

Zum Einfluss des Klettersports auf silikatische Felsökosysteme

Eine Fallstudie in einem seit langem intensiv genutzten Bouldergebiet im Fichtelgebirge (Oberfranken)

1 Einleitung

Felsstandorte sind in Deutschland außerhalb der Alpen selten, vom Menschen noch weitgehend unbeeinflusst und z.T. von einer speziell angepassten, oft reliktschen Flora und Fauna gekennzeichnet (vgl. HERTER 2000; BLICK et al. 2002). Aus Sicht des Naturschutzes sind sie daher als Sonderstandorte von großer Bedeutung. Nach Novelisierung des Bundesnaturschutzgesetzes im Jahr 1986 sind offene Felsbildungen heute unter § 20c BNatSchG besonders geschützt und dürfen durch menschliche Nutzung nicht nachhaltig beeinträchtigt werden. Der Naturschutz hat somit Vorrang vor allen anderen Nutzungsansprüchen (SCHEMEL/ERBGUTH 2000).

Zugleich stellen Naturfelsen in den felsarmen außeralpinen Bereichen Deutschlands begehrte Ziele dar, um dem Klettersport außerhalb künstlicher Kletteranlagen nachzugehen. Mit zunehmender Zahl der aktiven Kletterer in den letzten drei Jahrzehnten verschärften sich zwangsläufig auch die Interessenskonflikte zwischen Klettersportlern und dem Naturschutz (vgl. BICHLMEIER 1991; GOEDEKE/MAILÄNDER 1999; RUCKRIEGEL 2000). Die Hintergründe sind dabei je nach Region und/oder Standort unterschiedlich. Häufig beruhen Konflikte auf Effekten wie Tritterosion, Bodenverdichtung, mechanischer Beschädigungen der Felsoberfläche, Veränderungen des Bodenchemismus und insbesondere der Beeinträchtigungen der Tier- und Pflanzenwelt (vgl. SEEWALD et al. 1998). Mittlerweile existieren etliche Untersuchungen, die Effekte des Klettersports auf die Ökologie, insbesondere auf die Vegetation von Felsstandorten belegen (vgl. z.B. NUZZO 1996; CAMP/KNIGHT 1998; HERTER 2000; RUSTERHOLZ et al. 2004; KUNTZ/LARSON 2005).

In außeralpinen Kalkgebieten Mitteleuropas sind es v.a. die Gipfelköpfe mit ihrer an dealpinen Glazial- bzw. Postglazial-Relikten reichen Vegetation, die bei einer klettersportlichen Nutzung Anlass zur Sorge sind (vgl. BICHLMEIER 1991; KÖHLER/WITTY 1996; WITTY 1999, BLICK et al. 2002; RUSTERHOLZ et al. 2004). Beim Betreten der Felsköpfe besteht hier die Gefahr einer Ausrottung dieser seltenen Arten. Jüngste Untersuchung (VOGLER/REISCH 2011) haben darüber hinaus gezeigt, dass sich Klettern auch auf die genetische Struktur seltener Felskopfbesiedler aus-

wirken kann. Zwar werde die Verbreitung der Samen seltener Arten (z.B. das Immergrüne Felsenblümchen *Draba aizoides*) durch die Kletterer möglicherweise gefördert, allerdings werde dadurch auch die genetische Variation zwischen Subpopulationen verringert, was sich auf lange Sicht negativ auf die Vitalität der Populationen auswirken könne.

Ein weiterer Konfliktbereich beruht auf der Tatsache, dass verschiedene seltene Tierarten (Uhu, Wanderfalke, Fledermäuse, aber auch Landschnecken und zahlreiche Insektenarten) Felsen als Lebensraum bzw. als Nist- oder Rückzugsplatz nutzen und eine klettersportliche Nutzung zu einer Störung dieser Funktion führen kann (BICHLMEIER 1991; SCHEMEL/ERBGUTH 2000).

In silikatischen Klettergebieten (Granit, Sandstein) wird häufig die Verwendung von Magnesiumcarbonat (auch „Magnesia“ bzw. „Chalk“) als problematisch betrachtet. Neben einer optischen Beeinträchtigung und einer Steigerung der Verwitterungsintensität aufgrund der hygroskopischen Wirkung von Magnesia wird hier in erster Linie die Veränderung des Standortchemismus durch das Einbringen des basisch wirkenden Pulvers als schädlich für bestimmte Organismen angesehen (vgl. auch FRIEDRICH 2002).

Die Diskussion zwischen den Kletterern und den Naturschützern wird auch heute noch sehr kontrovers und oft mehr emotional denn sachlich geführt (RUCKRIEGEL 2000). Nicht selten wird dabei von beiden Seiten mit eher generellen Überlegungen denn mit konkreten Untersuchungsergebnissen argumentiert. Im Rahmen einer wissenschaftlichen Übung zu Geländemethoden der Physischen Geographie wurden mit Studierenden der Geographie an der Universität Passau Anfang Oktober 2011, d.h. am Ende der Klettersaison, Untersuchungen zu unterschiedlichen Aspekten einer möglichen Beeinflussung von silikatischen Felsstandorten durch eine klettersportliche Nutzung durchgeführt, um einen kleinen Beitrag zur Versachlichung beizutragen. Als Untersuchungsraum wurde die Felsgruppe Schlageterfels/Mühlsteine im Fichtelgebirge gewählt, einem seit langem intensiv bekletterten Granit-Bouldergebiet, da hier etwaige Auswirkungen des Klettersports auf diese Felsstandorte aufgrund der langen und intensiven Nutzung deutlich zum Ausdruck kommen sollten. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden im vorliegenden Beitrag vorgestellt.

2 Zur Entwicklung des Klettersports in Deutschland und im Fichtelgebirge

Klettern stellt eine stark boomende Sportart in Deutschland dar (HANEMANN 2000; JOB/METZLER 2000). Jüngere Erhebungen des *Deutschen Alpenvereins* (DAV 2011) gehen von mittlerweile über 300 000 aktiven Sportkletterern in Deutschlands aus, der Übergang vom Trend- zum Breitensport ist damit wohl vollzogen. Wurden die Felsen der Mittelgebirge in der Vergangenheit in erster Linie zu Trainingszwecken für alpine Unternehmungen angesehen, haben sie sich in den letzten Jahrzehnten zu eigenständigen Zielen der sportlichen Betätigung entwickelt. Nach HANEMANN (2000) existieren heute etwa 250 außeralpine Klettergebiete in Deutschland.

Im Zuge dieser Entwicklung hat sich auch der traditionelle Klettersport in verschiedene Einzeldisziplinen entwickelt (vgl. FRITZ/KLAGES 2010). Gemeinsam ist allen modernen Formen des Sportkletterns, dass der sportliche Aspekt im Vordergrund steht und jeder aktive Kletterer seine individuelle körperliche Leistungsfähigkeit ausreizen will. Zur Bewältigung einer Felspassage werden ausschließlich die natürlichen Haltepunkte, die das Gestein bietet, verwendet, technisches Material wie Seil, Haken und Karabiner werden ausschließlich zur Sicherung herangezogen. Obwohl es sich streng genommen auch um technische Hilfsmittel handelt, sind zwei Ausrüstungsgegenstände jedoch explizit erlaubt: Kletterschuhe mit einer speziellen, die Reibung fördernden Gummisohle und

Magnesia gegen Handschweiß. Letzteres wird dabei in einem kleinen Beutel („chalk bag“) um die Hüfte mitgeführt, um bei Bedarf die Finger darin mit dem pulverigen Substrat zu trocknen.

Eine besondere Spielform des modernen Sportkletterns ist das Bouldern. Der Begriff leitet sich vom englischen *boulder* (Felsblock) ab und meint das Klettern in Absprunghöhe an niedrigen Felsblöcken und -wänden (Foto 1). Im Gegensatz zum normalen Sportklettern wird beim Bouldern kein Sicherungsmaterial verwendet, lediglich sog. Crash Pads (Matten) dämpfen die Fallenergie beim Absprung. Ohne zusätzlichen Ballast durch Klettermaterial und weitgehend frei von psychischer Belastung werden beim Bouldern heute die höchsten Kletterschwierigkeiten überhaupt bewältigt. Die „Boulderprobleme“ werden dabei immer wieder versucht, die Bewegungsabläufe optimiert und eingeschliffen, bis irgendwann nach mehr oder weniger zahlreichen Anläufen ein Durchstieg gelingt.

Obwohl im französischen Fontainebleau, wenig südlich von Paris, bereits seit über einem Jahrhundert an den zahllosen Sandsteinblöcken diese Form des Klettersports praktiziert wird, gilt gemeinhin der US-amerikanische Mathematik-Professor John Gill als Begründer des modernen Boulderns (SHERMAN 1994). Als Ringeturner brachte er dynamische Bewegungselemente in den Klettersport ein, die heute beim extremen Bouldern nicht mehr wegzudenken sind. Aber nicht nur für Extremsportler ist Bouldern eine attraktive Betätigungsform geworden, auch für Genusskletterer bietet diese Variante des Kletterns viel Abwechslung und sportliche Erfüllung, sodass auch das Bouldern wie der Klettersport generell von einem starken Boom gekennzeichnet ist.

