

1. Einleitung

Der Mensch hat seit jeher die Naturkräfte ausgenutzt, um Gestein zu zerstören oder zu zerkleinern. Beispielsweise goß er Wasser in ein von Hand vorgebohrtes Loch. Er ließ das Wasser gefrieren und auf diese Weise wurde der Stein gespalten. Oder man trieb Holzkeile in den Fels und übergoß sie mit Wasser, wodurch sie aufquollen und das Material brachen. Auch heute werden diese uralten Methoden, z.B. in Steinbrüchen, in vielen Ländern der Erde noch angewendet.

Allerdings entsprechen sie nicht mehr dem modernen Verständnis von wirtschaftlicher Arbeitsweise, erhöhter Produktivität, Automatisierung und physischer Arbeitserleichterung.

Die Entdeckung von Explosivstoffen und viel später auch die Entwicklung von pneumatischen Abbruchgeräten war ein großer Fortschritt auf diesem Gebiet. Die Kosten dieser Methoden sind jedoch in den letzten Jahrzehnten stark gestiegen, Sprengungen sind außerdem sehr oft ganz verboten.

Die Erfindung von hydraulischen Abbruchgeräten stellte hier ein weiterer Erfolg dar. Durch die Verwendung und Ausnutzung hydraulischer Kraft, durch neue Ideen und Materialien können die Wirtschaftlichkeit erhöht und Arbeitstechniken verbessert werden.

Im Jahr 1962 wurden die hydraulischen Stein- und Betonspaltgeräte von Darda entwickelt. Mit ihnen wurde eine effiziente und vielseitige Abbruchmethode erschlossen.

Die folgenden Seiten beschreiben, wie der Arbeitsprozeß mit den hydraulischen Spaltgeräten aussieht und wie die Geräte richtig eingesetzt werden, damit der Anwender schnell einen größtmöglichen Nutzen aus ihnen ziehen kann.

2. Funktionsweise des Spaltgerätes

2.1 Faustregel

Der Widerstand gegen eine Kraft, die im Innern von Beton und Fels wirkt, ist nur ca. 10% so groß wie der Widerstand gegen eine Kraft, die von außen wirkt.

Beton und Gestein können also sehr große Druckkräfte von außen her aushalten, ohne zu brechen. Im Vergleich dazu ist der Widerstand gegenüber einer Kraft, die von innen wirkt, relativ gering und die Materialien lassen sich leicht zerstören.

Diese Faustregel war ausschlaggebend für die Entwicklung der hydraulischen Stein- und Betonspaltgeräte und ihrer Arbeitsweise, dem Keilprinzip.



Figur A

2.2 Das Keilprinzip

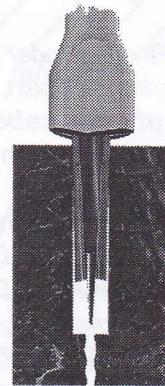
Das Keilprinzip ist eigentlich schon uralt. Früher mußten die Menschen jedoch manuell mit einem schweren Hammer Holz- oder Metallkeile in das Gestein schlagen - eine anstrengende und mühevoll Arbeit, die sehr lange dauerte. DARDA hat diese Methode mit den hydraulischen Stein- und Betonspaltgeräten mechanisiert. Das Keilprinzip ist dadurch schnell, einfach und vor allem besonders effizient geworden.

Der Spalteinsatz des Spaltzylinders besteht aus einem Keil, den zwei Druckstücke umgeben. Er wird in ein bezüglich Tiefe und Durchmesser genau bemaßtes Bohrloch eingeführt.

Hydraulischer Druck schiebt den Keil im Bohrloch nach vorne zwischen die beiden Druckstücke, die dadurch auseinandergedreßt werden. Sie drücken gegen die Innenwand des Lochs. Dadurch entsteht eine enorme Spaltkraft, die sich auf der sehr kleinen Fläche der Druckstücke auf das zu spaltende Material überträgt und so sehr konzentriert wirkt. In wenigen Augenblicken bildet sich ein Spalt.



Figur B



Figur C

Abbildung 2.2 (Figur A, B, C)

3. Arbeitsvorbereitung

Vor Beginn der eigentlichen Spaltarbeiten sind mehrere Probebohrungen und Testspaltungen sinnvoll, um Anordnung, Anzahl und maximal möglicher Abstand der Bohrlöcher zu bestimmen. Das Bohren dauert bedeutend länger als das Spalten. Deshalb sollten so wenig Löcher wie möglich gebohrt werden.

