

TEKTONISCHE GLIEDERUNG DER OSTALPEN

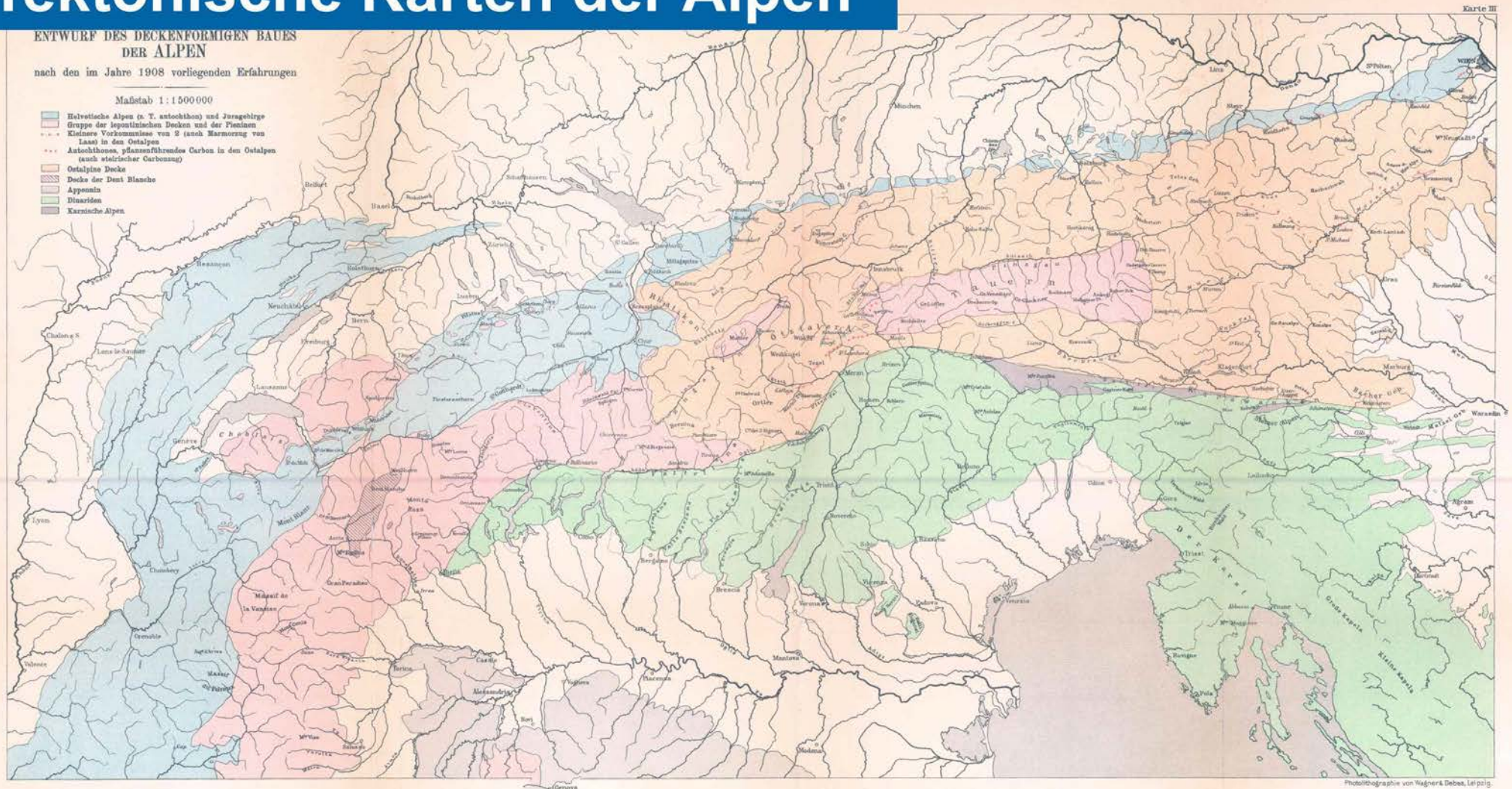
Und welche tektonische Karte spielen Sie?



universität
wien

Ralf Schuster
Geologische Bundesanstalt
Neulinggasse 38, 1030 Wien
ralf.schuster@geologie.ac.at

