

Der Aufbau von Schiefer

Schiefer bestehen aus Mineralen, die in einer bestimmten Art und Weise zueinander orientiert sind. Diese Orientierung nennt man Gefüge. Minerale und Gefüge sind ausschlaggebend für die Qualität eines Schiefers.

Das Gefüge eines Schiefers

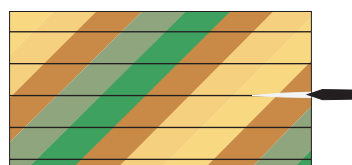
Bei Tonschiefer unterscheidet man grundsätzlich drei Typen:

Schiefertyp	Merkmale
Tonstein	<ul style="list-style-type: none"> - Schiefer spaltet nach der Schichtung - Spaltfläche kann unregelmäßig erscheinen - zeigt Schichtungsmerkmale
(Transversal-) Schiefer	<ul style="list-style-type: none"> - Schieferung und Schichtung nehmen Winkel ein - Schiefer spaltet nach Schieferung - Spaltfläche ist gleichmäßig - sogenannte Spaltbesen sind auf der Oberfläche zu sehen
(Parallel-) Schiefer	<ul style="list-style-type: none"> - Schieferung parallel zur Schichtung ausgebildet - Schiefer spaltet nach Schichtung und Schieferung - Spaltfläche ist unregelmäßig

Wenn der Schiefer eine sehr feine Schichtung zeigt und diese regelmäßig ausgebildet ist, spaltet das Gestein nach der Schichtung. Aufgrund der oft hervorragenden Spaltbarkeit wird die Schichtung oft auch als Schieferung und das Gestein daher als Schiefer bezeichnet.



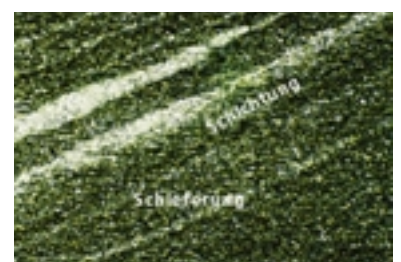
Tonstein spaltet nach Schichtung



Transversalschiefer spaltet nach Schieferung

Die klassische Schieferung entsteht durch Umkristallisation und Umorientierung der Minerale und wird Transversalschieferung genannt. Diese Transversalschieferung schneidet die überprägte Schichtung in einem bestimmten Winkel. Die Schichtung ist in diesem Fall mechanisch inaktiv, d. h. der Schiefer spaltet ausschließlich nach der Schieferung.

Eine nähere Erläuterung des Gefüges von Dachschiefern erfolgt im Kap. 2.1.8.



Die Minerale

Man unterteilt die gesteinsbildenden Minerale nach ihrem Anteil im Gestein in zwei Hauptgruppen: die Haupt- und Nebengemengteile.

Die Hauptgemengteile beinhalten diejenigen Minerale, die hauptsächlich ein Gestein aufbauen. Bei Schiefer sind dies die starren sowie elastischen Minerale, die einen Anteil von mindestens 95 % am Aufbau haben.

Zu den Nebengemengteilen gehören Minerale, die seltener vorkommen bzw. in sehr geringen Anteilen am Schieferaufbau beteiligt sind. Wenn sie weniger als 3 % betragen, nennt man sie auch Akzessorien. Einen ersten Überblick der schieferbildenden Minerale gibt das nebenstehende Schema.

Die unterschiedlichen Eigenschaften der einzelnen Minerale sind hier tabellarisch aufgelistet und erläutert.

