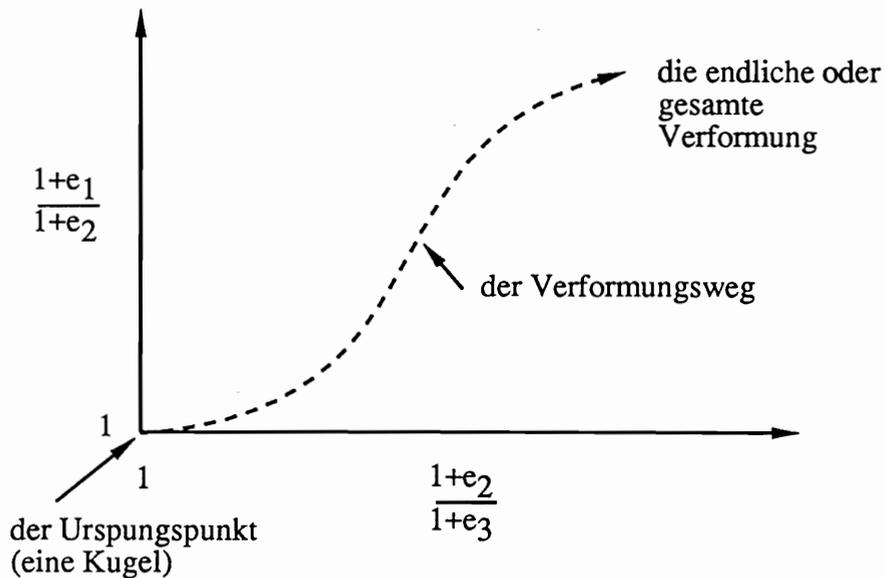


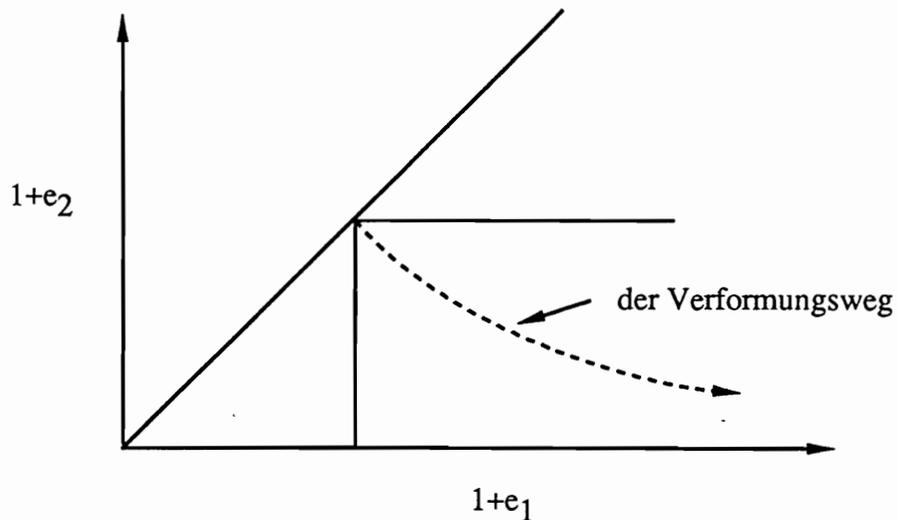
Fortschreitende Verformung

Bisher haben wir nur das Endpunkt der Verformung diskutiert (engl. "finite strain"). Nun müssen wir ein sehr wichtiges Konzept für das Verständnis der Entwicklung der geologischen Strukturen einführen: der Verformungsweg (engl. "deformation path").

In drei Dimensionen, auf dem Flinn-Diagramm:



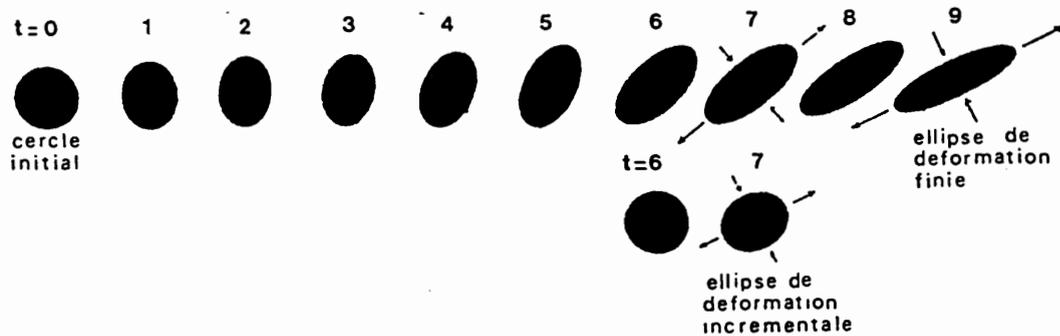
oder in zwei Dimensionen:



Viele charakteristische Merkmale der verformten Gesteine sind nicht nur von der endliche Verformung bestimmt, sondern sind von der Weg der Verformung auch abhängig.

