

Steine und Berge in Graubünden

Eine kleine Einführung zu
- typischen Gesteinen
- Geologie und Landschaften
im Kanton Graubünden

Botanikzirkel Graubünden

21. Januar 2020

Markus Bichsel

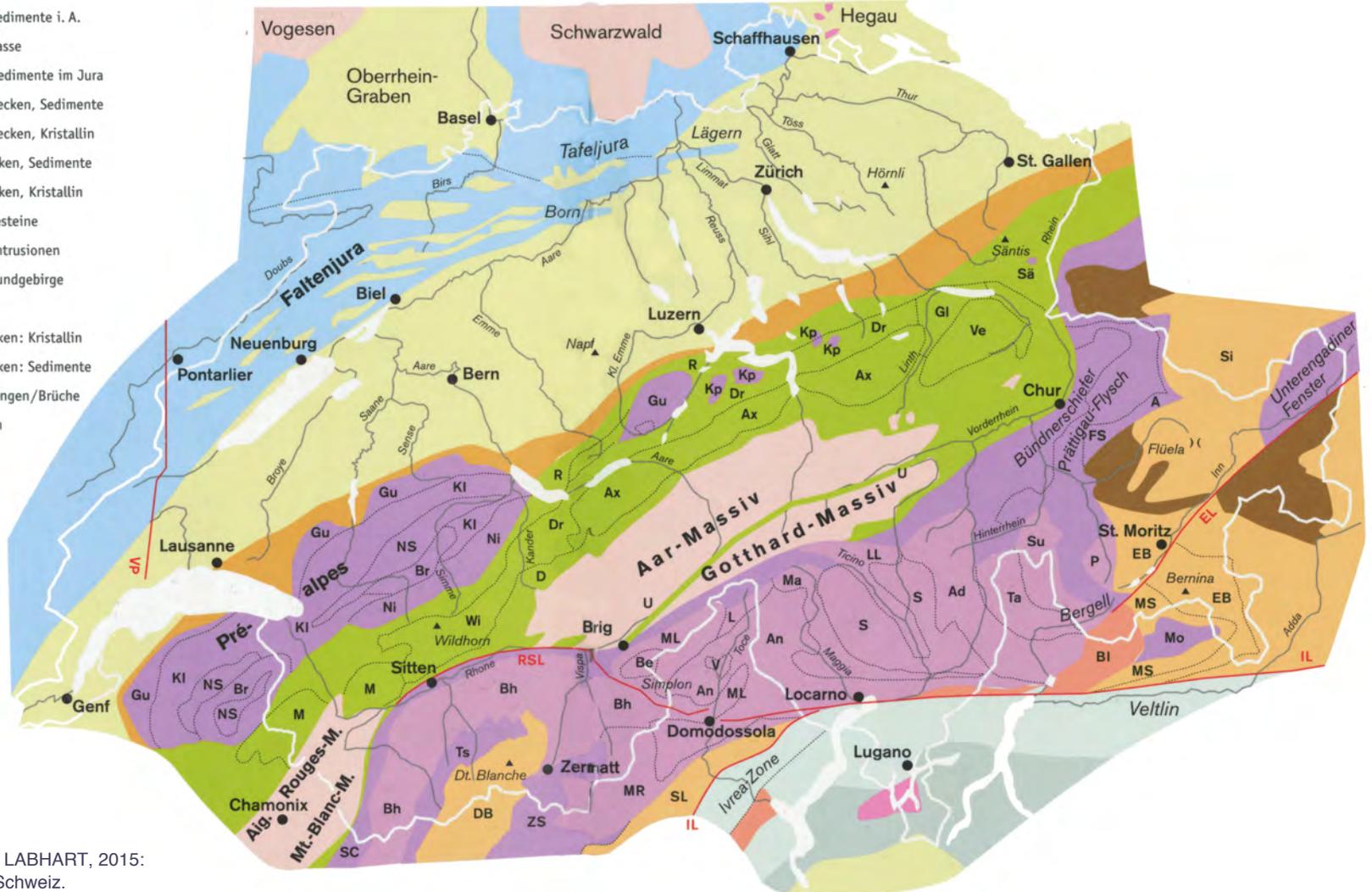




Ein ungewohntes, farbiges Bild der Schweiz

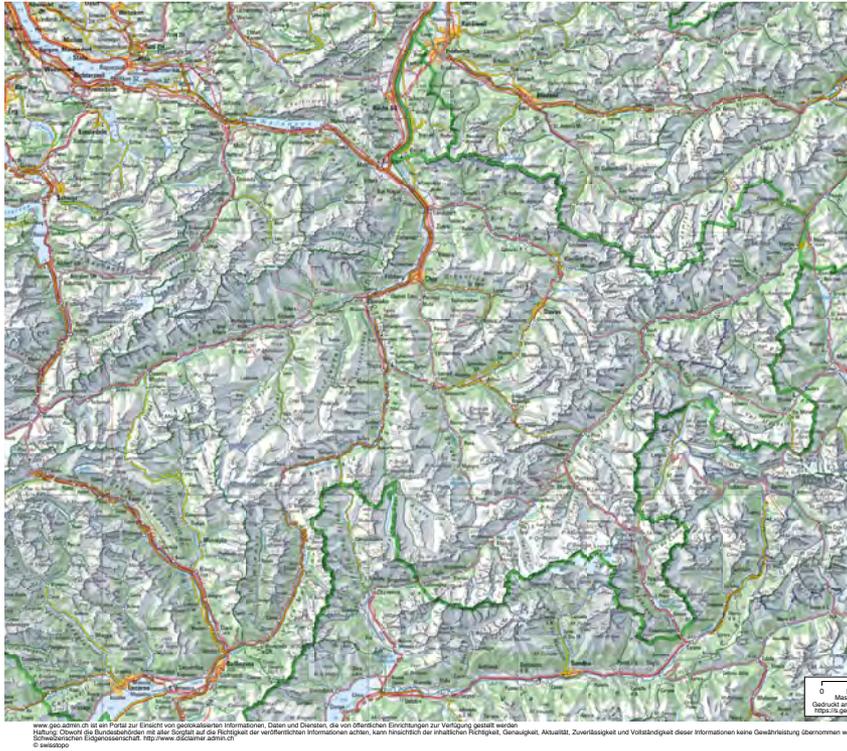
Geologische Karte der Schweiz

- känozoische Sedimente i. A.
- Subalpine Molasse
- Mesozoische Sedimente im Jura
- Penninische Decken, Sedimente
- Penninische Decken, Kristallin
- Ost alpine Decken, Sedimente
- Ost alpine Decken, Kristallin
- Vulkanische Gesteine
- känozoische Intrusionen
- Kristallines Grundgebirge
- Helvetikum
- Südalpine Decken: Kristallin
- Südalpine Decken: Sedimente
- wichtige Störungen/Brüche
- Deckengrenzen

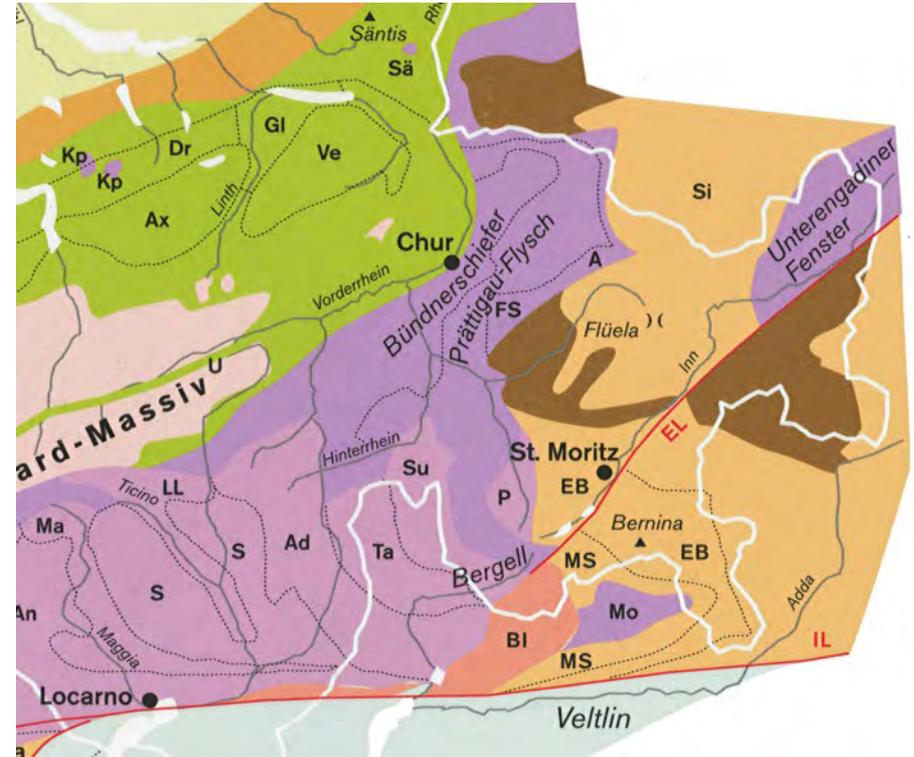


aus: GNÄGI & LABHART, 2015:
Geologie der Schweiz.

Ein ungewöhnliches, farbiges Bild von Graubünden



Geographische Karte



Geologisch-tektonische Karte













Was formt und prägt eine Landschaft?

Gesteine formen und prägen eine Landschaft!

Aus was ist ein Gestein aufgebaut?

