

# Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den Fließrichtungen der Roten Weißeritz und der Vereinigten Weißeritz und der Orientierung des Kluftsystems im geologischen Untergrund

## Investigation of the relationship between the flow directions of the Rote Weißeritz and the Vereinigte Weißeritz rivers and the orientation of the bedrock fissure system

Norbert Pflug<sup>1, 2</sup> und Mario Härtwig<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden, Museum für Mineralogie und Geologie, Sektion Mineralogie, Königsbrücker Landstraße 159, 01109 Dresden, Deutschland; NPflug@gmx.de — <sup>2</sup> Technische Universität Dresden, Professur für Geoinformationssysteme, Helmholtzstraße 10, 01069 Dresden, Deutschland; mario.haertwig@tu-dresden.de

Revision accepted 12 June 2013.

Published online at [www.senckenberg.de/geologica-saxonica](http://www.senckenberg.de/geologica-saxonica) on 10 September 2013.

### Kurzfassung

Im heutigen Landschaftsbild der geologisch komplex aufgebauten Elbezone und der südwestlich daran angrenzenden Erzgebirgischen Antiklinalzone lassen sich bezüglich der ausgebildeten Talformen und der Fließgewässernetze markante Unterschiede feststellen. Diese Studie bearbeitet die Fragestellung, ob zwischen den Fließrichtungen der Roten Weißeritz und der Vereinigten Weißeritz und der Klüftung des jeweiligen geologischen Untergrundes ein Zusammenhang besteht. Die dazu durchgeführten Untersuchungen basieren auf einer Kombination aus feldgeologischen und geoinformatischen Methoden. Mit Hilfe des zweikreisigen Gefügekompasses wurde zunächst in den Tälern der Roten Weißeritz und der Vereinigten Weißeritz die dreidimensionale Raumlage (Streichen und Fallen) der im Gesteinsverband ausgebildeten Kluftflächen erfasst. Um die Fließrichtungen der Roten Weißeritz und der Vereinigten Weißeritz mit der erfassten Orientierung des Kluftsystems vergleichen zu können, kam das von den Autoren zu diesem Zweck entwickelte Programm LIMDIR zur Anwendung. Dieses Programm ermittelt – durch Segmentierung und Winkelberechnung – in welchem Winkel die einzelnen Flussabschnitte in Bezug auf die Himmelsrichtung orientiert sind. Zur Auswertung wurden die Rosendiagramme der für die verschiedenen Gesteinseinheiten gemessenen Kluftrichtungen und die Rosendiagramme der berechneten und kategorisierten Fließrichtungen der entsprechenden Flusssegmente visuell miteinander verglichen. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass sich die Fließrichtungen sowohl der Roten Weißeritz als auch der Vereinigten Weißeritz vorwiegend an der im jeweiligen Gesteinsverband dominierenden Kluftrichtung sowie an der Richtung bedeutender Störungen (z. B. Mittelsächsische Störung, Karsdorfer Störung) innerhalb der Elbezone orientieren.

### Abstract

The actual landscape of the geologically complex Elbe Zone and the Erzgebirgische Antiklinalzone (anticlinal zone) adjoining to the southwest shows conspicuous differences concerning the valley shapes and the drainage network of rivers. The present study investigates the relationship between the flow directions of the Rote Weißeritz and the Vereinigte Weißeritz rivers and the orientation of the bedrock fissure system. Conducted analyses combine methods from geological field work and geoinformatics: Firstly, the three-dimensional spatial orientation (strike and dip) of the fissure planes in the respective rock formations was measured in the valleys of the Rote Weißeritz and the Vereinigte Weißeritz rivers using a geological stratum compass. Subsequently, the measured strike values of the fissures planes were

illustrated by a rose diagram. For being able to compare the flow directions of the Rote Weißeritz and the Vereinigte Weißeritz rivers with the determined orientations of the corresponding fissure systems, the program LIMDIR was developed by the authors. This program computes the angle of orientation related to the compass point for the investigated river segments by use of segmentation and angle calculation. For the evaluation, the rose diagrams of the distinct fissure systems identified for the different rock formations were compared visually to the rose diagrams of the calculated and categorized flow directions of the concerning river segments. Thus, it was proved that the flow directions of the Rote Weißeritz and the Vereinigte Weißeritz rivers primarily follow and represent the orientation of the fissure system dominating the respective rock formation as well as the direction of prominent faults (e.g. Mittelsächsische Störung, Karsdorfer Störung) within the Elbe Zone.