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

Hauptgemengteile	Auswirkungen
Quarz	<ul style="list-style-type: none"> - sind für die Härte eines Schiefers verantwortlich - je mehr starre Minerale vorhanden sind, desto härter ist ein Schiefer - Feldspat und Quarz sind gegenüber der Verwitterung resistent
Feldspat	
Glimmer (Muskovit/Illit, Chlorit)	<ul style="list-style-type: none"> - die elastischen Minerale werden auch als Glimmer bezeichnet - Glimmer bilden die Schieferung - Glimmer zeigen eine sehr gute Spaltbarkeit und eine hervorragende Elastizität - Muskovit und Chlorit sind gegenüber der Verwitterung stabil
Nebengemengteile	
EISENSULFIDE: Pyrit, Markasit (FeS ₂) Magnetkies (FeS)	<ul style="list-style-type: none"> - Eisensulfide zeigen ein unterschiedliches Verwitterungsverhalten - im allgemeinen verwittern sie relativ leicht - verursachen als Eisenhydroxid eine bräunliche Färbung - bei Reaktion mit Wasser und Sauerstoff kann Schwefelsäure gebildet werden - Schwefelsäure kann Karbonate angreifen
KARBONATE: Calcit - Ca CO ₃ Siderit - Fe [CO ₃] Ankerit - Ca Fe [CO ₃]	<ul style="list-style-type: none"> - Karbonate reagieren sehr leicht, d. h. sie können schnell gelöst werden - angelöste Karbonate können matten Glanz oder Gefügauflockerungen verursachen - bei Anwesenheit von Sulfid kann Gips gebildet werden - Gips besitzt höheres Volumen als Karbonat - Volumenunterschiede können Gefügauflockerungen auslösen - bei Anwesenheit von Eisen können Braunfärbungen hervorgerufen werden

Mit Kenntnis des mineralogischen Aufbaus kann man Rückschlüsse auf das Verwitterungs -und Alterungsverhalten von Gesteinen ziehen. Daneben kann man mit entsprechender Erfahrung Aussagen über die Härte sowie das Verarbeitungsverhalten eines Schiefers treffen.

Bei der Einschätzung der Schieferqualität ist einer mineralogischen immer der Vorrang gegenüber einer chemischen Analyse zu geben. So kann man zwar chemisch den Karbonatgehalt bestimmen, aber welches Karbonatmineral tatsächlich im Schiefer vorkommt, läßt sich daraus nicht sicher ableiten.

Die für die Qualität eines Dachschiefers relevanten Minerale werden im Kapitel 2.1.8 eingehender beschrieben.

Schiefer und Farben

Schiefer kann verschiedene Farben besitzen, die von einer unterschiedlichen mineralischen Zusammensetzung herrühren.

Die Materialquelle für farbige Schiefer sind oft feinste Aschepartikel, die von Vulkanen ausgestoßen und anschließend vom Wind auf die Meeresoberfläche transportiert werden. Die Asche sinkt als feine Schwebfracht auf den Meeresgrund und wird während der Gebirgsbildung in einen Schiefer umgewandelt.

Aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung dieser Aschen kommt es zu verschiedenen Färbungen. So verursachen höhere Eisengehalte einen roten oder braunen Farbton, während erhöhte Chloritgehalte eine Grünfärbung bewirken. Beispiele für rötliche Schiefer sind z. B. „New York Red“ aus Vermont (USA) oder „Penrhyn Purple“ aus Wales. Bekannt sind grüne Schiefer u. a. aus Brasilien und Argentinien.

Oft stammt die rötlich-braune Färbung auch von sogenanntem Zwischenschichtwasser: Eisenhaltiges Wasser bewegt sich zwischen den Schichten und hinterläßt einen farblichen „Absatz“. Dieser kann oberflächliche Strukturen betonen, wodurch dem Schiefer ein hoher ästhetischer Wert verliehen werden kann.

FARBIGE SCHIEFER
GRAU-SCHWARZ
organischer Kohlenstoff - C _{org.}
Graphit
Bitumen
ROT-BORDEAUX-BRAUN
Eisenoxid - Hämatit (Fe ₂ O ₃)
Eisenhydroxid - Limonit (FeOOH)
GRÜN
Chlorit

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 (Zeich-

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

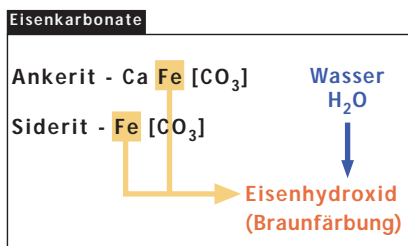
nung: Fall A). Wenn aber große Pyrite durch die Schieferung spießen, können sie nach dem Herauslösen Löcher hinterlassen (Zeichnung: Fall B).