Feldspat
Quarz
und
Glimmer



Gestein besteht aus mehreren Komponenten:

Homogene Grundbausteine: **Mineralien**

CHEMISCHE ELEMENTE

Atome, Ionen und Moleküle

Reine Elemente

Bsp. Schwefel (S)
Bsp. Eisen (Fe)

Chemische Verbindungen

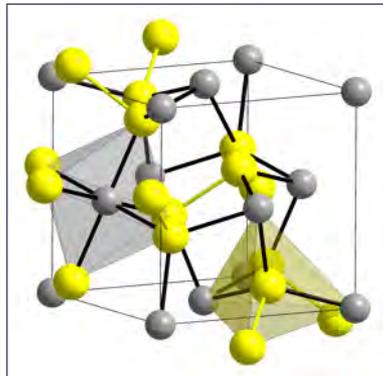
Bsp. Quarz (SiO_2)
Bsp. Kalziumkarbonat (CaCO_3)

MINERAL

Kristall = ein Mineralkörper mit einer typischen gesetzmässigen Geometrie
(Kristallsystem)

Bsp. Quarz "kristall", Gipsrose, Pyritwürfel, Feldspatmineral

Beispiel Pyrit
 FeS_2



CHEMISCHE ELEMENTE

Atome, Ionen und Moleküle

Reine Elemente

Bsp. Schwefel (S)
Bsp. Eisen (Fe)

Chemische Verbindungen

Bsp. Quarz (SiO_2)
Bsp. Kalziumkarbonat (CaCO_3)

MINERAL

Kristall = ein Mineralkörper mit einer typischen gesetzmässigen Geometrie
(Kristallsystem)

Bsp. Quarz "kristall", Gipsrose, Pyritwürfel



Ein natürliches **Gemenge** von Mineralien
(oder gelegentlich eines einzelnen Minerals)

GESTEIN

Der Kreislauf der Gesteine

Entstehung direkt aus Magma
→ **Magmatite**

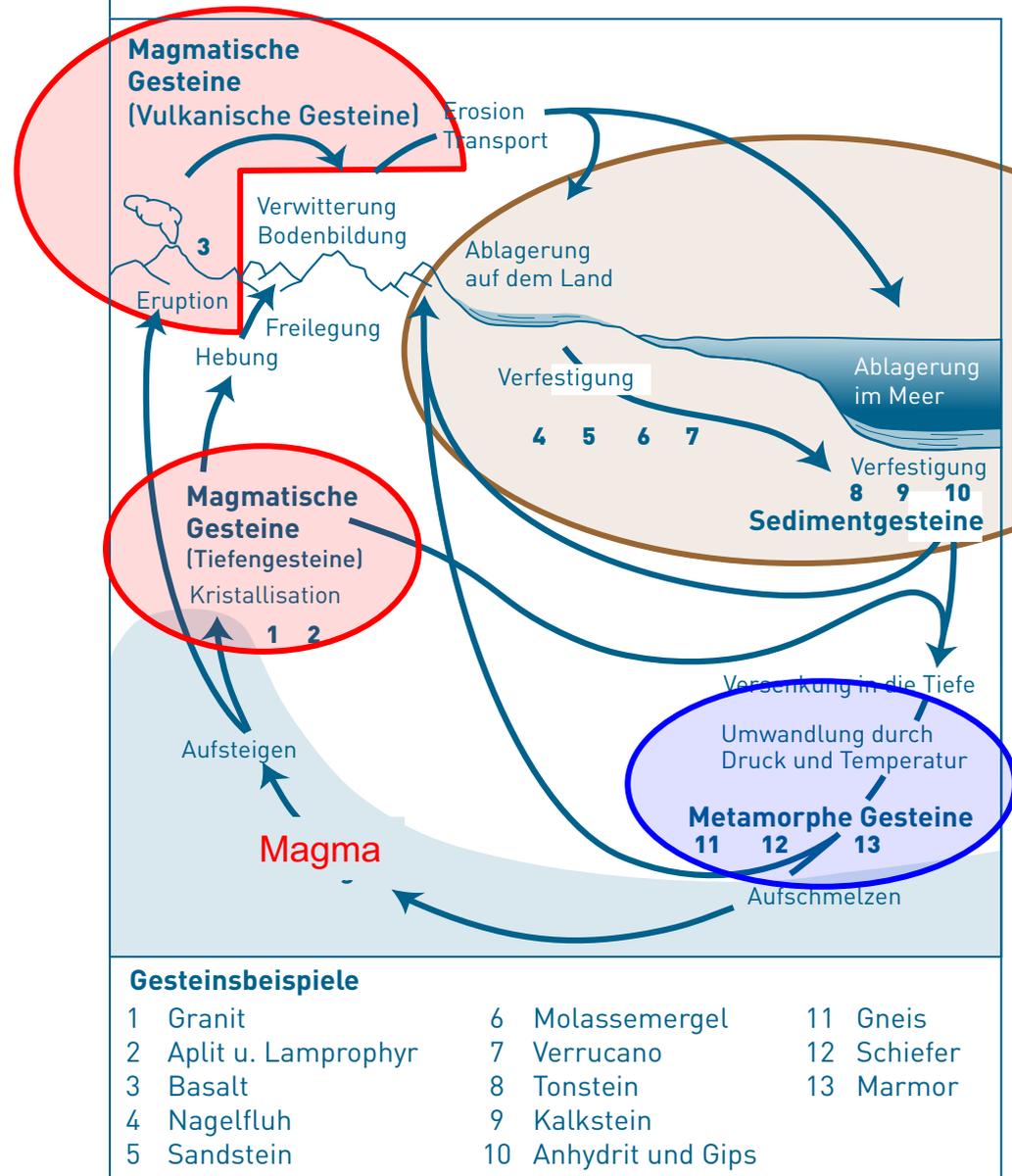
z.B.: Granit, Basalt

Ablagerung und Verdichtung
→ **Sedimentite**

*z.B.: Sandstein, Mergel
Kalkstein, Dolomit, Gips*

Umwandlung
durch Druck und Temperatur
→ **Metamorphite**

*z.B.: Gneis, Schiefer,
Amphibolith, Serpentin
Marmor*



Gesteine entstehen in einem langsamen Kreislauf zwischen Erdoberfläche und tiefer Erdkruste. Nach I. Stössel, Schaffhausen (ergänzt).

Gesteine erkennen und bestimmen

Wichtige Erkennungsmerkmale:

-Gefüge (Anordnung der Teile)

-Mineralien

- Einzelkristalle von Auge sichtbar?
- Mineralien erkennbar?
- typisch für bestimmte Gesteinsart?

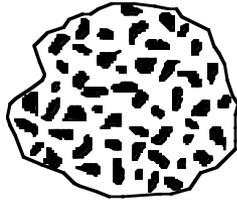
-Gesteinsfarbe

Weitere „Bestimmungshilfen“

- Umfeld des Aufschlusses im Gelände, z.B.
 - Stellung innerhalb einer Schichtreihe
 - Landschaftstyp
- Konsultation von geologischen Karten und Profilen

Gefüge der Gesteins-Hauptgruppen

Magmatite

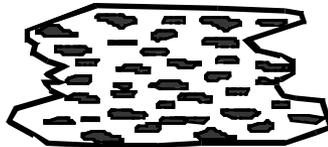


Gefüge **ungerichtet**

z.B. Granit



Metamorphite

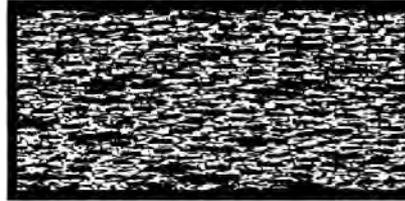


Gefüge oft gerichtet
(geringe oder starke
Schieferung)

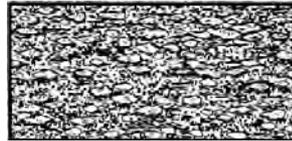
z.B. Zweiglimmergneis



Schieferung – ein typisches Merkmal von metamorphen Gesteinen

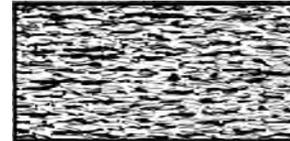


Parallelgefüge ohne durchgehende Grenzfugen; **Einregelung von Mineralien** (v.a. Glimmer, Tonmineralien); beim Spalten \pm unregelmässige Flächen



gröberes Parallelgefüge
Grundmasse aus fein- bis grobkörnigen Mineralien

GNEIS



deutliches, **feines Parallelgefüge**,
Grundmasse fein- bis mittelkörnig
ohne grobkörnige Mineralien

SCHIEFER



Metamorphe Gesteine aus umgewandelter ozeanischer Kruste

Amphibolith



aus eiszeitlicher Moräne ob Schiers, Prättigau

Serpentinit



www.mineralienatlas.de

enthält Nickel und Chrom
giftig für Pflanzen!

Umwandlung (unter Ozeangrund)
aus Mineral Olivin + Meerwasser

Metamorphe Gesteine ohne Schieferung

Quarzit



upload.wikimedia.org

Umwandlung (hoher Druck/Temp.)
aus quarzreichem Sandstein

Marmor



Peccia-Marmor, obere Valle Maggia

Umwandlung (hoher Druck/Temp.)
aus Kalk oder Dolomit

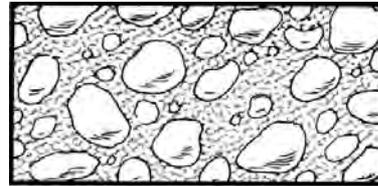
Gefüge ohne erkennbare Richtung

Gefüge mit grossen Einzeltrümmern



BREKZIE
(sed)

eckige Einzeltrümmer von Gesteinen
in unterschiedlicher Grundmasse



KONGLOMERAT
(sed)
(z.B. Nagelfluh)

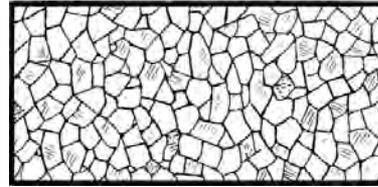
gerundete Einzelgesteine (Gerölle)
in unterschiedlicher Grundmasse

Grobkörniges Gefüge



PLUTONIT
"GRANIT"
(mag)

verschiedene Mineralien
ohne Richtung durcheinander,
von Auge erkennbar



Kalk- oder Dolomit-
MARMOR
(met)

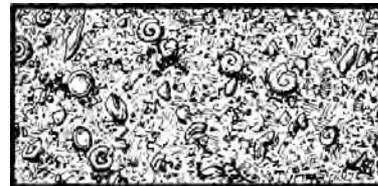
nur eine Mineralart, z.T. zuckerartig;
Härte 3

Feinkörniges Gefüge



KALK/DOLOMIT,
QUARZIT (met)
(Marmor, met)
(Sandstein, sed)

gleichmässig feinkörnig, dicht, weich (H3)
gleichmässig feinkörnig / dicht, hart (H7)



(RIFF-) **KALK,**
SANDSTEIN
(sed)

feinkörnig mit Fossilien (H3)
mittel-feinkörnig, evtl. mit Fossilien

Sedimentgesteine – zwei Gruppen

Mechanische Sedimentgesteine

Festgestein	Korndurchmesser	Lockergestein
Brekzie Konglomerat	> 2mm > 2mm	Schutt (eckig) Schotter (rund)
Sandstein	0.06 – 2mm	Sand
Siltstein (Mergel)	0.002-0.06mm	Silt (Schluff)
Tonstein	< 0.002m	Ton

Biogene / chemische Sedimentgesteine

Kalk(stein)

CaCO₃, aus Kalkschlamm, oft Fossilien, typisches dichtes Gefüge

Quelltuff

Ausfällung von Kalk aus (fliessendem) Wasser

Dolomit(stein)

Eindampfungsprodukte (z.B. in Lagunen):

CaMg(CO₃)₂,

Gips, Anhydrit, Steinsalz

Kieselkonkretion

Radiolarit

Silex (Feuerstein), reines SiO₂, auch im Kalk!