Eine Region Deutschlands, die bereits weit vor dem eigentlichen Boom für ihre herausragenden Bouldermöglichkeiten bekannt wurde, ist das Fichtelgebirge. Es handelt sich um ein kleines Klettergebiet in Oberfranken, in dem bereits seit Beginn des letzten Jahrhunderts in traditionellem Stil geklettert wird (HARTL 2008). Ende der 70er Jahre brachte eine kleine Gruppe fränkischer Kletterer um Kurt Albert, Wolfgang „Flipper“ Fietz und Norbert Bätz den Sportklettergedanken aus dem nahen Frankenjura ins Fichtelgebirge. Mit Wegen wie Überdach (8) und Überhangel (8+/9-) wurde bereits damals am neunten UIAA-Grad gekratzt. Zur gleichen Zeit wurden durch die genannten fränkischen Sportkletterpioniere auch die ersten Bouldergebiete im Fichtelgebirge erschlossen (Nußhardt, Bestienrummel, vgl. FLEER 1984). In der Folgezeit wurden zunächst durch Einheimische, später verstärkt auch durch externe Kletterer sukzessive neue Boulderprobleme und -gebiete erschlossen, ein Schwerpunkt der Erschließung lag über die letzten 25 Jahre hinweg aber ganz klar auf dem Gebiet Schlageterfelsen/Mühlsteine. Dieses Gebiet wurde erstmals

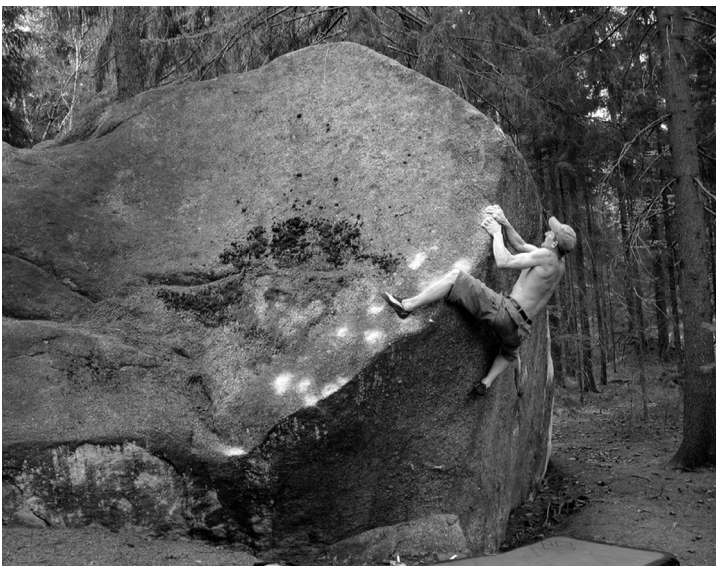


Foto 1: Typische Bouldersituation im Gebiet Schlageterfelsen/Mühlsteine; man erkennt die relative Vegetationsarmut im Umfeld der Felsblöcke und den offenen Charakter des umgebenden Waldes. Deutlich sichtbar sind die Griffe aufgrund des verwendeten Magnesia.

(Quelle: <http://www.fotocommunity.de/pc/pc/display/15802620>)

von FLEER (1984) erwähnt, ausführlicher dann im Kletterführer für das Fichtelgebirge von THUM (1988) vorgestellt. Anfang der 90er Jahre existierten in diesem Gebiet etwa 50 verschiedene Probleme, wobei bereits damals Schwierigkeiten bis Fb 7b/7c geklettert wurden. Mittlerweile hat sich die Zahl der Boulderprobleme im Gebiet Schlageterfels/Mühlsteine etwa vervierfacht, und die maximalen Schwierigkeiten gehen bis Fb 8b, nahe am momentanen Limit, das bei 8c(+) liegt.

3 Naturräumliche Ausstattung des Untersuchungsraums

Das Fichtelgebirge bildet einen markanten Höhenzug im Nordosten Bayerns in Form eines nach Nordosten offenen Hufeisens (HERRMANN 2011). Die mittleren Höhenlagen des „Hohen Fichtelgebirges“ betragen 800 bis 1000 m NN, wobei die höchsten Erhebungen im Schneeberg (1051 m NN) und im Ochsenkopf (1023 m NN) erreicht werden (Abbildung 1). Wie alle ostbayerischen Mittelgebirge, zu denen u.a. der Steinwald, der Oberpfälzer Wald und der Bayerische Wald zu rechnen sind, gehört auch das Fichtelgebirge zum variszischen Grundgebirge. Bei der variszischen

Gebirgsbildungsphase, die ihren Höhepunkt vor ca. 320 Mio. Jahren erreichte, kam es zur Kollision der damaligen Großkontinente Gondwana (im Süden) und Laurasia (im Norden). Im Bereich des heutigen Mitteleuropa entstand ein kompliziert gebautes Decken- und Faltengebirge von etwa 600 km Länge und geschätzten Gipfelhöhen von 3000 bis 4000 Meter NN. Unter hohen Drücken und Temperaturen wurden bereits bestehende, präkambrischen Gesteine, aber auch jüngere marine Sedimentgesteine in die heute weit verbreiteten Phyllite, Glimmerschiefer und weitere Metamorphite umgewandelt (Abbildung 2).

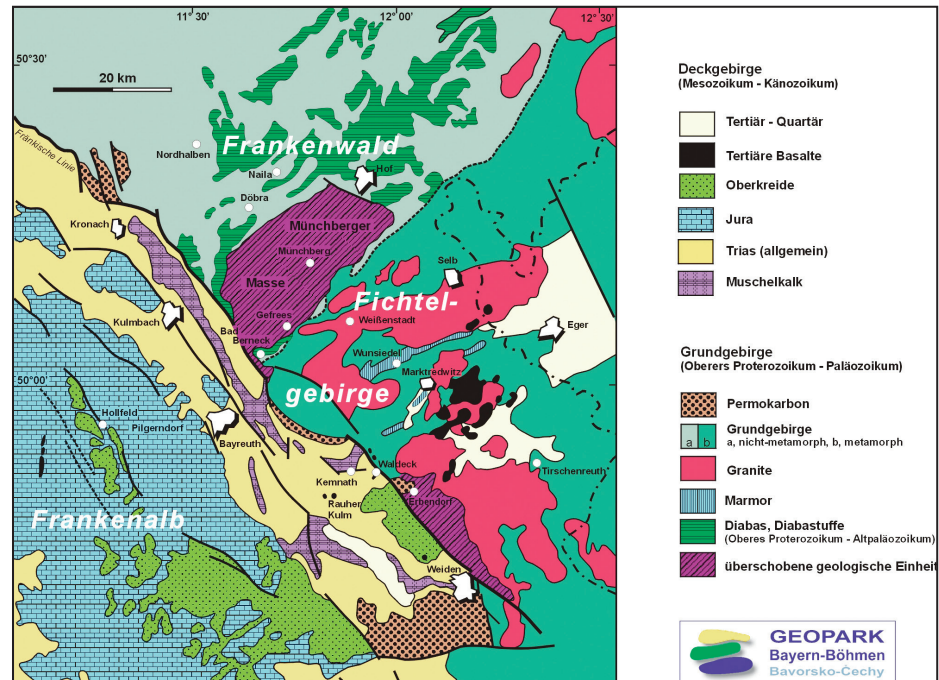
Tektonische Beanspruchung während der variszischen Gebirgsbildung wurde begleitet vom Eindringen flüssiger granitischer Gesteinsschmelzen in bereits bestehende Gesteinskörper und dem langsamen Erstarren in Tiefen von 2,5 bis 5 km (SIEBEL et al. 1997). Diese Intrusionen erfolgten in drei Schüben in einem Zeitraum zwischen 350 und 290 Mio. Jahren vor heute. Die jüngeren Granite (~305–286 Mio. Jahre) bilden heute die höchsten Erhebungen des Fichtelgebirges. Neben den Granit-Intrusionen finden sich als weitere Folge bruchtektonischer Vorgänge zahlreiche linienhafte Störungszonen, an denen Bruchschollen gegeneinander versetzt wurden. Eine der markantesten dieser Bruchzonen ist die Fränkische Linie, entlang der das variszische Grundgebirge um 2000 Meter



Abb. 1: Lage des Fichtelgebirges im nordbayerischen Grenzgebiet zur tschechischen Republik; die Untersuchungen wurden auf der Ostabdachung des Kösseinstocks, wenige Kilometer von Marktredwitz und Wunsiedel entfernt, durchgeführt. (Karte verändert aus Wikimedia)

Abb. 2:
Geologische Übersichtskarte für das Fichtelgebirge und angrenzende Landschaftseinheiten

(Quelle: http://www.flora.uni-bayreuth.de/Bilder/Karten/2010_GeolKarte_Nordostbayern.jpg)



und mehr gegen die westlich angrenzende und von mesozoischen Sedimentgesteinen überdeckte Scholle (Fränkisches Schichtstufenland) herausgehoben wurde (PETEREK et al. 2007).

