zu entnehmen (Archiv Service Géologique). Weiter nordöstlich, bei Ettelbruck schwanken die darin angegebenen Buntsandstein-Werte zwischen 59,5 und 80 m. Diese große Variation zeigt die Abhängigkeit von der genauen Lage des jeweiligen Bohrpunktes. Der Höhere Mittlere Buntsandstein ist ja generell an Paläotäler gebunden, es handelt sich dabei um Rinnenfüllungen mit schwankenden Mächtigkeiten. Der Obere Buntsandstein jedoch zeigt eine rasche Mächtigkeitsreduktion nach Norden und Nordwesten. Dies bildet sich auch in den Kartierangaben von MÜLLER (1989) zum Oberen Buntsandstein bei Ettelbruck ab (Abb. 21).

Sehr deutlich wird diese nordwärtige Mächtigkeitsreduktion dann in der Region Ettelbruck–Diekirch–Bettendorf. Von **Diekirch** lagen zwei relativ gut aufgenommene Kernprofile vor (Diekirch-Réservoir und Diekirch-Stadion, Abb. 21). Die Buntsandstein-Gesamtmächtigkeiten betragen dort 100–110 m. Anders ist es im oberen Sauerthal bei Erpeldange (Er in Abb. 21b). In den dortigen zwei Kernbohrungen sind in der Mächtigkeits-Tabelle von T. Schintgen für den Buntsandstein nur noch 40 bzw. 44,2 m veranschlagt worden. In der Isopachen-Karte von SCHINTGEN & FÖRSTER (2013; Abb. 20) erschienen sie nicht. Es dokumentiert sich hier die markante paläogeographische Auswirkung der variszisch streichenden Ardennen-Südrandzone (Abb. 15). Dies zeigt auch schon der Vergleich der Werte von Diekirch mit demjenigen der Meißelbohrung bei **Bettendorf**, der wenig weiter nördlich liegt. Sein hier ermittelter Wert von 99 m hatte auch schon in der Tabelle von T. SCHINTGEN gestanden, nicht jedoch in seiner Isopachen-Karte. Dort im Osten, bei Bettendorf und Roth, ist der Obere Buntsandstein weniger mächtig als bei Diekirch im Westen (Abb. 21). Rheinisch ausgerichtete Isolinien (Abb. 20) sind hier nicht aufrecht zu erhalten.

Die Bohrung **Reisdorf** in Ost-Luxemburg stand bei ihrer Endteufe (200 m) noch in den Zwischenschichten (soZ bzw. so1; vgl. DITTRICH et al. in Vorb.). Eine Mächtigkeit des Oberen Buntsandsteins, die noch deutlich über den in Abb. 21 eingetragenen Wert von >110 m hinausgeht, ist nicht unwahrscheinlich. Die Bohrlokation liegt strukturell sowohl südlich der Ardennen-Südrandzone, also in einer möglichen Fortsetzung des Attert-Grabens, als auch im Nahbereich des Südeifeler Zentralgrabens bzw. des Luxemburger Zentralgrabens (Abb. 15). Unter mächtigem Oberem Buntsandstein ist dort auch noch ein wenige Zehner Meter mächtiger Höherer Mittlerer Buntsandstein (smh) zu erwarten. Dies entspräche den Ergebnissen von DITTRICH &

NORBISRATH 2006), die eine im smh einsetzende Mobilität der Ardennen-Südrandzone dokumentierten („H-Diskordanz“, Tab. 2). Sogar Tieferer Mittlerer Buntsandstein (smt) kann dort noch erhalten geblieben sein (Abb. 21).

Bei **Mondorf** in Südost-Luxemburg (Lucius 1948: Fig. 6) dokumentiert sich ein anders aufgebauter Buntsandstein als in den vorgenannten Bohrungen. Die Mondorfer Abfolge wird hier detailliert besprochen, wegen ihrer wichtigen Zeugen-Funktion für die Lithostratigraphie und die Mächtigkeitsrelationen im Buntsandstein des Südostens. Das von dort bekannte Profil resultiert vor allem aus den Ergebnissen der immerhin 730 m tief reichenden Bohrung der Kindquelle von 1841–1846 und der 582 m tiefen, 1913 abgeteuften Bohrung der Adelheid-Quelle (Lucius 1948: Tab. Nr. II und III). Der Buntsandstein ist hier insgesamt 253,5 m mächtig. Unter dem Oberen (so) und dem Höheren Mittleren Buntsandstein (smh) ist hier noch ein sehr mächtiger Tieferer Mittlerer Buntsandstein (smt) ausgebildet. Diese Schichtenfolge, die lithofaziell sm-typisch ausgebildet ist, wurde von Lucius (1948) als Vogesensandstein bezeichnet. Im tieferen Teil umfasst sie über 110 m mächtige durchgehende („weiße und rote“) Sandsteinabfolgen mit unterschiedlichen Geröllgehalten. Im höheren Teil wurden manchmal wenig verfestigte Sande erbohrt, wie sie für die häufig äolisch geprägten Densborn-Schichten des smt charakteristisch sind.

Der basale Teil des Deckgebirges stellt sich nach dem alten Schichtprotokoll der Kindquelle folgendermaßen dar. Die 4,9 m direkt über dem devonischen „Grauwackengebirge“ sind lithologisch näher differenziert beschrieben worden. Zunächst wurden lockere Konglomerate (2,76 m), dann braune Sandsteine und schließlich 30 cm rote Tonmergel mit Bleiglanz-Anreicherungen genannt. Insgesamt baut sich also ein Oben-fein-Zyklus auf (fining upward), in dem sich eine abnehmende Transportenergie abbildet. Es könnte sich dabei um Unteren Buntsandstein handeln, der dort, in der damaligen westlichen Randzone des Beckens, nur noch sehr geringmächtig ist. Der weitaus mächtigere Untere Buntsandstein bei Trier (Teil I: Kap. 2; Kap. 7.2.3) und in der Pfälzer Mulde (LGB 2005) ist in seiner Gesamtheit ebenfalls als (Groß-)Zyklus mit einem allmählich abnehmenden Energieniveau bei der fluviatilen Vorschüttung ausgebildet. Eine andere Möglichkeit wäre, dass es sich dabei um Rotliegend handelt. Darauf könnte eventuell die brekziös-dolomitische Lithofazies des tiefsten Deckgebirges (7,6 m mächtig) in der benachbarten Neubohrung der Kindquelle deuten (siehe unten). In diesem Fall würde es sich bei der oben beschriebenen 4,9 m Abfolge um eine sehr mächtigkeitsreduzierte laterale Vertretung der enorm mächtigen Rotliegend-Gesamtabfolge handeln, die aus der Wittlicher Rotliegend-Senke bekannt ist (STETS 2004, DITTRICH 2011a). Dort ist in der vertikalen Abfolge von der tonig-fanglomeratischen bzw. -konglomeratischen Ürzig-Formation, der konglomeratisch-sandigen Kinderbeuern-Formation und der tonig-feinsandigen Altrich-Formation insgesamt ja auch ein Fining-upward-Trend ausgeprägt. Eine störungsbedingte Profilverkürzung in diesem unteren Bereich ist aber ebenfalls möglich (s.u.).

Die aus der Neubohrung der Kindquelle (1946–1947) beschriebene Abfolge (Lucius 1948: S. 373–376) ist nicht unproblematisch. Der Basisbereich des Deckgebirges ist dort ganz offensichtlich gestört. Der Devonsockel wurde bei 699,60 m, also gut 14 m höher angetroffen als in der alten Bohrung (713,76 m). Die beiden Protokolle unterscheiden sich in diesem Bereich deutlich. Im Protokoll der Neubohrung von M. Lucius erscheinen schon ganz unten, im Sockelbereich, mehrere Hinweise auf Störungen. Konkret genannt wurde eine Störungszone bei 703 m Teufe, mit einer Eisenoxid-„durchtränkten“ Brekzie und einem Lagerungs- und Materialwechsel darüber. Bei 700,5 m Teufe wurden „horizontal verlaufende Diaklase“ notiert. Darüber zeigt sich

wieder eine deutlich veränderte Schichtlagerung, auch folgt nun bis Teufe 699,6 m ein quarzitischer Sandstein anstelle der zuvor protokollierten „Quarzophylladen (= sandige Schiefer). Über dem Devon, oberhalb einer „Abrasionsfläche“, wurde eine bunte Masse von eckigen Stücken von dunklen Schiefen und hellerem Quarzsandstein (!) und von 6 cm großen Quarzgeröllen beschrieben. Diese (tektonische?) Brekzie ist von Quarzadern durchsetzt und mit Quarz zementiert. Weitere Brekzien („entschieden brecciös“, „brecciöse Trümmer“) mit Dolomitdrusen und sandig-dolomitische, Drusen-reiche Gesteine folgen. Lucius (1948) stellte diese 7,6 m-Abfolge ins Perm. Darüber, im Auflagerungsbereich „Perm“/„Vogesensandstein“ fehlt dann jede Information, da dort über 5 m hinweg kein Kerngewinn möglich war. Darüber wird typischer smt beschrieben. Basal ist er über mindestens 13 m hinweg ziegelrot oder grau-grünlich und schwach glimmerführend, sandig-konglomeratisch, mit Quarz- und Quarzgeröllen, und insofern von gesicherter fluviatiler Entstehung. Es handelt sich um ein schwaches Äquivalent des Biewer-Konglomerates im Trierer Becken (Tab. 2). Auch darin, bei 686,25–686,4 m Teufe, sind wieder „Diaklasen“ mit „roter Eisenhaut“ notiert worden. Weitere 1–3 mm starke „Diaklase“, bis zu 60° geneigt, durch Eisenoxid mehr oder weniger rotgefärbt und mit fein zerriebenen Schiefermaterial belegt, sind im Devon-Sockel schon bei 712,85 und 710 m Teufe genannt worden. Weil solche Beobachtungen noch bis in das Buntsandstein-Stockwerk hineinreichen und weil in der „permischen“ Brekzie Trümmer von hellen Quarzsandsteinen enthalten sind, die eventuell zum (?Unteren oder) Mittleren Buntsandstein gehören, kann diese Tektonisierung nicht bloß als spätvariskisches Sockel-Phänomen abgetan werden. Sie betraf wohl auch das tiefere Deckgebirge.

Störungstektonik spielt offenbar eine beträchtliche Rolle. Beide Bohrungen der Kindquelle, die alte und die neue, wurden in der Nähe der Mondorfer „Parkverwerfung“ angesetzt und durchteuften deren (unten aufspaltende) komplexe Störungszone (vgl. Lucius 1948: Fig. 5 und 6). Im Profil der Neubohrung, wo der Devonsockel höher reichte und dann auch noch von eventuellem Rotliegend überlagert wird, ist die Gesamtmächtigkeit des Mittleren Buntsandsteins deutlich geringer als im älteren Profil. Ein tektonischer Ausfall von tieferen Abschnitten ist möglich. Bei den Quarzadern und Quarzzementen im hoch brekziösen „Perm“ kann eine hydrothermale Stoffzufuhr in der Rüschezone einer Störungszone ursächlich gewesen sein. Prinzipiell ist eine Unterschiedlichkeit der beiden Kindquellen-Profile hier relativ einfach zu erklären. Nach den Eintragungen in der Geologischen Karte (BERNERS 1985) sind sie etwa 100 m entfernt voneinander abgeteuft worden. Zudem ist es ja wahrscheinlich, dass diese beiden historischen Tiefbohrungen, diejenige von 1841–1846 und die von 1946–1947, schon allein technisch bedingt keine exakten Vertikalbohrungen darstellten. Beide haben wohl eine gewisse Schrägstellung aufgewiesen, mit jeweils unterschiedlichen Abweichungsrichtungen. Insofern kann es sein, dass beide Bohrprotokolle richtig sind, dass sie aber lateral getrennte Standorte beschreiben. Bei der Neubohrung kann neben der diagonalen Parkverwerfung auch die Fortsetzung einer älteren, von Süden heranziehenden rheinischen Abschiebung eine Rolle gespielt haben. In der Abbildung 21 werden hier die Mächtigkeitszahlen der älteren Bohrung verzeichnet. Auch darin kann aber ein tektonischer Ausfall von mehreren Metern im untersten Teil (eventuelles Perm?) nicht völlig ausgeschlossen werden.

Eine genauere Untergliederung des oberen Teils des Mittleren Buntsandsteins bei Mondorf gelingt mit dem recht detaillierten Schichtprotokoll der Adelheid-Quelle (Lucius 1948: Tab. Nr. II). Die Neubohrung der Kindquelle ist in ihrem oberen Bereich bloß gemeißelt worden, erst unterhalb von Teufe 450 m wurde sie dann zumindest abschnittsweise gekernt. Die dort ermittelten Abfolgen sind direkt denen des Adelheid-Profiles vergleichbar. Einzelne konkrete Beobachtungen aus der Neubohrung sind bei der nachfolgenden Beschreibung ergänzend eingefügt worden.

Im Adelheid-Profil bietet sich als Grenze smt/smh zunächst die Teufe 542 m an; dies entspricht ungefähr der von Lucius (1948: Fig. 6) bei 540 m ausgewiesenen Grenze Vogesensandstein/Oberer Buntsandstein. Unterhalb dieser Grenze wurden erst einmal 19 m hellrote und helle, überwiegend mittelkörnige Sandsteine erbohrt, die den höheren Densborn-Schichten entsprechen. Darunter treten 15 m Mittelsandsteine auf, die manchmal Glimmer und „grüne Teilchen“ (Tonklasten?) enthalten. Sie sind offenbar stärker aquatisch geprägt. Die untersten 6 m des Bohrprofils bis zur Endteufe von 582 m umfassten dann (bei sehr viel Kernverlust) ziegelroten tonigen Feinsandstein mit Glimmeranreicherungen, zwei isoliert geförderte Dolomitknauern, Feldspat-führenden Sandstein, kantengerundete Quarzgerölle sowie große zerbohrte Quarzitzerölle. Eine Episode mit einer energiereichen fluviatilen Vorschüttung von relativ frischem Sedimentmaterial wird deutlich. Überraschend ist die Existenz von Dolomitknauern hier im tieferen Mittleren Buntsandstein. Sie erinnert an die dolomitreiche Fazies der Oberen Felszone in der nordwestlichen Randzone der Pfälzer Senke (DITTRICH 2016). Charakteristisch für dieses pfälzische Schichtglied sind Kugelfelsen. Solche ehemaligen phreatischen Dolomite-Bildungen (Teil I: Kap. 1.4) sind aus dem Äquivalent der Oberen Felszone im Trierer Becken und im Gladbacher Trog ebenfalls bekannt (Teil I: Kap. 4.2). Sie erscheinen dort im sogenannten Kieselkonglomerat (sKK) an der Basis der Oberen Densborn-Schichten (sDb2; Tab. 2). Schon in dieser Phase des Mittleren Buntsandsteins haben offenbar dolomitreiche Porenlösungen eine gewisse Rolle gespielt (mehr dazu in Teil III). Eine damalige hydrologische Verbindung der Mondorf-Region zum Trierer Becken im Nordosten ist wahrscheinlich. Sie zog sich entlang der Trogstruktur des diagonalen Grabens von Thionville (Abb. 15).

Die Tatsache, dass im Tieferen Mittleren Buntsandstein von Mondorf ein dolomitreiches Äquivalent des Kieselkonglomerates nachweisbar ist, lässt die stratigraphische Zuordnung des Profilabschnitts zwischen 542 und 531 m Teufe in einem anderen Licht erscheinen. Die dortige dolomitreiche, teilweise auch tonige Abfolge entspricht wahrscheinlich den Violettschichten (sVS) im Topbereich des Tieferen Mittleren Buntsandsteins. Es erscheinen darin noch einige größere helle Sandsteine, die an das Liegende erinnern. Auch die in der Kindquellen-Neubohrung in diesem Bereich genannten Zwischenlagen von weißen losen Quarzkörnern passen dazu. Wichtig sind auch die dort notierten – zweifellos stillaquatisch entstandenen – dicht mit Glimmer belegten, silbrig glänzenden Schichtflächen sowie Dolomitdrusen in einem darunter liegenden grünlich-grauen Sandstein mit gewellten roten Farbstreifen. Zuerst liegen 4 m „rote, tonige Sande, stark dolomitisch“ (Protokoll der Adelheid-Bohrung). Das bei 531 m einsetzende, auflagernde, 45 cm mächtige sandig-tonige Gestein mit aufgearbeiteten Ton-Fragmenten gehört dann wohl schon zur Basis des Höheren Mittleren Buntsandsteins.

Der 15 m mächtige smh (Teufe 531–516 m) umfasst ein insgesamt nur 1,5 m mächtiges Äquivalent des saar-pfälzischen Hauptkonglomerats und dann eine prägnant ausgebildete Violette Grenzzone (VG1). Das dolomitisch zementierte Konglomerat enthält neben Tonklasten cm-große helle (Quarz-) und dunkle (Quarzit-)Gerölle. Darüber folgen nur noch tonig-sandig-dolomitische Schichten. Im Adelheid-Protokoll wurden für sie rote, dunkelrote, grüne und dunkelgrüne Farben genannt, wenn man von einem hellen sandigen Dolomit (10 cm) absieht. In der Neubohrung der Kindquelle bestand ein 1 m-Kern aus diesem Niveau aus grünlichem, stark dolomitischem Grobsandstein, der in einen sandigen Dolomit mit Dolomitdrusen übergeht.

