

Zur Oberkarbonflora in der Bohrung Jessen 1Z/62 bei Wittenberg (Sachsen-Anhalt)

ARIBERT KAMPE¹, STEPHAN SCHULTKA¹, EBERHARD KAHLERT¹, BODO-CARLO EHLING²

¹ Stiftung Museum für Naturkunde, Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung an der Humboldt-Universität zu Berlin, Invalidenstraße 43, D-10115 Berlin

² Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Köthener Str. 34, D-06118 Halle

Schlüsselworte: Saale-Senke, Westfal D, Stefan, Roitzsch-Formation, paralischer Einfluß, Flora, Lithologie

Keywords: Saale depression, Westphalian D, Stéphanien, paralic influence, flora, lithology

Zusammenfassung

Die Nachuntersuchung der Bohrung Jessen 1 Z/62 im Rahmen der Tiefenkartierung im südöstlichen Sachsen-Anhalt ergab, dass die fossilführenden Schichten zwischen Teufe 1050,40 m und 1202,0 m in das höhere Westfal D eingestuft werden müssen. Damit wird eine Neudefinition der Roitzsch-Formation notwendig. Floristisch kann Stefan nicht belegt werden, ist aber aus lithologischer Sicht höchst wahrscheinlich. Eine paläobotanische Beziehung zum Zwickauer Becken liegt nahe. Paralische Einflüsse in diesem Teilbecken des Saale-Senkungsgebietes zwischen Wittenberg und Torgau sind nicht belegbar. Die Obergrenze des Westfals dürfte bereits bei 1050,40 m und nicht erst bei 1065,30 m Teufe liegen, d.h. erstmalig konnte (sekundär?) rotgefärbtes Westfal D im Bereich der Saale-Senke nachgewiesen werden.

Abstract

The sediments of the drilling Jessen 1Z/62 between 1050,40 m and 1202,0 m are of Westphalian D age. Therefore it is necessary to redefine the so called Roitzsch formation. Stephanian is not verified by plant fossils but is most likely by lithological reasons. Palaeontological relationships to the Zwickau Basin are obvious; therefore paralic influence is unverifiable in this part of the Saale depression between Wittenberg and Torgau. The upper boundary of the Westphalian is located by 1050,40 m, while former authors were opting for the depth of 1065,30 m. So at the first time reddish (secondary coloration) Westphalian D is demonstrated around the Saale depression.

1. Einleitung

Im Rahmen der Bearbeitung von Bohrungen zwischen Bitterfeld, Dessau und Wittenberg

zur Tiefenkartierung im südöstlichen Sachsen-Anhalt wird vermutliches Karbon lithologisch und paläobotanisch näher untersucht. Dabei konnten in bisher biostratigraphisch nicht näher eingestuften Abfolgen fossile Pflanzen gefunden werden, die Ober- und Unterkarbon-Alter belegen. Vorrangig handelt es sich dabei um Namur A-Floren, weitaus seltener ist Westfal belegbar. Die bisher bekannten Vorkommen wurden von REMY (1975) und KAHLERT & SCHULTKA (2000) in das Westfal A/B (Bohrungen Söllichau 1/60 und Rösasusedlitz 11/83*) sowie von DABER (1963) in das Westfal C/D (Bohrung Jessen 1Z/62) eingestuft. Von STEINBACH (1990) wurden die vorwiegend grobklastischen Sedimente dieser Vorkommen und lithologisch ähnliche Abfolgen ohne Flora bei Bitterfeld sowie am südöstlichen Rand der Saale-Senke vorläufig als Roitzsch-Söllichau-Folge bezeichnet. GAITZSCH et al. (1998) stellen diese Folge dann unter der Bezeichnung Roitzsch-Formation in das Westfal B/C, lassen die Formation in ihrer Abb. 3 (im Gegensatz zur Abb. 9) aber offensichtlich bereits im Westfal A beginnen. Die Autoren stützen sich dabei ausdrücklich auf eine Neueinstufung der Bohrung Jessen 1 Z/62 in das Westfal C. SCHWAB & EHLING (2008) übernehmen den Formationsbegriff und sprechen von Westfal A-C-Alter.

Während die Namur-A Floren an die Vorkommen in Oberschlesien relativ gut

*In der Publikation von KAHLERT & SCHULTKA (2000) fälschlicherweise als Rösasusedlitz 11/63 bezeichnet

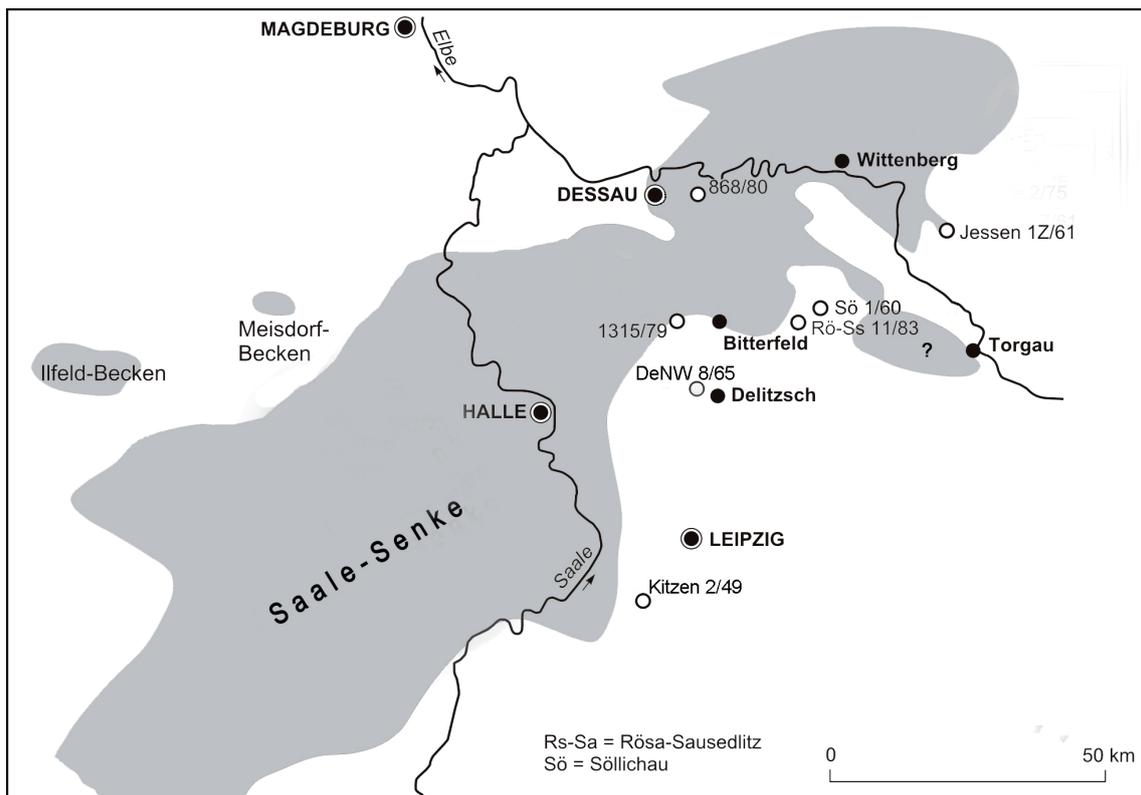


Abb. 1 Vermutete heutige Verbreitung der Stefan-Sedimente im NE-Teil der Saale-Senke mit Bohrungen, in denen sicher Westfal paläobotanisch belegt ist (ergänzt nach SCHWAB & EHLING 2008).

angeschlossen werden konnten, ist ein überregionaler Vergleich mit den bisher nachgewiesenen Westfal-Vorkommen am Ostrand der stefanischen Saale-Senke¹⁾ bzw. südlich der Mitteldeutschen Kristallinzone (MKZ) deutlich schwieriger, was auch für die Zuordnung der Vorkommen untereinander gilt.

Zwei der bisher beschriebenen Vorkommen liegen zwischen Bitterfeld und Torgau. Sie haben Abfolgen des Westfal A/B erschlossen, wie REMY (1975) in der Bohrung Söllichau 1/60 und KAHLERT & SCHULTKA (2000) in der Bohrung Rösa-Sausedlitz 11/83 nachgewiesen haben. Südöstlich von Wittenberg soll dagegen nach Daber (1963) in der Bohrung Jessen 1Z/62 eine jüngere Westfal-Flora (Westfal C/D) auftreten.

Für eine vergleichende Betrachtung neu nachgewiesener Westfal-Floren östlich von Dessau war es erforderlich, die Flora der Bohrung Jessen 1Z/62 zu überarbeiten; nicht zuletzt, weil GAITZSCH et al. (1998) ohne nähere Erläuterung die bisherige stratigraphische Einstufung der Jessen 1Z/62 in das Westfal C/D dahingehend modifiziert haben, dass nunmehr nur noch Westfal C in der Bohrung auftreten soll.

Darüber hinaus ist die lithologische Erfassung der Bohrung Jessen 1Z/62 wichtig, um die Fazies und die mögliche Verbreitung fossiliferer Abfolgen in der Region, die als Westfal angesprochen werden, beurteilen zu können.