Skelette von Planktonorganismen

(Tiefsee); reines SiO₂

Mechanische Sedimentgesteine

Kriterium: **Korngrösse und Form**

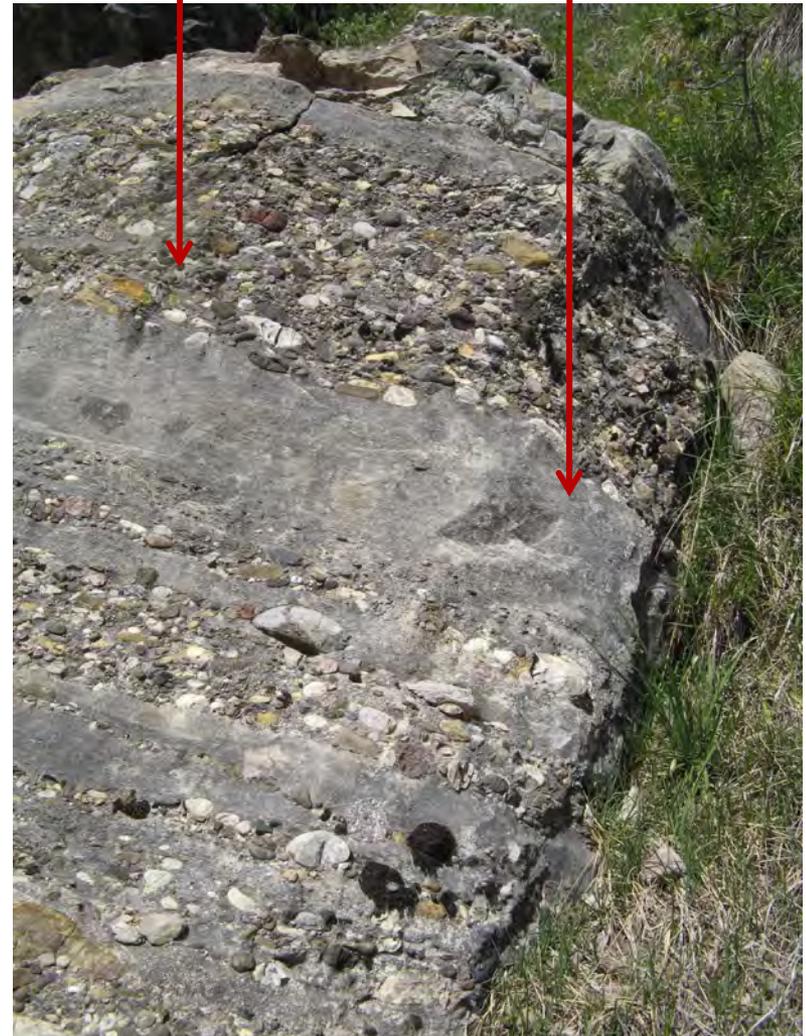
Brekzie (eckige Trümmer, $\text{Ø} > 2\text{mm}$)

Matrix

Schutt



Konglomerat und Sandstein
(runde Gerölle $\text{Ø} > 2\text{mm}$ / Sand)



Biogene und chemische Sedimentgesteine

Kriterium:

- Bestandteile von Lebewesen (Schalen, Skelette, „Fossilien“)
- chemischen Prozesse (Kalkausfällung, Eindampfung etc.)
- Ursprungsmaterial: Kalkschlamm, Kalk im Wasser



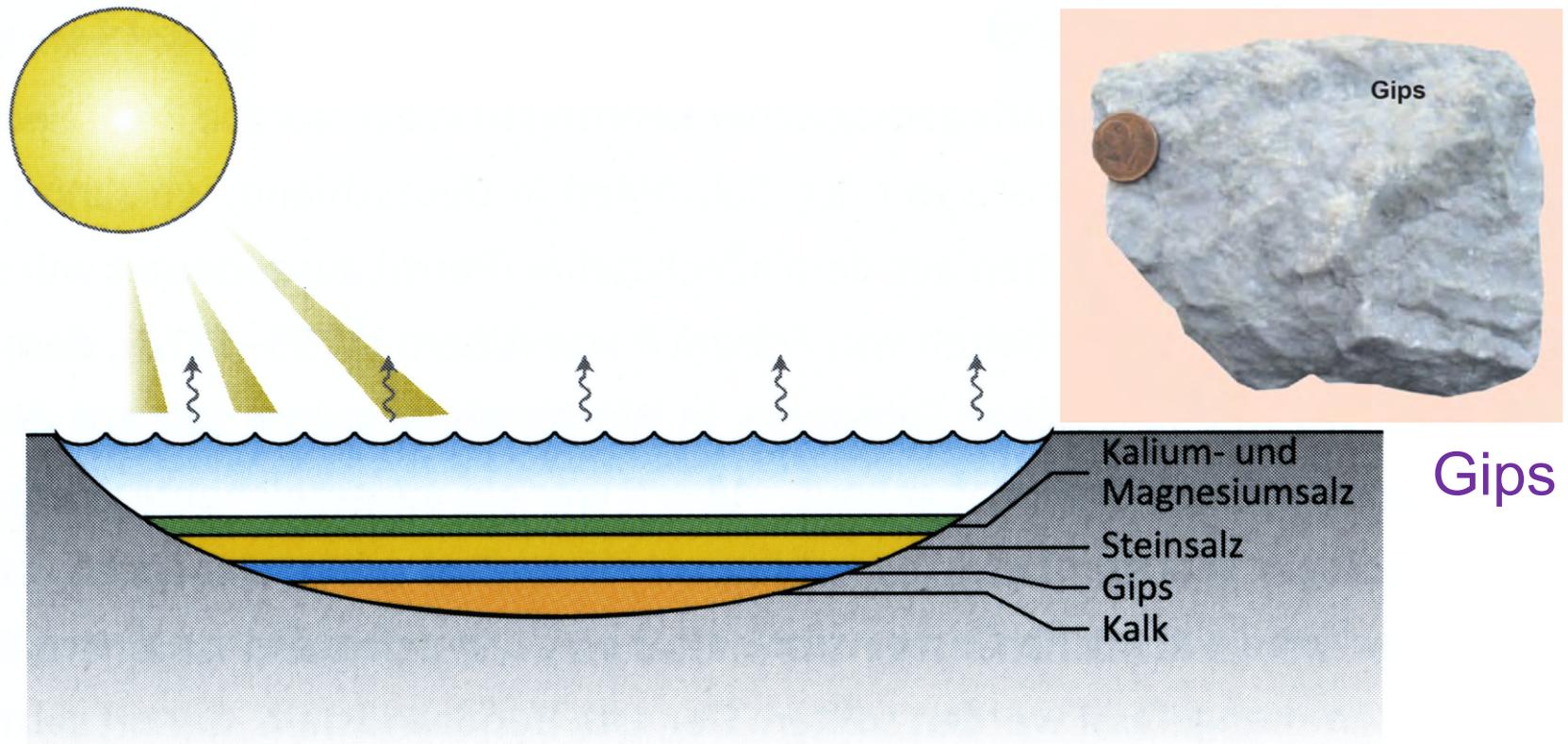
Kalkgestein



Rein chemische Sedimentgesteine / **Evaporite**

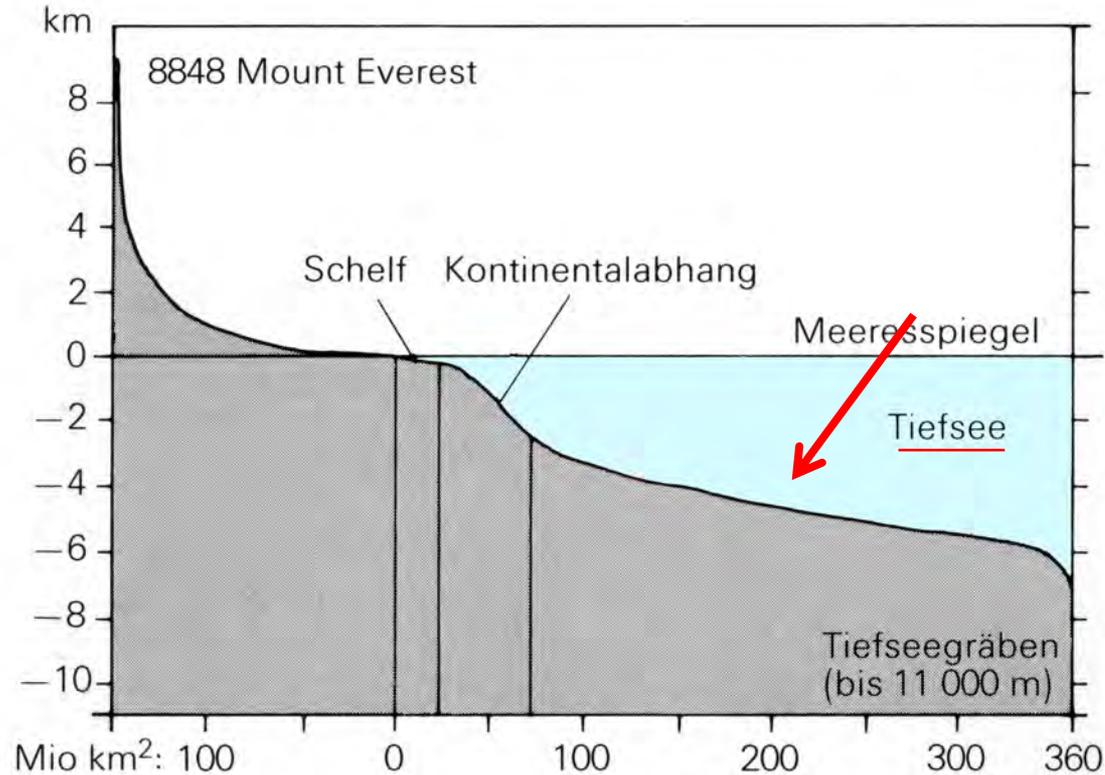
Eindampfungen in tropischen Lagunen und Salzpfannen

(v.a. **Dolomit**, **Gips**, **Steinsalz**)



Gips

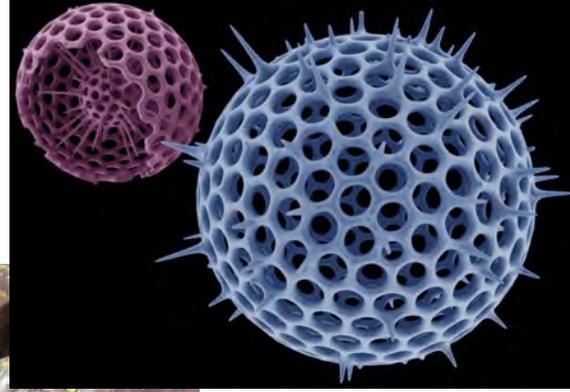
Sedimentationsräume (Ablagerungsraum **Tiefsee**)



aus: LABHART, 1987:
Geologie. Einführung in die
Erdwissenschaften.
Hallwag-Taschenbuch 153