Der Obere Buntsandstein setzt im Adelheid-Profil bei Teufe 516 m ein, mit einem „großglimmerigen“ dolomitischen Sandstein mit Tonklasten und zerbohrten Quarzgeröllen. Die Grenze so/mu wurde hier (in Anlehnung an Lucius 1948: Fig. 6) bei Teufe 460,25 m gezogen. Mit 55,75

m ist der Obere Buntsandstein hier nur moderat mächtig ausgebildet. Es fällt auf, dass diese Mächtigkeit weitaus geringer ist als diejenige im Nordosten, wo sie bei Trier und Aach bis 145 m erreichen kann. Ein nahe gelegener Beckenrand im Südwesten ist dennoch nicht zu vermuten. Dies zeigen die hohen Zahlenwerte der Buntsandstein-Gesamtmächtigkeiten in Lothringen (Abb. 20). Stattdessen hat sich hier wohl eine beckeninterne Schwellenzone ausgewirkt, nämlich das weitere Vorfeld der westlichen Fortsetzung der Siercker Schwelle (Kap. 7.3 in Teil III).

Der vergleichsweise geringe so-Wert bei Mondorf (knapp 56 m) ist aber immer noch höher als derjenige bei RebiERG (44,3 m). Dies stützt wiederum die Annahme der oben schon beschriebenen Schwellenzone (Luxemburger Zentralschwelle, Abb. 15). Das so-Minimum im Kernbereich dieser Schwelle ist bislang noch nicht erbohrt worden.

Die Abb. 21 stellt nicht nur den luxemburgischen Buntsandstein dar. Für einen ersten Vergleich sind die deutschen Bohrprofile Roth, Echternacherbrück, Oberweis und Spangdahlem ebenfalls verzeichnet. Weiterhin wurde der freie Platz im deutschen Teil der Abbildung genutzt, um ergänzende Mächtigkeitswerte zur Trierer Bucht darzustellen, die über die in Kap. 7.2.3 verwendeten Bohrprofile hinausgehen. Sie entstammen vor allem den schon genannten Säulenprofilen von MADER (1985a, b; Kap. 7.1). Ablesungsbedingt sind die daraus entnommenen Werte nicht sehr genau, es bestehen Unschärfen von wenigen Metern. Insofern handelt es sich eher um nur grobe Orientierungs-Werte. Die Profildaten in violetten Klammern geben das „Trierer Universitätsprofil“ von NEGENDANK (1983) und WAGNER et al. (2012) am Moselufer bei Trier wieder. Die grün eingeklammerten Zahlen ganz im Norden wurden aus dem Kartierbericht von KATTAWI (1969) abgeleitet. Im Südosten sind zusätzliche Mächtigkeitswerte im Saargau eingezeichnet worden. Ihre jeweilige Herkunft wird in Kap. 7.2.3 erläutert.

Verbreitung der Dolomitbröckelfazies in Luxemburg

Eine spezielle Darlegung am Ende dieses Kapitels soll noch der regional sehr hohen Mächtigkeit von mehrstöckigen „Dolomitbröckelbank-Komplexen“ gewidmet sein. Es ist dies ein auffälliges Faziesphänomen im Oberen Buntsandstein von Luxemburg. Beschrieben wurde es von MADER (1984b) bei Warken/Ettelbruck, bei Diekirch und bei Ingeldorf und später auch von WAGNER (1989) bei Ingeldorf und aus der Bohrung Mersch.

Die genannten Profile entstammten unterschiedlichen stratigraphischen Niveaus. Ein Profil westlich von Warken enthielt etwa 8 m mit stark angehäuften Dolomitbröckelbänken, ein anderes, südwestlich von Warken, zeigte sogar 18 m (MADER 1984b: Abb. 2); beide erschlossen den Basisbereich der Kyllburg-Schichten (soZK; bei MADER 1984b: so1o). Das Ingeldorf-Profil, unmittelbar nordöstlich der Mündung der Alzette in die Sauer, zeigte eine Dolomitbröckelbank-Abfolge von etwa 10 Metern. Dort handelte es sich um den Bereich unmittelbar unterhalb des Voltziensandsteins (WAGNER 1989). Die angegebenen Zahlenwerte benennen bloß die erschlossenen Profilhöhen, die jeweiligen Gesamtmächtigkeiten dieser Fazies könnten noch darüber liegen.

In der südlicher gelegenen Bohrung Mersch resultierte die dort 20 m mächtige Dolomitbröckelbank-Abfolge (WAGNER 1989) aus der Kombination dieser beiden stratigraphischen Niveaus. In diesem gestörten Bohrprofil (siehe oben) ist es zu einem tektonisch bedingten Ausfall der Sandstein-Abfolgen der höheren Kyllburg-Schichten gekommen. Dies erklärt auch die Mächtigkeit des dortigen Dolomitbröckelbank-Komplexes. Die grobklastischen Bänke dieses Profils sind zunächst 8 m, dann 3 m und schließlich 1,2 m mächtig. Früher, bei WAGNER (1982: S. 167), waren sie noch als Konglomerate benannt und dargestellt worden. Sie führen also zahlreiche

Extraklasten (Quarze, Quarzite, Tonschiefer). Zumindest bei der untersten 8 m-Bank handelt es sich um die grobklastische Basis der Kyllburg-Schichten (soZK). Die exakten stratigraphischen Verhältnisse darüber sind hier störungsbedingt nicht sicher festzulegen. Die höchsten Abschnitte der 20 m-Suite sind aber wohl ebenso wie die 10 m-Abfolge bei Ingeldorf an die Basis des Voltziensandsteins zu stellen. Der prozentuale Anteil an Dolomitbröckeln im Gestein ist wohl nicht so hoch wie im Ausbissbereich im Norden. Lediglich zwei Horizonte, 1,2 und 1,3 m mächtig, waren bei WAGNER (1982) als Dolomitbröckelbänke ausgewiesen worden. Bei WAGNER (1989: S. 319) hat schon ein Dolomitbröckel-Gehalt von 20 % für eine Benennung als Dolomitbröckelbank ausgereicht.

Fest steht aber, dass im nördlichen und nordöstlichen Ausbissgebiet der luxemburgischen Zwischenschichten Dolomitbröckelbänke und Dolocrete-reiche Violette Horizonte auffällig massiert auftreten. Dies gilt für den Bereich von Warken über Ettelbruck, Ingeldorf und Diekirch bis nach Bettendorf und auch noch nördlich davon. Stratigraphisch betrifft dies vor allem den Grenzbereich soZM/soZK (VG2) und den Grenzbereich soZ/soV (Intermediärzone mit VG3; vgl. Tab. 2 und Teil I: Kap. 3). In diesen beiden Zeitabschnitten ist es also sowohl zu einer intensiven Karbonatausfällung unter Bildung von Dolomitlagen und Dolocretes gekommen als auch zu deren Aufarbeitung, Umlagerung und Vermischung mit neu zugeführten Extraklasten. Das Energieniveau des Ablagerungsgeschehens war in diesen Zeiten offenbar hoch. In dieser Hinsicht sind Dolomitbröckelbänke mit Konglomeraten gleichzusetzen. Mehr oder weniger stark mit Extraklasten durchsetzt, vertreten sie Teile der soZK-Basisschüttung bzw. des soV-Basiskonglomerates (Kap. 6.5).

Zudem war wohl die Salinität des Ablagerungsmilieus erhöht, die akkumulierte Gesamtmenge an Karbonat (Dolomit) ist nämlich frappierend. Ein wichtiger Milieuhinweis dazu erscheint im Ingeldorf-Profil von WAGNER (1982: S. 165: am „Fahrschulübungsplatz“). Nach den Lagekoordinaten und nach der dokumentierten größeren Profillänge war der Aufnahmeort nicht genau identisch mit demjenigen des Ingeldorf-Profiles von MADER (1984b). Von WAGNER ist im oberen – bei MADER nicht mehr erfassten – Teil der Dolomitbröckelbank-Abfolge eine zwischengelagerte, 25 cm mächtige, blaue(!) mergelige Dolomitbank mit Drusen angetroffen worden. Sie überlagerte eine drusenreiche siltig-feinsandige 45 cm-Bank. Eine temporäre Ablagerung von Karbonatschlamm in einer kleineren hochsalinaren Lagune bildet sich ab. Offenbar hatte es in dieser nördlichen Region solche Karbonatschlamm-Flächen in großer Verbreitung und mehrfach wiederholt gegeben. Massierte Dolocrete-Bildungen in salinar durchtränkten, noch unverfestigten sandigen Sedimenten kamen hinzu. Durchwurzungen dokumentieren einen zeitweiligen Pflanzenbewuchs in weniger versalzene Stillwasserarealen.

Diese paläogeographische Situation korrespondiert mit der strukturellen Position im Bereich der Ardennen-Südrandzone. In dieser strukturhohen ruhigen Randlage, abseits der Hauptströmungen (Kap. 6.5), konnten sich dort Karbonate überproportional anreichern und auch erhalten. Lithofaziell bestätigt sich so die synsedimentäre Relevanz des variszischen Richtungssystems (braun in Abb. 15) im Oberen Buntsandstein, welche sich bei der Auswertung der Mächtigkeitsverteilung auch schon ergeben hatte. Die Kartierbefunde von KÖHLE (1969) zwischen Bettendorf und dem Ausbissrand im Norden passen dazu. Dort wurde eine Dolomitbröckelfazies beschrieben, die in der oberen Hälfte der insgesamt 70–80 m mächtigen Zwischenschichten immer wieder auftritt, eingeschaltet in klastische Wechselfolgen. Ähnliches beschrieb MAYER (1968) nördlich von Diekirch. Nach KÖHLE ist der so1 generell auffallend oft violett gefärbt und auch Dolomit-reich, nicht nur im oberen Teil.

Eine generelle Eigenschaft der „marginalen“ Zwischenschichten von Luxemburg ist diese Dolomitbröckelfazies aber nicht. MADER (1984b) hatte dies für den Westen graphisch dargestellt und beschrieben, im Unterschied zur „Axialfazies“ im Osten. Karbonatfragmente (Bröckel) sollten generell ein bedeutender Bestandteil der grobklastischen „Marginalfazies“ sein. Diese zöge sich als ein breiter, rheinisch ausgerichteter Faziesgürtel weiter nach Süden (MADER 1984b: Abb. 7; Kap. 6.5). Dieses Modell kann hier nicht bestätigt werden. Südlichere (Bohr-)Profile sind nicht derart auffällig reich an Dolomit, Violetten Horizonten und Dolomitbröckeln. Es handelt sich eher um eine fazielle Besonderheit der Ardennen-Randregion im Norden. Schon im strukturtiefen Bohrprofil Bettborn beschränkt sich die von WAGNER (1982: S. 25) ausgewiesene „Dolomitbröckelzone“ unter dem Voltziensandstein auf einen Sand- und Siltstein-dominierten 4,5 m-Abschnitt mit nur zwei Dolomitbröckelbänken (80 und 70 cm), die teilweise violett gefärbt sind und auch einzelne Extraklasten führen.

Das sehr weit südlich gelegene Bohrprofil Rebiert entstammt einer ehemaligen Schwellenrandlage (Abb. 21). Dort ist wieder eine stärkere Prägnanz der Dolomitbröckelfazies zu beobachten, allerdings nur im Grenzbereich soZM/soZK (so1u/so1o). Dies ist aus der Profilzeichnung und -beschreibung im Archiv des luxemburgischen Service Géologique abzuleiten. Der Profilbereich mit Dolomitbröckel-Anreicherungen ist etwa 5,5 m mächtig. Etwa auf halber Profilhöhe setzen darin auch verstärkt Extraklasten ein (Kap. 6.5), zunächst mit einem 1 m-Konglomerat mit viel eckigen Gangquarzen und abgeflachten Quarzit-Geröllen. Die Energie-Erhöhung im Ablagerungsraum, die sich in einer Häufung von Aufarbeitungshorizonten (Dolomitbröckelbänken) ausdrückte, hatte hier offenbar schon früher eingesetzt als die Vorschüttung von frischem Verwitterungsschutt aus Südwesten, die den basalen soZK kennzeichnet (Kap. 6.5). Zuvor, im VG2-Niveau (vgl. Teil I: Kap. 3), war es offenbar schon zur besonders intensiven und weitflächigen Bildung von Dolocretes und wohl auch von Karbonatschlämmen gekommen. Dies vollzog sich wahrscheinlich im Bereich der Luxemburger Zentralschwelle und im Beckenrandbereich im Westen. Über der letzten Dolomitbröckelbank lagert ein etwa 2,5 m mächtiges Konglomerat, in dem neben den Quarzen und Quarziten die Dolomitbröckel keine (nennenswerte) Rolle mehr spielten. In den höheren Abschnitten des Rebiertger Buntsandsteins treten keine Gesteine mit Dolomitbröckeln mehr auf, bis hin zur so/mu-Grenze und darüber hinaus. Stattdessen sind Gipsdrusen und sulfatische Bindemittel enthalten. Die bei Ingeldorf und Bettborn entwickelte Dolomitbröckelfazies im Grenzniveau soZ/soV (so1/so2) fehlt hier.

7.2.3 Buntsandstein in der deutschen Südeifel und im Saargau

Zur Darstellung der Mächtigkeitsmuster der Buntsandstein-Abschnitte su, smt, smh und so (Tab. 2) werden vor allem Bohrdaten und vereinzelte gut abgesicherte Kartierwerte verwendet. Die im Text genannten Bohrungsnummern sind die Kennungen im Bohrarchiv des LGB in Mainz. Einige Angaben zum Oberen Buntsandstein in den Bohrprofilen sind in Abb. 23 (S. 104/105) ergänzt worden. Dies war notwendig, da in der nördlichen und östlichen Trierer Bucht und im Saargau sehr häufig zwar die Untergrenze des Oberen Buntsandsteins erbohrt worden ist, nicht jedoch dessen Obergrenze. Dabei waren die – üblicherweise hydrogeologisch veranlassten – Bohrpunkte fast immer in den Talauen der Täler angesetzt worden. Oft liegen sie dicht neben hohen Talhängen, von denen ergänzende Informationen abgeleitet werden können. Bei unproblematischen Lagerungsverhältnissen wurde dann in der Geologischen Karte (GK 50, DITTRICH 2011a, in Vorb. b) oder in den Schnittprofilen von WAGNER & DITTRICH

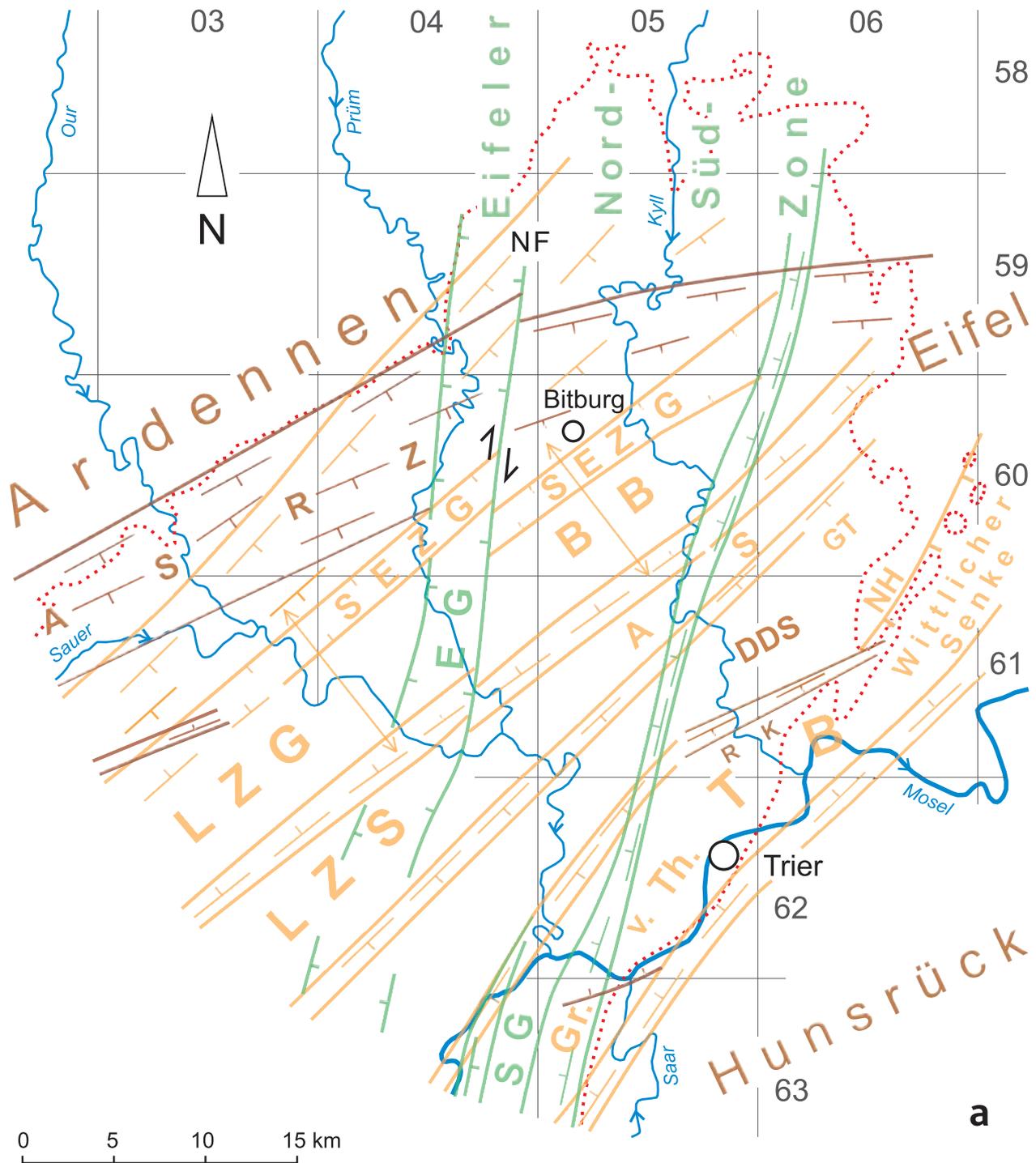
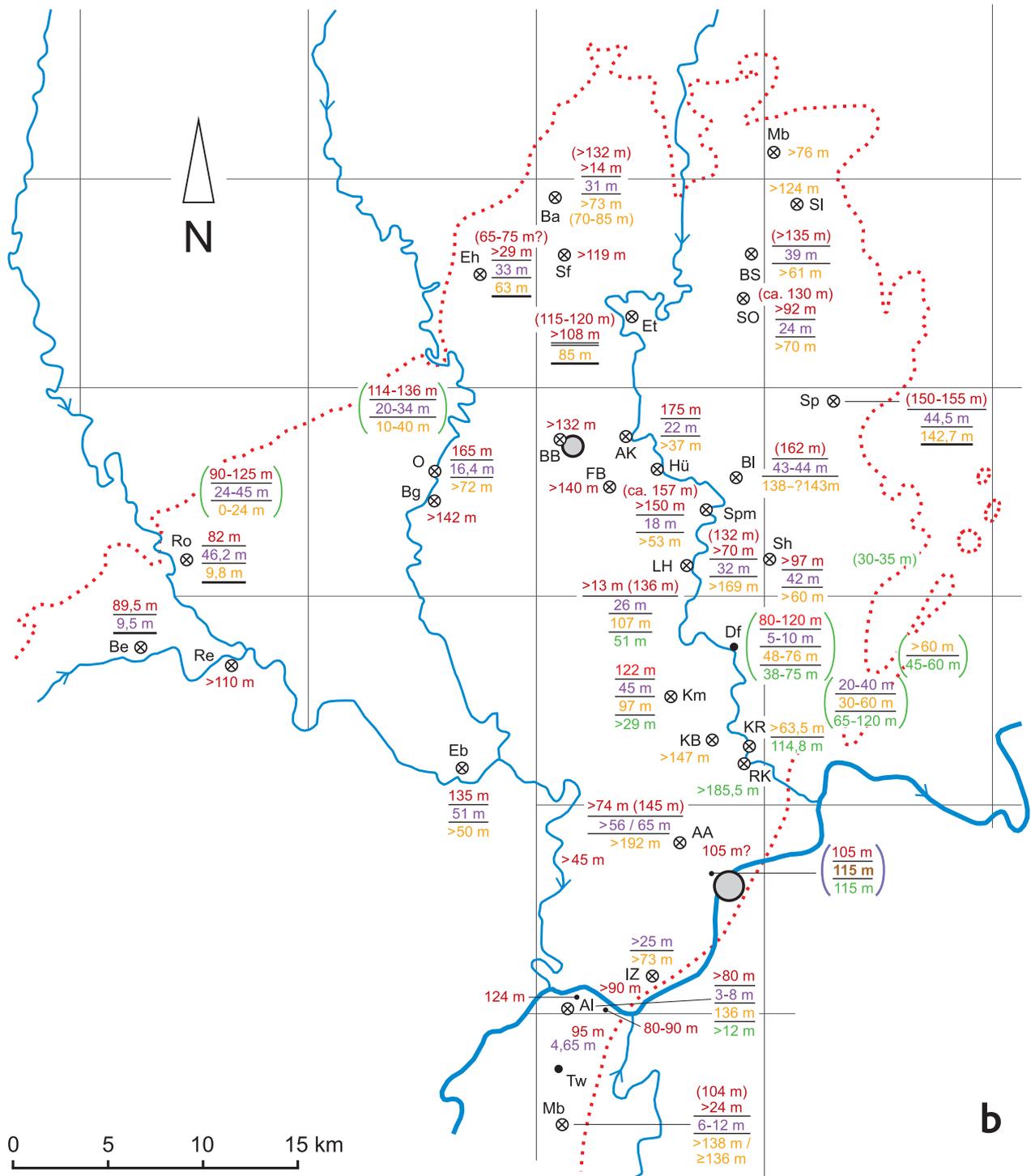