## 1. Einleitung

Das Quellgebiet der ca. 37 km langen Roten Weißeritz befindet sich westlich von Altenberg im sog. Seifenbusch (~775 m), zwischen dem Speicher Altenberg und dem Berg Pöbelknochen (832 m). Sie entspringt im Schellerhauer Granitmassiv, durchfließt dieses in nordwestliche Richtung und folgt damit der Abdachung des Osterzgebirges. Südlich des Kurorts Kipsdorf (565 m) tritt sie kurz in den Oberen Graugneis (Preßnitzer Gruppe) (Beeger & Quellmalz 1994) ein, um anschließend den Deckenerguss des Teplice-Rhyoliths (Teplitzer Quarzporphyr) zu durchfließen. Kurz vor Schmiedeberg (~460 m) fließt sie erneut im Oberen Graugneis. Am nordwestlichen Rand von Dippoldiswalde (~340 m) tritt sie in den Unteren (Freiberger) Graugneis (Osterzgebirgische Gruppe) ein und durchfließt nachfolgend den Rabenauer Grund. In Freital-Coßmannsdorf (~200 m) quert die Rote Weißeritz die Karsdorfer Störung (Wendisch-Carsdorfer Verwerfung) und tritt in das Döhlener Becken bzw. in die Elbezone ein (Pälchen & Walter 2008). In Freital-Hainsberg (183 m) vereinigt sie sich mit der aus Tharandt kommenden Wilden Weißeritz zur ca. 14 km langen Vereinigten Weißeritz. Von Freital-Hainsberg fließt diese in nordöstliche Richtung zunächst durch die permokarbonen Abfolgen des Döhlener Beckens und anschließend durch den Monzonit des Plauenschen Grundes (~150 m) (Beeger & Quellmalz 1994). Ab Dresden-Plauen (~133 m) durchfließt sie die oberkreatazischen Ablagerungen der Elbtal Gruppe und mündet in Dresden-Cotta (104 m) in die Elbe.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden ausgewählte Flussabschnitte der Roten Weißeritz und der Vereinigten Weißeritz hinsichtlich ihrer Orientierung an der Richtung der Klüftung des jeweiligen Gesteinsverbandes bzw. regionaler Störungen untersucht.

## 2. Geologische Situation

Die untersuchten geologischen Einheiten sind Bestandteil der Elbezone (Elbe-Synklinorium) bzw. der südwestlich daran angrenzenden Erzgebirgischen Antiklinalzone. Die herzynisch streichende Elbezone liegt im südlichen Teil

der Saxothuringischen Zone (Saxothuringikum) und stellt innerhalb der mitteleuropäischen Varisziden die größte Transversalverschiebung dar (Linnemann et al. 2008). Sie wird im Nordosten durch die Westlausitzer Störung von der Lausitzer Antiklinalzone und im Südwesten durch die Mittelsächsische Störung von der Erzgebirgischen Antiklinalzone sowie vom Granulitgebirge abgegrenzt (Linnemann et al. 2008, Walter 1995). Die geologische Unterlage der Elbezone wurde während der cadomischen Orogenese (570–540 Ma) gebildet und setzt sich aus gefalteten, paläozoischen Grauwacken-Turbiditen mit lokal eingeschalteten Tuffen, Quarziten und Tonschiefern zusammen (Linnemann et al. 2008). Die Elbezone wurde hingegen erst im Unterkarbon im Zuge der variszischen Orogenese (375–330 Ma) durch sigmoidale, dextrale strike-slip-Bewegungen angelegt (Linnemann et al. 2008). Dabei wurden die Gesteine der Elbezone entlang der Mittelsächsischen Störung auf das Osterzgebirgskristallin aufgeschoben (Baumann et al. 2000). Der Großteil der Elbezone wird von einem bunten, paläozoischen Gesteinskomplex aufgebaut, der sich im Nordwesten aus dem Nossen-Wilsdruffer Synklinorium (Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirge) und im Südosten aus dem Maxenberggießhübeler Synklinorium (Elbtalschiefergebirge) zusammensetzt (Beeger & Quellmalz 1994). Noch während der strike-slip-Bewegungen intrudierten, gebunden an das NW–SE streichende Elbe-Lineament, die spätvariszischen granitoiden Plutone des Meißener Massivs (Beeger & Quellmalz 1994, Pälchen & Walter 2008). So fand die Intrusion des Monzonits des Meißener Massivs nach Hofmann et al. (2009) bei  $334 \pm 3$  Ma statt. Ab dem Oberkarbon (~318 Ma) kam es innerhalb der stark gefalteten Elbezone in Folge einer großräumigen Dehnungstektonik zur Bildung von intramontanen Becken (Döhlener Becken, Weißiger Becken) und damit einhergehend zu einer weitläufigen Sedimentation von siliziklastischen und pyroklastischen Sedimenten (Baumann et al. 2000, Linnemann et al. 2008, Pälchen & Walter 2008). Dies führte wiederum dazu, dass das Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirge und das Elbtalschiefergebirge im Hangenden durch die diskordant auflagernden, permokarbonischen Abfolgen des Döhlener Beckens voneinander getrennt wurden (Beeger & Quellmalz 1994, Linnemann et al. 2008, Pälchen & Walter 2008). Darüber hinaus bildete sich in der Elbezone vom Oberkarbon bis zum Unterperm ein NNW–SSE gerichtetes Spannungsfeld aus, das in erster Linie zur Entstehung von NW–SE (herzynisch) und NE–SW (erzgebirgisch) streichenden Bruchstruktu-

ren und Klüften (jungpaläozoische tektonische Krustenentwicklung) führte (Baumann et. al 2000, Pälchen & Walter 2008). Bis zur Unterkreide unterlag die Elbezone unter feuchtwarmen Klimabedingungen einer intensiven chemischen Verwitterung und Abtragung. So wurden die zwischenzeitlich sedimentierten triassischen und jurassischen Sedimente fast vollständig erodiert (Walter 1995). Mit Beginn des Cenomans (~100 Ma) wurde die Elbezone von der Transgression der aus Nordwesten vordringenden Tethys erfasst (Beeger & Quellmalz 1994). Einhergehend mit dem Transgressionsereignis kam es zu einem tektonischen Einbruch entlang der Westlausitzer Störung und zu einem Meeresspiegelanstieg. In dem nun zwischen der Erzgebirgischen Antiklinalzone und der Lausitzer Antiklinalzone befindlichen asymmetrischen Halbgraben wurde eine oberkreidezeitliche Schichtenfolge sedimentiert (Wagenbreth & Steiner 1990). Diese setzt sich aus den Schichten des Cenomans, Turons und Coniacs zusammen (Beeger & Quellmalz 1994). Die tiefgründig verwitterten Landoberflächen der Mitteleuropäischen Insel im Südwesten und der Westsudetischen Insel im Nordosten lieferten hierfür die Sedimentfracht (Pälchen & Walter 2008). Die Elbtalkreide wird im Nordwesten der Elbezone aus einer mergeligen Plänerfazies (Meißen–Heidenau) aufgebaut und geht nach Südosten über eine Übergangsfazies (Heidenau–Pirna) in eine Küstensandsteinzone (Pirna–Bad Schandau; Niebuhr et al. 2007, Pälchen & Walter 2008). Mit Beginn des Tertiärs (66 Ma) – insbesondere aber ab dem Eozän (56 Ma) – verstärkte sich, ausgelöst durch die alpidische Orogenese, die bereits in der oberen Trias eingesetzte Bruchschollentektonik (saxonische Bruchtektonik; Baumann et. al 2000; Beeger & Quellmalz 1994, International Commission on Stratigraphy 2012). Aus dieser resultierte einerseits die mehrphasige Hebung der Erzgebirgischen Antiklinalzone und der Lausitzer Antiklinalzone, andererseits kam es dadurch zum Einbruch der Elbezone (Beeger & Quellmalz 1994). Infolge der Bruchtektonik bildeten sich vor allem NW–SE (herzynisch), NE–SW (erzgebirgisch) und N–S streichende Störungen und Klüfte heraus (Baumann et. al 2000). Überdies führte die NE–SW gerichtete Einengung am Nordostrand der Elbezone, entlang der Westlausitzer Störung, zur Herausbildung der Lausitzer Überschiebung. Auch am Südwestrand der Elbezone, an der Karsdorfer Störung (Wendisch-Carsdorfer Verwerfung als Teil der Mittelsächsischen Störung), kam es zu NE–SW gerichteten Überschiebungen (Pälchen & Walter 2008).

### 3. Hydrologie des Untersuchungsgebietes

Die Elbe, welche im Riesengebirge entspringt, durch Nordböhmen fließt und in Sachsen entlang des Elbe-Li-

neament verläuft, bildet den Vorfluter für die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Flüsse. Die nach NW gerichtete Abdachung des Erzgebirges gibt zwar im Oberlauf die Hauptflussrichtung der osterzgebirgischen Flüsse vor. Durch den mehrmaligen Einbruch des Elbtalgrabens zu Beginn sowie während des Pleistozäns und infolge der Ausräumung des dazwischen liegenden Trennrückens änderten jedoch sowohl die Wilde Weißeritz als auch die Rote Weißeritz ihren SE–NW orientierten Verlauf und bogen im Mittelauf nach NE in die Elbezone ab. Dadurch sind die Wilde Weißeritz, die Rote Weißeritz und die Vereinigte Weißeritz an das Elbe-Lineament und an das Flusssystem der Elbe gekoppelt. Mit dem Spätglazial der Saaleeiszeit war die Herausbildung der gegenwärtigen Flussverläufe weitgehend abgeschlossen (Pälchen & Walter 2008).

Im Untersuchungsgebiet hat die Rote Weißeritz im Rabenauer Grund (Unterer Graugneis) zwischen Freital-Coßmannsdorf und Spechtritz eine rund 5 km lange und bis zu 80 m tiefe Schlucht geschaffen. Nach dem Zusammenfluss der Roten Weißeritz mit der aus Tharandt kommenden Wilden Weißeritz präparierte die Vereinigte Weißeritz im Döhlener Becken, bedingt durch die geringe morphologische Widerstandsfähigkeit der Rotliegend-Einheiten, ein weitläufiges Kerbsohlental heraus. Nachdem die Vereinigte Weißeritz das Döhlener Becken durchquert hat, fließt sie im Plauenschen Grund durch den dort anstehenden Monzonit des Meißener Massivs mit den auflagernden Konglomeraten, Kalksteinen, Plänern (kalkhaltige Schluffsteine) und Mergeln der oberkreidezeitlichen Dölzsch- und Brießnitz-Formation (Niebuhr et al. 2007, Pälchen & Walter 2008). Im Plauenschen Grund modellierte die Vereinigte Weißeritz eine bis zu 20 m tiefe Schlucht heraus, die in jüngerer Vergangenheit durch rege Steinbruchtätigkeit zu einem Kerbsohlental erweitert wurde. In ihrem weiteren Verlauf fließt die Vereinigte Weißeritz durch das Stadtgebiet von Dresden, wo ihre ursprüngliche Fließrichtung durch zahlreiche anthropogene Einfassungen und Begradigungen stark verändert wurde.

## 4. Methodik

### 4.1. Messung der Kluftrichtungen

Die Erfassung der dreidimensionalen Raumlage (Streichen und Fallen) der im jeweiligen Gesteinsverband ausgebildeten Klufflächen in den Tälern der Roten Weißeritz und der Vereinigten Weißeritz erfolgte im Rahmen feldgeologischer Arbeitsmethoden. Die Klufflächen wurden mit dem zweikreisigen Gefügekompass (nach Clar 1954) eingemessen. Im Tal der Roten Weißeritz, im Rabenauer Grund, wurde das Klufsystem des Freiburger



**Abb. 1.** Zwei subparallel NE streichende Klüfte im schwach geklüfteten Monzonit des Plauenschen Grundes. Die Kluftflächen sind stark geneigt und fallen nach NW ein.

**Fig. 1.** Two sub-parallel NE striking fissures within the weakly fractured monzonite of the Plauenscher Grund. The fissure planes are strongly inclined and dip to the NW.

Graugneises untersucht. Im Döhlener Becken wurde am Backofenfelsen in Freital-Hainsberg das Kluftsystem der Abfolgen der Bannewitz-Hainsberg-Formation (Gneis-Porphyr-Konglomerate mit den zwischengeschalteten Arkosesandsteinen und sandigen Schiefertönen; Beeger & Quellmalz 1994) erfasst.

Die Klüftung des Monzonits des Meißener Massivs wurde im Plauenschen Grund an mehreren Orten eingemessen, unter anderem am Hohen Stein und am ehemaligen Ratssteinbruch (Abb. 1). Die Kluftrichtungen für die oberkretazischen Sedimentgesteine der Dölzschen- und Brießnitz-Formation wurden jeweils an einem Aufschluss in der Serpentinstraße (Dresden-Dölzschen) und am Teichbruch (Dresden-Coschütz) ermittelt.

#### 4.2. Berechnung der Orientierung der Fließgewässer

Um die Orientierung der untersuchten Fließgewässer mit der Richtung der eingemessenen Kluftflächen der entsprechenden geologischen Gesteinseinheit vergleichen zu können, ist es notwendig die einzelnen Flüsse in ge-

radlinig verlaufende Segmente zu unterteilen. Anschließend muss ermittelt werden, in welchem Winkel diese einzelnen Segmente in Bezug auf die Himmelsrichtung orientiert sind. Danach werden die berechneten Winkel klassifiziert und in Verbindung mit ihrem prozentualen Anteil an der Gesamtlänge des jeweils untersuchten Flusses gespeichert. Um den Zeitaufwand für diese Analyse möglichst gering zu halten, entwickelten die Autoren das Programm LIMDIR. Diese in der Programmiersprache Java implementierte Anwendung läuft als unabhängig ausführbare Datei. Das Programm kann jedoch auch als Erweiterung in das Geoinformationssystem ArcGIS der Firma ESRI integriert werden (Abb. 2).

Da sich generell die Hauptfließrichtung des untersuchten Flusses sehr stark in den berechneten Ergebnissen widerspiegelt (Abb. 3a), wurde in LIMDIR eine Funktion integriert, die es ermöglicht, die Hauptfließrichtung auszublenden. Hierzu ermittelt das Programm die beiden am weitesten voneinander entfernt liegenden Punkte des untersuchten Flussabschnitts und verbindet diese durch eine Gerade. Bei der anschließenden Winkelberechnung werden die Flusssegmente nicht betrachtet, die mit der ermittelten Geraden einen spitzen Winkel bilden. Damit werden Mäander und Flussbiegungen bei der Berechnung der Fließrichtung stärker berücksichtigt (Abb. 3b).

Als Datengrundlage zur Berechnung wurde das digitale Fließgewässernetz des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2003) verwendet. Die Genauigkeit dieser Gewässerdaten ist jedoch für die Untersuchung kleinerer Flussabschnitte nicht immer ausreichend. Deshalb mussten die Flussabschnitte an den betroffenen Stellen anhand gescannter und georeferenzierter geologischer und topographischer Karten neu digitalisiert werden.

#### 4.3. Datenvergleich

Die Visualisierung der Ergebnisse erfolgte mit dem Tabellenverarbeitungsprogramm Excel der Firma Microsoft. Dazu wurden die berechneten kategorisierten Fließrichtungen in das Programm geladen und um die im Rahmen der Geländearbeit gemessenen Streichrichtungen der Kluftflächen ergänzt. Die aus diesen Daten erzeugten Diagramme wurden anschließend übereinandergelegt, visuell miteinander verglichen und interpretiert.

### 5. Ergebnisse

Die im Rabenauer Grund mit dem zweikreisigen Gefügekompas vorgenommenen 32 Messungen ergaben, dass der dort anstehende Freiburger Graugneis von N–S

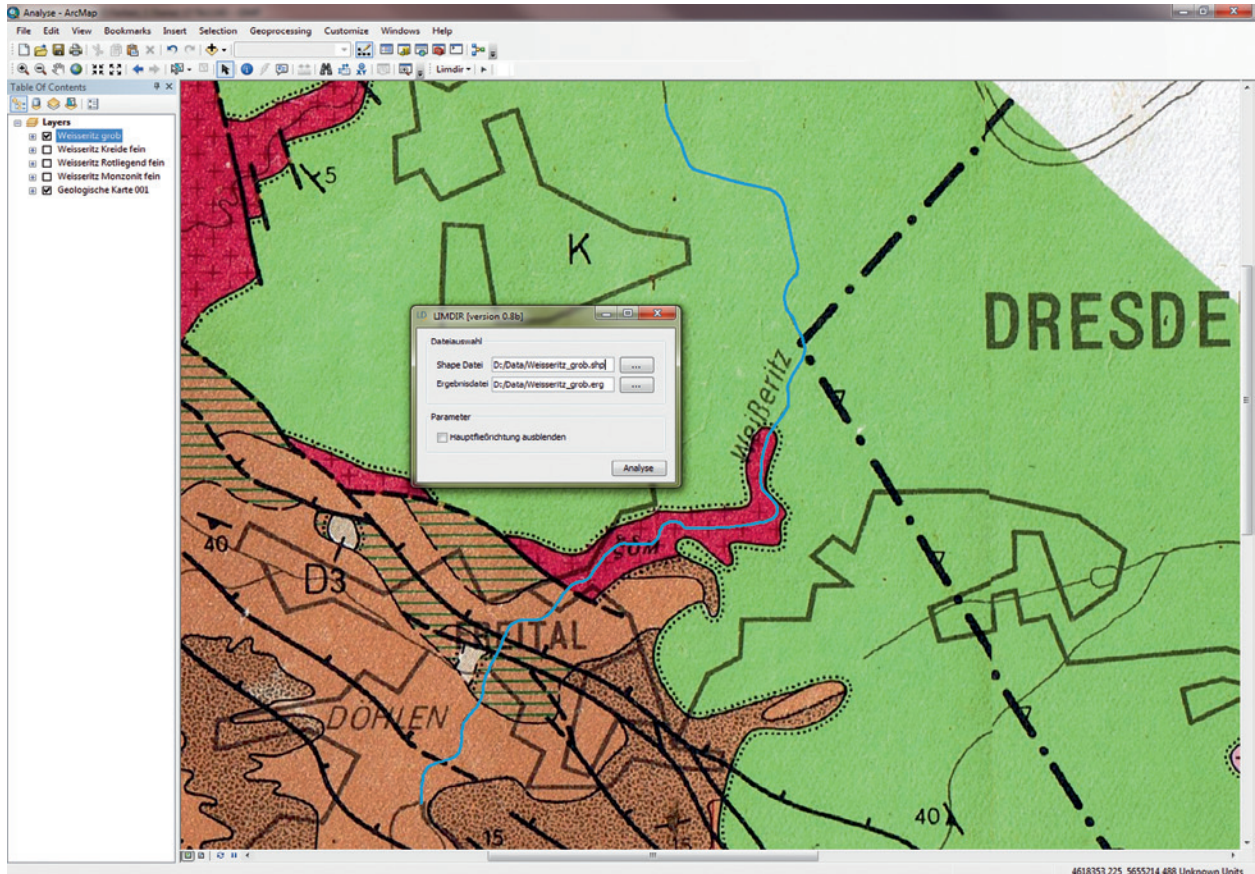


Abb. 2. LIMDIR, ArcGIS-Erweiterung.

Fig. 2. LIMDIR, ArcGIS extension.

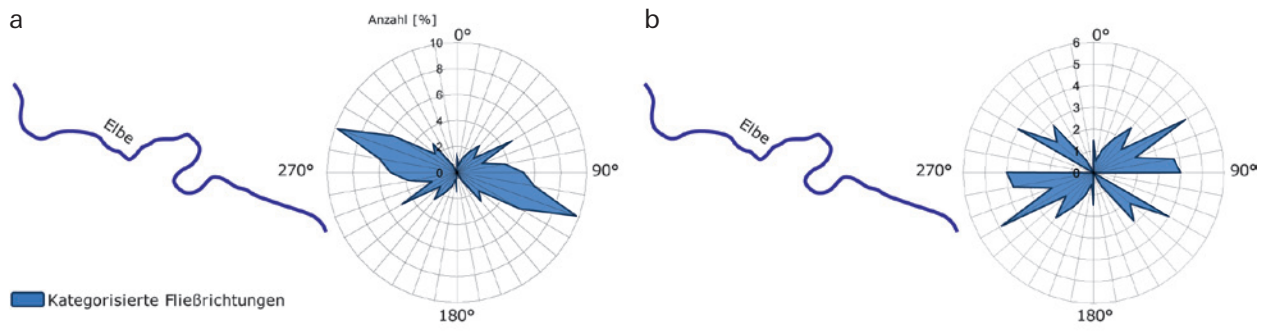


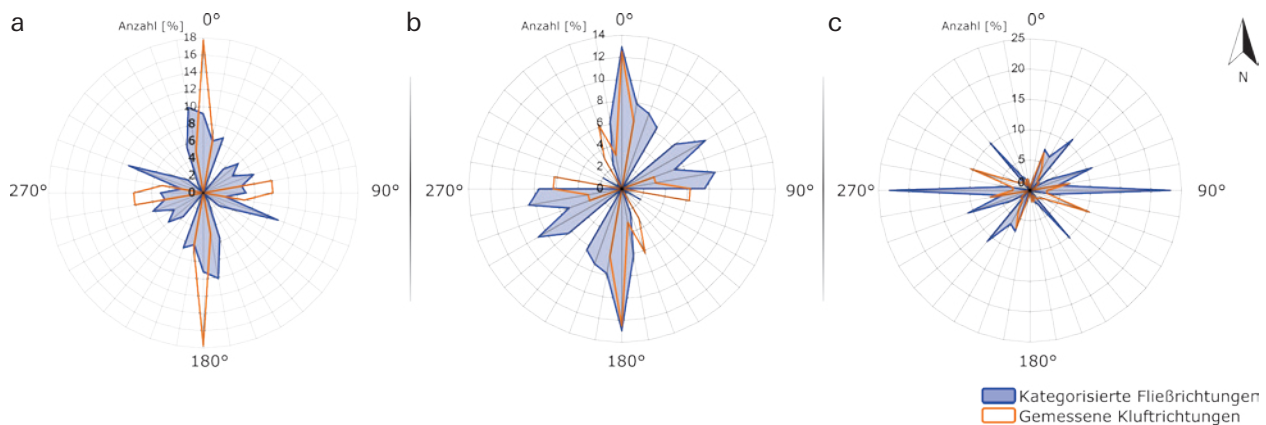
Abb. 3. Fließrichtungsrose: a, ohne und b, mit ausgeblendeter Hauptfließrichtung.

Fig. 3. Rose diagram of the flow directions: a, without and b, with hidden main flow direction.

und W–E streichenden Kluftscharen durchzogen wird, die ein orthogonales Kluftsystem ausbilden. Dessen Genese geht sehr wahrscheinlich auf die jungpaläozoische tektonische Krustenentwicklung zurück. Es ist davon auszugehen, dass infolge der saxonischen Bruchtektonik als Fernwirkung der alpidischen Orogenese eine spätere Überprägung dieses Kluftsystems stattfand. Demnach kam es durch eine gerichtete tektonische Druckeinwirkung längs zur erzgebirgischen Druckrichtung zur Ausbildung von N–S und senkrecht dazu zur Ausbildung von W–E streichenden Klüften.

Die Untersuchung eines 6,8 km langen Flussabschnittes der Roten Weißeritz im Rabenauer Grund mit

dem Programm LIDMIR ergab, dass in N–S-Richtung ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Orientierung der Kluftflächen des Freiburger Graugneises und der kategorisierten Fließrichtungen existiert (Abb. 4a). In W-E-Richtung ist dieser Zusammenhang weniger deutlich ausgeprägt, aber dennoch nachvollziehbar. Die WNW–ESE orientierten Flussabschnitte sind wahrscheinlich auf eine nicht erfasste Kluft- bzw. Störungsrichtung zurückzuführen. Deren Genese könnte im Zusammenhang mit der herzynisch streichenden Karsdorfer Störung (Wendisch-Carsdorfer Verwerfung) stehen, zumal diese nur wenige Kilometer nordöstlich des Rabenauer Grundes verläuft.



**Abb. 4.** Vergleich zwischen **a**, den gemessenen Kluftrichtungen im Freiburger Graugneis (32 Messungen) und der Fließrichtung der Roten Weißeritz im Rabenauer Grund; **b**, den gemessenen Kluftrichtungen im Gneis-Porphyr-Konglomerat (35 Messungen) und der Fließrichtung der Vereinigten Weißeritz im Döhlener Becken; **c**, den gemessenen Kluftrichtungen im Monzonit des Meißener Massivs (53 Messungen) und der Fließrichtung der Vereinigten Weißeritz im Plauenschen Grund.

**Fig. 4.** Comparison **a**, of the orientation of measured fissures in the Freiberg Graugneis (32 measurements) and the flow direction of the Rote Weißeritz River in the Rabenauer Grund; **b**, of the orientation of measured fissures in the Gneis-Porphyr-Konglomerat (35 measurements) and the flow direction of the Vereinigte Weißeritz River in the Döhlen Becken; **c**, of the orientation of measured fissures in the Meißener Massiv (53 measurements) and the flow direction of the Vereinigte Weißeritz River in the Plauenscher Grund.

Am Backofenfelsen im Döhlener Becken wurden insgesamt 35 Messungen durchgeführt. Aus diesen geht hervor, dass das anstehende Gneis-Porphyr-Konglomerat mit den zwischengeschalteten roten Arkosesandsteinen und sandigen Schiefertönen der Bannewitz-Hainsberg-Formation (Beeger & Quellmalz 1994) ebenfalls von N–S und von W–E streichenden Klufscharen durchzogen wird. Die beiden Klufscharen bilden ein orthogonales Klufsystem mit stark geneigt bis saiger stehenden Klufflächen aus.

Im Döhlener Becken wurde ein 7,4 km langer Flussabschnitt der Vereinigten Weißeritz mit dem Programm LIMDIR untersucht. Die kategorisierten Fließrichtungen der Vereinigten Weißeritz zeigen eine große Übereinstimmung mit der N–S streichenden Kluftrichtung (Abb. 4b). Analog zum Freiburger Graugneis ist auch im Gneis-Porphyr-Konglomerat der Zusammenhang zwischen der Orientierung der Klüftung und der Fließrichtung in W–E Richtung weniger signifikant ausgeprägt.

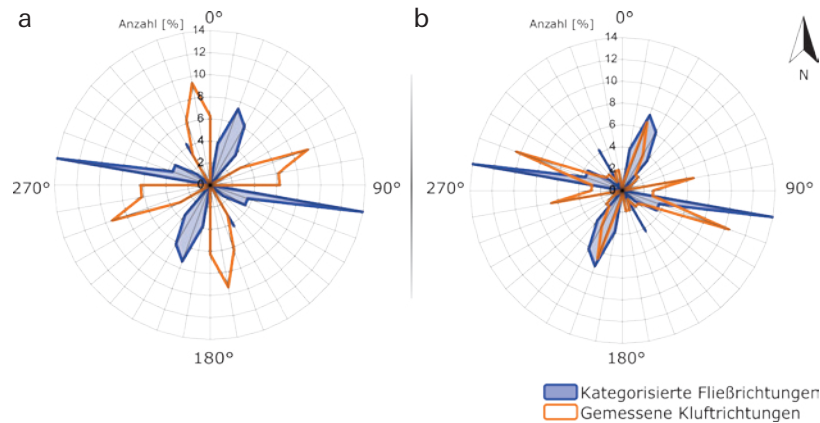
Im Plauenschen Grund wurden im dort anstehenden Monzonit des Meißener Massivs 53 Messungen getätigt. Aus den ermittelten Kluftrichtungen lassen sich eindeutig zwei Systeme von Klufscharen ableiten. Die erste Klufschare zeigt ein NE–SW orientiertes Streichen und damit eine erzbergische bzw. variszische Streichrichtung, die zweite Klufschare streicht NW–SE, was einer herzynischen Streichrichtung entspricht. Im Monzonit des Plauenschen Grundes bilden diese beiden Klufscharen ein orthogonales Klufsystem aus. Da im Monzonit kein N–S Streichen der Klufflächen gemessen wurde, ist zu vermuten, dass die Anlage dieser Streichrichtung der Klufflächen mit der jungpaläozoischen tektonischen Krustenentwicklung verbunden ist.

Im Plauenschen Grund wurde ein 3,5 km langer Flussabschnitt der Vereinigten Weißeritz mit dem Programm LIMDIR untersucht. Zwischen den im Monzo-

nit gemessenen Kluftrichtungen und den kategorisierten Fließrichtungen des betrachteten Flussabschnitts besteht nur in NE–SW-Richtung ein deutlicher Zusammenhang (Abb. 4c). Ein Zusammenhang in NW–SE-Richtung ist nicht erkennbar, was möglicherweise auf die Kürze des betreffenden Flussabschnittes zurückzuführen ist. Die von LIMDIR ermittelte starke W–E-Komponente kann mit den im Monzonit des Meißener Massivs erfassten Richtungen der Klufflächen nicht charakterisiert werden. Möglicherweise basiert diese Dominanz auf der W–E orientierten Hauptfließrichtung der Vereinigten Weißeritz im Plauenschen Grund.

Die an der Serpentinstraße (Dresden-Dölzchen) und am Teichbruch (Dresden-Coschütz) anstehenden oberkretazischen Gesteinseinheiten der Dölzchen- und Briebnitz-Formation lagern diskordant auf dem Monzonit des Meißener Massivs. Das Einmessen der Klufflächen an 45 Messpunkten ergab, dass die sedimentären Abfolgen der Dölzchen- und Briebnitz-Formation von einer WSW–ENE streichenden Klufschare und einer NNW–SSE streichenden Klufschare durchzogen werden, die zusammen ein orthogonales Klufsystem ausbilden. Die Klüftung verläuft dabei quer zum Schichtstreichen und zeigt eine stark geneigte bis saigere Orientierung. Somit weisen die Klüfte eine bankrechte Lagerung auf. Da sich im Aufschluss am Teichbruch einige der NNW–SSE streichenden Klufflächen aus dem Monzonit in die kretazischen Plänersedimente fortsetzen und damit beide Gesteinseinheiten durchziehen, ist anzunehmen, dass die dieser Richtung folgenden Klüfte vermutlich bereits in der späten Oberkreide entstanden und als Fernwirkung der alpidischen Orogenese zu interpretieren sind.

Im Stadtgebiet von Dresden wurde ein 4,5 km langer Flussabschnitt der Vereinigten Weißeritz mit dem Programm LIMDIR untersucht. Zwischen den kategorisierten Fließrichtungen der Vereinigten Weißeritz und den in



**Abb. 5.** Vergleich zwischen der Fließrichtung der Vereinigten Weißeritz im Stadtgebiet von Dresden und den gemessenen Kluftrichtungen **a**, innerhalb der oberkreidezeitlichen Sedimentgesteine der Elbezone (Dölzchen- und Brießnitz-Formation, 45 Messungen); **b**, im Meißener Monzonit (53 Messungen).

**Fig. 5.** Comparison of the flow direction of the Vereinigte Weißeritz River in the city of Dresden and the orientation of measured fissures **a**, within the Upper Cretaceous sediments of the Elbe Zone (Dölzchen and Brießnitz formations, 45 measurements); **b**, within the Meißener Monzonit (53 measurements).

den oberkretazischen Ablagerungen gemessenen Kluftrichtungen konnte keine Korrelation festgestellt werden (Abb. 5a). Dies impliziert, dass die WSW–ENE und NNW–SSE streichenden Klufscharen keinen oder nur einen sehr untergeordneten Einfluss auf die gegenwärtige Fließrichtung der Vereinigten Weißeritz haben. Möglicherweise lässt sich dies durch die geringe Mächtigkeit des Sedimentauflagers (Dölzchen- und Brießnitz-Formation) im Plauenschen Grund erklären. Die Vereinigte Weißeritz hat diese Gesteinsschichten vermutlich bereits durchschnitten und fließt inzwischen im Monzonit des Meißener Massivs. Weiterhin wird diese Annahme durch die Beobachtung untermauert, dass sich die Vereinigte Weißeritz auch nach dem Verlassen des Plauenschen Grundes an der aus dem Monzonit bekannten Kluftrichtung orientiert (Abb. 5b). Somit ist die Klüftung des Monzonits für die Fließrichtung der Vereinigten Weißeritz im Stadtgebiet von Dresden-Plauen maßgebend, nicht das Klufsystem der oberkretazischen Sedimentgesteine. An dieser Stelle soll jedoch nicht unberücksichtigt bleiben, dass der ursprüngliche Verlauf der Vereinigten Weißeritz in der Vergangenheit durch anthropogene Eingriffe (Steinbruchaktivitäten, Begradigungen) stark verändert wurde, welche ihrerseits ebenfalls die Fließrichtung beeinflussen.

## 6. Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Im Rahmen der Arbeit konnte nachgewiesen werden, dass für den Großteil der untersuchten Abschnitte der Roten Weißeritz und der Vereinigten Weißeritz ein Zu-

sammenhang zwischen der Fließrichtung des Gewässers und der Orientierung der Klüftung des entsprechenden geologischen Untergrundes existiert.

So orientiert sich die Rote Weißeritz im Bereich des Rabenauer Grundes im Wesentlichen am orthogonalen N–S und W–E streichenden Klufsystem des Freiberger Graugneises. Ferner ergab die Kategorisierung der Fließrichtungen des untersuchten Abschnittes auch eine WNW–ESE-Komponente, die möglicherweise aus dem NW–SE Streichen der Karsdorfer Störung resultiert. Die Vereinigte Weißeritz orientiert sich im Döhlener Becken vor allem an der N–S streichenden Klufschare, die im Rahmen dieser Studie in den Gneis-Porphyr-Konglomeraten der Bannewitz-Hainsberg-Formation nachgewiesen wurde. Für die außerdem ermittelte NE–SW-Komponente in den kategorisierten Fließrichtungen konnte keine adäquate Klufschare nachgewiesen werden. Da das Klufsystem des Gneis-Porphyr Konglomerats eine ähnliche Streichrichtung wie das des Freiberger Graugneises zeigt, wird eine Ausbildung dieser Klufsysteme unabhängig vom Gesteinsgefüge und durch dasselbe tektonische Ereignis postuliert. Die Anlage N–S streichender Klüfte ist dem Anschein nach auf eine jüngere tektonisch-magmatische Krustenaktivierungsphase (saxonische Bruchtektonik), die im Zuge der postvariszischen Tafelentwicklung stattfand, zurückzuführen (Baumann et al. 2000).

Im Plauenschen Grund orientiert sich die Fließrichtung der Vereinigten Weißeritz in erster Linie an der NE–SW streichenden Klüftung des Monzonits des Meißener Massivs. Eine Besonderheit stellt der Verlauf der Vereinigten Weißeritz im Stadtgebiet von Dresden-Plauen dar. Dieser folgt nicht wie erwartet der Orientierung des orthogonalen Klufsystems der oberkretazischen Sedimente der Dölzchen- und Brießnitz-Formation, sondern orientiert sich an den Klüftungsrichtungen des Monzonits.

Durch die Kombination feldgeologischer und geoinformatischer Methoden wurde im Kontext der vorlie-

genden Arbeit der Zusammenhang zwischen der Orientierung der Fließgewässer und dem Kluftsystem im geologischen Untergrund in dem beschriebenen Gebiet untersucht. Inwieweit in anderen geologischen Einheiten die Fließrichtung der jeweiligen Flüsse von der Klüftung des geologischen Untergrundes determiniert wird, ist eine interessante Fragestellung für zukünftige Arbeiten zu dieser Thematik.

Wagenbreth, O.; Steiner, W. (1990): Geologische Streifzüge – Landschaft und Erdgeschichte zwischen Kap Arkona und Fichtelberg. – 1–204, Leipzig (Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie).

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2003): GIS-Daten Fließgewässer. URL: <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/6021.htm#article6053> [Stand: 26.05.2013].

Walter, R. (1995): Geologie von Mitteleuropa. – 1–565, Stuttgart (Schweizerbart).

## 7. Danksagung

Herzlicher Dank gebührt Herrn Prof. Dr. Bernd Ullrich (Technische Universität Dresden) für die praxisrelevante Ausbildung im Rahmen des Nebenfaches Angewandte Geologie und für die Betreuung dieser Arbeit. Gedankt sei auch Herrn Prof. Dr. Ulf Linnemann (Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden) für die Diskussionen und Anregungen. Überdies möchten wir uns bei Herrn Dr. Jan-Michael Lange (Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden) für die zahlreichen konstruktiven Anmerkungen recht herzlich bedanken.

## 8. Literatur

Baumann, L.; Kuschka, E.; Seifert, T. (2000): Lagerstätten des Erzgebirges. – 1–300, Stuttgart, New York (Enke im Thieme Verlag).

Beeger, D.; Quellmalz, W. (1994): Dresden und Umgebung. Sammlung geologischer Führer, **87**. – 1–205, Berlin, Stuttgart (Gebrüder Borntraeger).

Hofmann, M.; Linnemann, U.; Gerdes, A.; Ullrich, B.; Schauer, M. (2009): Timing of dextral strike-slip processes and basement exhumation in the Elbe Zone (Saxo-Thuringian Zone): The final pulse of the Variscan Orogeny in the Bohemian Massif constrained by LA-SF-ICP-MS U-Pb zircon data. – In: Murphy, J.B.; Keppie, J.D.; Hynes, A.J. (Eds.): Ancient Orogens and Modern Analogues. Geological Society of London, Special Publications, **327**: 197–214, London.

International Commission on Stratigraphy (2012): International Chronostratigraphic Chart 2012. URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSChart/ChronostratChart2012.pdf> [Stand: 02.05.2013].

Linnemann, U.; Drost, K.; Elicki, O.; Gaitzsch, B.; Gehmlich, M.; Hahn, T.; Kroner, U.; Romer, R.L.; Lange, J.-M. (2008): Das Saxothuringikum. – Abriss der präkambrischen und paläozoischen Geologie von Sachsen und Thüringen. IGCP Project 497. – 1–163, Dresden (Staatliche Naturhistorische Sammlungen Dresden, Museum für Mineralogie und Geologie).

Niebuhr, B.; Hiss, M.; Kaplan, U.; Tröger, K.-A.; Voigt, S.; Voigt, T.; Wiese, F.; Wilmsen, M. (2007): Lithostratigraphie der norddeutschen Oberkreide. – In: Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, **55**: 54–56, Hannover.

Pälchen, W.; Walter, H. (Eds., 2011): Geologie von Sachsen I – Geologischer Bau und Entwicklungsgeschichte. – 1–537, Stuttgart (Schweizerbart).