Mit dem Abklingen der variszischen Orogenese unterlag das Gebirge intensiver Abtragung. Bereits im Perm war es wieder komplett eingerumpft und die Granite lagen nun schon in relativer Nähe der Erdoberfläche. Unter den feuchtwarmen, tropischen Klimabedingungen des Tertiärs führte intensive chemische Verwitterung im Untergrund entlang der Kluftgitter im Granit zur Herauspräparierung großer zugerundeter Gesteinsblöcke (Abbildung 3). Nach erosiver Freilegung und Verlagerung insbesondere durch solifluidale Vorgänge während der pleistozänen Kaltzeiten steht der Granit heute in seiner typischen Wollsackform an der Erdoberfläche an. Obwohl der Granit nur knapp 40% der Gesamtfläche des Fichtelgebirges einnimmt (vgl. VOLLRATH 1957) ist er das Leitgestein der Region, da er praktisch den gesamten Höhenrücken des Hohen Fichtelgebirges aufbaut (Abbildung 2).

Klimatisch betrachtet liegt das Fichtelgebirge in einem Übergangsbereich zwischen eher ozeanisch geprägten Mittelgebirgen wie Steigerwald und Rhön im Westen und dem deutlich kontinentalere Züge tragenden Erzgebirge im Osten (LÜERS/FOKEN 2004). Auch kleinräumig innerhalb des Fichtelgebirges zeigen sich ausgeprägte Klimagradianten, die aus der Topographie resultieren. Atlantische Luftmassen, die das Fichtelgebirge erreichen geben einen Großteil ihrer Niederschläge auf der Westseite als Steigungs-

regen ab, wobei das Niederschlagsmaximum in den Hochlagen im Winter liegt. Etwa ein Viertel der Jahresniederschläge von 900 bis 1300 mm fällt hier als Schnee (REIF/LEONHARD 1991) der über mehrere Monate liegen bleibt. Das vom Hohen Fichtelgebirge umgebene Innere Fichtelgebirge weist aufgrund seiner Lee-Lage gegenüber atlantischer Luftmassen und v.a. der nach Nordosten hin geöffneten Hufeisenform, die ein ungehindertes Einströmen kalter Luft aus Osten in den Wintermonaten ermöglicht, deutlich kontinentalere Verhältnisse auf. Nicht umsonst gilt der Nordosten Bayerns als „Bayerisch Sibirien“ (LÜERS/FOKEN 2004).

Aufgrund der kühl-feuchten Klimabedingungen ist im hohen Fichtelgebirge eine landwirtschaftliche Nutzung kaum möglich. Der größte Teil ist von Wäldern bedeckt, wobei die ursprünglichen Buchen-Tannen-Fichten Mischwälder weitgehend in Fichtenforste umgewandelt wurden (VOLLRATH 1957; REIF/LEONHARD 1991; GERSTBERGER 2001). Im Unterwuchs dieser recht dichten Wälder sind typische Nadelwaldarten anzutreffen – REIF/LEONHARD (1991) sprechen von boreal-kontinentalen Bedingungen am Boden – während lichtbedürftigere Buchenwaldarten fehlen. Die zonalen Böden der Wälder im hohen Fichtelgebirge sind in den tiefern Lagen Braunerden, die aufgrund der kühlen und feuchten Klimabedingungen sowie saurer Rohhumusaufgaben aus Nadelstreu und Bestandsabfall der weitverbreiteten *Ericaceen*-Sträucher oft bereits Podsolierungstendenzen zeigen, in den Hochlagen auch echte Podsole (vgl. ZECH/POPP 1983). Aufgrund

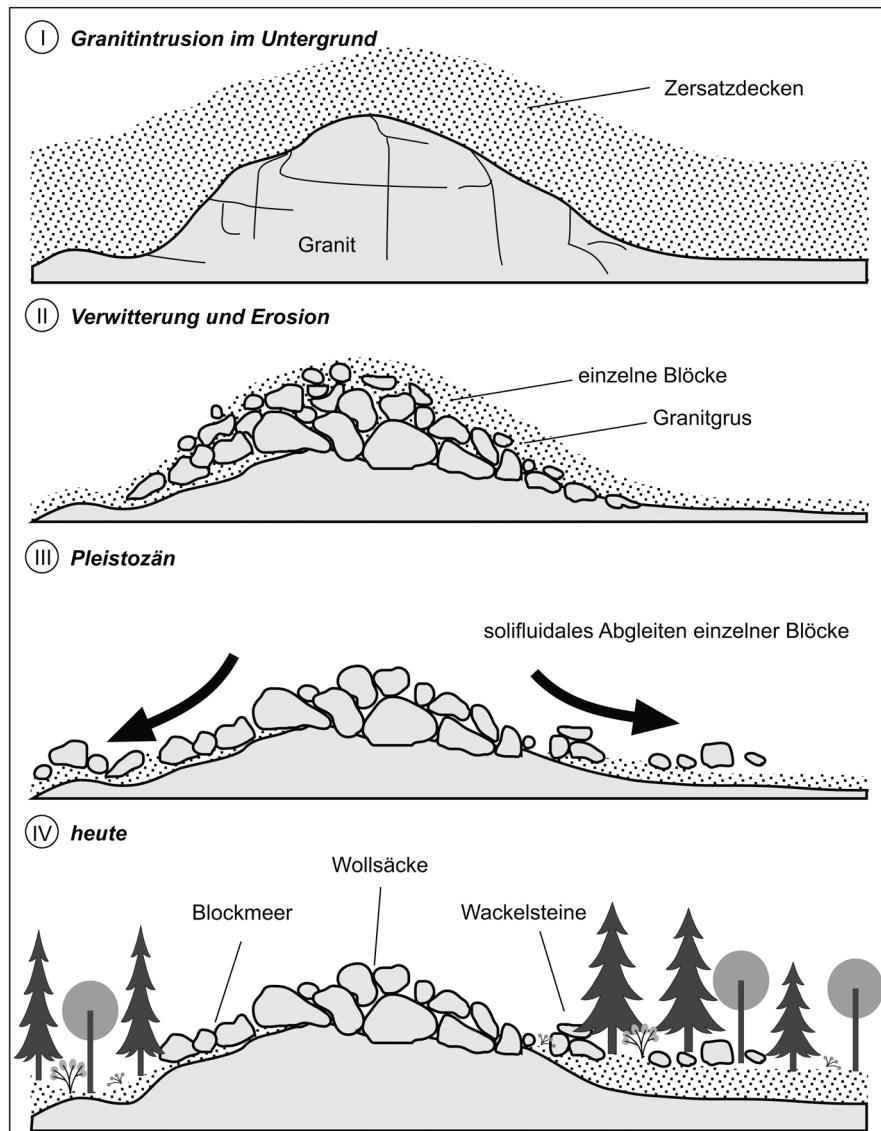


Abb. 3:
Schematische Darstellung
zur Entwicklung der Block-
felder im Fichtelgebirge

(verändert nach: http://www.geocaching.com/seek/cache_details.aspx?guid=a5ae89f9-4b56-4184-9c19-efbffe4dc968)

der unter humiden Klimabedingungen immer gegebenen Auswaschungstendenzen weisen die Böden eine geringe Basensättigung und Nährstoffarmut auf, und insbesondere der Magnesiummangel hat sich als problematisch für das Pflanzenwachstum in den Wäldern des Fichtelgebirges herausgestellt (KAUPENJOHANN 1992), weshalb die Nadelwälder gelegentlich mit kohlensaurem Magnesiumkalk (mind. 57% CaCO_3 + 15% MgCO_3 , meist 40–50% MgCO_3) gedüngt werden.

Das Untersuchungsgebiet der Felsgruppe Schlageterfels/Mühlsteine liegt am Südostende des hohen Fichtelgebirges am Rand des Kösseinstocks bei etwa 700 m NN (vgl. Abbildung 1). Es handelt sich um eine recht weitläufige Ansammlung von Granitblöcken bestehend aus Kösseine-Randgranit, einem mittelkörnigen, Biotit-reichen Granit porphyrischer Struktur (vgl. SIEBEL et al. 1997), die Höhen von

bis zu 8 Metern erreichen, zumeist aber niedriger bleiben. Die Blöcke sind eingebettet in einen relativ lichten, fichtenreichen Mischwald mit einem zumeist spärlichen, punktuell bei Lücken im Kronendach aber auch dichten Unterwuchs. Assoziierte Baumarten sind Buchen (*Fagus sylvatica*), Birken (*Betula pendula*), Kiefern (*Pinus sylvestris*) und Vogelbeeren (*Sorbus aucuparia*), im Unterwuchs, wenn vorhanden, dominieren Moose und verschiedene *Vaccinium*-Arten (*V. myrtillus*, *V. vitis idaea*, *V. oxycoccus*).