Abb. 23a,b: Die Buntsandstein-Mächtigkeiten der erweiterten Trier-Bitburger Bucht und die zugrunde liegenden strukturellen Vorzeichnungen.

a: Lage und Verlauf von alt-angelegten, variszisch (braun), diagonal (orange) und rheinisch (grün) streichenden Struktureinheiten (Abkürzungen siehe Abb. 15) und der oberligozänen dextralen Blattverschiebung der „Nimstal-Fuge“ (NF); Raster = deutscher TK25-Blattschnitt; RK = „Ramsteiner Kessel“; rot gepunktelt: Außenrand der heutigen Buntsandstein-Verbreitung.

b: Mächtigkeiten des Buntsandsteins; Zahlen-Farben: rot = so, violett = smh, orange = smt, grün = su, braun = undifferenzierter sm (bei Trier); dicker Unterstrich bei Bohrungen: Devonsockel erreicht; grüne Klammern: Werte aus Kartierberichten, violette Klammern: Typusprofil nach NEGENDANK 1983; Bohrungen: Meisburg (Mb), Balesfeld (Ba), Salmatal (Sl), Ehlenz (Eh), Sefferweich (Sf), Buschbachtal/Seinsfeld (BS), Etteldorf (Et), Seinsfeld-Oberkail (SO), Spangdahlem (Sp), Bitburger Brauerei (BB), Albach/Kyll (AK), Oberweis (O), Flughafen Bitburg (FB), Hüttingen (Hü), Beilingen (Bl), Bettingen (Bg), Speichermühle (Spm), Roth (Ro), Looskyller-/Heinzkyllermühle (LH), Schalfelderhof (Sh), Bettendorf (Be), Reisdorf (Re), Daufenbach (Df), Kostermühle (Km), Kimmlinger Bachtal (KB), Kordel-Riemenfeld (KR), Ramsteiner Kessel (RK), Echternacherbrück (Eb), Aach-Altenhof (AA), Igel-Zewen (IZ), Albachtal (Ab), Mannebachtal (Mb); Tw = Tawern.



(2010) die in unmittelbarer Nähe dokumentierte (Mindest-)Mächtigkeit des Oberen Buntsandsteins abgelesen und in Klammern ergänzt. So konnte die Aussagen-Dichte zu den so-Mächtigkeitwerten deutlich erhöht werden.

Nordwestlicher Ausbissbereich

Die dortigen Mächtigkeitsverhältnisse schließen noch eng an diejenigen nördlich des höheren Sauerlandes in Luxemburg an. Die in Abb. 23 verzeichneten Angaben bilden die Umgebung der Forschungsbohrung Roth ab (DITTRICH & NORBISRATH 2006). Die Werte darüber sind Ergebnisse der Kartierungen von WILDE (2001) und NORBISRATH (2001) im mittleren und nördlichen Blatt

6003 Mettendorf. Im nördlichen Blatt 6004 Oberweis, in der Region Feilsdorf, sind die Ergebnisse von BOSOLD (1996) dargestellt. Der smt nimmt generell nach Westen hin ab, bei Sinspelt keilt er aus. Der rinnenhaft entwickelte smh zeigt stark schwankende Werte (Kap. 6.5). Der Obere Buntsandstein verringert sich nach Nordwesten.

Nordteil der Trierer Bucht („Westeifel“)

In den Publikationen von MADER (1979–1985) ist die Region etwa nördlich der Linie Spangdahlem–Feilsdorf–Sinspelt als „Westeifel“ bezeichnet worden, zusammen mit der inneren Eifeler Nord-Süd-Zone. So wurde sie der „Südeifel“ (südlich der genannten Linie) und der Nordeifel bei Mechernich gegenübergestellt.

Die nördliche Trierer Bucht wird hier umrissen mit den Bohrprofilen 5904–27 (nordwestlich Ehlenz), 5905–50 (südlich Balesfeld), 5905–23 (Etteldorf), 5905–18 (Seinsfeld–Oberkail) und 5905–52 (Buschbachtal/nordöstlich Seinsfeld; Abb. 23). Der eingeklammerte smt-Wert im Balesfeld-Profil (Ba) entstammt den Bohrungs-gestützten Profilschnitt-Ergebnissen von WAGNER & DITTRICH (2010) in der Region südlich Balesfeld–Neidenbach. Die Einzelangabe zum Oberen Buntsandstein südlich davon kommt aus der Bohrung 5905–115 (Sefferweich, Sf). Die Einzelwerte zum smt im Nordosten sind aus der Bohrung 5806–28 (westlich Meisburg) und aus der Salmtal-Bohrung „11“ von WEILER (1972; 5906–31). Das Typusprofil der Autobahn-Trasse zwischen Bickendorf und südlich Feuerscheid auf Blatt 5904 Waxweiler findet sich in Abb. 21, grün eingeklammert. In blaue Klammern gesetzt erscheinen dort auch die Säulenprofile von MADER (1985a, b) mit den Nummern 7 (Biersdorf–Niederweiler) und 6 (Region Malberg–St. Thomas). Das Profil Nr. 8 (Eisenschmitt–Himmerod) ist wegen seiner uneindeutigen Positionierung (Kap. 6.5) nicht verwendet worden. Die nördlichste Eintragung in Abb. 21 geht auf die Kartierbefunde von KATTAWI (1969) zurück. Der smh umfasst dort 30 m mächtige, als „Zwischenschichten“ bezeichnete Konglomerate. Für den Wert des Oberen Buntsandsteins in der dortigen Distalfazies (Kap. 6.5) sind 100 m „Werkstein“ des vermeintlichen Voltziensandsteins und 2 m Lettenregion aufsummiert worden.

Der smt nimmt in östlicher Richtung zu. Ganz im Osten, auf Blatt 5906 Manderscheid, hatte GREBE (1894) einen Mittleren Buntsandstein notiert, der mindestens 100 m mächtig ist. Durch die Bohrkampagne im Salmtal (WEILER 1972: Kap. 4) ist dies bestätigt worden. Im Südwestteil des Blattes hat WEILER (1991: Abb. 2) dann sm-Mächtigkeiten von 110 bis 145 m angedeutet; östlich davon reduzieren sich die Werte wieder (Abb. 19). Im Nordwestteil des Blattes, in der Salmtal-Bohrung „11“ (5906–31, Sl), sind immerhin noch mindestens 124 m smt belegt. Der rinnenhaft eingetiefte smh zeigt wieder stark schwankende Werte (Abb. 21 und 23, vgl. auch LGB & LUWG 2010).

Eine Besonderheit bildet die Region bei Etteldorf südwestlich von Kyllburg und noch etwas weiter nördlich davon. In der paläogeographischen Skizze des (nicht näher untergliederten) Buntsandsteins der Trierer Bucht von STETS (2013: Abb. 8.5.2-1) ist nämlich auf halber Höhe zwischen Bitburg und Kyllburg eine sogenannte „Etteldorf-Schwelle“ verzeichnet worden, mit variszischem Streichen (WSW-ENE). Diese Eintragung war auf eine Notiz im Eifel-Buch von MEYER (1994: S. 223) zurückgegangen, die sich ihrerseits auf eine mündliche Mitteilung von H. WEILER/Mainz berief. Die Abfolge der bei Etteldorf 1991 abgeteufte Bohrung 5905–23 ist in Abb. 23 notiert (Et). Von WEILER war im Bohrprotokoll ein weniger als 80 m mächtiger Mittlerer Buntsandstein veranschlagt worden, woraus sich eine deutliche Diskrepanz zu den etwa 120 Metern sm in seinem publizierten Mächtigkeitsmodell ergeben hatte (Abb. 19 nach WEILER 1991).

Die hier vorgenommene Sichtung des Bohrprotokolls ergab 85 m Mittlerer Buntsandstein. Im Vergleich zu den derzeit bekannten Befunden ist dies kein besonders niedriger Wert (Abb. 21 und 23). Der maßgeblich an Rinnen gebundene smh fällt hier in einer Schichtlücke aus (Kap. 6.5). Im unteren Drittel, schon weit unterhalb des smt-Basalkonglomerates (sBlk), ist das Bohrprofil deutlich gestört. Tatsächlich liegt die Bohrlokation unmittelbar südlich einer schon von LEPLA (1908) auskartierten SSE-abschiebenden Verwerfungslinie (vgl. GK50, DITTRICH 2011a). Strukturell gehört die Etteldorf-Region zum nördlichsten Teil der Staffelbruchzone der Ardennen-Südrandzone (Abb. 15). Die Verlängerung des Manderscheid-Sattels der Eifel zieht etwas weiter nördlich durch (DITTRICH 2011a: S. 47). Weiter im ENE, bei Seinsfeld, hat sich ebenfalls eine Schwellenzone abgebildet (Profilschnitt F–F' bei WAGNER & DITTRICH 2010, LGB & LUWG 2010). Es könnte hier also tatsächlich eine alt-angelegte variszisch streichende Schwellenzone existieren. Auch könnte man sie durchaus als Etteldorf-Schwelle bezeichnen; ihre Achse verläuft aber noch nördlich von Kyllburg und damit wesentlich nördlicher, als es in der Abbildung von STETS (2013: Abb. 8.5.2-1) schematisch angedeutet war.

Die Gesamtmächtigkeit des Oberen Buntsandsteins bei Etteldorf ist konkret fassbar. Verrechnet man die Höhenlage der sm/so-Grenze in der Bohrung mit der dortigen so/mu-Grenze in der LEPLA-Karte, so ergeben sich 115–120 m so. Dieser nicht sehr hohe Wert passt zur bekannten strukturellen Hochlage dieser Region, bezogen auf alle drei Richtungssysteme (Abb. 15). Interessant ist aber, dass er niedriger ist als mehrere so-Werte weiter nördlich und nordöstlich. Zudem fehlt ja der smh in einer Schichtlücke. Insofern könnte hier eine Parallele zur Siercker Schwelle am Südrand des Trier-Luxemburger Teilbeckens bestehen. Auch diese alte variskische Sockelstruktur hat ja den Sedimentationsraum des (höheren) Buntsandsteins als Schwellenzone mit-ausgestaltet (vgl. Abb. 20).

Eine weitere Besonderheit betrifft den Oberen Buntsandstein am äußeren Westrand. Dazu existieren nämlich widersprüchliche Ergebnisse. Die dort aus der Region südlich von Feuerscheid, von einer Autobahn-Neubautrasse übermittelte so-Mächtigkeit von 185 m (HEITEL 1979, 1984; Abb. 21) war außergewöhnlich hoch, nicht nur für die dortige Region. Im Umfeld des oberen Ehlenzbachtals hatten sich bloß Werte zwischen (60?) 65 und 75 Metern ableiten lassen, anhand einer erbohrten sm/so-Grenze und der Berghänge der Umgebung (Profilschnitte E–E' und C–C' bei WAGNER & DITTRICH 2010). Im Typusprofil Nr. 7 für die nahe gelegene Region Biersdorf–Niederweiler von MADER (1985a, b) sind immerhin 125 m so dargestellt. Welche Mächtigkeitsdimension trifft nun zu? Relativ hohe Werte wären durch die dort durchziehende alt angelegte rheinische Echternacher Grabenzone erklärlich, die sich häufig auch faziell abbildet (Kap. 6.1 und 6.5). Fest steht jedenfalls, dass der Tektonisierungsgrad dieser Region besonders hoch ist. Es existiert dort eine sehr starke tektonische Abtreppung von den Ardennen im Westen zur strukturtiefen Eifeler Nord-Süd-Zone im Osten mit maximalen Versatzbeträgen von 200 bis 310 m; überdies haben umfangreiche Horizontalbewegungen stattgefunden (DITTRICH 2011a, 2014). Störungslinien (Abschiebungen), die in der alten preußischen Karte von LEPLA (1908, Blatt 5904 Waxweiler) noch nicht dargestellt sind, könnten lokal verminderte so-Mächtigkeiten vorgetäuscht haben. Zur Abklärung wären detailgenaue Revisionskartierungen nötig.

Für das Blatt 5905 Kyllburg ist von LEPLA (1908) für den Oberen Buntsandstein („Rote, geröllfreie Sandsteine“) eine Mächtigkeitsabschätzung von 130–140 m gegeben worden. Dies bezieht sich wohl auf den Ausbissbereich im mittleren und nördlichen Teil des Blattes. Der dortige so-Wert von 102 m aus der Kartierung KATTAWI (1969) hingegen ist wohl zu niedrig (Abb. 21). Der

abdeckende Untere Muschelkalk steht nur im äußersten Südwesten dieses Arbeitsgebietes an. Die große räumliche Trennung der erfassbaren Hangend- und Liegendgrenze und eine trennende Abschiebung haben hier wohl zu Erfassungsfehlern geführt.

Südwestlicher Teil der Trierer Bucht

Dieses Gebiet umfasst den inneren, strukturtiefen Bereich vom mittleren Sauerland zwischen der Our-Mündung und Echternacherbrück bis zum höheren Kylltal (zwischen Erdorf und Philippsheim) und zur Region Bitburg–Oberweis (Abb. 14). Tektonisch entspricht dies dem inneren Bitburger Becken. Die maximale Gesamtmächtigkeit des Buntsandsteins dieses Gebiets ist noch nicht bekannt. WEILER 1972 (S. 222) hatte dazu geschrieben: „Im Zentrum der Mulde, etwa auf Blatt 6005, ist leider noch keine Aussage über die Gesamtmächtigkeit des sm möglich, da die tiefste Bohrung (Bohrung V der Brauerei Simon in Bitburg, 300 m) noch nicht einmal den so durchbohrt hat. Eine 500–600 m tiefe Bohrung, die den gesamten Buntsandstein im Innern der Mulde erschließen könnte, ist aber aus wirtschaftlichen Gründen kaum zu erwarten.“ Die im nachfolgenden Jahr abgeteufte, nunmehr 320 m-tiefe Bohrung in der damaligen US-amerikanischen Airbase Bitburg (Bohrung 6005–60) erreichte dann auch noch nicht die Basis des dortigen Oberen Buntsandsteins. Tatsächlich gilt die vor immerhin 46 Jahren geschilderte Situation heute immer noch. Bis zu den jeweiligen Endteufen wurden bloß 253 m Buntsandstein in der Bohrung Oberweis erbohrt und 236 m in der Bohrung Echternacherbrück. Deshalb ist man auf Schätzungen angewiesen. Im Bereich der Trogachse des Südeifeler Zentralgrabens kann wohl von etwa 400 m Buntsandstein ausgegangen werden (LGB & LUWG 2010, DITTRICH 2011a). Weiter südwestlich – noch auf deutschem Gebiet – liegen die Buntsandstein-Mächtigkeiten wohl noch deutlich darüber (450 m?). Diese Kalkulation steht in deutlichem Widerspruch zur Darstellung von SCHINTGEN & FÖRSTER (2013; vgl. Kap. 7.1 mit Abb. 20).