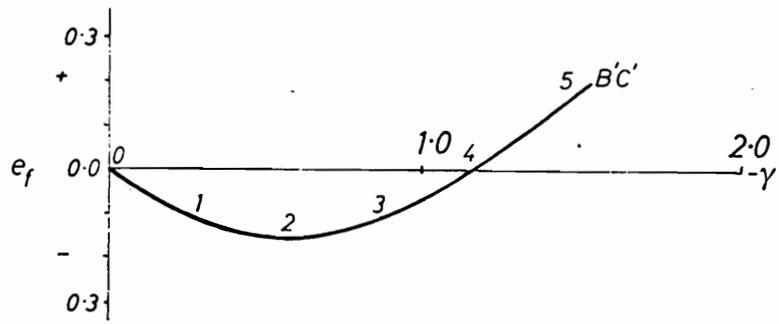
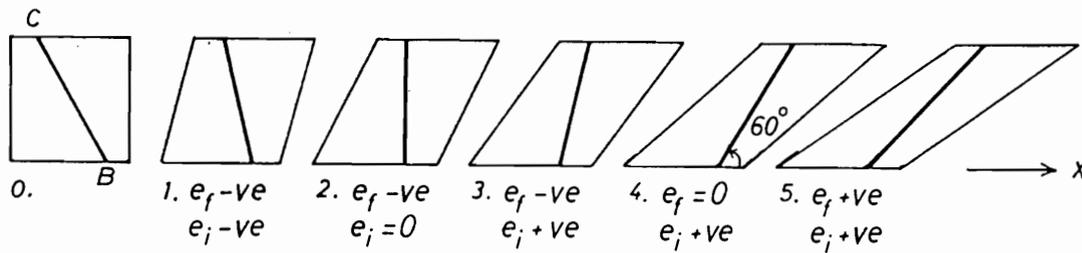
Wir haben eine Serie von intermediäre Ellipsoide zwischen dem Ursprungspunkt (od. ursprüngliche Kugel) und dem Endpunkt. Für jede endliche Verformung haben wir viele Möglichkeiten für den Verformungsweg.

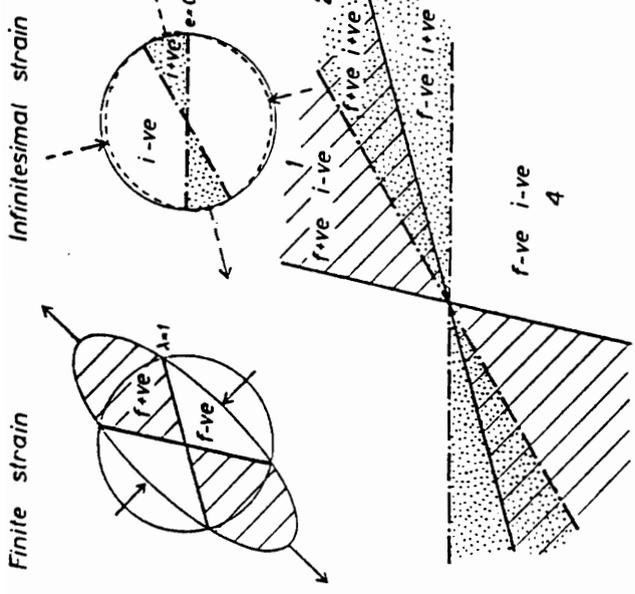
Verformungssequenz in zwei Dimensionen



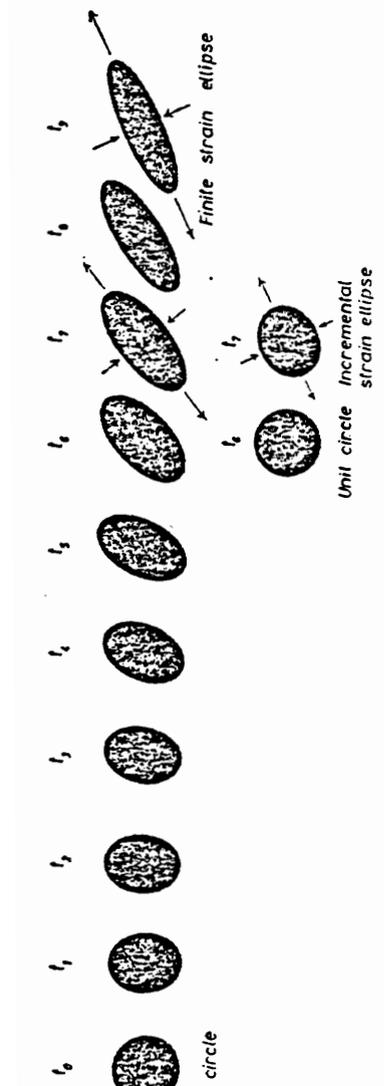
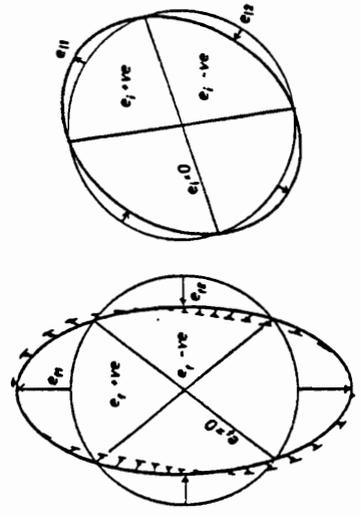
Das Konzept: Zwischen jeder zwei Stellen entlang dieser Verformungsbahn gibt es ein Inkrement der Verformung, z.B. wenn wir im Moment 1 die Ellipse durch einen Kreis ersetzen, würde er im Moment 2 eine Ellipse bilden. Diese Ellipse ist die sogenannte Inkrementalverformungsellipse. Wenn dieses Inkrement der Verformung sehr klein ist, wird sie die infinitesimale Verformungsellipse genannt. Die endliche Verformungsellipse ist natürlich ein Integral aller diesen infinstalen Verformungsellipsen.

