

## 2.0 Dachschiefer

### 2.1 Die Euro-Norm

Die Euro-Norm 12326-1/2 ist in zwei Teile untergliedert: während im ersten Teil die Produkthanforderungen (Toleranz- und Grenzwerte) festgelegt sind, enthält der zweite die entsprechenden Prüfverfahren.

Die Prüfungen betreffen die gesteintechnischen Kennwerte sowie die Analyse bestimmter chemischer Komponenten. Zusätzlich erfolgt eine gesteinskundliche Untersuchung. Aus den Ergebnissen kann man Aussagen über die allgemeinen Eigenschaften sowie das Langzeitverhalten eines Schiefers treffen. Im folgenden sollen die einzelnen Parameter kurz erläutert werden.

#### 2.1.1 Biegefestigkeit

Dieser Wert besagt, welchen Belastungen eine Schieferplatte widerstehen kann. Die Biegefestigkeit ist vor allem abhängig von der Ausbildung der Schieferung. Je glatter und dichter die Glimmerlagen ausgebildet sind, desto höher ist die Biegefestigkeit. Andererseits müssen ausreichend starre (= harte) Minerale vorhanden sein, um Belastungen widerstehen zu können. Eine niedrige Glimmerlagendichte kann eine geringe Biegefestigkeit verursachen und so zum Bruch von Schieferplatten führen.

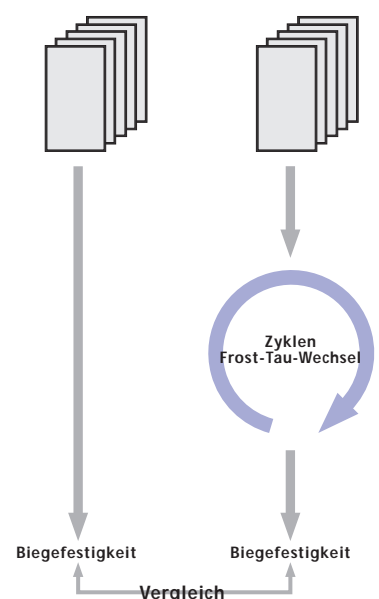
Nach Erfahrungen beträgt die mittlere Biegefestigkeit für gute (Dach-) Schiefer zwischen 50 - 80 N/mm<sup>2</sup> (Institut für Baustoffe und Umwelt in Weimar).

#### 2.1.2 Frost - Tau - Wechsel - Beständigkeit

Die Frost-Tau-Wechsel-Beständigkeit muß dann durchgeführt werden, wenn die Wasseraufnahme > 0,6 % ist (Stand: Mai 1999).

In diesem Test wird mit 20 Paaren an Prüfkörpern die Veränderung der Biegefestigkeit nach der Durchführung des Frost-Tau-Wechsels festgestellt. Die 20 Paare sind in zwei Gruppen aufzuteilen, wobei von 10 Paaren die Biegefestigkeit ohne vorhergehende Beanspruchung analysiert wird. Die anderen 10 Paare müssen insgesamt 100 Frost-Tau-Wechsel-Zyklen ausgesetzt werden. Anschließend wird die Biegefestigkeit und deren mögliche Veränderung festgestellt. Jetzt werden die Biegefestigkeiten der jeweiligen 10 Paare verglichen. Aus diesen Werten kann man Aussagen über die Festigkeit eines Schiefers in z. B. klimatisch rauen Gebieten treffen. Ein Frost-Tau-Zyklus schließt folgenden Ablauf ein:

1. Zuerst werden die Schieferplatten 48 h bei einer Temperatur von  $(23 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$  in ein Wasserbad gelagert.
2. Anschließend werden sie in einen Kälteschrank gelegt, in dem sie mindestens 3 h Temperaturen von  $(-20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$  ausgesetzt sind.



