

# Käfer in kaltluftherzeugenden Blockhalden - ökologische Untersuchungen an einem stark bewetterten Spaltenökosystem \*

Von Roland Molenda, Jülich

## Einleitung

Ich möchte an dieser Stelle die Aufmerksamkeit auf ein Biotop lenken, das nicht so sehr durch seinen Artenreichtum an Käfern hervorsteicht, sondern mir eher in seiner Bedeutung als ökologischer Sonderstandort für die azonale Verbreitung verschiedenster Tier- und Pflanzenarten erwähnenswert erscheint. Es soll hier die Rede von Kaltluftströmen, Eislöchern und Blockhalden sein. Begriffe die auf interessante Weise untrennbar miteinander verknüpft sind.

Block- oder Felsgeröllhalden bilden im europäischen Raum waldfreie Landschaftselemente, die aufgrund ihrer forstökonomischen Unbrauchbarkeit und ihrer Unwegsamkeit seit ihrer Entstehung nur in den seltensten Fällen vom Menschen berührt wurden. Noch weitgehend unbekannte Ökosysteme stellen darunter die kaltluftherzeugenden Blockhalden, und die ihnen ihre Existenz verdankenden sogenannten "Eislöcher" oder "Eiskeller" dar. Bevor ich jedoch auf die ersten coleopterologischen Ergebnisse der z.Zt. laufenden ökologischen Untersuchungen an diesen Systemen eingehe, möchte ich die wichtigsten abiotischen Bedingungen dieser interessanten Mikrohabitate aufzeigen, die für das Verständnis der Existenz der dort vorkommenden Lebensgemeinschaften unbedingt notwendig sind.

## Was sind Blockhalden ?

Eine eindeutige Begriffsbestimmung wird von der Geomorphologie nicht geliefert. Ich möchte mich hier an die von ULLMANN (1960) gegebene Definition dieser zu den Verwitterungsdecken zählenden Oberflächenerscheinungen anlehnen:

1. Die überwiegende Zahl der Blöcke ist mindestens kopfgroß; sie bestimmt den Gesamteindruck.
2. Feinmaterial und Schutt (Gesteinsbruchstücke kleiner als kopfgroß) spielen nur eine untergeordnete Rolle.

\* Vortrag 142. Tagung, 15.X.89 in Köln

3. Ein Nährfeld, Felswand, Felspartie (Felsstutzen), Felsrippen oder -klippen für die Blockzufuhr sind vorhanden oder wenigstens angedeutet, und zwar anschließend an den Haldenkopf.
4. Der steile Böschungswinkel (>25 Grad) erklärt den Aufbau aus dem freien Fall. Damit soll aber nicht gesagt werden, daß keine Rutschbewegung der gesamten Trümmermasse oder eines Teiles davon vor sich geht oder ging und keinen Einfluß auf die Ausgestaltung der Halde ausübt. Im wesentlichen wird aber immer das Abstürzen der Felstrümmer entscheidend sein.

Hinzugefügt werden muß, daß rezent keine Solifluktion mehr beobachtbar ist. Es versteht sich von selbst, daß es hier fließende Übergänge von Schutt- zur Blockhalde geben kann. Zur Entstehung von Blockhalden können zunächst einmal zwei zeitlich und räumlich deutlich unterscheidbare Ursachen angenommen werden:

1. die periglazial entstandenen Blockhalden deren Alter mit dem Ausgang der letzten Eiszeit zusammenfällt, hauptsächlich aus Urgesteinen, Diatexiten, z.B. im Schwarzwald und den Vogesen,
2. die primär vulkanisch entstandenen Basaltblockhalden mit einem entsprechend geologisch höheren Alter, z.B. die Basaltblockhalde des NSG. Dornburg im Westerwald, bekannt durch das "Ewige Eis der Dornburg".