Beispiel bei Einfache Scherung

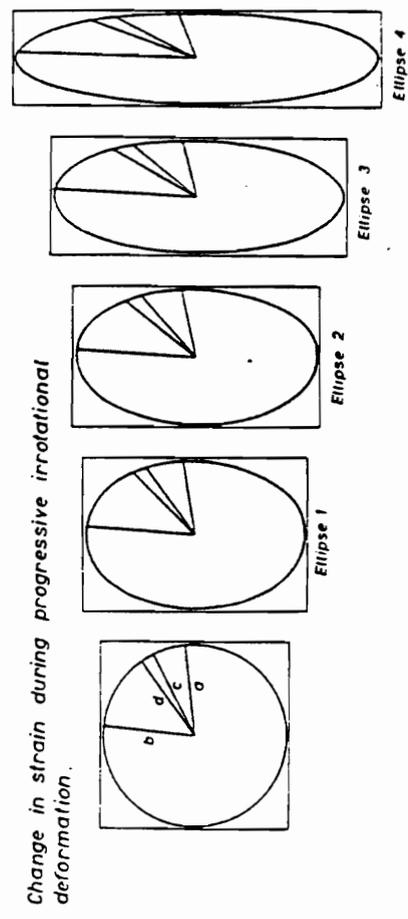




The relationship of finite and infinitesimal strain at any stage during the deformation, and the four zones that may result from an asymmetric combination of the two phenomena.

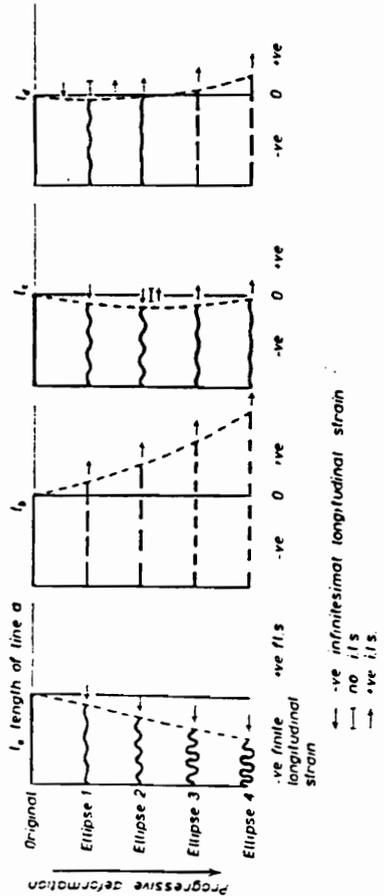


A progressive deformation sequence in two dimensions. The shape of the strain ellipse at different stages indicates the total strain at successive periods during the deformation. The incremental strain ellipse at t_7 records the additional distortion between stages t_6 and t_7 .



Change in strain during progressive irrotational deformation.

Changes in the longitudinal strains of lines a, b, c & d, and their effects in competent bands



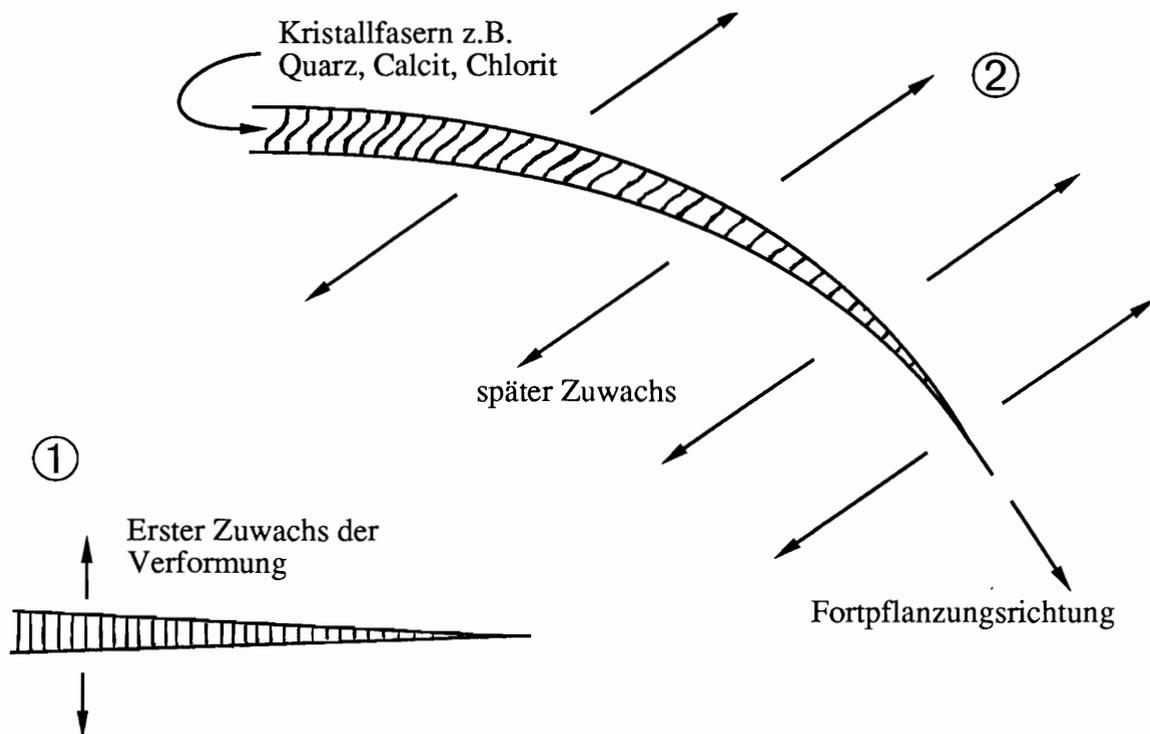
Changes in lengths of lines as a result of progressive pure shear

