

bi.geo

GEOLOGIE

220 001 VU

Unterlagen zur Geologieübung

KOMPASSMESSSEN

WS 2022 / 2023



Institut für Geotechnik
Forschungsbereich für Ingenieurgeologie

Technische Universität Wien
Karlsplatz 13/220-1, A-1040 Wien, Tel.: +43-1-58801-20301
Email: christine.cerny@tuwien.ac.at
<http://www.ig.tuwien.ac.at>

Gefüge

Die Raumdaten (Art und Lage der Gefügeelemente) im Inneren eines betrachteten Bereiches beschreiben dessen Gefüge.

Beispiele für flächenhafte Gefügeelemente:

(Sedimentäre) Schichtung (ss): lagenweiser Aufbau von Sedimentgesteinen, der durch Änderungen in den Sedimentationsbedingungen (z.B. Wasserspiegelschwankungen) entstanden ist (Ablagerung „Schicht auf Schicht“).

Schieferung (s): Merkmal metamorpher Gesteine, das durch Stoffumlagerungen oder differentielle Bewegungen entstanden ist. Diese Umlagerungen bzw. diese Bewegungen führten zur Einregelung der plattigen bzw. stengeligen Minerale (z. B. Glimmer, Hornblende).

Fugen, Klüfte: Trennflächen im Gestein, längs deren der Zusammenhalt ganz oder teilweise aufgehoben ist.

Solche Trennflächen entstehen z.B. durch Beanspruchung eines Gesteins über seine Bruchgrenze hinaus (durch Tektonik, durch Temperaturspannungen, durch künstliche Schaffung einer freien Oberfläche, wobei der ursprüngliche dreiachsige Spannungszustand verloren geht,...). Schicht- bzw. Schieferungsklüfte nennt man Trennflächen, die durch das „Aufgehen“ von Schicht- bzw. Schieferungsflächen entstanden sind.

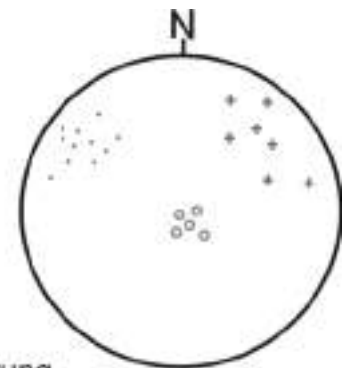
Beispiele für linienhafte Gefügeelemente:

Faltenachse: längs des Scheitels einer Falte gedachte Linie



Harnisch (-striemen): Spuren einer Bewegung an einer Fläche

Die Gefügeelemente (ihrer Art und Lage nach festgehalten, z.B. in Gefügediagrammen) im Fels beschreiben das Gefüge dieses Bereiches.



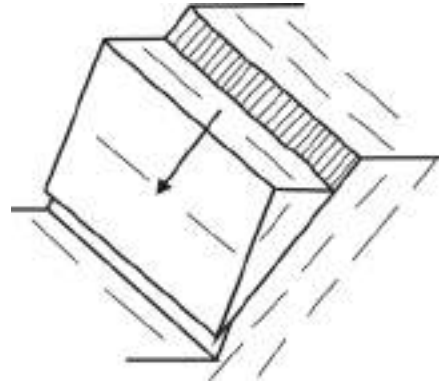
○ Schichtung
+ Schieferung
• Kluft

Abb.: Gefügediagramm

Beispiele für den Einfluss des Trennflächengefüges auf die Standsicherheit von Bauwerken in Fels

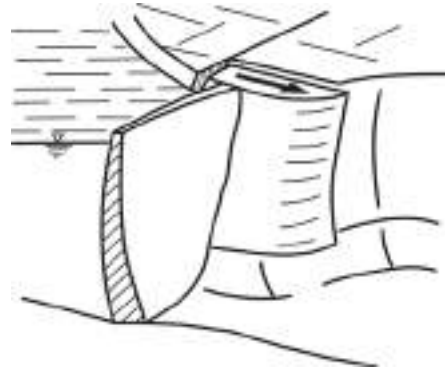
Felsböschungen

Abgleiten eines Großkluftkörpers auf einer unterschrittenen Kluft



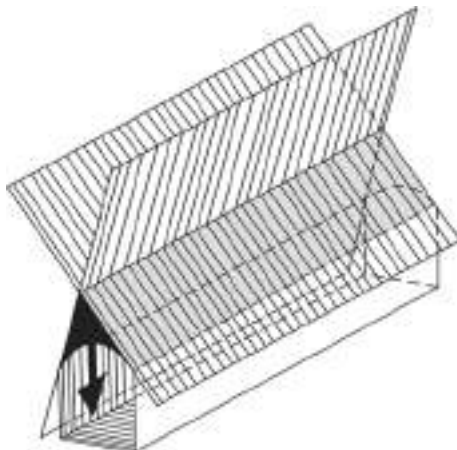
Gründungen

Versagen eines Talsperrenwiderlagers

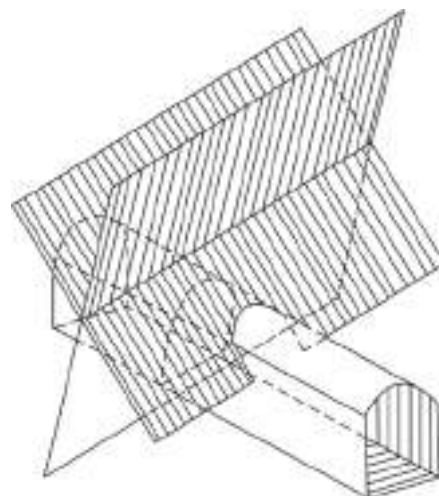


Tunnel und Kavernen

Ausrichtung einer Kavernenachse nach dem Trennflächengefüge



ungünstige Orientierung



günstige Orientierung

Gebräuchliche Bezeichnungsweisen für die Raumstellung geologischer Flächen



Beispiel 1: Fläche A: N25°E30°SE
Fläche B: N25°E30°NW

1) Angabe der Streichrichtung und Fallrichtung I

- Angabe des Azimuts der Streichrichtung durch Festlegung ihres Winkels gegen die Nordrichtung (in unserem Beispiel N 25°E), jeweils bis 90° von N gegen E bzw. N gegen W.
- Angabe des Winkels zwischen der Horizontalebene und dem Fallpfeil, im Beispiel 30°, ergänzt durch die Fallrichtung in unserem Beispiel SE, (da auch NW – Fallen möglich wäre).

Ganze Anschreibung: N 25° E 30° SE

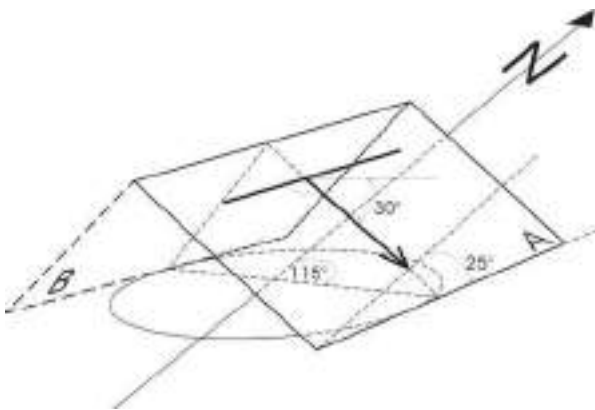
2) Angabe der Streichrichtung und der Fallrichtung -II

Von 1) dadurch unterschieden, dass der Winkel zwischen N und der Streichrichtung einsinnig im Uhrzeigersinn von N= 0° über E= 90° bis S=180° gezählt wird.
(Bsp1: ganze Ausschreibung der Fläche A:025/30 SE)

3) Angabe der Fallrichtung und des Fallwinkels (die bei uns eingeführte Methode!!!)

Es wird nicht das Azimut des Streichens (und der Fallwinkel) sondern das Azimut des Fallpfeils (und der Fallwinkel) angegeben.

Die Raumstellung der Fläche A ist durch die Zahlenangabe festgelegt.
Die Gegenfläche B hätte die Angabe 295/30.0



Beispiel 2: Fläche A 115/30
Fläche B 295/30

Anmerkung: Um Verwechslungen zu vermeiden wurde von Prof. Clar (Wien), der zweckmäßige Vorschlag gemacht, das Azimut, das sich auf den Vollkreis = 360° (oder 400°) bezieht, immer dreistellig anzuschreiben, z. B.: 005°, 044°, 225°, der Fallwinkel immer zweistellig.

In der Bundesrepublik Deutschland beginnt sich die Umstellung auf eine 400° - Einteilung einzubürgern. Wir machen derzeit hiervon noch keinen Gebrauch.

Der Aussageinhalt aller dieser Beschreibungsweisen ist derselbe. Es ist reine Gepflogenheit von Schule zu Schule, der einen oder anderen Schreibweise den Vorzug zu geben. In Anlehnung an die angloamerikanische Praxis bürgert sich die Schreibweise nach 3) immer mehr ein. Schreibweisen 1) und 2) bei uns außer Gebrauch.