#### **Zum Vorkommen von Blockhalden in Mitteleuropa**

Blockhalden in der o.g. Ausprägung finden sich außerhalb der Alpen vor allem im Schwarzwald und den Vogesen (periglazial). In den nördlicheren Bereichen sind vor allem Harz, Rhön, Vogelsberg Thüringer Wald und Böhmerwald zu nennen (SCHOTT 1931, MORTENSEN 1932). Die davon z.Zt. einzig bekannte von den Alpen nördlichst gelegene kaltluftführende Blockhalde ist die o.g. Dornburg im Westerwald. Eine Untersuchung der anderen Blockhaldensysteme im Hinblick auf ihre Fähigkeit zur Kaltluftherzeugung steht noch aus.

#### **Mikroklimatische Erscheinungen an Blockhalden**

Unter bestimmten Voraussetzungen bilden einige solcher Blockhalden besondere Windröhrensysteme und damit mikroklimatische Sonderstandorte aus, die die Struktur der dort vorkommenden Biozönose entscheidend beeinflussen. Die durch solche Windröhrensysteme erzeugten Phänomene sind vor allem aus dem Alpenraum bekannt. 1661 beschrieb als erster Leopold Cysat in seiner "Chronik über den Vierwaldstätter See" (zit. bei FURRER 1966):

*"... Es habe auf denselbigen Alpen / besonders auf Niederbauen / Emmetten und dann auff der Beckenrieder Allp Träbern / auf dem Schwalmis und anderswo / vil Windlöcher..."* ,

und nach Hinweisen auf die kühlen Weingrotten von Chiavenna und auf *"...Klüfften / Athem / und Luftlöcher im Gebürg...: ...Also bauet man diser Enden für solche Windlöcher die Milkeller welches den Bergleüthen und Sennen zu großem Nutzen reicht und ihnen die Milch nicht sauer werden noch gerinnen laßt..."*

Die nicht selten auftretende Bezeichnung "Wetterlöcher" läßt sich auf Gabriel Walser zurückführen der 1740 schrieb:

*"... Man kann an nichts die bevorstehende Witterung besser abnehmen, als an diesen Luftlöchern. Immassen wenn es gut Wetter geben will, so blasen diese Löcher so starck, daß einige davon einen Huth abhalten mögen, und man es mit keiner Hand darin erleiden mag. Hingegen bey entstehendem Regenwetter sind sie ganz schwach und Laulich..."*

Besonders fiel den Botanikern die sog. "Höhenstufenumkehr der Vegetation" an solchen Systemen auf, d.h. eine Zonierung vom Kopf bis zum Fuß der Halde, von thermophilen, mediterranen bis hin zu alpinen Arten und das auch bei Mittelgebirgslagen zwischen 300- und 800 m.ü.M. !

Zur Klärung der Kausalzusammenhänge in einem ökosystemaren Ansatz ist bis heute über 300 Jahre nach Cysats Schilderungen nur sehr spärlich beigetragen worden, obwohl einige Autoren die Bedeutung weiterer ökologischer Untersuchungen dieser Phänomene immer wieder betonen. Von einer terrestrischen Ökosystemforschung im interdisziplinären Ansatz scheint man heutzutage weiter entfernt zu sein als zu Zeiten Cysats. Selbst in umfangreicheren Arbeiten, ich möchte hier stellvertretend die 2-jährige mikroklimatische Untersuchung von RICHARD(1961) herausgreifen, die ausschließlich unter forstwirtschaftlichen Aspekten den Krüppelwuchs der Fichte an einer kaltlufterzeugenden Blockhalde im Schweizer Jura zum Gegenstand hatte, werden die Temperaturphänomene auf großräumige exogene Klima-Faktoren zurückgeführt, ohne den endogenen Charakter der Kaltlufterzeugung, eben durch die Blockhalde selbst, zu erkennen. Tatsächlich bilden weder die Exposition, die geographische Lage noch die Meereshöhe die entscheidenden Faktoren für die beobachtbaren Kaltluft- und Sommereisphänomene.