Die mächtige Überdeckung durch die höhere Trias verhinderte, dass der Buntsandstein vollständig durchteuft wurde. Über die faziellen und stratigraphischen Gegebenheiten im deutsch-luxemburgischen Grenzgebiet existieren nur wenige Kenntnisse. Sie können höchstens extrapoliert werden. So ist etwa nicht auszuschließen, dass im Südosten, im Großraum Echternacherbrück, auch noch Unterer Buntsandstein vorhanden ist (mehr dazu im Abschnitt zum Osten der Trierer Bucht).

Unter den gegebenen Einschränkungen wird die südwestliche Trierer Bucht in Abb. 23 mit folgenden Bohrprofilen umrissen. Es sind dies die Bohrungen Bettingen (6004–58), Oberweis (6004–7), Bitburger Brauerei („Brunnen V“, 6005–45), Flughafen Bitburg (6005–60), Hüttingen/Kyll (6005–198), Albach/Kyll (6005–197) und Echternacherbrück (6104–87).

Der smt ist nur selten und nur in seinem oberen Teil erbohrt worden. Der „Maximalwert“ von >72 m entstammt dem Oberweis-Profil. Da dort das Kieselkonglomerat (sKK) noch nicht ganz durchteuft wurde (Kap. 6.1), handelt es sich immer noch um die Oberen Densborn-Schichten (sDb2, Tab. 2). Somit ist unter der Endteufe noch deutlich mehr smt zu erwarten. In dieser Position wäre auch eine Mächtigkeitssteigerung durch die Trogachse der rheinischen Echternacher Grabenzone plausibel. Im mittleren bis südwestlichen (deutschen) Teil des Bitburger Beckens befindet sich dann wohl ein noch nicht konkretisiertes smt-Maximum. Bei LGB & LUWG (2010) und DITTRICH (2011a) ist dafür ein Wert von etwa 220 m abgeschätzt worden und für die Region von Hüttingen/Kyll noch etwa 200 m smt.

Die durchteuften Mächtigkeiten des smh zeigen dieselben starken Schwankungen wie im Rest der Trier-Luxemburger Bucht. Eine strukturelle Regelmäßigkeit ist aus den wenigen Da-

ten noch nicht abzuleiten. Ein Fehlen des smh in einer Schichtlücke ist in dieser strukturtiefen Region (bislang) nicht erbohrt worden. Eine recht mächtige Ausbildung (51 m) erschien bei Echternacherbrück.

Das bisher erbohrte Mächtigkeitsmaximum des Oberen Buntsandsteins der Trier-Luxemburger Bucht liegt in der Trogachse des Südeifeler Zentralgrabens. Es ist der Wert von 175 m so in der Bohrung 6005–197, an der Mündung des Albachs in die Kyll. Zur Seite hin zeigt sich eine schnelle Reduktion. Bei Hüttingen im Südosten sind es nur noch um die 157 m so (Abb. 23). Der Wert von 165 m (165,25 m) in der Bohrung Oberweis ist angesichts seiner nördlichen Außenlage noch vergleichsweise hoch; allerdings lag der Bohrpunkt auch im Senkungsbereich der Echternacher Grabenzone. Der 135 m-Wert bei Echternacherbrück markiert schon den südöstlichen Randbereich des Bitburger Beckens (bzw. des Luxemburger Zentralgrabens, Abb. 21) zur angrenzenden Schwellenzone (Auwer Schwelle bzw. Luxemburger Zentralschwelle). Im tiefsten Teil, weiter nordwestlich, sind womöglich knapp 200 m Oberer Buntsandstein entwickelt.

Ostrand der Trierer Bucht

Diese Region beinhaltet das Gebiet von Spangdahlem im Norden bis Naurath-Träg im Süden (Abb. 14). Strukturell umfasst dies den nordöstlichen Außenrand des Bitburger Beckens und die tektonisch zergliederte Schwellenregion südlich davon (Auwer Schwelle bzw. Auwer Horst, Deimlinger Devonschwelle, Abb. 15). Das Trierer Becken im Südosten der Trierer Bucht wird erst im nächsten Teil dieses Kapitels behandelt.

Für die derart umgrenzte Region werden folgende Bohrprofile abgebildet. Es sind die Kernbohrungen bei Spangdahlem (DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007; vor allem die Bohrung 6006–114, die frühere „TB 5“), das Bohrprofil im Aulbachtal nordwestlich von Beilingen (Bohrungen 6005–52 und –53), eine Bohrung bei der Speichermühle im Kylltal (6005–49), die Bohrung 6005–47 zwischen der Looskyller- und der Heinzkyllermühle, die Bohrung 6006–83 beim Schalfelderhof am Westrand des Nachbarblattes und die Bohrung an der Kostermühle im Welschbilligerbachtal bei Träg im (6105–115). Hinzu kommen in grüne Klammern gestellte Werte, die aus gut abgesicherten Kartierungen stammen. Es sind Kartierbefunde vom Nordrand des Naurather Horstes nach SCHRADER (1981, 1990) und das Typusprofil der Region Daufenbach am Nordrand der Deimlinger Devonschwelle nach LICHTENSCHIEDT (1999).

Die Mächtigkeiten des gesamten Buntsandsteins im Nordteil dieser Region sind bei DITTRICH & LICHTENSCHIEDT (2007) abgeschätzt worden. Für das Gebiet Beilingen–Flughafen Spangdahlem ergaben sich 340 bis 345 m, bei Sülz und südwestlich von Speicher (mindestens) 300 m.

Ein Unterer Buntsandstein ist in Abb. 23 erstmals am Südrand des Blattes 6005 Bitburg ausgewiesen worden (Bohrung LH). Von dort aus ist er nach Süden zu bis zur Mosel flächenhaft entwickelt. Dies war auch schon im Schnittprofil von WEILER (1972: Abb. 4) entlang des südlichen Kylltales erkennbar gewesen. Innerhalb des damaligen „Mittleren Buntsandsteins“ (mit aufsummiertem su+sm) erschien dort ein durchhaltender, markanter Konglomerathorizont. Es ist das Biewer-Konglomerat (sBK), das die smt-Basis markiert. Nach der Darstellung von WEILER ist es nach Norden noch bis zur Heinzkyllermühle (Bohrung „9c“, heute: 6005–46) angetroffen worden. In der nördlich benachbarten Bohrung 6005–47 (LH in Abb. 23, „9d“ bei WEILER) ist es jedoch auch noch erfasst (4 m Konglomerat). Anders ist die Abfolge im noch weiter nördlich gelegenen Bohrprofil „10“, nördlich der Looskyllermühle (6005–48). Dort ist im Schnittprofil unterhalb des „Hauptkonglomerates“ (smh) nur noch ein einziges Konglomerat verzeichnet,

unmittelbar über dem Devonsockel. Angesichts der nördlichen Position, schon am Rande des Bitburger Beckens, könnte dies das basale Konglomerat des Mittleren Buntsandsteins sein. Der Untere Buntsandstein darunter wäre dann – ungewöhnlich abrupt – ausgekeilt. Die genauere Sichtung des Bohrprofils 6005–48 ergab dann jedoch, dass der Devonsockel unter dem Konglomerat noch nicht erreicht worden war. Bis zur Endteufe von 269 m blieb die Bohrstrecke im smt (smt: >197 m). Darunter kann also durchaus noch Unterer Buntsandstein vorhanden sein. Auch in der Bohrung „11“ (6005–49, Spm in Abb. 23) bleibt dessen Existenz oder Nicht-Existenz ungeklärt. Die im Schnittprofil von WEILER dort graphisch angedeutete Nähe des Devons unterhalb der Endteufe 274 m war eher hypothetisch.

Anders ist die Situation weiter im Norden und Nordosten. Bei Beilingen (Bl) und in der Kernbohrung TB 5 bei Spangdahlem (Sp) existiert nachweislich kein Unterer Buntsandstein mehr (DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007: Tab. 3). Die Sandsteinserien über dem dortigen Basalkonglomerat des smt (sBlk, Tab. 2) weisen die typische fluviatil-äolische Fazies der Densborn-Schichten auf. Weiter im Nordosten, bei Karl, lagern die Densborn-Schichten unmittelbar dem Devon auf (vgl. NEGENDANK 1983).

Die Deutung, dass der su im Norden noch die Deimlinger Devonschwelle und die Auwer Schwelle überlappt und dann auskeilt, ist schon bei LGB & LUWG (2010) und DITTRICH (2011a, 2017) genannt worden. Eine abweichende Ansicht wurde von WAGNER et al. (2012: Abb. 62) vertreten. Dort ist der Untere Buntsandstein als mögliche, tief versenkte basale Füllung des gesamten Bitburger Beckens dargestellt worden. Ausgehend von der östlichen Schwellen- oder Randfazies der „Sonderfazies von Niederkail–Hof Hütt“ wurde er noch weit nach Nordwesten und Westen hin durchgezogen. Für diese Interpretation bestehen allerdings keine erbohrten Belege (mehr dazu in Kap. 7.3 in Teil III). Das Bohrprofil Beilingen (Bl, Bohrung „31“ bei WEILER) passt jedenfalls nicht dazu.

In der Region zwischen der Looskyllermühle und Kordel (Abb. 14) ist in zahlreichen Bohrungen im Kylltal etwa 50 bis 80 m Unterer Buntsandstein nachgewiesen (DITTRICH 2011a). WAGNER et al. (2012) nannten für das Gebiet zwischen Auw und der Deimlinger Schwelle Werte von über 55 bis 65 m, im Raum Auw hingegen seien nur 40 m entwickelt. Der Schnittprofil-Darstellung bei WEILER (1972: Bohrungen 9a und 9b) entspricht dies allerdings nicht. Die erneute Sichtung dieser Bohrprotokolle (6105–26 und –30) ergab su-Mächtigkeiten von 54 m bzw. etwa 62 m. Für das Typusprofil Daufenbach (Df in Abb. 23) ist in den Abbildungen von LICHTENSCHIEDT (1999) der Untere Buntsandstein im früheren „sm“ neu abgegrenzt worden. Wesentlich dafür war wieder die Identifikation des hangenden Biewer-Konglomerates (früher: der „sm3c1“), und zwar in den Kylltal-Bohrungen 6, 28 und 5.

Das Mächtigkeitsminimum des „Mittleren Buntsandsteins“ (su+sm) an der Deimlinger Devonschwelle hatte in der Isopachendarstellung von WEILER (1972: Abb. 9) etwa 70 m betragen. Die spätere Version von WEILER (1991: Abb. 2) zeigte dann etwa 100 m. Dies entspricht in etwa der Summe su+smt+smh im Typusprofil Df, wenn man die niedrigeren Werte der angegebenen Spannbreiten addiert.

In die Isopachendarstellung von WEILER (1991; Abb. 19) waren im unteren und mittleren Kylltal mehr Einzelwerte eingegangen, als hier in Abb. 23 eingetragen werden konnten. Die kleinräumige Auflösung ist hier also nicht so hoch, für den thematischen Ansatz der vorliegenden Arbeit (vgl. Einführung in Kap. 7) ist sie wohl aber ausreichend. Ein kurzer Vergleich der smt-Mächtig-

keiten mit den strukturellen Gegebenheiten und den „sm“-Isolinien von WEILER zeigt folgendes. Das Bohrprofil LH mit seinen 107 m smt leitet schon zur Trogachse des Bitburger Beckens im Nordwesten über. Mit diesem Trog stehen auch die hohen smt-Werte bei der Speichermühle (Spm), Beilingen (Bl) und Spangdahlem (Sp) in Zusammenhang. Das Profil Kostermühle (Km, 97 m smt) wie auch die bis 76 m reichenden größeren smt-Werte in der Region Daufenbach bilden die diagonale Spezialsenke des Gladbach-Trogs ab (GT in Abb. 15). Mit Werten über 200 m „sm“ (su+sm) war sie bei WEILER deutlich dargestellt worden. Gegen das Bitburger Becken setzte sie sich ab durch ein Mächtigkeitsminimum über der – damals noch nicht näher bekannten – Auwerschwelle (ca. 170 m „sm“, Abb. 19). Eine synsedimentäre Nachzeichnung dieser Struktur im smt kann mit den hier dargestellten Bohrprofilen weder bestätigt noch widerlegt werden. Im Gesamtkontext wäre sie aber plausibel.

Der Höhere Mittlere Buntsandstein (smh) zeigt wieder stark variierende Mächtigkeitswerte. Es wird aber deutlich, dass in den Regionen mit mächtigem smt auch ein mächtiger smh erscheint (bis 45m). Dies erweist sich im Nahbereich der Bitburger Trogachse (Profile Spm, Bl, Sp) und auch in der südlichen Spezialsenke, im Kostermühle-Profil (Km). Auf der Deimlinger Devonschwelle, südlich Daufenbach, fanden sich unterhalb der Violetten Grenzzone nur noch sehr geringmächtige konglomeratische Restausläufer (LICHTENSCHIEDT 1999). Das smh-Minimum liegt hier bei 5 m.

Der Obere Buntsandstein ist in den Bohrungen oft nur teilweise erfasst. Seine Mächtigkeit bei Beilingen, Spangdahlem und bei der Speichermühle wurde durch Kartierergebnisse von H. MÜLLER (2006) ergänzt, diejenige bei der Looskyllermühle im Profil LH nach OEHMS (2006).

In der Mächtigkeitsverteilung des so bildet sich der Gegensatz vom Bitburger Becken – mit Werten von (weit) über 150 m – zur breiten Schwellenzone im Süden deutlich ab. Dies zeigt sich auch faziell. Im mittleren Kylltal sind die Zwischenschichten kaum mehr vom untypisch entwickelten Voltziensandstein abzutrennen (MÜLLER 2006, OEHMS 2006, DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007). Die Mächtigkeiten liegen im Großraum Speicher–Welschbillig weitflächig zwischen 122 und 136 m. Dies gilt auch noch bis Echternacherbrück–Ralingen–Olk in der Sauer-Region im Südwesten. Deutlich niedriger sind sie im Bereich der Deimlinger Devonschwelle, bei Daufenbach (Df). Dort erscheint wohl nur noch ein 80 bis 120 m mächtiger Oberer Buntsandstein (LICHTENSCHIEDT 1999). Die synsedimentäre Bedeutsamkeit dieser (variszisch streichenden) Hochstruktur wird offensichtlich (Kap. 7.3 in Teil III).

Südliche Trierer Bucht (Großraum Trier)

Das Gebiet dieser Teilregion wird im Süden und Südosten vom Moseltal, im Westen vom untersten Sauertal und im Norden etwa durch die Linie Born–Kordel–Erlenbach umrahmt. Strukturell umfasst es das Trierer Becken in der Fortsetzung des Grabens von Thonville und die Region südlich der Deimlinger Devonschwelle und des Naurather Horstes.

Dargestellt wird es hier anhand der Bohrprofile Kimmlinger Bachtal im Südwesten von Kordel (KB in Abb. 23, Bohrung 6105–80), Kordel-Riemenfeld (KR, Bohrung 6105–131), Ramsteiner Kessel (RK, Bohrung 6105–157) und Aach–Altenhof (AA). Das letztgenannte Profil kombiniert die Bohrungen 6205–1102 und –1103. Im Gebiet südlich und südwestlich von Aach existieren keine tiefen Bohrungen. Da dort mächtige Muschelkalk- und Keuper-Abfolgen anstehen, fehlen dort auch jegliche Buntsandstein-Daten. Zum Oberen Buntsandstein ließ sich aus der Geologischen Karte (DITTRICH 2011a) bloß noch eine Mindestmächtigkeit von 45 m ablesen (>45 m). Sie be-

trifft den kleinräumigen Ausbissbereich im Tal der Untersauer, wo die strukturelle Hochlage des Sattels von Born angeschnitten wurde. Bei Igel und Zewen streicht der Obere Buntsandstein dann im Moseltal aus. Dort basierte die neuere GK 50 (DITTRICH 2011a) lediglich auf der alten preußischen Karte von GREBE (1888), neuere Aufnahmen lagen und liegen nicht vor. Auch ist die so/mu-Grenze bei Igel weitgehend unter der Hauptterrasse der Mosel verborgen. Die dortige Eintragung in Abb. 23 (Profil IZ) kombiniert einen in der Geologischen Karte abgelesenen so-Wert bei Igel mit smh- und smt-Werten aus Zewen, die aus der 98 m tiefen Erdwärme-Bohrung 6205–1073 von 2003 stammen. Bessere Angaben sind hier nicht möglich. Zwar sind in den letzten Jahren massenhaft Bohrungen um 100 m Endteufe für Erdwärmesonden angefallen, ihre Schichtenverzeichnisse sind jedoch sehr pauschal und von geringer Qualität. Undifferenzierte Angaben über sehr viele Zehner Meter „Sand“ oder „Sandstein“ sind bei der stratigraphischen Differenzierung des tieferen Buntsandsteins nicht hilfreich.

Weitere Mächtigkeitwerte im Nordosten entstammen den Bonner Diplomkartierungen SCHRADER (1981 bzw. 1990) und PAAS (1993). In Abb. 23 sind sie grün eingeklammert. In violetten Klammern erscheinen die Mächtigkeiten des „Trierer Universitätsprofils“ von NEGENDANK (1983) bzw. WAGNER et al. (2012). Die Mächtigungsangaben für das Autobahn-Profil Biewertal–Trier-Kockelsberg von HEITTELE (1979, 1984) sind hier nicht als Profilsäule dargestellt. Die starke tektonische Zerstückelung dieser Region war zu problematisch. Ein übernommener Einzelwert daraus war ein eventuell 105 m mächtiger Oberer Buntsandstein (Abb. 23). Die Zahlen aus den Säulenprofilen 12 und 13 von MADER (1985a, b) zum Trierer Moselufer (Trier–Biewer) und zum Unteren Kylltal (Kordel–Auw) sind der Abb. 21 zu entnehmen.