Bestimmung des natürlichen Verformungswegs

Das Studium der Entwicklung der Extensionsspalten, wenn sie während der Verformung öffnen, gibt uns eine Methode dieses Problem zu studieren.

Literatur: siehe Durney, D.W. & Ramsay, J.G. 1973. Incremental strains measured by syntectonic crystal growths. In "Gravity and Tectonics" (K.A. De Jong & R. Scholten, eds.) 67-96. Wiley, New York.

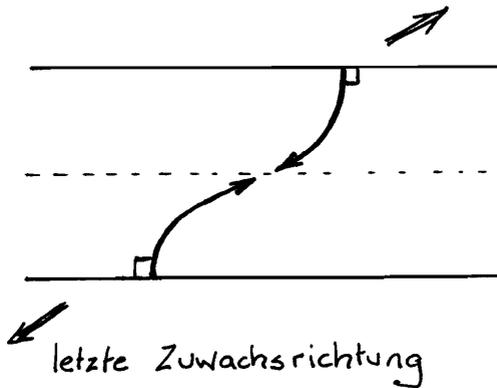
Wenn diese Spalten geöffnet werden, werden sie mit neuen, oft fasernächtigen, Mineralien gefüllt.



- Bemerkung:
- 1) Die Fasern selbst sind undeformiert
 - 2) Eine einzelne Faser verbindet zwei Punkte an den Ränder, die ursprünglich nebeneinander lag.

Wir haben vier verschiedene Haupttypen von Extensionsspalten:

A. Syntaxiale Spalten

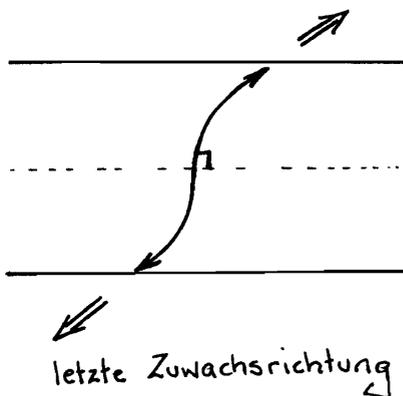


Das Mineral, das in der Bruchöffnung kristallisiert, ist gleich wie die Minerale in den Spaltenwänden.

z.B. Quarz in Quarzit
Calcit in Kalk

- Die Optikachsenorientierung der zwei Seiten ist nicht genau gleich.
- Die Optikachsenorientierung der Kristalle in der Spalte sind gleich wie die Richtungen der Kristalle in den Wänden
- Die Orientierung der Fasern wechselt mit der Öffnungsrichtung.
- Der Wachstumsinn ist von den Wänden bis zum Zentrum.

B. Antitaxiale Spalten



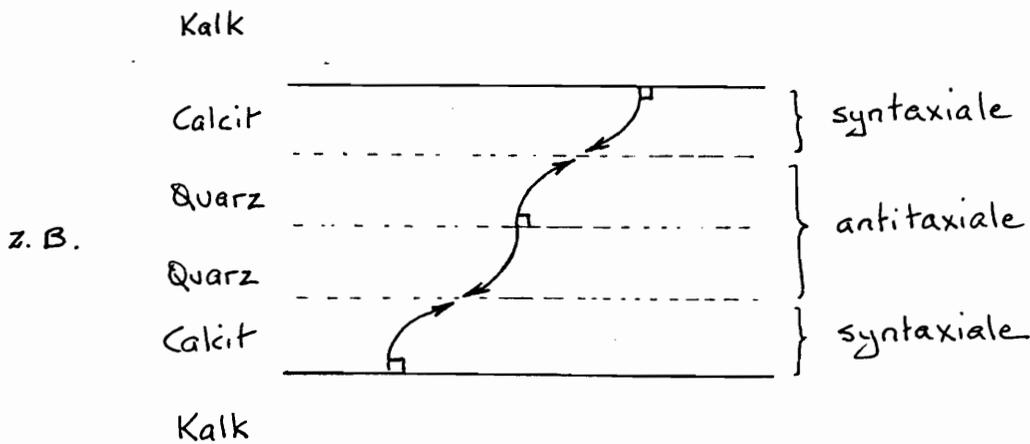
die Mittelfläche
(median surface)
oft mit Gesteinspulver
und Trümmer.