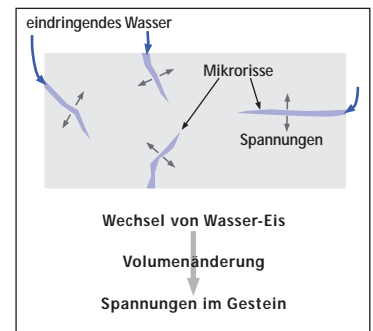
3. Danach müssen die Prüfkörper erneut für 1 h in ein Wasserbad gelegt werden.
4. Nach den 100 Zyklen werden die Prüfkörper innerhalb einer vorgegebenen Zeit in einer Wärmekammer bei  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  getrocknet, um dann auf Raumtemperatur abgekühlt zu werden.

### 2.1.3 Wasseraufnahme

Dringt Wasser durch Mikrorisse in die Schieferplatte ein oder nehmen organische Substanzen Wasser auf, kann dies das Gefüge lockern: Eis hat eine höhere Dichte als Wasser, und Temperaturwechsel können eine ständige Änderung des Aggregatzustandes „Eis - Wasser“ verursachen.

Bei der Bestimmung der Wasseraufnahme werden Schieferplatten 48 h in Wasser bei Raumtemperatur gelagert, um anschließend die Differenz aus trockener und wassergelagerter Schieferplatte zu ermitteln. Die Differenz steht für die Wasseraufnahme eines Schiefers.

Ist die Wasseraufnahme  $> 0,6\%$ , muß ein Test zur Frost-Tau-Wechsel-Beständigkeit durchgeführt werden (Stand: Mai 1999).

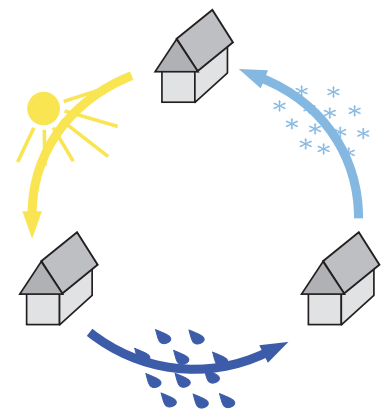


### 2.1.4 Temperatur - Wechsel - Beständigkeit

Während im Sommer auf dem Dach sehr hohe Temperaturen erreicht werden, sinken sie im Winter oft weit in den Minusbereich. Selbst innerhalb einer Jahreszeit oder eines Tages wird der Schiefer nicht selten enormen Temperaturdifferenzen ausgesetzt.

Ferner dehnen sich die einzelnen schieferbildenden Minerale bei Temperaturerhöhungen unterschiedlich aus (Temp.-koeffizient), und dies kann auch zu einer Gefügauflockerung führen.

Das Verhalten im Frost-Tau-Wechselversuch erlaubt Rückschlüsse auf die Verwitterungsbeständigkeit.



### 2.1.5 Bestimmung des Karbonatgehaltes

Die Kenntnis über den Gehalt an Karbonat erlaubt Rückschlüsse auf das Langzeitverhalten hinsichtlich der Alterung und der Farbgebung eines Schiefers. Hohe Gehalte können die Festigkeit eines Schiefers herabsetzen.

Im Prüfbericht ist der Mittelwert des scheinbaren Kalziumkarbonatgehaltes in Prozent auf eine Dezimalstelle anzugeben.

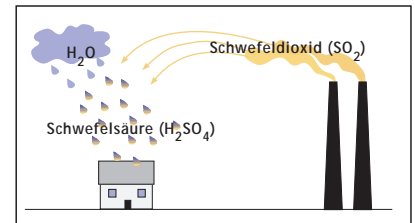
Die chemische Analyse gibt keine Auskunft, welche Karbonatminerale im Schiefer auftreten. Eine bessere Information erhält man mit der Bestimmung der Gehalte an Karbonatmineralen. Daher ist die mineralogische Analyse immer zu bevorzugen.

Der Einfluß von Karbonaten auf die Qualität eines Schiefer wird im folgenden Kapitel näher erläutert.

## 2.1.6 Beständigkeit gegenüber Schwefeldioxid

Bei diesem Test werden Schieferplatten im Labor bis zu 21 Tagen einer Atmosphäre ausgesetzt, die mit Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) unterschiedlicher Konzentrationen belastet ist. Danach wird festgestellt, ob der Schiefer Gefügezerstörungen oder Farbveränderungen aufweist.