Ein generelles Problem dieser Region sind die sehr hohen Buntsandstein-Mächtigkeiten, die mit den maximal 260 m tiefen Bohrungen nur unzureichend durchörtert werden konnten. So ist man auf summative Kalkulationen angewiesen, bei denen die Bohrdaten mit Befunden aus der Umgebung kombiniert werden. Ein anderes großes Problem ist die intensive Bruchtektonik am Moselufer im Großraum Trier. Der dortige Tektonisierungsgrad mit seinen zahlreichen Kleinschollen und Schichtverkippen ist eindrucksvoll durch die Geologische Karte 1: 10 000 von H. DEGEN, L. JUNG, J. NEGENDANK und R. SCHMIDT dargestellt worden (Anlage bei NEGENDANK 1983, diesbezügliche Internet-Adresse bei WAGNER et al. 2012: S. X). Bei DITTRICH (2011b: Kap. 4.2.6, 4.2.7 und S. 78f.) sind aus diesem Gebiet sogar noch weitere tektonische Komplikationen dargelegt worden. Insofern kann es durchaus sein, dass dort – trotz aller Mühen bei der Ermittlung der genauen Lagerungsverhältnisse (vier Profilschnitte zur GK 10) – Einzelabschnitte der Schichtenfolge unterschätzt wurden. Insbesondere der Bereich des Kieselkonglomerates, der in Bohrungen gut erkennbar ist, scheint im Ausbissbereich unterdrückt oder zumindestens unterrepräsentiert zu sein. Auch das Säulenprofil Nr. 12 der Region Trier–Biewer von MADER (1985a, b) zeigt ungewöhnliche Mächtigkeitrelationen (Abb. 21). Es zeigt einen auffällig mächtigen Unteren Buntsandstein und scheint ebenso wie das „Trierer Universitätsprofil“ im Bereich smt+smh verkürzt zu sein. Es könnte gleichfalls tektonisch verfälscht sein.

Bohrprofile im weniger gestörten nordwestlichen Rückland von Trier, die deutlich höhere Mächtigkeitwerte zeigen, sind da glaubhafter. Dies betrifft maßgeblich die 260 m tiefe Bohrung 6205–1102 (die „Aufschlussbohrung 60b“), die eine besonders hohe Mächtigkeit des Mittleren Buntsandsteins dokumentierte. Genauere Ausführungen dazu finden sich bei DITTRICH (2011a: S. 30). Der Bohrpunkt lag im Tal des Aacher-Bachs, westlich vom Altenhof (Abb. 14; Abb. 21: Profil AA). Die Bohrstrecke kann von keiner nennenswerten Abschiebung durchsetzt sein, da derartige

Störungen ja immer scheinbare Mächtigkeitsverringerungen zur Folge haben. Überdies wird die dortige Profilabfolge von der etwa 1,5 km weiter nordwestlich gelegenen Bohrung 6205–1104 bestätigt.

Die smt/smh-Grenze ist in der Bohrung 6205–1102 sehr deutlich, der basale smh wurde durch seinen Geröllbestand sicher gekennzeichnet (Kap. 6.5). Die 192 m Bohrstrecke des smt hatte nur monotone Sandsteinserien durchteuft und zuunterst das Basiskonglomerat (Biewer-Konglomerat) noch nicht erreicht. In der Nachbarbohrung 6105–1103 ist die Grenze sm/so durchteuft worden. In Zusammenschau mit der an den Berghängen des Aacher-Baches ausbeißenden so/mu-Grenze ergeben sich dort etwa 145 m für den Oberen Buntsandstein (DITTRICH 2011a). Der smh umfasst dort 65 m. Das kombinierte Profil AA in Abb. 23 dokumentiert also allein schon 402 m Buntsandstein, und dies noch ohne den basalen Abschnitt des smt und ohne den gesamten Unteren Buntsandstein. Ein Gesamtwert von deutlich über 500 m Buntsandstein wäre also möglich. Selbst über 600 m können nicht ausgeschlossen werden. Die Aussagen bei DITTRICH (2011a: S. 30) und in Teil I dieser Publikation (S. 14) sind dahingehend zu erweitern. Die damaligen Angaben über 480–485 m Buntsandstein am nordwestlichen Moselufer bei Trier waren eher zu vorsichtig bzw. zu konservativ. Ganz allgemein passt dieser rechnerische Befund zur Position des Bohrprofils AA im inneren Teil des Trierer Beckens (Abb. 15 und 23).

Ein weiterer nachgewiesener Bereich hoher Buntsandstein-Mächtigkeiten ist die Region des „Ramsteiner Kessels“, im Kylltal südöstlich von Kordel, bei der Burgruine Ramstein. Dort konnten die Mächtigkeiten des tieferen Buntsandsteins gut erfasst werden. In der Bohrung 6105–34 ist dort die Buntsandstein-Basis durchteuft worden (Profilschnitt B–B' bei LGB & LUWG 2010: unter der Abschiebung). In Zusammenschau mit der unmittelbar nordwestlich austreichenden sm/so-Grenze am Berg Friedbüsch (auf derselben Scholle) lassen sich dort knapp 350 m für die Summe von su+sm bestimmen (WAGNER & DITTRICH 2010, DITTRICH 2011a). Nach der Addition des dortigen Oberen Buntsandsteins kann hier ein über 480 m mächtiger Buntsandstein veranschlagt werden.

Interessant ist die Mächtigkeitsentwicklung des Unteren Buntsandsteins im Umfeld des „Ramsteiner Kessels“. Bei einer Annäherung von Norden her steigert sich die su-Mächtigkeit von etwa 52 bis 60 m bei Kordel zunächst auf 114,75 m (Bohrung 6105–131, Bohrprofil KR, Abb. 23: 114,8 m) und dann auf mehr als 185,5 m (Bohrung 6105–157, Bohrprofil RK). Die letztgenannte Steigerung vollzieht sich auf eine Distanz von nur etwa 1 km. Der Wert von >185,5 m (190 m?) ist die größte bisher überhaupt bekannte Mächtigkeit des Unteren Buntsandsteins. Entsprechendes gilt auch für die Mächtigkeit der „Unteren Konglomerate“ an der su-Basis (sHB1, Tab. 2). Am Moselufer in Trier sind dafür 30 m bekannt (NEGENDANK 1983). Im Autobahn-Profil im Biewertal (HEITEL 1979, 1984) und im Ausbissbereich des unteren Kylltals (WAGNER et al. 2012) wurden 35 m veranschlagt, die sich aus 15 m Konglomerat und einer markanten, 20 m mächtigen geröllführenden Felszone zusammensetzen. Das Mächtigkeitsmaximum liegt aber wieder im „Ramsteiner Kessel“. Dort, in der Bohrung 6105–33, knapp 1 km östlich des Bohrpunktes RK, sind mindestens 39 m erbohrt worden. Auch noch das Biewer-Konglomerat des basalen smt zeigt dort seinen bisher nachgewiesenen Maximalwert von 56 m. Für den Unteren Buntsandstein insgesamt sind im „Trierer Universitätsprofil“ 115 m abgebildet worden (NEGENDANK 1983: Abb. 13a). WAGNER et al. (2012) nannten als Maximalwert 110 m, sowohl im Raum Trier als auch bei der Burg Ramstein. Verglichen mit den oben genannten Bohrbefunden sind diese Werte gering. Nähere Bezugswerte oder -orte wurden bei WAGNER et al. nicht genannt. Nördlich von Schweich, im südöstlichen Teil des Kartiergebietes von PAAS (1993), ist noch ein bis zu 120 m mächtiger Unterer Buntsandstein erhalten geblieben.

Die Mächtigkeitsverteilung des Mittleren Buntsandsteins kann nur teilweise rekonstruiert werden. Die hohen Mächtigkeiten in der Trogachse des Trierer Beckens deuten sich im oben schon beschriebenen Bohrprofil Aach–Altenhof (AA) an und in der Bohrung Kimmlinger Bach bei Kordel (KB, Abb. 23). Im Kylltal-Schnittprofil von WEILER (1972: Abb. 4) deutet sich beim „Ramsteiner Kessel“ eine smt-Mächtigkeit von mindestens 140 m an. Dies zeigen die drei nebeneinanderliegenden Bohrungen 1, 22 und Brunnen Ramstein III. Das Bohrprotokoll der mittleren Bohrung (heute: Bohrung 6105–34) belegt mindestens 150 m smt. Von dort aus vollzieht sich offenbar eine schnelle Mächtigkeitsabnahme nach Norden zur Deimlinger Devonschwelle (Daufenbach) und nach Nordosten zum Naurather Horst hin.

Bei WAGNER et al. (2012) wurde die Schichtenfolge des Mittleren Buntsandsteins als „Burg-Ramstein-Schichten“ benannt. Im begleitenden Text mit der Tab. 4 bleibt allerdings unklar, ob dabei die mehrere Meter mächtige Violette Grenzzone mit-einbezogen ist. Für das „Trierer Universitätsprofil“ wurde den „Burg-Ramstein-Schichten“ eine Gesamtmächtigkeit von 110–120 m zugeschrieben. Dies entspricht der ursprünglichen sm-Mächtigkeit im Profil von NEGENDANK (1983; Abb. 23, in violetten Klammern). Im südlichen Kylltal – nicht näher lokalisiert – sind nach WAGNER et al. (2012) 110 m entwickelt, für den Raum Kordel nannten sie bloß 125 m. Die Diskrepanz dieser Zahlenwerte zu den Bohrbefunden ist offensichtlich, wahrscheinlich ist sie bruchtektonisch bedingt. Dies gilt dann auch bei einer Berücksichtigung der hohen sm-Werte im Saargau, die am Ende dieses Kapitels genauer beschrieben werden (Abb. 21 und 23).

Die hohe Mächtigkeit des tieferen Buntsandsteins im Trierer Becken bzw. im Graben von Thionville hatte sich schon in der Isopachendarstellung von WEILER (1991; Abb. 19) gezeigt. Im Raum Kordel nahm der „sm“ (su+sm) nach Südosten rasch von 100 m auf über 300 m zu. Dieses diagonal ausgerichtete Maximum spiegelt sich auch in der Bohrung 6205–1102 (Profil AA), wo deutlich mehr als die schon erbohrten 248 m vorhanden sind. Diese Zahl gilt ja allein schon für den mittleren und höheren sm. Anders als in der Abbildung von WEILER ist es aber nicht so, dass die „sm“-Mächtigkeiten südöstlich von Kordel dann rasch wieder abnehmen. Die durch mehrere Bohrungen gestützten Erkenntnisse zum Unteren Buntsandstein im „Ramsteiner Kessel“ fehlten bei dieser Auswertung noch (vgl. Kap. 7.1). Damals war auch die Schichtenfolge in der dortigen Bohrung 6105–34 („Bohrung 22“ bei WEILER 1972: Abb. 4) noch nicht als im unteren Teil gestört erkannt worden (vgl. LGB & LUWG 2010). Strukturelle Gegebenheiten (DITTRICH 2011a: Abb. 3; Abb. 15), die reliktschen Mächtigkeiten und auch fazielle Befunde im Buntsandstein zeigen aber, dass im Moseltal bei Trier der südöstliche Außenrand des damaligen Beckens noch keinesfalls erreicht ist.

In der hier vorgelegten Mächtigkeitsausdeutung ist – dort wo es möglich war – die smh-Mächtigkeit separat erhoben worden. Dabei stellt der smh-Wert von 65 m in Bohrung 6205–1103 das bisher bekannte Maximum in der Trier-Luxemburger Bucht dar. Er dokumentiert wohl eine Rinnenbildung im Bereich der ehemaligen Trogachse des Grabens von Thionville. Im Randbereich dieser Konglomerat-Rinne, in der weiter nordwestlich gelegenen Bohrung 6205–1104, ist der smh nur 43 m mächtig. Deshalb ist dort auch der darunterliegende Abschnitt von Mürlsandsteinen und Kieselkonglomerat in einer etwas größeren Mächtigkeit erhalten geblieben. Er umfasst dort 53 m anstelle der in der Bohrung 6205–1102 durchteuften 41 m.

Der Obere Buntsandstein ist im Profil AA mit 145 m auffällig mächtig. Dieser Wert bleibt jedoch noch unter den Mächtigkeiten in der Trogachse des Bitburger Beckens (Abb. 23). Offensichtlich wird aber im Trierer Becken die seinerzeit von WEILER (1991; Abb. 19) verzeichnete

so-Mächtigkeit von weit unter 100 m deutlich überschritten. Selbst der so-Wert von 105 m im Autobahn-Profil im Biewertal (HEITALE 1979, NEGENDANK 1983) ist vielleicht noch zu niedrig angesetzt. Eine komplexe Kleintektonik (vgl. DITTRICH 2011b: Abb. 36) erschwerte die dortige Mächtigkeitsbestimmung. WAGNER et al. (2012) notierten 105 m ganz allgemein für den Trierer Raum. Im unteren Kylltal – nicht näher lokalisiert – wurden von ihnen 110–125 m Oberer Buntsandstein veranschlagt, für den Raum Kordel–Kimmlingen (in Abb. 23: bei KB) wurden sogar 135 m vermerkt. Dieser recht hohe Wert entspricht den Ergebnissen der Schnittprofile von WAGNER & DITTRICH (2010). Er vermittelt auch gut zwischen denjenigen der Bohrprofile AA und Km in Abb. 23. Anders ist es bei Trier und im unteren Kylltal. Bei MADER (1985a, b) sind im Profil 13 (Kordel–Auw) 140 m Oberer Buntsandstein abgebildet worden, bei Trier–Biewer (Abb. 21: Profil 12) hingegen nur 90 m. In Ermangelung von konkreten Bezugspunkten für die aus dieser Region genannten Werte können die sich ergebenden Widersprüche noch nicht aufgelöst werden.

Gänzlich andere Buntsandstein-Mächtigkeitsdimensionen zeigen sich im Nordosten des Gebietes. Dort, südlich des Naurather Horstes, existiert eine starke Mächtigkeitsreduktion nach Norden und Nordosten. Es bildet sich der frühere Nordrand des Trierer Beckens ab. Die synsedimentäre Subsidenz war dort deutlich vermindert. Die Trogachse zog südlich vorbei nach ENE. Die dortigen Mächtigkeitsmaxima sind heute abgetragen (vgl. Kap. 7.3 in Teil III). Der Obere Buntsandstein ist in dieser strukturhohen Randlage gänzlich erodiert, eine Rekonstruktion ist unmöglich.

Der Untere Buntsandstein steht an und ist recht gut erschlossen. Nach WAGNER et al. (2012) wird dessen Basiskonglomerat (Untere Konglomerate, sHB1, Tab. 2) bei Quint-Kaiserhammer, also im NNE von Ehrang (Abb. 14), 35–40 m mächtig. Nördlich des Naurather Horstes seien hingegen nur 8–15 m entwickelt. Die Prägnanz der ehemaligen Trogachse im Süden wird deutlich. Die in Abb. 23 verzeichneten Kartierwerte sind aus den Arbeiten von SCHRADER (1981, 1990) und PAAS (1993) hergeleitet worden. Für den Unteren Buntsandstein im Westteil der Wittlicher Senke, bei Erlenbach, sei hier auf die Abb. 3 bei SCHRADER (1990: Abschnitt „smt1“ bis „smt4“) verwiesen.

Abschließend soll hier noch ein besonderes fazielles bzw. stratigraphisches Phänomen dieser Randregion genauer dargelegt werden. Die oberste Konglomeratabfolge des Mittleren Buntsandsteins ist im Arbeitsgebiet von PAAS (1993: „sm3a“) in auffälliger Weise verschieden ausgebildet. Zwei deutlich verschiedene Faziestypen kommen vor. Einerseits erscheinen wenig verbandsfeste grobe Konglomerate mit einer dunkelrotbraunen tonig-feinsandigen Matrix. Andererseits treten geröllführende, meist schräggeschichtete Sandsteine auf, lokal mit Wabenverwitterung. Diese Sandsteine stellen eine typische Felszone dar. In Analogie zu den Verhältnissen am Drachenfels in der östlichen Pfalz (bei Bad Dürkheim) wird diese fazielle Zweideutigkeit folgendermaßen gedeutet. Die Felszonen-Sandsteine stellen Relikte des Kieselkonglomerates (sKK) im mittleren smt dar (vgl. dazu Teil I: Kap. 4.2 Kugelfelsen). Die groben Konglomerate gehören zum smh, es sind die Äquivalente des saarpfälzischen Hauptkonglomerates. Dieses Konglomerat hat den smt von oben her gekappt und sich rinnenförmig tief in die Felszonen-Sandsteine eingeschnitten. Beide Schichtglieder sind so zur Grobabfolge des dortigen „sm3a“ vereinigt worden. Am Drachenfels steht eine solche stratigraphische Situation außer Frage. Sie ist dort schon von BACKHAUS (1974) detailliert abgebildet und beschrieben worden (LGB 2005). Im gering absinkenden Randbereich des Trierer Beckens mit seinen niedrigen Gesamtmächtigkeiten ist es im zeitlichen Grenzbereich der Folgen s5/s6 (Tab. 2) wohl ebenfalls zu einer derartigen Einschneidung gekommen. Es dokumentiert sich darin die H-Diskordanz.