Das Mineral, das in der Bruchöffnung kristallisiert, ist nicht gleich wie die Minerale in den Spaltenwänden.

z.B. Quarz in Kalk
Calcit in Tonschiefer

- Die Optikachsenorientierung der Kristalle in der Spalte sind gleich durch der ganzen Spalte.

C. Zusammengesetzte Spalten (Composite Veins)

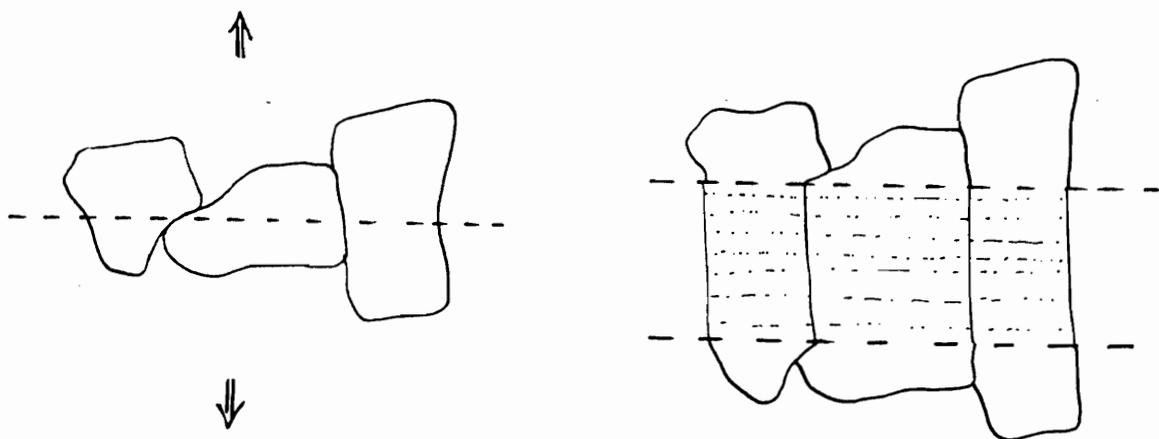


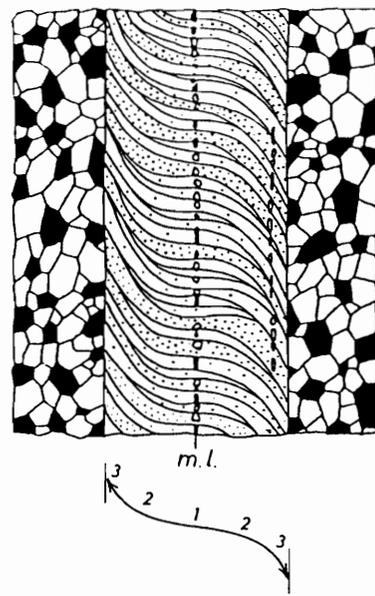
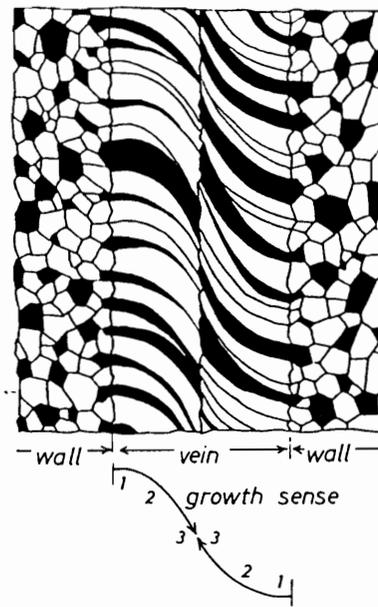
B. Gestreckte Kristallfasern

Wie bei syntaxialen Spalten, entspricht das Mineral der Fasern dem Hauptmineralkomponent des Muttergesteins. Der Zuwachs der Fasern unterscheidet sich von den syntaxialen Spalten, weil die Fasern eine kontinuierliche Optikachsenorientierung über der Spalte hält. Es gibt keine Mittelfläche. Es scheint, dass die Fasern in optische Kontinuität mit dem durchgebrochenen Gesteinskörner zugewachsen sind und dass, bei jedem Streckungsinkrement, die Fasern irgendwo selbst durchgebrochen wurden und dann mit neuem Material "geheilt" wären ("crack-seal mechanism"). Die Brüche sind jetzt durch Einschlüsse markiert.

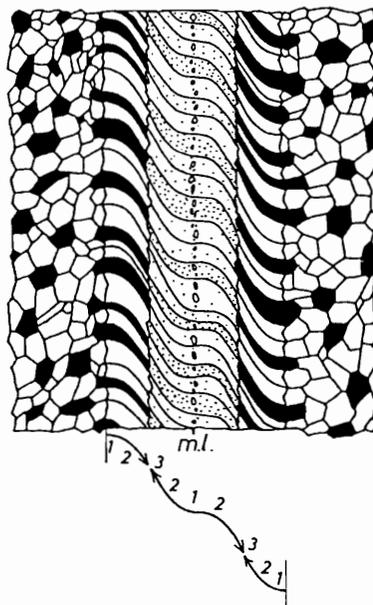
Literatur: Ramsay, J.G. 1980. The crack-seal mechanism of rock deformation.

Nature 284:135-139.