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.

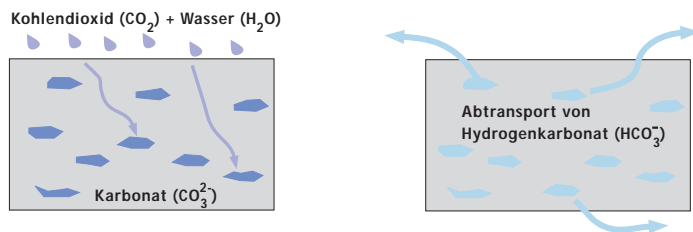
So können sie zwar eine braune Kruste um das Kristall bilden, aber es muß nicht zwangsläufig zu einer flächendeckenden Braunfärbung kommen.

KARBONATE

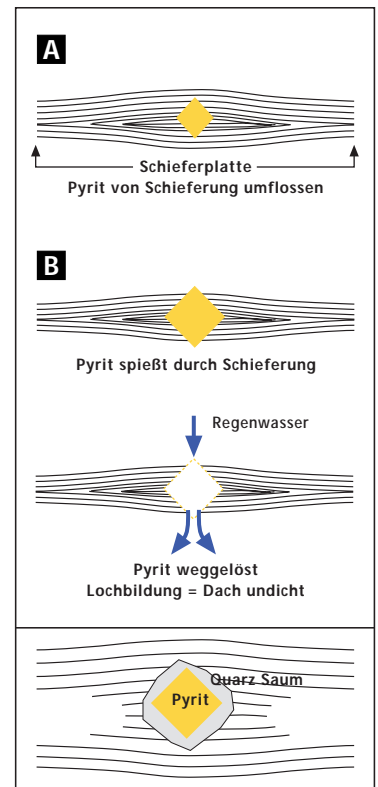
Die Karbonate umfassen eine größere Gruppe von Mineralen. In einigen Mineralen ist neben Kalzium zusätzlich Eisen oder Magnesium eingebaut. Also auch Karbonate können Braunfärbungen verursachen. Dies bedeutet, daß der Einfluß von Karbonat auf die Gesteinsqualität vom jeweiligen Karbonatmineral abhängt.



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, Gefügeflockungen 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 Gefügeflockungen im Schiefer kommen (rechte Zeichnung).

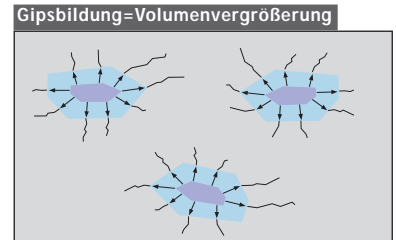
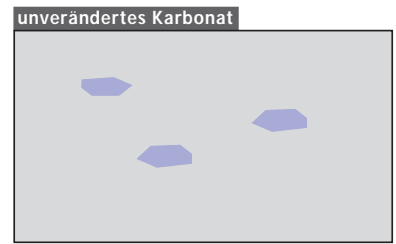


Infolge höheren Kalzium-Angebotes wird auch die Bewuchsfreundlichkeit des Schiefers durch Moose und Flechten begünstigt. Zusätzlich kann es zur Veränderung des Verhaltens im Frost-Tau-Wechselversuch führen.

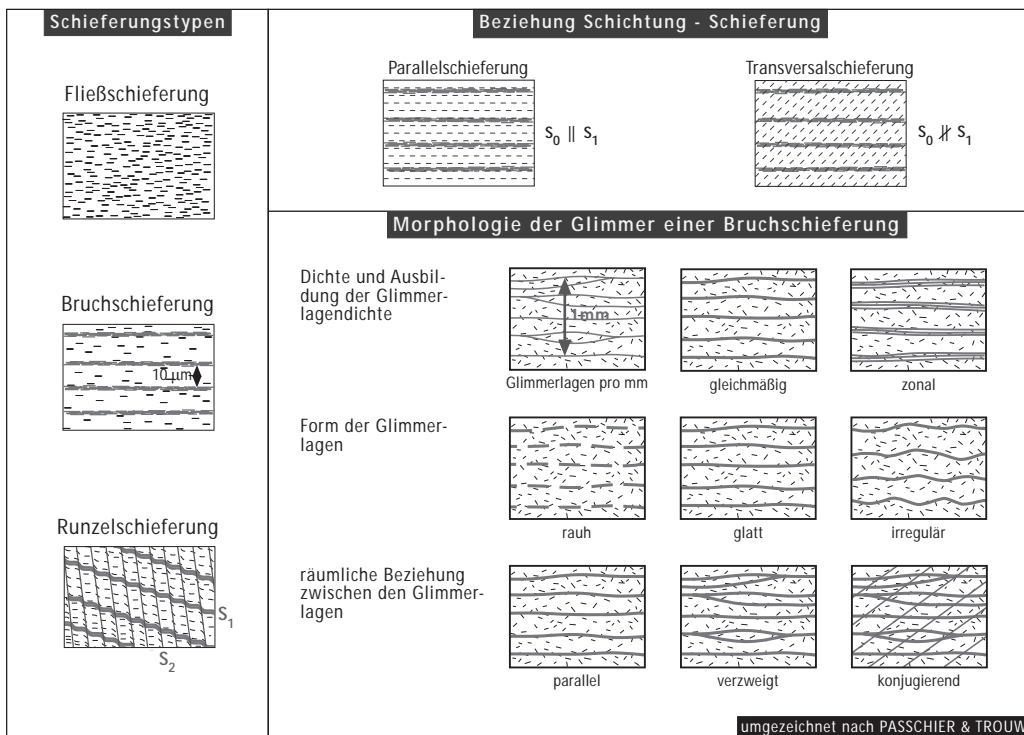
Das Gefüge

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.

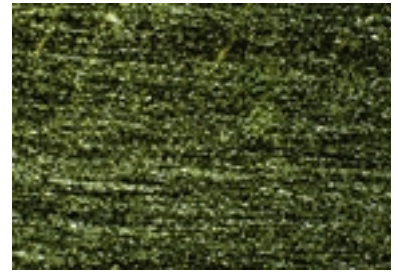


Die in der Euro-Norm aufgestellte Klassifikation kann als wenig sinnvoll erachtet werden. Einmal ist nicht genau nachvollziehbar, was wirklich die Unterschiede der einzelnen „Glimmergefüge“ sind und zum zweiten ist es für die mikroskopische Untersuchung nicht praktikabel. Das hier genutzte Schema umfaßt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

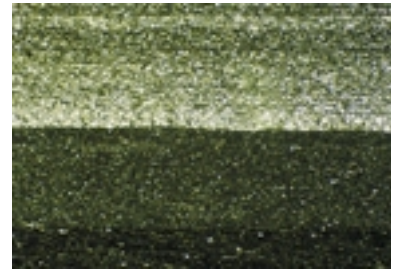


Glimmerlagendichten können gleichmäßig oder schwankend sein, d. h. es gibt Bereiche mit höherer und niedrigerer Dichte.

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.

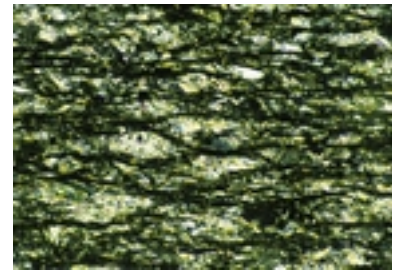


Im darauffolgenden Gefügephoto sind zwei Bereiche zu erkennen: Im unteren, dunkleren Bereich ist die Glimmerlagendichte höher als im oberen, helleren Bereich und die Grenze ist scharf ausgebildet. Zählt eine Person nur im oberen Teil und eine andere im unteren, kommen unterschiedliche Glimmerlagendichten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