3 Behandelte Aspekte und durchgeführte Untersuchungen

Im Rahmen der Untersuchungen zum Einfluss von Bouldern auf silikatische Felsstandorte im Gebiet

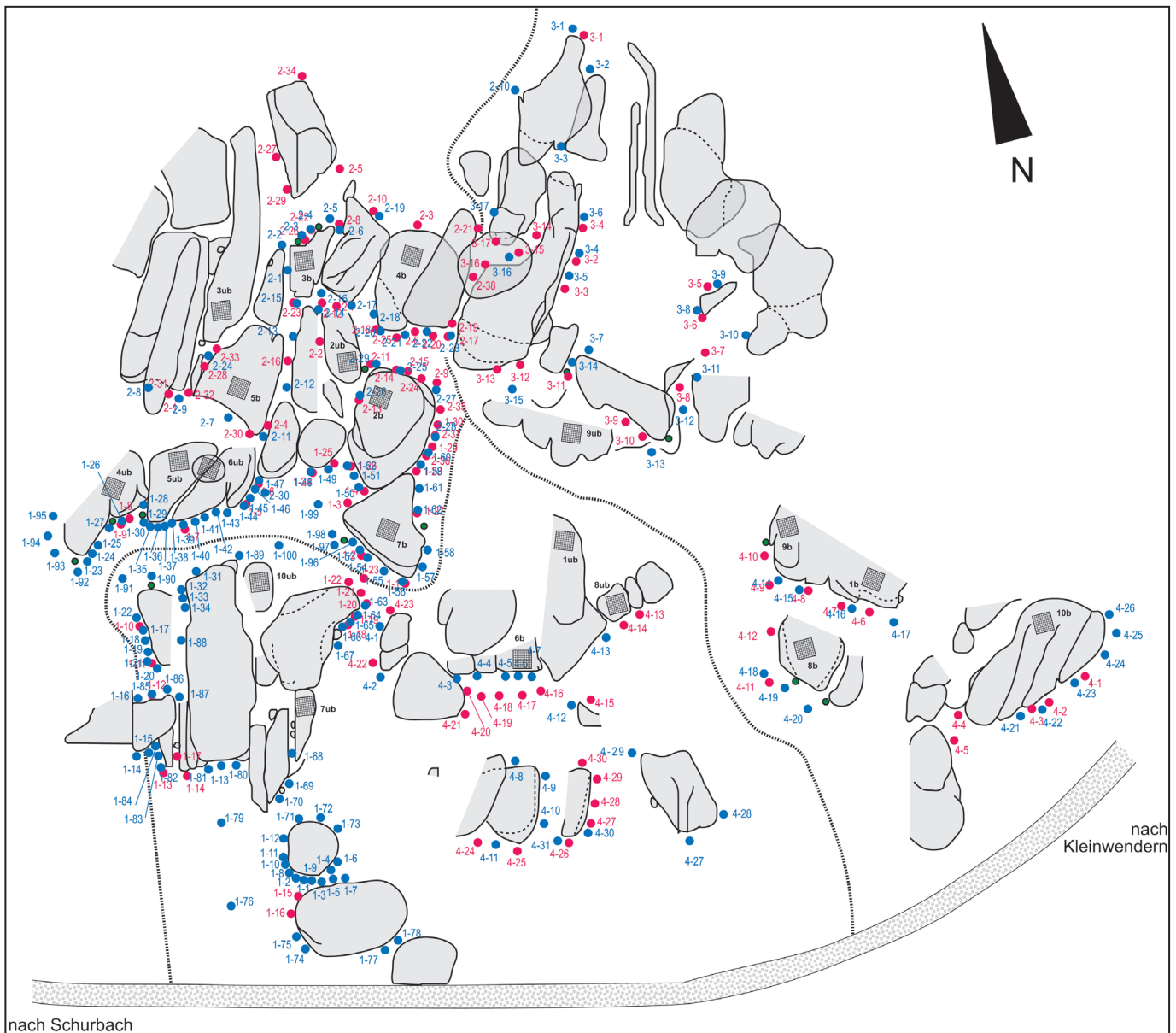


Abb. 4: Übersichtsplan der Felsgruppe am Schlageterfels/Mühlsteine mit Lage der Messpunkte zu Bodenverdichtung (blau) und pH-Wert (rot) sowie der Vegetationsuntersuchungen (ub = unbeklettert, b = beklettert). Die Referenzmessungen im unbekletterten Bereich zu Bodenverdichtung und pH-Wert wurden außerhalb des dargestellten Bereichs durchgeführt.

Schlageterfels/Mühlsteine wurde folgenden Fragen nachgegangen:

- Zeigen sich Veränderung des pH-Werts als einfach zu messendem Indikator des Bodenchemismus durch die Verwendung von basisch reagierendem Magnesiumcarbonat?

Hierfür wurden insgesamt 115 Messungen in situ mit einem pH-Meter *pH Agrar 2000* unter Verwendung einer KCL pH Elektrode nach Kalibrierung in 4.0 und 7.0 Standards durchgeführt. Die Messungen erfolgten im unmittelbaren Startbereich von Boulderproblemen (vgl. Abbildung 4), da hier der höchste Eintrag von herab rieselndem Magnesia

zu erwarten ist. 53 Messungen abseits bekletterter Felsen unter ansonsten jedoch vergleichbaren Bedingungen dienen als Vergleichswerte.

- Führt das häufige Abspringen bei Boulderproblemen zu einer Bodenverdichtung am Fuß der Boulderblöcke? Hierfür wurden Messungen zum Eindringwiderstand (PSI = pounds per square-inch) des Bodens mit einem Penetrometer der Firma *agropoject* durchgeführt. Äquivalent zu den pH-Wert Messungen wurden im unmittelbaren Startbereich von Boulderproblemen insgesamt 178 Messungen durchgeführt (vgl. Abbildung 4), 239 Messungen abseits bekletterter Felsen unter ansonsten ver-

gleichbaren Bedingungen dienen hier als Referenz.

- *Wie stellt sich das Verhältnis von bekletterter zu unbekletterter Felsfläche dar?*

Um Aussagen machen zu können, welcher Prozentsatz der gesamten vorliegenden Felsfläche von potentiellen Eingriffen durch den Klettersport betroffen ist, wurden alle zugänglichen, den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzten, und damit potentiell bekletterbaren Felsflächen mit Hilfe von Maßbändern möglichst genau vergemessen und jeweils den Klassen „beklettert“ oder „unbeklettert“ anhand offensichtlicher Spuren sowie einer sehr detaillierten Kartierung der existierenden Boulderprobleme (freundlicherweise zur Verfügung gestellt von R. Benker, Marktredwitz) zugewiesen. Da die Felsflächen in aller Regel nicht einfachen geometrischen Formen entsprechen und z.T. sogar recht skurrile Formen aufweisen, sind die Ergebnisse hier sicher nicht auf den Meter genau, liefern aber dennoch hinreichend genaue Vergleichsgrößen.

- *Zeigen sich an den bekletterten Felsen sichtbare Spuren einer mechanischen Veränderung der Felsoberfläche durch Belastungsbrüche oder vorsätzliche Manipulation?*

Hierfür wurde eine Zählung entsprechender Erscheinungen durchgeführt.

- *Zeigen sich Veränderungen in der Vegetation zwischen bekletterten und unbekletterten Felsen?*

Im Gegensatz zu den i.d.R. stärker strukturierten Kletterfelsen, für die oft deutliche Vegetationsveränderungen durch die Ausübung des Klettersports nachzuweisen sind, sind die äußerst kompakten Felsblöcke im Gebiet Schlageterfels/Mühlsteine – unabhängig davon ob beklettert oder nicht – in den Wandbereichen quasi vegetationslos und auch die Felsfüße weisen zumeist keinen oder nur sehr spärlichen Bewuchs auf (vgl. Foto 1). Flachere Felsblöcke, die für eine klettersportliche Nutzung ungeeignet sind, werden dagegen von einer z.T. recht dichten Vegetation gekennzeichnet. Aufgrund dieser Diskrepanzen in der Vegetationsausprägung, die weniger aus der Nutzung der Felsen als vielmehr aus der Topographie und der Felsstruktur resultiert, würde ein Vergleich von Vegetationsaufnahmen zwischen bekletterten und unbekletterten Felsen kaum brauchbare Erkenntnisse zum Einfluss des Kletterns auf die Felsvegetation liefern. Allerdings weisen die Felsköpfe etlicher Blöcke bei entsprechendem Relief (d.h. mehr oder weniger ebene Flächen mit schwacher Bodenauflage) z.T. dichtere Vegetation auf. Da bei zahlreichen Boulderproblemen nach oben ausgestiegen wird und dabei diese „Gipfelvegetation“ möglicherweise berührt wird, wurde auf den Köpfen von 10 bekletterten und 10 unbekletterten Felsblöcken jeweils eine 1 x 1 m Fläche pflanzensoziologisch aufgenommen (vgl.

Abbildung 4) um zumindest für die Felsköpfe Aussagen treffen zu können.

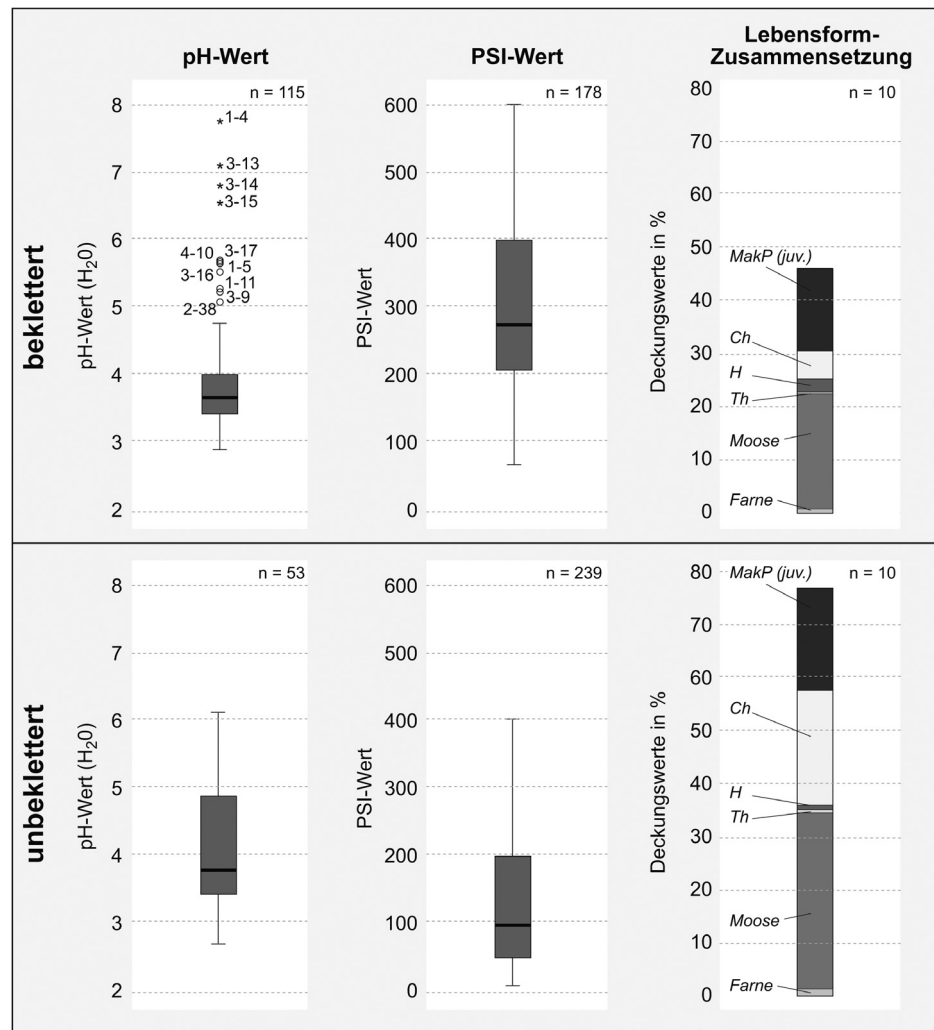
4 Ergebnisse und Diskussion

Magnesiumcarbonat (MgCO_3) ist als Carbonat prinzipiell schlecht in Wasser löslich, das als kristallwasserhaltiges Magnesiumcarbonat beim Klettern verwendete Magnesia ($4 \text{ MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 4-5 \text{ H}_2\text{O}$) ist dagegen leichter löslich und reagiert in einer wässrigen Suspension von $50 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ Wasser basisch mit einem pH-Wert von etwa 10,5 (Chemie.de). Dass der Eintrag von Magnesia in den Waldboden durchaus zu messbaren Veränderungen im pH-Wert führen kann, wird durch die Untersuchung belegt (vgl. Abbildung 5). Vier Messungen (1-4, 3-13, 3-14, 3-15, zur Lage siehe Abbildung 4), die gezielt im Bereich sichtbarer Magnesiaakkumulationen auf dem Waldboden (z.B. verschüttetes Magnesia oder geringe Einwaschung aufgrund regengeschützter Lage) gemacht wurden, weisen neutrale bis schwach basische Verhältnisse auf und unterscheiden sich dadurch erheblich von den übrigen Messwerten. Sieht man von diesen Sonderfällen ab, weisen die pH-Werte im Bereich der bekletterten Felsen aber keine grundlegenden Unterschiede zu den Referenzmessungen abseits bekletterter Felsen auf (Abbildung 5). In beiden Fällen liegen die pH-Werte im mäßig bis stark sauren Bereich was vor allem von der sauren Nadelstreu der fichtenreichen Wälder, der granitischen Ausgangssubstanz der Böden und der natürlichen Tendenz einer Basenauswaschung unter humiden Klimabedingungen herrühren dürfte. Schwach saure Bedingungen finden sich an Standorten mit einem höheren Buchen-Anteil und weniger saurer Streu.

Beim überwiegenden Teil der Messungen im bekletterten Bereich lässt sich eine „normale“ Verwendung von Magnesia beim Bouldern nicht in veränderten pH-Werten nachweisen. Abgesehen von weißen Spuren auf dem Fels, die vielleicht als optisch wenig attraktiv empfunden werden mögen, hat die Verwendung von Magnesia demnach keine gravierenden Auswirkungen auf die Felsstandorte. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass in vielen Bereichen der ostbayerischen Nadelwälder versucht wird durch aufwendige Kalkdüngungen mit kohlesauerem Magnesiumkalk der ohnehin bestehenden Tendenz einer natürlichen (und anthropogen durch Säure-Eintrag aus Schwefeldioxid- und Stickstoff-Emissionen noch verstärkten) Bodenversauerung entgegenzuwirken, kann die Verwendung von Magnesia beim Bouldern kaum als ökologisch bedenklich angesehen werden. Die Messungen zur Bodenverdichtung zeigen eine weite Streuung der Messwerte (vgl. Abbildung 5),

Abb. 5:
Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse zum pH-Wert, zur Bodenverdichtung (PSI-Werte) und zur Lebensformzusammensetzung der Vegetation zwischen bekletterten und unbekletterten Felsen im Gebiet Schlageterfels/Mühlsteine. Die Balkendiagramme zur Lebensformzusammensetzung geben die Deckungsanteile der einzelnen Lebensformen an.

(Th = Therophyten, H = Hemikryptophyten, Ch = Chamaephyten, MakP (juv.) = Makrophanerophyten in juvenilem Stadium). Die Boxplots der pH-Wert- und Bodenverdichtungsmessungen geben den Median (dicke Linie), die mittleren 50 % der Daten (= Interquartilsabstand IQR zwischen der 25 % und der 75 % Perzentile, d.h. Box), die Whiskers (die sich bis zu den niedrigsten bzw. höchsten Werten innerhalb eines angemessenen Abstands von der Box [$< 1,5$ IQR] erstrecken) und normale (1.5 IQR bis 3 IQR vom Ende der Box) und extreme Ausreißer (> 3 IQR vom Ende der Box) an.



wobei jene im Bereich bekletterter Standorte insgesamt deutlich über den Referenzmessungen im unbekletterten Bereich liegen. Während der Median dort bei knapp unter 100 PSI und die mittlere Hälfte der Messwerte zwischen 50 und 200 PSI liegt, erhöhen sich die entsprechenden Werte für den bekletterten Bereich auf 270 PSI (Median) und gut 200 bis 400 PSI auf des zwei bis vierfache. Sowohl die Minimal- als auch die Maximalwerte liegen in den bekletterten Bereichen über denen der unbekletterten. Bemerkenswert ist dennoch, dass auch in unbekletterten Bereichen die PSI-Werte auf stark verdichtete Verhältnisse hinweisen, die möglicherweise auf (auch schon länger zurückliegende) forstwirtschaftliche Aktivitäten zurückgehen.

Es ist nicht von der Hand zu weisen, dass häufiges Abspringen aus z.T. größeren Höhen auf immer wieder die gleiche Fläche am Start der Boulderprobleme zu einer Bodenverdichtung führen kann. Durch die Verwendung von Crashpads dürfte heute allerdings ohnehin eine gleichmäßigere Druckverteilung auf den

Untergrund stattfindet als es früher der Fall war. Die höheren Werte im Bereich bekletterter Felsen könnten somit auch ein Resultat aus länger zurückliegender Zeit sein. Inwieweit die Verdichtung des Bodens allerdings allein den Kletterern zuzuschreiben ist, ist nicht klar zu beantworten, da die malerische gelegene Felsgruppe auch für Wanderer ein beliebtes Ziel ist und die kleinen Pfade durch dieses „Felsenlabyrinth“ auch von ihnen benutzt werden (HERRMANN 2011) und hier die Trittbelastung durch die Wanderer eventuell ebenfalls zur Bodenverdichtung beiträgt.

Die Vermessung der Felsflächen an gut 180 Granitblöcken erbrachte, dass 1 121 m² bekletterter Felsfläche 6 611 m² unbekletterte Felsfläche gegenüberstehen, also nur etwa 1/6 der vorhandenen Felsfläche Gebiet Schlageterfels/Mühlsteine tatsächlich für das Boulder genutzt wird. Die nicht genutzten Felsflächen sind dabei entweder aus klettersportlicher Sicht uninteressant (zu flach, zu niedrig, zu leicht, zu verwachsen) oder aber aufgrund fehlender Haltepunkte (bisher noch) nicht beklettert.

Spuren einer mechanischen Veränderung der Felsoberfläche die auf die klettersportliche Nutzung zurückzuführen ist wurde an weniger als 30 Stellen angetroffen. Bei etwa 5000 Griffen im gesamten Bouldergebiet sind das sehr wenige Stellen an denen der Klettersport zu einer Veränderung der Felsoberfläche geführt hat. In der Regel handelt es sich bei diesen Spuren um gebrochene Ränder von Felsschüppchen (vgl. Foto 2), wobei nur in wenigen Fällen klar zu unterscheiden ist ob es sich um vorsätzliche Manipulation der Griffen durch Kletterer oder um Brüche durch Belastung beim Klettern handelt.

Was die Vegetation der Felsblöcke anbelangt, so ist hier zunächst festzuhalten dass es sich bei den in den Testflächen angetroffenen Pflanzen – unabhängig davon ob beklettert oder nicht – durchwegs um typische Allerweltsarten luftfeuchter, kühler und (mäßig) saurer Mittelgebirgswälder Ostbayerns handelt (vgl. Tabelle 1). Moose spielen sowohl auf den bekletterten als auch auf den unbekletterten Felsblöcken eine dominante Rolle gefolgt von unterschiedlichen Baumarten (durchwegs im juvenilen Stadium) und Zwergsträuchern. Kräuter, Gräser und Farne sind dagegen unterrepräsentiert (Abbildung 5). Obwohl die Proportionen der einzelnen Lebensformen zueinander in etwa gleich bleiben zeigen die bekletterten Felsen insgesamt eine etwas geringe Gesamtdeckung (~41 % vs. 68 %, vgl. Tabelle 1), was mit Trittbelastung beim Aussteigen auf die Felsköpfe in Zusammenhang stehen kann. Umgekehrt verhält es sich mit den Artenzahlen, die mit 20 Taxa pro 10 m² Untersuchungsfläche auf den bekletterten Felsblöcke etwas höher



Foto 2: Abgebrochener Rand einer als Griff genutzten Felsschuppe (Aufnahme: Ch. Lermer 2011)

ausfallen als auf den unbekletterten (17/10 m²), was ebenfalls durch eine Verbreitung von Diasporen durch die Kletterer hervorgerufen sein kann.

5 Bewertung und Lösungsansätze

Dass der Klettersport Auswirkungen auf Felsstandorte hat ist unbestritten und dass eine Zunahme der Aktiven diese Konflikte verschärft ebenso. Diese

Art	Familie	LF / Flächen-#	beklettert											unbeklettert										
			1b	2b	3b	4b	5b	6b	7b	8b	9b	10b	Ø	1ub	2ub	3ub	4ub	5ub	6ub	7ub	8ub	9ub	10ub	Ø
<i>Rubus idaeus</i>	Rosaceae	Ch	5	5	-	-	-	-	20	-	2	1	3.3	-	20	-	-	-	60	10	-	-	-	9
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Ericaceae	Ch	4	8	-	1	2	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vaccinium vitis-idea</i>	Ericaceae	Ch	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	0.4	6	4	1	10	2	-	-	1	70	30	12.4
<i>Athyrium filix-femina</i>	Dryopteridaceae	Farne	-	1	-	-	-	-	1.5	-	-	6	0.85	-	3	12	-	-	-	-	-	-	-	1.5
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	Dryopteridaceae	Farne	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Deschampsia flexuosa</i>	Poaceae	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Epilobium angustifolium</i>	Onagraceae	H	-	-	15	-	-	-	-	-	1	-	1.6	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	0.3
<i>Oxalis acetosella</i>	Oxalidaceae	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1
<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae	H	-	1	-	-	-	-	10	-	-	-	1.1	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	0.4
<i>Dicranum scoparium</i>	Dicranaceae	Moose	-	-	-	-	-	10	10	0.5	1	5	2.65	-	-	-	-	6	5	60	-	5	7.6	
<i>Leucobryum glaucum</i>	Leucobryaceae	Moose	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paraleucobryum longifolium</i>	Dicranaceae	Moose	1	-	-	-	-	-	5	15	1	20	4.2	13	-	-	-	-	10	5	-	-	2	3
<i>Polytrichum commune</i>	Polytrichaceae	Moose	-	20	-	5	0.5	30	0.5	-	-	5	6.1	-	-	1	-	5	40	3	2	-	-	5.1
<i>Polytrichum formosum</i>	Polytrichaceae	Moose	-	30	-	2	30	20	-	-	-	2	8.4	-	30	-	90	5	-	-	-	20	30	17.5
<i>Betula pendula</i>	Betulaceae	MakP juv	-	10	-	3	-	-	-	-	-	-	1.3	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	0.3
<i>Fagus sylvatica</i>	Fagaceae	MakP juv	-	-	-	-	-	0.2	-	0.2	0.5	-	0.09	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	0.1
<i>Larix decidua</i>	Pinaceae	MakP juv	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3
<i>Picea abies</i>	Pinaceae	MakP juv	10	20	0.5	70	1	0.1	15	-	0.2	1	11.78	1	60	80	0.5	2	5	5	10	0.2	5	16.87
<i>Pinus sylvestris</i>	Pinaceae	MakP juv	-	5	-	15	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	15	-	1.6
<i>Sorbus aucuparia</i>	Rosaceae	MakP juv	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0.1
<i>Galeopsis pubescens</i>	Lamiaceae	Th	-	-	-	0.2	-	-	-	-	0.8	0.5	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melampyrum pratense</i>	Orobanchaceae	Th	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	0.02	-	-	-	2	4	-	-	-	-	-	0.6
Gesamtartenzahl			5	9	2	8	5	5	7	4	9	9	20	3	8	4	4	9	5	6	5	5	5	17
Gesamtdeckung			20	80	15	90	30	55	60	15	10	40	41.5	20	100	90	95	20	100	28	70	95	65	68.3

Tab. 1: Vegetationstabelle der je 10 Testflächen auf bekletterten und unbekletterten Felsblöcken im Gebiet Schlageterfels/Mühlsteine.

Erkenntnis ist nicht neu, allerdings hat sich der politische Umgang mit dieser Realität in den letzten zwei Jahrzehnten doch deutlich gewandelt. In den 80er und 90er Jahren wurden noch in etlichen Bundesländern Deutschlands (u.a. Baden-Württemberg, Hessen, Nordrhein-Westfalen) pauschale und sehr restriktive Sperrungen von Klettergebieten ohne jedes Augenmaß erlassen. Es kam zu massiven Verdrängungseffekten und in Folge dessen zu einer Verschärfung bestehender Konflikte in den neuen Zielgebieten. Wichtiger vielleicht noch ist die Tatsache, dass sich die Kletterer übergangen gefühlt haben und so bei ihnen keine Akzeptanz für die Belange des Naturschutzes erreicht werden konnte (RUCKRIEGEL 2000).

Heute stehen sich im Konfliktfall hoch organisierte Systeme (Verbände, Behörden,...) gegenüber, die versuchen differenzierte, z.T. großräumige Konzepte zur Konfliktminimierung zwischen den unterschiedlichen Interessensgruppen auszuhandeln. Für die Vertretung der Interessen der Kletterer sind in Deutschland der Deutsche Alpenverein (DAV) und die IG Klettern zuständig. Sie versuchen im Konfliktfall Lösungsansätze zu entwickeln, die eine klettersportliche Nutzung bei gleichzeitig möglichst geringer Beeinträchtigung des Naturhaushalts zulassen. Wesentliche Elemente umweltverträglicher Kletterregelungen sind heute zeitliche und räumliche Lenkungsmaßnahmen, die eine ausgewogene Berücksichtigung der unterschiedlichen Interessen anstrebt. RUCKRIEGEL (2000) nennt sieben Grundprinzipien, die bei der Erstellung von Kletterkonzeptionen Berücksichtigung finden sollten:

- Beschränkung der Regelung auf das notwendige Maß
- Beteiligung der Kletterer bei der Erstellung und Umsetzung von Kletterkonzeptionen
- Sicherstellung der ökologischen Verträglichkeit der Sportausübung
- Priorität des Prinzips der Freiwilligkeit
- Ausschöpfung der sportlichen Nutzungsmöglichkeiten
- Eindeutigkeit der Regelungen
- Differenziertheit (Zonen-Regelung)

Letzter Punkt bezieht sich auf ein in der Fränkischen Schweiz erstmals ausgehandeltes 3-Zonen-Konzept, das Ruhezeiten mit Kletterverbot (Zone 1), Kletterzonen ohne Neuerschließungen (Zone 2) und Kletterzonen mit Neuerschließungen außerhalb von Vegetationszonen (Zone 3) ausweist und mittlerweile europaweit Vorbildwirkung besitzt. Ergänzt wird dieses Zonierungskonzept bei Bedarf durch zeitlich befristete Sperrungen zum Schutz brütender Vögel (BRAM/KOCH 2008).

Derartige ausgewogene Konzeptionen finden bei den Beteiligten Akzeptanz und die Regelungen werden zum ganz überwiegenden Teil auch von den Sportlern eingehalten. Diese seit längerem sehr gute

Kooperation zwischen Naturschutzbehörden und Kletterern belegt auch ein Schreiben der Regierung von Oberfranken (*on sight* o.J.), in der diese ihre positiven Erfahrungen mit Kletterern aus der Fränkischen Schweiz zum Anlass nimmt, eine bundesweite Empfehlung gegen pauschale Felssperrungen auszusprechen.

Da sich das besagte 3-Zonen-Konzept explizit auf hohe Kletterfelsen bezieht und die niedrigen Boulderfelsen darin nicht berücksichtigt wurden, war es notwendig im Zuge des Boulder-Booms vor etwa 1 ½ Jahrzehnten auch hier eine sinnvolle Lösung zu entwickeln. Im Rahmen einer freiwilligen Absprache wurden 1998 erstmals und erst jüngst (vgl. CHRISTL 2011) in leicht modifizierter Form in einem „Boulderappell“ wichtige Verhaltensregeln für ein naturverträgliches Bouldern festgeschrieben (Abbildung 6). Auch wenn sich schwarze Schafe mit solchen freiwilligen Regelungen nie ganz vermeiden lassen sind Selbstverpflichtungen oft wesentlich effektiver als restriktive Regelungen, da sie nachvollziehbar sind und deshalb auch von den Aktiven akzeptiert und ernst genommen werden. Nicht unterschätzt werden sollte in diesem Zusammenhang eine soziale Selbstkontrolle unter den Kletterern, die auf das Fehlverhalten einiger weniger schnell und unbürokratisch Einfluss nehmen kann. Kontraproduktiv wirken sich in diesem Zusammenhang allerdings Beiträge wie der von NEUMANN (2012) aus, in denen mit Sätzen wie „Nachts ankommen, zwischen den Felsen schlafen, Frühstück in der Sonne, eine kühle Brise – und dann ran an die scharfen Griffe“ ein Verhalten propagiert wird, das einer Entschärfung der mancherorts angespannten Situation sicher nicht dienlich ist.

Der genannte Boulderappell umfasst prinzipiell alle wichtigen Punkte für ein umweltverträgliches Bouldern auch im Fichtelgebirge. Die im Zuge der Untersuchung im Gebiet Schlageterfels/Mühlsteine festgestellten Auswirkungen des Boulderns auf die Felsstandorte lassen sich zum großen Teil bei Berücksichtigung der Handlungsanweisungen im Boulderappell minimieren und sind insbesondere vor dem Hintergrund, dass nur ein Sechstel der gesamten Felsfläche dort klettersportlich genutzt wird und somit ein Großteil der Felsfläche in mehr oder weniger ungestörtem Zustand erhalten bleibt, ökologisch als nicht gravierend zu beurteilen.

Anzumerken ist an dieser Stelle, dass Flechtenuntersuchungen nicht durchgeführt wurden, und sich die Situation hier eventuell anders darstellt. Dies muss einer weiteren Untersuchung vorbehalten bleiben.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass negative Auswirkungen, die durch eine klettersportliche



Boulderappell

für den nördlichen Frankenjura und das Fichtelgebirge

von der IG Klettern Frankenjura, Fichtelgebirge & Bay. Wald e.V. und dem DAV
in Abstimmung mit den Naturschutzbehörden

- 1) Keine Veröffentlichung von Bouldergebieten in Boulderführern und im Internet
- 2) Gesetzlich verbindliche Vorgaben wie Schutzverordnungen, Sperrungen wegen Vogelschutz und die Kletterkonzeptionen sind zu beachten.
- 3) Kein Bouldern in Höhlen (Fledermausschutz).
- 4) Keine Boulderkurse in der Natur.
- 5) Magnesia sparsam einsetzen und je nach Gebiet ganz darauf verzichten. So wenig Spuren als möglich zurücklassen. Tickmarks und Tapereste entfernen. Boulder vor Verlassen von Magnesia reinigen.
- 6) Nach Einbruch der Dämmerung nicht bouldern (Wildschutz).
- 7) Keine gesperrten Wege mit PKW befahren, rücksichtsvoll parken. Wenn möglich mit öffentlichen Verkehrsmitteln anreisen.
- 8) Mit den Gegebenheiten und der Natur vor Ort rücksichtsvoll umgehen. Lebensräume von Pflanzen und Tieren respektieren. Kein Feuer schüren. Keinen Müll zurücklassen und Lärm vermeiden. Ausrüstung nicht vor Ort lagern.
- 9) Neue Bouldergebiete sind mit den Eigentümern, der Forstverwaltung und der Kreisverwaltungsbehörde abzuklären.
- 10) Bewachsene Felsen nicht erschließen. Kein Entfernen von Vegetation (Kein Putzen!). Gehölze nicht ohne Einwilligung des Eigentümers entfernen
- 11) Keine Griffe oder Tritte manipulieren oder hinzufügen. Keinerlei künstliche Griffe anbringen.
- 12) Keine Markierung von Startgriffen. Boulder nicht mit Namen, Pfeilen oder ähnlichem beschriften. Keine Zugangswege oder künstliche Bauten errichten.

Abb. 6: Aktueller Boulderappell für den Nördlichen Frankenjura und das Fichtelgebirge

(<http://www.ig-klettern.com/natur/boulderappell-frankenjura-fichtelgebirge.php>)

Nutzung – und dies trifft im Prinzip auf alle Natursportarten gleichermaßen zu – auf den Naturhaushalt gering zu halten sind. Insbesondere in Naturschutzgebieten sollte im buchstäblichen Sinn der Schutz der Natur Vorrang vor allen anderen Formen der Nutzung haben. Ein falsch verstandener Naturschutz allerdings, der den Menschen als „etwas grundsätzlich Unnatürliches, Naturfremdes oder gar als eine Fehlentwicklung der Natur“ (REICHHOLF 2011: 35) am liebsten gänzlich aus der „Natur“ aussperren will, ist heute sicher nicht mehr zeitgemäß. REICHHOLF (2011) zeigt eine Vielzahl von Fehlentwicklungen eines so verstandenen Naturschutzes auf und belegt eindrucksvoll wie sowohl die Aussperrung des Menschen aus der Natur als auch die Rückführung menschgemachter Strukturen in der Kulturlandschaft in einen vermeintlich ursprünglichen Zustand den genau gegenteiligen Effekt des eigentlich Angestrebten hat: seltene Arten, die auf genau diese anthropogenen „Störungen“ (z.B. Kiesgruben, Beweidung,...) angewiesen sind, verschwinden und der Mensch entfremdet sich zunehmend von der Natur anstatt für Naturschutzbelange sensibilisiert zu werden. Der Mensch ist Teil der Natur und der „der staatliche Naturschutz hat als Treuhänder zu wirken. Im besten Sinne für die Menschen und für

die Natur, nicht gegen beide“ (REICHHOLF 2011: 230). Umweltverträglich ausgeübte Natursportarten wie etwa der Klettersport können in peripheren Regionen wie dem Fichtelgebirge sogar wichtige touristische Impulse und ökonomische Effekte hervorrufen, wie dies aus Untersuchungen zum Klettertourismus in der Fränkischen Schweiz (NICKL 2009) oder dem Bayerischen Wald (SCHITTKO 2011) belegt ist.

Dank

Dank geht an die Philosophische Fakultät der Universität Passau, die den Geländeaufenthalt im Rahmen einer freiwilligen Exkursion finanziell bezuschusst hat und natürlich an die Teilnehmer des Geländepraktikums, ohne deren unermüdlichen Einsatzes die Daten nicht in dieser Fülle vorliegen würden, namentlich an *Matthias Achatz, Nicole Bäuml, Franziska Brückl, Simon Dietrich, Daniela Fuchs, Florian Galos, Maria Hack, Franziska Hofmann, Christina Kirschbauer, Christian Kulzer, Christian Lerner, Simon Löwen, Veronika Neumeyer, Katrin Paulus, Laura Poost, Michal Salva, Alexander Schier, Theresa Schmidberger, Birgit Stieglitz und Kristina Wertner*. Wertvolle Anmerkungen zu einer ersten Version des Manuskripts lieferten *Christian Hartl* (Prackenbach), *Roland und Sarah Benker* (Marktredwitz) und *Friederike Grüninger* (Passau).

Literatur

- BICHLMEIER, Franz. 1991: Klettern – Naturschutz ein Konflikt? In: Berichte des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz 108: 10–24.
- BLICK, Theo et al. 2002: Fauna und Flora von isolierten Felsköpfen der nördlichen Frankenalb. Bericht. <http://www.callistus.de/pdf_theo/felsen_frankenalb.pdf> 20.9.2013.
- BRAM, Günther & Roman KOCH. 2008: Trubachweg – Geologie, Kultur, Klettern. Forchheim.
- CAMP, Richard J. & Richard L. KNIGHT. 1998: Effects of rock climbing on cliff plant communities at Joshua Tree. National Park, California. In: Conservation Biology 12/6: 1302–1306.
- Chemie.de. o.J.: Magnesiumcarbonat. <http://www.chemie.de/lexikon/Magnesiumcarbonat.html#_ref-BGIA_4/> 20.9.2013.
- CHRISTL, Catharina. 2011: Großer Spaß an kleinen Blöcken. In: DAV Panorama 4/2011: 86–87.
- DAV. 2011: Sportklettern boomt. <http://www.alpenverein.de/wettkampf/klettern-bouldern-speedklettern/spotklettern-und-wettkampfe-beim-dav_aid_10318.html> 20.9.2013.
- FLEER, Torsten. 1984: Bouldergebiete im Fichtelgebirge – auch Anlass zum Nachdenken. In: Bergsteiger 3/84: 84–85.
- FRIEDRICH, Juliane. 2002: Bergsport und Naturschutz im Nationalpark Sächsische Schweiz – Wirkungen, Konflikte, Lösungsmöglichkeiten. Diplomarbeit am Institut für Geographie. Technische Universität Dresden.
- FRITZ, Georg & Andreas KLAGES. 2010: Sport und Naturschutz. Aspekte einer wechselvollen Geschichte – Perspektiven

- für eine erfolgreiche Zukunft. In: *Natur und Landschaft* 9/10: 370–375.
- GERSTBERGER, Pedro. 2001: Zur Vegetation des Fichtelgebirges. In: GERSTBERGER, Pedro (Hg.): *Die BITÖK-Untersuchungsflächen im Fichtelgebirge und Steigerwald*. Bayreuther Forum Ökologie Bd. 90: 5–10.
- GOEDEKE, Richard & Nicholas MAILÄNDER. 1999: Das Problemfeld Klettern und Natur. In: *Deutscher Alpenverein* (Hg.): *Konzeption für das Klettern in den ausseralpinen Felsgebieten in Deutschland*: 121–126.
- HANEMANN, Brigitte. 2000: Klettertourismus zwischen Aktivurlaub und Naturschutz – Beispiele aus Frankreich und Deutschland. In *Geographische Rundschau* 52/2: 21–27.
- HARTL, Christian. 2008: *Kletterführer Ostbayern – Fichtelgebirge*, Steinwald, Bayerischer Wald. Köngen.
- HERMANN, Dietmar. 2011: Rund um die Kösseine im Fichtelgebirge. *Das Fichtelgebirge* Bd. 18. Wunsiedel.
- HERTER, Wolfgang. 2000: Belastung der Vegetation von Mittelgebirgsfelsen durch Sportklettern. In: ESCHER, Anton et al. (Hg.): *Trend und Natursportarten in der Wissenschaft, Forschungsstand, Methoden, Perspektiven, Dokumentation des Symposiums am Geographischen Institut der Johannes Gutenberg-Universität Mainz am 31.3.–1.4.2000*: 83–92.
- JOB, Hubert & Daniel METZLER 2000: Naturorientierter Freizeitsport – Klettern und Kanufahren. In: *Nationalatlas Deutschland* 10: 92–93.
- KAUPENJOHANN, Martin. 1992: Mehrjährige Erfahrungen mit der Magnesiumdüngung in Waldökosystemen des Fichtelgebirges. In: GLATZEL, Gerhard et al. (Hg.): *Magnesiummangel in Mitteleuropäischen Waldökosystemen – Forstliche Schriftenreihe BOKU*: 122–131.
- KÖHLER, Stefan & Stefan WITTY. 1996: Seit der Eiszeit überlebt – heute bedroht? In: *Praxis der Naturwissenschaften – Biologie*. Köln.
- KUNTZ, Kathryn Lynne & Douglas W. LARSON. 2005: The relative influence of microhabitat constraints and rock climbing disturbance to vegetation on Ontario's Niagara Escarpment. In: *2005 PRFO Proceedings*: 295–308.
- LÜERS, Johannes & Thomas FOKEN. 2004: Klimawandel in Oberfranken. In: *Der Siebenstern* 73/3: 149–155.
- NEUMANN, Udo. 2012: Kung Fu vertikal – Bouldern an deutschen Felsen. In: *Panorama* 5/2012: 32–39.
- NICKL, Stefan. 2009: Regionalökonomische Effekte des Klettertourismus in der Fränkischen Schweiz. In: *Mitteilungen der Fränkischen Geographischen Gesellschaft* 56: 203–219.
- NUZZO, Victoria A. 1996: Structure of cliff vegetation on exposed cliffs and the effect of rock climbing. In: *Canadian Journal of Botany* 74: 607–617.
- on sight (o.J.): Bundesweite Empfehlung der Regierung Oberfranken gegen pauschale Felsperrungen. <<http://www.on-sight.de/natur/roterfels.pdf>> (20.9.2013).
- PETEREK, Andreas et al. 2007: Reliefentwicklung und Tektonik in der oberfränkisch-oberpfälzischen Bruchschollenzzone zwischen Frankenalb und Fränkischer Linie. In: MAIER, Jörg (Hg.): *Exkursionsführer Oberfranken*: 153–163.
- REICHHOLF, Josef H. 2011: *Die Zukunft der Arten – Neue ökologische Überraschungen*. DTV.
- REIF, Albert & Alfred LEONHARD. 1991: Die Wald- und Forstgesellschaften im Fichtelgebirge. In: *Hoppea Denkschrift der Regensburger Botanischen Gesellschaft* 50: 409–452.
- RUCKRIEGEL, Jörg. 2000: Klettern und Naturschutz im Deutschen Alpenverein. In: ESCHER, Anton et al. (Hg.): *Trend und Natursportarten in der Wissenschaft, Forschungsstand, Methoden, Perspektiven, Dokumentation des Symposiums am Geographischen Institut der Johannes Gutenberg-Universität Mainz am 31.3.–1.4.2000*: 93–100.
- RUSTERHOLZ, Hans Peter et al. 2004: Effects of rock climbing on plant communities on exposed limestone cliffs in the Swiss Jura Mountains. In: *Applied Vegetation Science* 7: 35–40.
- SCHEMEL, Hans Joachim & Wilfried ERBGUTH. 2000: *Handbuch Sport und Umwelt*. Aachen.
- SCHITTKO, Tatjana. 2011: *Die regionalökonomischen Effekte des Klettertourismus im Bayerischen Wald am Beispiel des Kaitersberg*. Unveröffentlichte Bachelor-Arbeit (ICBS). Passau.
- SEEWALD, Fritz et al. 1998: *Sportökologie – Eine Einführung in die Sport-Natur-Beziehung*. Stuttgart.
- SHERMAN, John. 1994. *Stone Crusade: A Historical Guide to Bouldering in America*. American Alpine Club Press.
- SIEBEL, Wolfgang et al. 1997: Early Palaeozoic Acid Magmatism in the Saxothuringian Belt: New Insights from a Geochemical and Isotopic Study of Orthogneisses and Metavolcanic Rocks from the Fichtelgebirge, SE Germany. In: *Journal of Petrology* 28/2: 203–230.
- THUM, Bernhard. 1988: *Topoführer Fichtelgebirge und Steinwald*. Nürnberg.
- VOGLER, Frank & Christoph REISCH. 2011: Genetic variation on the rocks – the impact of climbing on the population ecology of a typical cliff plant. In: *Journal of Applied Ecology* 48/4: 899–905.
- VOLLRATH, Heinrich. 1957: *Die Pflanzenwelt des Fichtelgebirges und benachbarter Landschaften in geobotanischer Sicht*. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Bayreuth.
- WITTY, Stefan. 1999: Das Biotop Fels in den deutschen Mittelgebirgen. In: *Deutscher Alpenverein* (Hg.): *Konzeption für das Klettern in den ausseralpinen Felsgebieten in Deutschland*: 113–120.
- Wikimedia. o.J.: Vierländerregion. <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8c/Vierl%C3%A4nderregion_Bayern_-_Th%C3%BCrtingen_-_Sachsen_-_B%C3%B6hmen_DE.png> 20.9.2013.
- ZECH, Wolfgang & Elisabeth POPP. 1983: Magnesiummangel, einer der Gründe für das Fichten- und Tannensterben in NO-Bayern. In: *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 102: 50–55.

Autor

Thomas Fickert
 Institut für Physische Geographie
 der Universität Passau
 Thomas.Fickert@uni-passau.de