

## Das Klufsystem im Bereich des Naturdenkmals „Saurierfährten Münchehagen“

von

Katrin MONECKE & Frank MATTERN

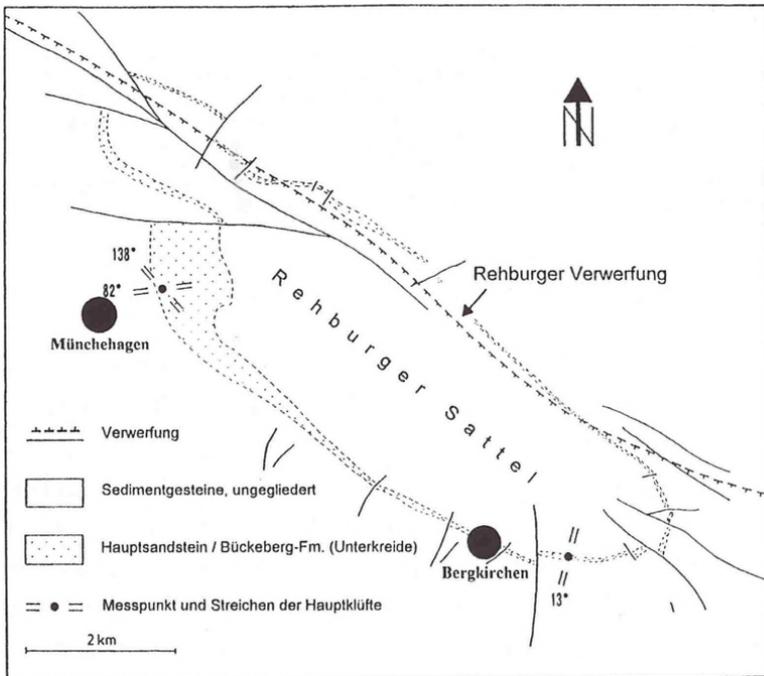
**Kurzfassung:** Die Klüfte im Bereich des Naturdenkmals „Saurierfährten Münchehagen“ bilden auf der örtlichen Steinbruchsohle ein auffälliges, rautenförmiges Muster. Eine etwa westlich streichende Klufschär ist radial um den durch Salzkissenbildung entstandenen Rehburger Sattel angeordnet, so daß ihre Genese in Zusammenhang mit der Salzwanderung gesehen wird. Die Entstehung der zweiten Klufschär, die etwa nordwestlich streicht und von dextralen Scherklufstafeln begleitet wird, läßt sich auf die Salzkissenbildung beziehungsweise einen regionalen Beanspruchungsplan zurückführen, der vermutlich während der Alpenorogenese bestand. Das Erhaltungspotential der im Naturdenkmal aufgeschlossenen Fährtenplatte wird durch das Klufsystem erheblich verringert.

**Abstract:** The joints at the site of the dinosaur tracks in Muenchehagen form a conspicuous rhomboid pattern in a widely exposed bedding surface of the local quarry. An approximately west-trending set of joints is radially orientated with regard to the shape of the Rehburg salt pillow indicating a genetic relation to salt flow. The second set of joints trends approximately NW and is associated with arrays of dextral shear joints. Its formation is attributed to salt pillow formation and/or a regional deformation plan. This deformation plan presumably existed during the Alpine orogeny. The preservation potential of the dinosaur tracks is considerably decreased by the joint system.