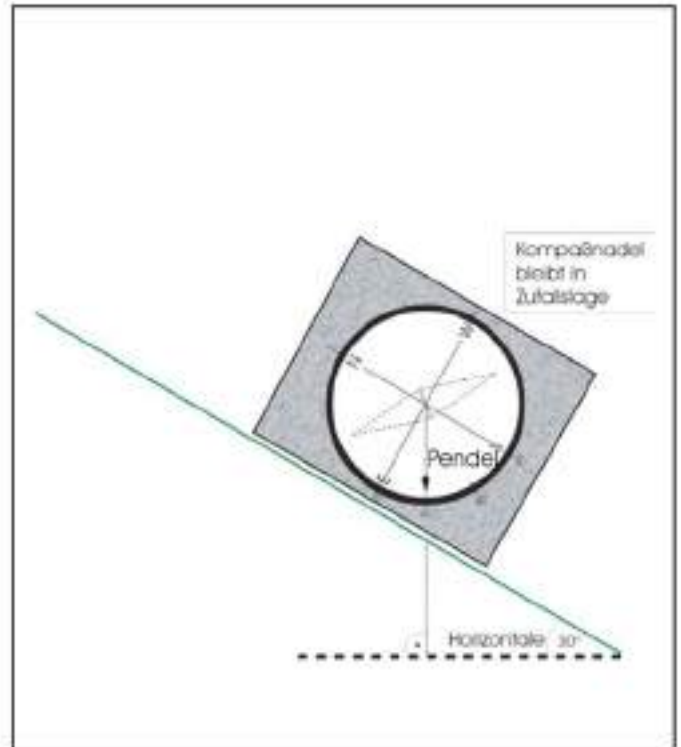
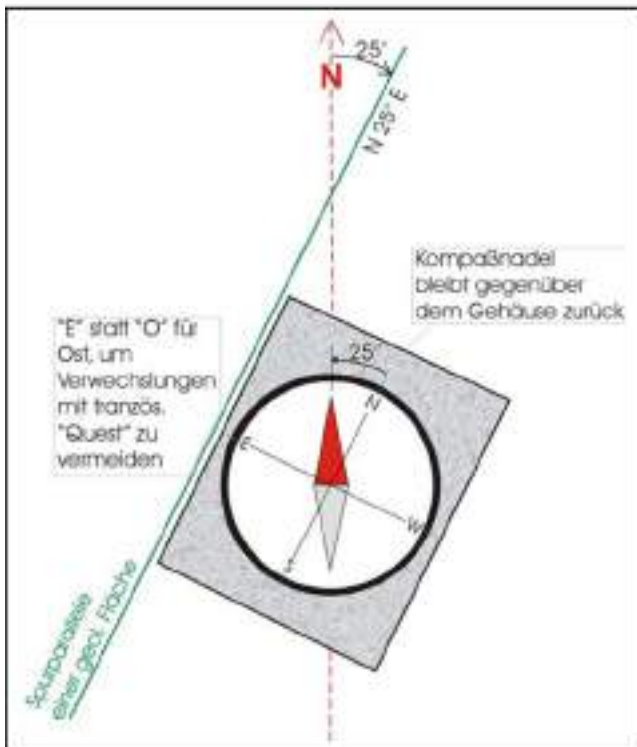
Der einkreisige Geologenkompass
(Bestimmung von Streichen und Fallen)

Beispiel:
Kluftfläche streicht N25°E, fällt 30°SE



Grundriss

Seitenansicht



Messung des Streichens

einer geologischen Fläche z.B.: Schichtfläche (ss), Schieferungsebene (s), Kluft (k)....

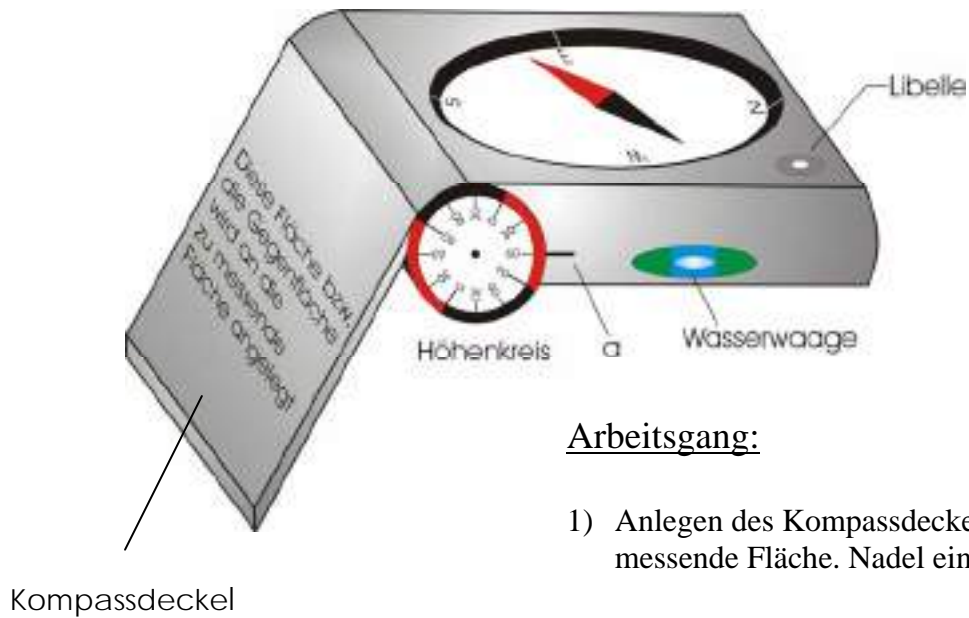
(In entsprechend angepasster Weise kann man auch das Azimut des Fallpfeiles messen)

Zur Beachtung: „Streichen“ und „Fallen“ sind wichtige Begriffe in der Geologie. Für die zahlenmäßige Festlegung der Raumstellung einer Fläche (z.B.: Kluftfläche, Schieferungsfläche u.s.w.) aber benutzen wir – außer dem Fallwinkel – nicht das Azimut der Streichrichtung sondern des Fallpfeils.

Messung des Fallwinkels

Der Neigungsmeter (Klinometer) im Kompass kann, wie hier dargestellt ein einfaches Pendel sein. Bei anderen Ausführungen ist das Pendel durch eine schwenkbare Wasserwaage ersetzt.

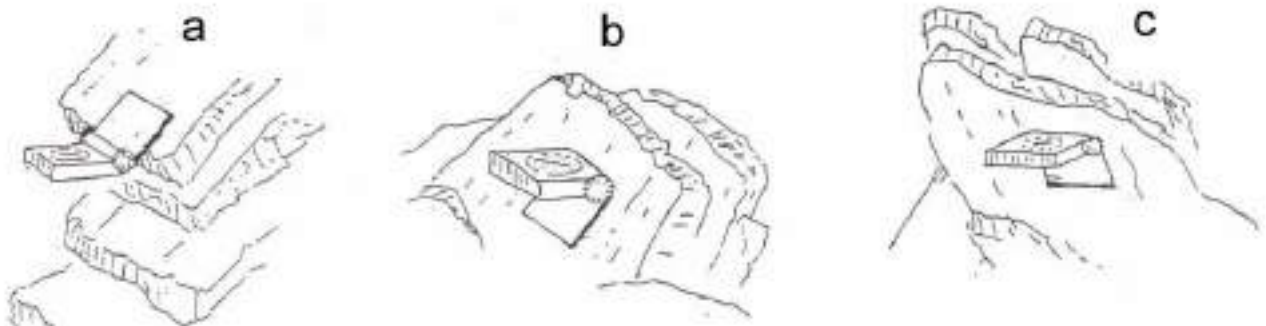
Der zweikreisige Geologenkompass (Clar-Kompass)
(Bestimmung von Fallrichtung und Fallwinkel)



Arbeitsgang:

- 1) Anlegen des Kompassdeckels an die zu messende Fläche. Nadel einspielen lassen
- 2) Ablesen der Zahl am Höhenkreis; Marke „a“ liegt im Beispiel im „roten“ Quadranten, daher
- 3) Ablesen des Azimuts an der roten Nadelseite.

Wenn Marke „a“ bei anderer Flächenlage im „schwarzen“ Quadranten liegt, wird das Azimut an der „schwarzen“ Nadelseite abgelesen.