¹⁾ Die Bearbeiter benutzen weiterhin den klassischen Begriff „Saale-Senke“ (nicht Saale-Bekken i.S. von SCHWAB & EHLING 2008) als größeren, übergreifenden Senkungsraum, weil sich dadurch die sehr differenziert ausgebildeten Molassen unterschiedlichen Alters leichter deuten lassen.

2. Geologische Position, Bearbeitungsstand und unsere Untersuchungen

Die Bohrung Jessen 1Z/62 liegt nordöstlich des Elbelineaments bei Wittenberg. Nach SCHNEIDER (1996) gehört der Bereich um die Bohrung zum NE-Rand der asturisch angelegten Saale-Senke, einem NE-SW streichenden Sedimentationsraum des Stefans bis Oberrotliegenden, der mit ca. 150 km Länge und ca. 90 km Breite am SW-Rand des Thüringer Beckens beginnt und sich über Erfurt sowie den Raum Halle-Leipzig bis zur Elbe fortsetzt. Nach KATZUNG & KRULL (1984) sowie nach GAITZSCH et al. (1998) geht dieser Sedimentationsraum in die oberkarbone Vorsenke über.

Die Bohrung wurde von ERZBERGER (unveröffentl., 1967) dokumentiert und ausgewertet. Die von ihm aufgefundene Flora hat DABER (1963, 1969) bearbeitet und stratigraphisch eingestuft (s.u.). Bei einer von REMY & KAMPE im Jahre 1994 erfolgten Durchsicht der hinterlegten Belege wurde festgestellt, dass eine Neubearbeitung der Flora zu neuen Ergebnissen führen könnte.

RÖSSLER (1995) dokumentierte die Bohrung Jessen 1Z/62 lithologisch erneut und leitete daraus zusammen mit anderen Bohrungen das Litho- und Biofaziesmuster einer kontinentalen Entwicklung ab. Alter und Grenzen hat er weitgehend von ERZBERGER (unveröffentl. 1967) und DABER (1963) übernommen, ausgenommen die Westfal-Stefan-Grenze, die er 1,8 m höher legt. GAITZSCH et al. (1998) übernehmen diese lithologischen Grenzen ebenfalls, ändern aber das Alter der Sedimente von Westfal C/D in Westfal C, ohne dafür neue paläontologische Fakten zu nennen.

Nunmehr wurden die vorhandenen Kerne von 1000,0 m bis 1202,40 m und alle in den verschiedenen Sammlungen (MfN, BGR-Berlin u. Lithothek TU Freiberg) zugänglichen Proben noch einmal dokumentiert, um zu ermitteln, ob die Gesteine mit anderen Vorkommen im o.g. Raum vergleichbar sind. Darüber hinaus sollte geprüft werden, ob die stratigraphischen Grenzziehungen zwischen Westfal und Stefan bei Teufe 1065,30 m nach

ERZBERGER und 1063,50 m nach RÖSSLER berechtigt sind und ob noch weitere bestimmbar Florenreste die stratigraphische Einschätzung bestätigen oder nicht.

Nach Untersuchungen von ERZBERGER (unveröffentl. 1967) hat die Bohrung Jessen 1Z/62 unter Känozoikum, Mesozoikum und Zechstein molassoide Sedimente des Rotliegenden, Stefans und Westfals erschlossen. Da das Profil bisher nicht publiziert ist, hier eine Kurzfassung nach ERZBERGER:

- 93,10 m Pleistozän
- 176,10 m Tertiär
- 558,40 m Trias, Buntsandstein
- 667,85 m Zechstein
- 570,80 m Aller- u. Leine-Serie
- 608,00 m Staßfurt-Serie (mit Auslaugung – kein Salz)
- 667,85 m Werra-Serie, mit Äquivalenten vom Anhydrit bis 644,0 m, Zechstein-Kalk bis 663,30 m, Zechstein-Mergel bis 667,50 m und Kupferschiefer bis 667,85 m
- 683,30 m Oberrotliegend (Saxon II)
- 721,20 m Rotliegend (?Saxon), an Basis Erosionsdiskordanz
- 761,70 m tiefes Rotliegend oder Siles (5,95 m Kern, ab 726,60 m bis 1000,30 m mit Meißel gebohrt und nur wenige Kontrollkerne)
- 1065,30 m Stefan, Äquivalente der Mansfeld-Schichten, ab 1000,30 m Kernbohrung,
- 1202,40 m Westfal C/D, ~ Grillenberg-Schichten (hoher Kernverlust in Schluffsteinlagen)
- 1231,60 m (Et) Paläoandesit und Tuff ohne Altersangabe

Von ERZBERGER wurden die lithologischen Einheiten wie auch die Grenzen im o.g. Kurzprofil weitgehend nach den geophysikalischen Bohrlochmessungen festgelegt. Das gilt auch für die Grenzlegung von Westfal zu Stefan bei 1065,30 m, wobei sich ERZBERGER zusätzlich (unveröffentl. 1967) auf den Farbwechsel bei den Sedimenten von rot zu grau in diesem Teufenabschnitt und offensichtlich auf DABER (1963) stützte. Dieser hatte bei Teufe 1051,50 m *Odontopteris genuina* bestimmt und daraus auf ein stefanisches Alter der Schichten geschlossen.

RÖSSLER (1995) konnte bei seiner detaillierten Durchsicht der Kerne über die Funde von ERZBERGER hinaus keine weiteren bestimm- baren Pflanzenreste finden, die für stratigra- phische Aussagen nutzbar wären. Er gliedert die gesamte Abfolge in Zyklen und legt sei- ne Grenzen vornehmlich nach lithologischen Befunden fest. So wird die Gesteinsabfolge im Westfal von einer „Grobklastika dominier- ten, alluvialen fan-/braided river Sequenz“ gebildet. Diese wird aus etwa 10 m mächtigen „fining up-Zyklen komponentengestützter Konglomerate mit gerundeten Geröllen“ auf- gebaut. Das Geröllspektrum aller Konglome- rate ist nach ERZBERGER und RÖSSLER gleich. ERZBERGER (unveröffentl., 1967) nennt Milch- quarze, schwarzgraue Quarzite, geschieferte Kieselgesteine und Arkosen sowie im Kern- marsch bis 1177,80 m ein 4 x 5 cm großes Q-Fsp-Gestein (?Granitoid) und ein Quarz- Porphyrgeröll. Nach RÖSSLER (1995) bestehen die Hauptkomponenten, die vereinzelt bis 7 cm Ø erreichen, aus graugrünen Quarziten, Lyditen, Metamorphiten sowie Gangquarzen. Für den Abschluss der Zyklen gibt Rössler geringmächtige feinsandige Schluffsteine an, teilweise mit gut entwickelten Wurzelböden.

Den letzten Zyklus im Westfal lässt RÖSSLER (1995) mit einem 1,7 m mächtigen schwarz- grauen Feinsandstein bei 1063,50 m enden. Die nach geringem Kernverlust einsetzende „fluviale Rotfazies-Folge feinsandiger, z.T. bioturbater Schluffsteine, in der nur selten geringmächtige Konglomerat-Körper einge- schaltet sind“, wird von RÖSSLER bereits in das Stefan gestellt.

Der Unterschied der Grenzfestlegung zwi- schen den beiden Bearbeitern liegt somit le- diglich darin, dass ERZBERGER seine Grenze an die Oberkante des letzten ausgeprägten Kon- glomerates legt, während RÖSSLER als Grenze den Abschluss eines seiner Zyklen benutzt.

Auf einen sehr hohen Inkohlungsgrad schließt DABER (1963) völlig überzeugend aus dem Auftreten von Gümbelit auf den Pflan- zenabdrücken und vergleicht mit dem Inkoh- lungsgrad der Anthrazitkohlen des Obervisé's von Doberlug-Kirchhain. Diese Aussage wird

allerdings durch später durchgeführte Refle- xionsmessungen überraschenderweise einge- schränkt. Die Werte - gemessen an 5 Proben aus Teufen zwischen 1061,50 m und 1184,20 m - liegen nämlich lediglich zwischen 1,38 bis 1,97%, nur ein Wert erreicht zumindest 2,25%. Somit handelt es sich hier um Fett- bis Esskohle und nicht um Magerkohlen bis Me- taanthrazite wie ursprünglich vermutet.

Mikrofloristische Untersuchungen an 14 Proben mittels Dünnschliffen waren negativ, d.h. sie enthielten angeblich wegen des „zu hohen Inkohlungsgrades“ keine identifizierbaren Mikrofossilien (DÖRING 1966).

3. Lithologische Bemerkungen über die Abfolge von 1202,40 m bis 1000,30 m

Im Rahmen eines internen Berichtes für das Landesamt für Geologie und Bergwe- sen Sachsen-Anhalt (KAHLERT, KAMPE & SCHULTKA 2009) wurde das sedimentäre Pa- läozoikum ab etwa 1000 m in der Bohrung Jessen 1 Z/62 nochmals genauer untersucht. Weitgehend konnten die Beobachtungen von RÖSSLER (1995) bestätigt werden. Die Ergeb- nisse sind in Form eines graphischen Profils dargestellt (Abb. 2).