C Composite



D 'Stretched' crystals

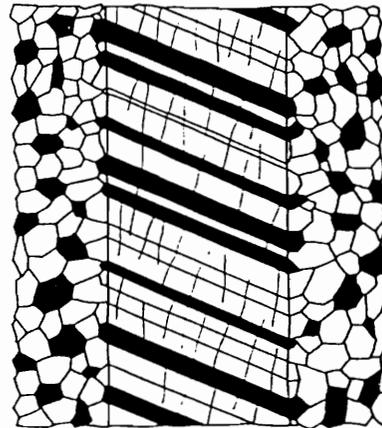


Figure 13.9. Principal features of the four main types of fibrous vein systems showing the relationship of the composition and crystallographic orientations of vein and wall rock crystals. The black and white unstippled areas are crystals of the same species but with differing crystallographic orientations. The stippled areas are crystals of another species, and their crystallographic orientations are indicated by differing intensities of stippling.

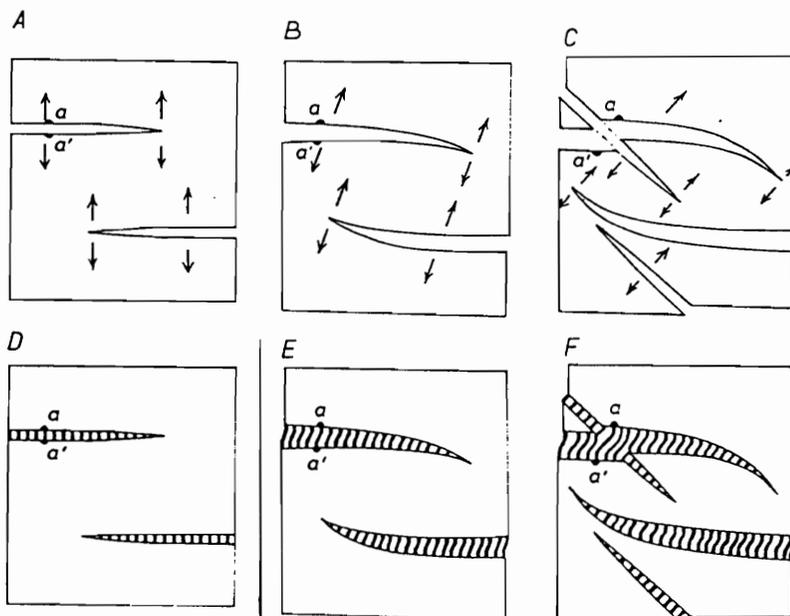


Figure 13.1. A, B and C show the geometry of progressively opening extension fissures; D, E and F illustrate the forms of crystal fibres forming syntectonically with the progressive opening. Points *a* and *a'* were once in contact and become separated during the progressive strain—the vector joining *a* to *a'* gives the local displacement vector of the vein walls—compare this with the fibre geometry.

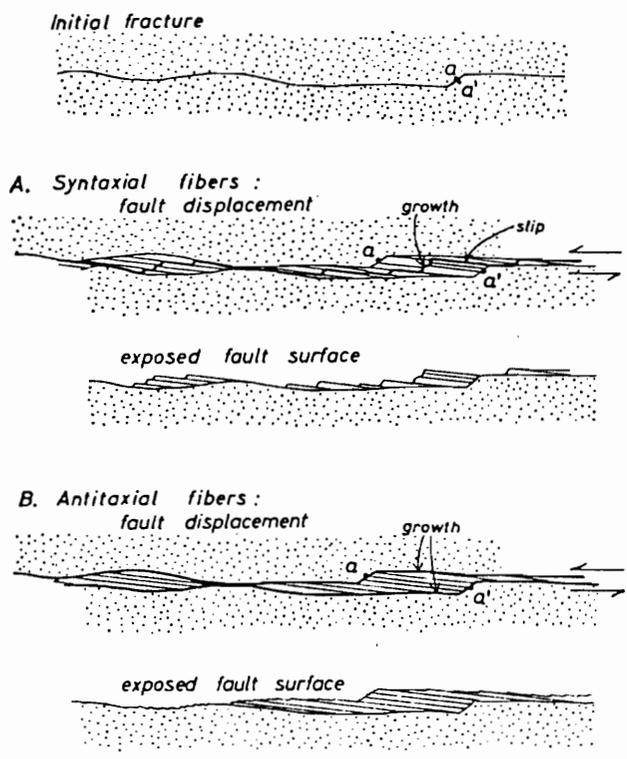
Kristallfasern in Druckschatten

- die Möglichkeiten:
- 1) Syntaxial
 - 2) Antitaxial
 - 3) Composite

siehe Diagramm auf nächster Seite

Kristallfasernwachstum entlang Bruchflächen

zeigt oft auch die Bewegungs-richtung und -sinn:



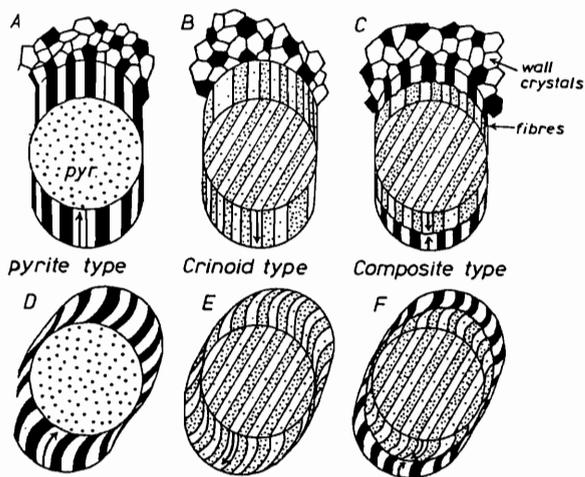


Figure 14.7. Three main types of pressure shadow. A, B and C show the appearance of the pressure shadows and the relationship of crystal fibres to object and wall under a coaxial deformation sequence; D, E and F show the same types under conditions of non-coaxial increments. Arrows show fibre growth sense. The black and unornamented areas are crystals of the same species but differing crystallographic orientations, the stippled areas are crystals of a second species.