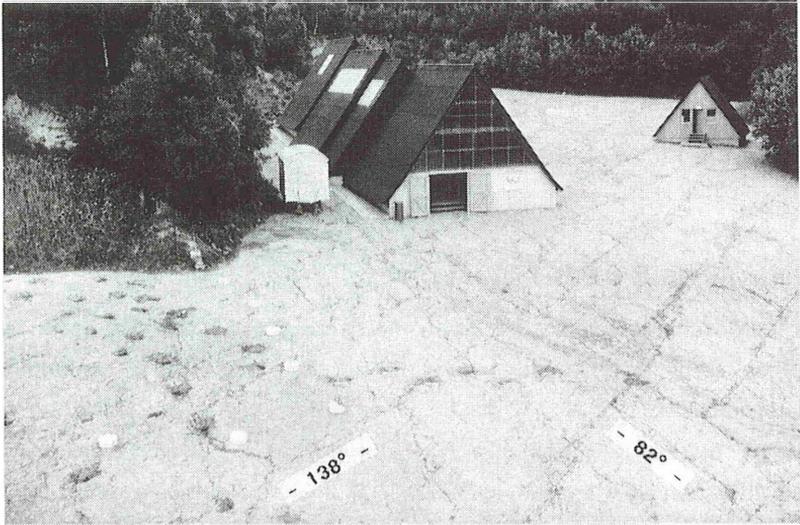
### 1. EINLEITUNG

Das Naturdenkmal „Saurierfährten Münchehagen“ befindet sich an der Südwestflanke des Rehburger Sattels (Abb. 1). Die Aufwölbung jurassischer und unterkretazischer Schichten ist durch ein sich im Untergrund der Rehburger Berge erstreckendes Salzkissen bedingt, dessen Entstehung JARITZ (1973) bereits zur Unterkreide vermutete, während JORDAN (1979) ein oberkretazisches bis tertiäres Alter postulierte. Ähnlich anderer größerer Strukturen in der näheren Umgebung (Deister, Steinhuder Meer-Sattel) streicht der längliche Salzsattel herzynisch (NW). Im Steinbruch des Naturdenkmals stehen Schichten des Hauptsandsteins der unterkretazischen Bückeberg-Formation an. Diese fallen typischerweise mit etwa 5° „von der Salzstruktur weg“ in westlicher Richtung ein.

Die abgedeckte Karte zeigt, daß die Struktur im Bereich des Rehburger Sattels von herzynisch streichenden und radial zum Sattel orientierten Verwerfungen bestimmt wird (Abb. 1). Die Entstehung des radialen Verwerfungssystems ist in Zusammenhang mit der Salzkissenbildung zu sehen (MATTERN, MAYER & MONECKE, 1994). Für die herzynisch streichenden Verwerfungen ist Abschiebungsaktivität während des Malm belegt (JORDAN, 1979). Am markantesten ist die Rehburger Verwerfung. An ihr wurde während des Malm die südwestliche Scholle abgeschoben, so daß es hier zur Ablagerung des mächtigen Münder Mergel-Salinars kam, das das Salzkissen im Untergrund der Rehburger Berge aufbaut.



**Abb. 1:** Die Verwerfungen im Bereich des Rehburger Sattels (quartäre Schichten abgedeckt; gezeichnet nach JORDAN, 1979). Zur Verdeutlichung der Salzstruktur wurde die Verbreitung des Hauptsandsteins (Bückeberg-Formation, Unterkreide) dargestellt, der den Sattel durch umlaufendes Streichen nachzeichnet. Die in Münchenhagen beobachteten Hauptkluftrichtungen fügen sich in das Bruchsystem des Rehburger Sattels ein.