Bei armiertem Beton Stärke und Lage der Eisenarmierungen ermitteln. Daraufhin überlegen, wie gebohrt und gespalten werden muß. Natürlich ist es sinnvoll, zwischen den Eisen zu bohren. 6 mm - 10 mm starke Bewehrungen lassen sich mit einem gewöhnlichen Pneumatikbohrhammer durchbohren. Das ist aber relativ unwirtschaftlich, weil es lange dauert. Für das Spalten gibt es keine festen Regeln, sondern nur Erfahrungswerte. Für jedes Abbruchprojekt muß individuell die beste Vorgehensweise beim Spalten gefunden werden. Die Testspaltungen zeigen, wie das Material bricht und welche Eigenschaften es hat.

Die Beton- oder Gesteinsstücke, die abgespalten werden, sollten immer so groß wie möglich sein, so daß ein Transportfahrzeug die Stücke gerade noch abtransportieren kann. Das macht den Abbruch schneller und wirtschaftlicher.

Die mit Arbeiten an dem hydraulischen Stein- und Betonspaltgerät beauftragten Personen müssen vor Arbeitsbeginn die gesonderte Betriebsanleitung für die hydraulischen Spaltzylinder und die Hydraulikaggregate und hier besonders die Sicherheitsvorschriften und Sicherheitshinweise gelesen und verstanden haben und in entsprechender geistiger und körperlicher Verfassung sein. Bei Nichtbeachtung können Gefahren für Leib und Leben und/oder Beeinträchtigungen des Stein- und Betonspaltgerätes oder anderer Sachwerte entstehen.

Achtung!!

Wenn Findlinge oder große freiliegende Fels- und Betonbrocken gespalten werden, kann es sein, daß die gespaltenen Teile umfallen. Deshalb **keinesfalls auf oder neben dem Brocken stehen!** Im voraus beachten, wohin die Teile fallen können.

Der Spaltzylinder kann im ungünstigsten Fall während eines Spaltvorgangs zur Seite schnellen. Deshalb sollte man sich **nicht über den Spaltzylinder beugen**. Der Mindestabstand sollte auf jeden Fall eine **Armlänge** betragen!

Während des Spaltvorgangs die Hände nicht auf den Spaltzylinder oder die Hydraulikschläuche legen.

Den Spalteinsatz nicht als Brechwerkzeug benutzen!

Er deformiert sich dadurch oder bricht ab!

4. Das Bohren

4.1 Bohrgeräte

Für den Einsatz des hydraulischen Stein- und Betonspaltgerätes, ist mindestens ein Bohrloch nötig, in das der Keil und die Druckstücke des Spaltzylinders eingeführt werden.

Die Löcher entstehen meistens mit einem herkömmlichen, handgeführten Pneumatikbohrhammer. Das ist eine einfache und flexible Methode. In Steinbrüchen wird auch mit sehr großen Bohrgeräten, die mehrere Löcher gleichzeitig bohren können, gearbeitet.

Absaugvorrichtungen oder Wasserspülungen verhindern, daß sich Staub entwickelt.

Mit Diamantkernbohrgeräten werden Schmutz und Staub, Lärm und Erschütterungen auf jeden Fall vermieden (z.B. in Krankenhäusern, Computerzentralen, Bürogebäuden etc.).

Um den Anwendern des Spaltgerätes die Suche nach der geeigneten Bohrmethode zu erleichtern, hat DARDA die kleinen, aber sehr leistungsfähigen Bohrlafetten DR 086 und DR 17 entwickelt. Sie werden an den Arm eines Minibaggers anmontiert, ihr Vorschub ist hydraulisch. Ein Kompressor betreibt sie pneumatisch. Die Kombination der DR 086 und DR 17 mit den Spaltgeräten stellt eine interessante Komplettlösung dar. DARDA bietet auch Pneumatikbohrhämmer an.

Beim Bohren ist unbedingt folgendes zu beachten:

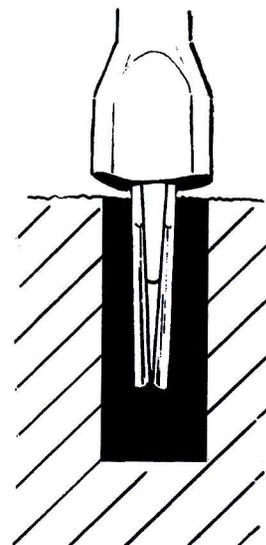
4.2 Richtiger Durchmesser des Bohrlochs

Der exakte Durchmesser des Bohrlochs richtet sich nach dem Spalteinsatz des jeweiligen Spaltzylinder-Typs und ist enorm wichtig.

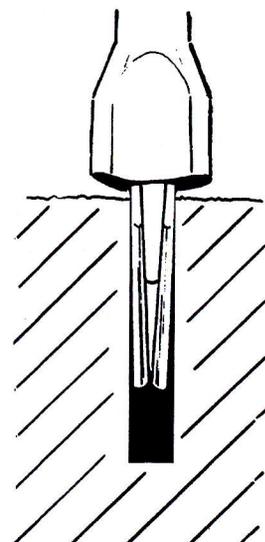
Ist der Durchmesser zu klein, paßt der Spalteinsatz nicht in das Bohrloch hinein. Ist der Durchmesser zu groß, kann der Keil die Druckstücke nicht stark genug oder überhaupt nicht gegen die Innenwände des Lochs drücken, weil zu viel Spiel zwischen Lochwand und Spalteinsatz besteht. Das Material wird nicht gespalten.

Der Bohrlochdurchmesser muß also gerade so groß sein, daß der Spalteinsatz mit eingefahrenem Keil genau in das Loch paßt (siehe 4.4).

Wird mit dem C 9 N oder C 12 N Spaltzylinder mit den Druckschalen gespalten, ist ein Kernbohrloch mit 100 mm Durchmesser nötig.



falsch



richtig

Abbildung 4.2

4.3 Richtige Tiefe des Bohrlochs

Das Bohrloch muß unbedingt tief genug sein. Eine Reserve für den ausfahrenden Keil ist nötig. Er stößt am Boden des Bohrlochs an, wenn es zu kurz ist. Dann besteht die Gefahr, daß der Keil abbricht.

Das kann auch dann der Fall sein, wenn Schmutz oder kleine Gesteins- bzw. Betonbrocken in das Loch fallen, das dadurch kürzer wird.

Das Bohrloch muß also tiefer sein als die Länge des Spalteinsatzes mit ausgefahrenem Keil (siehe 4.4).

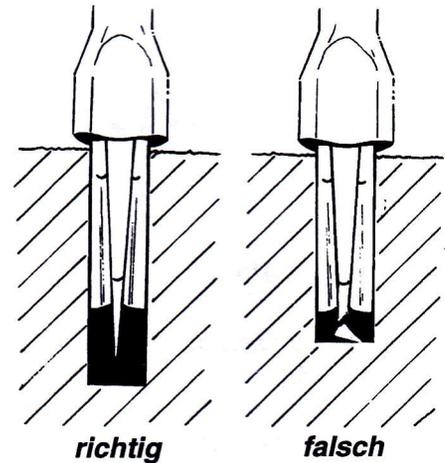


Abbildung 4.3

Es ist sinnvoll, die Tiefe des Lochs vor Einsatz des Spaltzylinders mit einem Metermaß nochmals zu überprüfen.

4.4 Erforderliche Bohrlochabmessungen

Die folgenden Bohrlochabmessungen für den jeweiligen Spaltzylinder-Typ müssen beim Bohren **unbedingt** eingehalten werden.

Spaltzylinder-Typ	Bohrlochdurchmesser in mm	Mindestbohrlochtiefe in mm	Druckschalen Bohrlochdurchmesser in mm	Druckschalen Mindestbohrlochtiefe in mm
C 2 SN	32	270	—	—
C 4 N	35 — 38	430	—	—
C 4 WL	35 — 38	540	—	—
C 4 WLL	36 — 38	700	—	—
C 9 N	45 — 48	410	100	410
C 9 L	45 — 48	580	—	—
C 9 LL	48 — 50	1080	—	—
C 10 SN	41 — 43	630	—	—
C 12 N	45 — 48	610	100	610
C 12 L	45 — 48	680	—	—

Der richtige Bohrstahl mit den ganz genauen Abmessungen für jeden Spaltzylinder-Typ ist bei DARDA erhältlich.

4.5 Gerades Bohrloch

Das Bohrloch sollte so gerade wie möglich sein. Ansonsten stößt der ausfahrende Keil an die Innenwand des Lochs. Der Spalteinsatz kann sich deformieren und abbrechen.

Außerdem kann es sein, daß hauptsächlich längere Spalteinsätze nicht ins Bohrloch passen.

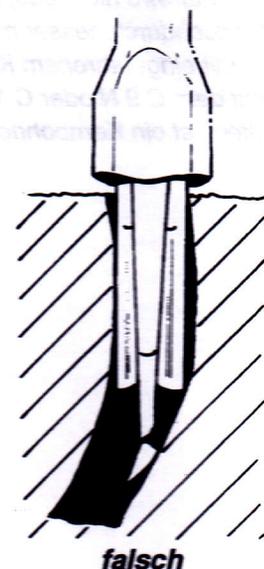
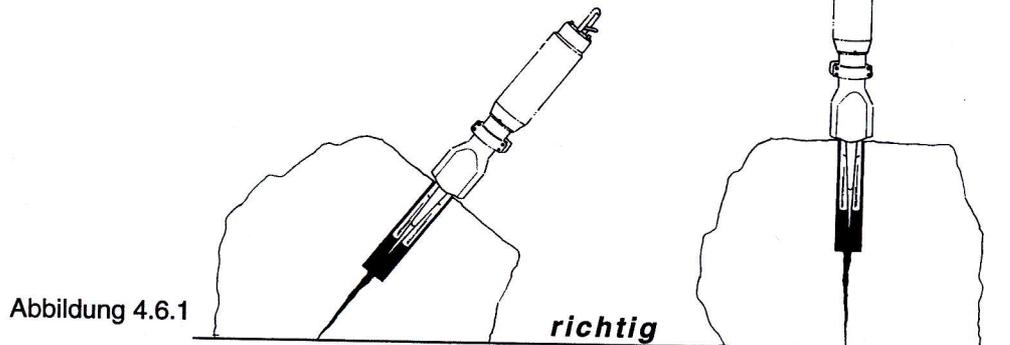


Abbildung 4.5

1.6 Richtige Stelle des Bohrlochs

Die Wahl der richtigen Stelle für das Bohrloch ist für ein zufriedenstellendes Arbeitsergebnis wichtig. Vor dem Bohren sollte man sich den künftigen Spalt vorstellen.

Diese Zeichnung zeigt die richtige Stelle. Das Loch ist im 90° Winkel, d.h. senkrecht, zur geraden Oberfläche des Gesteins- oder Betonbrockens gebohrt. Außerdem ist es in der Mitte platziert. Ist das Bohrloch in einem kleineren Winkel zur Oberfläche gebohrt oder zu weit am Rand, kann es sein, daß nur ein kleines Materialstück herausbricht und kein Spalt entsteht.



Hier ist die falsche Stelle für das Bohrloch eingezeichnet. Der Spalteinsatz ist nicht senkrecht zur Oberfläche und kann die Kraft nicht richtig übertragen. Der Spalteinsatz wird sich nur zur schwachen Seite des Gesteinsbrockens hin bewegen, weil sich die Kraft den leichtesten Weg sucht. Wahrscheinlich bricht deshalb nur ein kleines Materialstück heraus. Es besteht außerdem das Risiko, daß sich Keil und Druckstücke verbiegen und abbrechen.



Sind die Bohrlöcher zu weit am Rand des Beton- oder Gesteinteiles platziert, wird das gleiche unwirtschaftliche Ergebnis erzielt: Es entsteht kein gerader Spalt und es brechen nur sehr kleine Stücke heraus. Deshalb muß der Abstand zwischen den Bohrlöchern und zum Rand immer groß genug sein.

Ein Beispiel:

Bei einem 1,2 m x 1,2 m großen Materialteil wurden die Bohrlöcher 20 cm vom Rand weg gebohrt. Es entstehen beim Spalten nur kleine, dreieckförmige Stücke (1).

Bei einem anderen Materialteil mit derselben Größe ist ein Bohrloch 60 cm vom Rand entfernt. Das Teil kann jetzt mit einem relativ genauen Spalt in zwei Hälften gespalten werden (2).

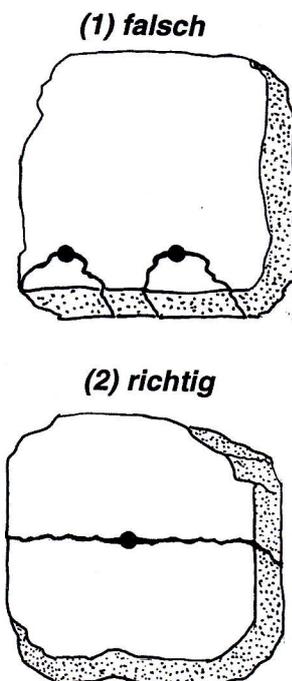


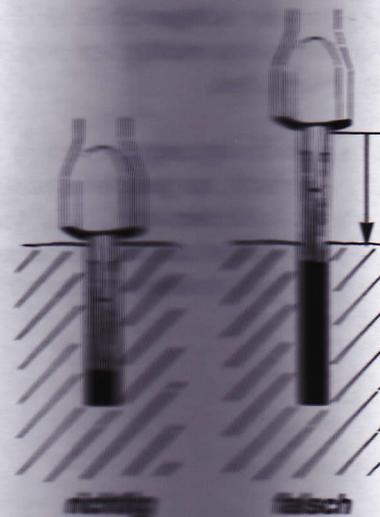
Abbildung 4.6.3

5. Das Spalten

5.1 Der Spaltvorgang mit dem Spaltgerät

1) Den Spalteinsatz des Spaltzylinders in das genau bemaßte Bohrloch (siehe 4.4) einführen. Der Spalteinsatz besteht aus einem Keil, den zwei Druckstücke umschließen. Der Hebel des Steuerventils am Spaltzylinder steht auf „R“ = Return (Rückwärts). Der Keil muß vollständig eingefahren sein. Der Spalteinsatz muß zu mindestens $\frac{3}{4}$ seiner Länge, aber am besten ganz, im Bohrloch stecken.

Abbildung 5.1.1



2) Den Hebel des Steuerventils auf „F“ = Forward (Vorwärts) schalten. Der Spaltvorgang wird dadurch gestartet. Das Steuerventil regelt die Vor- und Rückwärtsbewegung des Keils. Ein Systemdruck baut sich auf, den das Druckbegrenzungsventil am Hydraulikaggregat auf 50 MPa (500 bar) begrenzt. Größtmögliche Sicherheit ist dadurch gewährleistet. Ein Kolben im Spaltzylinder bewegt sich durch den hydraulischen Druck nach vorn. Er schiebt so ebenfalls den Keil, der am Kolben befestigt ist, nach vorn zwischen die beiden Druckstücke und preßt sie auseinander. In wenigen Augenblicken entsteht ein Spalt. Dünnere Armierungseisen reißen ab, dickere werden im Spalt freigelegt.

Abbildung 5.1.2



3) Sobald der Keil ganz ausgefahren ist, entlastet das Druckbegrenzungsventil am Hydraulikaggregat den Spaltzylinder (bemerkbar am deutlichen Schlaggeräusch). Der hydraulische Druck sinkt auf ca. 65 bar. Der Spalt muß jetzt gesichert werden, damit er sich nicht wieder schließt, wenn der Spaltzylinder aus dem Bohrloch genommen wird. Dazu z.B. einen Eisenkeil in den Spalt stecken. Den Hebel am Steuerventil auf die andere Seite legen und auf „R“ = Return (Rückwärts) stellen. Der Keil fährt ein.

4) Wenn der Keil vollständig eingefahren ist, entlastet das Druckbegrenzungsventil den Spaltzylinder erneut (Schlaggeräusch). Der Druck sinkt wiederum auf ca. 65 bar. Der Spaltzylinder kann jetzt aus dem Bohrloch gehoben und der Spaltvorgang im nächsten Bohrloch wiederholt werden.

5) Damit kein hydraulischer Druck im System bestehen bleibt, nach Beendigung und bei längerer Unterbrechung der Spaltarbeiten am besten das Hydraulikaggregat ausschalten oder zumindest den Hebel am Steuerventil in die Mitte auf Nullstellung bringen. Ansonsten wird das Hydrauliköl im System zu heiß, was zu Problemen führen kann.

6) Dickere Armierungseisen, die nicht abrissen, mit einem Werkzeug, z. B. mit der Kombischere HCS 5 von Darda (siehe 6.3), durchtrennen.

Betonteile mit starker, außen angelegter Armierung

Bei Maschinenfundamenten oder ähnlichen Betonteilen sind die Bewehrungen oft in Form eines Käfigs oder als Matten sehr weit außen am Rand angebracht. Oft sind die Eisen sehr dick. Folgende Vorgehensweise ist in diesem Fall sinnvoll:

- 1) Mit einem Bohrhammer ziemlich weit am Rand des Fundamentes zwischen und hinter den Bewehrungseisen senkrecht von oben Löcher bohren. Mit einem Spaltgerät spalten, so daß die Struktur des Betons zerstört wird.
- 2) Die Armierungen lassen sich dann relativ leicht mit einem Abbruchhammer freilegen.
- 3) Die Armierungen nach vorn biegen oder mit einem Werkzeug, z. B. mit der Darda Kombischere HCS 5 (siehe 6.3), entfernen.
- 4) Über den Rest des Fundamentes, der dann unbewehrt ist, Bohrlöcher verteilen. Mit einem Spaltgerät von oben her kleine Stücke spalten.

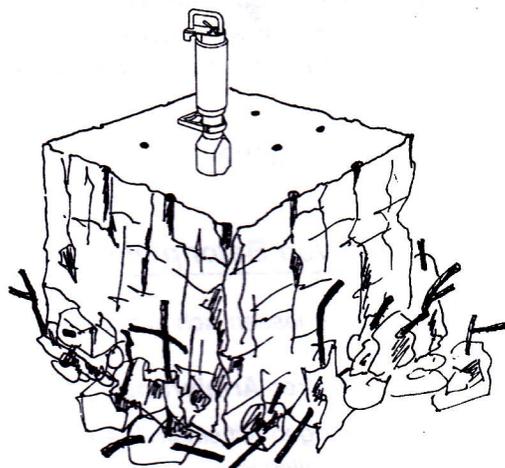


Abbildung 8.6

Abbruch von Fels und Naturstein

9.1 Felsaushub

Beim Erdaushub, z.B. für Grabenarbeiten oder für Kellergeschosse, stößt man oft auf sehr kompakten Fels. Sind Sprengungen dann nicht erlaubt oder machbar, stellen die hydraulischen Stein- und Betonspaltgeräte eine effiziente und ungefährliche Möglichkeit dar, das Gestein schnell zu beseitigen.

Gespalten wird immer zur freien Seite hin, damit das abgespaltene Felsstück ausweichen kann. Handelt es sich jedoch um eine ebene Felsfläche ohne offene Seite, muß zunächst mit dem Spaltgerät folgendermaßen ein Freiraum geschaffen werden:

Normalerweise muß der Spaltzylinder immer im 90°-Winkel zur Felsoberfläche angesetzt werden. Dieser spezielle Fall ist eine Ausnahme: Die Bohrlöcher sollen einen Winkel von ca. 45° zur Oberfläche haben. Der Spaltzylinder wird so in das Loch eingeführt, daß der Handgriff waagrecht verläuft. Der Spalt entsteht dann gegen die Oberfläche und ein kleines Felsstück bricht heraus. Diesen Vorgang einige Male wiederholen, bis ein Freiraum geschaffen ist.

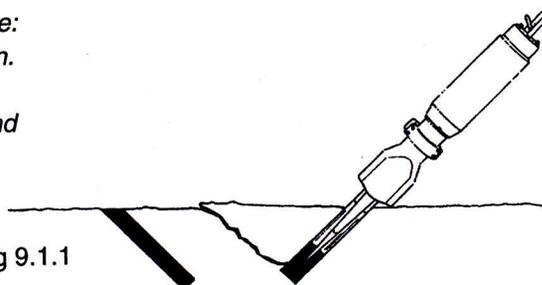


Abbildung 9.1.1

Jetzt kann wie gewohnt gegen den Freiraum gespalten werden. Anzahl und Abstand der nötigen Bohrlöcher richtet sich nach der Beschaffenheit des jeweiligen Gesteins.

Ein bis zwei Spaltzylinder reichen in der Regel aus, um Felsstücke herauszuspalten. Bei extrem kompaktem Gestein kann es sein, daß keine Stücke herausgespalten werden können. Aber die Struktur des Gesteins wird durch die Spaltungen komplett zerstört.

In diesem Fall kann ein Hydromeißel oder Abbauhammer danach aus dem zermürbten Fels Stücke herausbrechen.

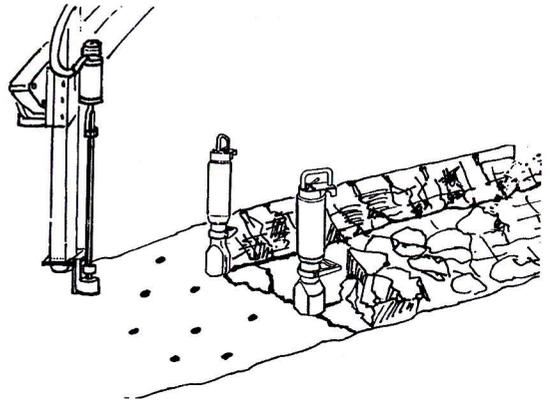


Abbildung 9.1.2

Stößt man bei Baggararbeiten während des Aushubs von Erdreich für einen Graben o.ä. auf einen Findling, kann dieser wie in 9.3 (auch 5.2 und 5.3) beschrieben, zerkleinert werden. Zu beachten ist, daß zur freien Seite hin, also in den Graben hinein, gespalten werden muß.

2 Geschichtetes Material spalten

Geschichtetes Gestein läßt sich nicht in einem Spaltvorgang in seiner gesamten Höhe spalten. Der Spalt endet in der Tiefe meistens dort, wo die erste Lage oder Schicht eine natürliche, horizontale Nahtstelle bildet.

Soll dennoch die ganze Höhe des Gesteins gespalten werden, muß, so oft wie nötig, die jeweils gebrochene Schicht entfernt, das Bohrloch entsprechend vertieft und der Spaltvorgang wiederholt werden.

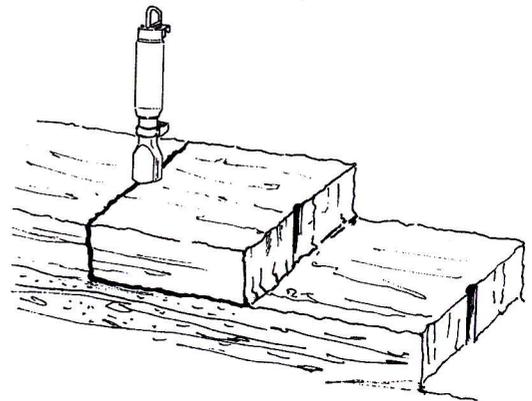


Abbildung 9.2

Freiliegende Felsbrocken spalten

Für das Spalten von Findlingen oder Felsbrocken (auch Betonteile, die zerstört werden müssen) sind die Spaltgeräte ideal, gerade auch dann, wenn nicht gesprengt werden kann.

In der Mitte des Findlings wird ein Bohrloch gebohrt. Meistens reicht ein Spaltzylinder aus, der den Stein in zwei Hälften spaltet, die hinterher nochmals mit dem Spaltgerät zerkleinert werden können.

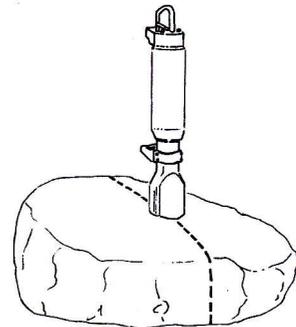


Abbildung 9.3.1

Ist der Felsbrocken jedoch so groß, daß ein Spaltzylinder allein nicht ausreicht, sollten zwei oder mehr Bohrlöcher im Abstand von ca. 40 cm - 60 cm in der Mitte gesetzt und mit zwei oder mehreren Spaltzylindern gespalten werden. Alle Handgriffe müssen in dieselbe Richtung zeigen und alle Steuerventilhebel gleichzeitig ein- bzw. ausgeschaltet sein. (siehe auch 5.2 und 5.3)