Ab ca. 4000 m Meerestiefe löst sich der Kalk auf.
Typische Ablagerungen in der Tiefsee sind **Tone und Radiolarit**

Radiolarit – ein biogenes Tiefseesediment
aus Radiolarien (Einzeller mit SiO₂-Skeletten)



Ø 0,1-0,5 mm

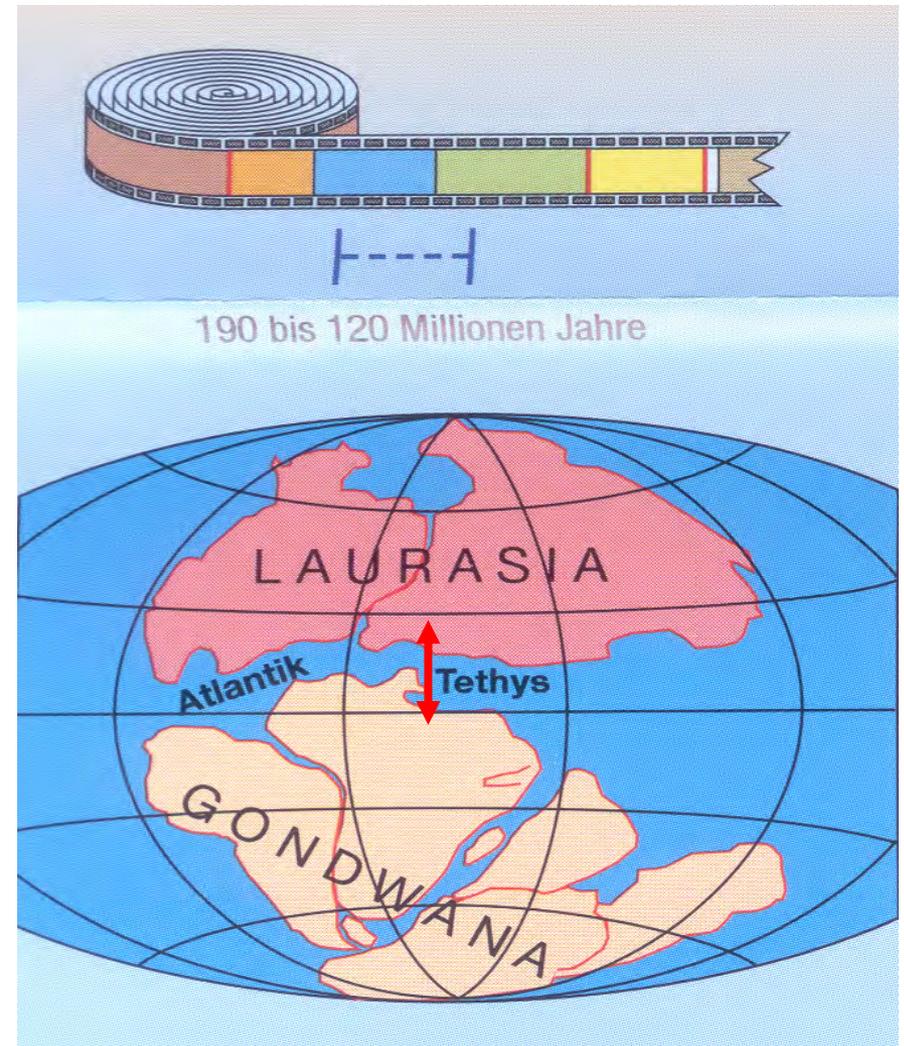
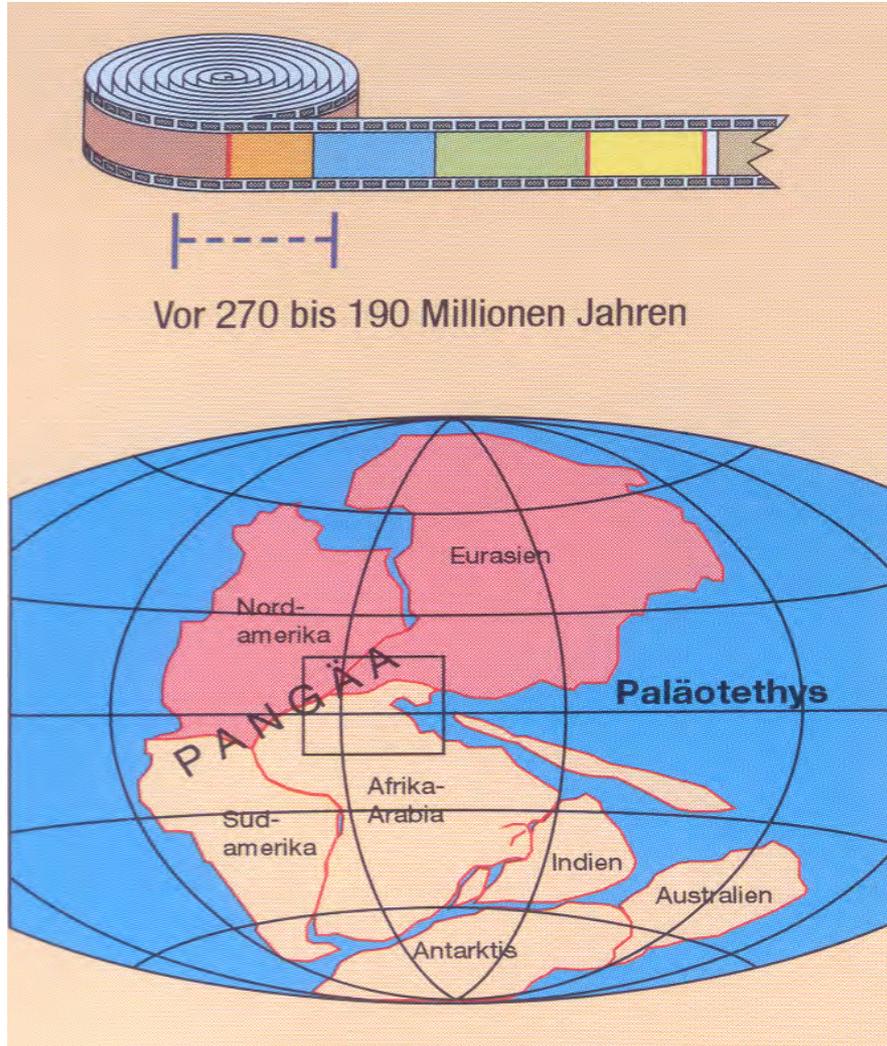


Wo kommen die vielfältigen Gesteine Graubündens her?

Von Schelfmeeren vor Ur-Europa
von tiefen Ozeanränden
von tropischen Meeren vor Ur-Afrika

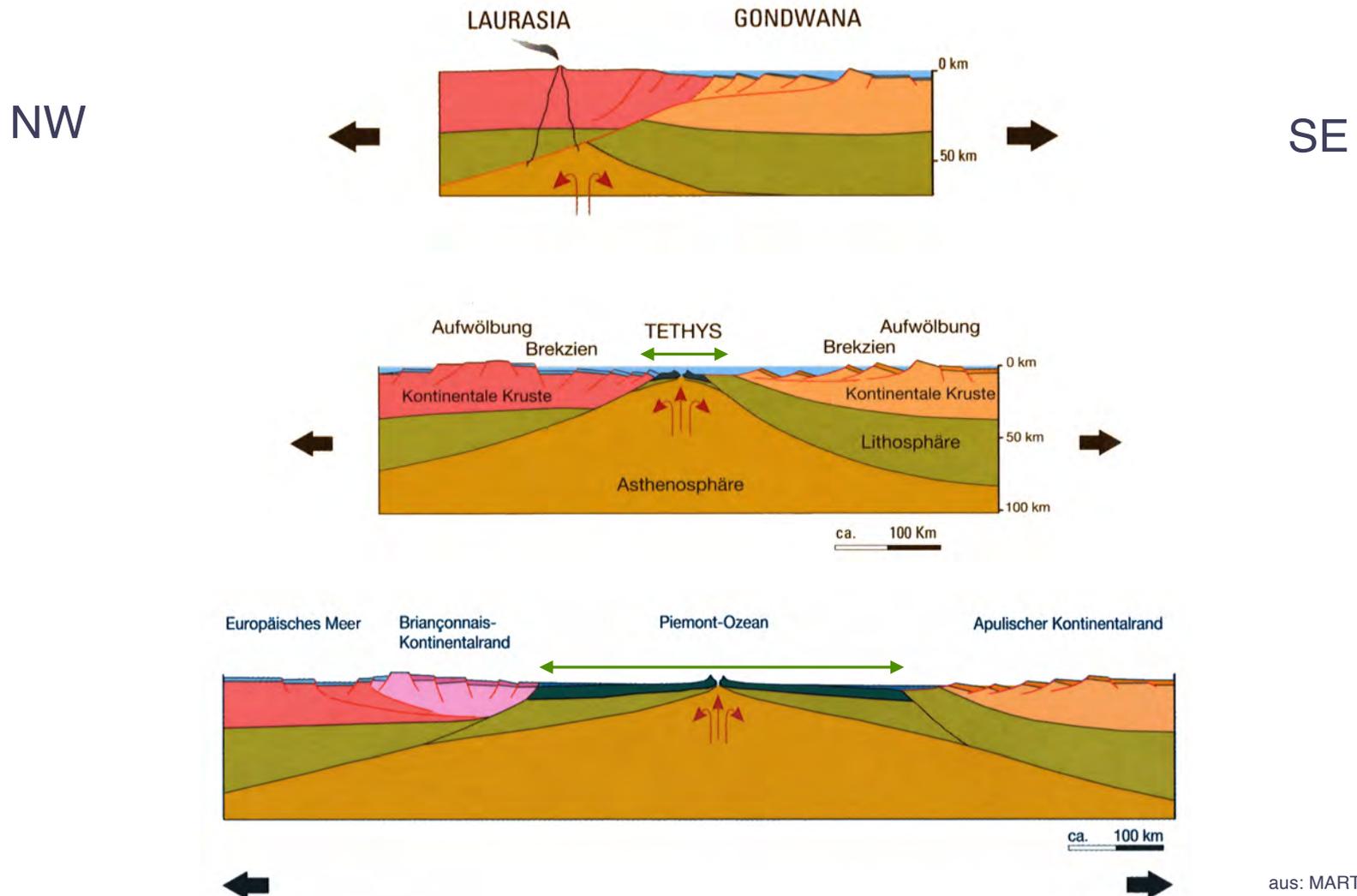
Ein kurzer Blick in die
Entstehungsgeschichte der Alpen
zum besseren Verständnis