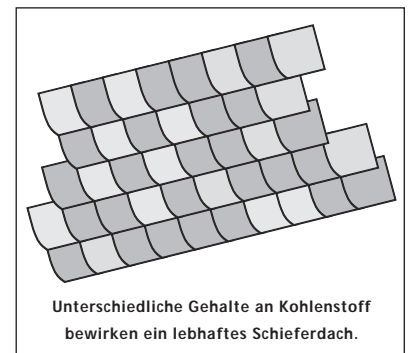
Dies ermöglicht letztendlich Aussagen über eventuelle Veränderungen in der Farbgebung und Festigkeit eines Schiefers gegenüber der oft belasteten Atmosphäre (z. B. saurer Regen).



## 2.1.7 Gehalt an Kohlenstoff

Im Schiefer tritt Kohlenstoff in verschiedenen Formen auf. Von wesentlicher Bedeutung ist der organische Kohlenstoff (=  $C_{\text{org}}$ ), der eine Art gestaltlose bituminöse Masse darstellt. Dieser organische Kohlenstoff stammt aus abgelagerten organischen Resten und bewirkt die dunkle Färbung eines Schiefers.

Bis zu einem gewissen Grad unterstützt Kohlenstoff die Spaltbarkeit, da er wie eine Art Schmiermittel wirkt. Bei sehr hohen  $C_{\text{org}}$ -Gehalten kommt es zu einem Rußschiefer, der sehr weich ist, leicht zerfallen kann und daher als Dachschiefer ungeeignet ist.  $C_{\text{org}}$  kann zu Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) oxydieren, somit aus dem Schiefer entweichen und dadurch Aufhellungen beim Schiefer bewirken. Aufhellungen haben keinen Einfluß auf die Festigkeit eines Schiefers, vielmehr führen sie zu der für Schieferdächer typischen Lebhaftigkeit.



In der Euro-Norm handelt es sich um die Bestimmung des Gehaltes an nicht-karbonat gebundenem Kohlenstoff. Dabei wird in einem festgelegten Verfahren der Kohlenstoffgehalt dreimal analysiert und aus diesen ein Mittelwert errechnet. Der Wert muß in Prozent auf zwei Dezimalstellen genau im Prüfbericht angegeben werden.

Der Gehalt an nicht-karbonat gebundenem Kohlenstoff muß < 2,00 % sein (Stand: Mai 1999).

## 2.1.8 Petrographische Untersuchung

Bei der petrographischen Untersuchung wird festgestellt, welche Minerale in welchen Anteilen im Schiefer vorkommen. Zusätzlich wird das Gefüge eines Schiefers untersucht, d. h. in erster Linie, wie die Schieferung ausgebildet ist.

Aus dieser Kenntnis heraus kann man Aussagen über das Langzeit- sowie Verarbeitungsverhalten eines Schiefers treffen.

Der Einfluß der einzelnen Minerale auf die Eigenschaften eines Schiefers wurde schon in Kap. 3 erläutert. An dieser Stelle sollen ein paar wichtige Phänomene dargestellt werden.

**Die Minerale**

Die Hauptminerale umfassen die starren sowie elastischen Minerale und nehmen den größten Anteil der Schiefer ein, im allgemeinen mindestens 95%.

Die starren Minerale umfassen Quarz und Feldspat, wobei Quarz immer den größeren Anteil einnimmt. Die starren Minerale sind für die Härte eines Schiefers verantwortlich. Je mehr Quarz/Feldspat ein Schiefer hat, desto härter ist er. Teilweise zeigen Schiefer solch hohe Quarzgehalte, so daß sie sehr spröde sind und das Verarbeiten erschweren. Feldspat und Quarz sind gegenüber der Verwitterung resistent.

Die elastischen Minerale werden auch als Glimmer bezeichnet. Aufgrund ihrer blättchenförmigen Ausbildung zeigen die Glimmer eine sehr gute Spaltbarkeit und hervorragende Elastizität. Sie bilden letztendlich die Glimmerlagen, also die Schieferung und ihre Ausbildung gibt wesentlich die mechanischen Eigenschaften bzw. das Verarbeitungsverhalten eines Schiefers vor. Muskovit und Chlorit sind gegenüber der Verwitterung resistent.

Die für die Qualität wichtigsten Nebenminerale/Akzessorien umfassen beim Schiefer vor allem Eisensulfide und Karbonate. Daneben können auch andere Minerale auftreten, die aber keinen wesentlichen Einfluß auf die Schieferqualität haben und deshalb hier nicht behandelt werden.

**EISENSULFIDE**

Eisensulfid kann in Form verschiedener Minerale auftreten, die ein unterschiedliches Verwitterungsverhalten besitzen. Die Minerale können konzentriert in Lagen, als haufenartige Ansammlung oder fein verteilt im Schiefer auftreten. Eisensulfide verwittern relativ leicht und verursachen als Eisenhydroxid eine bräunliche Färbung.

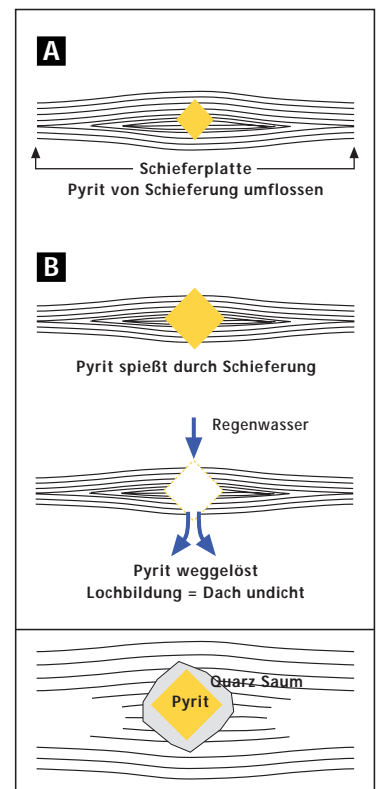
Zusätzlich können sie bei Reaktion mit Wasser und Sauerstoff Schwefelsäure bilden und somit z. B. Karbonate angreifen. Dies kann zu mattem Glanz oder Gefügauflockerungen führen.

Bei der Beurteilung der Eisensulfidminerale ist auch dessen Größe von Entscheidung. Kleinere Pyrite sind von den Glimmerlagen umflossen und werden keine Löcher verursachen (Zeichnung: Fall A). Wenn aber große Pyrite durch die Schieferung spießen, können sie nach dem Herauslösen Löcher hinterlassen (Zeichnung: Fall B).

Auch kann es wichtig sein, ob die einzelne Pyrite einen Quarzsaum haben. Dieser Quarzsaum kapselt die Pyrite ab und verschließt sie somit vor der Verwitterung (rechte Zeichnung unten). Schließlich ist es auch sehr gut möglich, daß Pyrite über Jahre keinerlei Veränderungen zeigen.

So können sie zwar eine braune Kruste um das Kristall bilden, aber es muß nicht zwangsläufig zu einer flächendeckenden Braunfärbung kommen.

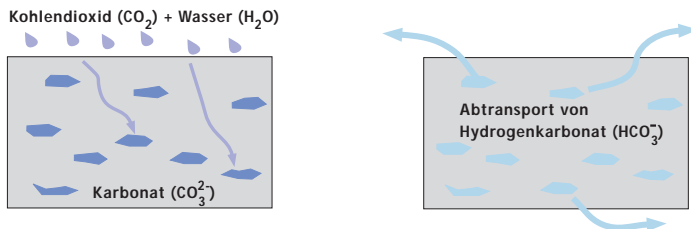
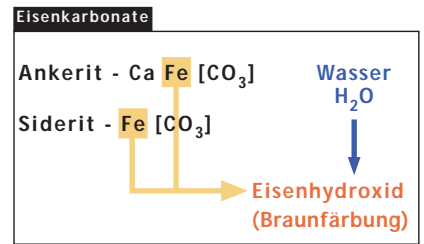
HAUPTMINERALE	
<b>STARRE:</b>	Quarz Feldspat
<b>ELASTISCHE:</b>	<b>GLIMMER:</b> Muskovit/Illit Chlorit
NEBENMINERALE	
	Karbonate Eisensulfide Eisenoxide