Die sedimentäre Abfolge über dem Vulkanit beginnt mit einem Aufbereitungshorizont bei Teufe 1202,0 m und nicht, wie in dieser Ge- gend weit verbreitet, mit einem Konglome- rat, das dem Grundgebirge aufliegt. Darüber folgen dann etwa 20 m mächtige mittel- bis grobkörnige feldspatführende Sandsteine, in denen ab Teufe 1195 m wenige geringmäch- tige Feinsandsteine mit Wurzeln und Wurzel- böden auftreten. Erst ab Teufe 1177,30 m set- zen Konglomerate ein, die bis etwa 1050,4 m vorherrschend sind. Sie zeigen das bereits von Erzberger (unveröffentl. 1967) beschriebene und von RÖSSLER (1995) bestätigte einheitli- che Geröllspektrum. Die Mächtigkeiten der Grobklastite schwanken stark und erreichen maximal etwa 40 m. In diesen Grobklastiten sind mehrfach schwarzgraue Schluff- und Feinsandsteine von wenigen dm-Mächtig- keiten entwickelt, nur zwei Lagen erreichen

Bohrung Jessen 1/1962

Geologisches Profil mit Florafunden und Gamma-Messung
Ausschnitt 1000,0 m bis 1231,6 m

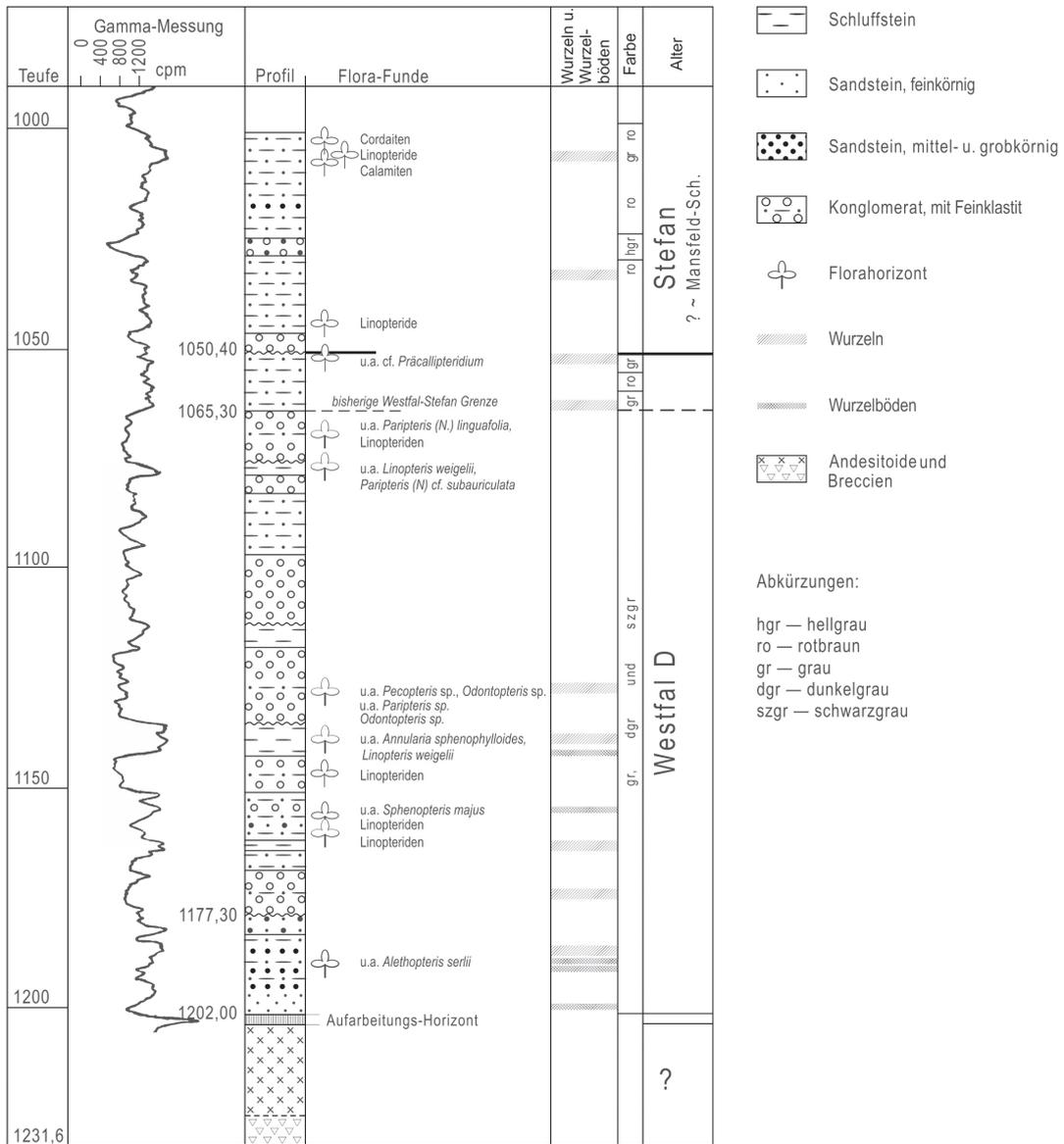


Abb. 2 Profil der Bohrung Jessen 1Z/62 ab 1231,60 (Et) m bis 1000,30 m mit Lage der Funde fossiler Pflanzen, Verbreitung von Wurzeln und digitalisierter Gamma-Kurve.

annähernd 8 m und 14 m. Vor allem in den mächtigeren Horizonten im tieferen Teil des Profils bis ca. 1137 m treten Wurzeln und Wurzelböden mehrfach auf. Hinweise auf Brandschiefer oder gar Steinkohlenflöze konnten nicht beobachtet werden, was auch die geophysikalischen Bohrlochmessungen bestätigen.

Ab der Teufe 1065,30 m treten dann Schluff- und Feinsandsteine auf, die überwiegend violettgrau bis rotbraun gefleckt sind. An der Unter- bzw. Oberkante sind sie auf etwa 2 m dunkelgrau gefärbt. In diesen grauen Schichten, die lithologisch den Sedimenten im Liegenden sehr ähneln, finden sich wiederholt Durchwurzungen und bei 1051,50 m die bereits genannte „*Odontopteris genuina*“ zusammen mit vereinzelt Appendices.

Im weiteren Hangenden bei Teufe 1050,40 m tritt dann ein hellrotbraunes, etwa 3,40 m mächtiges Konglomerat auf. Es zeigt teilweise gut gerundete fein- bis mittelkiesige Gerölle, selten werden Durchmesser bis 5 cm erreicht. Neben den aus den tieferen Schichten bekannten Geröllkomponenten, wie grünlichen Grauwacken, Milchquarzen, eckigen Lyditen und rotbraunen Quarziten, treten annähernd 1 cm große Porphyrgerölle hinzu. Vor allem die größeren Gerölle lösen sich häufig aus dem Verband.

Damit unterscheiden sich diese Konglomerate deutlich von denen im Liegenden durch die Zusammensetzung der Komponenten, der Farben und durch ihren Verfestigungsgrad.

Zwischen 1047,0 m und 1000,30 m sind rotbraune Schluff- und Feinsandsteine im Wechsel mit hellgrauen grobkörnigen Sandsteinen bis Konglomeraten von 1,80 m bis 3,60 m Mächtigkeit erschlossen. Die Schluffsteine besitzen hellgrüne Bleichungen, die den Verlauf von inzwischen vollständig abgebauten Wurzeln nachzeichnen. Es handelt sich dabei nicht mehr um Lycopsiden-Wurzeln, wie das im Liegenden praktisch ausnahmslos der Fall ist. Möglicherweise sind es Organe von Pteridospermen.

Es gibt Hinweise auf Bodenbildungen,

Caliche-Karbonate wurden dagegen nicht angetroffen. Makroskopisch gleichen diese Gesteine denen, wie sie in den Bohrungen Riesigk 1E/59 und CoswigN 1E/60 östlich bzw. nordöstlich von Dessau als Mansfeld-Schichten erschlossen wurden.

4. Ergebnisse der paläobotanischen Auswertung

Grundlage der taxonomischen Nachbearbeitungen ist das von ERZBERGER (unveröffentl., 1967) gesammelte und von DABER (1963) teilweise publizierte fossile Pflanzenmaterial, das in den Sammlungen der BGR, Dienstbereich Berlin, und der Stiftung Museum für Naturkunde Berlin aufbewahrt wird. Hinzu kommen einige wenige Proben, die bei der erneuten Durchsicht der Bohrung im Kernlager des LAGB Sachsen Anhalt in Halle gefunden wurden und sich jetzt im MfN befinden.