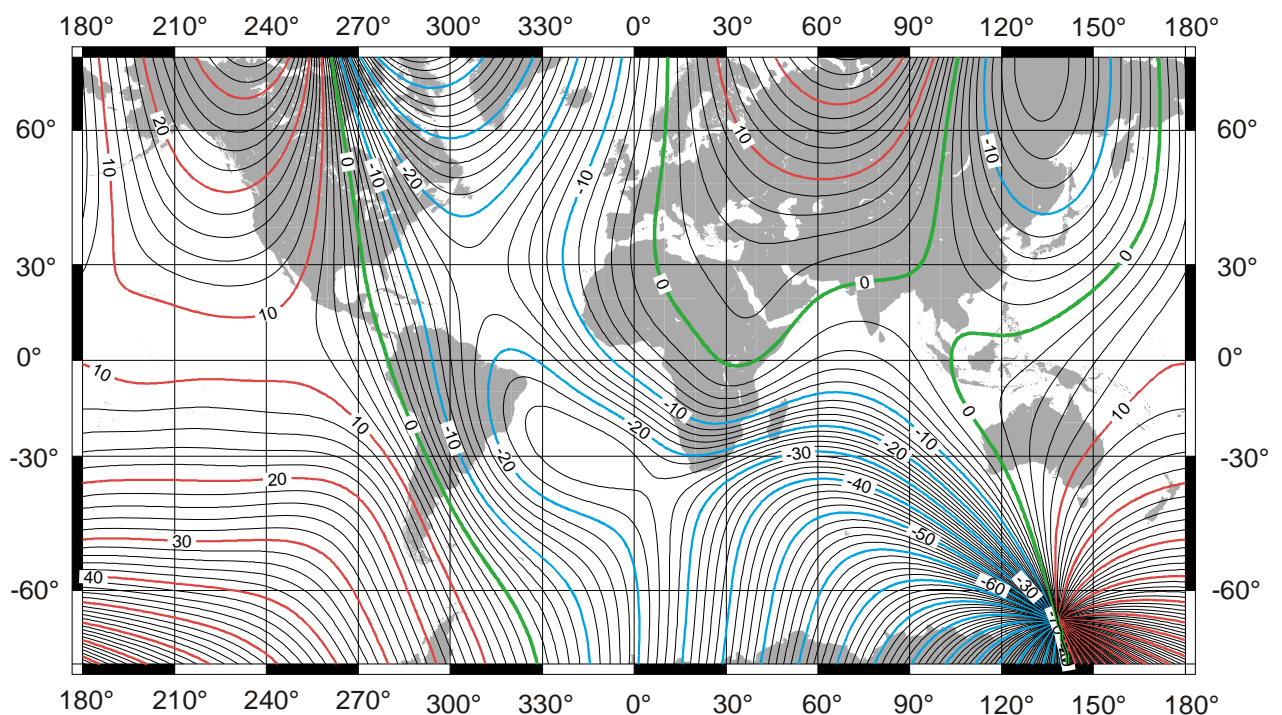
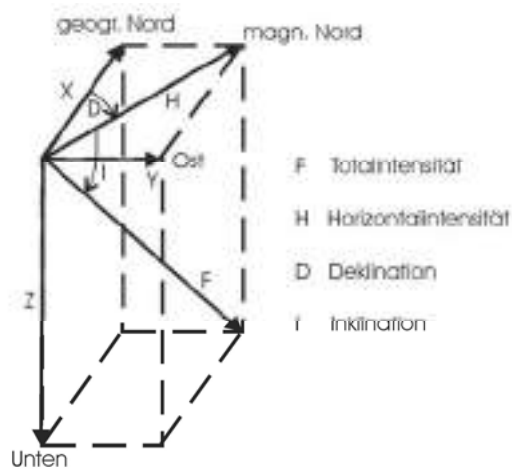


a, b und **c** sollen die prinzipiellen Möglichkeiten, einen zweikreisigen Geologenkompass anzulegen, veranschaulichen. Der Kompass wird für den Messvorgang mit Hilfe der eingebauten Wasserwaage oder Libelle horizontal eingestellt.

Kompassnadelabweichungen

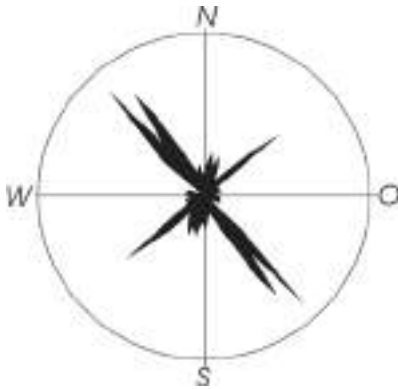
Wie allgemein bekannt, führen Kompassmessungen in der Nähe von Baumaschinen, Bewehrungsstahl u.s.w., sowie in der Nähe von Erzkörpern bzw. Vererzungen zu falschen Ergebnissen.

Gleiches gilt für Gebiete, in denen die magnetische Nordrichtung von der geographischen Nordrichtung abweicht (Deklination $\neq 0$). Für Messungen in solchen Gebieten kann der Teilkreis des Kompasses verdreht werden, um die jeweilige Deklination bei der Messung automatisch zu berücksichtigen. In Österreich ist die Deklination derzeit praktisch gleich 0; sie kann daher bei der Bestimmung der Raumstellung von Gefügeelementen vernachlässigt werden

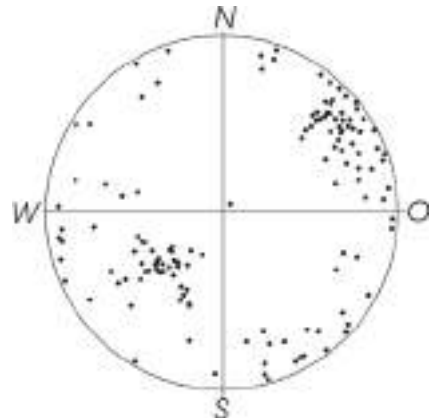


Linien gleicher Deklination (Isogonen) für das Jahr 2000 (<http://geology.usgs.gov/index.shtml>)

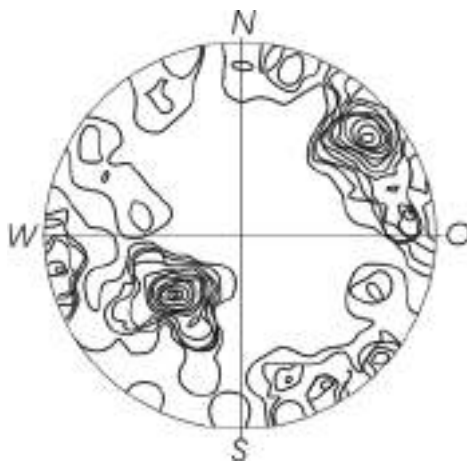
Darstellung eines Trennflächengefüges



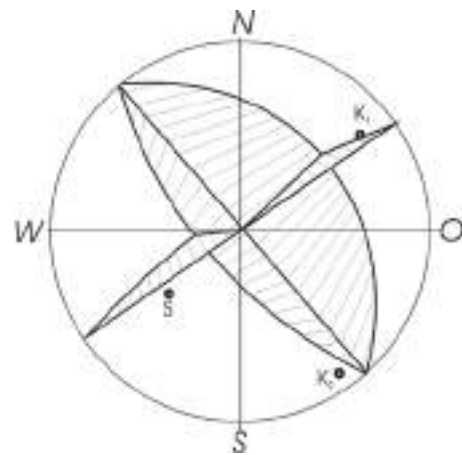
Kluftrose



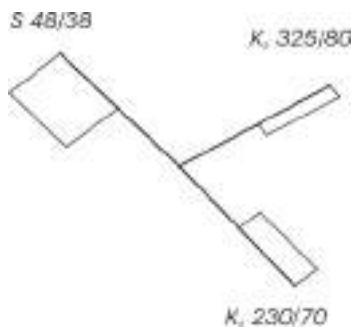
Lagenkugel - Flächenpoldiagramm



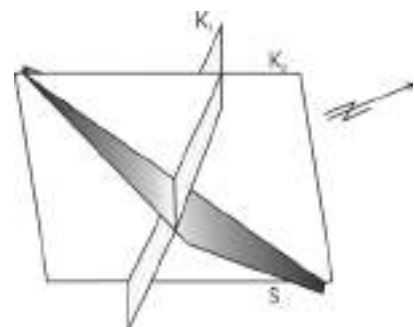
Lagenkugel Dichteplan



Lagenkugel - Großkreise



Einheitsquadrate nach L. MÜLLER



Axonometrische Darstellung

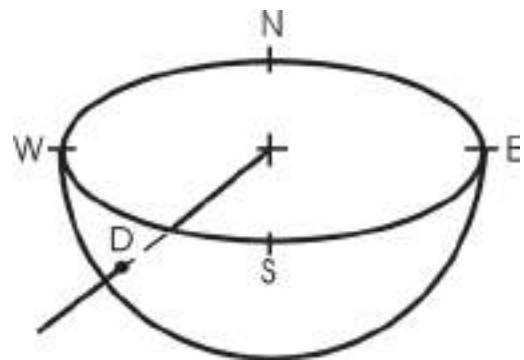
Die Lagenkugel

Die Lagenkugel dient zur Abbildung sowohl der Raumstellung von flächenhaften und linienhaften Gefügeelementen als auch der Stellung solcher Elemente zueinander.

Vorerst werden alle betrachteten Gefügeelemente (gedanklich) so parallel verschoben, dass sie durch einen Punkt verlaufen. Der Verschnitt der Gefügeelemente mit einer nach den Himmelsrichtungen orientierten Kugel um diesen Punkt gibt die Raumstellung der Elemente eindeutig wieder. Aus Vereinfachungsgründen wird nur die untere Hälfte der Kugel (Lagenkugel) betrachtet.

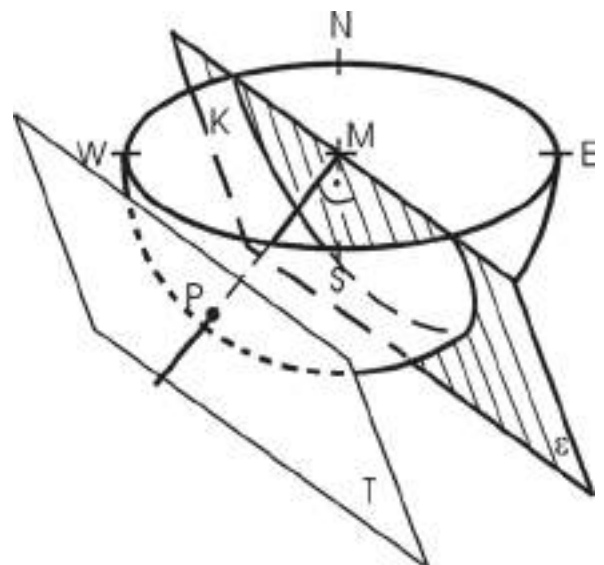
Raumstellung einer Linearen

Abbildung der Raumstellung einer Linearen durch deren Durchstoßpunkt (D) durch die Lagenkugel.



Raumstellung einer Fläche

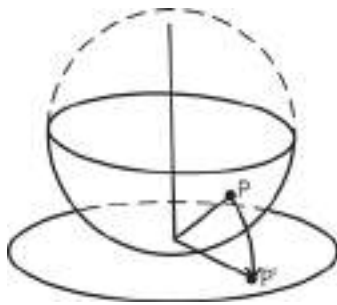
Abbildung der Raumstellung einer Fläche (ε) durch deren Schnittkreis (K) und den Durchstoßpunkt der im Mittelpunkt der Kugel (M) errichteten Flächennormalen (Pol P); Der Pol (P) der Fläche ist zugleich der Berührungspunkt einer zur Fläche parallelen Tangentialebene (τ).



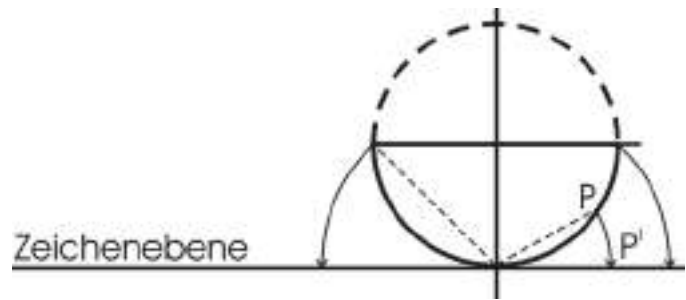
Die flächentreue Projektion der Lagenkugel

Zur Darstellung von Gefügen (z.B. in Karten bzw. Plänen) wird die Lagenkugel in eine Zeichenebene projiziert. Diese Projektion erfolgt flächentreu, um in der Zeichenebene Besetzungsdichten (Pole/Flächeneinheit) bestimmen zu können (siehe Studienblatt „Gefügestatistik“).

Prinzip der flächentreuen Projektion

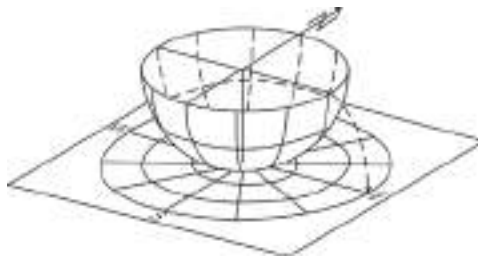


Vertikalschnitt durch Kugelmittelpunkt und P

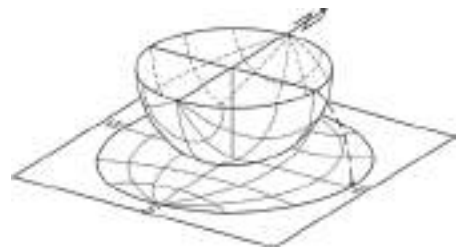


Als Zeichenhilfe werden die Projektionen von Gradnetzen (Längen- und Breitenkreise) auf die Pol- bzw. Äquatorebene verwendet.

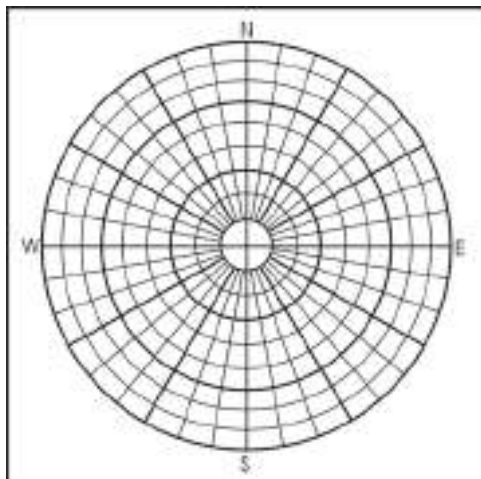
Projektion in die Äquatorebene (Pollage)



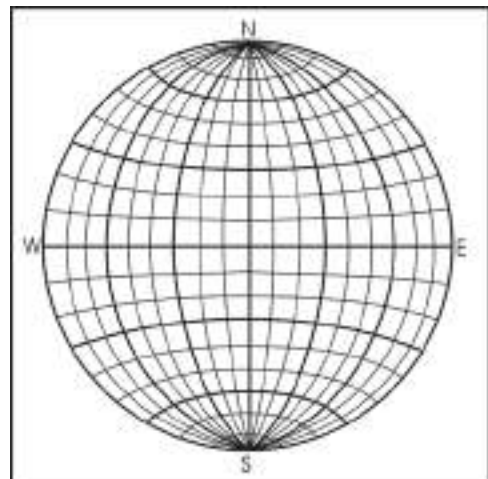
Projektion in die Polebene (Äquatorlage)



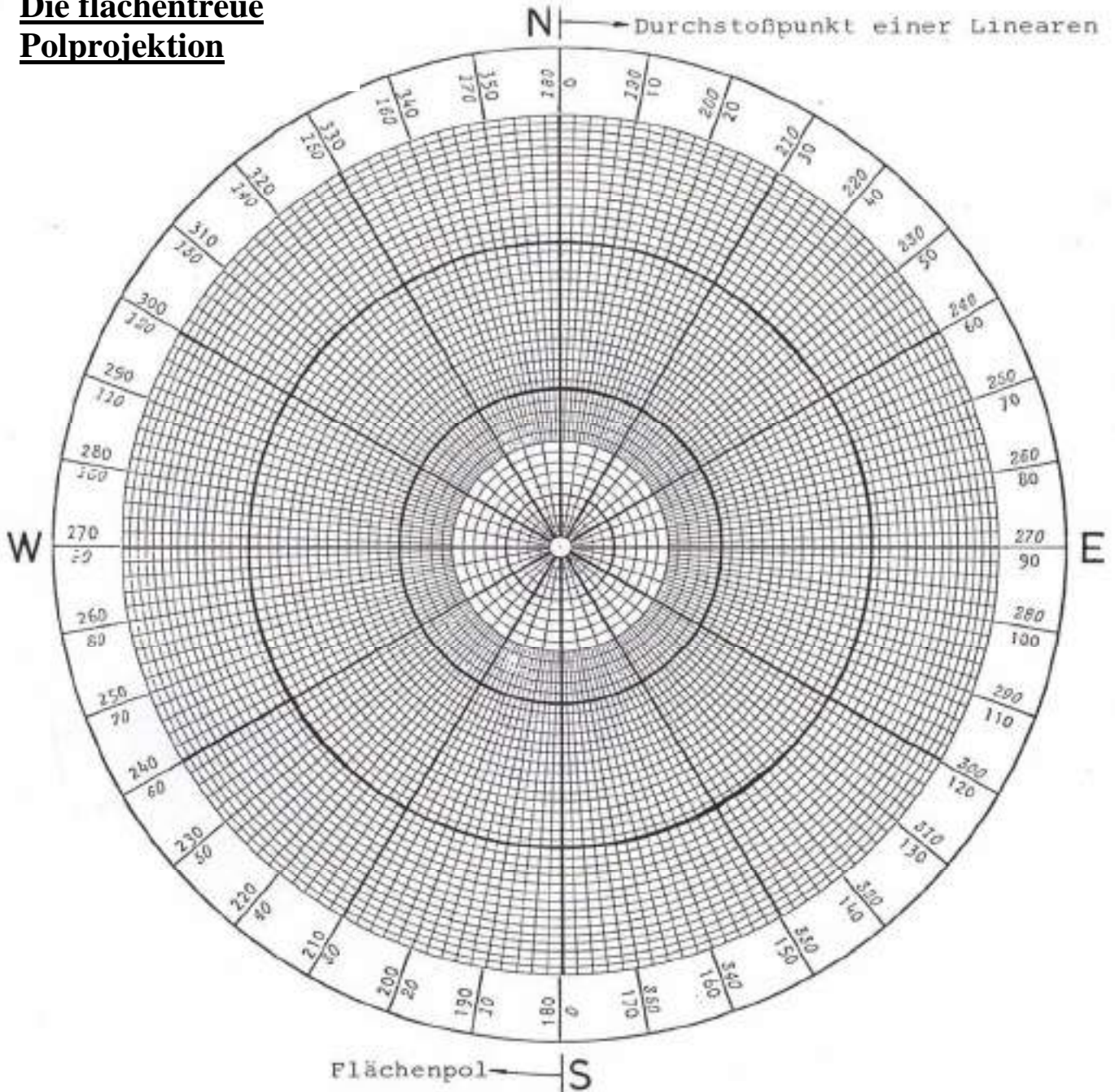
Flächentreue Polprojektion



flächentreue Azimutalprojektion (Schmidtsches Netz)

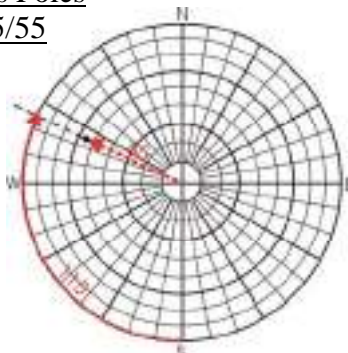


Die flächentreue Polprojektion

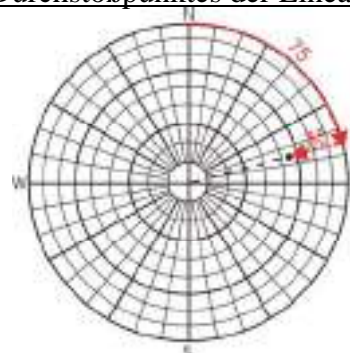


Die flächentreue Polprojektion wird zur raschen Eintragung von Polen flächenhafter Gefügeelemente und von Durchstoßpunkten linearer Gefügeelemente verwendet. Mit diesem Netz können keine geometrischen Aufgaben gelöst werden.

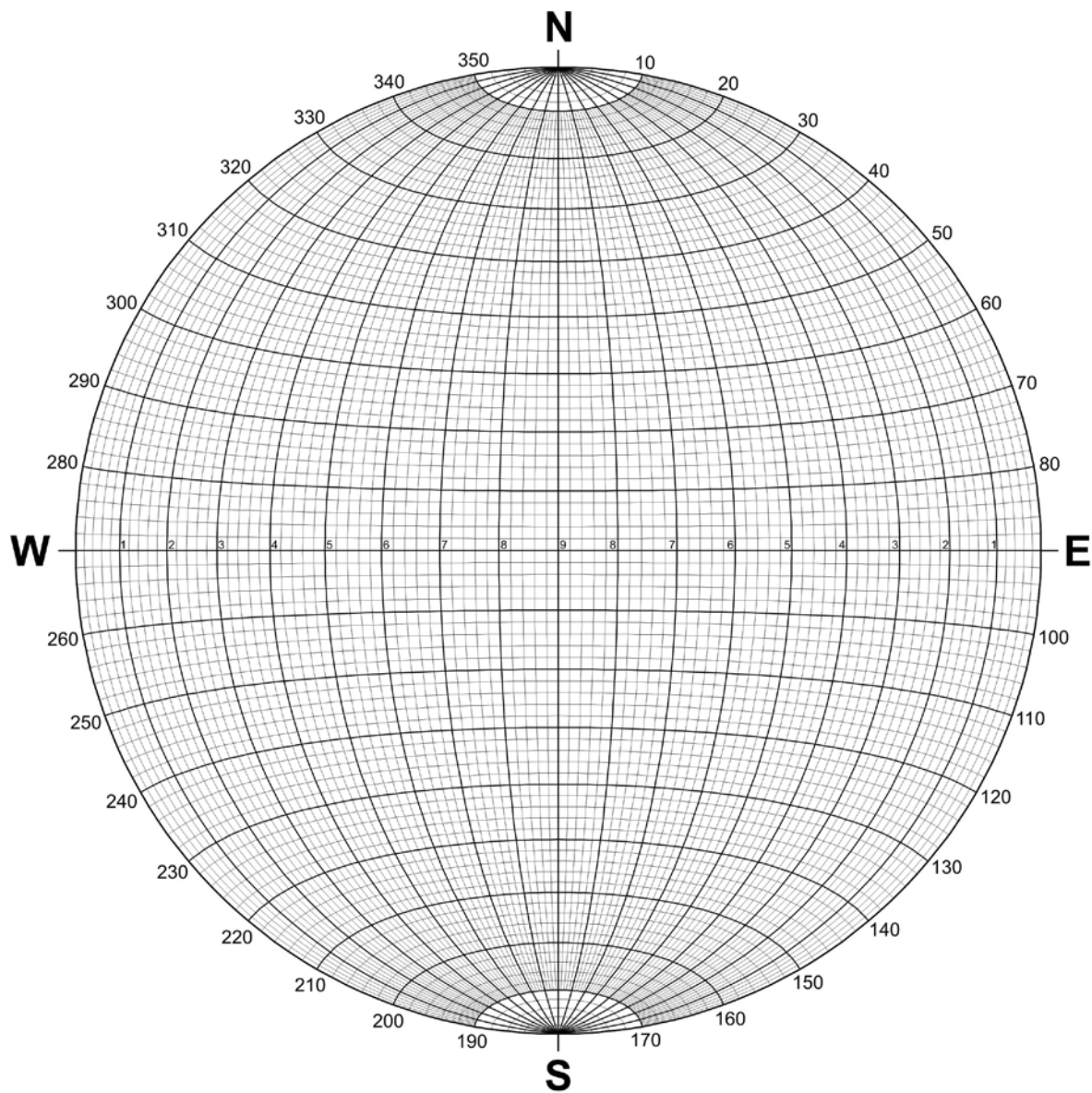
Eintragung des Poles der Fläche 115/55



Eintragung des Durchstoßpunktes der Linearen 075/35



Flächentreue, stereographische Projektion (Schmidtsches Netz)



Das Schmidtsche Netz ist die flächentreue, stereographische Projektion des Gradnetzes einer Halbkugel auf eine Ebene. Dieses Netz ist ein Hilfsmittel für die 2-dimensionale Darstellung von 3-dimensionalen, geologischen Strukturen. Mit dieser Methode können Ebenen (z.B.: Schichtung, Schieferung, Klüfte) als Schnittkreise oder als Durchstoßpunkte ihrer Ebenennormalen dargestellt werden. Lineare (z.B.: Faltenachsen, Streckungslineare, etc.) können ebenfalls als Durchstoßpunkte konstruiert werden.

Mit Hilfe dieses Netzes können weiters auch geometrische Aufgaben durchgeführt werden, z.B.:

Bestimmung der Schnittgeraden zweier Flächen

Bestimmung des Raumwinkels zwischen Linearen und/oder Flächen

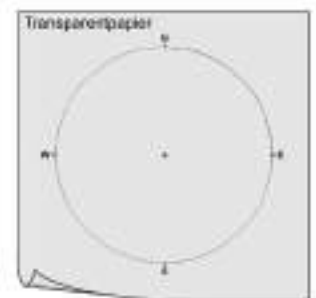
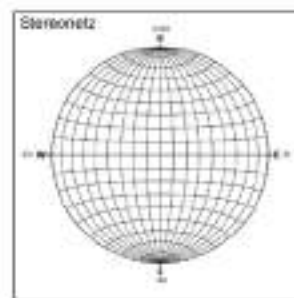
Eintragung von Flächen und Linearen in das Schmidtsche Netz

Für das Eintragen von Flächen und Linearen braucht man: ein Schmidtsches Netz, Transparentpapier, Bleistift und optional einen Reißnagel.

Tipps:

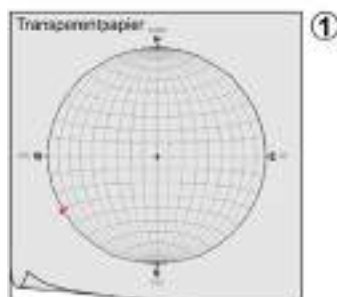
- ☞ Vor der Konstruktion immer die Lage der einzelnen Gefügeelemente im Raum vorstellen!!!
- ☞ Die Durchstoßpunkte von flachen Linearen befinden sich nahe des Umrisskreises des Netzes, je steiler (= je höher der Fallwinkel) sie sind, desto näher sind sie beim Kreismittelpunkt.
- ☞ Die wahren Fallwinkel von Ebenen und Linearen können grundsätzlich nur an der E-W-Achse und der N-S-Achse des Schmid'schen Netzes eingetragen bzw. abgelesen werden.
- ☞ Zum Ablesen der Werte von bereits eingetragenen Punkten sind die einzelnen Konstruktionsschritte in umgekehrter Reihenfolge durchzuführen.

Als erster Schritt werden die Umrisslinie des Schmid'schen Netzes, der Netzmittelpunkt und die Himmelsrichtungen von dem darunter liegenden Netz auf das Transparentpapier durchgepaust. Der Reißnagel wird von unten durch den Mittelpunkt des Netzes und durch den Mittelpunkt des Umrisskreises des Transparentes gestochen, damit das Transparent beim Drehen genau über dem Netzmittelpunkt bleibt.

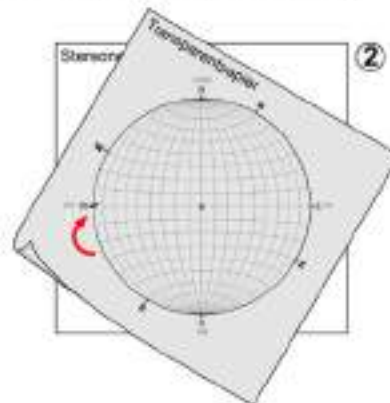


Beispiel 1: Konstruktion des Durchstoßpunktes des Linears 240/30:

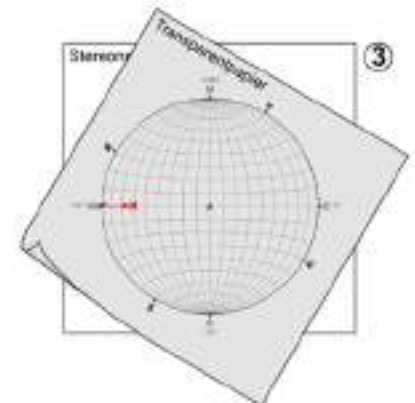
[diese Werte bedeuten, dass dieses Linear in Richtung 240 (=SW) mit 30° einfällt!]



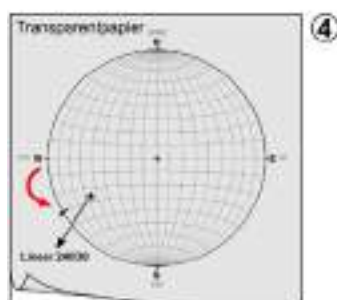
1) Markierung der Fallrichtung bei 240° am Transparentpapier.



2) Drehung des Transparentpapiers, bis die Markierung bei der E- oder W-Markierung ist.



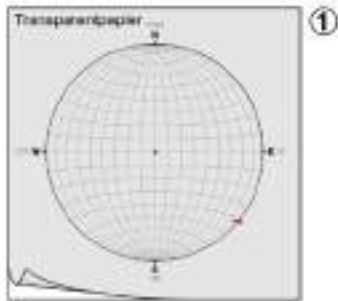
3) Abtragen des 30° Fallwinkels von der Markierung entlang der E-W-Achse nach innen. Die Kreuzmarkierung ist bereits der Durchstoßpunkt des Linears mit der Halbkugel der Projektion!



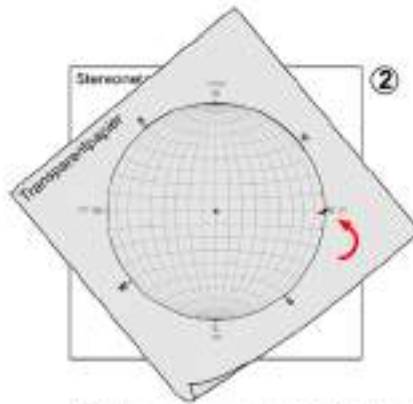
4) Transparentpapier in Ausgangslage zurück drehen, fertig!

Beispiel 2: Konstruktion des Durchstoßpunktes der Ebenennormalen und des Schnittkreises der Ebene 130/50:

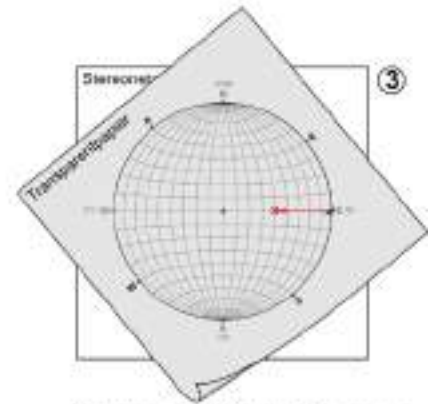
(diese Werte bedeuten, dass diese Ebene in Richtung 130 (=SE) mit 50° einfällt!!!)



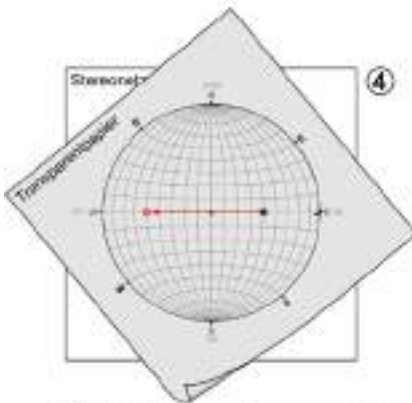
1) Markierung der Fallrichtung bei 130° am Transparentpapier.



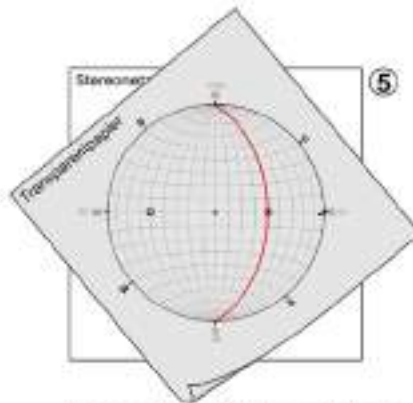
2) Drehung des Transparentpapiers, bis die Markierung bei der E- oder W-Markierung ist.



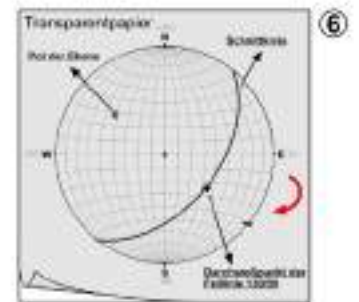
3) Abtragen des 50° Fallwinkels von der Markierung entlang der E-Achse nach innen. (Die Kreuzmarkierung entspricht dem Durchstoßpunkt der Falllinie der Ebene durch die Lagenkugel)



4) Von der Kreuzmarkierung aus werden 90° abgetragen und man erhält den Durchstoßpunkt der Ebenennormalen.



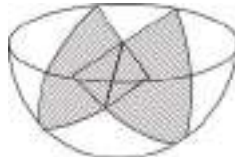
5) Entlang des Großkreises, auf dem die Kreuzmarkierung der Falllinie liegt, wird der Schnittkreis der Ebene mit der Lagenkugel gezeichnet.



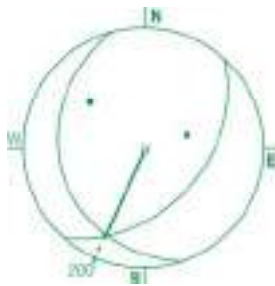
6) Transparentpapier in Ausgangslage zurück drehen, fertig!

Bestimmung der Schnittlinie zweier Flächen und des Raumwinkels zwischen Linearen und/oder Flächen mit der flächentreuen Azimutalprojektion

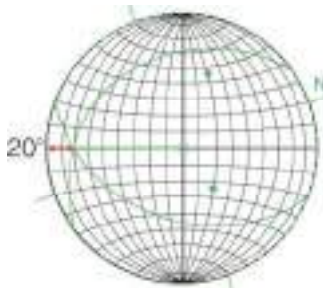
Bestimmung der Schnittlinie der Flächen 130/50 und 250/30



Die Schnittlinie zweier Flächen muss definitionsgemäß durch den Mittelpunkt der Lagenkugel (bzw. durch das Zentrum des Netzes) gehen.

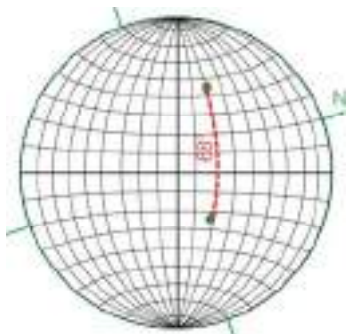


Der Schnittpunkt der Schnittkreise beider Flächen ist der Durchstoßpunkt der Schnittlinie durch die Lagenkugel. Die Fallrichtung der Schnittlinie kann direkt an der Gradteilung des Netzes abgelesen werden.



Wird das Deckblatt gedreht, bis der Schnittpunkt der Schnittkreise zwischen der West – oder der Ost – Marke des Netzes und dem Zentrum des Netzes liegt, kann vom Rand des Netzes weg der Fallwinkel der Schnittlinie abgezählt werden. Die Raumstellung der Schnittgeraden ergibt sich daher zu 200/20.

Bestimmung der Raumwinkel zwischen den Linearen 070/60 und 310/40



Das Deckblatt wird über dem Netz gedreht, bis die Durchstoßpunkte der beiden Linearen auf einem Großkreis des Netzes liegen. Der Winkel zwischen den beiden Durchstoßpunkten wird entlang dieses Großkreises abgezählt. Die gesuchten Winkel ergeben sich zu 68° bzw. $180 - 68 = 112^\circ$. Welcher Winkel von diesen beiden maßgebend ist, hängt von der jeweiligen Aufgabe ab. Mit Hilfe dieser Methode können auch die Winkel zwischen Linearen und Flächen (z.B. zwischen einer Kraft und einer Schieferungsfläche) und zwischen zwei Flächen (als Winkel zwischen ihren Flächennormalen) bestimmt werden (in letzterem Fall wird der Winkel zwischen den beiden Polen entlang eines Großkreises abgezählt).

(Den Winkel zwischen einer Fläche und einer Linearen erhält man, indem man den Winkel zwischen dem Durchstoßpunkt der Linearen und dem Flächenpol abzählt und von 90° abzieht.)

Kinematische Untersuchung von Kluftkörpern in Felsböschungen

Abgleiten eines Kluftkörpers auf einer Trennfläche (=Gleitfläche)

Auf einer Trennfläche kann ein Kluftkörper unter alleiniger Einwirkung der Schwerkraft nur dann abgleiten, wenn der **Fallpfeil der Gleitfläche** ins Freie zeigt.

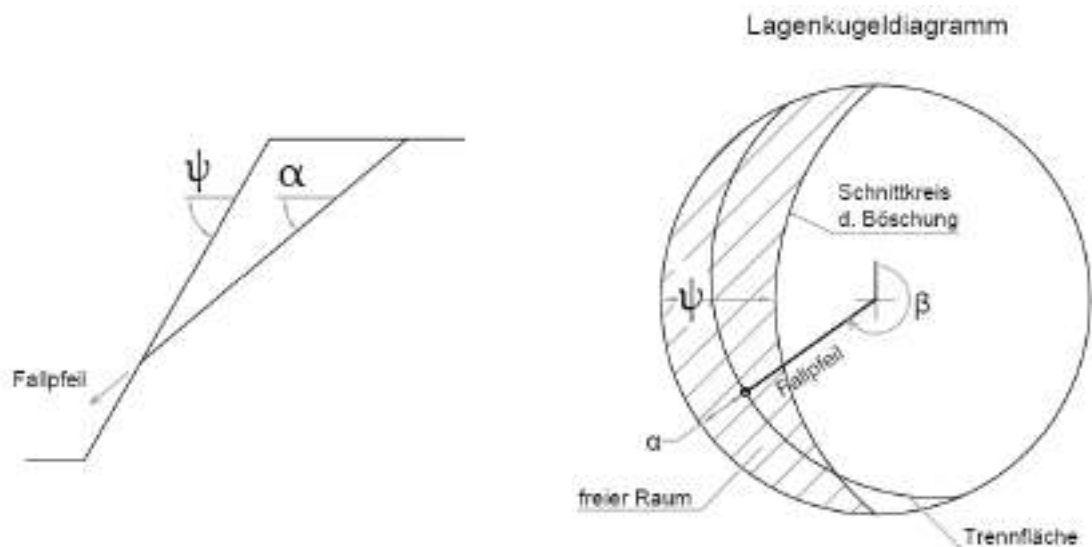


Abb. 2.1. Durchstoßpunkt des Fallpfeiles der Gleitfläche muss in der schraffierten Fläche liegen, um Gleiten zu ermöglichen

β ... Fallrichtung

Gleiten eines Kluftkörpers (Keil) auf zwei Trennflächen

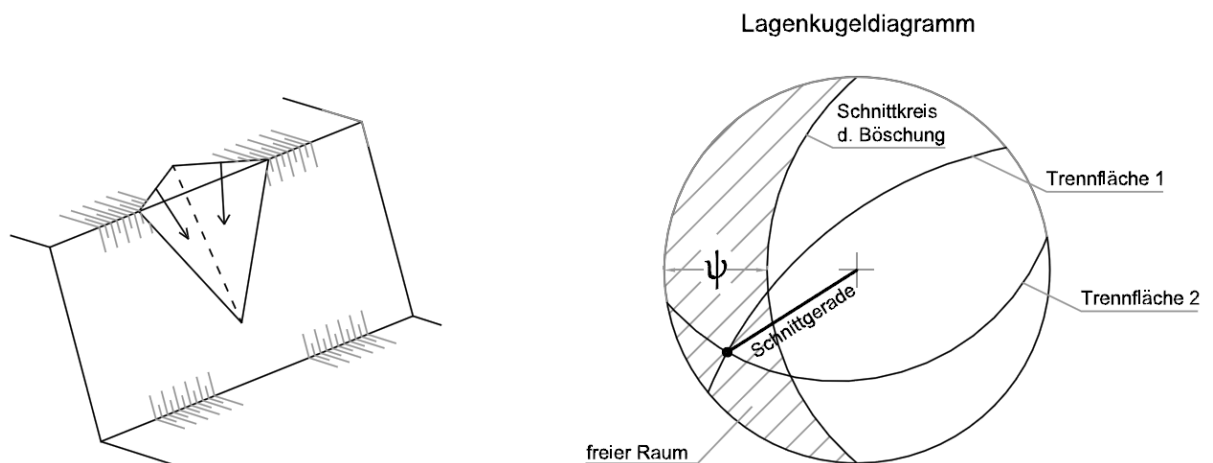


Abb. 2.2. Der Durchstoßpunkt der Schnittgerade der Trennflächen muss in der schraffierten Fläche liegen, um Gleiten zu ermöglichen

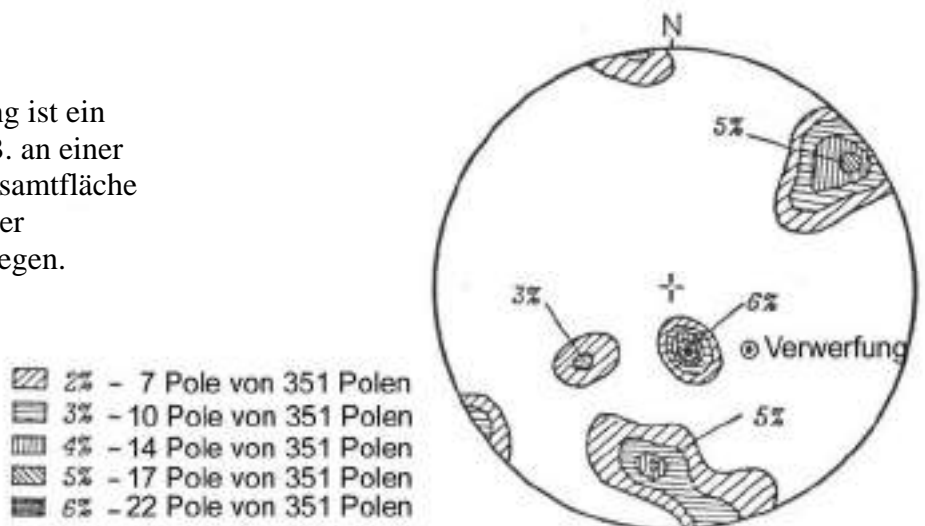
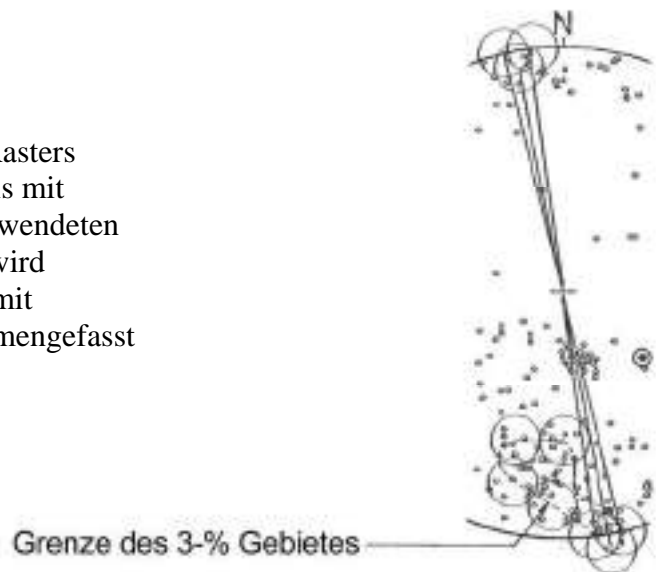
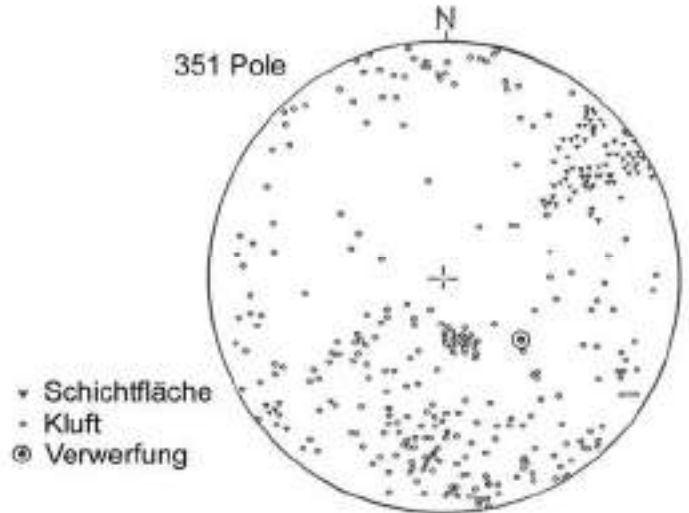
Auf zwei Trennflächen kann ein Kluftkörper (Keil) nur dann gleiten, wenn die Schnittlinie beider Trennflächen ins Freie zeigt. Im Lagenkugeldiagramm muss daher der **Durchstoßpunkt der Schnittgeraden** beider Trennflächen in der schraffierten Fläche liegen, damit Gleiten auf beiden Trennflächen möglich ist.

