Berichte Naturwiss. Verein für Bielefeld und Umgegend **53** (2015), S. 30 - 51

Historische Steinbrüche im Osning-Sandstein zwischen Halle und Oerlinghausen (Mittlerer Teutoburger Wald) – Aufschlusslage und tektonisches Inventar

Historical quarries in the Osning Sandstone between Halle and Oerlinghausen (Central Teutoburger Wald) – outcrop situation and tectonic inventory

Mark KEITER, Bielefeld

Mit 13 Abbildungen

Inhalt **Seite**

Zusammenfassung 31
Abstract 31
1. Einführung 32
2. Liste der Steinbrüche 34
3. Tektonik 46
4. Diskussion und Synthese 48
5. Dank 49
6. Literatur 49
7. Zitierte Kartenwerke 51

Verfasser:
Mark Keiter, Naturkundemuseum Bielefeld, Adenauerplatz 2, D-33602 Bielefeld,
E-Mail: Dr.Mark.Keiter@bielefeld.de

Zusammenfassung

Insgesamt 18 aufgelassene Steinbrüche im Osning-Sandstein (Unterkreide) des mittleren Teutoburger Waldes wurden zwischen Herbst 2014 und Frühjahr 2015 auf ihre aktuellen Aufschlussverhältnisse und ihr makroskopisches tektonisches Inventar hin untersucht. Von einigen Ausnahmen abgesehen ist die Qualität der Aufschlüsse insgesamt eher schlecht. Der Abbau von Osning-Sandstein als Werkstein liegt seit Jahrzehnten brach, zahlreiche Steinbrüche sind sehr stark verfallen, einige in der älteren Literatur beschriebene Brüche sind mittlerweile im Gelände nicht mehr zu erkennen.

Das tektonische Inventar des Osning-Sandsteins ist auf mehrere Generationen von Klüftung und spröde Störungen bzw. Scherzonen beschränkt. Kleinfaltung im Aufschlussmaßstab wurde nicht beobachtet. Im Aufschluss lassen sich sehr häufig Harnischflächen beobachten, größere Versätze entlang von Störungen im Kartenmaßstab sind innerhalb des Arbeitsgebietes aber selten. Dies steht im Zusammenhang mit der großen Mächtigkeit (Kompetenz) einzelner Schichtpakete, sowie mit Reaktivierungen der Auf- und Überschiebungen durch jüngere Abschiebungsbewegungen. Schichtparallele, möglicherweise fluidunterstützte Bewegungsbahnen im Aufschlussmaßstab legen allerdings nahe, dass innerhalb des Osning-Sandsteins signifikante Deformationsbeträge akkumuliert sein könnten, die im Kartenmaßstab nicht erkennbar sind.

Abstract

Eighteen former quarry sites of Lower Cretaceous Osning Sandstone in the central part of the Teutoburger Wald were revisited between autumn 2014 and spring 2015 to determine the current quality of the outcrops and their macroscopic tectonic inventory. Apart from a few exceptions, the outcrop quality is generally bad. Osning sandstone has not been quarried for the purpose of acquiring building stones in the last several decades, many former sites are heavily overgrown and some sites described in older publications have vanished completely.

Despite the fact that deformation along the Osning Thrust was intense, the tectonic inventory in the Osning Sandstone is limited to several joint generations, as well as brittle faults and shear zones. Small-scale folding was not observed. Polished fault surfaces with slickenside lineations are very abundant. However, displacement along faults within the sandstone unit is mostly insignificant at map scale in the working area. This is probably due to the high competence of the thick sandstone layers, as well as reactivation of older reverse fault structures by later-stage normal faulting. Bedding-parallel, possibly fluid-enhanced planes of tectonic movement observed in outcrops suggest that significant slip within the Osning Sandstone may have happened bedding-parallel, unrecognizable at map scale.

1. Einführung

Osning-Sandstein war Jahrhunderte lang ein wichtiger Rohstoff und wurde überregional als Baustein für zahlreiche Sakral- und Profanbauten verwendet. Entsprechend viele Steinbrüche wurden entlang des Teutoburger Waldes betrieben. Durch effizientere Transportmittel (Eisenbahn) und damit einhergehende starke Konkurrenz von Importsteinen ließ die Abbautätigkeit gegen Ende des 19. Jahrhunderts nach. Der fortschreitende Verfall der alten Steinbrüche wird es in Zukunft immer schwieriger machen, systematische Untersuchungen am Osning-Sandstein durchzuführen. Ziel dieser Arbeit ist, den aktuellen Stand der Aufschlussverhältnisse im mittleren Teutoburger Wald und das makroskopische tektonische Inventar in den nunmehr seit Jahrzehnten aufgelassenen Steinbrüchen zu dokumentieren. Die gewonnenen strukturgeologischen Daten werden, wo möglich, in die bekannte Entwicklungsgeschichte der Osning-Zone integriert.

1.1 Geologie des Osning-Sandsteins

Der Rücken des Teutoburger Waldes markiert die morphologische Trennlinie zwischen dem Münsterländer Kreidebecken und dem Niedersächsischen Tektogen. Der Teutoburger Wald baut sich aus mesozoischen Sedimentgesteinen auf (alle stratigraphischen Angaben nach: International Chronostratigraphic Chart, Cohen et al., 2013), die entlang der Osning-Überschiebung schräggestellt bis überkippt wurden (Abb. 1). Die Inversion des Niedersächsischen Beckens und damit die Deformation entlang der Osning-Zone begann im Zuge der alpidischen Gebirgsbildung etwa im Coniac-Santon (Baldschuhn & Kockel, 1999) und setzte sich bis in das Paläogen fort, wahrscheinlich als Reaktivierung einer variszisch angelegten Schwächezone im Untergrund

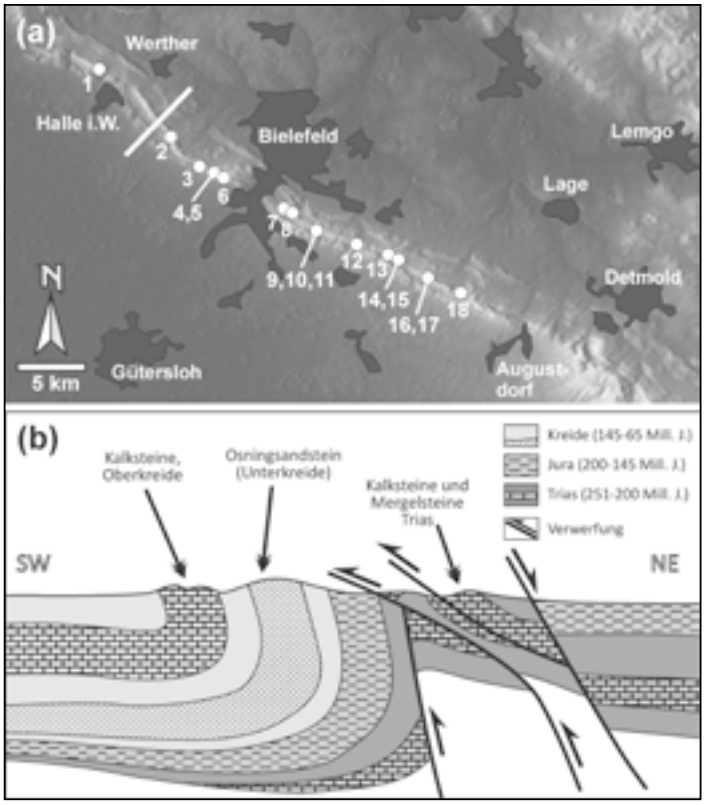


Abb. 1: *(a) Morphologische Karte des Arbeitsgebietes. Die Lage der bearbeiteten Aufschlüsse ist markiert. Die Lage des geologischen Profils (Abb. 1 b) ist als dicke weiße Linie markiert. (b) Geologischer Schnitt durch den Teutoburger Wald zwischen Halle und Bielefeld (nach GK NRW 1:100.000 Blatt C3914 Bielefeld).*

Fig. 1: *(a) Morphological map if the working area. Location of geological cross section (Fig. 1 b) and location of outcrops studied for this work are marked. (b) Geological cross section across the Teutoburger Wald between Halle and Bielefeld (after GK NRW 1:100.000, C3914 Bielefeld).*

(Drozdzewski, 1988; Kronberg, 1991). Sie ist charakterisiert durch teils stark gegliederte Auf- und Überschiebungen mit oft signifikanter Horizontalkomponente (Keller, 1976; Kockel & Baldschuhn, 2002; Drozdzewski, 2003). Spätestens ab dem Oligozän kam es zu abschiebenden Reaktivierungen der als Auf- oder Überschiebungen angelegten Störungen (Saintot et al., 2013). Letzte Bewegungen an der Osning-Zone fanden wahrscheinlich noch im Spätglazial, bzw. subrezent statt, indiziert durch Störungen in pleisto-holozänen Lockergesteinen und schwache Erdbebentätigkeit (Vogt & Grünthal, 1994; Brandes et al., 2012, Keiter, 2013). Die Intensität der Deformation entlang der Osning-Zone nimmt von Südost (Raum Detmold-Bielefeld) nach Nordwest (Raum Ibbenbüren) deutlich ab.



Abb. 2: *Typische Ausprägung des Osning-Sandsteins im Arbeitsgebiet: Bis zu mehrere Meter mächtige homogene Bänke, senkrecht bis überkippt gelagert - hier im Unteren Steinbruch an der Hünenburgstraße.*

Fig. 2: *Typical occurence of Osning Sandstone of the working area, lower quarry at the Hünenburgstraße: Homogenous layers, up to several meters thick, tilted vertically or overturned.*

Der Osning-Sandstein hat in der Region um Bielefeld eine Mächtigkeit von 100 bis 300 Metern und gehört stratigraphisch dem Valangin bis Unter-Alb an (z.B. Hendricks & Speetzen, 1983). Er bildet den mittleren und meist höchsten Rücken des Teutoburger Waldes. Es handelt sich um einen küstennah abgelagerten, fein- bis selten mittelkörnigen marinen Sandstein mit Konglomerat-Einschaltungen, der häufig Bankmächtigkeiten von mehreren Metern erreichen kann (z.B. Thiermann, 1984; Hiss, 1995; Mutterlose & Borneman, 2000, siehe Abb. 2). Für eine detaillierte petrographische und fazielle Beschreibung des Osning-Sandsteins siehe Hendricks & Speetzen (1983) und Speetzen (2010).

1.2 Abbaugeschichte des Osning-Sandsteins

Über die Geschichte des Sandsteinabbaus und seiner Verwendung sind in den letzten Jahren mehrere ausführliche Arbeiten erschienen (Kaplan, 2009; Speetzen, 2010; Büchner, 2015). Osning-Sandstein ist aufgrund seiner oft recht geringen Kornbindung (schwach verkieselt oder tonig-ferritisch) leicht zu bearbeiten, weist aber dennoch eine verhältnismäßig hohe Standfestigkeit und ausreichende Verwitterungsbeständigkeit auf. Er wurde in der Region wahrscheinlich seit dem 9. Jahrhundert, mindestens aber seit dem 11. Jahrhundert als Bau- und Werkstein sowie für Ornamentik verwendet (Kaplan, 2009). Die Häufigkeit von meterdicken Bänken ermöglichte die Gewinnung großer homogener Blöcke. Die Abbautätigkeit hinterließ überall entlang des Teutoburger Waldes zahlreiche große und kleine Steinbrüche, kam aber in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts zum Erliegen. In den 1960er Jahren wurde der Abbau endgültig eingestellt (Speetzen, 2010).

Über die Betriebszeit der einzelnen Steinbrüche ist in den meisten Fällen sehr wenig bekannt. Betrachtet man allein die Masse des

in der Region verbauten Osning-Sandsteins, erscheint es verwunderlich, dass in den Archiven nur äußerst spärliche Informationen über dessen Gewinnung aufzufinden sind. Das hat verschiedene Gründe: Beispielsweise wurden nur sehr selten brisante und damit behördlich meldepflichtige Sprengstoffe verwendet. Das liegt zum einen daran, dass verhältnismäßig weicher Sandstein recht leicht zu gewinnen war, zum anderen an der Tatsache, dass eine starke Zerrüttung des Gesteins für die Werksteingewinnung unerwünscht war (Gage & Gage, 2005). Daher wurde das Gestein meist händisch oder durch "weiche" Sprengung mit nicht dokumentpflichtigem Schwarzpulver gewonnen. Insbesondere die kleineren Steinkuhlen waren darüber hinaus meist in Privatbesitz und wurden hauptsächlich zum Eigenbedarf ausgebeutet. Es kann davon ausgegangen werden, dass die beschriebenen Steinbrüche, von wenigen Ausnahmen abgesehen, schon seit mindestens der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts aufgelassen sind. Für detailliertere Informationen sei auf die oben genannten Arbeiten verwiesen.

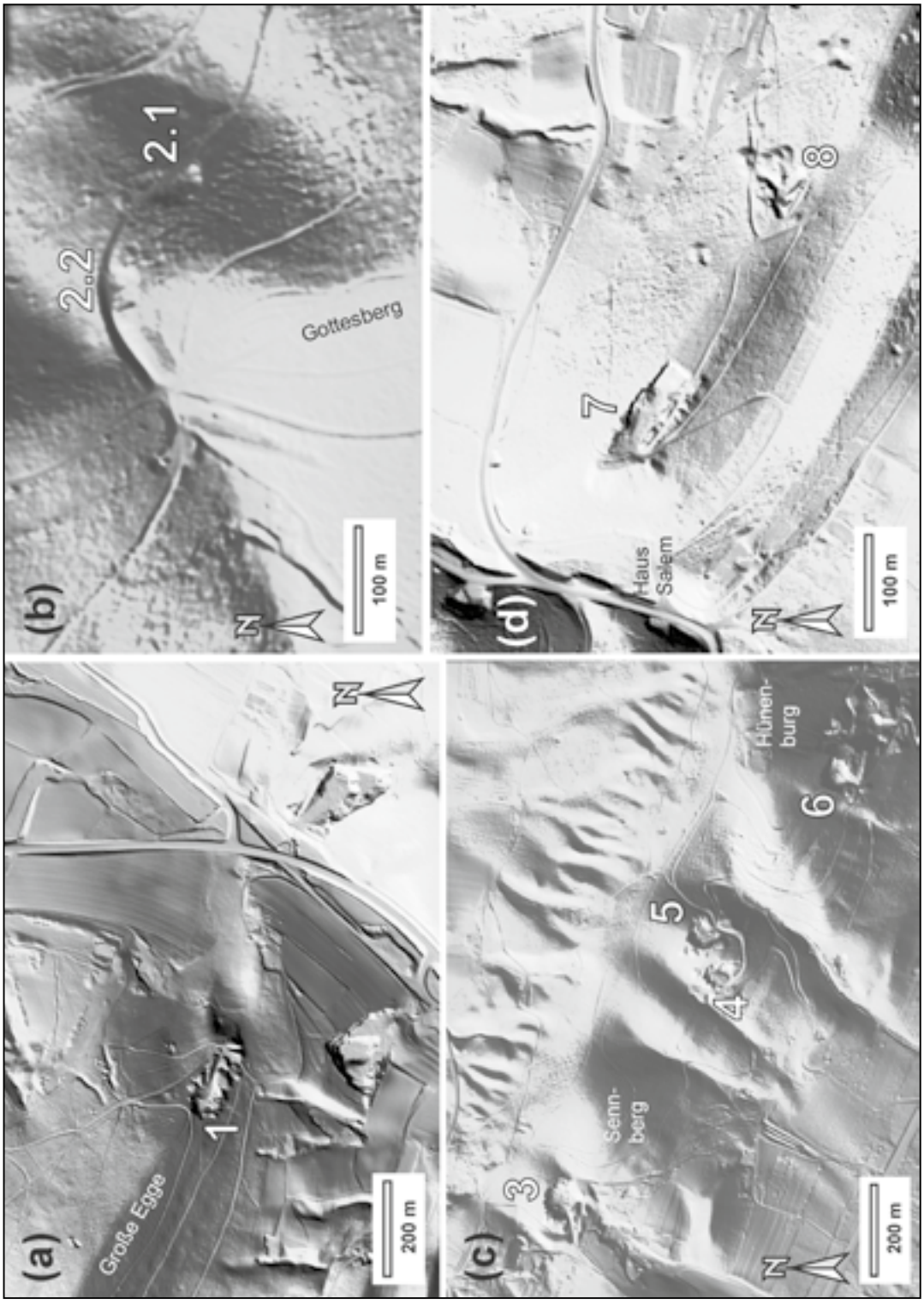
2. Liste der Steinbrüche

Die Aufschlüsse werden in Reihenfolge ihrer Lage von Nordwest nach Südost beschrieben. Die Beurteilung der Aufschlussqualität von "sehr schlecht" bis "hervorragend" ist subjektiv und in diesem Fall hauptsächlich auf die Erkennbarkeit von Strukturelementen bezogen. Kriterien wie Höhe der Aufschlusswand, Grad des Bewuchses und Frische des Gesteins sollen zumindest eine gewisse Vergleichbarkeit herstellen. Wenn möglich, wurde die Aufschlussqualität mit Beschreibungen aus älteren Arbeiten (Mutterlose, 1995; Kaplan, 2009; Speetzen, 2010) verglichen und die Nummerierung der Aufschlüsse aus den entsprechenden Arbeiten angegeben. Ist beim jeweiligen Autor ein "n/a" vermerkt, wurde der betreffende Aufschluss dort nicht beschrieben.

Die Koordinaten sind im Format WGS84 angegeben. Die Strukturdaten wurden mit einem Gefügekompass aufgenommen und folgen der Clar-Notation. Klüfte, die in schlechten Aufschlüssen etwa parallel zur Geländeoberfläche verliefen, wurden ggf. aus dem Datensatz gestrichen, wenn Unsicherheit bestand, ob es sich um bodennahe Verwitterungsklüfte ohne tektonisch Bedeutung handelt. Sind Störungen nicht als Aufschiebungen bzw. Abschiebungen gekennzeichnet, ist die Bewegungsrichtung unbekannt.

Abb. 3 (rechte Seite): *Lage und aktuelle Form der bearbeiteten Steinbrüche 1 bis 8. Digitales Geländemodell aus: Geoportal NRW (www.geoportal.nrw.de). #1: Große Egge, #2: Schwedenschanze, #3: Sennberg, #4: Unterer Steinbruch Hünenburgstraße, #5: Oberer Steinbruch Hünenburgstraße, #6: Steinbruch hangabwärts Hünenburgturm, #7: Salem, #8: Waldesruh.*

Fig. 3 (right page): *Location and current shape of quarries 1 to 8. Source of digital terrain model: Geoportal NRW (www.geoportal.nrw.de).*


(a)
Große Egge
1
200 m
N
(b)
2.2
2.1
Gottesberg
100 m
N
(c)
3
Senn-
berg
4
5
6
Hünen-
burg
200 m
N
(d)
7
8
Haus
Salem
100 m
N

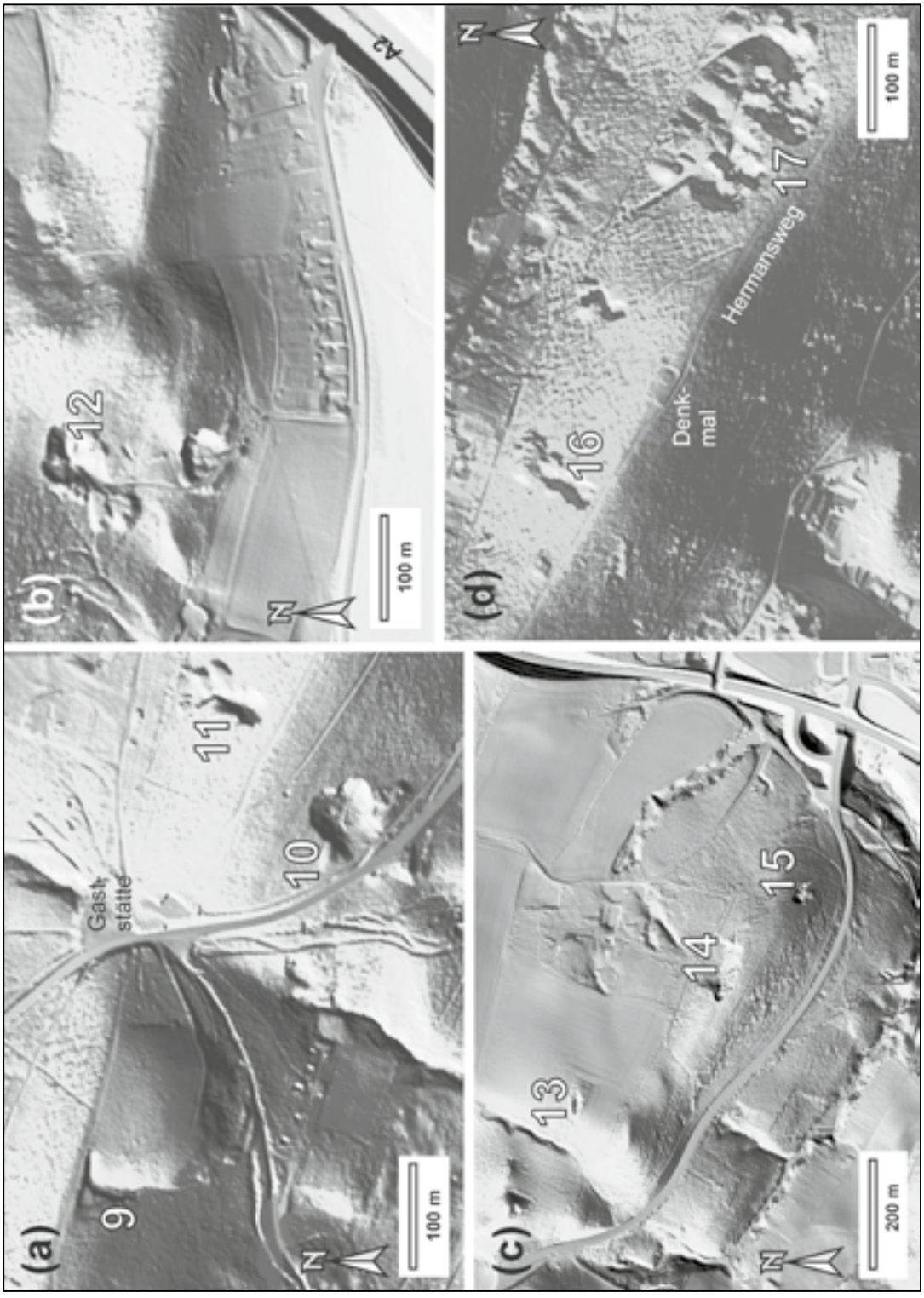

(a)
9
Gast-
stätte
10
11
N
100 m
(b)
12
A2
N
100 m
(c)
13
14
15
N
200 m
(d)
16
Denk-
mal
Hermannsweg
17
N
100 m

Abb. 4 (linke Seite): *Lage und aktuelle Form der bearbeiteten Steinbrüche 9 bis 17. Digitales Geländemodell aus: Geoportal NRW (www.geoportal.nrw.de). #9: W Eiserner Anton, #10: SSE Eiserner Anton, #11: ESE Eiserner Anton, #12: Lämershagen, #13: ehemalige Eisengrube Gräfinghagen, #14: Menkhausen 1, #15: Menkhausen 2, #16: Oerlinghausen Kammweg 1, #17: Oerlinghausen Kammweg 2.*

Fig. 4 (left page): *Location and current shape of quarries 9 to 17. Source of digital terrain model: Geoportal NRW (www.geoportal.nrw.de).*

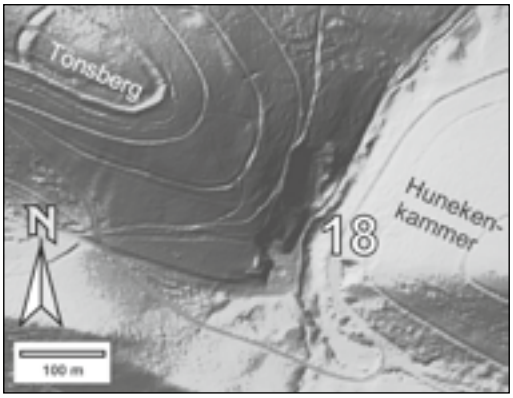


Abb. 5: *Lage und aktuelle Form des Steinbruchs #18 (Hunekenkammer). Digitales Geländemodell aus: Quelle: Geoportal NRW, www.geoportal.nrw.de).*

Fig. 5: *Location and current shape of quarry #18 (Hunekenkammer). Source of digital terrain model: Geoportal NRW (www.geoportal.nrw.de).*

2.1 Halle/Werther ("Große Egge")

(N52°04'32.8'' E8°21'36.7'', Abb. 3 a)
Mutterlose (1995): n/a
Kaplan (2009): "bei Schneiker", S. 165
Speetzen (2010): #13

Zustand:
Guter bis mäßiger Aufschluss mit steiler Schutthalde und bis zu 8 m hoher Felswand. Hellocker bis hellbräunlich gefärbter Feinsandstein mit dünnen Konglomeratlagen, schichtparallele Harnischflächen.

Strukturelemente:
Schichtung (ss): 13/50, 23/56, 15/59 (überkippt)
Klüftung (sk): 320/77, 214/47, 46/53, 304/79, 200/59
Schichtparallele Störungen in konglomeratischen Lagen.
Striemung auf schichtparalleler Störung: 40/25

2.2 Schwedenschanze

Hohlweg-Anschnitt und zwei kleine, stark verfallene Pingen, Tiefe der Pingen bis 6 m, erhaltene Steinbruchwand: < 2 m
Mutterlose (1995): n/a
Kaplan (2009): n/a
Speetzen (2010): n/a

2.2.1 Pinge Schwedenschanze 1

(N52°02'10.2'' E8°25'50.4'', Abb. 3 b)

Zustand:
Sehr schlechter Aufschluss mit wenig anstehendem Gestein. Hellocker bis tiefrot gefärbter Feinsandstein, gelegentlich gebleichte, stark absandende Partien. Häufig Eisenschwarten am Kontakt zwischen unterschiedlich gefärbten Bereichen.

Strukturelemente:
Schichtung (ss): 233/86, 60/83, 234/84, 54/60, 57/77, 47/62 (überkippt)
Klüftung (sk): 357/33, 12/25, 34/20, 40/18, 314/88, 139/76, 316/87, 134/85, 142/86, 140/90, 310/87, 132/86, 142/89, 134/84, 142/84, 132/90
Eisenschwarten: 251/75, 237/80, 243/85

2.2.2 Pinge Schwedenschanze 2

(N52°02'11.1'' E8°25'46.5'', Abb. 3 b)

Zustand:
Schlechter Aufschluss im Bereich oberflächennaher Verwitterungsklüftung, stark verwachsen. Höchste anstehende Felswand ca. 2 m. Gestein wie Schwedenschanze 1, aber stärker deformiert. Intensive Klüftung, häufig Störungen und Scherzonen, letztere teils diffus und stark eisenimprägniert (Abb. 6).

Strukturelemente:
Schichtung (ss): 40/48, 34/46, 35/51, 38/36, 24/44 (überkippt)
Klüftung (sk): 125/82, 302/87, 115/88, 46/86, 44/77, 43/86, 240/82, 48/87, 320/87, 122/87, 134/88, 310/5, 358/15, 14/4
steile Scherzone: 242/87, 54/86, 51/86, 236/87, 250/80, 241/84, 53/90, 231/54, 231/87, 233/77, 224/75 (Abb. 6)
Eisenschwarten in steiler Scherzone: 78/86, 63/81, 66/82, 247/77, 67/87, 246/88
geneigte Scherzone: 50/55, 41/65, 49/42

2.3 Steinbruch Sennberg ("Mönkebruch")

(N52°01'05.3'' E8°27'31.5'', Abb. 3 c)
Mutterlose (1995): #11
Kaplan (2009): "Sennberg", S. 28,166
Speetzen (2010): #16

Zustand:
Sehr guter Aufschluss. Massiv gebankter Feinsandstein (Bankdicke 0,5 bis 6 m), ocker

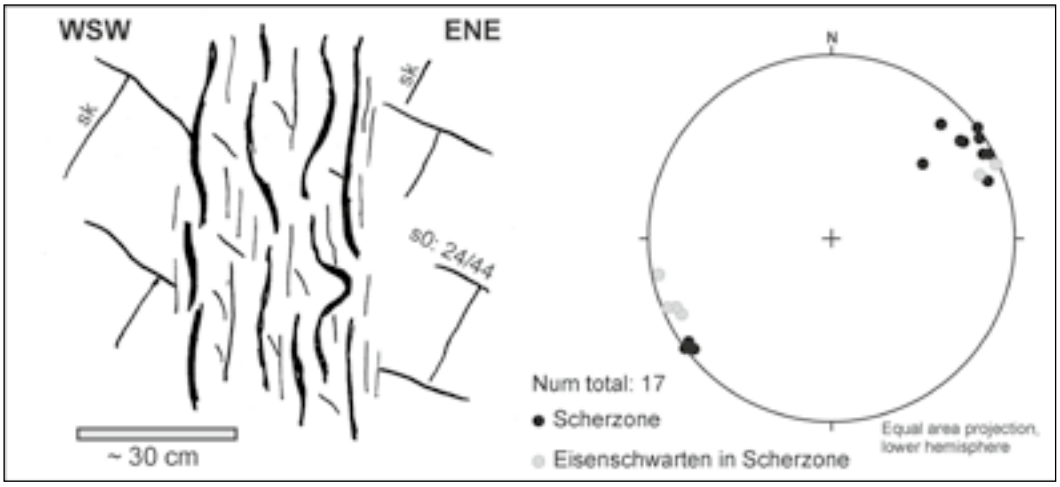


Abb. 6: *Skizze und Stereogramm zur steil stehenden Scherzone am Punkt Schwedenschanze 2. Die Scherzone ist ca. 20 bis 25 cm mächtig, von intensiven Eisenausfällungen (dicke schwarze Linien in der Skizze) durchzogen und lässt sich auf beiden Seiten des Hohlwegs verfolgen.*

Fig. 6: *Sketch and stereographic plot of the semi-brittle shear zone (1) at location Schwedenschanze 2. The shear zone is about 20-25 cm thick, intensely impregnated with iron hydroxides (thick black lines in sketch) and can be traced across the narrow path.*

bis tiefrot gefärbt. Selten Eisenschwarten bis 1 cm Dicke. Stark ausgeprägte oberflächennahe Verwitterungsklüftung (Abb. 7).

Strukturelemente:
Schichtung (ss): 34/77, 49/80, 36/68 (überkippt)
Klüftung (sk): 246/16, 259/33, 322/81, 94/71, 160/79, 288/82, 137/32
Aufschiebung: 181/42, 178/46, 174/36
Striemung auf Aufschiebung: 145/39, 148/40, 152/37

2.4 Unterer Steinbruch an der Hünenburgstraße

(N52°00'54.4'' E8°27'59.8'', Abb. 3 c)
Mutterlose (1995): #12
Kaplan (2009): "W Hünenburg", S. 165
Speetzen (2010): #17a

Zustand: Guter Aufschluss mit bis zu 10 m hohen Felswänden. Ockerfarbener Sandstein mit gelegentlich dünnen feinkonglomeratischen Lagen. Dickbankig.

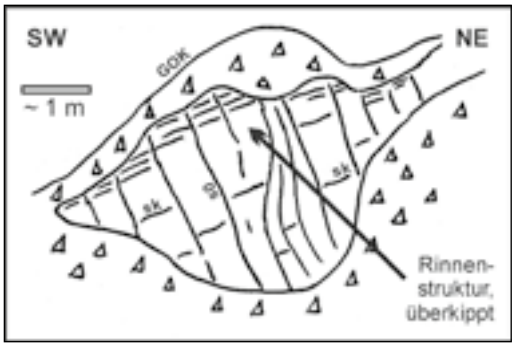


Abb. 7: *Skizze des aufgeschlossenen Profils am Eingang zum Steinbruch Sennberg. Beachte die überkippte Schichtung und die zur ehemaligen Geländeoberfläche hin stark zunehmende Klüftung.*

Fig. 7: *Sketch of the profile at the entrance to the Sennberg quarry. Note the overturned bedding and the jointing, becoming much more intense towards the former surface.*

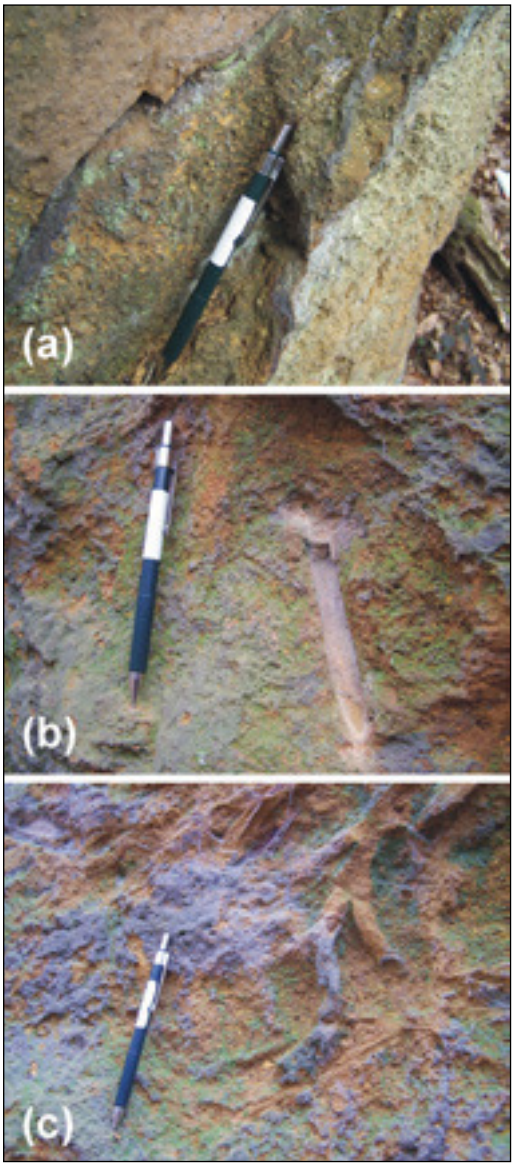


Abb. 8: *Oberer Steinbruch an der Hünenburgstraße: (a) eisenschüssiges Konglomerat, (b) Abdruck von Oxytheutis, (c) Planolites auf senkrecht stehender Schichtfläche mit starken Eisenausfällungen.*

Fig. 8: *Upper quarry at the Hünenburgstraße: (a) strongly ferritic conglomerate layer, (b) cast of Oxytheutis, (c) Planolites on a vertical Fe-impregnated bedding plane.*

Strukturelemente:
- Homogenbereich 1:
Schichtung (ss): 210/76, 207/77, 199/81, 211/78 (normal bis saiger)
Klüftung (sk): 110/76
- Homogenbereich 2:
Schichtung (ss): 296/18, 295/36, 308/23
Klüftung (sk): 198/89, 254/85, 317/90, 212/78

2.5 Oberer Steinbruch an der Hünenburgstraße

(N52°00'54.9'' E8°28'05.5'', Abb. 3 c)
Mutterlose (1995): #12 (Aufschlüsse 2.4 und 2.5 sind bei Mutterlose zusammengefasst)
Kaplan (2009): "W Hünenburg", S. 165
Speetzen (2010): #17b

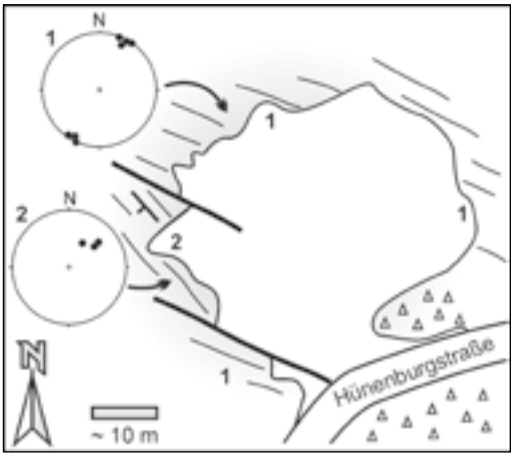


Abb. 9: *Skizze des Oberen Hünenburgsteinbruchs mit tektonischem Inventar. Zwei senkrechte Störungen trennen einen Homogenbereich (2) mit abweichendem Einfallen von dem übrigen Teil des Steinbruchs (Bereich 1) ab. Die Störungen verlaufen parallel zur saigeren Schichtung, die den Hauptteil des Steinbruchs dominiert.*

Fig. 9: *Sketch of the Upper quarry at the Hünenburgstraße with tectonic inventory. Two vertical faults separate an area of differing bedding orientation (area 2). The faults are oriented parallel to the vertical bedding dominating the outcrop.*

Zustand:
Guter Aufschluss mit bis zu 8 m hohen Felswänden. Massiger bis dickbankiger Sandstein, meist ocker, selten rot gefärbt. Eisenschüssige Konglomeratlagen häufig (Abb. 8 a), in diesen Abdrücke von Oxytheutis (Abb. 8 b). Weitere Fossilien: Planolites und verschiedene große Muscheln (Abb. 8 c). Zum Fossilinhalt des Steinbruchs siehe auch Mutterlose (1995). Zwei tektonische Homogenbereiche, durch schichtparallele Störungszonen getrennt (Abb. 9).

Strukturelemente:
Schichtung (ss): 205/83, 229/57, 209/40, 206/88, 209/88, 214/89, 26/88, 28/86, 231/44 30/86
Klüftung (sk): 91/81, 16/74, 239/90, 318/82, 315/84, 175/56, 183/12, 103/84, 204/84
Störung: 91/58

2.6 Großer Steinbruch hangabwärts des Hünenburgturms

(N52°00'46.3'' E8°28'22.3'', Abb. 3 c)
Mutterlose (1995): n/a
Kaplan (2009): "S Hünenburg", S. 165
Speetzen (2010): n/a

Zustand:
Hervorragender Aufschluss mit bis zu 30 m hohen Felswänden. Massiv (mehrere Meter) gebankter, meist kräftig ockerfarbener Feinsandstein mit mehreren bis 20 cm mächtigen Konglomeratlagen. In einigen Felspartien ist eine rötliche Färbung zu beobachten. Deutliche Bruchzone mit Nebenscherflächen (en echelon oder Riedelscherflächen, siehe Abb. 10).

Strukturelemente:
Schichtung (ss): 214/68, 201/69, 207/77, 199/68, 208/74, 201/77 (steil normal gelagert)
Klüftung (sk): 94/78, 283/22, 90/84, 341/83, 325/75, 291/77, 116/73, 310/75, 97/69 94/70, 86/11, 86/75, 90/81

Störung (F): 310/70, 309/77, 305/74, 302/72, 307/86
Striemung auf F: 229/50, 238/41, 230/42, 239/48, 233/52

2.7 Salem

(N51°59'33.7'' E8°32'18.0'', Abb. 3 d)
Mutterlose (1995): #13
Kaplan (2009): "N Haus Salem", S. 165
Speetzen (2019): #18

Zustand:
Sehr guter Aufschluss. In der Kletterführerliteratur (Marschner et al., 2014) wegen des oberhalb gelegenen Sandsteinkreuzes als "Hallelujasteinbruch" bezeichnet. Der laufende Kletterbetrieb verhindert bislang den Verfall und das Zuwachsen des Steinbruchs. Wandhöhe bis ca. 15 m. Fein- bis häufig mittelkörniger Sandstein, hellocker mit bis 1 cm dicken, oft unregelmäßig-nierigen Eisenschwarten.

Strukturelemente:
Schichtung (ss): 40/49, 35/46, 26/55, 27/54, 21/18, 21/53, 28/52, 341/18, 32/26, 46/43, 27/56 (überkippt)
Klüftung (sk): 202/83, 132/76, 185/69, 350/87, 128/86, 294/89, 217/73, 53/85, 222/70, 42/68, 241/78, 9/2, 307/84
Klüfte/Störungen mit Fe-Belag: 221/21, 226/36, 222/27

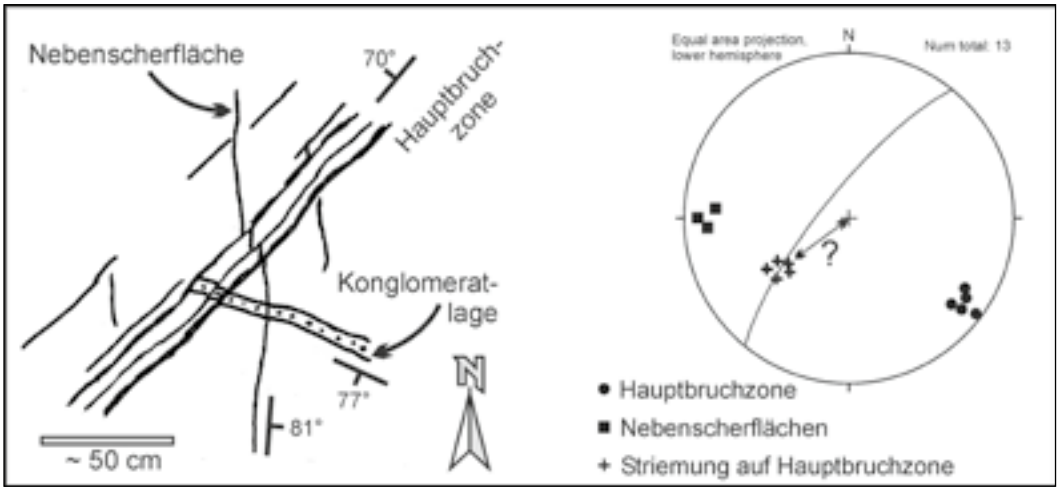


Abb. 10: *Strukturelemente einer Bruchzone im großen Steinbruch unterhalb des Hünenburgturms. Die Zone ist scharf begrenzt, 30 bis 80 cm breit und über 50 bis 100 m zu verfolgen. Innerhalb der Bruchzone engständige Scherflächen mit sehr deutlicher Harnischstriemung, aber kaum beobachtbarem Versatz. Die Striemung weist klar auf Diagonalbewegungen hin, ob es sich aber um eine Schrägauf- oder Schrägabschiebung handelt, ist unklar.*

Fig. 10: *Structural features of a fracture zone in the large quarry below the Hünenburg broadcasting tower. The fracture zone is sharply developed, 30 to 80 cm wide and can be traced for about 50-100 m through the outcrop. Within the zone, closely spaced shear planes with very clear slickenside lineations are developed. Displacement, however, is very small. The lineation clearly indicates diagonal displacement along the fault, but it is unclear if movement was reverse or normal.*

2.8 Waldesruh

(N51°59'28.7'' E8°32'29.0'', Abb. 3 d)
Mutterlose (1995): #14
Kaplan (2009): n/a
Speetzen (2010): n/a

Zustand:
Mäßiger Aufschluss, stark verwachsen. Hellocker- bis ockerfarbener Feinsandstein, im oberen Bereich der Aufschlusswand stark zerrüttet. Es ist unklar, ob die Zerrüttung das Ergebnis von Verwitterungsklüftung ist oder ob eine flach einfallende Scherzone vorliegt. Bereichsweise starke Verfärbung zu kräftig dunkelbraun (siehe auch Aufschluss 2.16).

Strukturelemente:
Schichtung (ss): 25/50, 24/70, 50/55, 36/45, 34/62 (überkippt)
Klüftung (sk): 154/75, 142/66, 279/78, 133/85, 87/60, 223/47, 282/86, 225/58, 89/76, 287/86
Aufschiebung 1:356/75 (Harnischfläche)
Striemung auf Aufschiebung 1: 312/65
Störung 2:160/64
Striemung auf Störung 2: 197/60
Striemung auf Störung 2 zeigt Strich in beide Richtungen > Reaktivierung
Störung mit dünnem Fe-Belag: 4/75, 7/88
Scherzone (älter, mit viel Fe-Ausfällung): 52/60
Aufschiebung 3: 358/77
Striemung auf Aufschiebung 3: 298/59
Störung 4: 134/80
Striemung auf Störung 4: 225/22

2.9 Ebberg, 200 m W des Restaurants "Eiserner Anton"

(N51°58'57.1'' E8°34'05.9'', Abb. 4 a)
Mutterlose (1995): #15
Kaplan (2009): "Pape", S. 165
Speetzen (2010): #19

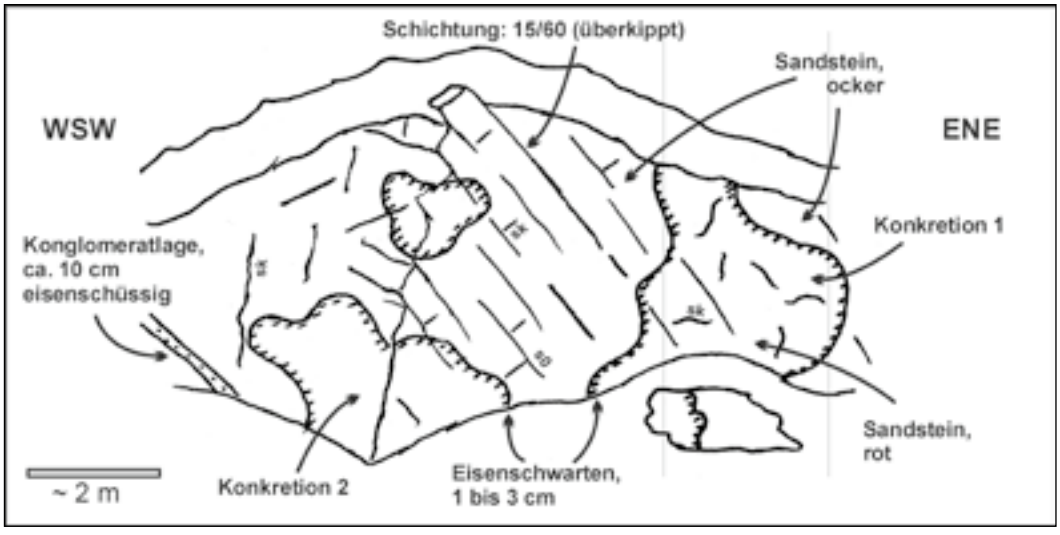


Abb. 11: *Skizze des zentralen Teils der Aufschlusswand im Steinbruch Ebberg westlich der Gaststätte "Eiserner Anton". Eisenschwarten trennen unterschiedlich gefärbte Sandsteinpartien voneinander. Beachte die undeutlichere Schichtung und unregelmäßige Klüftung in Konkretion 1 (Strukturwerte siehe Text).*

Fig. 11: *Sketch of the central part of the outcrop Ebberg, W of restaurant "Eiserner Anton". Ferricretes separate domains of differently coloured sandstone. Note the more widely spaced bedding and irregular jointing within concretion 1 (structural data see text).*

Zustand:
Mäßiger, nicht sehr tiefer Aufschluss, geotouristisch erschlossen durch Seilgeländer am Abstieg und Infotafel im Steinbruchkessel. Höchste erhaltene Felswand: ca. 5 m. Kräftig ockerfarbener bis tiefroter Fein- und Mittelsandstein mit mm-großen Kohleschmitzen, stark geklüftet. Stark absandende, fast weiß gebleichte Bereiche fallen auf, sie sind von roten oder ockerfarbenen Partien meist durch bis zu 3 cm dicke Eisenschwarten getrennt. Gelegentlich dünne, meist eisenschüssige Lagen von Feinkonglomerat. Eisenausfällungen bilden bereichsweise große annähernd rundliche Strukturen; auf der dort aufgestellten Infotafel "Konkretionen" genannt (Abb. 11).

Strukturelemente:
N-Teil des Steinbruchs (N der Treppe)
Schichtung (ss): 16/61, 25/20, 17/65, 29/31, 20/56, 14/43, 35/51, 4/29, 12/68, 39/25, 9/68, 36/20, 15/58, 28/38, 28/54 (überkippt)
Klüftung (sk): 14/85, 190/88, 196/84, 123/67, 106/83, 89/85, 354/88, 250/85, 154/80
Störung: 9/64 180/87 (etwa parallel ss, Ruschelzone, ca. 20 cm mächtig)

"Konkretion 1"
Schichtung (ss): 9/54, 24/67, 1/60, 8/59, 5/47, 8/63, 19/61 (überkippt)
Klüftung (sk): 209/26, 213/30, 178/31, 224/21, 90/78, 97/88, 104/70, 264/89, 163/83, 150/87

"Konkretion 2"
Klüftung (sk): 221/89, 207/86, 246/16, 191/23

S der "Konkretionen"
Schichtung (ss): 19/62
Klüftung (sk): 272/89, 273/72, 262/85, 315/76, 152/26, 151/87
Störung: 197/69, 185/44 (zwei Äste einer verzweigten Abschiebung, Versatz etwa 10 cm)

2.10 200 m SSE des Restaurants "Eiserner Anton"

(N51°58'50.1'' E8°34'25.7'', Abb. 4 a)
Mutterlose (1995): n/a
Kaplan (2009): n/a
Speetzen (2010): n/a

Zustand:
Mäßiger bis guter Aufschluss, sehr stark verwachsen und unwegsam. Im hinteren Bereich Felswände bis ca. 6 m Höhe und steile Schutthalden. Insgesamt relativ homogen hellocker bis ocker gefärbter Feinsandstein mit Bleichungshöfen um nahezu kugelige Abdrücke (wahrscheinlich weggelöste Seeigelfossilien. Gelegentlich Eisenschwarten, die meist schichtparallel verlaufen, aber auch in Klüfte einbiegen können.

Strukturelemente:
Schichtung (ss): 338/22, 353/24, 345/31, 6/9, 19/5 (überkippt)
Klüftung (sk): 187/85, 92/73, 73/77, 19/76, 186/34

2.11 200 m ESE des Restaurants "Eiserner Anton"

(N51°58'52.8'' E8°34'31.0'', Abb. 4 a)
Mutterlose (1995): n/a
Kaplan (2009): n/a
Speetzen (2010): n/a

Zustand:
Sehr schlechter Aufschluss. Abgesehen vom Eingang zum verfallenen Steinbruchkessel kaum anstehendes Gestein. Schichtung, tektonische und Verwitterungsklüftung sind nur schwer zu unterscheiden. Gestein ockerfarben.

Strukturelemente:
Schichtung (ss): 11/43, 12/59, 18/47, 20/55, 9/58, 12/64, 21/47, 24/50, 17/45, 22/62, 22/49, 2/48 (überkippt)

Klüftung (sk): 268/70, 118/87, 180/49, 154/61, 294/83, 119/39, 278/80, 296/79

2.12 Lämershagen

(N51°58'25.7'' E8°36'23.8'', Abb. 4 b)
Mutterlose (1995): #16
Kaplan (2009): "N Arend", S. 165
Speetzen (2010): n/a

Zustand:
Mäßiger bis schlechter Aufschluss, stark zerrüttet durch oberflächennahe Verwitterungsklüftung und zahlreiche Störungsharnische. Gestein ockerfarben, fein- bis gelegentlich mittelkörnig. Dünne Eisenbeläge und -schwarten auf Schichtflächen, Klüften und Störungsflächen sind häufig.

Strukturelemente:
Schichtung (ss): 260/73, 212/81, 242/80, 259/79 (steil normal gelagert)
Klüftung (sk): 296/85
Störungen: 160/39, 164/57, 8/62, 342/86, 12/58, 211/59

2.13 Gräfinghagen

(N51°57'57.9'' E8°38'45.6'', Abb. 4 c)

Diese Lokalität stellt keinen eigentlichen Aufschluss dar, wurde aber wegen ihrer Bedeutung für die Bergbaugeschichte hier aufgenommen. In Gräfinghagen wurde im späten 19. Jahrhundert Eisenerz abgebaut (Griese, 1952), das stratigraphisch der Basis des Osning-Sandsteins zugeordnet wird (Mestwerdt, 1982). Diverse Halden, Hohlwege und Senken, die die Position ehemaliger Stollenmundlöcher anzeigen, sind noch erhalten. Lesesteinfunde in der Umgebung: ockerfarbener Sandstein und eisenschüssige Konglomerate mit häufigen, bis 3 mm großen Kohleschmitzen.

2.14 Menkhausen 1

(N51°57'49.4'' E8°38'55.7'', Abb. 4 c)
Mutterlose (1995): #17
Kaplan (2009): "Gut Menkhausen", S. 165
Speetzen (2010): n/a

Zustand:
Sehr schlechter Aufschluss. Höchste erhaltene Felswand ca. 2,50 m im Bereich intensiver oberflächennaher Verwitterungsklüftung. Keine eindeutige Schichtung identifizierbar. Gestein hell bis kräftig ockerfarben, dünne Eisenhydroxidbeläge auf Klüften.

Strukturelemente:
Klüftung (sk): 213/47, 341/80, 267/67, 84/82, 45/86, 213/73, 248/58, 214/82
Klüftung (sk) II GOK: 22/39, 37/31, 59/20 (sehr häufig)

2.15 Menkhausen 2

(N51°57'44.8'' E8°39'06.3'', Abb. 4 c)
Mutterlose (1995): n/a
Kaplan (2009): n/a
Speetzen (2010): n/a

Zustand:
Etwa 5 m tiefer konischer Kessel, sehr schlechter Aufschluss. Wenige anstehende dünne Gesteinsrippen (Konglomerat und feinkörniger Sandstein mit Eisenausfällungen) im Schutthang.

Strukturelemente:
Schichtung (ss): 28/30 (dünne Konglomeratlage, überkippt)
Klüftung (sk): 187/69, 14/78

2.16 Oerlinghausen Kammweg 1

(N51°57'17.1'' E8°40'24.8'', Abb. 4 d)
Mutterlose (1995): n/a
Kaplan (2009): n/a
Speetzen (2010): n/a

Zustand:
guter Aufschluss mit bis zu 7 m Wandhöhe. Ockerfarbener dickbankiger (bis 1 m) Feinsandstein mit erkennbaren Rinnenstrukturen. Dünnbankige Bereiche im Mittelteil der Aufschlusswand sind auffallend dunkelbraun gefärbt (siehe auch Aufschluss 8), Übergänge zum ockerfarbenen Sandstein sind mehr oder weniger schichtparallel und schlierig. Dieselbe Situation zeigt sich im Streichen an der gegenüberliegenden Aufschlusswand (Abb. 12).

Strukturelemente:
Schichtung (ss): 20/75 (überkippt)
Klüftung (sk): 120/90

2.17 Oerlinghausen Kammweg 2

(N51°57'11.4'' E8°40'42.1'', Abb. 4 d)
Mutterlose (1995): n/a
Kaplan (2009): "östlicher Ortsrand", S. 165
Speetzen (2010): #20

Zustand:
Guter Aufschluss, aber stark überwachsen. Felswände bis ca. 6 m Höhe. Ockerfarbener bis rotbrauner Feinsandstein, teils "flammig" gebleicht und häufig auffallend mürbe. Eisenoxidanreicherungen diffus, nur gelegentlich dünne Krusten auf Schicht- und Kluftflächen.

Strukturelemente:
Schichtung (ss): 17/69, 25/67, 29/59, 30/75 (überkippt)
Klüftung (sk): 108/83 308/54 137/89 217/34 300/85
Störung (F): 212/38

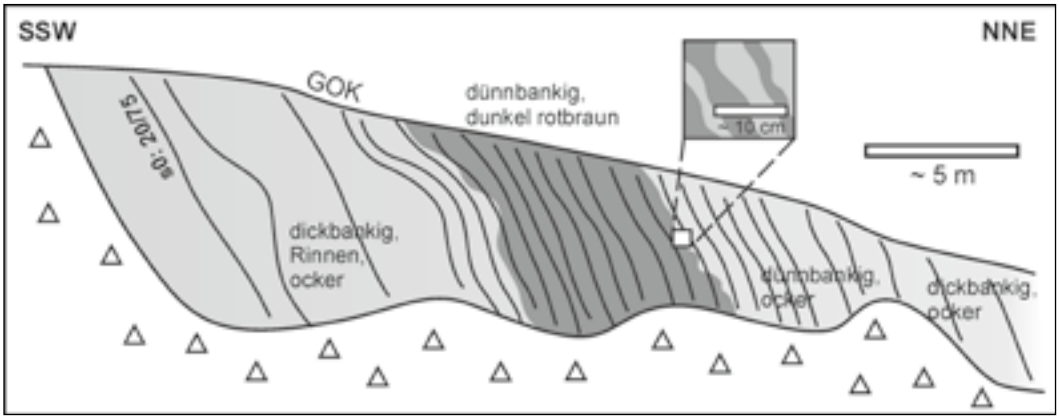


Abb. 12: *Skizze der westlichen Aufschlusswand im Steinbruch Kammweg 1. Etwa schichtparallele Braunfärbung (Hämatit mit XRD nachgewiesen) im mittleren Wandteil. Die Übergänge zum ockerfarbenen Sandstein sind teils diffus-schlierig.*

Fig. 12: *Sketch of the western wall of outcrop Kammweg 1. Roughly bedding-parallel brown colouration (hematite detected with XRD) in the middle part of the wall. The transition to the ochre-coloured sandstone is in places diffuse and patchy*

2.18 Hunekenkammer

(N51°56'41.6" E8°41'57.2", Abb. 5)
in Mutterlose: n/a
Kaplan (2009): "Gut Wistinghausen", S. 165
in Speetzen: n/a

Zustand:
Mäßiger bis schlechter Aufschluss, steile Schutthalde, sehr stark verwachsen. Höchste erhaltene Felswand: ca. 3,5 m. Dick bis massiv gebankter kräftig ockerfarbener Feinsandstein mit dünnen Eisenhydroxidbelägen auf Klüften.

Strukturelemente:
Schichtung (ss): 12/68, 11/68, 21/73, 16/67 (überkippt)
Klüftung (sk): 95/88, 104/82, 318/15, 56/86

3. Tektonik

Die Schichtung des Osning-Sandsteins steht in den meisten beschriebenen Aufschlüssen senkrecht bis teils stark überkippt (Abb. 13 a). Bedingt durch die meist große Bankmächtigkeit und damit hohe Kompetenz sind Faltungen, bzw. Verbiegungen im Aufschlussmaßstab kaum bis gar nicht zu beobachten. Starke Änderungen in Einfallswinkel oder -richtung sind auf Blockrotationen entlang spröder Störungen zurückzuführen (z.B. im Oberen Steinbruch an der Hünenburgstraße, siehe Abb. 9).

3.1 Klüftungs- und Störungsgenerationen

Der Osning-Sandstein ist fast ausschließlich von spröder Deformation geprägt. Komplexe Klüftung und starke Zerlegung des Gesteinsverbands in Verbindung mit nicht immer guten Aufschlussverhältnissen machen es meist schwer bis unmöglich, eindeutige relative Altersbeziehungen zwischen den einzelnen Strukturelementen festzustellen. Die nachfolgend beschriebene Abfolge dient der großen Orientierung und kann im Einzelfall abweichen.

1. Anlage von frühtektonischen Längs-, Quer- und Diagonalklüften mit beginnender Inversion des Niedersächsischen Tektogens (Santon, spätestens Campan)

2. Rotation älterer Klüfte und Anlage neuer Generationen im Zuge der fortschreitenden Aufstellung, bzw. Überkippung der Schichten (Abb. 13 b). Dabei starke Zerlegung weniger mächtiger Schichtpakete in dm-große Fragmente (Oberste Kreide).

3. Auf- und Überschiebungen, sowie Seitenverschiebungen, punktuell Anlage von diffusen, möglicherweise halbspröden Scherzonen (z.B. an der Schwedenschanze) mit Eisenhydroxidausfällung (Oberste Kreide bis Paläogen). Es muss hier betont werden, dass die Altersstellung der stark eisenschüssigen Scherzonen nicht eindeutig ist. Sie werden hier in die kompressive Phase der Deformationsgeschichte gestellt, weil sie möglicherweise erhöhte Druck- und/oder Temperaturbedingungen anzeigen und damit nahe des Höhepunkts der tektonischen Entwicklung entlang der Osningzone am wahrscheinlichsten entstehen können. Es darf zu diesem Zeitpunkt aber nicht ausgeschlossen werden, dass auch abschiebende Bewegungsbahnen durch starke Fluidaktivität die beobachteten Eigenschaften entwickeln können.

4. Abschiebungen, häufig unter Reaktivierung älterer Klüfte oder Störungen (Paläogen bis Neogen). Sowohl Auf- als auch Abschiebungen zeigen häufig eine signifikante Horizontalkomponente. Diese Beobachtung deckt sich mit denen bisher erschienenen Arbeiten (z.B. Fiedler, 1984; Drozdzewski, 2003), wobei im Aufschlussmaßstab sinistrale und dextrale Komponenten wechseln. Kleinmaßstäbliche Störungen sind meist nur Zweigstörungen

übergeordneter Systeme (zum Beispiel Riedel-Scherflächen oder en-echelon-Störungen, siehe z.B. Abb. 10). Des Weiteren ist – genau wie bei der Klüftung – auch bei Störungen mit einer starken Rotation früh angelegter Bewegungsbahnen während der fortschreitenden Deformation zu rechnen. Richtungsindikatoren wie zum Beispiel asymetrische Striemungen auf Harnischen, sind somit im Einzelfall wenig diagnostisch.

5. Verwitterungsklüfte nahe der Geländeoberkante, meist parallel zu dieser verlaufend (Pleistozän-Holozän, Abb. 7). Diese Klüftung kann sehr intensiv sein und stellt nahe der Geländeoberkante das prominenteste Strukturelement dar (siehe auch Keller, 1979 für den nordwestlichen Teutoburger Wald). Sie können insbesondere in schlechten Aufschlüssen sedimentäre oder tektonische Strukturen vortäuschen, bzw. je nach Hangneigungsrichtung zufällig bereits vorher tektonisch angelegte Strukturen verstärken.

3.2 Tektonische Beanspruchung und Aufschlussverhältnisse

Die Hauptbewegungsbahn der Osning-Überschiebung verläuft meist deutlich nördlich der bearbeiteten Aufschlüsse (siehe Abb. 1 und GK25, Blätter 3916, 3917, 4017, 4018), hat aber den Osning-Sandstein stark bis erheblich geprägt. Steinbrüche in stark

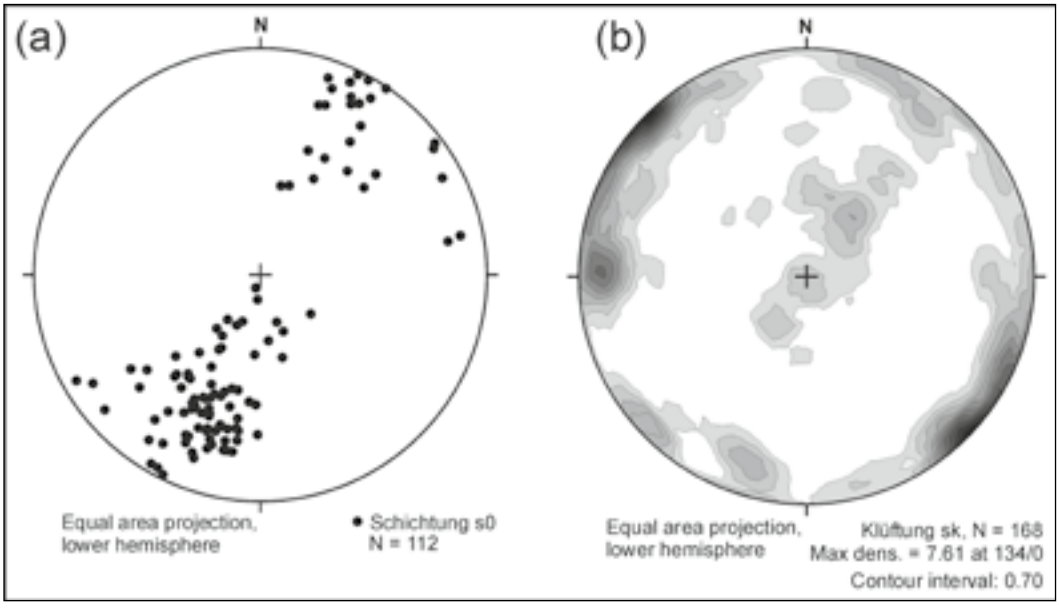


Abb. 13: *Stereographische Projektionen der Gesamtstrukturdaten aus allen bearbeiteten Aufschlüssen (a): Schichtung, und (b): Kluftmessungen, aufgenommen in den beschriebenen Aufschlüssen. Flach einfallende Klüfte sind evtl. unterrepräsentiert (siehe Text). Rotation früh angelegter Klüftung im Zuge fortschreitender Deformation (bei Haupteinengung in Richtung NE-SW) führte zur Streuung von Längs- und Diagonalklüften.*

Fig. 13: *Combined stereoplot of bedding (a) and joint (b) measurements from the outcrops described above. Shallow dipping joints may be underrepresented, because joints parallel to the surface were not always measured (especially in bad outcrops) to avoid confusion of weathering- and tectonically induced joints in the dataset. Rotation of early-stage joints during ongoing deformation (main compressive strain NE-SW directed) led to significant scattering of diagonal and along-strike joints.*

tektonisch beanspruchten Bereichen des Osning-Sandsteins (z.B. Schwedenschanze, Lämershagen) und/oder solche, die von dünnbankigen Schichten dominiert sind, neigen generell stärker zum Verfall, unabhängig von der Originaltiefe des Abbaus. Größere Abbaugebiete für Werksteine wurden naturgemäß nur dort angelegt, wo ein möglichst intakter Schichtverband vorherrscht, zum Beispiel im Steinbruch Sennberg und unterhalb des Hünenburgturms. Neben den Steinbrüchen existieren aufgrund der starken Bewaldung nur sehr wenige natürliche Aufschlüsse. Insofern ist die Aufschlusslage im Teutoburger Wald um Bielefeld sehr selektiv. Die großen Brüche bieten zwar eine hervorragende Gelegenheit, Lithologie und Stratigraphie zu bearbeiten, können aber die tektonische Überprägung des Osning-Sandsteins schwächer erscheinen lassen als sie tatsächlich ist (siehe auch Kap. 4).

4. Diskussion und Synthese

Die Aufschlusslage entlang des mittleren Teutoburger Waldes wird zusehends schlechter, insbesondere in den ehemaligen Abbaugebieten des Osning-Sandsteins. Zur Zeit wird nirgends mehr aktiver Abbau betrieben. Ein Wiederaufleben des Abbaus – zum Beispiel zur Gewinnung von Werksteinen für die Restauration historischer Bauwerke – ist aufgrund von strengen Naturschutzauflagen nicht zu erwarten. Doch auch in nicht geschützten Arealen gilt, dass aufgrund der steilen Hanglagen Ausstrichgebiete des Osning-Sandsteins als Baugrund wenig begehrt sind. Temporäre Aufschlüsse wie Baugruben werden also auch in Zukunft selten anzutreffen sein. Daher wird es nicht nur immer schwieriger, tektonische oder stratigraphische Daten zu erheben, auch die Wahrscheinlichkeit neuer Fossilfunde sinkt. Der wissenschaftliche Wert der in Museums- und Universitätssammlungen aufbewahrten reichen Fossilfauna des Osning-Sandsteins (z.B. Althoff 1914) wird damit deutlich gesteigert.

Die in den Aufschlüssen erkennbare Tektonik ist, entsprechend des generellen Baus des Osningzone und der hohen Kompetenz der Sandstein-Einheit, geprägt von spröder Deformation. Vorherrschend sind mehrere Generationen von Klüftung (siehe Kap. 3.1), sowie Störungen mit insgesamt geringen Versatzbeträgen und oft signifikanter Horizontalkomponente. Im Gegensatz zu z.B. den Kalksteinen des südlichen Kamms, die teilweise im dm-Bereich sigmoidal zerschert sind ("Querplattung" in Fiedler, 1965), hat die spröde Deformation im Osning-Sandstein weite Bereiche des Gesteinsverbands intakt gelassen und in der Vergangenheit die Gewinnung großer zusammenhängender Blöcke ermöglicht. Lediglich in Bereichen stärkerer Fluidaktivität (ausgedrückt durch intensive Imprägnation des Gesteins mit Eisenoxiden und -hydroxiden) lassen sich gelegentlich diffuse Scherzonen beobachten, die einen räumlich eng begrenzten Übergang zu halbspröder Deformation andeuten könnten (siehe Abb. 6). Ob ein kausaler Zusammenhang der teils starken Eisenmineralisation innerhalb des Osning-Sandsteins mit den Mineralneubildungen im unweit nördlich gelegenen Lippischen Keuperbergland (Zentrum bei Vlotho) und Fortsetzungen bis ins Weser- und Wiehengebirge zusammenhängt (Büchner & Seraphim, 1975; Büchner & Seraphim, 1977; Deutloff et al., 1980), ist unklar. Eisenhydroxid-Ausfällungen deuten allerdings nicht a priori erhöhte Druck- und/oder Temperaturbedingungen an. Im Fall des Osning-Sandsteins scheint eine tektonische Ursache für die Remobilisation des Eisens wahrscheinlicher, das zumindest zum Teil bereits vor Beginn der Deformation im Osning-Sandstein als Eisenschwarten ausgefallen war (Keiter et al., 2015). Hinweise auf erhöhte Temperaturbedingungen im Osning-Sandstein sind nicht bekannt, es handelt sich bei den diffusen Scherzonen also allenfalls um sehr lokalisierte Phänomene.

Schichtparallele Störungen wurden zumeist entlang von Konglomeratlagen oder dünner gebankten Schichtgliedern beobach-

tet, unter anderem in folgenden Aufschlüssen: Ebberg, oberer Hünenburgsteinbruch und Große Egge. Konglomerate innerhalb des Osning-Sandsteins zeigen generell Hinweise für hohe Fluidaktivität ("eisenschüssig"), was sie zu potentiell guten tektonischen Gleitbahnen macht. In diesem Zusammenhang ist es interessant, dass Querstörungen mit nennenswerten Versatzbeträgen entlang der Osning-Zone zumindest im Raum Bielefeld auffällig selten sind. Es ist möglich, dass ein Großteil des tektonischen Stresses sowohl während der kompressiven als auch bei der nachfolgenden Extensionsphase entlang von früh angelegten, ungefähr schichtparallelen Schwächezonen abgeleitet wurde. Tektonische Schichtverdopplung oder -ausdünnung mag (neben den sicherlich vorhandenen faziellen Übergängen) auch einer der Gründe für die entlang des Teutoburger Waldes zu beobachtenden Mächtigkeitsschwankungen des Osning-Sandsteins sein. Intensive Verschuppung ist gelegentlich im Kartenmaßstab erkennbar, zum Beispiel am Knüll bei Halle, wo isolierte Blöcke von Osning-Sandstein innerhalb von Oberkreide-Karbonaten eingeschert sind. Allerdings wären selbst größere weitgehend schichtparallele Scherzonen nur schwer systematisch zu kartieren, insbesondere weil durch starke Zerrüttung innerhalb solcher Zonen die Aufschlussverhältnisse sehr schlecht wären.

5. Dank

Jasper Berndt, Peter Schmid-Beurmann und Maik Trogisch (Institut für Mineralogie, Münster) gilt mein Dank für die Unterstützung bei der Durchführung dieses Projekts. Mein Dank geht ebenfalls an Eckhard Speetzen und Martin Büchner, deren kritische Durchsicht das Manuskript erheblich verbessert haben, sowie an Ulrike Letschert und Björn Kähler für die redaktionelle Arbeit.

6. Literatur

Althoff, W. (1914): Die geologischen Aufschlüsse Bielefelds. - Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Bielefeld und Umgegend e.V. **3**, 193-225.

Baldschuhn, R. & Kockel, F. (1999): Das Osning-Lineament am Südrand des Niedersachsen-Beckens. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft **150/4**, 673-695.

Brandes, C., Winsemann, J., Roskosch, J., Meinen, J., Tanner, D.C., Frechen, M., Steffen, H. & Wu, P. (2012): Activity along the Osning Thrust in Central Europe during the Lateglacial: ice-sheet and lithosphere interactions. – Quaternary Science Reviews **38**, 49-62.

Büchner, M. (2015): Gesteine in historischem Mauerwerk - eine Baustoffkunde des Kreises Herford und angrenzender Gebiete, Teil 2: Kreide-Holozän. - Historisches Jahrbuch für den Kreis Herford **22**, 111-139.

Büchner, M. & Seraphim, E. Th. (1975): Mineralneubildungen im saxonischen Bruchfaltengebirge des Unteren Weserberglandes. Teil 2: Jura bis Tertiär und Altersfrage. - Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Bielefeld und Umgegend e.V. **22**, 59-146.

Büchner, M. & Seraphim, E.Th. (1977): Mineralneubildungen im saxonischen Bruchfaltengebirge des Unteren Weserberglandes - Teil 3 (Schluß): Nachträge zu den Lagerstätten und Kausalfrage. - Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Bielefeld und Umgegend e.V. **23**, 9-89.

Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013): The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes **36**: 199-204.

Deutloff, O., Teichmüller, M., Teichmüller, R. & Wolf, M. (1980): Inkohlungsuntersuchungen im Mesozoikum des Massivs von Vlotho

(Niedersächsisches Tektogen). - Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte **6**, 321-341.

Drozdzewski, G. (1988): Die Wurzel der Osning-Überschiebung und der Mechanismus herzynischer Inversstörungen in Mitteleuropa. - Geologische Rundschau **77/1**, 127-141.

Drozdzewski, G. (2003): Geologische Entwicklung und tektonischer Bau. - in: Geologie im Weser- und Osnabrücker Bergland. - Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Krefeld, 16-30.

Fiedler, K. (1965): Strukturgeologische Untersuchungen zur Querplattung (Sigmoidalklüftung) in den Oberkreidekalken des Osning. - Mitteilungen aus dem Geologischen Staatsinstitut in Hamburg **34**, 125 S., Hamburg.

Fiedler, K. (1984): Tektonik (Baugeschichte). - in: Klassen, H. (Hrsg.): Geologie des Osnabrücker Berglands, Naturwissenschaftliches Museum Osnabrück, 519-565.

Gage, M. & Gage, J. (2005): The art of splitting stone: Early rock-quarrying methods in pre-industrial New England 1630-1825. - 2. Auflage, 88 S.

Griese, G. (1952): Der Bergbau in Ravensberg. - Jahresbericht des Historischen Vereins für die Grafschaft Ravensberg **57**, 62 S.

Hendricks, A. & Speetzen, E. (1983): Der Osning-Sandstein im Teutoburger Wald und im Egge-Gebirge (NW-Deutschland) - ein marines Küstensediment aus der Unterkreide-Zeit. - Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde **45/1**, 1-11.

Hiss, M. (1995): Kreide. - in: Geologie im Münsterland. - Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld, 41-63.

Kaplan, U. (2009): Naturbausteine historischer Bauwerke des Münsterlandes und seiner angrenzenden Gebiete. - Geologie und Paläontologie in Westfalen **73**, 178 S.

Keiter, M. (2013): Erdbeben in Bielefeld 1612 - Ein bemerkenswertes geologisches Ereignis vor 400 Jahren und seine Ursachen. - Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Bielefeld und Umgegend e.V. **51**, 16-31.

Keiter, M., Berndt, J. & Schmid-Beurmann, P. (2015): Fe-Oxide/Hydroxide precipitates ("Eisenschwarten") in the Osning Sandstone (Teutoburger Wald, Germany). - Sedimentary Basins 2015 Abstracts, 55.

Keller, G. (1976): Saxonische Tektonik und Osning-Zone. - Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft **127**, 297-307.

Keller, G. (1979): Felsmechanik und Bruchtektonik des Osning-Sandsteins im Tecklenburger Lande (Rock mechanics and fracture tectonics of the Osning sandstone (Lower Cretaceous) in Tecklenburg country (North-Westphalia, West Germany). - Osnabrücker naturwissenschaftliche Mitteilungen **6**, 19-33.

Kockel, F. & Baldschuhn, R. (2002): Osning-Tektonik - einst und jetzt. - Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge **9**, 77-84.

Kronberg, P. (1991): Crustal fracturing and intraplate tectonics in the area between the North Sea and the Alps: A comparison of Landsat-derived fractures with existing map data. – Tectonophysics **195**: 261-269.

Marschner, T., Schepers, M. & Sieger, T. (2014): Klettern im Teutoburger Wald. 4. Auflage, tmms-Verlag, Korb, 136 S.

Mestwerdt, A. (1982): Erläuterungen zu Blatt 4017 Brackwede, Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25000, 2. Auflage/

Nachdruck mit Ergänzungen. - Geologisches Landesamt NRW, Krefeld, 45 S.

Mutterlose, J. (1995): Die Unterkreide-Aufschlüsse des Osning-Sandsteins (NW-Deutschland) - Ihre Fauna und Lithofazies. - Geologie und Paläontologie in Westfalen **36**, 85 S.

Mutterlose, J. & Bornemann, A. (2000): Distribution and facies patterns of Lower Cretaceous sediments in northern Gemany: a review. - Cretaceous Research **21**, 733-759.

Saintot, A., Kozakovski, A. & Pascal, C. (2013): Paleostress analysis of the Osning Thrust, Germany. - Geophysical Research Abstracts **15**, EGU2013-13744.

Speetzen, E. (2010): Osning-Sandstein und Gault-Sandstein (Unterkreide) aus dem Teutoburger Wald und dem Eggegebirge und ihre Verwendung als Naturbausteine. - Geologie und Paläontologie in Westfalen **77**, 59 S.

Thiermann, A. (1984): Kreide. - in: Klassen, H. (ed): Geologie des Osnabrücker Berglands, Naturwissenschaftliches Museum Osnabrück, 427-461.

Vogt, J. & Grünthal, G. (1994): Die Erdbebenfolge vom Herbst 1612 im Raum Bielefeld - Revision eines bisher in Seismizitätsbrtrachtungen unberücksichtigten Schadbebens. –Geowissenschaften **12**: 236-240.

7. Zitierte Kartenwerke

Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25000 Blatt 3916 Halle

Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25000 Blatt 3917 Bielefeld

Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25000 Blatt 4017 Brackwede

Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25000 Blatt 4018 Lage

Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:100.000 Blatt C3914 Bielefeld

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des Naturwissenschaftlichen Verein für Bielefeld und Umgegend

Jahr/Year: 2015

Band/Volume: 53

Autor(en)/Author(s): Keiter Mark

Artikel/Article: Historische Steinbrüche im Osning-Sandstein zwischen Halle und Oerlinghausen (Mittlerer Teutoburger Wald) – Aufschlusslage und tektonisches Inventar 30-51