Wurzeln sind im gesamten Profil vertreten, wobei es sich vornehmlich um Lycopsidenwurzeln handelt, deren Häufigkeit und Dichte vom Liegenden zum Hangenden hin abnimmt. Andere Wurzeltypen finden sich lediglich im Hangenden der Abfolge und sind relativ selten. In allen Feinklastiten zwischen 1195 m und 1130 m sind Lycopsiden-Wurzelböden in dm-Mächtigkeit entwickelt, bei 1185 m kommt es darüber hinaus zur Bildung von mm-mächtigen Kohleschmitzen. Bei 1080 m treten dann nur noch in einem fast m-mächtigen Horizont vereinzelt Lycopsidenwurzeln auf. Ein anderer Wurzeltyp, der zu den Artikulaten gerechnet werden kann, findet sich erstmalig bei Teufe 1065 m. Es handelt sich um Einzelwurzeln, Wurzelböden werden nicht ausgebildet. Ab Teufe 1047 m zum Hangenden hin sind Bodenhorizonte entwickelt, in denen sich aber nur sehr vereinzelt Spuren einer Durchwurzlung unklarer Zugehörigkeit finden.

DABER (1963) beschreibt die Makroflora und gibt aus der Bohrung ohne Teufenzuordnung folgende Arten an: *Alethopteris lonchitica* f. *serli*, *Annularia* aff. *sphenophylloides*, *Cordaites principalis*, *Linopteris obliqua*, *Re-*

ticulopteris münsteri, *Odontopteris genuina*; *Sphenophyllum* aff. *majus* und *Lepidodendron* sp.

Bei der Nachuntersuchung des Fossilmaterials konnten im Gegensatz dazu folgende Arten bestätigt bzw. neu bestimmt und stratigraphisch bewertet werden:

Annularia sphenophylloides ZENKER

Nachgewiesen bei 1138,05 m

DABER (1963) gibt diese Art nur als „affinis“-Bestimmung an, jedoch zeigen die vorliegenden Reste alle typischen Merkmale einer *A. sphenophylloides*.

Die Art ist ein sogenannter Durchläufer, erste Formen treten im oberen Westfal A auf (REMY & REMY 1977), das Verbreitungs-Maximum scheint im Westfal D/tiefen Stefan zu liegen. So gehört sie z.B. im Becken von Zwickau zu den die Flora beherrschenden Formen (KAHLERT & SCHULTKA 2009). Im Saargebiet ist die Form im gesamten Stefan nicht selten (LAVEINE 1989), selbst im tieferen Rotliegenden wird sie noch vereinzelt angetroffen (BARTHEL 2004).

Sphenophyllum majus (BRONN 1828) BRONN 1835

(Taf. 1, Abb. 1 und 2)

Nachgewiesen bei 1156,70 m

Die vorliegenden Blättchen sind mit 10 mm Länge etwas kleiner als bei dem von REMY (1962) emendierten Material. Des Weiteren stimmen aber das Längen-Breiten-Verhältnis und die Morphologie mit der Beschreibung REMY's weitgehend überein.

Während REMY & REMY (1977) die stratigraphische Verbreitung mit Westfal C bis Westfal D angibt, bezieht STORCH (1980) (gestützt auf einen Vortrag von BOERSMA in Moskau 1975) noch das Stefan A als im Wesentlichen gesichert mit ein.

Cordaites sp. (sog. *principalis*)

Nachgewiesen bei ?1003,50 m; 1015,0 m; 1030,50 m; 1051,50 m; 1079,40 m; 1079,50 m und 1160,50 m

Wie erst in neuester Zeit wieder BARTHEL

(2007) belegt, sind Cordaitenblätter im Abdruck allerdings nicht näher bestimmbar. Alle morphologischen Details gehen ineinander über, eine Abtrennung und damit eine Art-Bestimmung sind nicht möglich. Aus stratigraphischer Sicht handelt es sich um Durchläufer, die seit dem Namur bekannt sind und auch noch im Perm auftreten. Im Stefan und tieferen Perm wird diese Formgattung häufiger, weil die Cordaiten in die Moore einwandern und dadurch ihr Erhaltungspotential erhöhen. Vermehrte Cordaiten-Funde können somit auf höheres Karbon bis tieferes Rotliegendes hinweisen, darüber hinaus sind Cordaitenfunde jedoch ohne jeglichen stratigraphischen Wert, auch wenn DABER (1963) das Auftreten von *Cordaites principalis* zur stratigraphischen Einstufung (hier für das Stefan) heranzieht.

Alethopteris serlii (BRONGNIART) GOEPPERT

(Tafel 1, Abb. 3)

Nachgewiesen bei 1189,40 m

Der vorliegende, sehr unvollständige Rest ist nur schwer bestimmbar, weist aber im Habitus auf *A. serlii* hin, wie das bereits Daber (1963) gesehen hat.

Inzwischen wurden die Arten *A. lonchitica* und *A. serlii* als taxonomisch eigenständige Arten erkannt und entsprechend nomenklatorisch behandelt, wie z.B. ZODROW & CLEAL (1998) ausführen. Zuletzt wies noch einmal WAGNER (2008) darauf hin, dass GOTHAN (1953) doch die Variationsbreite der *A. lonchitica* zu weit fasste. Dadurch wird auch die stratigraphische Abgrenzung etwas schärfer.

Die Gattung *Alethopteris* wird im Westfal D selten, hält aber mit einzelnen Formen wie z.B. mit *A. schneideri* STERZEL bis in das Rotliegende durch (BARTHEL 2006). *A. serlii*, die im Gegensatz zu *A. lonchitica* (nach REMY & REMY 1977 ab höherem Namur bis Westfal C bekannt) frühestens im höheren Westfal C aufzutreten scheint (REMY & REMY 1977), wird zumindest im Westfälischen Steinkohlenrevier als einer der wenigen Vertreter der Gattung „regelmäßig“ im Westfal D angetroffen (JOSTEN & VAN AMEROM 1999). Sie scheint

in den tieferen Anteilen des Westfal D häufiger zu sein, tritt aber nach WAGNER (1968) im Stefan nicht mehr auf; zumindest vereinzelte Funde geben ZODROW & CLEAL (1998) noch für das Cantabrium an.

Linopteris brongniartii/obliqua

(Tafel 1, Abb. 5)

Nachgewiesen bei 1072,20 m; 1150,85 m; 1156,70 m und 1160,50 m

Die Linopteriden gehören zu den häufigsten Fossilfunden in der Bohrung Jessen 1 Z/62. Alle bisher nachgewiesenen Formen sind allerdings - abgesehen von der außerordentlich typischen *L. weigeli* (bisher nur bekannt aus dem Zwickauer Becken) - nicht eindeutig bestimmbar. Sie weisen weder die typischen Charaktermerkmale von *L. neuropteroides* (GUTBIER) POTONIÉ noch die von *L. brongniartii* (GUTBIER) POTONIÉ auf. Unterschiedlich ist in erster Linie die Ausbildung der Maschen, die die Adern in der Blattspreite bilden. Dieses morphologische Merkmal ist jedoch nicht eindeutig, es gibt viele Übergänge ohne taxonomisch eindeutige Bewertung, worauf bereits CARIDE et al. (1973) oder ZHANG et al. (1992) hingewiesen haben.

DABER (1963) weist alle diese Funde der *L. obliqua* zu, einer recht häufigen Linopteride aus dem Westfal des mitteleuropäischen Ruhrbeckens. Diese Art zeigt aber im Gegensatz zum vorliegenden Material u.a. einen typisch pendelnden Verlauf der Maschen (JOSTEN 1991, WAGNER & LEMOS DE SOUSA 1983). Zudem erscheinen die Maschen bei *L. obliqua* gedrungener, d.h. sie sind bei unseren Formen stärker ausgelängt. Darauf weisen auch WAGNER et al. (1983) hin, die sehr ähnliches Material (das ebenfalls zuerst als *L. obliqua* angesprochen wurde) aus dem höchsten Westfal D bzw. möglicherweise tiefsten Cantabrium des Santa Susana Beckens in Portugal beschreiben. Eine Zuordnung der vorliegenden Fiederchen zu *L. obliqua* erscheint uns daher eher nicht zuzutreffen.

Funde, die morphologisch zwischen *L. neuropteroides* und *L. brongniartii* vermitteln, werden in der Literatur vielfach erwähnt,

nicht zuletzt auch aus dem jüngeren Karbon Nordwestdeutschlands (JOSTEN 1966). Schon 1913 bildet GOODE (1913) eine *Linopteris subbrongniartii* aus Südwales (Westfal D) ab, die unserem Material ähnelt. Sonst entspricht die Blattgeometrie dieser Art allerdings nicht unserem Material.

Formen aus Spanien, die von den Bearbeitern in die Variationsbreite von *L. obliqua* gestellt werden, sind ebenfalls mit unserem Material vergleichbar, wie z.B. eine Form dieser Art aus den „faisceau Caleras“ (mittleres Westfal bis tiefes Stefan) bei CARIDE et al. (1973) oder eine *L. obliqua* aus dem Westfal D des Asturischen Karbonbeckens bei WAGNER (1971).