Grundsätzlich zeigen die stark bewetterten Blockhaldensysteme folgende Erscheinungen hinsichtlich der Luftströmungsverhältnisse (vgl. Abb. Titelseite):

1. Kaltluftaustritt am Fuß der Halde im Sommer

2. Relativer "Warm"-Luftaustritt am Kopf der Halde im Winter

Mit anderen Worten: liegt die Außentemperatur über dem Wert der Temperatur im Haldenkern, der in den meisten Fällen aus Eis bestehen dürfte, tritt Kaltluftaustritt auf, liegt die Außentemperatur jedoch deutlich unter dem Wert der Haldeninnentemperatur tritt die Luft an die Oberfläche.

Mikroklimatisch führt das u.a. zu einer Herabsetzung der Jahresmitteltemperatur im Fußbereich der Blockhalde - am Beispiel der von mir untersuchten Halden im Schwarzwald und in den Vogesen (Fußhöhe: 590 m.ü.M.) auf Werte um ca. 2,5 Grad Celsius. Das entspricht ungefähr dem Wert des knapp 1500m hohen Feldberggipfels. (zum Vergleich: Jahresmittel für den Kölner Raum: ca. 10 C) Zahlreiche Beschreibungen von Sommereis-Vorkommen zeigen die möglichen Extrembedingungen. Die ausströmende Luft weist im Jahreszyklus selten Werte unter 95% relativer Luftfeuchte auf.

Im Winter ist ein relativer "Warmluftaustritt", der bis zur Schneeschmelze am Kopf der Halde führt, feststellbar. Auch pulsierende Dampffontänen konnten beobachtet werden, die in Abhängigkeit von der Wasserdampfsättigung der Außenluft mehr oder weniger deutlich sichtbar sind. Die Bezeichnung "atmender Berg" drängt sich nach solchen Beobachtungen förmlich auf und charakterisiert vortrefflich die mikroklimatischen Geschehnisse an diesen Blockhalden.

Bei Außentemperaturen von -7 Grad Celsius betrug die Lufttemperatur an den schneefreien Austrittsstellen auf halber Haldenhöhe ca. + 3 Grad, was zur charakteristischen "Fleckenbildung" auf schneebedeckten Halden führen kann. Ein Vergleich der Mikrotopographie der Flechtenassoziationen mit den Orten dieser permanent frostfreien Luftaustritte im oberen Blockhaldenbereich wird z.Zt. von MÖBIUS (Uni Köln) durchgeführt.

Im Detail sind die mikroklimatischen Besonderheiten zwar noch nicht eindeutig geklärt, jedoch lassen sich die Funktionsweisen prinzipiell von Schachtlüftungen in Bergwerken ableiten und können demnach mit Auftriebströmungen in Kaminen verglichen werden. Die aufgrund der temperaturabhängigen Dichte der Luft entstehenden Auftriebskräfte sind vor allem aus der Klimatechnik bekannt.

Unter den Faktoren die die Luftströmung und Eisbildung beeinflussen, sind neben

- Meereshöhe/Jahresmittel der Temperatur
- Exposition
- Größe und Höhenausdehnung der Halde
- Größe und Tiefe der Hohlräume
- Wasserzufuhr ins Innere der Halde
- Eintrag von Feinmaterial
- Wärmekapazität des die Halde aufbauenden Gesteins

vor allem die Existenz eines zusammenhängenden Spaltensystems entscheidend. Nur wenn keine Versiegelung der Ein- und Ausstromöffnungen auftritt, ist diese "Eismaschine" funktionstüchtig.

### **Die Formung von Biozönosen durch kaltluftherzeugende Blockhalden**

Für die Besiedlung dieses Ökosystems durch Käfer u. andere Arthropoden lassen sich mindestens 3 deutlich voneinander unterscheidbare Mikrohabitate aufzeigen, die Arten völlig unterschiedlicher Arealzugehörigkeit enthalten:

1. der Haldenfuß: Kaltluftabfluß oder -see (Eisloch) je nach Relief, Rohhumus, stark entwickelte Mooschicht, Pflanzengesellschaften mit borealem Charakter (Gletscherrand- und "Schneetälchengesellschaft") höherer Lagen, hier ganzjährige Aktivität mit zahlreichen Glazialrelikten (s.u.).
2. das Spaltenökosystem (Klasum) im Halden-Innern: dieses Höhlensystem zeichnet sich durch relativ konstante Temperatur- und Feuchtebedingungen, die ab einer Tiefe von ca. 1 m i.d.R. keine Tages- und nur geringe Jahresschwankungen aufweisen, und den Lebensraum zahlreicher cavernikoler Arten bilden können. Im oberen Grenzbereich (ca.1-2m Tiefe) fallen hier vor allem *Leptusa* -Arten auf (Maximale Aktivität im Januar).
3. die von höherer Vegetation freie Felsoberfläche : je nach Exposition extremen Tagestemperatur-Schwankungen, mit einem für Extremstandorte typischen Flechtenkoeffizienten, bei den Käfern finden sich hier nur thermophile Elemente wie *Licinus hoffmanseggi*, *Leistus spinibarbis* (Aktivitäten nur an der Oberfläche).

Bei südexponierten Halden und in mediterranen Regionen kann es sogar fast zu einem Kontakt zwischen thermophilen und kaltstenothermen Arten kommen, so daß die Artenzusammensetzung eines am Haldenfuß durchgeführten Gesiebes von Oberflächenmaterial durchaus Vertreter beider Gruppen aufweisen kann. Nur wenige Zentimeter liegen hier zwischen einer bis über 40 Grad warmen und trockenen Zone der sonnenexponierten Oberfläche und der dauernd ca. 2-4 Grad kalten, ausströmenden Luft.

### **Erfassung von Coleopteren in Felsspaltenökosystemen**

Die ersten tierökologischen Untersuchungen an derartig bewetterten Spaltenökosystemen wurden anhand der Spinnenfauna an vulkanischen Basalt-Blockhalden im Böhmerwald (RUZICKA 1988) durchgeführt. Dazu mußte aber zunächst ein Fallensystem entwickelt werden, das eine Installation in dem feinsubstratfreien Felsspaltensystem erlaubt: eine Auffangplatte mit einer in der Mitte vorgesehenen Öffnung zur Aufnahme eines Fangbechers mit Konservierungsflüssigkeit. Die sich auf der Ebene der Einbautiefe und darüber befindlichen Arthropoden können damit auf die Auffangplatte und von dort aus in den Fangbecher gelangen.

Die bisher maximal erreichte Installationstiefe im Spaltensystem liegt zwischen 1,5m und 2m. Damit erreicht man gerade noch unter vertretbaren Unfallrisiken, die bei den Einbau-Arbeiten der Fallen und bei den späteren Kontrollen an solch stark geneigten Blockhalden durch nachrutschendes Felsmaterial entstehen können, die obere Grenze des o.g. inneren Milieu mit seinen konstanten Umweltbedingungen. Ein tieferes Eindringen in das System wäre zwar wünschenswert, ist aber außerordentlich problematisch und riskant. Darüberhinaus gilt es unnötige Störungen des Systems zu vermeiden. Tiefer installierte Fallen werden im 2-monatigen Rhythmus kontrolliert.