Saargau-Region nördlich der Siercker Schwelle

Es ist das Gebiet, das von den tiefen Taleinschnitten der Obermosel und der Saar umrahmt wird (Abb. 14 und 21). Strukturell sind darin sowohl Rand- und Schwellenzonen erfasst, als auch stark abgesenkte, alt angelegte Grabenzonen. Der dortige Kenntnisstand hinsichtlich des Buntsandsteins ist eher gering. Er beschränkt sich auf die strukturhohen Ausbissgebiete am Ostrand, auf den Blättern 6205 Trier, 6305 Saarburg und 6405 Freudenburg. Die Trogzonen im Westen und Nordwesten können nur indirekt und randlich ausgewertet werden, da hinreichend tiefe Bohrungen fehlen.

Bohrbefunde zum Buntsandstein liegen aus dem Nord-Süd-gestreckten, Saar-parallelen Talzug des Albachs und des Mannebachs vor (Abb. 14). Das in Abb. 23 dargestellte Profil Albachtal (Ab) summiert die Ergebnisse der gemeißelten Tiefbohrungen 6205–262 und –263. Fazielle Hinweise dazu lieferte auch die knapp südlich der Blattgrenze gelegene Meißelbohrung 6305–44. Das südlichere Bohrprofil Mannebachtal (Mb) stammt aus den Protokollen der Meißelbohrungen 6305–46 und –116.

Ergänzend ist auf die Mächtigkeitsdaten von Tübinger und Bonner Diplom-Kartierungen zurückgegriffen worden. In mehreren Fällen weisen sie jedoch methodisch bedingte Schwächen auf, die im nachfolgenden Text genauer dargelegt und diskutiert werden. Die betreffenden Zahlenwerte finden sich teilweise in der Abb. 21, da dort auch noch südlichere Regionen graphisch dargestellt werden konnten.

Der tiefere Buntsandstein des Saargaus ist in früheren Arbeiten (vor 2004) insgesamt als „Hauptbuntsandstein“ auskartiert und dem Mittleren Buntsandstein gleichgesetzt worden. Eventuelle Anteile von Unterem Buntsandstein (Tab. 2) sind damals nicht erwogen worden. Lokal können sie jedoch mit-enthalten sein.

SCHRÖDER (1964) nannte für diesen „Hauptbuntsandstein“ im nördlichsten Saargau eine Gesamtmächtigkeit von 160 m. Nach dem Kartierbericht resultierte dieser Wert aus der Ausbisshöhe am Ostrand des dortigen Muschelkalk-Plateaus und der im äußeren nordöstlichen Arbeitsgebiet erbohrten „sm“-Basis. Die jeweiligen Bezugspunkte dafür wurden allerdings nicht näher lokalisiert. SCHRÖDER wies auch auf die nach Süden hin abnehmende Mächtigkeit dieses Schichtgliedes hin, wie es sich beim Vergleich mit den angrenzenden Tübinger Arbeitsgebieten ergeben hatte (GITTINGER 1964, HEITEL 1964). Eine Abnahme bis auf 130 m wurde genannt. Die Werte bezogen sich auf den Ostrand des Saargau-Deckgebirges, hinunter bis in die Region bei der Blattgrenze 6305/6405 (Abb. 21). Dies harmoniert auch mit der von STETS (1995) dargestellten, recht gleichmäßig um die 100 m betragenden sm-Mächtigkeit im ausgedehnten Vorfeld der Siercker Schwelle, bei und nordwestlich von Kastel-Staadt (Blatt 6405 Freudenburg). Nach heutigem Kenntnisstand bildet die Mächtigkeitsreduktion nach Süden bzw. SSE die zunehmende Entfernung von der Trogachse des Trierer Beckens bzw. des Grabens von Thionville ab.

Der Wert von 160 m im Norden ist allerdings in Frage zu stellen. Wahrscheinlich ist er zu niedrig. Er entstammt nicht nur einer Fern-Extrapolation, wodurch eventuelle Subsidenzunterschiede verschleiert sein können. Auch die tektonischen Lagerungsverhältnisse können zu Fehlern geführt haben. Unberücksichtigt blieb nämlich eine variszisch streichende, Nordwest-absetzende Abschiebung, die von Konz nach WSW zieht. Diese ist erst später, von PETERS (1985) auskartiert worden. Am Ostrand der Muschelkalk-Schichtstufe weist sie 30 m, im Albachtal im Westen

dann über 100 m Vertikalversatz auf. Es könnte sich um die ins Deckgebirge durchgepauste Spur einer alten, variskisch angelegten Sockelstörung handeln (Kap. 7.3 in Teil III). In Abb. 14 und 23 ist sie angedeutet worden, als strukturelle Ergänzung zur Abb. 1b in Teil I.

Im strukturtiefen Gebiet im Nordwesten sind im untersten Teil der „Hauptbuntsandstein“-Abfolge noch Anteile von Unterem Buntsandstein enthalten. Dies zeigte das Bohrprofil Albachtal. In der Bohrung 6305–44 ist nämlich sehr weit unten ein 26 m mächtiger grobsandig-konglomeratischer Abschnitt durchteuft worden. Er führt Gerölle aus Quarz und „Grauwacke“ (quarzitischer Sandstein?, vgl. Kap. 6.5). Wahrscheinlich repräsentiert er das Biewer-Konglomerat, das Basiskonglomerat des Mittleren Buntsandsteins. In nahezu derselben Mächtigkeit ist es auch im Mannebachtal erbohrt worden. Im Albachtal (Bohrung 6305–44) sind darunter bis zur Endteufe von 224 m noch (mindestens) 12 m tonfreie mürbe hell-fleischrote oder weiß-graue bzw. rötliche gebleichte Mittel- bis Grobsandsteine erbohrt worden. Sie gehören wohl zum Bändersandstein (sBS) des höchsten Unteren Buntsandsteins bei Trier. Die hier entwickelte su-Gesamtmächtigkeit bleibt leider offen.

Bei den smt-Werten fällt die ähnliche Mächtigkeit in den Profilen Albachtal und Mannebachtal auf (Abb. 23), trotz ihrer Nord-Süd-Distanz von etwa 6 km. Dies ist wohl durch die strukturelle Ausgestaltung des Beckens zu erklären (mehr dazu weiter unten).

H. WEILER (in WEIDENFELLER et al. 2004: S. 224 und Abb. 11) hat nach einem Hinweis von Dr. E. M. MÜLLER/Saarbrücken einige Zehner Meter im unteren Teil der Bohrstrecken im Mannebachtal als Rotliegend eingestuft. Statt in den Mittleren Buntsandstein, wie in den ursprünglichen Bohrprotokollen, wurden diese wechselnd geröllhaltigen Sandsteine nunmehr dem saarländischen „ro2“ und „ro3“ (Waderner und Kreuznacher Schichten, vgl. MÜLLER & KONZAN 1989) gleichgesetzt.

Dies kann hier aber nicht nachvollzogen werden. Es handelt sich dabei eher um das smt-Basis-konglomerat und die auflagernden smt-Sandsteinfohlen. Die konglomeratische Basisbildung besitzt in den Ausbissgebieten im östlichsten Saargau eine flächenhafte Verbreitung – und zwar über dem Rotliegend (vgl. u.a. RATZKE 1986, STETS 1995). Die darin erbohrten vereinzelt Tongehalte und die eher rotbraune Farbtönung – solche Farbpigmente sind ja vorwiegend an die Feinfraktion geknüpft – entstammen dem fluviatilen Ablagerungsmilieu mit lateralen Stillwasserbereichen (vgl. Kap. 6.2). Nennenswerte Feldspatgehalte der Sandsteine, wie sie für die Kreuznacher Fazies typisch wären, sind nicht protokolliert worden. Rotliegend ist erst tiefer, unterhalb der Endteufen zu erwarten. Es besteht kein stichhaltiger Anlass, die oben skizzierte, im östlichen Ausbissbereich großräumig auskartierte Mächtigkeitsverteilung des Mittleren Buntsandsteins durch deutlich verringerte sm-Werte im Bereich der Mannebach-Bohrungen zu durchbrechen.

Die erwähnte Reduktion des „Hauptbuntsandsteins“ nach Süden (Abb. 21) geht wohl nicht zuletzt auf das Auskeilen des Unteren Buntsandsteins zurück. Im Süden, in der Region Kastelstaadt (STETS 1995) fehlt er nachweislich. Seine Verbreitung ist wohl durch Südwest-Nordost verlaufende, also diagonale und/oder variszisch streichende Strukturelemente kontrolliert worden (Kap. 7.3 in Teil III). Hingegen könnten die smt-Mächtigkeiten mit ihrer auffälligen Nord-Süd-Konstanz die synsedimentäre Mobilität der rheinisch streichenden Saargauer Grabenzone abbilden. Die gleichzeitige Absenkung des diagonalen Grabens von Thionville erweist sich in der großen smt-Mächtigkeit bei Mondorf in Süd-Luxemburg (Abb. 21).

Der Höhere Mittlere Buntsandstein (smh) der Bohrprofile Albachtal und Mannebachtal ist relativ geringmächtig und meist ohne ein Äquivalent des Hauptkonglomerates entwickelt. Leuchtend violette Farben wurden protokolliert, Tonsteine sind eingeschaltet. Dies entspricht auch den Geländebefunden von SCHRÖDER (1964) nördlich von Tawern (Einführung zu Teil II). Die Mächtigkeit der Violetten Grenzzone liegt im dortigen Arbeitsgebiet meist bei 3–4 m, kann aber auch 4,65 m erreichen (Abb. 23). In den Bohrprotokollen sind nur selten Extraklasten notiert worden. Genannt wurden einzelne „Grauwackenstückchen“ und Quarze (Profil Ab: Bohrung 6305–44: in 9 Metern Sandstein „viel SiO₂-Konglomerat“). In der Bohrung 6305–116 im Mannebachtal ist im unteren smh ein knapp 2 m mächtiges Konglomerat angetroffen worden. Auch im sonstigen Saargau bleiben die smh-Werte gering. Bei Freudenburg im Süden sind nach einer Profilbeschreibung von PETERS (1985) nur 0,8 m smh entwickelt (Abb. 21).

In der Isopachen-Karte von WEILER (1991; Abb. 19) ist noch der „sm“ des nordöstlichsten Saargaus verzeichnet worden. Dargestellt wurde eine engräumige Mächtigkeitszunahme nach Nordwesten (WNW), von angeblich 100 m auf bis über 200 m. Da die zugrunde liegenden Datenpunkte nicht markiert sind, ist dies nur schwer zu verifizieren. Die stratigraphisch stärker aufgeschlüsselten eigenen Ergebnisse zeigen aber, dass eine solche engräumige Zunahme für den smt nicht gilt. Für die Gesamtsumme von su+sm ist eine solche Tendenz eher möglich.

Besonders interessant sind die Mächtigkeiten des Oberen Buntsandsteins. In den zahlreichen Wasserbohrungen im nördlichen Saargau, am Westrand der Blätter 6205 Trier und vor allem 6305 Saarburg (vgl. dazu H. WEILER in WEIDENFELLER et al. 2004), war die sm/so-Grenze sehr häufig durchteuft worden. In den damaligen Schichtprotokollen ist sie häufig auch konkret vermerkt worden. Anhaltspunkte hatten die veränderten Farbtöne, Körnungen und Tongehalte der Sandsteine geliefert, zusammen mit den zerbohrten Resten der Violetten Grenzzone. Diese damalige Grenzziehung ist ohne weiteres nachvollziehbar. Anders waren die Ergebnisse der Tübinger Kartierungen SCHRÖDER (1964), GITTINGER (1964) und HEITTELE (1964). Diese hatten sich auf Geländedaten gestützt. Die Bohrungen im Westen waren damals noch nicht vorhanden gewesen, eine deutliche Mächtigkeitszunahme nach Westen oder Nordwesten war noch nicht bekannt oder in Erwägung gezogen worden. Es resultierte ein Kartenbild, das nachfolgend in zwei offizielle überregionale Kartenwerke übernommen wurde (WAGNER et al. 1983, ZITZMANN & GRÜNIG 1987). Spätere Diplomanden der Universität Bonn (PETERS 1985, RATZKE 1986) modifizierten die dortige Darstellung ein wenig. Am untersten östlichen Talhang des Mannebach-Tals, westlich des Pflaumberges, wurde noch mehr austreichender Mittlerer Buntsandstein auskartiert. Daraus ergab sich ein bloß knapp 60 m, im Norden dann eher 72 m mächtiger Oberer Buntsandstein. Bohrungsbefunde wurden nicht berücksichtigt.

Es existiert nun also der Widerspruch zwischen einer in der Karte dargestellten sm/so-Grenze, die am östlichen Talhang ausbeißt, und einer tief versenkten sm/so-Grenze in den Bohrungen im Talgrund. Eine schmale, leistenförmige Grabenzone, begrenzt von (vermuteten) Abschiebungslinien, die die Nord-Süd-angereihte Mannebacher Bohrtrasse umrahmen, ist wenig wahrscheinlich. Eher existieren dort höhere so-Mächtigkeiten, als es bisher generell angenommen wurde. Der Obere Buntsandstein würde dann beidseitig bis unter das Taltiefste des Mannebachs reichen. Vielleicht war in den Aufschluss-armen unteren Hangbereichen einer der Violetten Horizonte im Oberen Buntsandstein fälschlicherweise als Violette Grenzzone des Grenzbereichs sm/so (VG1) eingestuft worden. Möglicherweise war es die VG2 an der Basis der Kyllburg-Schichten (soZK, Tab. 2). Die auflagernden soZ-Gesteine wurden nämlich von RATZKE beschrieben als glimmerführende rotbraune Sandsteine (Kap. 6.2), die basal wenige kleine Milchquarze enthalten (Kap. 6.5).

Kombiniert man die sm/so-Grenze der Bohrungen 6305–46 und –116 (Profil Mb in Abb. 23) mit der Höhenlage der dort an den zwei gegenüberliegenden Talseiten ausstreichenden so/mu-Grenze, die eine ungestörte, West-geneigte Lagerung aufweist (DITTRICH in Vorb. b), so ergibt sich hier ein etwa 104 m mächtiger Oberer Buntsandstein. Zur so-Mächtigkeitsangabe in der Kartierung RATZKE (1986) steht dies in auffälligem Widerspruch. Für diese Region war nämlich nur ein Wert von 75 m genannt worden. Auch die Mächtigkeitsangabe von PETERS (1985) zum Oberen Buntsandstein im Raum Tawern ist kritisch zu hinterfragen. Dafür wurde eine Schwankungsbreite von 70–90 m genannt. Der niedrigere Wert galt für die Region nahe beim Mannebach-Profil, am südlichen Pflaumberg. Am nordöstlichen Rosenberg, im NNE von Tawern, sind in der Geologischen Karte eher 95 m abzulesen. Weiter im NNW, westlich von Wasserliesch, sind es dann etwa 124 m so. Dies lässt sich aus der sm/so-Grenze in der Bohrung 6205–261 und der dortigen so/mu-Grenze in der Kartierung SCHRÖDER (1964) ermitteln. Demgegenüber kann man am äußersten Nordost-Rand des so-Ausbisses, südöstlich von Wasserliesch, nach dem Kartenbild von SCHRÖDER (1964) bloß von etwa 80–90 m so ausgehen. Offenbar gibt es eine schnelle Mächtigkeitszunahme nach Westen. Eine deutliche synsedimentäre Absenkung der Saargauer Grabenzone wäre eine Erklärung dafür. Dies war ja auch schon für den Tieferen Mittleren Buntsandstein (smt) im nördlichen Saargau vermutet worden.

Kleinere lokale Schwankungen der so-Mächtigkeit im Bereich einiger Meter können mit der unregelmäßigen Basisfläche der Malbergweich-Schichten (soZM) erklärt werden. Deren untere Meter können geröllführend sein (Kap. 6.5) und wohl auch rinnenhaft eingetieft (Profil Ab). In drei Bohrungen im unmittelbaren Nahbereich des Profils Mb etwa variierte der Obere Buntsandstein kleinräumig zwischen 100 und 106 m.

Ein weitaus stärkerer Trend ist aber die markante Mächtigkeitsreduktion nach Süden, zur Siercker Schwelle hin. Im innersten Bereich dieser Schwellenzone fehlt der ganze Buntsandstein (Abb. 21, DITTRICH in Vorb. b). Bei Freudenburg sind nur noch etwa 25 m Oberer Buntsandstein entwickelt. Davon entfallen bloß 5,7 m auf die Zwischenschichten (PETERS 1985). Der Wert von 45 m Oberer Buntsandstein am Südrand von Blatt 6305 Saarburg (RATZKE 1986, Abb. 21) nimmt eine vermittelnde Stellung ein zu den hohen so-Werten im Norden (Abb. 23). Der im Vergleich dazu recht hohe so-Wert bei Mondorf im Südwesten zeigt, dass auch die diagonale Senkungszone des Grabens von Thionville eine Rolle spielte, ebenso wie schon im Mittleren Buntsandstein (Kap. 7.2.2).

7.2.4 Die regionale Mächtigkeitsrelation von soZM zu soZK

Für die Ausdeutung der Beckenentwicklung im Oberen Buntsandstein ist (unter anderem) das Mächtigkeitsverhältnis zwischen den Malbergweich-Schichten (soZM) und den auflagernden Kyllburg-Schichten (soZK) von Interesse. Da zwischen diesen beiden Abschnitten der Zwischenschichten ein deutlicher paläogeographischer Umschwung stattfand (Kap. 6.2, 6.3, 6.5), soll geprüft werden, inwieweit dies auch mit einem veränderten Mächtigkeitsmuster einherging. Die Ermittlung dieser Mächtigkeitsrelation kann allerdings nur unter Vorbehalt erfolgen. Nur einige wenige Protokolle der zahlreichen Meißelbohrungen erlaubten eine Abtrennung von Malbergweich- und Kyllburg-Schichten. Hilfreich waren aber die gut bekannten Kernbohrungsprofile Oberweis, Spangdahlem und Reisdorf. Die Säulenprofile von HEITEL (1979) und MADER (1984b, 1985a, b) waren aus Einzelprofilen zusammengesetzt worden, weshalb dort immer die Gefahr einer Mächtigkeitsverfälschung durch eine nicht oder nicht völlig richtig erkannte Störungs-

tektonik bzw. Schichtlagerung bestand. So sind etwa die Werte beim Autobahn-Profil im Biewertal bei Trier möglicherweise störungsbedingt verkürzt (Kap. 7.2.3). Sie werden hier nicht berücksichtigt. Im Autobahn-Profil bei Bickendorf–Feuerscheid war eine soZM/soZK-Abtrennung anhand der generalisierten Beschreibungen nicht möglich.