REMY & REMY (1977) geben *L. subbrongniartii* wie *L. obliqua* ab dem hohen Westfal C an. Im Westfal D sind sie dann weit verbreitet, was durch VAN AMEROM & VAN TONGEREN (2010) für das belgische Campine Becken bestätigt wird. Im Stefan und jüngeren Schichten scheinen beide Arten nicht mehr aufzutreten. Insgesamt erinnert das häufige Auftreten der Linopteriden sehr an die Zusammensetzung der Flora des hohen Westfal D im Zwickauer Becken (KAHLERT & SCHULTKA 2009), wo ebenfalls sehr häufig Übergangsformen wie die hier Beschriebenen auftreten.

Linopteris weigeli STERZEL

(Tafel 2, Abb. 2)

Nachgewiesen bei 1079,40m und 1138,05 m

DABER (1963) bestimmte diese Stücke als *R. münsteri* und sah darin einen Beleg für paralische Verhältnisse. Es handelt sich hier um *Linopteris weigeli*, eine sehr deutlich abgrenzbare Linopteride aus dem Zwickauer Becken. Sie zeichnet sich durch die großflächig-linealisch gebauten Maschen in großen Fiederchen aus. Auch in kleinen Resten ist diese Art daher leicht erkennbar, gut zu bestimmen und kaum mit anderen Formen zu verwechseln.

R. münsteri unterscheidet sich von *L. weigeli* deutlich durch die Nervatur. So laufen z.B. bei *R. münsteri* - im klaren Gegensatz

zu *L. weigeli* - die Maschen im Bogen über die Spreite und treffen fast senkrecht auf den Rand (Taf. 2, Abb. 1). Dort bilden sie dann alle eine zum Rand parallel laufende Reihe annähernd gleich großer Maschen. Bei *R. weigeli* verlaufen sie gerade und treffen mit unterschiedlichen Maschenformen im spitzen Winkel auf den Rand (Taf. 2, Abb. 2).

Im Vergleich zu anderen Linopteriden stellt *L. weigeli* ein eher seltenes aber kennzeichnendes Element der Flora im Zwickauer Becken dar. Diese eigentlich endemische Form für das Zwickauer Becken ist inzwischen auch aus dem Oberkarbon des Kaukasus nachgewiesen (RUBAN et al. 2007). Sie dürfte als Charakterart im Sinne von REMY & REMY 1977 für das höhere Westfal D gelten.

Paripteris (Neuropteris) linguaefolia BERTRAND (Tafel 1, Abb. 7)

Nachgewiesen bei 1072,20 m

Bei den verschiedenen Bearbeitern unterscheidet sich die Geometrie der Fiederchen dieser Art. So bilden REMY & REMY (1977) sowie LAVEINE (1989) sehr kompakte, an der Spitze breit gerundete Formen ab, während GERMER & ENGEL (1986) und BERTRAND (1930) eher schmalere, stärker zugerundete Fiederchen zu *P. linguaefolia* stellen, die sich damit morphologisch stark der *P. pseudogigantea* (H. POTONIE) GOTHAN nähern. Ob sich damit stratigraphisch auswertbare Unterschiede zeigen oder ob es sich nur um innerspezifische Variationen handelt, kann hier nicht geklärt werden.

Nach REMY & REMY (1977) ist die Art im Westfal C und D verbreitet. Sein Maximum hat das Taxon dabei offensichtlich im Übergang Westfal C/D, kommt aber noch im gesamten Westfal D des Saargebietes häufiger vor (GERMER & ENGEL 1986). Auch LAVEINE (1989) kann diese Art bis in das mittlere Westfal D des lothringischen Beckens nachweisen. Im belgischen Karbon soll die Art das Westfal D allerdings nicht mehr erreichen (VAN AMEROM & VAN TONGEREN 2010).

Paripteris (Neuropteris) cf. subauriculata STERZEL

(Tafel 1, Abb. 6)

Nachgewiesen bei 1079,40 m

Aufgrund der undeutlichen Erhaltung ist eine sichere Bestimmung der Reste nicht möglich. Trotzdem erscheint uns die Zugehörigkeit zu *N. subauriculata* wahrscheinlich, weil die Aderung nicht ausgeprägt fächerartig ist. Dies ist der Fall bei *N. auriculata* BRONGNIART oder *Odontopteris schlotheimii* BRONGNIART, zwei Pteridospermen aus dem oberen Stefan bis Perm, die der *N. subauriculata* sehr ähnlich sein können, zumal wenn nur so schlecht erhaltene Reste wie in dieser Bohrung vorliegen.

N. subauriculata wurde aus dem Zwickauer Becken unter dem Namen *N. rotundifolia* BRONGNIART erstmalig von GUTBIER (1835) beschrieben und von STERZEL (1901) als eigenständige Art erkannt. Sie ist in Zwickau sehr häufig, ist aber keine Lokalart dieses Beckens, wie DABER (1955) annimmt, sondern tritt gelegentlich im Westfal D des gesamten euramerischen Raumes auf (LAVEINE 1989).

Odontopteris sp.

Nachgewiesen bei 1129,80 m

Durch diesen Rest ist eine weitere Odontopteride belegt, die sich allerdings nicht näher bestimmen lässt. Die Gattung ist seit dem Westfal D gut belegt (JOSTEN & VAN AMEROM 1999), REMY (1959) gibt sie bereits ab dem Westfal C an. Kleinere Formen können offensichtlich - wie in Zwickau *Odontopteris reichiana* - im höheren Westfal D schon sehr häufig sein (SCHULTKA & KAHLERT 2009) und ganze Floren charakterisieren.

cf. *Praecallipteridium* sp.

(Taf. 1, Abb. 4)

Nachgewiesen bei 1051,50 m

DABER (1963) bestimmte bei oben genannter Teufe einen Pteridospermenrest als *Odontopteris genuina* und schloss damit auf ein stefanisches Alter dieses Profilabschnitts.

Aufgrund der Emendierung der *Odontopteris genuina* durch REMY & REMY (1975) und einer Neubewertung der wenigen Merkmale ist diese Bestimmung aber nicht mehr zutref-

fend.

Gegen die Erstbestimmung sprechen neben der Geometrie der Fiedern letzter Ordnung vor allem die geringe Verwachsung der Fiederchenbasen sowie die deutliche Mittelader. Das allein schließt bereits eine Zuordnung zur Gattung *Odontopteris* weitgehend aus. Schon FRANKE (1912) führt dieses Merkmal als Hauptunterschied zu anderen, ähnlichen Gattungen an.

Der Umriss der Fiederchen ist gedrunken dreieckig mit breit gerundeter Spitze. Aufgrund der Erhaltung ist die Aderung schlecht erkennbar. Es scheinen nur wenige Nebenaern entwickelt zu sein, die parallel zu den Seitenadern in die Blattspreite eintreten. Die kräftige Mittelader ist bis zu zwei Dritteln der Fiederchenlänge deutlich markiert. Davon gehen die relativ weitständigen (um 25 bis 30 Aern/cm), offensichtlich nur im unteren Drittel des Fiederchens kaum mehr als zweimal gegabelten Seitenadern im Bogen ab und treffen im spitzen Winkel auf den Rand.

Diese Merkmale weisen auf eine Zugehörigkeit zu den Callipteridien hin. Der insgesamt noch stark alethopteridische Charakter des Fiederrestes lässt vermuten, dass hier die Gattung „*Praecallipteridium*“ vorliegt. SETLIK (1977) bildet eine Form von *Praecallipteridium rubescens* ab, die aus dem Westfal D der Nýřany-Formation in Tschechien stammt und unserer Form nahezustehen scheint. Ob es sich hierbei tatsächlich um diese Pflanzengruppe handelt, kann nicht mit Bestimmtheit gesagt werden, da wegen der Unvollständigkeit des Restes keine Zwischenfiedern nachweisbar sind.

5. Stratigraphie

DABER (1963) beschreibt bei Teufe 1051,50 m eine *Odontopteris genuina* und führt dieses Taxon zusammen mit *Cordaites principalis* als Beleg für stefanisches Alter an. Die im Liegenden erbohrten Schichten stuft er in das Westfal „D oder C“ ein und stützt sich dabei vor allem auf *Reticulopteris münsteri* und *Linopteris obliqua*. GAITZSCH et al. 1998 stu-

fen diese Schichten ohne weitere Erläuterungen in das Westfal C ein (wahrscheinlich auf der Basis der weit gefassten Einstufung von DABER 1963).

Aufgrund unserer Untersuchungen können wir sagen, dass ein Westfal-C-Alter für die tieferen grauen Schichten der Bohrung Jessen 1Z/62 auf der Basis der nachgewiesenen Florenelemente eher unwahrscheinlich ist. Als älteste Form darf *P. (N.) linguaeifolia* gelten, die ihr Maximum der Verbreitung allerdings erst im Übergang Westfal C/D hat. Ausgerechnet diese Form tritt aber relativ hoch im Profil bei 1072,20 m auf. Als Vertreter der Alethopteriden könnte auch *A. serlii* im tiefsten Teil der Bohrung auf ein höheres Alter hinweisen, aber auch dieses Taxon ist im Westfal D deutlich häufiger als im Westfal C. Ähnliches gilt für die vielen Funde der *L. subbrongniartii*, die DABER (1963) als *L. obliqua* angesprochen hat. Beide Taxa sind im Westfal C zwar verbreitet, widersprechen aber auch nicht einer Einstufung in das Westfal D (REMY & REMY 1977). Im Stefan finden sich beide Formen nicht mehr.

L. weigeli, die *Odontopteriden* und die *P. cf. subauriculata* sprechen für die Einstufung in das Westfal D. Auch das vermutliche *Praecallipteridium* belegt zumindest höchstes Westfal bis Cantabrium, selbst Stefan kann nicht völlig ausgeschlossen werden. Im Stefan noch gut vertreten ist vor allem *Sphenophyllum majus*, eine Form die allerdings genauso im hohen Westfal nachweisbar ist.

Annularia sphenophylloides, eine vom Westfal A bis Stefan durchhaltende Art, die ihren Verbreitungshöhepunkt im Westfal D hat, ist dagegen nur wenig aussagekräftig, sie trägt aber zum Gesamtbild der Flora bei, das sich sehr den Verhältnissen im Zwickauer Becken annähert. Damit spricht die Vergesellschaftung insgesamt für die Einstufung in hohes Westfal D.

Paläobotanische Belege für ein stefanisches Alter der in Rotfazies ausgebildeten Schichten mit ihren Calcrete- oder Caliche-Bildungen fanden sich bisher nicht. Tatsächlich kann jedoch Stefan-Alter ab Teufe 1050,40 m und

höher auch nicht ausgeschlossen werden.

Der von DABER (1963) vermutete paralische Einfluss gründete sich auf *R. münsteri* und *L. obliqua*, zwei Taxa, deren Auftreten in der Bohrung Jessen 1Z/62 nicht bestätigt werden kann. Vielmehr weisen die paläobotanischen Funde auf eine Verbindung mit den intramontanen Becken im Süden hin, vor allem mit dem Zwickauer Becken. Das deckt sich mit den lithologischen Befunden von RÖSSLER (1995), der ebenfalls von einer kontinentalen Entwicklung ausgeht. Paralische Einflüsse sind damit in diesem Gebiet bisher noch nicht belegt, wie das bereits GAITZSCH et al. (1998) zum Ausdruck bringen.

6. Abgrenzung Westfal gegen Stefan

In den Sedimentfolgen ab Teufe 1050 m sind keine näher bestimmbaren Pflanzenfossilien mehr gefunden worden. Die wenigen Horizonte mit Pflanzenfossilien lassen nur noch Gruppenbestimmungen zu. So fanden sich oberhalb von etwa 1060 m Teufe nur noch wenige Calamiten, 2 Linopteriden und einige Cordaitenreste.

Die Durchwurzelung der Sedimente geht stark zurück; Wurzeln sind allerdings bereits oberhalb von etwa 1130 m selten, nicht zuletzt wegen des Vorherrschens von Konglomeraten. Aber trotz einer Tendenz zu feiner klastischen Ablagerungen ab 1065,30 m nimmt die Durchwurzelung nicht wieder zu. Zudem fehlen Wurzeln, die auf Lycopsiden zurückzuführen sind, ab etwa 1050 m vollständig.

Eine Grenzziehung zwischen Westfal und Stefan in der Bohrung Jessen 1Z/62 kann sich daher vornehmlich nur auf lithologische Merkmale stützen.

ERZBERGER hatte 1967 in einer unveröffentlichten Dokumentation die Westfal/Stefan-Grenze bei 1065,30 m am Top eines mächtigeren Konglomerates angenommen. Die konglomeratreiche, dunkelgraue bis graue Fazies schlägt hier in eine Rotfazies um, in der nur noch selten geringmächtige Konglomeratlagen eingeschaltet sind. RÖSSLER (1995), der das Profil als Folge von fining-up-Zyklen

deutet, lässt das Westfal an der Oberkante eines dieser Zyklen etwas höher bei Teufe 1063,50 m enden und beschreibt das Auftreten von Calcrete-Bildungen, die im Liegenden fehlen. Allerdings treten Bodenbildungen mit Calcretes erst oberhalb der Teufe 1050,40 m auf. In der knapp 15 m mächtigen feinklastischen Abfolge zwischen der Oberkante des Westfals, wie sie bisher definiert war, und der Unterkante des ersten, eindeutig stefanischen Konglomerates sind jeweils im oberen und unteren Abschnitt noch graue bis schwarzgraue, etwa 2 m mächtige Schluff- und Feinsandsteine ausgebildet. Erst oberhalb dieser Abfolge ist der Faziesumschlag vollständig und kann in seiner Prägnanz von den jetzigen Bearbeitern voll bestätigt werden.

Auffällig ist auch das Verschwinden der Lycopsidenwurzeln erst ab etwa 1050 m Teufe, was auf einen tiefgreifenden Fazieswechsel hindeutet. Auch RÖSSLER (1995) sieht hier einen stratigraphischen Zusammenhang und weist auf das Fehlen dieser Pflanzengruppe in den jüngeren (stefanischen) Schichten hin.

Aus diesen Ablagerungen stammt der Pflanzenrest, den DABER (1963) als *Odontopteris genuina* (cf. *Praecallipteridium* in dieser Arbeit) bestimmte und worauf er in erster Linie die Einstufung dieser Schicht in das Stefan stützte. Diese Auffassung kann nach der Neubewertung der Flora so nicht mehr aufrechterhalten bleiben (s.o.).

Darüber hinaus besitzt der zwischen den grauen Feinklastiten liegende Sandstein nicht die typische rotbraune Färbung der Mansfeld-Schichten, sondern ist violettgrau bis rötlich, teilweise rotbraun gefleckt. Offensichtlich handelt es sich um sekundäre Färbungen. Durchgehend treten Wurzeln und sogar noch Wurzelböden auf. Rotbraune Sedimente, wie man sie von den Mansfelder Schichten kennt, setzen erst oberhalb von 1050,40 m mit einem geringmächtigen Konglomerat ein. Dieses Konglomerat zeigt eine zum Liegenden deutlich unterschiedliche Zusammensetzung der Komponenten, zeitgleich setzt eine durchgehende, hellrotbraune Färbung ein, wie sie in den Mansfelder Schichten als typisch angese-

hen wird.

7. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird an Hand der Bohrung Jessen 1Z/62 versucht, Daten zur Fazies und zur stratigraphischen Entwicklung des Westfals in Sachsen-Anhalt am Nordwestrand des Saxothuringikums zu gewinnen. Damit können unsere Kenntnisse über die Entwicklung des Oberkarbons (Westfal und Stefan) in Sachsen-Anhalt auf der mitteldeutschen Kristallzone und den angrenzenden Phyllitonen oder aber übergreifend auf beiden Einheiten besser eingeschätzt werden.

Derzeit gehen wir jedenfalls von Teilbecken (vielleicht sogar kleinen eigenständigen Becken) im Westfal aus, in denen die Sedimentation zu unterschiedlichen Zeiten begann und damit wohl auch eine unterschiedliche Entwicklungsgeschichte zeigen.

Die Gesamtbeurteilung der Flora in der Bohrung Jessen 1 Z/62 lässt nur eine Einstufung in das Westfal D zu. Elemente des Westfal C sind lediglich als Nachläufer zu betrachten, Stefan kann floristisch nicht belegt werden, ist aber lithologisch überzeugend darstellbar.

Unter Berücksichtigung aller zur Verfügung stehender Daten erscheint es schlüssig, die Westfal-Stefan-Grenze in der Bohrung Jessen 1Z/62 bei Teufe 1050,40 m in den bereits rot gefärbten Schichten anzunehmen. Damit konnte erstmalig in den intramontanen Teilbecken der östlichen Saale-Senke (allem Anschein nach sekundär) rot gefärbtes Westfal D nachgewiesen werden.

Das Fehlen von biostratigraphisch belegten Teilen des Westfal B und des gesamten Westfal C im Ablagerungsraum zwischen Wittenberg und Bitterfeld fordert eine neue Definition sowohl der Roitzsch-Söllichau-Folge im Sinne von STEINBACH (1990) als auch der Roitzsch-Formation im Sinne von GAITZSCH et al. (1968).

8. Literatur

AMEROM, H.W.J. VAN & TONGEREN, P.C.H. VAN (2010): Results of renewed palaeobotanic

dating of Late Carboniferous strata (NE Belgian Campine Basin). *Geologica Belgica*, 13, 1-35. (available online 15.06.2009).

BARTHEL, M. (2004): Die Rotliegendflora des Thüringer Waldes Teil 2: Calamiten und Lepidophyten. *Veröffentlichungen des Naturhistorischen Museums Schleusingen*, 19, 19-48.

BARTHEL, M. (2006): Die Rotliegendflora des Thüringer Waldes Teil 4: Farnsamer und Farnlaub unbekannter taxonomischer Stellung. *Veröffentlichungen des Naturhistorischen Museums Schleusingen*, 21, 33-72.

BARTHEL, M. (2007): Die Rotliegendflora des Thüringer Waldes Teil 5: Ginkgophyten, Coniferophyten. *Veröffentlichungen des Naturhistorischen Museum Schleusingen*, 22, 41-67.

BERTRAND, P. (1930): Bassin Houiller de la Sarre et de la Lorraine. 1. Flore Fossile. 1. fasc., Neuropteridées. *Études des Gîtes Minéraux de la France*, 1-60.

CARIDE, C.; GREBER, C. & ORTUNG, G. (1973): Flore des faisceaux productifs du bassin central des Asturies (Espagne). *C.R. 7ième Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère*, 2, 267-285.

DABER, R. (1955): Pflanzegeographische Besonderheiten der Karbonflora des Zwickau-Lugauer Steinkohlenreviers. *Geologie*, 13, 95 S.

DABER, R. (1963): Paläobotanische Hinweise auf eine paralisch beeinflusste Oberkarbon-Senke im tieferen Untergrund Nordostdeutschlands. *Geologie* 12, 683-699.

DABER, R. (1969): Paläobotanische Hinweise auf eine paralisch beeinflusste Oberkarbon-Senke im tieferen Untergrund Nordostdeutschlands II (Teil 1). *Geologie*, 18, 3, 253-297.

DÖRING, H. (1966): Protokollnotiz vom 16. 2. 1966 in der Bohrrakte Jessen 1Z/62 (unveröffentlicht)

DOUBINGER, J. & GERMER, R. (1971): Die Gattung *Odontopteris* im Saarkarbon. *Palaeontographica*, B 136 (5-6), 129-147.

- ERZBERGER, R. (o.J., 1962?): Bohrrakte Jessen 1Z/62 - Schichtenverzeichnis, Protokolle u.a.m. Archiv der BGR - Nr. 2925197 (unveröffentlicht) und Archiv GLA Sachsen-Anhalt Nr. 800002
- FRANKE, F. (1912): Beiträge zur Kenntnis der paläozoischen Arten von *Alethopteris* und *Callipteridium*, 121 S., Inaugural-Dissertation, Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin. Berlin: Königlich Preußische Geologische Landesanstalt.
- GAITZSCH, B.; RÖSSLER, R.; SCHNEIDER, J.W. & SCHRETZENMAYER, St. (1998): Neue Ergebnisse zur Verbreitung potentieller Muttergesteine im Karbon der variscischen Vorsenke in Nordostdeutschland. Geologisches Jahrbuch, A 149, 25-58.
- GERMER, R. & ENGEL, H. (1986): Beiträge zur Biostratigraphie des Saarkarbons. Beihefte zur Geologischen Landesaufnahme des Saarlandes 6, 104-174.
- GOODE, R. H. (1913): On the Fossil Flora of the Pembrokeshire Portion of the South Wales Coalfield. Journal of the Geological Society of London, 69, 252-279.
- GOTHAN, W. (1953): Die Steinkohlenflora der westlichen paralischen Steinkohlenreviere Deutschlands. 5. Geologisches Jahrbuch, Beiheft, 10, 1-83.
- GUTBIER, A.v. (1835): Abdrücke und Versteinerungen des Zwickauer Schwarzkohlengebirges und seiner Umgebung. 80 S., G. Richtersche Buchhandlung, Zwickau.
- JOSTEN, K.-H. (1966): Zur Flora des jüngeren Karbons (Westfal C bis Stefan) in Nordwestdeutschland und ihr Vergleich mit anderen Gebieten. Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, 13, 565-644.
- JOSTEN, K.-H. & VAN AMEROM, H. W. J. (1999): Die Pflanzenfossilien im Westfal D, Stefan und Rotliegenden Norddeutschlands. Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, 39, 168 S.
- KAHLERT, H. & SCHULTKA, St. (2000): Eine Westfal-Florula aus NW-Sachsen - die Bohrung Rösa-Sausedlitz 11/63. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, 2000, 147-164.
- KAHLERT, E. & SCHULTKA, St. (2009): Die Steinkohlenlagerstätte Zwickau. 4.1. Die Makroflora der Zwickau-Formation. Bergbau in Sachsen, 15, 72-90.
- KAHLERT, E.; KAMPE, A. & SCHULTKA, St. (2009): Bericht über die „Paläobotanisch-geologische Bearbeitung von Sedimenten mit Westfal/Stefan-Alter im Raum Wittenberg/Bitterfeld“, 85 S., unveröffentlichter Bericht (Archiv des LAGB Sachsen-Anhalt); Halle.
- KATZUNG, G. & KRULL, P. (1984): Zur tektonischen Entwicklung Mittel- und Nordwesteuropas während des Jungpaläozoikums. Zeitschrift für angewandte Geologie, 30, 4, 163-173.
- LAVEINE, J.-P. (1989): Guide Paléobotanique dans le terrain houiller Sarro-Lorrain. Texte et Atlas, 154 S., Imprimerie des Houillères du Bassin de Lorraine.
- REMY, W. (1975): Die regionalgeologische und paläogeographische Stellung der Rösaer Schichten (Namur A/B) und der Sölichauer Schichten (Westfal A/B) im Einflußbereich von Mitteldeutscher « Schwelle » und Elbe-Lineament. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, 1975, 503-512.
- REMY, W. & REMY, R. (1975): *Lescuropteris* (al. *Odontopteris*) *genuina* GR'EURY sp. emend. et nov. comb. (Stefan) und Zwischenfiedern bei *Odontopteris* BRONGNIART. Argumenta Palaeobotanica, 4, 93-100.
- REMY, W. & REMY R. (1977): Die Floren des Erdalters. 468 S., Glückauf-Verlag, Essen.
- ROESSLER, R. (1995): Litho- und Biofaziesmuster des kontinentalen Oberkarbon und Rotliegend in Norddeutschland - Grundlagen für die stratigraphische Interpretation von Tiefbohrungen. Dissertation, TU Bergakademie Freiberg, 1-122, Freiberg/Sa.
- RUBAN, D.A.; ZERFASS, H. & YANG, W. (2007): A new hypothesis on the position of the Greater Caucasus Terrain in the Late Paleo-

- zoic-Early Mesozoic based on palaeontological and lithologic data. *Trabajos de Geologia*, 27, 19-27.
- SCHNEIDER, J.W. (1996): Biostratigraphie des kontinentalen Oberkarbon und Perm im Thüringer Wald, SW-Saale-Senke - Stand und Probleme. *Beiträge zur Geologie von Thüringen*, N.F. 3, 121-151.
- SCHWAB, & EHLING, C.-B. (2008): Karbon. In: BACHMAN, G.H.; EHLING, B.-C.; EICHNER, R. & SCHWAB, M. (eds.): *Geologie von Sachsen-Anhalt*, 110-140, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- ŠETLIK, J. (1977): Results on Recent Investigations on the Carboniferous Flora of Bohemia. In: HOLUB, V.M. & WAGNER, R.H. (eds.): *Symposium on Carboniferous Stratigraphy*, 315-340, Geological Survey, Prag.
- STERZEL, T. (1901): Paläontologischer Charakter der Steinkohlenformation und des Rothliegenden von Zwickau. *Erläuterungen zur geologischen Specialkarte des Königreichs Sachsen, Section Zwickau-Werdau*, Blatt 111, 85-139.
- STORCH, D. (1980): *Sphenophyllum*-Arten aus drei intramontanen Karbonbecken – pflanzengeographische Besonderheiten im mitteleuropäischen Karbon. *Schriftenreihe für Geologische Wissenschaften*, 16, 171-273.
- WAGNER, R. H. (1968): Upper Westphalian and Stephanian species of *Alethopteris* from Europe, Asia Minor and North America. *Med. Rijks Geol. Dienst C III*, 6, 1-318.
- WAGNER, R.H. (1971): The Westphalian D Floras of the Olloniego and Esperanza Formations in the Central Asturian Coalfield. *Trabajos de Geologia*, 4, 461-505.
- WAGNER, R. H. & LEMOS DE SOUSA, M. J. (1983): The Carboniferous Megafloras of Portugal – A Revision of Identifications and Discussion of Stratigraphic Ages. *Memorias dos Servicos Geologico de Portugal*, 29, 127-152.
- WAGNER, R. H. & ÁLVAREZ-VÁZQUEZ, C. (2008): A revision of the lower Pennsylvanian *Alethopteris lonchitica (auc-torum)* and its identity with *Alethopteris urophylla*. *Revista Española de Paleontología*, 23 (2), 157-192.
- ZHANG, SH.; LAVEINE, J.-P. & LEMOIGNE, Y. (1992): The Carboniferous Flora of the Zhongning District, Ningxia Region, North China. *Revue de Paléobiologie*, Vol. spéc. 6, 95-112.
- ZODROW, E.L. & CLEAL, C.J. 1998. Revision of the Pteridosperm foliage *Alethopteris* and *Lonchopteridium* (Upper Carboniferous), Sydney Coalfield, Nova Scotia, Canada. *Palaeontographica*, B 247, 65-122.