Tektonische Karten der Alpen



ENTWURF DES DECKENFÖRMIGEN BAUES DER ALPEN

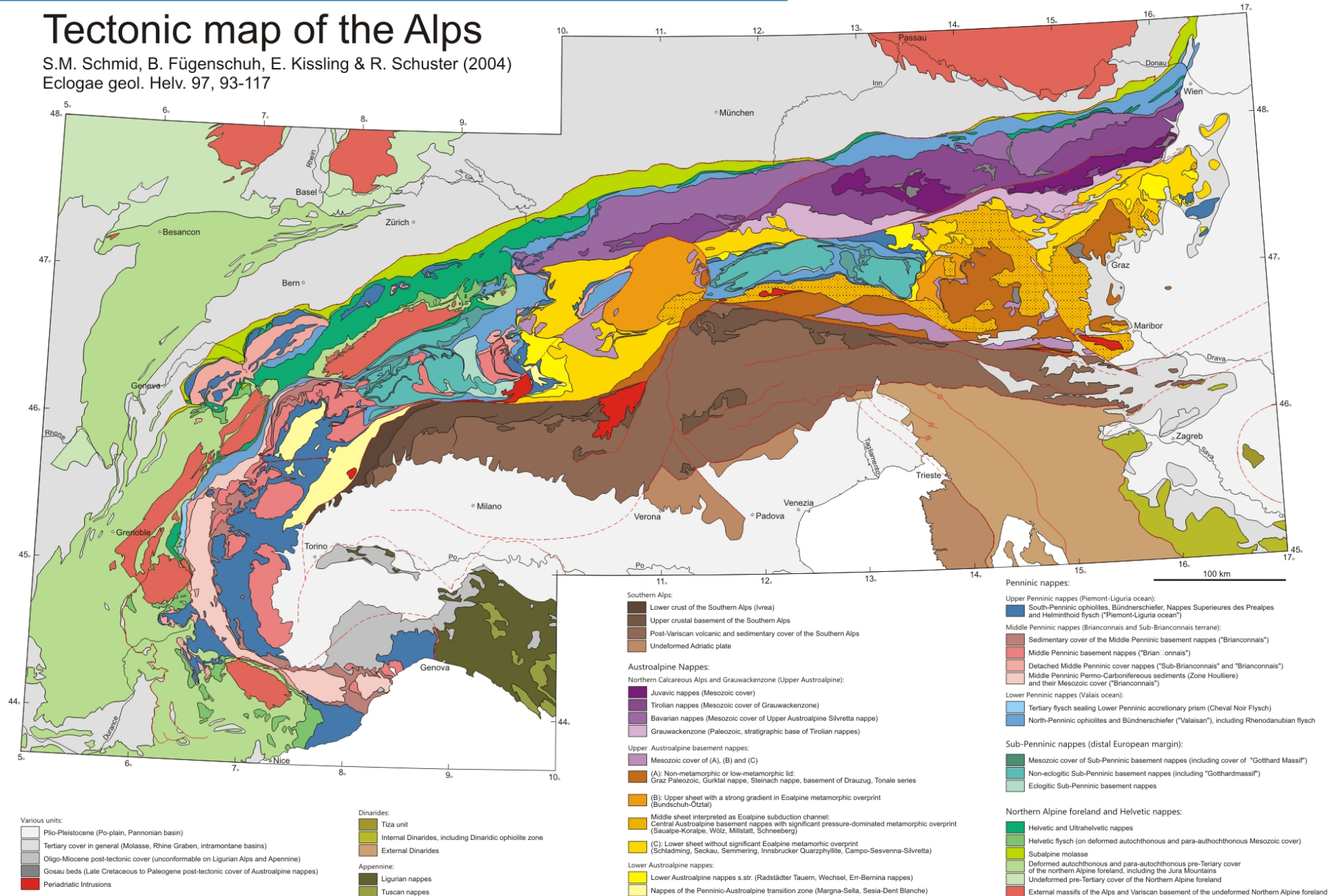
- Helvetische Alpen (z.B. autochthon) und Juraengebirge
- Gruppe der Lepontinischen Decken und der Pieninen
- Kleinere Vorkommen von 2 (auch Marmorzug von Laas in den Ostalpen)
- *** Autochthones, pflanzenführendes Carbon in den Ostalpen (auch steirischer Carbonzug)

- Ostalpine Decke
- Decke der Dent Blanche
- Appennin
- Dinariden
- Karnische Alpen