Vom Nordwestrand der Trier-Luxemburger Bucht bildete MADER (1984b: Abb. 2) eine Reihe von sieben Typ-Profilen ab. Sie sind in Südwest-Nordost-Richtung aufgereiht und zeigen eine deutliche Mächtigkeitzunahme der Kyllburg-Schichten nach Nordosten. Die Malbergweich-Schichten nehmen dabei nur sehr wenig zu. Diese Tendenz zu einem Übergewicht des soZK gegenüber dem soZM spiegelte sich auch in den tabellarisch aufgeführten Zahlenangaben (MADER 1980c: nördliche Trierer Bucht: 70–90 m soZK gegenüber 15–50 m soZM; MADER 1985a, b: gesamte „Westeifel“: 50–90 m gegenüber 15–50 m). Für das Oberbettinger Triasgebiet in der Eifeler Nord-Süd-Zone wurden 50–70 m soZK gegenüber 20–30 m soZM veranschlagt (MADER 1980c). Der soZK ist also doppelt bis dreimal so mächtig wie der soZM. Dasselbe bildet sich in den Säulenprofilen 6 (Region Malberg–St. Thomas), 7 (Biersdorf–Niederweiler) und 8 (Eisenschmitt–Himmerod) von MADER (1985a) ab.

Interessant wird es, wenn man strukturelle Gegebenheiten mitberücksichtigt. Die anfangs erwähnte Profilreihe, die von Ell/Luxemburg nach Kyllburg–St. Thomas zieht, verläuft – Ausbissbedingt – relativ strukturhoch, am Außenrand der alt angelegten Senkungszone der Trier-Luxemburger Bucht. Nach Nordosten hin tritt sie im Bereich des Prümtdals in den rheinisch streichenden Senkungsraum der Eifeler Nord-Süd-Zone ein; dort nimmt dann der soZK deutlich zu. Unerfasst blieb bei MADER, wie sich die Mächtigkeitrelation von soZK zu soZM nach Südosten hin entwickelt, in Annäherung an die diagonale Trogachse des Südeifeler Zentralgrabens. Dies können nur Bohrprofile aufzeigen. Interessant dafür sind Bohrungen bei Erdorf, Bitburg und Oberweis in Deutschland sowie bei Reisdorf und Koerich in Luxemburg.

Die Meißelbohrung 6005–199 bei Erdorf im Kylltal am äußersten Nordrand von Blatt 6005 Bitburg lag zwar noch nördlich, aber doch schon relativ nahe an der diagonalen Trogachse. Die 119 m mächtigen Zwischenschichten waren dort in 76 m soZM und 43 m soZK aufzuteilen. Dies passt auch zum nur 42 m mächtigen soZK über der VG2 in der Bitburger Brauerei-Bohrung 6005–59.

Aus der Kernbohrung Oberweis war in früheren Publikationen (LGB 2005, DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007) ein Gleichmaß von soZM und soZK von je etwa 65 m notiert worden. Basiert hatte dies auf dem Säulenprofil dieser Bohrung bei WEILER (1972: Abb. 2). Dort war über einem „VG-ähnlichen“ Bereich (unterhalb von 124 m Teufe) eine 30 m mächtige kompakte Sandstein-Abfolge verzeichnet worden. Die Deutung als VG2 bzw. als soZK-Basis hatte nahe gelegen (Teil I: S. 45). Völlig anders sieht es aber im von H. WEILER verfassten, sehr detailreichen Original-Protokoll von 1967 aus. Es zeigt auf, dass die bunten oder violettrotbraunen bzw. „warmrotbraunen“ tonreichen Sandstein-Wechselfolgen in soZM-Fazies noch weitaus höher reichen, nämlich bis 115,1 m Teufe. Darüber folgt dann eine 1,4 m mächtige grüne, tonig-sandige Wechselfolge, die sich nach oben hin, ab 113,7 m Teufe, in einer grünen, oft sehr sehr tonreich laminierten Abfolge von Mittelsandsteinen fortsetzt (Einführung in Teil II); die fazielle Ähnlichkeit zum soZM/soZK-Grenzbereich bei Spangdahlem ist frappierend. Auch ein 1 cm dickes inkohltes Holzstück mit Pyrit-verheilten Klüften und eine immerhin 5 cm dicke dunkelgrüne „fette“ Tonlage entsprechen dem, was in dieser Region aus der VG2 bekannt ist (vgl. Kap. 6.1 und Teil I: Kap. 3). Bei einer neu gezogenen soZM/soZK-Grenze bei 113,7 m Teufe ergeben sich für das Oberweis-Profil 76,95 m

soZM und 52,5 m soZK. Die Malbergweich-Schichten überwiegen im Verhältnis von etwa 1,5:1. Auch dieses Bohrprofil liegt weitaus südlicher als die Profilreihe von MADER, näher am Südeifeler Zentralgraben (Abb. 21).

Schon etwas näher am Südeifeler Zentralgraben liegt das nordost-luxemburgische Bohrprofil Reisdorf. Dort endete die gekernte Profilstrecke in einer grauen, Pflanzenfossil-reichen tonigen VG2. Dadurch konnten 59,3 m soZK abgegrenzt werden. Im 42,7 m langen gemeißelten Abschnitt darunter war bis zur Endteufe von 250 m eine soZM-Basis noch nicht sicher festzulegen gewesen.

Die bisher genannten Profile stammen vom erweiterten Nordrand des Südeifeler Zentralgrabens. Den Innenbereich dieser Grabenstruktur bildete das relativ mächtige so-Profil der west-luxemburgischen Bohrung Koerich ab (Abb. 21). Nach ihrem sehr überschlägigen Schichtprotokoll könnten sich 44 m soZM und 42 m soZK gegenüberstehen (Abb. 22). In der südwest-luxemburgischen Bohrung Rebiarg sind es nur noch 13,4 m soZM gegenüber 12,8 m soZK. Im Westteil des Beckens überwiegt demzufolge immer noch der soZM. Eine Lage im Einflussbereich der diagonalen Grabenstruktur begünstigte offenbar die Entwicklung von relativ mächtigen Malbergweich-Schichten.

Anders ist es in den Bohrungen bei Spangdahlem. Sie liegen im Randbereich der diagonalen Luxemburger Zentralschwelle. Dort stehen sich ein 28,8 bis 32,5 m mächtiger soZM (DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007: Tab. 3) und ein – aus Kartierdaten abzuleitender – soZK von etwa 90 m gegenüber. Hier zeigt sich also wieder das zu Beginn beschriebene Überwiegen der Kyllburg-Schichten (Verhältnis 3:1). Kleinere lokale Unterschiede sind der unregelmäßigen erosiven Basisfläche des soZK zuzuschreiben. Etwas weiter südwestlich, bei Beilingen, verringert sich die Vorherrschaft des soZK ein wenig (etwa 35 m soZM zu 92 soZK). Bei der dortigen Mächtigungszunahme der Zwischenschichten hat wohl die Annäherung an die rheinische Saargauer Grabenzone eine Rolle gespielt (vgl. DITTRICH & LICHTENSCHIEDT 2007: Kap. 4).

Im Nordteil der Trierer Bucht fällt auf, wie sehr die absoluten Mächtigkeiten der Kyllburg-Schichten nach Norden hin zunehmen. Zunächst sind es noch 42 oder 43 m (Bitburger Brauerei, Erdorf). Nördlicher erscheinen dann 70–80 m (Säulenprofile bei MADER 1985a) oder 100 m (Profil Kyllburg–St. Thomas, MADER 1984b: Abb. 2), eventuell sogar 165 m (nordwestlich Bickendorf, HEITTELE 1979, 1984; vgl. Kap. 7.2.3). Die letztgenannten Profildaten entstammen alle der Region nördlich der Ardennen-Südrandzone (Abb. 15). Sie kennzeichnen den Raum nördlich außerhalb der variszisch streichenden Etteldorf-Schwelle, der strukturellen Fortsetzung des Manderscheid-Sattels (Kap. 7.2.3). Falls die ermittelten Werte zutreffen, so existieren dort generell höhere Mächtigkeiten, und das obwohl die Korngrößen nach Norden zu generell feiner wurden (Kap. 6.1 und 6.5) und die spätere Kompaktion der Abfolgen dementsprechend wirkungsvoller war.

Ausblick auf Teil III

Im Gesamttext dieser Arbeit sind sehr zahlreiche Ergebnisse zu den Faziesmustern, zu petrographischen Besonderheiten und zur Mächtigkeitsverteilung einzelner Buntsandstein-Abschnitte dargelegt worden. Häufig ließen sich daraus Hinweise zur Beckenkonfiguration ableiten. Eine zusammenfassende Betrachtung zur Rolle der Tektonik dabei wird erst im nächsten Jahresband erfolgen (Kap. 7.3: Werdegang der strukturell kontrollierten Beckenentwicklung). Dasselbe gilt für die zusammenfassende sequenzstratigraphische Ausdeutung (Kap. 8).

Schriften

- ANDRZEJEWSKI, A. & DITTRICH, D. (1983): Carte Géologique du Luxembourg 1 : 25 000. Feuille No 8, Mersch; Luxembourg (Service Géologique).
- ASHRAF, A. R. & STETS, J. (1978): Das Oberrotliegende und der Mittlere Buntsandstein bei Gladbach in ihren Beziehungen zum paläozoischen Sockel und zur Wittlicher Senke (SW-Eifel, Rheinisches Schiefergebirge). – Mainzer geowiss. Mitt., **6**: 5-34, 8 Abb., 1 Anl.; Mainz.
- BACKHAUS, E. (1974): Limnische und fluviatile Sedimentation im südwestdeutschen Buntsandstein. – Geol. Rdsch., **63**: 925-942, 14 Abb., 1 Tab., Stuttgart.
- BERNERS, H.-P. (1985a): Carte Géologique du Luxembourg 1 : 25 000. Feuille No 13, Remich; Luxembourg (Service Géologique).
- BOSOLD, A. (1996): Geologische Kartierung der Trier-Bitburger Bucht zwischen Hamm und Baustert/Südeifel (Blatt 5904 Waxweiler und Blatt 6004 Oberweis). – Dipl.-Kart. Univ. Bonn, 64 S., 13 Abb., 3 Tab.; Bonn – (unveröff.).
- BOURQUIN, S., PERON, S. & DURAND, M. (2006): Lower Triassic sequence stratigraphy of the western part of the Germanic Basin (west of Black Forest): Fluvial system evolution through time and space. – Sediment. Geol., **186**: 187-211, 11 Fig.; Amsterdam (Elsevier).
- COLBACH, R. (2003): Carte Géologique du Luxembourg 1 : 25 000. Feuille No 7, Rédange; Luxembourg (Service Géologique).
- DITTRICH, D. (1984): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Luxemburg 1 : 25 000 Blatt Nr. 8 Mersch. – Publ. Serv. Géol. Lux., **XXV**, 96 S., 30 Abb., 3 Taf.; Luxembourg.
- (1989): Beckenanalyse der Oberen Trias in der Trier-Luxemburger Bucht. Revision der stratigraphischen Gliederung und Rekonstruktion der Paläogeographie. – Publ. Serv. Géol. Lux., **XXVI**, 223 S., 6 Abb., 6 Tab., 8 Anl.; Luxembourg.
 - (2004): Die ardennische Trias- und Lias-Randfazies in der Trierer Bucht (Exkursionen B1 am 15. und B2 am 16. April 2004). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. **86**: 49-76, 8 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
 - (m. Beitr. v. GAD, J., SCHÄFER, P. & WEIDENFELLER, M.) (2011a): Geologische Karte der Trierer Bucht 1 : 50 000. Erläuterungen. – 70 S., 3 Abb., 3 Tab., 1 Beil.; Mainz (Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz).
 - (2011b): Schertektonik im mesozoischen Deckgebirge der südöstlichen Trier-Luxemburger Bucht – Teil I. – Mainzer geowiss. Mitt., **39**: 7-86, 36 Abb.; Mainz.
 - (2014): Schertektonik im mesozoischen Deckgebirge der südöstlichen Trier-Luxemburger Bucht – Teil IV. – Mainzer geowiss. Mitt., **42**: 27-98, 20 Abb., 2 Tab.; Mainz.
 - (2016): Kugelfelsen und Röhrenhöhlen als Spezialphänomene des Pfälzer Buntsandsteins. – Mainzer geowiss. Mitt., **44**: 73-148, 27 Abb., 3 Tab.; Mainz.
 - (2017): Marine Signale im höheren Buntsandstein der Trier-Luxemburger Bucht? Teil I: Auffällige Horizonte und besondere Faziesmerkmale. – Mainzer geowiss. Mitt., **45**: 7-92, 13 Abb., 1 Tab.; Mainz.
 - (im Druck a): Die gallo-ardennische Randfazies der Trias in der Südeifel und in Luxemburg. – In: HAUSCHKE, N., BACHMANN, G. H. & FRANZ, M. (Hrsg.): Trias. Aufbruch ins Erdmittelalter; München (Pfeil).
 - (im Druck b): Der Muschelkalk in der Trierer Bucht. – Kap. 9.11, 37 S., In: Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland. Muschelkalk. – Schr.-R. Dt. Ges. Geowiss., **91**; Hannover.
 - (in Vorb. a): Marine Signale im höheren Buntsandstein der Trierer Bucht? Teil III: Meeresspiegelhochstände und Tektonik als Steuerungsfaktoren der regionalen Sedimentation. – Mainzer geowiss. Mitt., **47**; Mainz.

- DITTRICH, D. (in Vorb. b): Geologische Karte des Saargaus 1 : 50 000. – Mainz (Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz).
- DITTRICH, D. & NORBISRATH, S. (2006): Konglomeratischer „Oberer“ Buntsandstein in den Forschungsbohrungen Roth/Our und Körperich (Südeifel) – stratigraphische Neubewertung und geologisches Umfeld. – Mainzer geowiss. Mitt., **34**: 73-112, 15 Abb.; Mainz.
- DITTRICH, D. & LICHTENSCHIEDT, E. (2007): Buntsandstein des östlichen Bitburger Beckens aus Kernbohrungen bei Spangdahlem (Südeifel). – Mainzer geowiss. Mitt., **35**: 81-134, 20 Abb., 3 Tab.; Mainz.
- DITTRICH, D., COLBACH, R. & FEIST-BURKHARDT, S. (in Vorb.): Oberer Buntsandstein und Unterer Muschelkalk der Kernbohrung Reisdorf – Stratigraphie, Lithofazies und Palynologie mit Rückschlüssen auf die Paläogeographie. – Publ. Serv. Géol. Lux., **XXXII**; Luxembourg.
- EDEL, J. B. (2008): Structure et nature du socle anté-permien du Bassin de Paris d’après les données gravimétriques et magnétiques. – Géochronique, **105**: 31-37; Paris.
- FRANSOLET, A. M. (1970): Analyse des minéraux argileux du Grès Bigarré du sondage de Mersch. – Publ. Serv. Géol. Lux., Bull. **3**: 15 p., 4 figs.; Luxembourg.
- GÉLY, J.-P. & HANOT, F. (Hrsg.), (2014): Le Bassin parisien. Un nouveau regard sur la géologie. – 229 S., zahlr. Abb. und Tab., 1 Anl.; Paris (AGPB).
- GIELISCH, H. (1989): Geologische Kartierung der Trias auf Blatt 6003 Mettendorf zwischen Hüttingen–Mettendorf–Niederraden. – Dipl.-Kart. Univ. Bochum, 79 S., 39 Abb., 5 Anl.; Bochum – (unveröff.).
- GITTINGER, K. (1964): Geologische Kartierung der Triasschichten zwischen Saar (Saarburg–Können) und Mosel (Timmels–Nittel). – Dipl.-Arb. Univ. Tübingen, 72 S., 25 Abb., 3 Anl.; Tübingen – (unveröff.).
- GREBE, H. (1887-1892): Geologische Spezialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten, 1 : 25 000 mit Erläuterungen.
Blatt Mettendorf Nr. 6003 (1891), Erläuterungen (1892) 12 S.,
Blatt Oberweis Nr. 6004 (1887), Erläuterungen (1892) 18 S.,
Blatt Trier Nr. 6205 (1888), Erläuterungen (1892) 30 S.;
Berlin (Kgl. preuss. geol. Landesanstalt).
- GREBE, H. (1894): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten, 1 : 25 000, Blatt Manderscheid Nr. 5906, 17 S.; Trier, Berlin (unveröff. Mskrt./Bibliothek LGB Mainz).
- GUILLAUME, L. (1941): Contribution à la stratigraphie et à la tectonique du Lias dans la Région de Thionville. Le „Fossé des Thionville“. – Bull. Soc. Géol. France, **11**: 35-73; Paris.
- HARY, H., BOCK, H., DITTRICH, D. & J. F. WAGNER (1984): Trias in Becken- und Randfazies im Luxemburger Gutland (Exkursion F am 26. und 27. April 1984). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **66**: 85-94, 4 Abb.; Stuttgart.
- HEITEL, H. (1964): Geologische Kartierung der Triasschichten zwischen Saar (Saarburg) und Mosel (Wincheringen–Nittel). – Dipl.-Arb. Univ. Tübingen, 47 S., 18 Abb., 3 Anl.; Tübingen – (unveröff.).
- (1979): Vergleich zweier Buntsandsteinprofile am SE- und NW-Rand der Bitburger Triasmulde. – Clausthaler geol. Abh., **30**: 62-73, 3 Abb.; Clausthal-Zellerfeld.
 - (1984): Geologische Profile (Oberrotliegendes bis Unterer Keuper, Quartär) und ingenieurgeologische Aspekte zu Autobahnteilstücken in der Umgebung von Trier und Bitburg. – Mainzer geowiss. Mitt., **13**: 237-260, 6 Abb.; Mainz.
- KATTAWI, Z. (1969): Untersuchungen im Buntsandstein der nördlichen Trierer Bucht (auf Grund einer Kartierung 1: 25.000). – Dipl.-Arb. Univ. Heidelberg, 49 S., 8 Abb., 1 Kte.; Heidelberg – (unveröff.).

- KÖHLE, H. (1968): Geologische Kartierung der Trias zwischen Bettendorf und Vianden im Nordosten Luxemburgs. – Dipl.-Arb. Univ. Tübingen, 67 S.; Tübingen – (unveröff.).
- KREMB-WAGNER, F. (1996): Zur Geologie und Hydrogeologie der Trier-Bitburger Mulde. – Schr.-R. Schiefer-Fachverband Deutschland, Sonderband **1996**: 1-130, 29 Abb., 21 Tab., 2 Anl. (auch Diss. Univ. Trier); Bonn.
- LEISCHNER, K. (1988): Geologische Kartierung der Trias zwischen Roth a. d. Our, Körperich, Niedersiegen und Ammeldingen (Blatt 6003 Mettendorf, Blatt 6103 Wallendorf). – Dipl.-Kart. Univ. Bochum, 75 S., 8 Abb., 6 Anl.; Bochum – (unveröff.).
- LEPPLA, A. (1908): Geologische Spezialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten, 1 : 25 000, Blatt Waxweiler Nr. 5904, Blatt („Kilburg“) Kyllburg Nr. 5905, mit Erläuterungen. – 36 S. bzw. 31 S.; Berlin (Kgl. preuss. geol. Landesanstalt).
- LGB (Landesamt für Geologie und Bergbau) (Hrsg.) (2005): Geologie von Rheinland-Pfalz: 400 S., 162 Abb., 36 Tab., 3 Anl.; Stuttgart (Schweizerbart).
- LGB & LUWG (Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz & Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz) (Hrsg.) (2010): Hydrogeologische Kartierung Bitburg-Trier: 134 S. Erl., 35 Abb., 7 Tab., 19 Anl.; Mainz.
- LICHTENSCHIEDT, E. (1999): Zur Geologie der Umgebung von Daufenbach unter besonderer Berücksichtigung des „Devonaufbruches“ an der Deimlinger Mühle (Südeifel, Trier-Bitburger Senke). – Dipl.-Kart. + Dipl.-Arb. Univ. Bonn, 81 S., 49 Abb., 5 Tab., 5 Anl.; Bonn – (unveröff.).
- Lucius, M. (1941): Beiträge zur Geologie von Luxemburg. Die Ausbildung der Trias am Südrande des Öslings. – Publ. Serv. Géol. Lux., III: 3-275, 11 Abb., 2 Taf.; Luxembourg.
- (1948): Erläuterungen zu der Geologischen Spezialkarte Luxemburgs. Das Gutland. – Publ. Serv. Géol. Lux., V, 405 S., 30 Abb., 10 Tab., 4 Taf.; Luxembourg.
- MADER, D. (1979): Stratigraphie und Faziesanalyse im Buntsandstein der Westeifel. – Diss. Univ. Heidelberg, 293 S., 96 Abb., 8 Taf., 2 Anl.; Heidelberg.
- (1980a): Äolische und fluviatile Sedimentation im Mittleren Buntsandstein der Westeifel. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **160**: 1-41, 9 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- (1980b): Paläowindrichtungen und Paläoströmungsrichtungen im Mittleren Buntsandstein der Westeifel. – Geol. Rdsch., **69**: 922-942, 7 Abb.; Stuttgart.
- (1980c): Petrographie und Genese der Bröckelbänke im Oberen Buntsandstein der Westeifel. – Oberrhein. geol. Abh., **29**: 1-28, 6 Abb., 3 Tab., 3 Taf.; Karlsruhe.
- (1980d): Vulkanische Gesteinsbruchstücke im Buntsandstein der Westeifel. – N. Jb. Miner. Mh., **1980**: 314-321; Stuttgart.
- (1981a): Äolische und fluviatile Sedimentation im Mittleren Buntsandstein der Südeifel. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **161**: 354-407, 12 Abb.; Stuttgart.
- (1981b): Diagenesis of the Buntsandstein (Lower Triassic) in Western Eifel (Germany). – N. Jb. Miner. Abh., **142**: 1-26, 3 Taf.; Stuttgart.
- (1981c): Fluviatile Sedimentation im Oberen Buntsandstein der Westeifel. – Z. dt. geol. Ges., **132**: 383-420, 7 Abb., 2 Taf.; Hannover.
- (1982): Sedimentologie und Genese des Buntsandsteins in der Eifel. – Z. dt. geol. Ges., **133**: 257-307, 10 Abb., 5 Tab., 3 Taf.; Hannover.
- (1983): Lakustrische Sedimentation im Mittleren Buntsandstein der Südeifel. – Mainzer geowiss. Mitt., **12**: 217-260, 18 Abb.; Mainz.
- (1984a): Entstehung der fluviatilen Sedimente in der grobklastischen Marginalfazies im Oberen Buntsandstein von Luxemburg. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **168**: 23-86, 12 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- (1984b): Fluviatile Sedimentation im Wechsel mit Pedogenese in der Marginalfazies der

- Zwischenschichten im Oberen Buntsandstein von Luxemburg. – *Oberrhein. geol. Abh.*, **33**: 15-66, 9 Abb., 2 Tab.; Karlsruhe.
- (1985a): Aspekte der Stratigraphie und Ablagerungsgeschichte des Buntsandsteins in der Eifeler Nord-Süd-Zone (Deutschland und Luxemburg). – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, N.F. **67**: 199-242, 12 Abb.; Stuttgart.
 - (1985b): Fluvial conglomerates in continental Red Beds of the Buntsandstein (Lower Triassic) in the Eifel (F.R.G.) and their palaeoenvironmental, palaeogeographical and palaeotectonic significance. – *Sedimentary Geology*, **44**: 1-64, 15 Abb., 2 Tab., 5 Taf., Amsterdam (Elsevier).
- MAYER, W. (1968): Geologische Kartierung der Trias nördlich Diekirch zwischen Sauer und Bles. – Dipl.-Arb. Univ. Tübingen; Tübingen – (unveröff.).
- MEYER, W. (1994): Geologie der Eifel: 3. Aufl., XV + 618 S., 154 Abb., 13 Tab., 2 Beil.; Stuttgart (Schweizerbart).
- MEYERING, M. (1985): Geologische Kartierung der Trias im Gebiet der Nims zwischen Ehlenz-Ließem–Nattenheim auf Bl. 5904 Waxweiler und Bl. 5905 Kyllburg. – Dipl.-Kart. Univ. Bochum, 61 S., 15 Abb., 3 Anl.; Bochum – (unveröff.).
- MÜLLER, E. M. & KONZAN, H. P. (1989): Erläuterungen zur Geologischen Karte des Saarlandes (mit Beiträgen von H. ENGEL und A. MIHM). 46 S., 14 Abb.; Saarbrücken (Geologisches Landesamt des Saarlandes).
- MÜLLER, E. M. & SCHRÖDER, E. (1960): Zur Gliederung und Altersstellung des linksrheinischen Buntsandsteins. – *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **88**: 246-265, 3 Abb.; Wiesbaden.
- MÜLLER, H. S. (2006): Geologische Kartierung in der Trier-Bitburger Bucht im Raum Gondorf-Röhl-Philippsheim (Blatt 6005 Bitburg, Südeifel). – Dipl.-Kart. Univ. Bonn, 67 S. + Anh., 27 Abb., 2 Tab., 3 Anl.; Bonn – (unveröff.).
- MÜLLER, R. (1989): Die Ausbildung der Trias westlich der unteren Alzette bei Ettelbruck (Luxemburg). – Dipl.-Arb. Univ. Bonn, 113 S., 46 Abb., 4 Anl.; Bonn – (unveröff.).
- NEGENDANK, J. F. W. (1974): Trier und Umgebung. – *Slg. geol. Führer*, **60**, 1. Aufl., 116 S., 21 Abb., 5 Tab., 3 Ktn., 1 Anl.; Berlin, Stuttgart (Borntraeger).
- (1983): Trier und Umgebung. – *Slg. geol. Führer*, **60**, 2. Aufl., 195 S., 29 Abb., 6 Tab., 3 Taf., 2 Anl.; Berlin, Stuttgart (Borntraeger).
- NEGENDANK, J. F. W., WAGNER, W. & KREMB-WAGNER, F. (1989): Ergebnisse der geologisch-hydrogeologischen Untersuchungen im unteren Kylltal. Erläuterungen der Univ. Trier zur Geologischen und Hydrogeologischen Karte vom Trinkwasserprojekt Kylltal: 63 S., 4 Abb.; Trier – (unveröff.).
- NORBISRATH, S. (2001): Geologische Kartierung am NW-Rand der Trier-Bitburger Bucht zwischen Vianden/Luxemburg, Körperich und Geichlingen/Südeifel (TK 25 Blatt 6003 Mettendorf). – Dipl.-Kart. Univ. Bonn, 71 + XIII S., 32 Abb., 5 Anl.; Bonn – (unveröff.).
- OEHMS, S. (2006): Geologische Kartierung in der Trier-Bitburger Bucht im Raum Beilingen-Speicher (Blatt 6005 Bitburg, Südeifel). – Dipl.-Kart. Univ. Bonn, 60 S. + Anh., 21 Abb., 3 Anl., Bonn – [unveröff.].
- PAAS, N. (1993): Zur Permotrias im südlichen Meulenwald bei Föhren (SW-Eifel, Rheinisches Schiefergebirge). – Dipl.-Arb. Univ. Bonn, 116 S., 64 Abb., 10 Tab., 2 Anl.; Bonn – (unveröff.).
- PETERS, F. (1985): Zur Geologie der Umgebung von Tawern/Saar unter besonderer Berücksichtigung der Sedimentpetrographie und Paläogeographie des Oberen Buntsandsteins. – Dipl.-Arb. Univ. Bonn, 116 S., 64 Abb., 10 Tab., 2 Anl.; Bonn – (unveröff.).
- PIEPER, U. (1988): Geologische Kartierung der Trias zwischen Geichlingen, Körperich und Hüttingen (Blatt 6003 Mettendorf). – Dipl.-Kart. Univ. Bochum, 60 S., 12 Abb., 4 Anl.; Bochum – (unveröff.).

- POMEROL, Ch. (1974): Le bassin de Paris. – In: DEBELMAS, J. (Hrsg.): Géologie de la France. Vol. 1: Vieux massifs et grands bassins sédimentaires: 230-258, Fig. 97-114; Paris (Doin).
- RATZKE, B. (1986): Beiträge zur Geologie am südwestlichen Hunsrückrand bei Saarburg unter besonderer Berücksichtigung der Permotrias. – Dipl.-Arb. Univ. Bonn, 142 S., 62 Abb., 1 Taf., 5 Anl.; Bonn – (unveröff.).
- RIBBERT, K.-H. (2013): Buntsandstein im Raum Mechernich und angrenzenden Gebieten. – In: Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland XI. Buntsandstein: 457-465, 4 Abb. – Schr.-R. dt. Ges. für Geowiss., **69**, 657 S.; Hannover.
- SCHINTGEN, T. & FÖRSTER, A. (2013): Geology and basin structure of the Trier-Luxembourg Basin – implications for the existence of a buried Rotliegend graben. – Z. dt. Ges. Geowiss., **164**: 615-637, 7 Abb., 2 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart).
- SCHRADER, F. (1981): Zur Geologie der Umgebung von Heckenmünster (SW-Eifel, Rheinisches Schiefergebirge). – Dipl.-Arb. Univ. Bonn, 91 S., 28 Abb., 11 Anl.; Bonn – (unveröff.).
- (1990): Gliederung, Lagerung und Verbreitung von Rotliegend und Mittlerem Buntsandstein im östlichen Trierer Raum. – Z. dt. geol. Ges., **141**: 49-59, 5 Abb.; Hannover.
- SCHRÖDER, E. (1952): Die Trierer Bucht als Teilstück der Eifeler Nord-Süd-Zone. – Z. dt. geol. Ges., **103** (1951): 209-215, 3 Abb.; Hannover.
- SCHRÖDER, J. (1964): Geologische Kartierung der Triasschichten zwischen Mosel (Timmels-Konzerbrück) und Saar (Könen-Mündung). – Dipl.-Arb. Univ. Tübingen, 55 S., 17 Abb., 1 Taf., 2 Anl.; Tübingen – (unveröff.).
- SCHRÖDER, M. (1985): Geologische Spezialkartierung der Trias zwischen Utscheid-Baustert-Olsdorf (Blatt 6004 Oberweis). – Dipl.-Kart. Univ. Bochum, 50 S., 13 Abb., 2 Anl.; Bochum – (unveröff.).
- SCHWARZ, H.-U. (1977): Sedimentationszyklen und stratigraphisch-fazielle Probleme der Randfazies des Unteren Muschelkalkes (Kernbohrung Mersch/Luxemburg). – Geol. Rdsch., **66**: 34-61, 10 Abb.; Stuttgart.
- STETS, J. (1995): Die Rolle der „Quarzschwelle von Mettlach-Sierck“ im Mittleren Buntsandstein des Saargaus (Südwestliches Rheinisches Schiefergebirge). – Mainzer geowiss. Mitt., **24**: 217-236, 7 Abb.; Mainz.
- (2004): Geologische Karte der Wittlicher Rotliegend-Senke 1: 50 000. Erläuterungen. 82 S., 7 Abb., 1 Anl.; Mainz (Landesamt für Geologie und Bergbau).
- (2013): Buntsandstein im Trier-Bitburg-Becken und dessen Umfeld (Südwest-Eifel und West-Hunsrück). – S. 467-486, 3 Abb., 1 Tab., In: Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland XI. Buntsandstein. – Schr.-R. Dt. Ges. Geowiss., **69**, 657 S.; Hannover.
- WAGNER, B. & DITTRICH, D. (2010): Profilschnitte A–A' bis F–F'. – In: LGB (Landesamt für Geologie und Bergbau) & LUWG (Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz) (Hrsg.) (2010): Hydrogeologische Kartierung Bitburg-Trier. 134 S., zahlr. Abb., 7 Tab., 19 Anl., Mainz.
- WAGNER, J. F. (1982): Stratigraphische und sedimentpetrographische Untersuchungen in der Randfazies der Trias Luxemburgs. – Diss. Univ. Innsbruck, 182 S.; Innsbruck – (unveröff.).
- (1989): Paläogeographische Entwicklung der triadischen Randfazies Luxemburgs. – Z. dt. geol. Ges., **140**: 311-331, 10 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Hannover.
- WAGNER, W., NEGENDANK, J. F. W., FUCHS, G. & MITTMAYER, H. G. (1983): Geologische Übersichtskarte Rheinisches Schiefergebirge SW-Teil 1 : 100 000 (mit Abbaustellen der Steine-Erden-Rohstoffe). – 1. Aufl.; Mainz (Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz).

- WAGNER, H. W., KREMB-WAGNER, F., KOZIOL, M. & NEGENDANK, J. F. W. (2012): Trier und Umgebung. Geologie der Süd- und Westeifel, des Südwest-Hunsrück, der unteren Saar sowie der Maarvulkanismus und die junge Umwelt- und Klimageschichte. – *Slg. geol. Führer*, **60**, 3. völlig neu bearb. Aufl., X + 396 S., 170 Abb., 13 Tab., 1 Kte.; Stuttgart (Borntraeger).
- WEIDENFELLER, M., LÖHR, H. & WEILER, H. (2004): Quartärgeologie, Hydrogeologie und Geoarchäologie in den Tälern von Mosel und Saar (Exkursion G am 16. April 2004). – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F.* **86**: 203-235, 16 Abb., 6 Tab.; Stuttgart.
- WEILER, H. (1972): Ergebnisse von Bohrungen im Buntsandstein im Raume Trier–Bitburg. – *Mainzer geowiss. Mitt.*, **1**: 198-227, 10 Abb.; Mainz.
- (1991): Das Grundwasser in der Bitburger Trias-Mulde, Beschreibung eines Aquifers, neue Ergebnisse. – *Mainzer geowiss. Mitt.*, **20**: 9-42, 16 Abb., 3 Tab.; Mainz.
- WIEBEL, M. (1968): Über die Trias am Südrand der Luxemburger Ardennen. – *Oberrhein. geol. Abh.*, **17**: 165-192, 11 Abb.; Karlsruhe.
- WILBS, B. (1987): Geologische Kartierung der Trias im Gebiet von Olsdorf–Utscheid–Mettendorf. – *Dipl.-Kart. Univ. Bochum*, 50 S., 10 Abb., 1 Tab., 2 Anl.; Bochum – (unveröff.).
- WILDE, A. (2001): Geologische Kartierung in der Trier-Bitburger Bucht zwischen Geichlingen, Sinspelt und Mettendorf (Blatt 6003 Mettendorf). – *Dipl.-Kart. Univ. Bonn*, 52 S. + Anh., 9 Abb., 3 Tab., 4 Anl.; Bonn – (unveröff.).
- ZITZMANN, A. & GRÜNIG, S. (Hrsg.) (1987): Geologische Übersichtskarte 1 : 200 000, Blatt CC 6302, Trier. 1. Aufl.; Hannover (BGR).

Manuskript eingegangen am 18.6.2018

Anschrift der Autorin:

Dr. DORIS DITTRICH,
Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz,
Emy-Roeder-Str. 5, D – 55129 Mainz;
E-Mail: doris.dittrich@lgb-rlp.de