Die dem reinen Felssystem entsprechenden bisher festgestellten Individuenzahlen liegen pro Falle bei ca. 2-3 Exemplare in 2 Monaten. Die Winteraktivität der *Leptusa* -Arten führt gerade im oberen Haldenbereich zu regelrechten Invasionen mit Hunderten von Individuen. Nur im ständig kalten Milieu des Haldenfußes gibt es außerhalb der Wintermonate Aktivitäten. Hier wo Bodenmaterial vorhanden ist, hat sich zur Auslese der KONZELMANN-Apparat bewährt, konnten doch damit noch aus einem Probenvolumen von 10 Litern über 3 Monate hinweg sogar frisch geschlüpfte *Leptusa* erhalten werden. Am einfachsten zugänglich, und zum Einsatz von Gesieben geeigneter sind die Fußbereiche der Blockhalden mit ihren Eislöchern.

Im bekannten Zastler Eisloch (785m.ü.M)im Feldberggebiet siebte seinerzeit schon HORION(1951) den ersten *Quedius alpestris* aus dem Laub. 1986 führte ich dort im Rahmen einer coleopterologischen Untersuchung der Kare, Lawinenrinnen und Eislöcher im Feldberggebiet Boden-Fallenfänge im Sommeraspekt durch. (Ergebnisse erscheinen in den nächsten Mitteilungen des bad.Landesverein f. Naturkunde u.Naturschutz) Ich möchte hier nur beispielhaft das dort typische Artenspektrum erwähnen, wie es in ähnlicher Weise im Fußbereichen anderer kaltluftherzeugender Blockhalden auftritt:

### Typische Arten des Blockhaldenfußes

#### Arten der Zastler Eislöcher

(Feldbergprojekt 1986):

*Leistus piceus*  
*Nebria castanea*  
*Pterostichus pumilio*  
*Omalium rivulare*  
*Omalium rugatum*  
*Stenus montivagus*  
*Quedius alpestris*  
*Oxypoda lugubris*  
*Leptusa flavicornis*  
*Leptusa spec.*  
*Barypeithes montanus*

(nach HORION, 1951/1954):

*Nebria castanea*  
*Stenus montivagus*  
*Quedius alpestris*  
*Mycetoporus monticola*  
*Oxypoda lugubris*  
*Liogluta granigera*

#### am Scheibenfelsen/Schwarzwald

*Nebria castanea*  
*Choleva nivalis*  
*Lathrimaeum unicolor*  
*Lathrimaeum atrocephalum*  
*Stenus glacialis*  
*Stenus montivagus*  
*Mycetoporus monticola*  
*Mycetoporus hellieseni*  
*Quedius limbatus*  
*Oxypoda lugubris*  
*Leptusa flavicornis*  
*Leptusa globulicollis*

#### Vogesen, La Glaciere:

*Pterostichus pumilio*  
*Omalium nigriceps*  
*Stenus montivagus*  
*Quedius limbatus*  
*Oxypoda lugubris*  
*Leptusa flavicornis*  
*Bryaxis collaris*

**In Basaltblockhalden im Böhmerwald:**

(Ruzicka 1988)

*Pterostichus negligens**Leptusa flavicornis**Stenus glacialis**Stenus montivagus*