Tektonische Karten der Alpen

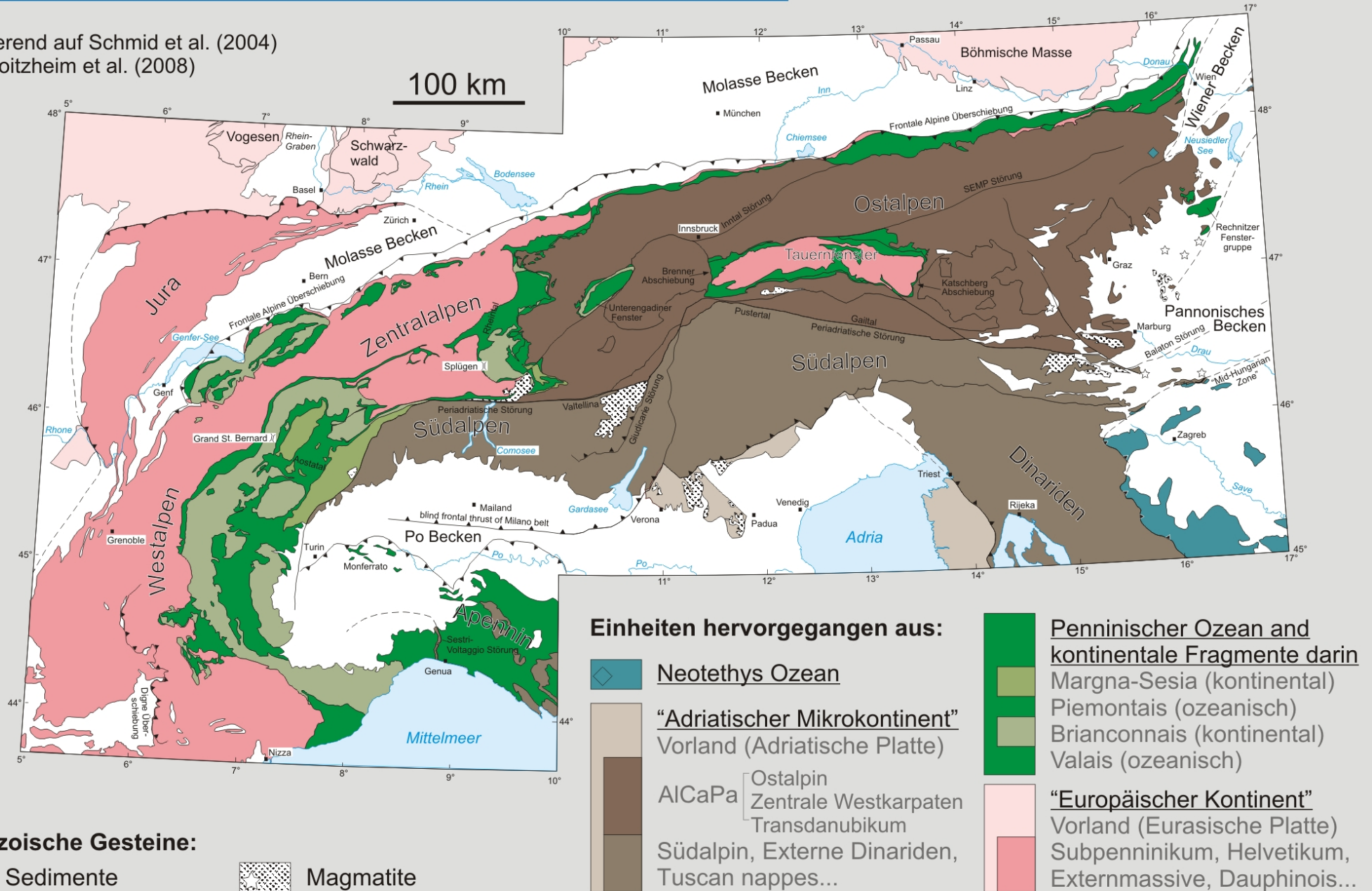
Tectonic map of the Alps

S.M. Schmid, B. Fügenschuh, E. Kissling & R. Schuster (2004)
Eclogae geol. Helv. 97, 93-117



Tektonische Karten der Alpen

...basierend auf Schmid et al. (2004)
und Fritzsche et al. (2008)



Unterschiede?

- ~1960 Plattentektonik
- ~1965 erste geochronologische Daten
- ~1989 Laterale Extrusion
- ~1991 Entdeckung der Meliata Einheit in den Ostalpen
- ~1992 Datierung der eoalpidischen (kretazischen) Eklogite im Ostalpin

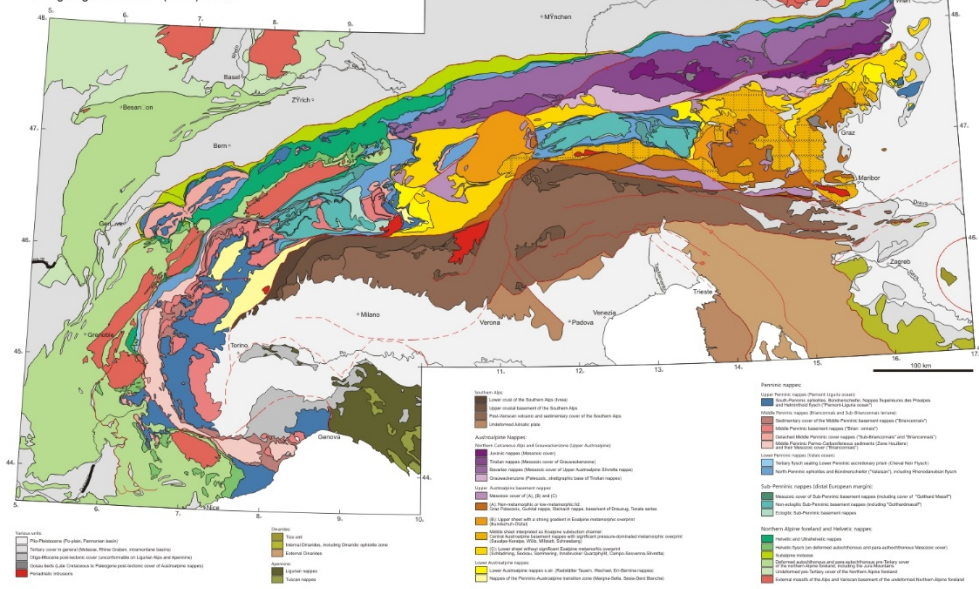


Suess (1908)

Schmid et al. (2004)

Tectonic map of the Alps

S.M. Schmid, B. Fügenschuh, E. Kissling & R. Schuster :
Eclogae geol. Helv. 97 (2004) 93-117



~1995 *slab break-off* induziert Periadriatika

~1996 Entdeckung der permischen Metamorphose

~2000 TRANSALP Projekt

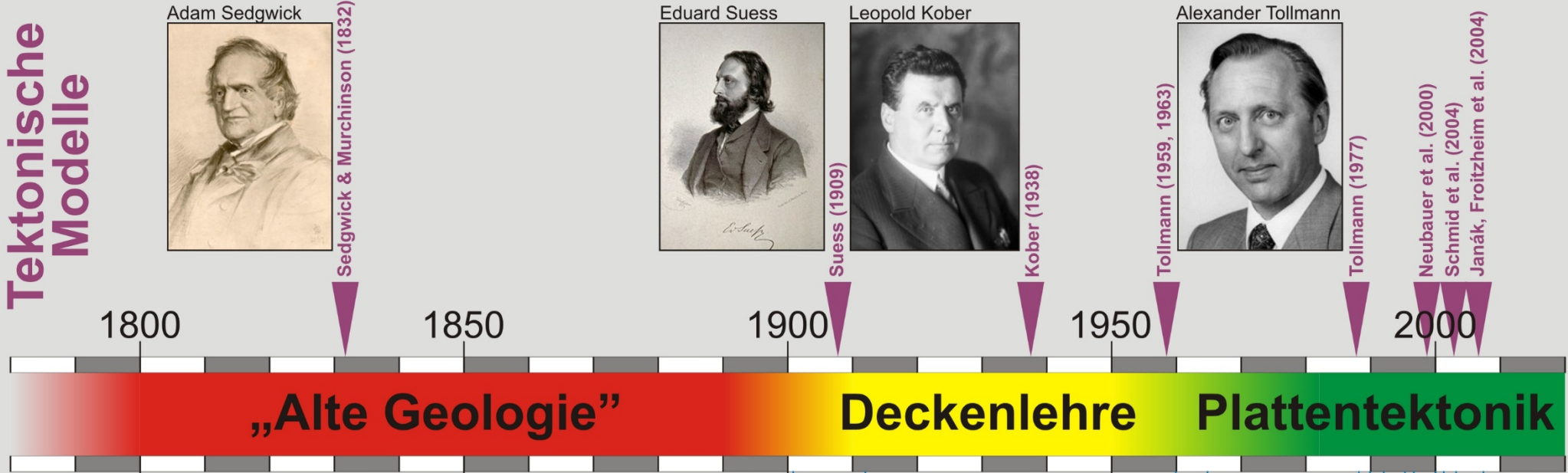
~2000 verbesserte MOHO-Karte von Europa

~2003 Hochauflösende teleseismische Tomographie vom Mantel unter den Alpen

~2007 Entdeckung von Amphiboliten einer *metamorphic sole* in der Gosaugruppe

Erkenntnisse und tektonische Modelle

Tektonische Modelle



Franz Neubauer



Stefan Schmid



Niko Froitzheim



“Meilensteine”

- ~1900 Deckenlehre
- ~1910 Kontinentaldrift
- ~1960 Plattentektonik
- ~1965 erste geochronologische Daten
- ~1989 Laterale Extrusion im Miozän
- ~1991 Entdeckung der Meliata Einheit in den Ostalpen
- ~1992 Datierung der eoalpidischen (kretazischen) Eklogite im Ostalpin
- ~1995 slab break-off ⇔ Periadriatika
- ~1996 Entdeckung der permischen Metamorphose
- ~2000 TRANSALP Projekt
- ~2000 verbesserte MOHO-Karte von Europa
- ~2003 Hochauflösende teleseismische Tomographie des Mantel unter den Alpen
- ~2007 Entdeckung von Amphiboliten einer *metamorphic sole* in der Gosaugruppe

Bis ~ 1900 “Alte Geologie”

❗ Überlagerungsgesetz

Jüngere Gesteine liegen über älteren Gesteinen.

➡ Gebirge entstehen durch Kontraktion der Erde

➡ Autochthonismus

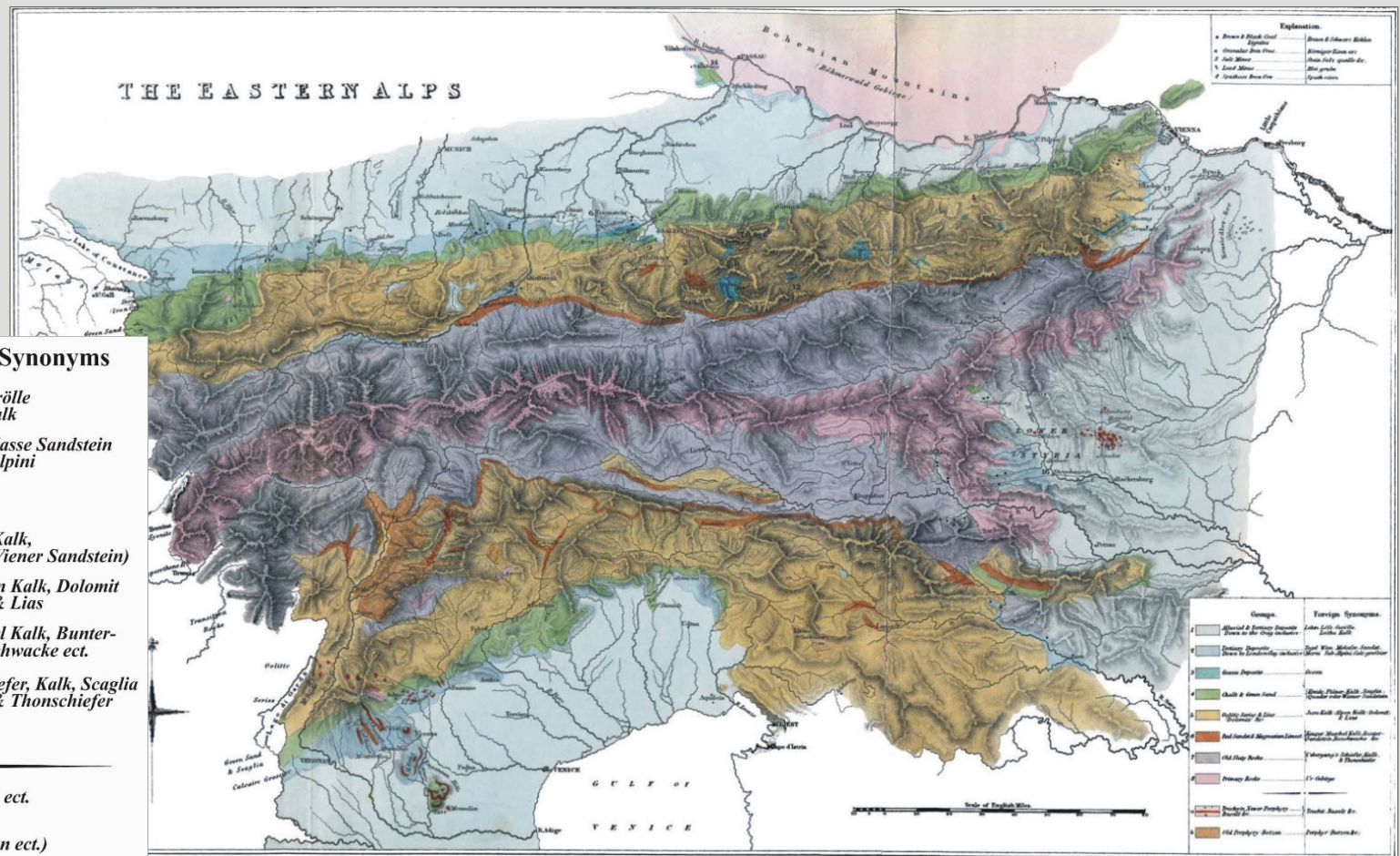
Begriffe: Primär - Sekundär - Tertiär - Quartär

Urgestein ⇒ Altkristallin

Grauwackenzone

Kalkzone ⇒ Kalkalpen

Sandsteinzone ⇒ Flyschzone...



Groups

Foreign Synonyms

- | | | |
|---|---|---|
| 1 | Alluvial & Tertiary Deposits
(Down to the Orag inclusive)..... | Lehm, Löss, Gerölle
Leitha Kalk |
| 2 | Tertiary Deposits
(Down to the London Clay inclusive).. | Tegel Wien, Molasse Sandstein
„Marin“, Sub-Alpini |
| 3 | Gosau Deposits..... | Gosau |
| 4 | Chalk & Green Sand..... | Kreide, Pläner Kalk,
(Quadier oder Wiener Sandstein) |
| 5 | Oolitic Series & Lias
(Dolomite ect.)..... | Jura Kalk, Alpen Kalk, Dolomit
& Lias |
| 6 | Red Sandstone & Magnesian Limest.. | Keuper, Muschel Kalk, Bunter-
Sandstein, Rauchwacke ect. |
| 7 | Old Slaty Rocks..... | Übergangs Schiefer, Kalk, Scaglia
& Thonschiefer |
| 8 | Primary Rocks..... | Ur-Gebirge |
| a | Trachyte, Newer Porphyry
Basalts ect..... | Trachyt, Basalts ect. |
| b | Old Porphyry (Bolzen)..... | Porphyry (Bolzen ect.) |

Bis ~ 1900 “Alte Geologie”

- ❗ **Überlagerungsgesetz**
Jüngere Gesteine liegen über älteren Gesteinen.
- ➡ **Gebirge entstehen durch Kontraktion der Erde**
- ➡ **Autochthonismus**

Hans Conrad Escher von der Linth (1809)
Aquarell der Tschingelhörner mit Martinsloch

- ❓ **Manchmal liegen ältere Gesteine über jüngeren Gesteinen**

z.B. Glarner Hauptüberschiebung
Alpiner Verrucano (Perm, 250 Ma)
Quinten Kalk (Jura, 150 Ma)
Flysch (Paläogen, 60 Ma)



~ 1900-1970 Zeit der Deckenlehre

- ❗ In Gebirgen werden Gesteinskörper übereinander geschoben
- ❗ Landmassen müssen früher anders angeordnet gewesen sein
- ➡ Mobilistisches Weltbild

Begriffe: Decke

Flyschzone ⇨ Flyschdecke

Helvetikum - Penninikum - Ostalpin - Südalpin...

Kontinent - Ozean

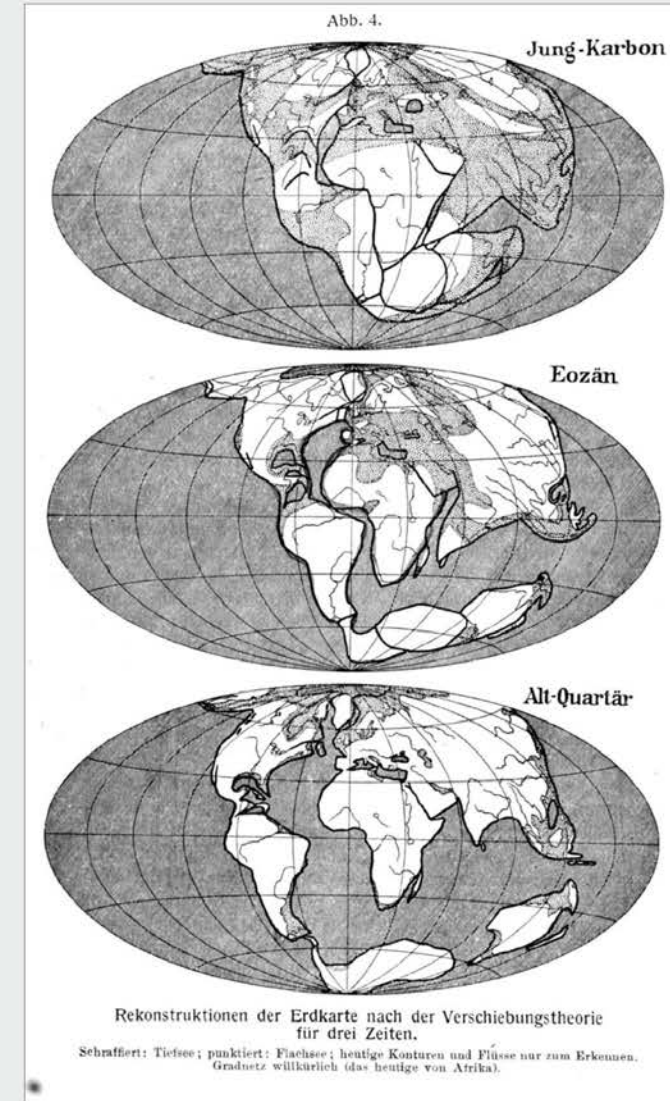
Geosynklinale, Stille-Zyklus

SiMa, SiAl

Tollmann, A. (1963): Ostalpensynthese.
256 S., Deuticke (Wien).