1. Phase: Der Riesenkontinent Pangäa zerbricht -> Ozeane entstehen



Ablauf der Alpinen Gebirgsbildung - 1. Teil

Erdmittelalter: Pangäa zerbricht -> der Ozean Tethys entsteht



Vereinfachte Rekonstruktion der Tethys während grösster Ausdehnung

ca. 500-600 km breit

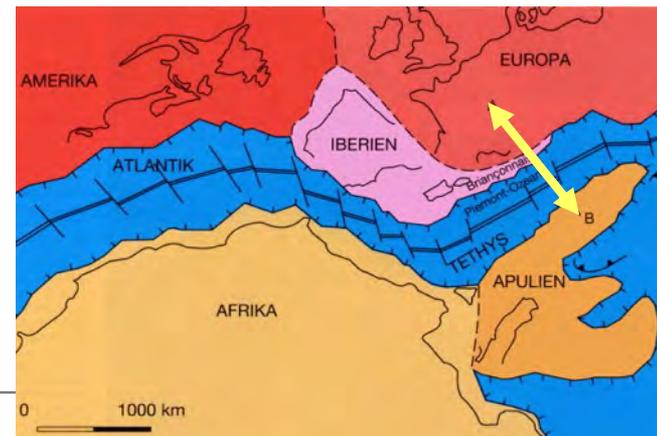
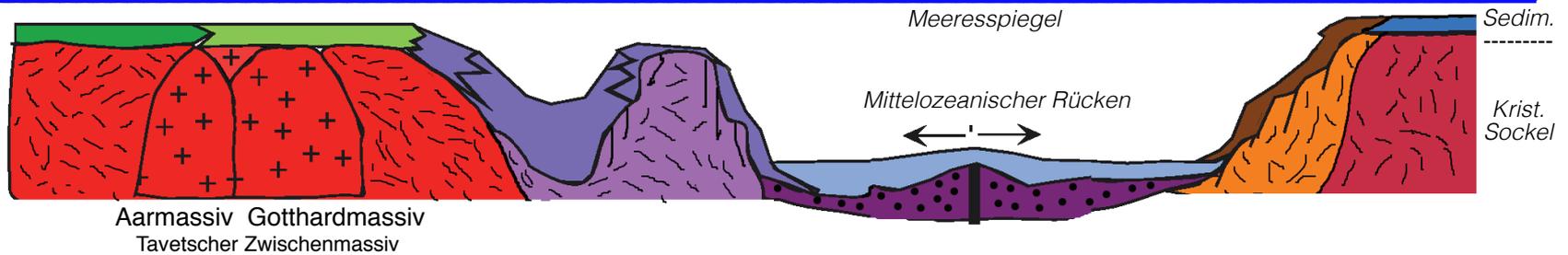
Europäische Platte
(Kontinentalschale)

Adria-Apulia
(Sporn der Afrikanischen Platte)



NW

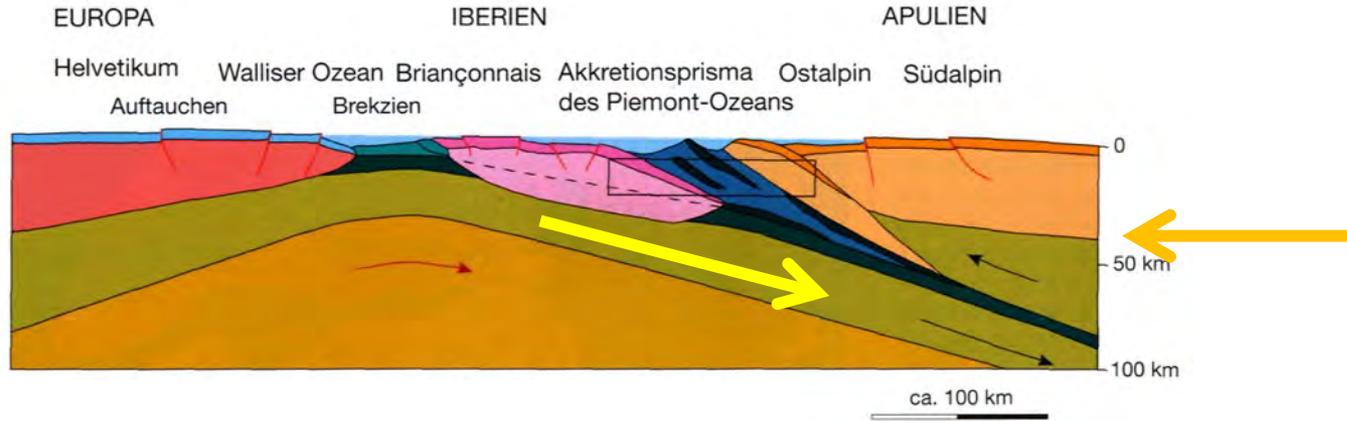
SE



Ablauf der Alpinen Gebirgsbildung - 2. Teil

Afrika/Apulien dreht gegen Europa:

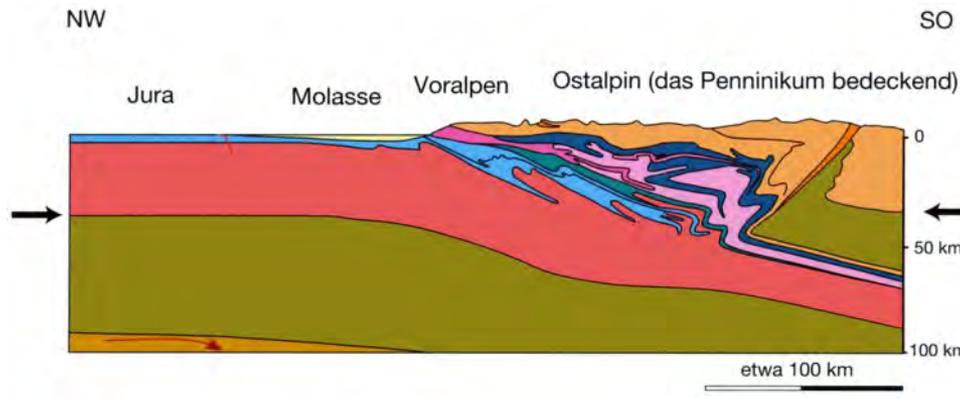
Ozeanboden der Tethys verschwindet zum grössten Teil unter Afrika



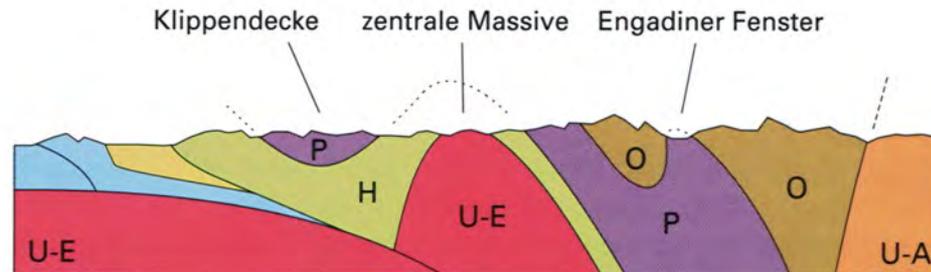
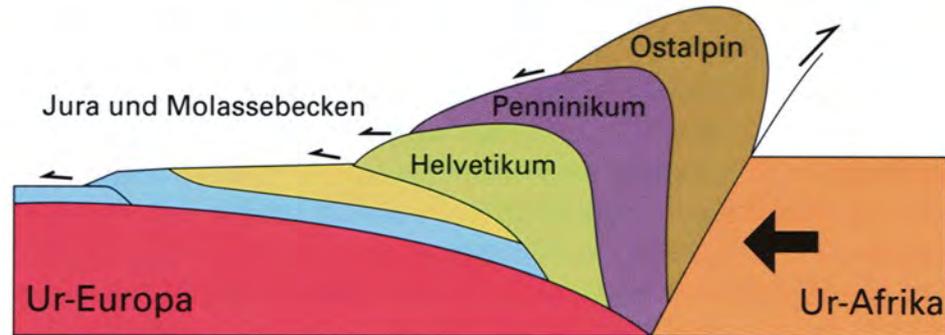
Afrika/Apulien kollidiert mit Europa:

Decken werden gebildet und das Alpengebirge beginnt sich zu heben.

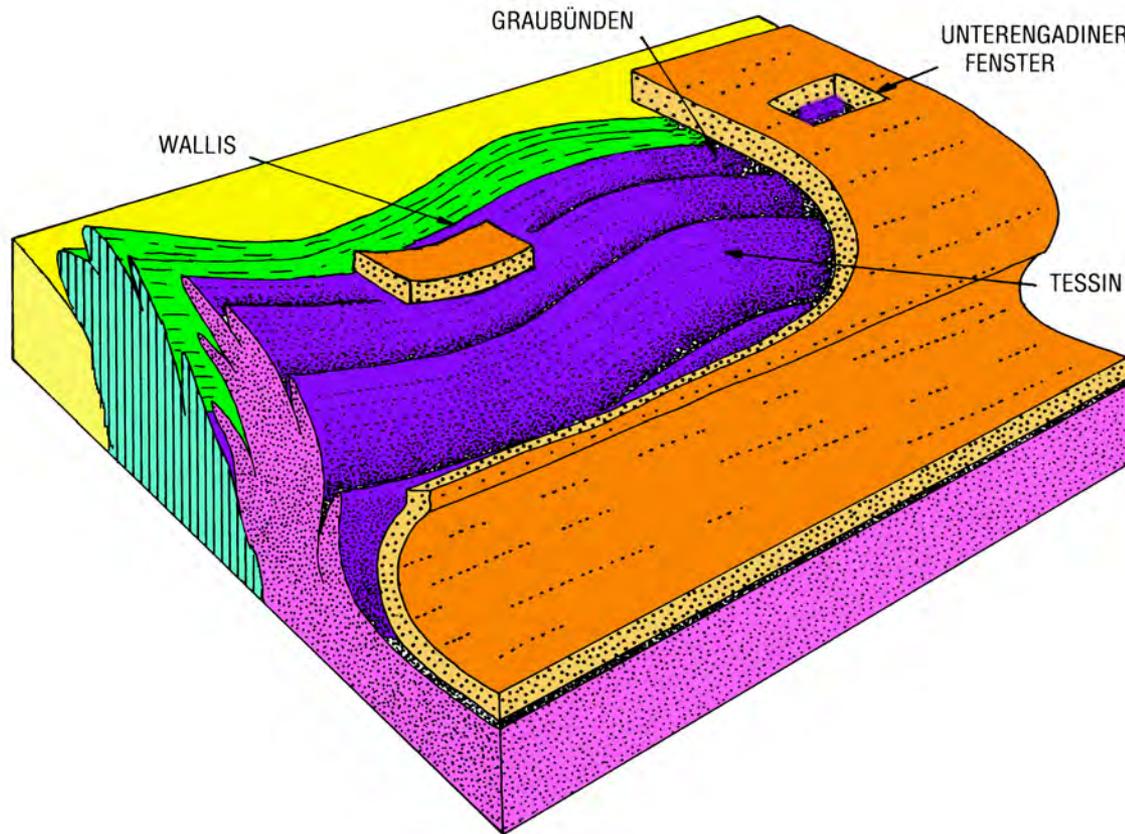
Das Gebirge verfaultet sich weiter und erhebt sich aus dem Meer.



Die Alpenbildung sehr vereinfacht: Tethys -> Schub von Süden -> Alpengebirge



Die grossen tektonischen Einheiten der Schweizer Alpen



Helvetische Decken

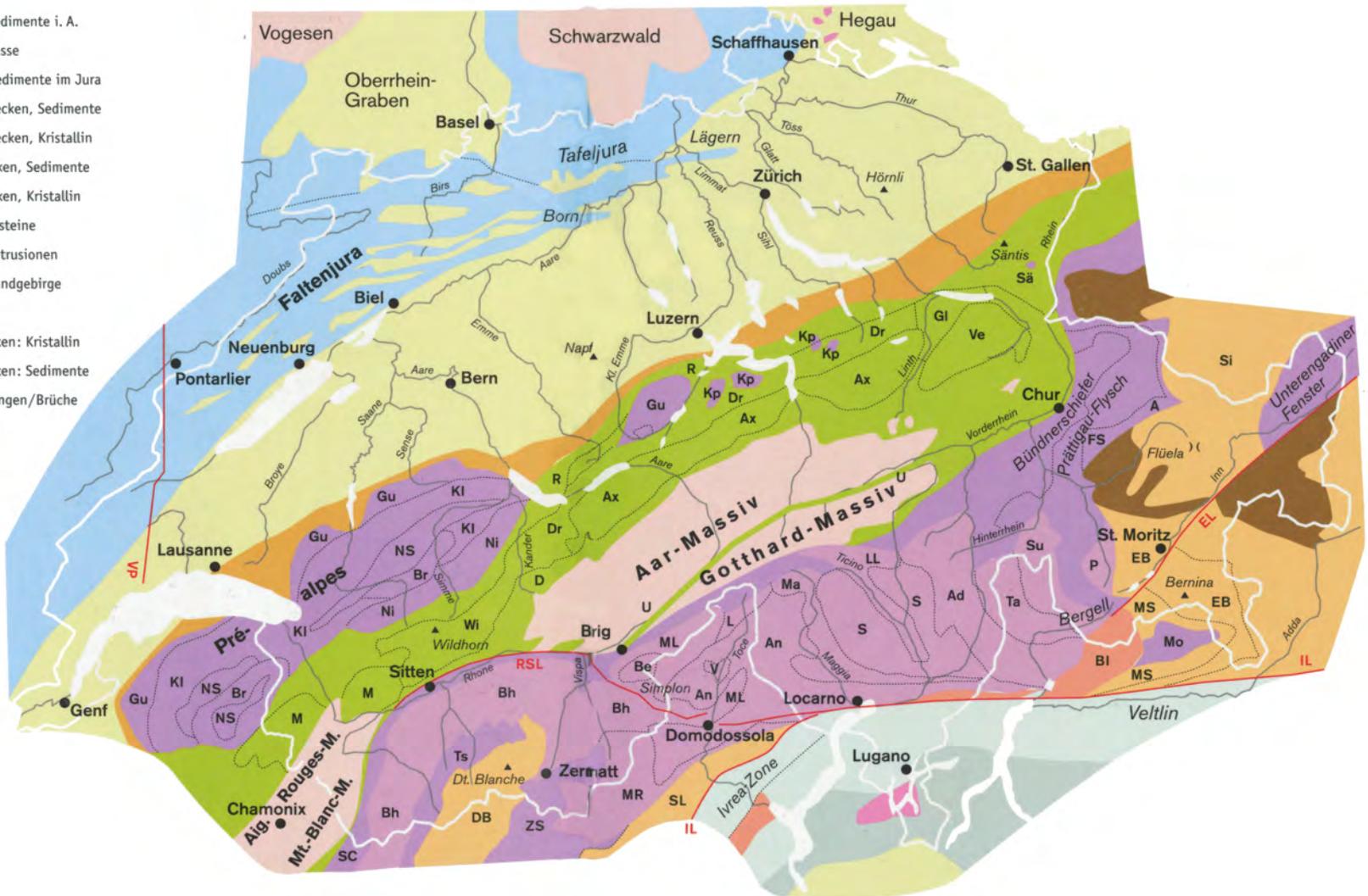
Penninische Decken

Ostalpine Decken

Ein erklärbares farbiges Bild der Schweiz

Geologische Karte der Schweiz

- känozoische Sedimente i. A.
- Subalpine Molasse
- Mesozoische Sedimente im Jura
- Penninische Decken, Sedimente
- Penninische Decken, Kristallin
- Ost alpine Decken, Sedimente
- Ost alpine Decken, Kristallin
- Vulkanische Gesteine
- känozoische Intrusionen
- Kristallines Grundgebirge
- Helvetikum
- Südalpine Decken: Kristallin
- Südalpine Decken: Sedimente
- wichtige Störungen/Brüche
- Deckengrenzen



Helvetische Decken

Penninische
Decken

Churfürsten

Alvier

Säntis

Rheintal SG

Sargans



Helvetische Decken

Calanda

Ringelspitz

Pizol



Helvetische Decken

Infrahelvetikum (autochthon)

Tschingelhörner

Atlas



Infrahelvetikum (autochthon)

Aarmassiv

Cavistrau Grond
(Brigelser Hörner)

Bifertenstock

Tödi



Cavistrau Grond
(Brigelser Hörner)



Androsace helvetica



Penninische Decken

Sulzfluh

Kalk

Rätschenfluh

Flysch

Prättigau

Bündnerschiefer

Malans



Vereinfachte Rekonstruktion der Tethys während grösster Ausdehnung

ca. 500-600 km breit

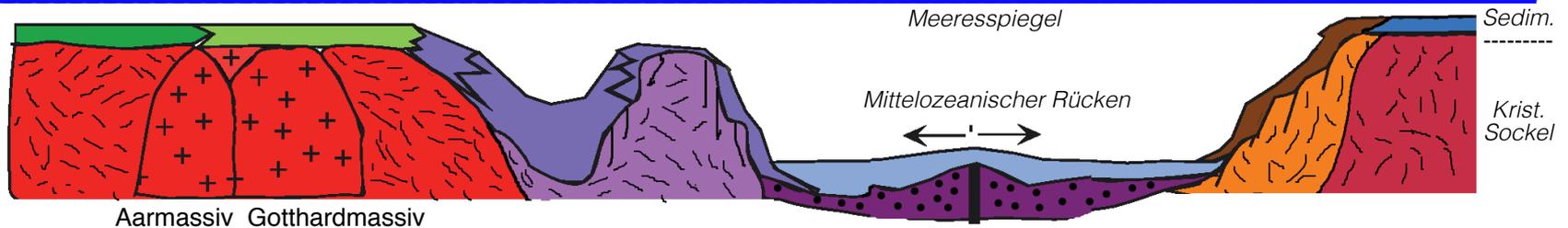
Europäische Platte
(Kontinentalsockel)

Adria-Apulia
(Sporn der Afrikanischen Platte)



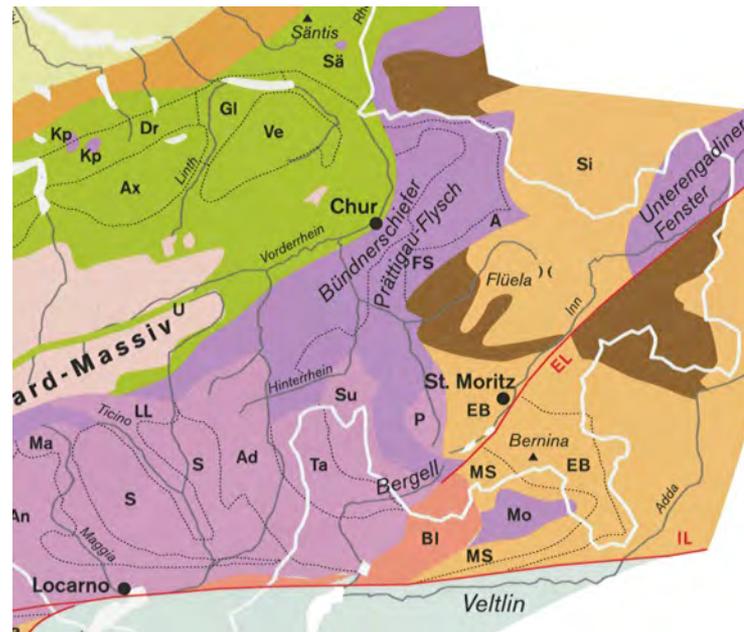
NW

SE



Aarmassiv Gotthardmassiv

- Helvetikum
- Kristallines Grundgebirge
- Penninische Decken, Sedimente
- Penninische Decken, Kristallin
- Ostalpine Decken, Sedimente
- Ostalpine Decken, Kristallin
- känozoische Intrusionen
- känozoische Intrusionen
- Südalpine Decken: Kristallin
- Südalpine Decken: Sedimente
- wichtige Störungen/Brüche
- Deckengrenzen





Penninische Decken

Flysch (aus dem Wallisertrug)

Schesaplana

Penninische Decken

Kalksedimente (von Briançon-Schwelle)

Sulzfluh

Flysch (aus dem Wallisertrug)



Penninische Decken

Ostalpine Decken

Kristalline Decke (Sockel Apulien-Afrika)

hier Amphibolith

Sarotlaspitzen

Schijenflue

Plasseggen



Vereinfachte Rekonstruktion der Tethys während grösster Ausdehnung

ca. 500-600 km breit

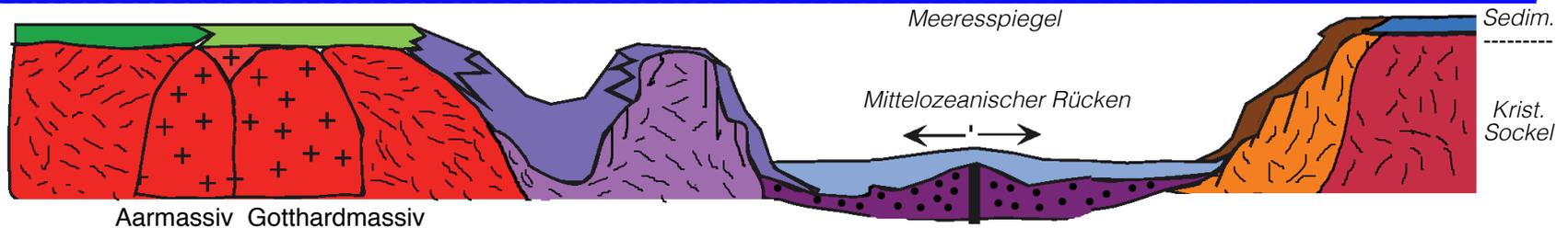
Europäische Platte
(Kontinentalsockel)

Adria-Apulia
(Sporn der Afrikanischen Platte)



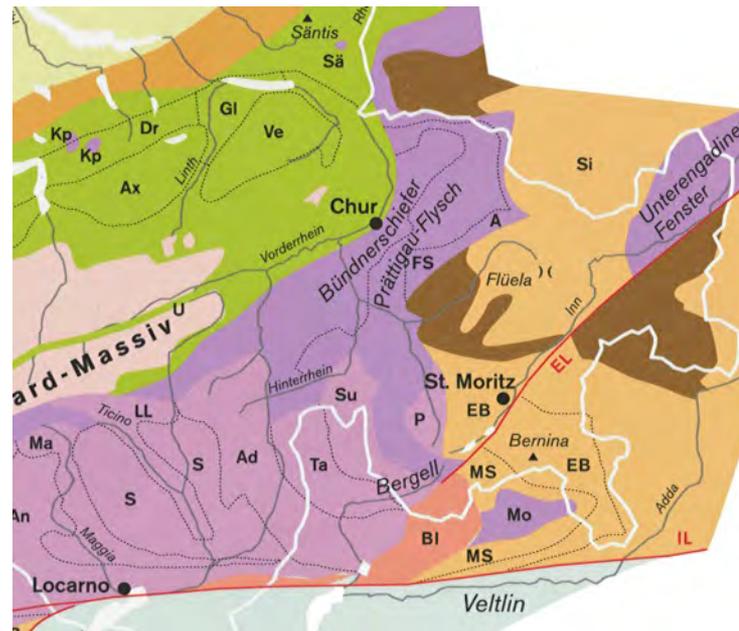
NW

SE



Aarmassiv Gotthardmassiv

- Helvetikum
- Kristallines Grundgebirge
- Penninische Decken, Sedimente
- Penninische Decken, Kristallin
- Ostalpine Decken, Sedimente
- Ostalpine Decken, Kristallin
- känozoische Intrusionen
- känozoische Intrusionen
- Südalpine Decken: Kristallin
- Südalpine Decken: Sedimente
- wichtige Störungen/Brüche
- Deckengrenzen



Ostalpine Decken

Kristalline Decke (Sockel Apulien-Afrika)
Amphibolithe

Vernela, Silvretta



Ostalpine Decken

Piz Buin

Kristalline Decke (Sockel Apulien-Afrika)
Gneise & Amphibolithe

Macun



Augen-Gneis



Androsace alpina



Ostalpine Decken

Sedimentdecke (Schelf Apulien-Afrika)
v.a. Dolomitgestein

Piz Lischana

Piz San Jon



Ostalpine Decken

Sedimentdecke
Dolomitgestein



Papaver aurantiacum



Penninische Decken «Unterengadiner Fenster»

v.a. Bündnerschiefer



Vereinfachte Rekonstruktion der Tethys während grösster Ausdehnung

ca. 500-600 km breit

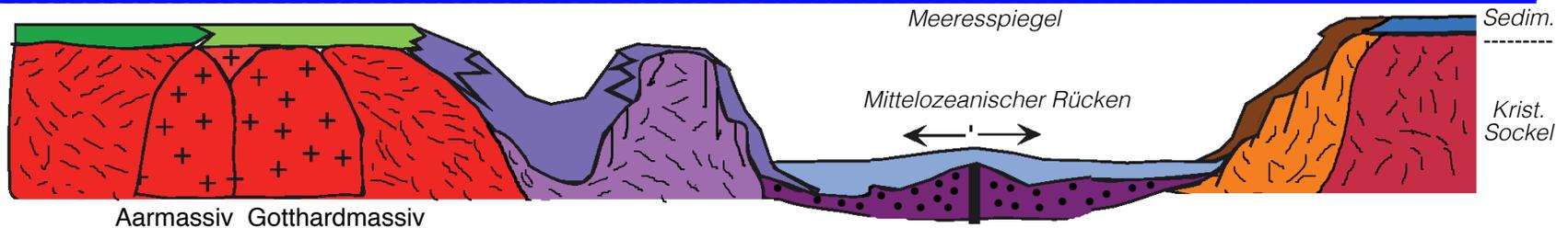
Europäische Platte
(Kontinentalsockel)

Adria-Apulia
(Sporn der Afrikanischen Platte)



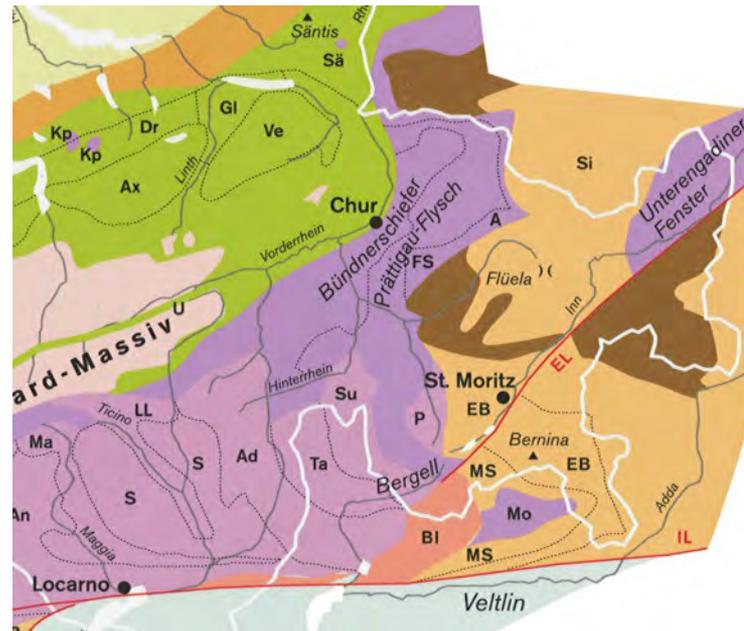
NW

SE



Aarmassiv Gotthardmassiv

- Helvetikum
- Kristallines Grundgebirge
- Penninische Decken, Sedimente
- Penninische Decken, Kristallin
- Ostalpine Decken, Sedimente
- Ostalpine Decken, Kristallin
- känozoische Intrusionen
- känozoische Intrusionen
- Südalpine Decken: Kristallin
- Südalpine Decken: Sedimente
- wichtige Störungen/Brüche
- Deckengrenzen



Penninische Decken

Piz Platta

Basalte, Grüngesteine
(von Kruste des Piemont-Ozean)



Penninische Decken

Serpentinit

(von Kruste des Piemont-Ozean)