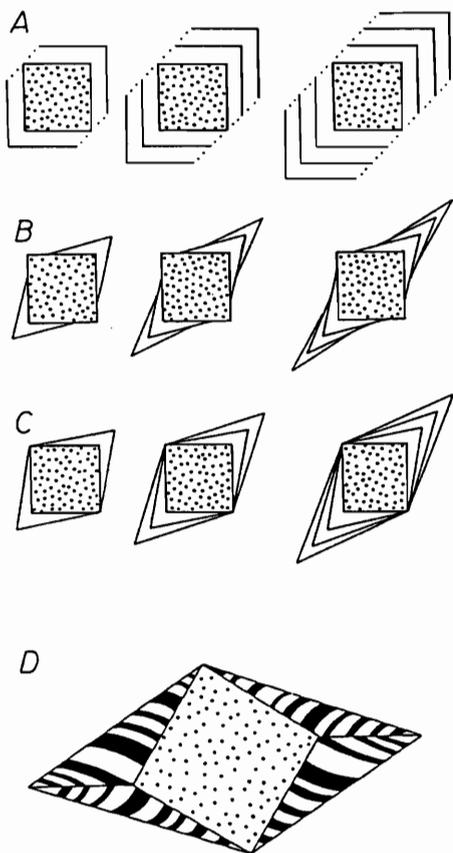


Figure 14.17. Pyrite type pressure shadows developed according to various models: A, rigid fibre; C, deformable fibre; B, intermediate between A and C with shortening perpendicular to main elongation direction. D shows the type of fibre geometry associated with deformed face controlled fibres.

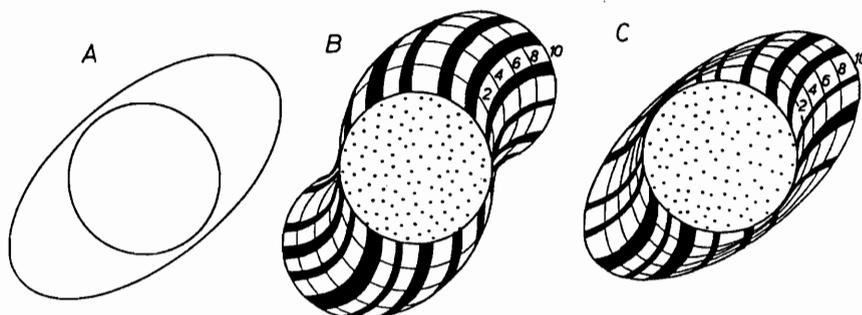


Figure 14.16. Geometric contrasts of the rigid fibre model (B) and deformable fibre model (C) in non-coaxial deformations for pyrite type pressure shadows. A shows the form of the finite strain ellipse.

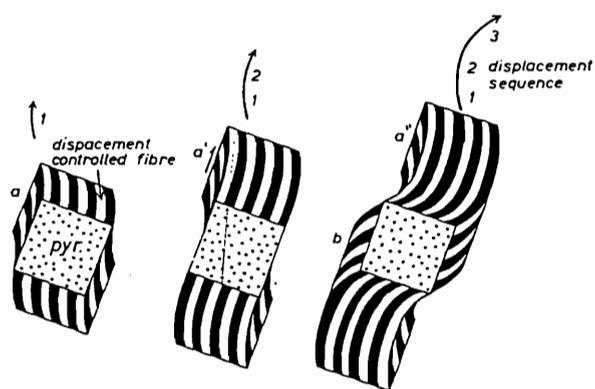


Figure 14.8. Development of a pyrite type pressure shadow around an euhedral rigid crystal. The fibres are displacement controlled. Those originally formed along the wall of the crystal at a become slid along the wall to a' and at the end stages are isolated from the wall on which they formed at a'.

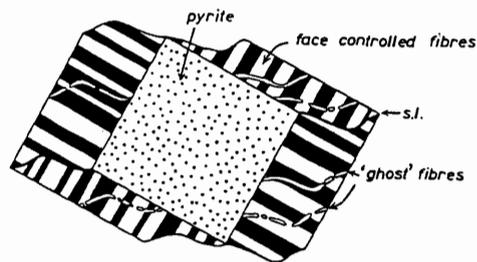


Figure 14.10. Typical geometric forms of face controlled fibres. The suture line (s.l.) between differently oriented face controlled fibre groups can be used to determine the displacement history. The fibres may contain inclusion-trails of "ghost" fibres which also are related to the displacement.