Wegener, A. (1920): Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. 2. Aufl., Die Wissenschaft, 66: 134, Vieweg (Braunschweig).



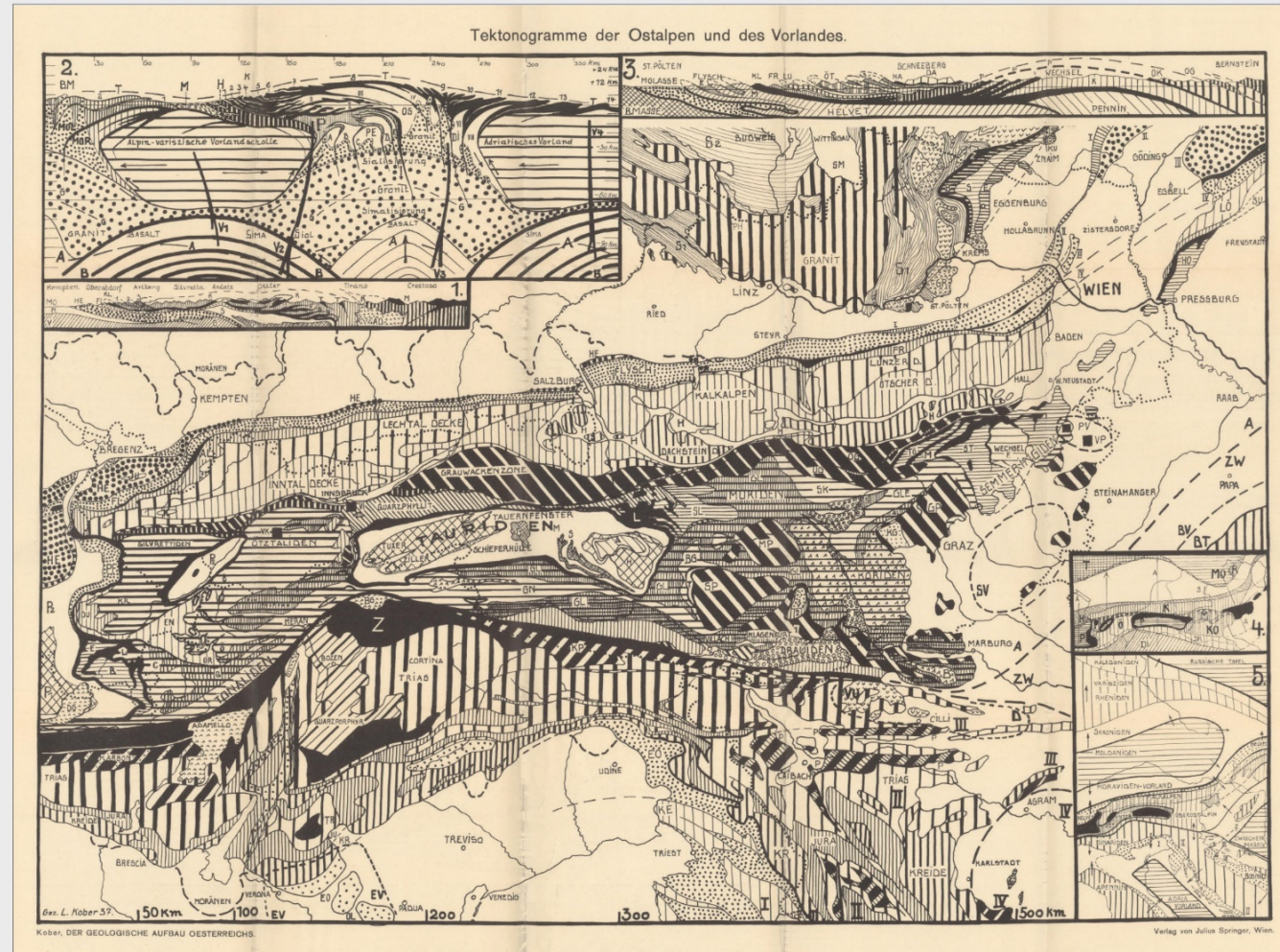
~ 1900-1970 Zeit der Deckenlehre

- ❗ In Gebirgen werden Gesteinskörper übereinander geschoben
- ❗ Landmassen müssen früher anders angeordnet gewesen sein
- ➡ Mobilistisches Weltbild

Kober, L. (1938): Der Geologische Aufbau Österreichs.
204 S, Springer (Wien).