**Abb. 2:** Blick auf die Steinbruchsohle mit auffälligem Kluftsystem. Die Klüfte bilden ein rautenförmiges Muster.



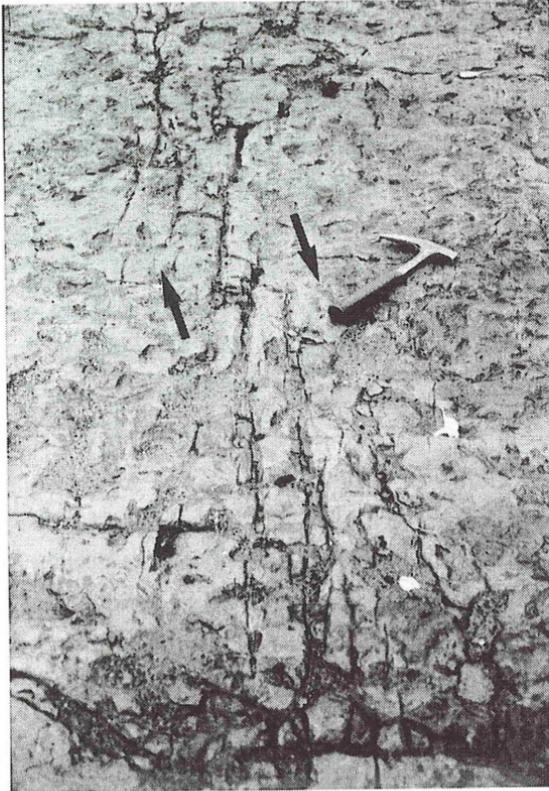
**Abb. 3:** Ausschnitt aus der zerklüfteten Steinbruchwand am Rande des Naturdenkmals. Beachte, daß die Klüfte fast senkrecht stehen.

Auf der Steinbruchsohle des Naturdenkmals ist ein auffällig regelmäßiges Klufthemuster zu erkennen, das sich in die Steinbruchwände am Rande des Naturdenkmals fortsetzt (Abb. 2 und 3). Die Beschreibung und genetische Deutung des Klufthsystems ist Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

## **2. BESCHREIBUNG DES KLUFTSYSTEMS**

Die aufgeschlossene Schichtfläche weist zwei Scharen von besonders regelmäßigen, lang aushaltenden Klüften auf, die ein rautenförmiges Muster abbilden (Abb. 2). Eine Kluftschar verläuft mit einem Streichen von etwa  $82^\circ$  nahezu senkrecht, die zweite Kluftschar mit einem Streichen von etwa  $138^\circ$  annähernd parallel zum örtlichen Schichtstreichen (Abb. 1, 2). Der Abstand zwischen besonders deutlich ausgeprägten Klüften beträgt 4 bis 6 m. Allerdings liegen zwischen diesen augenfälligen Großklüften zahlreiche weniger markante Parallelklüfte. Die  $138^\circ$ -Kluftschar wird bisweilen von gestaffelten Scherbruch-Klüften begleitet, die auf dextrale Bewegungstendenzen hinweisen (Abb. 4). Diese Staffeln streichen mit  $120^\circ$  bis  $150^\circ$ , wobei das Streichen einzelner Scherbrüche bis zu  $20^\circ$  von der Streichrichtung der Staffel abweichen kann. Weiterhin treten in Verbindung mit der  $138^\circ$ -Kluftschar größere, nach Nordosten konvexe Klüfte auf. In diese bogig verlaufenden Klüfte münden stets auf der konkaven, also nach Südwesten offenen Seite eine Vielzahl von kürzeren, parallel verlaufenden Klüften unter einem Winkel von ungefähr  $10^\circ$ . Auch diese Staffeln zeigen eine dextrale Bewegungstendenz an.

An den im Naturdenkmal befindlichen Steinbruchwänden konnten insgesamt 144 Klüfte eingemessen werden. Diese stehen sehr steil (Abb. 3). Die Einfallswinkel liegen bei einer Kluft zwischen  $60^\circ$  und  $69^\circ$ , bei 16 Klüften zwischen  $70^\circ$  und  $79^\circ$  und bei allen weiteren Klüften bei  $80^\circ$  bis  $90^\circ$ . Mit Hilfe des „Gefüge 3“-Programmes von WALLBRECHER & UNZOG wurden die aufgenommenen Werte bearbeitet und grafisch dargestellt (Abb. 5 und 6).

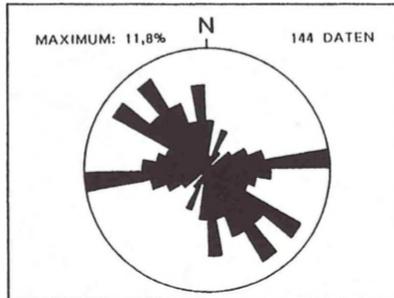


**Abb. 4:** Scherkluftstaffeln, die etwa parallel zur 138°-Kluftrichtung verlaufen. Die Staffelung weist auf eine dextrale Bewegungstendenz hin (Pfeile).