---

**Schlußbetrachtung**

Obwohl die Untersuchungen erst noch im Anfangsstadium stehen, zeichnet sich schon jetzt die Bedeutung dieses ökologischen Sonderstandortes mit seinen mikroklimatischen Erscheinungen ab, sei es für die azonale Verbreitung von Lebensgemeinschaften in seiner Funktion als Reliktareal oder auch als inselartig abgrenzbares Landschaftselement mit eigenem Charakter. Aufgrund seiner arachnologischen Untersuchungen vermutet RUZICKA(1988) das jede Blockhalde isolierte Populationen von Arten beherbergt die eng an die spezifischen abiotischen Faktoren gebunden sind und für die sich nach der letzten Glazialperiode diese Spaltensysteme zu "Kälteoasen" entwickelt haben, in denen sie sich nun zu eigenen Subspezies entwickeln können. Interessante Ergebnisse wird man dann vor allem bei Untersuchungen an den Populationen erwarten können, die eine naturgemäß nur geringe Mobilität aufweisen. Gerade bei zahlreichen Coleopterenarten, die sich zur Differenzierung von Biotopen hervorragend eignen, sollte vor der Frage nach deren Bedeutung als Glazial- oder Tertiärrelikt die rezente Ausbreitungsfähigkeiten und Verbreitungsmechanismen geklärt werden. Inwieweit sich ähnliche Systeme an anthropogen beeinflussten Standorten ausgebildet haben, wie sie z.B. Steinbrüche darstellen, bleibt noch zu untersuchen. Bei faunistischen Erhebungen sollte künftig möglichst genau auch auf die kleinsträumigen Fundumstände geachtet werden. Die Habitatangaben (vgl.KOCH 1989) von dem in den Eislöchern im Schwarzwald auftretenden *Stenus glacialis*, der hier im Rheinland sowohl in den Ritzen alter Weinbergmauern und in Steinbrüchen vorkommt, läßt vordergündig die Frage nach seinen thermischen Ansprüchen aufkommen. Möglicherweise lassen sich in den angegebenen Biotopen ebenfalls durch Spaltensysteme hervorgerufene mikroklimatische Sonderbedingungen finden, die es sowohl thermophilen als auch kaltstenothermen Arten erlauben in enger Nachbarschaft zu existieren.



Um auch in Zukunft den Erhalt dieser Lebensgemeinschaften zu gewähren, die ganz und gar von der "Atmungs-Aktivität" dieser besonderen Blockhalden abhängen, gilt es hier für diese Systeme einen sinnvollen Biotop-Schutz zu fordern, damit nicht aus Unkenntnis eine Versiegelung der außerordentlich wertvollen Spaltensysteme dieser Halden durch Schutt, Touristenmüll oder Straßenbaumaßnahmen stattfindet.

#### **Literatur:**

- Furrer,E.(1966): Kümmerfichtenbestände und Kaltluftströme in den Alpen der Ost- u. Innerschweiz Schweiz.Z.Forstwes.: 720-733 .
- Horion,A.(1951): Beiträge zur Kenntnis der Käferfauna des Feldberggebietes. 1. Montane und subalpine Arten. Mitt.bad.Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F.5,196-212.
- Horion,A.(1954): Beiträge zur Käferfauna des Feldberggebietes. 2. Weitere montane und subalpine Arten. Mitt.bad.Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F.6,92-109.
- Koch,K.(1989): Die Käfer Mitteleuropas - Ökologie ,Bd.1, Goecke&Evers, Krefeld.
- Möbius,J.: Mikrotopographie der Flechtenbesiedelung an kaltluftherzeugenden Blockhalden im Schwarzwald und den Vogesen (in Vorbereitung) .
- Molenda,R.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Käferfauna der Kare, Lawinenrinnen und Eislöcher des Feldberggebietes im Schwarzwald. Mitt.bad.Landesver. Naturkunde u.Naturschutz (im Druck).
- Mortensen,H.(1932): Blockmeere und Felsburgen in den Deutschen Mittelgebirgen Zeitschrift d.Ges.f.Erdkunde zu Berlin. (7/8):279-287 .
- Richard, J.-L.(1961): Les forets acidophiles du Jura .Beitr.z.geobot. Landesaufnahme der Schweiz 38 .
- Ruzicka,V.(1988a): The longtimely exposed rock debris pitfalls.Vest.cs. Spolec.zool.52:238-240 .
- Ruzicka,V.(1988b): Spinnen aus Blockfeldern in Sumava (Böhmerwald Südböhmen). Sbor.Jihoces.Muz.v Ces.Budejovicich, Prir.Vedy .
- Schott,C.(1931): Die Blockmeere in den deutschen Mittelgebirgen Forschungen zur deutschen Landes- u.Volkskunde. 29/3:1-78.
- Ullmann,R.(1960): Verwitterungsdecken im südlichen Schwarzwald,Berichte der Naturforsch.Gesellschaft zu Freiburg i.Br.50:197-246 .