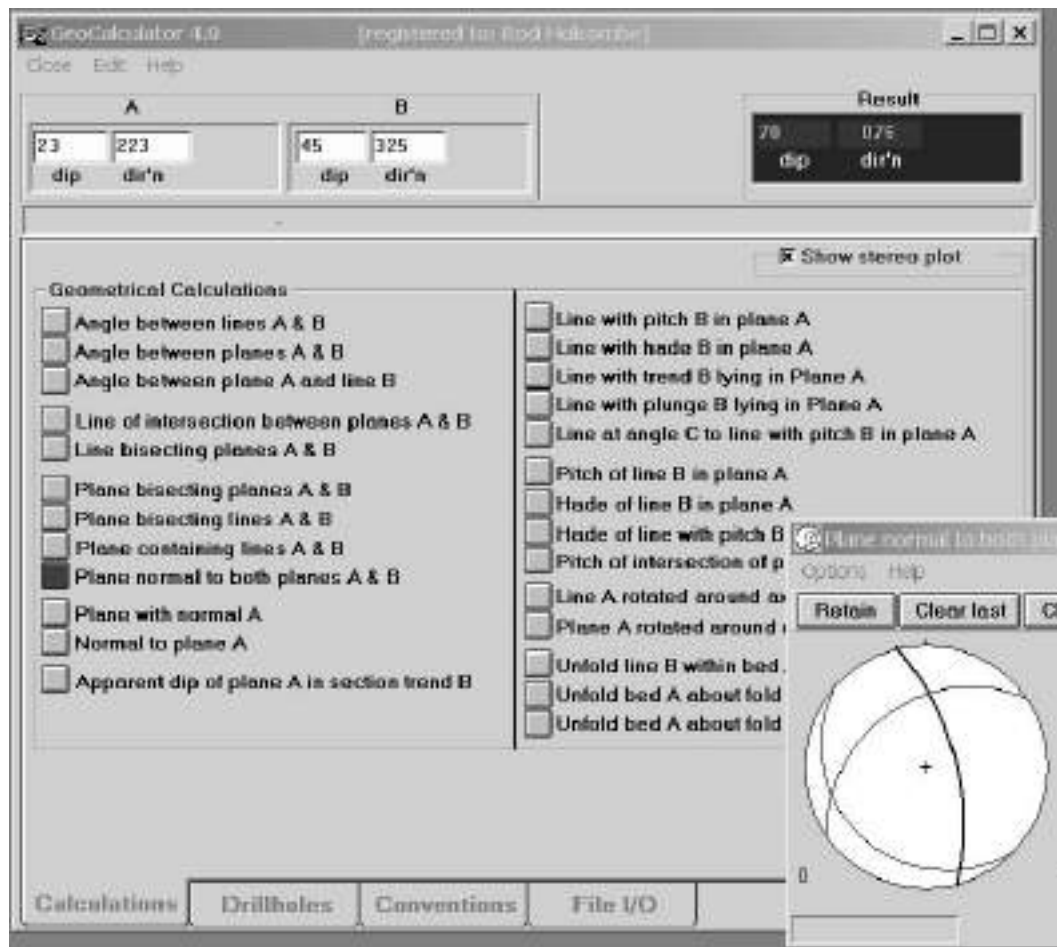
Gefügestatistik

Gefügediagramme mit einigen hundert Flächenpolen sind meist unübersichtlich und Regelungen (z.B. in Kluftscharen) lassen sich nur schwer erkennen. Deshalb werden von solchen Diagrammen Dichtepläne erstellt

Um beliebige Punkte (z.B. Schnittpunkte eines Rasters mit dem Linienabstand 0,1 r) wird ein Zählerkreis mit einer Fläche von 1% des Flächeninhaltes des verwendeten Netzes gelegt. Die Belegdichte um jeden Punkt wird auf einer Transparentfolie vermerkt und Punkte mit gleicher Belegdichte werden zu Gebieten zusammengefasst

Das Ergebnis dieser Auswertung ist ein Dichteplan. Er gibt an, dass z.B. an einer bestimmten Stelle in 1% der Gesamtfläche des verwendeten Netzes x% aller eingemessenen Trennflächen liegen.



GeoCalculator

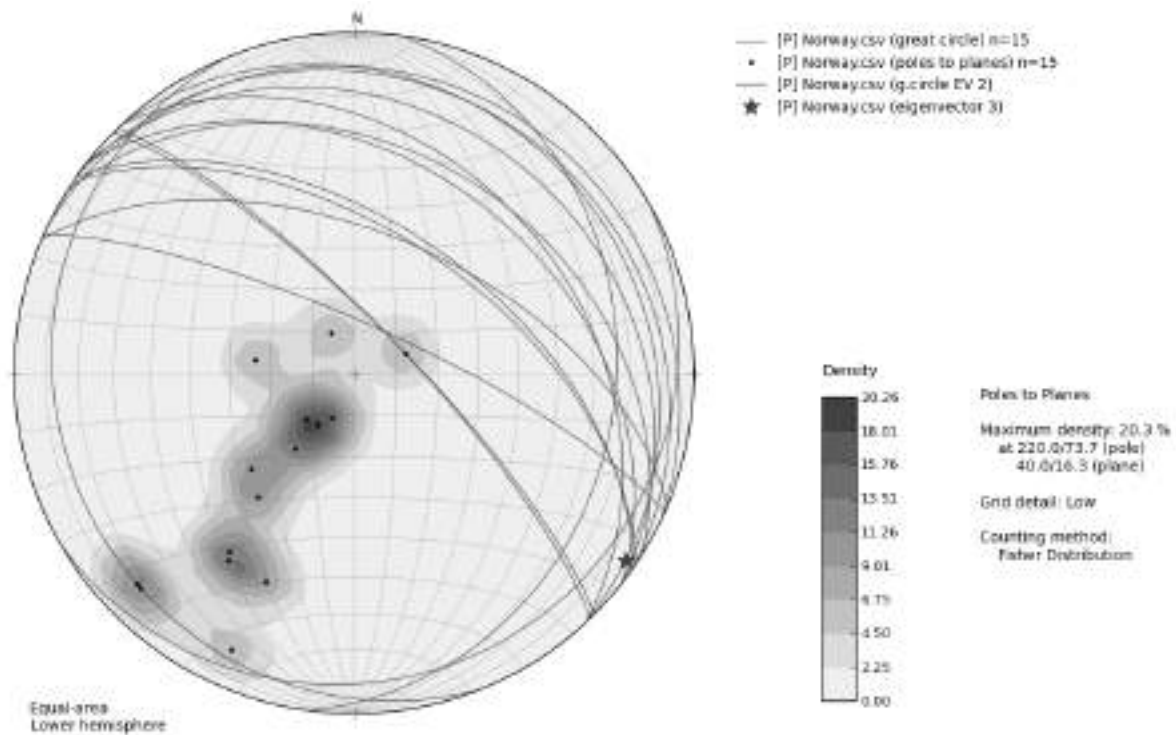
GeoCalculator is a program that can perform calculations on structural geological data. GeoCalculator has been developed by **Rod Holcombe** at **Holcombe Coughlin Oliver** and at the School of Earth Sciences of the **University of Queensland**.

You will be able to perform the most common calculations, such as angles between lines or planes, planes bisecting lines or planes, lines with pitch, hade, trend or plunge and more. GeoCalculator can also perform drillhole calculations for oriented, partially oriented, and unoriented cores. For every calculation you can modify the conventions you want to use. The program will show the generated results on the screen, but you can configure it to save them in a file on your hard drive. It also allows you to specify a file that it can use for inputting the values to perform calculations with. This program will let you show not only the generated results, it can also show the graphical charts that your inputs have generated.

Copyright and License: The unregistered version of this program can be used for free by students and academics for teaching. It is fully functional, only the drillhole calculations and the range of values that they can enter is somewhat restricted.

Download: http://www.holcombe.net.au/software/rodh_software_geocalc.htm

Academic Citation: Prof. Rod Holcombe, School of Earth Sciences, University of Queensland, Queensland 4072, Australia; Email: rod@holcombe.net.au

OpenStereo

OpenStereo is an open source, cross-platform software for stereographic projections structural geology analysis. **OpenStereo** has been developed at the Instituto de Geociências of the **Universidade de São Paulo** by **Carlos H. Grohmann** and **Ginaldo A. Campanha**.

The software is written in Python, numeric operations are performed with the Numpy module and all graphic capabilities are provided by the Matplotlib library, including on-screen plotting and graphic exporting to common desktop formats (emf, eps, ps, pdf, png, svg). Data input is done with simple ASCII text files, with values of dip direction and dip/plunge separated by spaces, tabs or commas. The user can open multiple file at the same time and overlay different elements of each dataset (poles, great circles etc). The GUI shows the opened files in a tree structure, similar to “layers” of many illustration software, where the vertical order of the files in the tree reflects the drawing order of the selected elements.

At this stage, the software performs plotting operations of poles to planes, lineations, great circles, density contours and rose diagrams. A set of statistics is calculated for each file and its eigenvalues and eigenvectors are used to suggest if the data is clustered about a mean value or distributed along a girdle. Modified Flinn, Triangular and histograms plots are also available. Next step of development will focus on tools as merging and rotation of datasets, possibility to save 'projects' and paleostress analysis.

Copyright and License: OpenStereo is released under the GNU General Public License v.3. Which means that it can be used in the office for commercial purposes.

Download: <http://www.igc.usp.br/index.php?id=openstereo>

Academic Citation: Grohmann, C.H. and Campanha, G.A.C., 2010. *OpenStereo: open source, cross-platform software for structural geology analysis*. Presented at the AGU 2010 Fall Meeting, San Francisco, CA.

Flächentreue, stereographische Projektion (Schmidt'sches Netz)