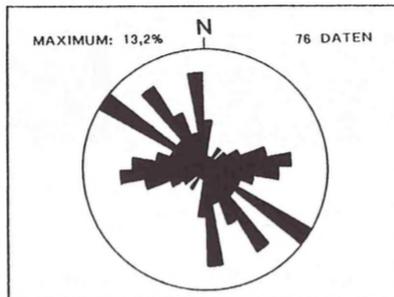
Die in Abbildung 5 dargestellte Kluftrichtung bildet die 82°-Kluftrichtung als Maximum ab. Die 138°-Kluftrichtung tritt als relatives Minimum zwischen zwei anliegenden Nebenmaxima zurück. Dies verdeutlicht, daß die Großklüfte der 138°-Richtung nicht so häufig sind wie mit ihnen assoziierte, kleinere Klüfte. Daneben sind weitere Nebenmaxima zu erkennen, die allerdings mit den zwei großen Kluftrichtungen nicht in Verbindung gebracht werden können.

An allen Klüften ist eine Aufweitungstendenz zu beobachten. Dabei weisen 53% der eingemessenen Klüfte eine Mineralisierung auf. Der Kluftrichtung ist

limonithaltig und kann bis zu drei Millimeter dick sein. Im Dünnschliff wird deutlich, daß es sich bei dem Belag um durch Limonit verkittete Quarzkörner handelt. Die Kluftrösendarstellung der mineralisierten Klüfte (Abb. 6) zeigt, daß die Klüfte der Hauptkluftrichtungen Kluftribeläge zeigen (vergl. Abb. 5 mit Abb. 6). Eine besonders bevorzugte Richtung mineralisierter Klüfte zeichnet sich nicht ab.



**Abb. 5:** Kluftröse aller eingemessenen Klüfte im Bereich des Naturdenkmals „Saurierfährten Münchehagen“.



**Abb. 6:** Kluftröse der mineralisierten Klüfte im Bereich des Naturdenkmals „Saurierfährten Münchehagen“.

### 3. DEUTUNG DES KLUFTSYSTEMS

Da die Klüfte generell Weitungstendenzen zeigen, liegt ein Zusammenhang mit der Salzkissenbildung, durch die das Deckgebirge gewölbt und damit gedehnt wird, auf der Hand. Die 82°-Kluftschar weist eine radiale

Orientierung in Bezug auf den Rehburger Sattel auf (s. Abb. 1). In dem östlich von Bergkirchen gelegenen Steinbruch „Königssee“ konnten MATTERN, MAYER & MONECKE (1994) Kluftrichtungen vornehmen, die sich in gleicher Weise in ein radiales Muster einfügen (Abb. 1). Damit stimmen die Kluftrichtungen sehr gut mit dem radialen Verwerfungssystem im Bereich des Rehburger Sattels überein, so daß ihre Genese in Zusammenhang mit der Salzkissenbildung gesehen wird (MATTERN, MAYER & MONECKE, 1994). Auch KAUFMANN (1977), der Kluftrichtungen an der Südwestflanke des Rehburger Sattels durchführte, ordnete die Klüfte der Salzwanderung zu. Dagegen sah JORDAN (1977) den Ursprung der Klüfte nicht in der Salzkissenbildung, da sie nicht dem umlaufenden Streichen folgen und somit älter seien als der Salzaufstieg.

Die 138°-Kluftrichtung kann ebenfalls mit der Salzkissenbildung beziehungsweise mit den herzynisch und damit parallel verlaufenden Verwerfungen im Bereich des Rehburger Sattels in Verbindung gebracht werden. Die zweitgenannte Möglichkeit impliziert die Wirksamkeit eines regionalen Beanspruchungsplans.