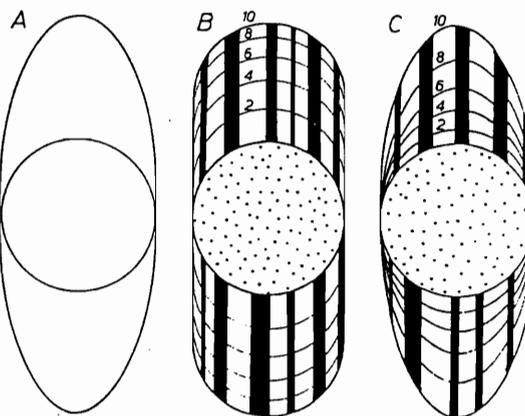
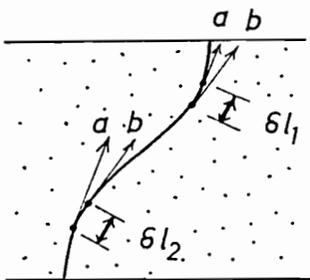


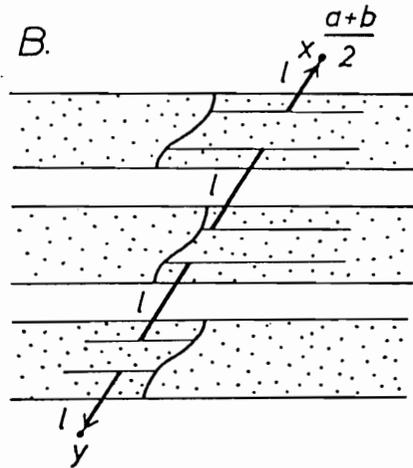
Figure 14.15. Geometric contrasts of the rigid fibre model (B) and deformable fibre model (C) in coaxial deformations for pyrite type pressure shadows. (A) shows the form of the finite strain ellipse. The numbers refer to successive increments and link fibres formed at identical times.

Messung der fortschreitenden Verformung anhand von Spalten

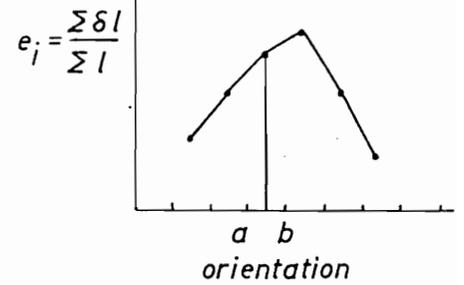
A.



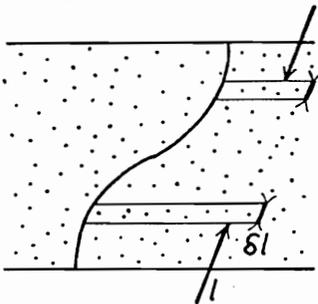
B.



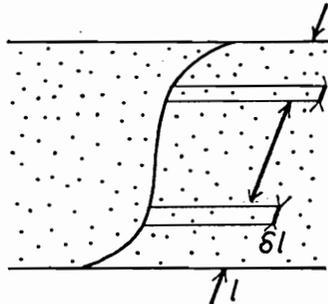
C.



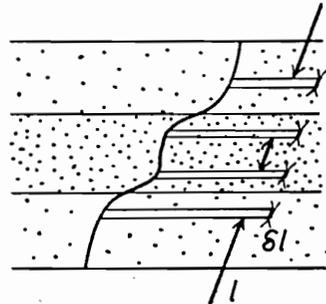
D. Syntaxial



E. Antitaxial

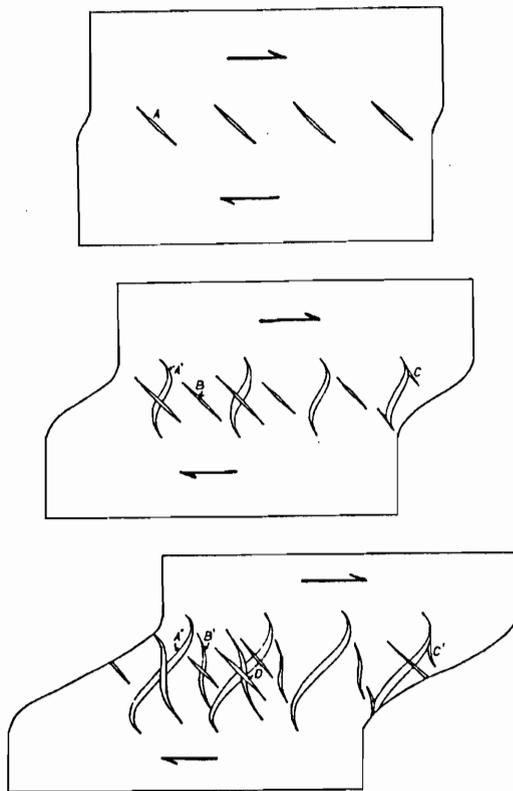


F. Composite



Zugspalten in Scherzonen

In der Natur sind Zugspalten, die oft während der Scherung sich entwickeln, sehr schöne Beispiele fortschreitender Verformung.



Rotation ⇨
 die Orientierung der Spalte wird endlich ungünstig für weitere Streckung in die 45° Richtung
 ⇨ eine neue Spalte wird dann initiiert u.s.w.

andere Möglichkeiten:

