

## Kurzmitteilung

### Linearanalytische Untersuchungen an fernerkundlichen Strukturen in Ostholstein

#### Linear analysis of remote sensing structures in Ostholstein, Northern Germany

KNUT JÄGER, ROUWEN LEHNÉ, FRANK SIROCKO, BERT REIN, Mainz

**key words:** Plöner See, Fernerkundung, Luftbilder, Lineare, Tektonik, Norddeutsches Becken, remote sensing, aerial photos, lineaments, tectonics, Northern German Basin

#### Zusammenfassung

Die Kartierung von Luftbild-Linearen sowie die linearanalytische Untersuchungen von Seen und Senken im Umfeld des Großen Plöner Sees hat folgende Hauptrichtungen ergeben: NNE-SSW (rheinisch), NE-SW (variszisch), E-W, NW-SE (herzynisch) und NNW-SSE (eggisch). Damit sind alle in Mitteleuropa wichtigen Hauptstreichrichtungen nachgewiesen.

Im Bereich der rheinisch streichenden Störungszone, die parallel zum Ostufer des Großen Plöner Sees verläuft, sind alle Richtungen stärker ausgeprägt als im gesamten Arbeitsgebiet. Dies deutet darauf hin, daß in gestörten Bereichen oberflächennahe Wässer durch das tektonische Signal stärker beeinflusst werden und dieses Signal als Feuchtigkeits- und Vegetationsanomalien an der Erdoberfläche abbilden.

Der nördliche Teil der Störungszone scheint der aktivste Teil des Arbeitsgebietes zu sein. Dies zeigt sich zum einen durch die deutliche Parallelität der Ostflanke des Großen Plöner Sees zur Störungszone und zum anderen durch die deutliche Dominanz der rheinischen Streichrichtung.

Im Süden dominieren herzynische und variszische Streichrichtungen, während die rheinisch fast vollständig verschwindet. Das deutet auf eine verminderte Aktivität der Störungszone in diesem Bereich hin. Die herzynischen und variszischen Streichrichtungen repräsentieren das tektonische Muster des paläozoischen Untergrunds. Über die genauen Mechanismen, die zur Entstehung dieser tektonisch geprägten Oberflächenstrukturen geführt haben, kann beim derzeitigen Wissensstand keine abschließende Erklärung gegeben werden.

#### Abstract

In the course of this work lineaments on aerial photos were mapped and longitudinal lakes and depressions were analysed in the area of the lake Großer Plöner See. The lineaments show the following major directions: NNE-SSW (Rhenish), NE-SW (Variscian), E-W, NW-SE (Hercynian) and NNW-SSE (Eggish). Thus all major strike directions of Middle Europe are represented in the area.

In the neighbourhood of a NNE-SSW-striking fault zone paralleling the eastern shoreline of the lake, all detected directions are much more clearly detectable than in the surrounding area. This indicates that tectonically shattered areas are more exposed to near surface fluid flow which causes vegetation- and moisture-anomalies appearing as lineaments on the aerial photos.

The northern part of the fault-zone seems to be the most active part of the whole area. This is indicated by the parallelism of the eastern flank of the lake Großer Plöner See to the faults and the dominating NNE-SSW-direction of the lineaments.

The southern part is dominated by Hercynian and Variscian lineaments, while the Rhenish direction is almost completely eliminated. This indicates a reduced activity of the fault-zone. The Hercynian and Variscian directions reflect the tectonic pattern of the Palaeozoic underground. Concerning the mechanisms of the tectonically driven development of the surface structures there is no solution available at the moment.

#### Einleitung

Ziel dieser Arbeit (JÄGER 2003) war es, die im Raum Plön kartierten Luftbild-Lineare einer räumlich spezifizierten Analyse zu unterziehen, um einen möglichen Zusammen-

hang zwischen Ausprägung der Lineare und dem tektonischen Untergrund zu untersuchen. Das Arbeitsgebiet um den Plöner See wurde gewählt, weil hier genau die Grenze zwischen zwei großen Schollen verläuft. Dies sind nach WALTER (1995) die Mittel- und Ostholsteinische

Scholle. Die offensichtliche Parallelität zwischen dem Ostufer des Großen Plöner Sees und den rheinischen Störungen in diesem Bereich (Fig. 1a) deutet bereits auf eine mögliche Wechselwirkung zwischen Tektonik und Morphologie hin (SIROCKO et al. 2002). Darüber hinaus zeugt die rezente Bewegung der rheinisch streichenden Salzmauer, die das gesamte Arbeitsgebiet durchläuft (BALDSCHUHN et al. 1996) von dieser jüngeren Bewegungsaktivität. Der Segeberger Salzstock, der Teil dieser Mauer ist, weist derzeit eine maximale vertikale Bewegungsrate von 1–2 mm pro Jahr (MEIER 2003) auf.

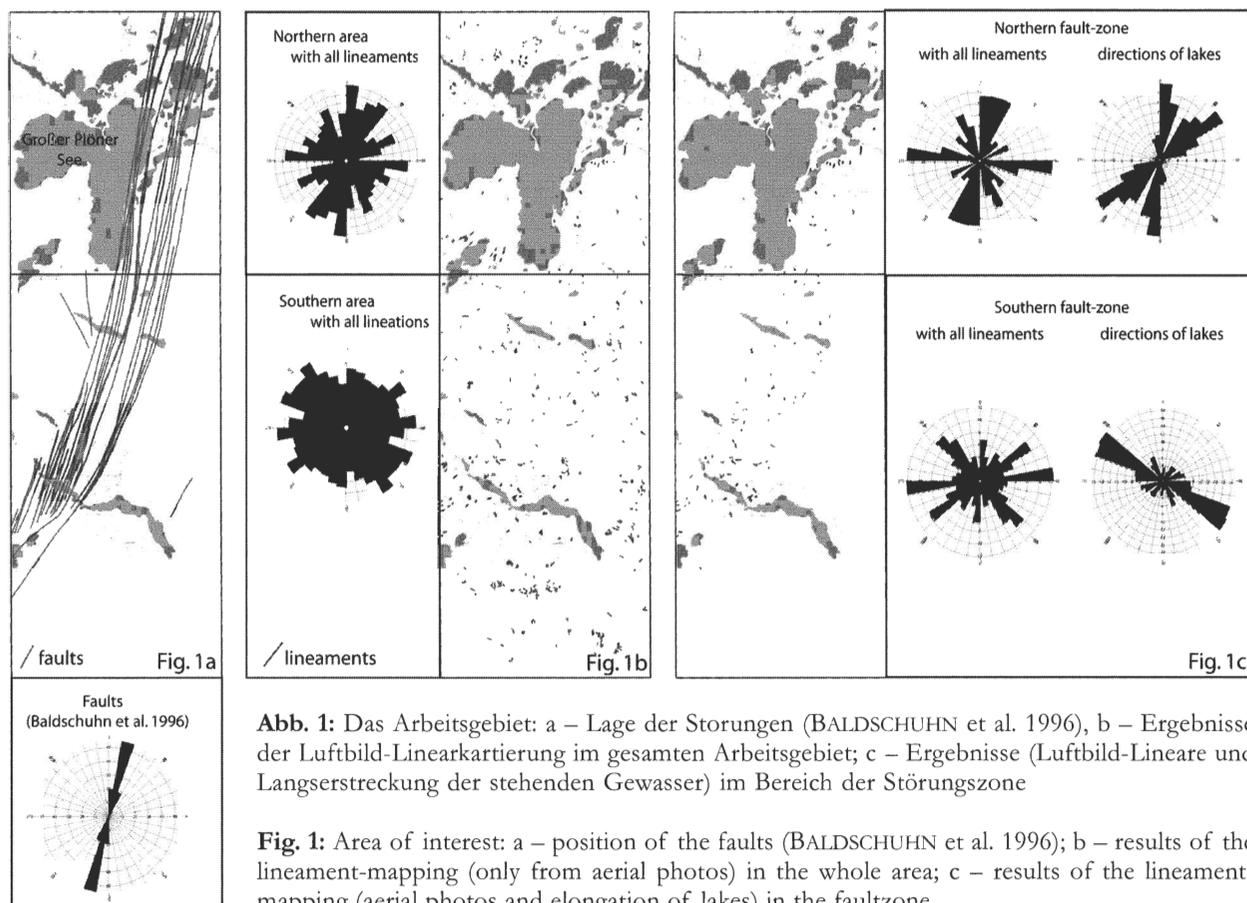
Es sollte nun untersucht werden, ob sich im Bereich dieser Störungszone ein anderes Richtungsmuster der Luftbild-Lineare ergibt als im gesamten Gebiet und inwieweit dieses mit der Schollengrenze in Zusammenhang steht.

## Methodik

Nach einer klassischen Luftbild-Linearkartierung (DULCE 1982) wurden die Lineare über die Länge ausgewertet und als Richtungsrosen dargestellt. Kartiert wurden dabei li-

neare Strukturen, die durch Grauwertunterschiede im Luftbild erkennbar sind. Ursache für diese Grauwertunterschiede sind bekanntermaßen Feuchte- bzw. Vegetationsanomalien, wobei letztere als eine direkte Folge der Feuchteunterschiede anzusehen sind.

Anders als bei DULCE (1982) erfolgt die Auswertung sowohl für die einzelnen Meßtischblätter als auch für die rheinisch streichende Störungszone, die die Grenze zwischen den beiden tektonischen Schollen (Fig. 1a) bildet. Grundlage für die Festlegung dieser Störungszone ist der Geotektonische Atlas von NW-Deutschland (BALDSCHUHN et al. 1996). Die Störungszone wurde so angelegt, daß sie sämtliche bekannten Störungen umschließt. Störungen sind in dieser Region vom Prä-Zechstein bis in das Tertiär kartiert. Informationen zu Störungen, die bis in die quartären Deckschichten reichen, sind kaum vorhanden. Dies hängt vor allem damit zusammen, daß bei den seismischen Erkundungen, die dem Geotektonischen Atlas (BALDSCHUHN et al. 1996) zugrunde liegen, der Interessenschwerpunkt auf den tieferen Untergrund mit seinen potentiellen Erdöl- und Erdgaslagerstätten gerichtet war. Daher wurden die quartären Deckschichten



**Abb. 1:** Das Arbeitsgebiet: a – Lage der Störungen (BALDSCHUHN et al. 1996), b – Ergebnisse der Luftbild-Linearkartierung im gesamten Arbeitsgebiet; c – Ergebnisse (Luftbild-Lineare und Langerstreckung der stehenden Gewässer) im Bereich der Störungszone

**Fig. 1:** Area of interest: a – position of the faults (BALDSCHUHN et al. 1996); b – results of the lineament-mapping (only from aerial photos) in the whole area; c – results of the lineament-mapping (aerial photos and elongation of lakes) in the faultzone

nicht prozessiert. Die Kartierung von oberflächennahen Störungen (obere 500 m) und deren Einfluß auf die Morphologie wird zur Zeit im Rahmen des SPP 1135 (LEHNÉ in prep.) durchgeführt.

Parallel zur Kartierung der Luftbildlineare wurden die Längserstreckungen der stehenden Gewässer ebenfalls als Richtungsrosen ausgewertet.

## Ergebnisse

Aus der Analyse der Daten konnten folgende Ergebnisse gewonnen werden:

1. Die Kartierung von Luftbild-Linearen und Gewässer-ausrichtungen hat folgende Hauptrichtungen ergeben: NNE–SSW (rheinisch), NE–SW (variszisch), E–W, NW–SE (herzynisch) und untergeordnet NNW–SSE (eggisch) (Fig. 1c).
2. Im Bereich der rheinisch streichenden Störungszone, die das Arbeitsgebiet durchläuft, sind alle Richtungen stärker ausgeprägt als auf dem gesamten Kartenblatt (Fig. 1b, c).
3. Die Analyse der Daten (Fig. 1c) erlaubt die Untergliederung in ein nördliches und ein südliches Teilgebiet.
4. Im nördlichen Teil der Störungszone dominieren die rheinische und die E–W-Richtung allen anderen Richtungen. Die Gewässer zeigen ganz deutlich die rheinische und die variszische Richtung.
5. Im südlichen Teil der Störungszone dominieren die herzynische und die variszische Richtung, während die rheinische Richtung gänzlich verschwindet. Hier zeigen die Gewässer deutlich die herzynische Richtung.

Eine Aufführung aller Ergebnisse hätte den Umfang dieses Artikels zweifellos gesprengt. Daher wurden hier nur die wichtigsten Ergebnisse aufgeführt. Ausführlicher sind die Ergebnisse bei JÄGER (2003) nachzulesen.

## Schlußfolgerungen

Aus den zuvor genannten Ergebnissen lassen sich folgende Schlußfolgerungen ziehen:

1. Alle, in Mitteleuropa wichtigen Streichrichtungen (MÖBUS 1996, Walter 1995) sind durch die vorliegende Linearkartierung (JÄGER 2003) im Arbeitsgebiet nachgewiesen. Dies sind die rheinische, variszische, herzynische und eggische Richtung.
2. Da das Deckgebirge im Arbeitsgebiet pleistozänen Alters ist (STEPHAN 1995) sind die Luftbildlineare Ergebnisse glazialer und postglazialer Prozesse. KRAUSS et al. (1981) sind bei Untersuchungen in Nordostdeutschland zu dem Schluß gekommen, daß lineare

Oberflächenstrukturen durch tektonisch gesteuerte glazigene Prozesse entstanden sind.

3. Die Dominanz der rheinischen Richtung (bezogen auf die Luftbildlineare) im Norden und ihr Fehlen im Süden deutet auf eine höhere Aktivität der Störungszone im Norden hin. Hier beeinflusst das rheinische Störungssystem zum einen die Morphologie (Ostufer des Großen Plöner Sees). Zum anderen spiegeln die Luftbildlineare die Ausrichtung dieses Störungssystems wider. Im Süden deutet das Fehlen der rheinischen Richtung auf eine verringerte Aktivität der Störungszone. Dadurch konnte sich das, im Paläozoikum angelegte (WALTER 1995), tektonische Grundmuster bis an die Oberfläche durchpausen.
4. Die E–W-Richtung ist tektonisch im Arbeitsgebiet nicht nachgewiesen. Es ist jedoch nicht auszuschließen, daß ein direkter Zusammenhang zur rheinischen Richtung besteht, da es bekannterweise senkrecht zu der Hauptbeanspruchungsrichtung  $\sigma_1$  immer zwei weitere Richtungen  $\sigma_2$  und  $\sigma_3$  gibt.
5. Die jüngsten, seismisch nachgewiesenen Störungen im Arbeitsgebiet sind tertiären Alters (BALDSCHUHN et al. 1996). Sofern keine hochauflösende Flachseismik zur Verfügung steht, sind Linearkartierungen auch weiterhin ein sinnvolles Mittel zur Ermittlung des tektonischen Inventars.

## Danksagung

Mein Dank gilt Dr. S. Christensen und Dr. R. Kirsch vom Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein in Flintbek für die Bereitstellung der Luftbilder und anregende Diskussionen.

## Literatur

- BALDSCHUHN, R., FRISCH, U. & KOCKEL, E. (1996): Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland. - 1 : 300 000, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.
- DULCE, J.-C. (1982): Zur Anwendungsmöglichkeit linearanalytischer Fernerkundungsmethoden im Verbreitungsgebiet quartärer Ablagerungen am Beispiel Schleswig-Holsteins. – Dissertation, 1–136, Universität Kiel.
- JÄGER, K. (2003): Fernerkundliche und linearanalytische Untersuchungen an tektonischen und geologischen Strukturen in Ostholstein. - Diplomarbeit, 1–58, Universität Mainz.
- KRAUSS, M. & MÖBUS, G. (1981): Korrelation zwischen der Tektonik des Untergrundes und den geomorpho-

- logischen Verhältnissen im Bereich der Ostsee. - Z. geol. Wiss., **9** (3): 255–267, Berlin.
- LEHNÉ, R. (in prep.): Mapping of young tectonic and halokinetic structures in Schleswig-Holstein by interpretation of seismic profiles and fieldwork. - Dissertation, Universität Mainz.
- MEIER, G. (2003): Ingenieurgeologische Ergebnisse bei der Standsicherheitsanalyse der „Kalkberghöhle“ in Bad Segeberg. – Bericht 14. Tagung f. Ing-Geol., 26.–29. März 2003, 353–358, Kiel.
- MÖBUS, G. (1996): Tektonische Erbanlagen im Quartär des südlichen Ostseeraumes – eine Richtungsanalyse. - Z. Geol. Wiss., **24** (3/4): 325–334, Berlin.
- SIROCKO, F., SZEDER T., SEELOS, C., LEHNE, R., REIN, B., SCHNEIDER, W.M. & DIMKE, M. (2002): Young tectonic and halokinetic movements in the North-German-Basin: its effect on formation of modern rivers and surface morphology. - Netherlands Journal of Geosciences/Geologie en Mijnbouw, **81** (3–4): 431–441, Utrecht, Netherlands.
- STEPHAN, H.-J. (1995): Schleswig-Holstein. - In: Benda, L. (Ed.): Das Quartär Deutschlands. 1–22, Stuttgart (Gebr. Bornträger).
- WALTER, R. (1995): Geologie von Mitteleuropa. - 1–561, Stuttgart (E. Schweizerbart).

#### Karten

- Topographische Karte 1:25000, Blatt 1828 Plön (1995). 1. Aufl., Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein, Kiel
- Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt 1928 Schlamersdorf (1995). 1. Aufl., Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein, Kiel
- Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt 2028 Pronstorf (1999). - 2. Aufl., Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein, Kiel

Eingereicht am 30.01.2004

Angenommen am 30.09.2004

#### Anschrift der Autoren:

Knut Jäger, Rouwen Lehné, Frank Sirocko, Bert Rein, Institut für Geowissenschaften, Becherweg 21, Johannes Gutenberg-Universität, 55099 Mainz  
knut.jaeger@gmx.de