**KARBONATE**

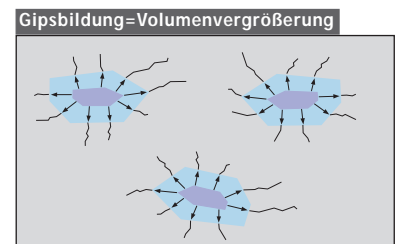
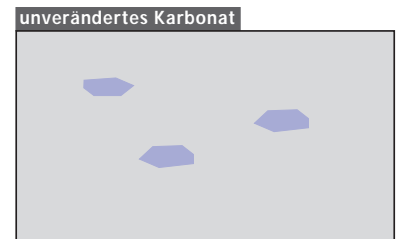
Die Karbonate umfassen ein größere Gruppe von Mineralen. In einigen Mineralen ist neben Kalzium zusätzlich Eisen oder Magnesium eingebaut. Also auch Karbonate können Braunfärbungen verursachen. Dies bedeutet, daß der Einfluß von Karbonat auf die Gesteinsqualität vom jeweiligen Karbonatmineral abhängt.

Karbonate reagieren sehr leicht, d. h. sie können in Gebieten mit z. B. saurem Regen schnell gelöst werden. Das in der Atmosphäre enthaltene Kohlendioxid kann Karbonat in Hydrogenkarbonat umwandeln und dieses ist wasserlöslich. Wird Hydrogenkarbonat abgeführt, kann dies eine Aufräumung der Spaltflächen, Gefügeauflockerungen und bei hohen Gehalten die Zerstörung der Schieferplatte zur Folge haben.



Bei Anwesenheit von Sulfid kann weiterhin Gips gebildet werden. Dieser hat ein höheres Volumen und somit kann es zu Spannungen im Gefüge und daher zu Gefügeauflockerungen im Schiefer kommen (rechte Zeichnung).

Infolge höheren Kalzium-Angebotes wird auch die Bewuchsfreundlichkeit des Schiefers durch Moose und Flechten begünstigt. Zusätzlich kann es zur Veränderung des Verhaltens im Frost-Tau-Wechselversuch führen.

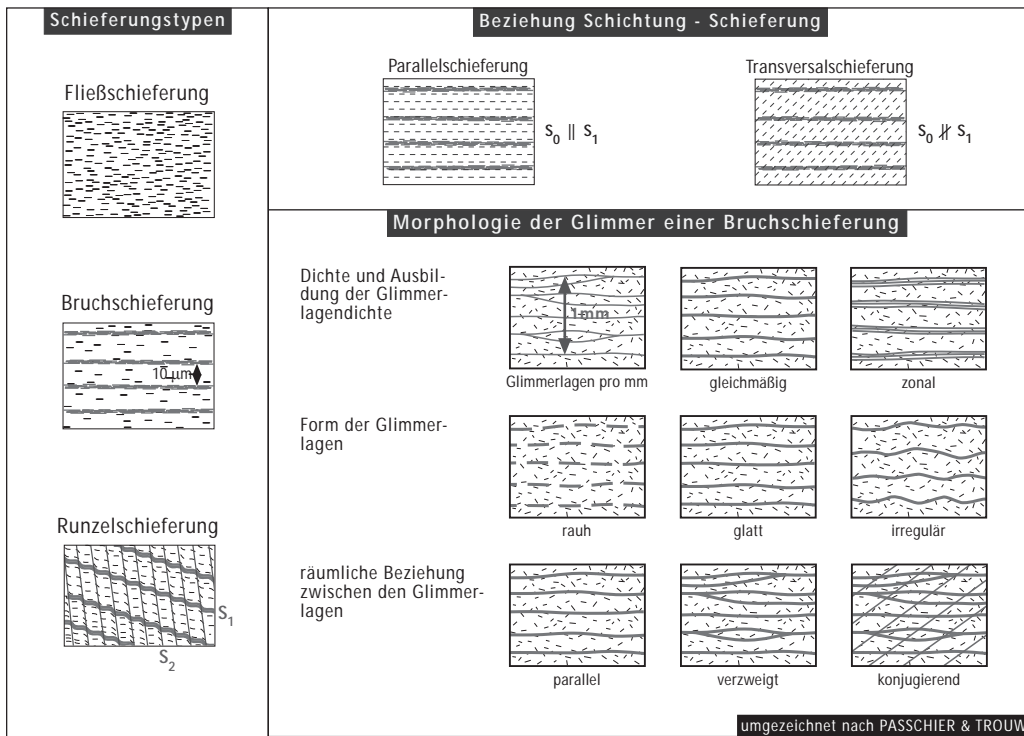


**Das Gefüge**

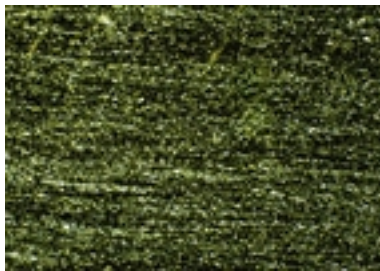
Die Güte einer Schieferung - Sauberkeit der Schneidkanten, Glätte, Gleichmäßigkeit etc. - ist abhängig von mehreren Kriterien.

Vor allem in Deutschland wird die Glimmerlagendichte als Maß für die Qualität einer Schieferung herangezogen. Die Glimmerlagendichte gibt an, wieviel Glimmerlagen pro Millimeter ausgebildet sind. Daneben sollte auch die Ausbildung der einzelnen Glimmerlagen beschrieben werden.

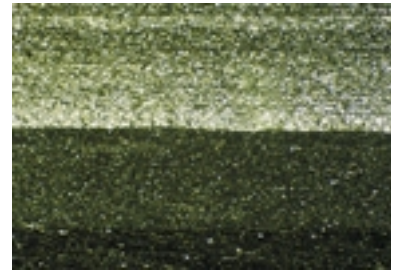
Die in der Euro-Norm aufgestellte Klassifikation kann als wenig sinnvoll erachtet werden. Einmal ist nicht genau nachvollziehbar, was wirklich die Unterschiede der einzelnen „Glimmergefüge“ sind und zum zweiten ist es für die mikroskopische Untersuchung nicht praktikabel. Das hier genutzte Schema umfaßt Kriterien, die zur Beschreibung einer Schieferung nützlich sind und sich bei der mikroskopischen Untersuchung von Schiefer bewährt hat.



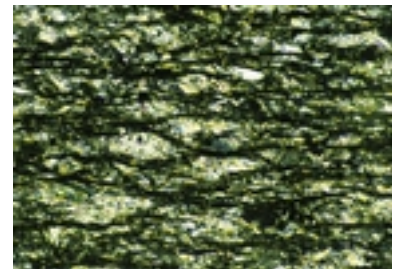
Glimmerlagendichten können gleichmäßig oder schwankend sein, d. h. es gibt Bereiche mit höherer und niedrigerer Dichte. Das sollen die begleitenden Gefügebilder verdeutlichen. Im oberen Gefügephoto sind keine Schwankungen in der Glimmerlagendichte zu beobachten. Die Schieferung zeigt eine straffe Orientierung, die zu einem gleichmäßigen Spaltbild führt.



Im darauffolgenden Gefügephoto sind zwei Bereiche zu erkennen: Im unteren, dunkleren Bereich ist die Glimmerlagendichte höher als im oberen, helleren Bereich und die Grenze ist scharf ausgebildet. Zählt eine Person nur im oberen Teil und eine andere im unteren, kommen unterschiedliche Glimmerlagendichten für ein und denselben Schiefer heraus.



Die Form beschreibt, wie die Glimmerlagen ausgebildet sind. Es ist naheliegend, daß glatte Glimmerlagen zu einer besseren Spaltbarkeit und höheren Biegefestigkeit als rauhe führen. Die räumliche Beziehung beschreibt, wie die einzelnen Glimmerlagen zueinander orientiert sind. Das rechte Foto zeigt z. B. Glimmerlagen mit einer glatten Form, die räumliche Beziehung ist verzweigt.



Es kann auch vorkommen, daß sich neben der ersten Schieferung noch eine zweite, die sogen. Runzelschieferung entwickelt hat. Ihr Einfluß auf das Erscheinungsbild und das Verarbeitungsverhalten eines Schiefers hängt von der Intensität ihrer Ausbildung und dem Winkel zwischen beiden Schieferungen ab.

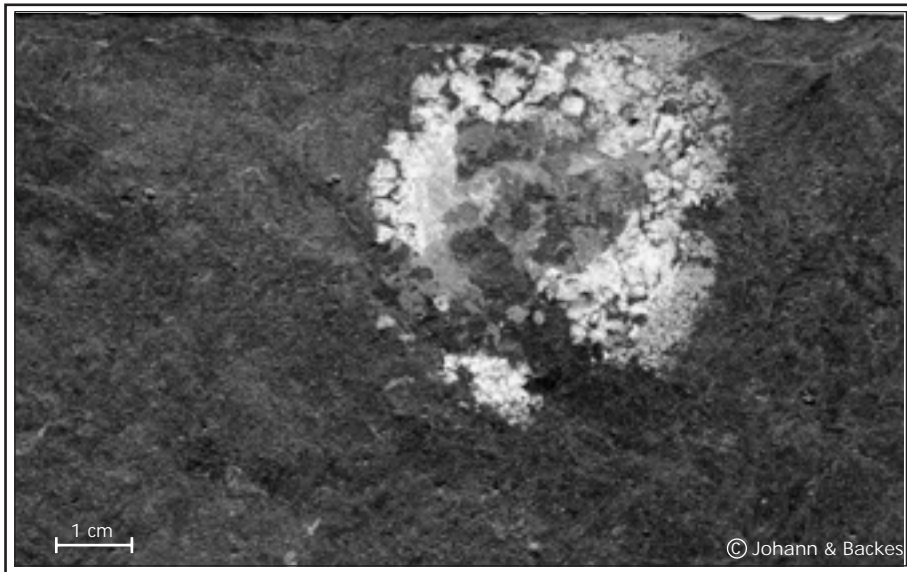
Neben der Schieferung können andere Phänomene das mechanische Verhalten des Schiefers beeinflussen, wie z. B. Mikrorisse oder Quarzadern, die zum Bruch führen können. Für die Untersuchung des Schiefergefüges ist es daher wichtig, sämtliche strukturelle Erscheinungen einzubeziehen.

**Man kann also schon aufgrund der Ausbildung des Gefüges Rückschlüsse über die Verarbeitbarkeit des Schiefers und Güte der Spaltfläche schließen.**

**Subjektive Zählmethoden führen aber auch zu subjektiven Ergebnissen. Daher sollten Angaben zur Glimmerlagendichte als Annäherung betrachtet werden, die durchaus um 10 und mehr schwanken können. Generell kann man davon ausgehen, daß gute Schiefer eine Glimmerlagendichte von 60 - 70 pro mm zeigen.**

## 2.2 Dendriten

Bei Schiefer können in einigen Fällen Flecken beobachtet werden (siehe Bild). Diese sind meist von grauer bis hellgrauer Farbe und können sporadisch oder gehäuft auftreten. Diese Flecken werden generell Dendriten genannt und kommen sporadisch beim Schiefer vor.



Dies findet sich auch in den „Fachregeln für Dachdeckungen mit Schiefer - Maße, Anforderungen, Prüfungen“ wider, die vom ZVDH aufgestellt und herausgegeben werden: „Natürliche Auflagerungen wie Dendriten [ . . . ] sind möglich.“

Dendriten als oberflächliche Auflagerungen verringern die Haltbarkeit eines Schiefers in keiner Weise. Dies bedeutet, daß weder die Festigkeit noch die Verwitterungsbeständigkeit eines Schiefers und somit die Langlebigkeit eines Daches durch sie beeinflusst wird.