Tafel 1:

Abb. 1 *Sphenophyllum majus* (Übersicht), Teufe: 1156,70 m

Abb. 2 Ausschnitt aus Abb. 1

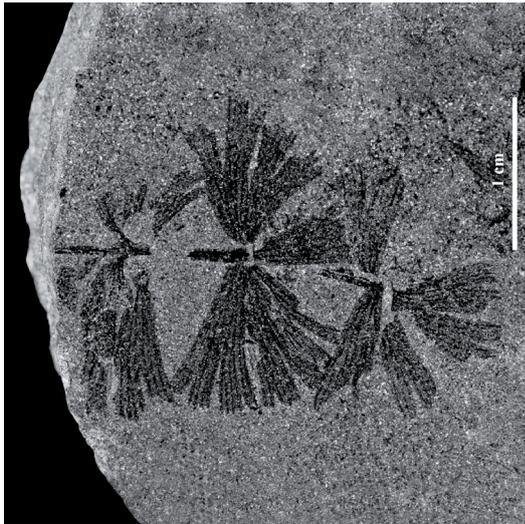
Abb. 3 *Alethopteris serlii*, Teufe: 1186,90 m

Abb. 4 *Praecallipteridium* sp., Teufe: 1051,50 m

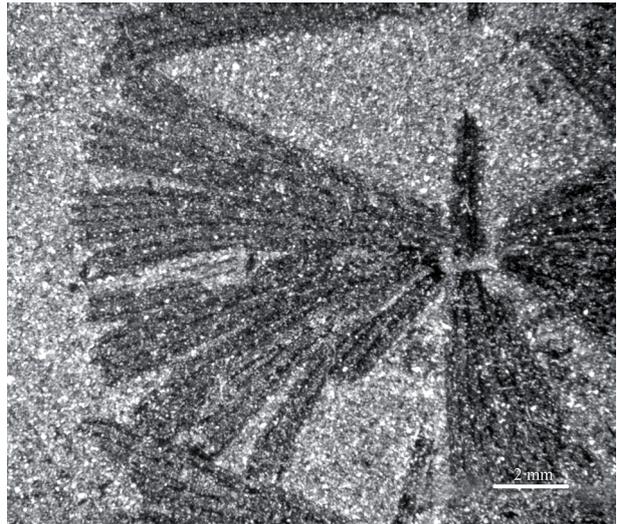
Abb. 5 *Linopteris brongniartii/obliqua*, Teufe: 1155,70 m

Abb. 6 *Paripteris (Neuropteris) cf. subauriculata*, Teufe: 1079,40 m

Abb. 7 *Paripteris (Neuropteris) linguaeifolia*, Teufe: 1072,20 m



1



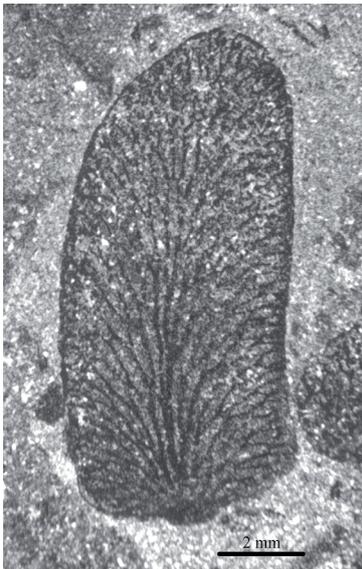
2



3



4



5



6



7

Tafel 2:

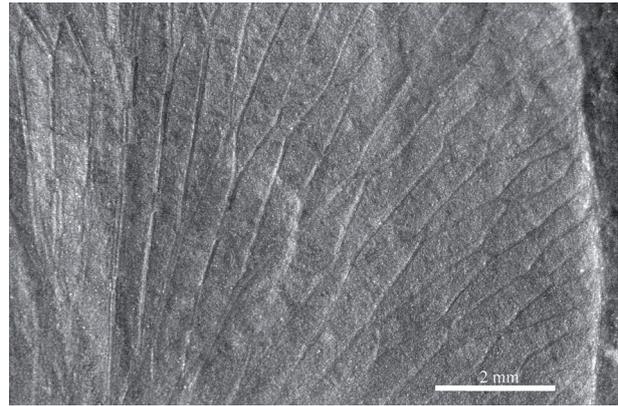
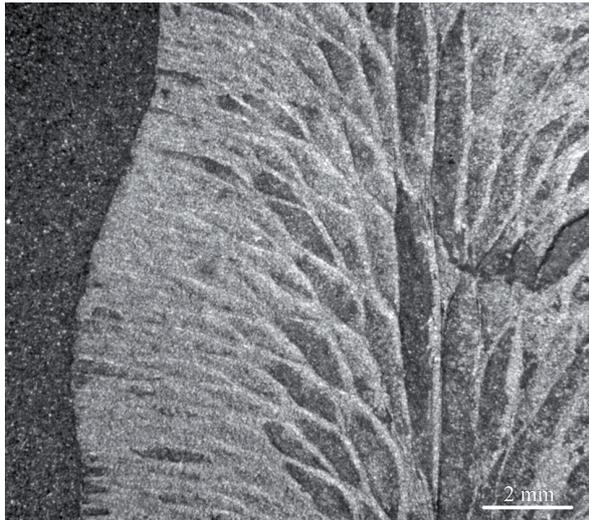
Abb. 1 *Reticulopteris münsteri* (mittlere Region linker Rand), Piesberg, Flöz 2-Bänke;

Abb. 2 *Linopteris weigeli* (mittlere Region, rechter Rand), Jessen 1 Z/62, Teufe: 1079,50 m

Abb. 3 Konglomerat aus den Schichten des Westfal D, Teufe: 1169,00 m

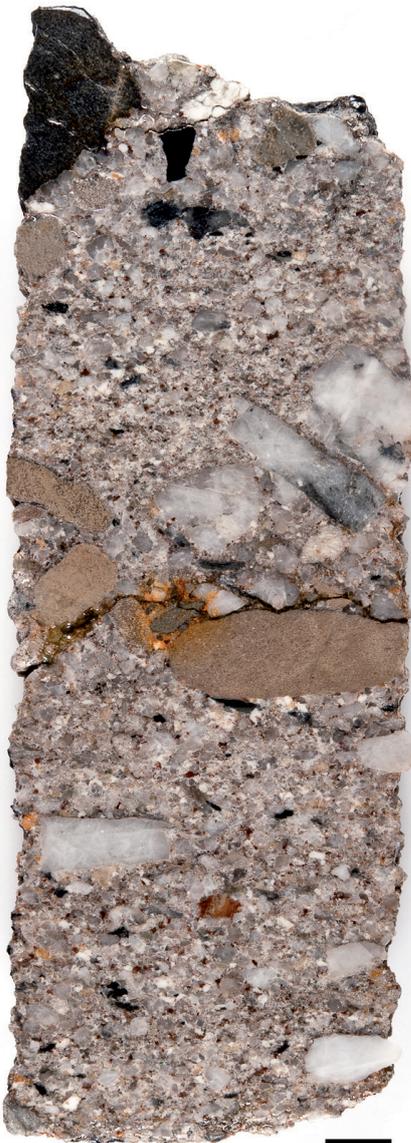
Abb. 4 Konglomerat aus den höheren Schichten des Westfal D, Teufe: 1081,80 m

Abb. 5 Konglomerat der Mansfeld-Schichten (Stefan), Teufe: 1048,10 m



1

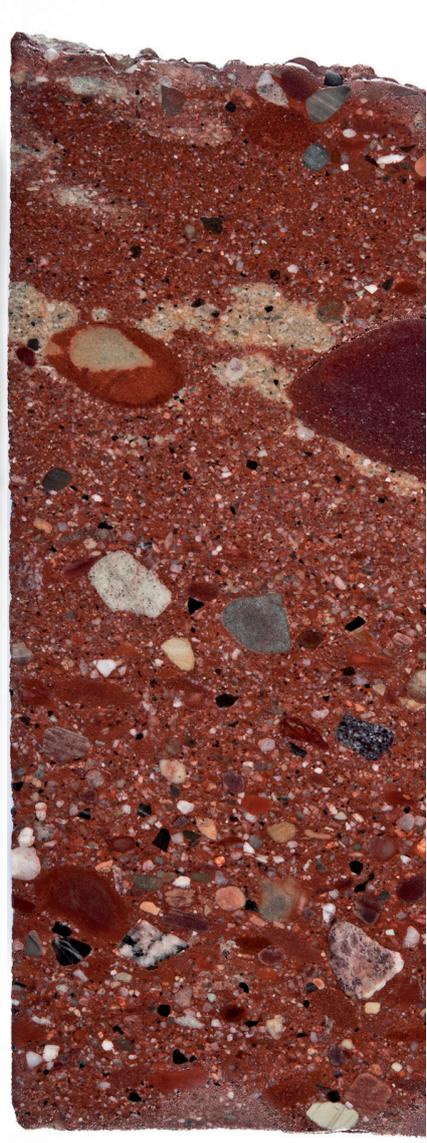
2



3



4



5