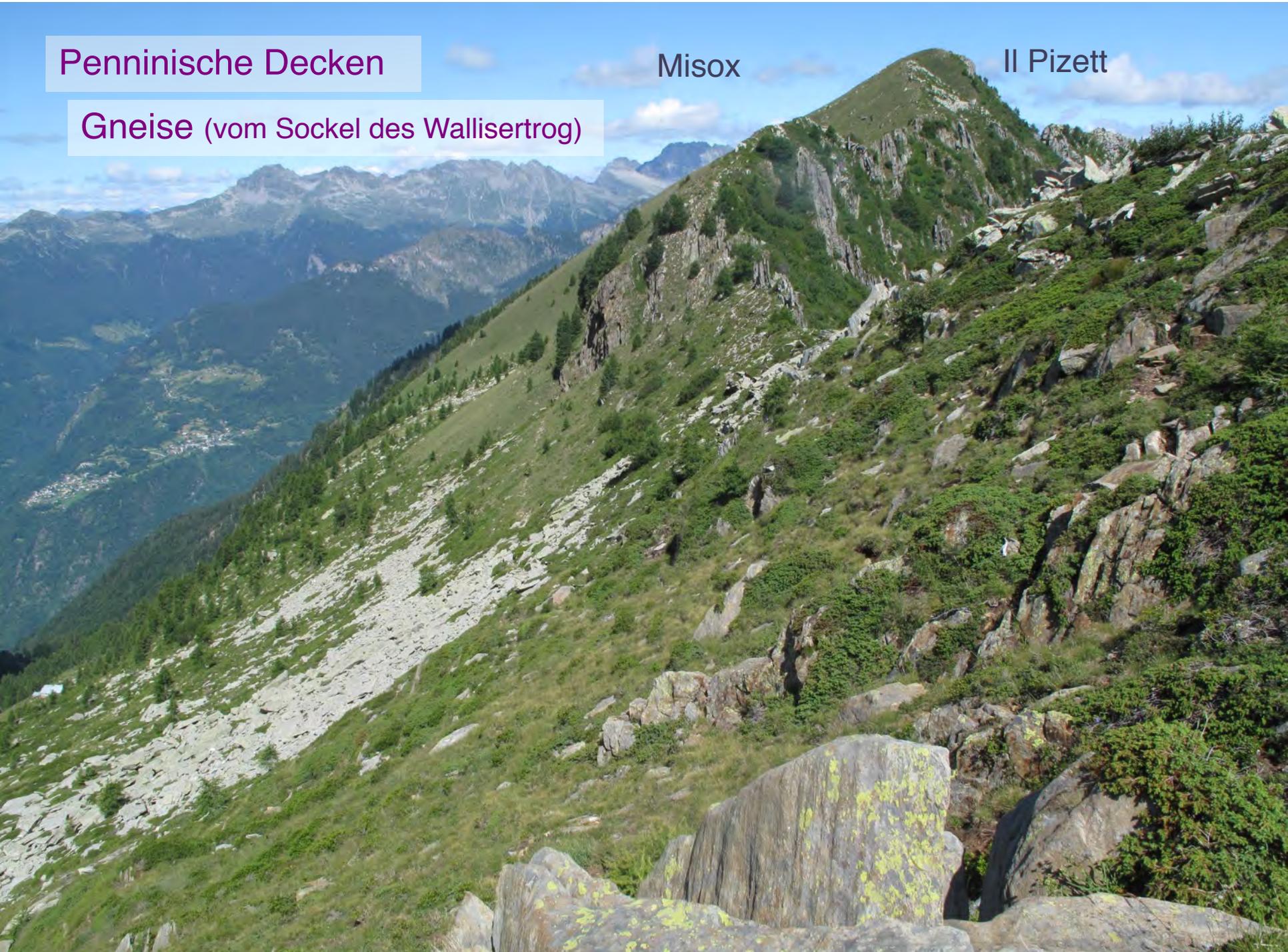
Fallerfurgga

Penninische Decken

Misox

Il Pizett

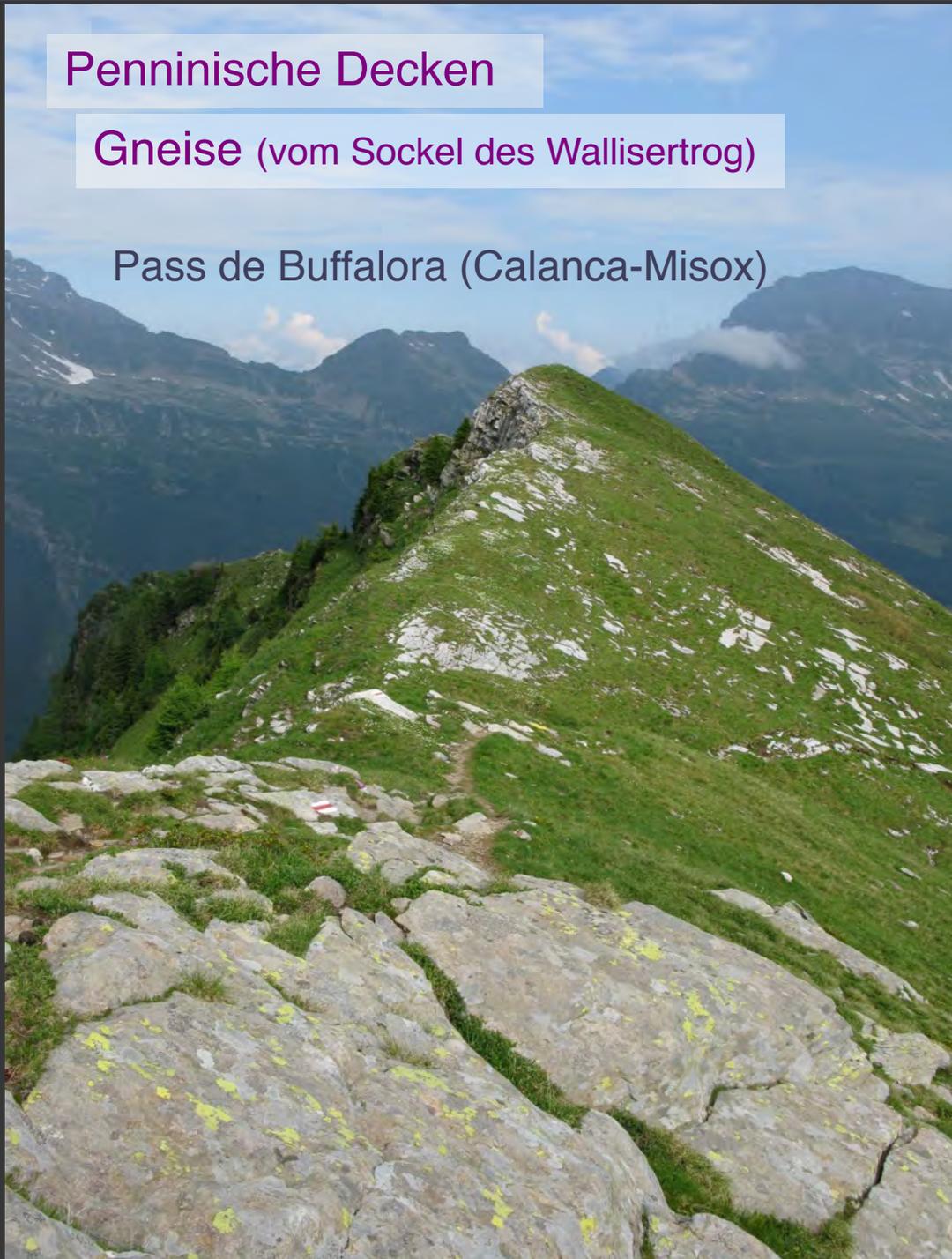
Gneise (vom Sockel des Wallisertrug)



Penninische Decken

Gneise (vom Sockel des Wallisertrug)

Pass de Buffalora (Calanca-Misox)



Silene exscapa



Vereinfachte Rekonstruktion der Tethys während grösster Ausdehnung

ca. 500-600 km breit

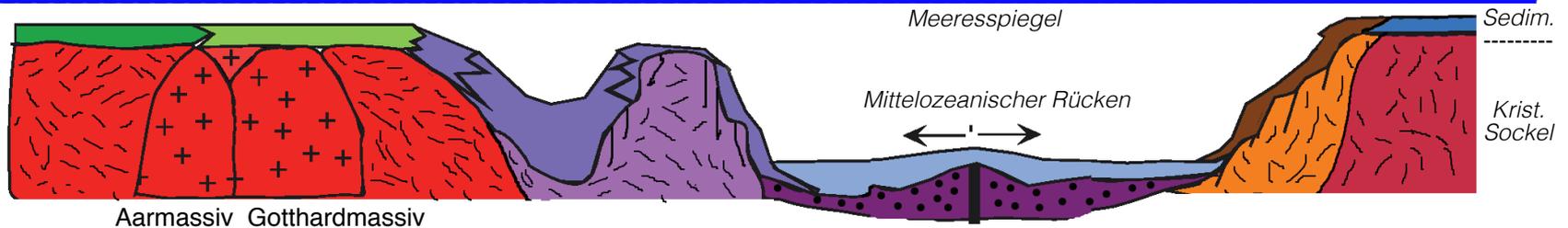
Europäische Platte
(Kontinentalsockel)

Adria-Apulia
(Sporn der Afrikanischen Platte)



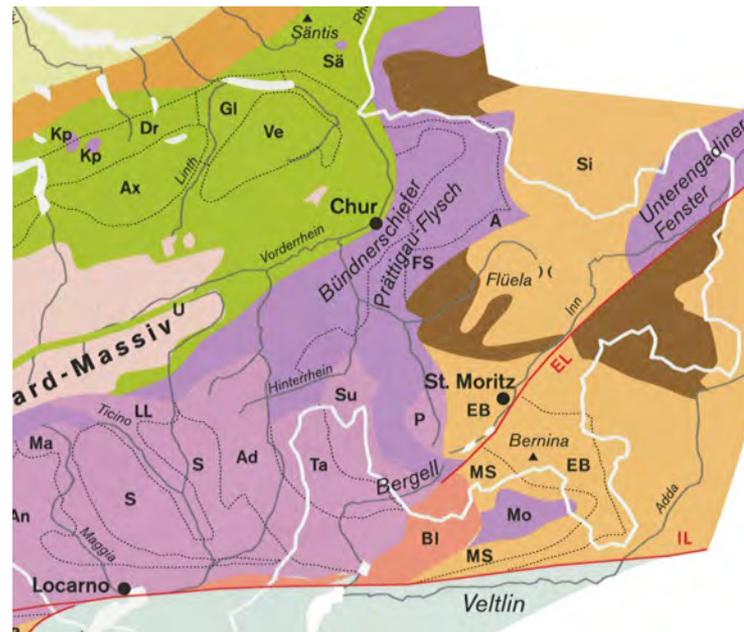
NW

SE



Aarmassiv Gotthardmassiv

- Helvetikum
- Kristallines Grundgebirge
- Penninische Decken, Sedimente
- Penninische Decken, Kristallin
- Ostalpine Decken, Sedimente
- Ostalpine Decken, Kristallin
- känozoische Intrusionen
- känozoische Intrusionen
- Südalpine Decken: Kristallin
- Südalpine Decken: Sedimente
- wichtige Störungen/Brüche
- Deckengrenzen



Magma-Intrusion während Alpenfaltung (vor 30-40 Mio Jahren)

Bergeller Massiv



Bergeller-Granit



Sciora-Gruppe
(Bergeller Massiv)



Kleines Literaturverzeichnis zum Thema Stein und Geologie

Über Gesteine (Bestimmung und Vorkommen)

MEYER J., 2017: Gesteine einfach bestimmen (Der Bestimmungsschlüssel).
Haupt, Bern. 140 S. 978-3-258-07991-2

MEYER J., 2017: Gesteine der Schweiz (Der Feldführer).
Haupt, Bern. 357 S. ISBN: 978-3-258-07856-4 [umfassende Übersicht, nach Regionen geordnet]

HEITZMANN P. und AUF DER MAUER F., 1989: Gesteine bestimmen und verstehen (Ein Führer durch die Schweiz). Birkhäuser, Basel/Boston/Berlin. 231 S. [nur ausgewählte Gesteine]

Zur Geologie der Schweiz

GNÄGI CH. und LABHART T.P., 2017: Geologie der Schweiz. (10. Aufl.).
Ott-Verlag, Bern. 208 S. ISBN 978-3-7225-0167-3

PIFFNER O.A., 2019: Landschaften und Geologie der Schweiz.
Haupt, Bern/Stuttgart/Wien. 360 S. ISBN: 978-3-258-07992-9

Zur geologischen Geschichte der Schweiz und der Entstehung der Alpen

WEISSERT H.J. und STÖSSEL I., 2015: Der Ozean im Gebirge.
Eine geologische Zeitreise durch die Schweiz (3., überarb. u. erw. Aufl.).
vdf Hochschulverlag, Zürich. 192 S. ISBN: 978-3-7281-3606-0

MARTHALER M., 2013: Das Matterhorn aus Afrika.
Die Entstehung der Alpen in der Erdgeschichte
(3. Aufl.). Ott-Verlag, Bern. 128 S. ISBN 978-3-7225-0133-8

Kleines Literaturverzeichnis zum Thema Stein und Geologie

Geologische und tektonische Karten der Schweiz

Tektonische Karte der Schweiz 1:500'000, 2005

erhältlich bei Swisstopo-Onlineshop:

- gedruckte Karte: CHF 50.-

Bestellung -> https://shop.swisstopo.admin.ch/de/products/maps/geology/GK500/GK500_PAPER
oder in Buchhandlungen

- Digitale Version: kostenlos (zip-Datei, Dateigrösse 436.1 MB)

Download -> https://shop.swisstopo.admin.ch/de/products/maps/geology/GK500/GK500_DIGITAL

Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000

einsehbar unter -> map.geo.admin.ch

Übersicht -> map.geo.admin.ch

-> im Suchfeld «Einteilung Geologischer Atlas 25 Papier» eingeben

Ausschnitt (in beliebigem Massstab) aufrufen:

-> map.geo.admin.ch -> im Suchfeld «Einteilung Geologischer Atlas 25» eingeben,

-> dann erwünschten Ausschnitt auswählen

Ausschnitt als Pdf-Datei herunterladen:

-> Menu «Drucken» (oben links) anklicken und entspr. Kriterien auswählen

Einzelkarten erhältlich bei Swisstopo-Onlineshop:

Gedruckte Karten: CHF 30.- (bis 50.-); Auswahl und Bestellung unter

-> https://shop.swisstopo.admin.ch/de/products/maps/geology/ga25/GA25_PRINT

Digitale Version: ca. CHF 72.-; Auswahl und Bestellung unter

-> https://shop.swisstopo.admin.ch/de/products/maps/geology/ga25/GA25_PIXEL

Karten oft auch in grösseren Bibliotheken ausleihbar