Die Entstehung der die 138°-Kluftrichtung begleitenden Scherkluftrichtungen läßt sich möglicherweise durch kompressive Intraplattendeformation im Zuge der Alpenorogenese erklären (MATTERN, MAYER & MONECKE, 1994), deren Auswirkungen bis zu 1300 km nördlich des Gebirgsgürtels nachgewiesen sind (ZIEGLER, 1987). So wird das Niedersächsische Becken, in dem sich die Rehburger Berge erstrecken, nach BETZ et al. (1987) und ZIEGLER (1990) während der Oberkreide und des Alttertiär durch die Alpenorogenese eingeengt. Die in MÜNCHEN aufgeschlossenen Scherkluftrichtungen streichen stets herzynisch und weisen auf dextrale Bewegungstendenzen hin. Eine solche Orientierung und Kinematik entspricht dem geometrischen Modell nach DRONG et al. (1982) zu konjugierten Scherbrüchen im Vorland eines Gebirges (Abb. 7). Danach könnten die Scherklüfte in einem kompressiven Streißfeld mit horizontal orientierter Hauptspannung während der Alpenorogenese entstanden sein. Zur Bedeu-

tung von seitenverschiebenden Bewegungen für die regionale Struktur-  
bildung siehe Diskussion in BALDSCHUHN, FRISCH & KOCKEL (1998) und  
darin zitierte Arbeiten.

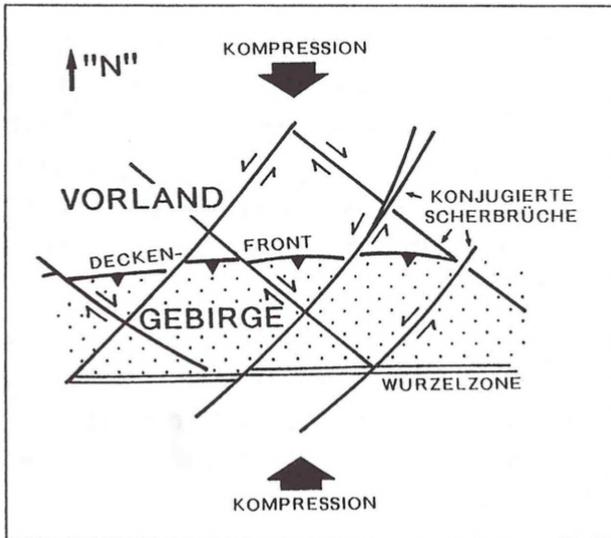


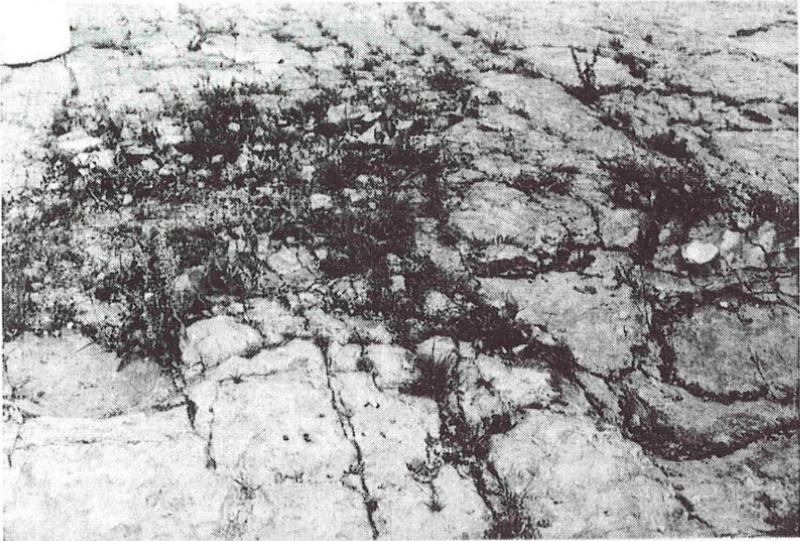
Abb. 7: Tektonisches Modell zur Klärung von spätrogenen konjugierten Scherbrüchen im weiteren Vorland eines Gebirgsgürtels (verändert nach DRONG et al., 1982).

Die Untersuchungen der Kluffeläge von MATTERN, MAYER & MONECKE (1994) erbrachten keine Hinweise über das Alter der Mineralisierung.

#### 4. KLUFTSYSTEM UND ZERSTÖRUNGSANFÄLLIGKEIT DER FÄHRTEN- PLATTE

Das ausgeprägte Klufsystem im Bereich des Naturdenkmals beeinflusst maßgeblich das Erhaltungspotential der Fährtenplatte. Für das Niederschlagswasser, das auf der Sohlfläche auftritt und auf ihr abläuft, bildet das Klufmuster bevorzugte Wegsamkeiten. Auch das aus der östlichen Steinbruchwand in Form von sporadischen Quellen austretende Wasser läuft hauptsächlich am Schnittpunkt von Tonsteinlagen mit den vorge-

gebenen Klüften ab. Entlang den Schichtflächen beschleunigt dies die Verwitterung und führt zur erosiven Erweiterung der Kreuzungstellen von Schichtung und Klüftung. Wesentlich größer ist die Gefährdung der fährtragenden Sohlfläche des Steinbruchs durch Frostsprengung, wenn das in den Klüften zirkulierende Wasser gefriert und dabei sein Volumen vergrößert. Der Gesteinsverband wird durch diesen Vorgang erheblich gelockert.



**Abb. 8:** Beispiel für die Zerstörung des Gesteinsverbandes durch das Kluftsystem und dadurch begünstigten Pflanzenbewuchs.

Die Feuchtigkeit in den Klüften begünstigt außerdem Algenbildung und schließlich die Ansiedlung höherer Pflanzen, zunächst vor allem von Gräsern (Abb. 8), doch später auch von Bäumen (Birken, Kiefern). Unterstützt wird diese Entwicklung durch die Ansammlung von Staub und Humus in den Gesteinsfugen. Der Wachstumsdruck der Pflanzenwurzeln erweitert die Gesteinsfugen und sprengt den Gesteinsverband auf. Es bildet sich ein Blockwerk, dessen Kantenlängen durch die interne Schichtung der Sohlbank und die Dichte der Klüftung bestimmt ist. Eine Gefährdung der

Fährtenfläche durch chemische Zerstörung, etwa durch Pilze und Bakterien, ist bisher nicht nachgewiesen, was wohl damit zusammenhängt, daß die Sohlbank rein quarzitisch ist.

Die wichtigste Schutzmaßnahme der Sohlbank des Naturdenkmals Müncheshagen und der darauf überlieferten Fährten ist daher darin zu sehen, Zutritt von Wasser zu verhindern und dadurch Frostsprengung und Pflanzenwachstum zu unterbinden. Dies ist mit dem Bau der Schutzhalle weitgehend gelungen. Da es aus finanziellen Gründen nicht möglich ist, die gesamte Sohlfläche zu überdachen, sind schützenswerte Teile der Fläche, die außerhalb der Schutzhalle liegen, mit einer ca 1 m dicken Sandschicht abgedeckt. Sie ist zwar feuchtigkeitsdurchlässig, doch verhindert sie Frostsprengung und das Eindringen von Pflanzenwurzeln. Eine regelmäßige Entfernung tiefwurzelnder Pflanzen ist jedoch nötig.

## **5. DANK**

Larissa Offeney danken wir für die Überlassung von Fotomaterial.

Anschrift der Verfasser: Katrin Monecke, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover, Callinstr. 30, 30167 Hannover. Dr. Frank Mattern, Institut für Geologie, Geophysik und Geoinformatik, FU Berlin, Malteserstr. 74-100, 12249 Berlin.