❓ Antriebsmechanismus

„...dass die meisten maßgeblichen Darstellungen der besonders weiträumigen ostalpinen Deckenüberschiebungen von Termier bis heute nur wenig oder keine Mühe darauf verwendet haben, das erschlossene Bewegungsbild auch durch glaubhafte Vorstellungen über seinen Mechanismus zu ergänzen und dessen mechanische Möglichkeit zu erläutern“... (CLAR, 1965, Seite 11-12).



Ab ~1950 Faziesbereiche mesozoischer Sedimente

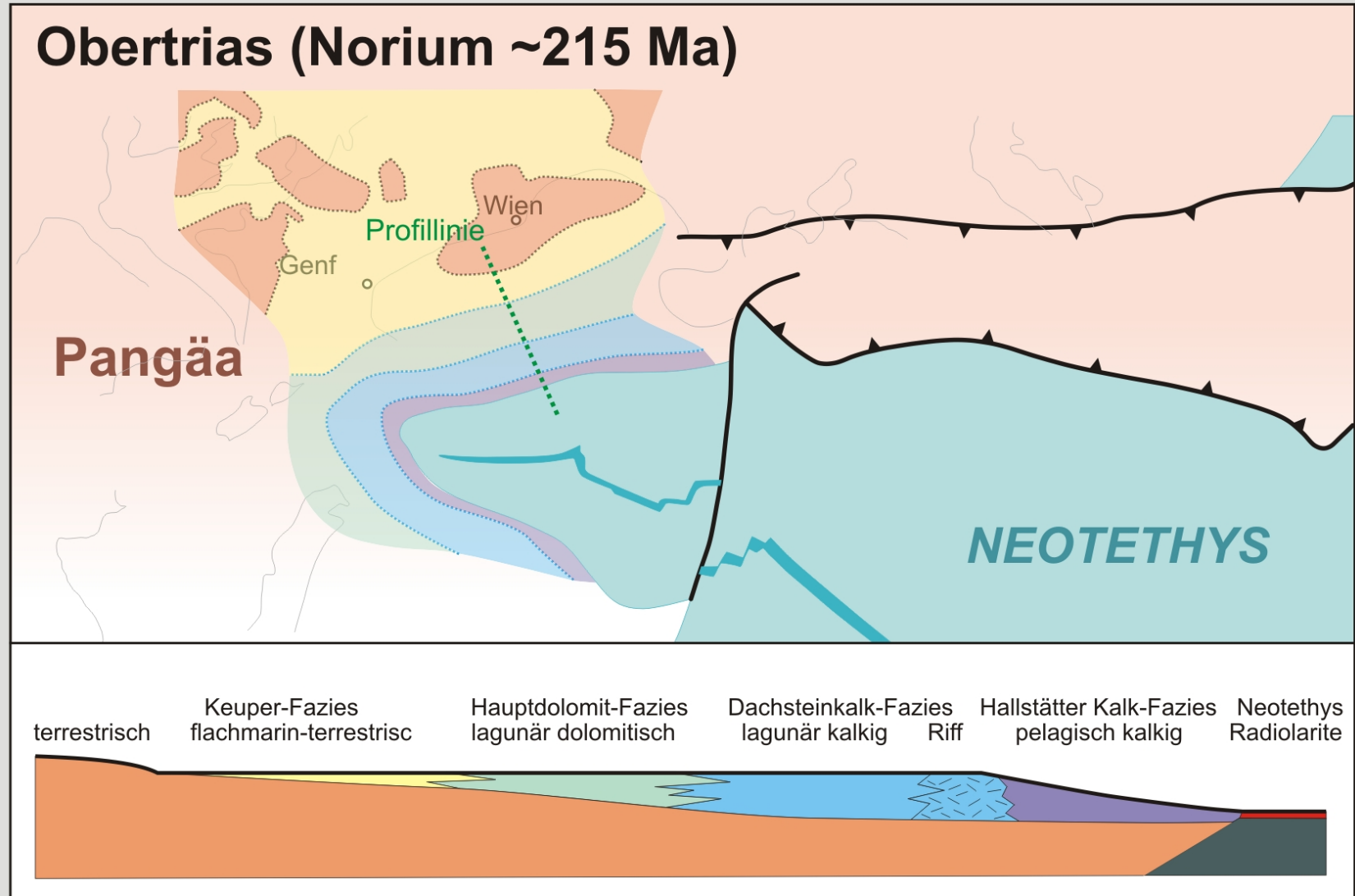
! Paläogeographische Rekonstruktion der Verteilung der norischen Faziesbereiche

Paläogeographie nach
Schmid et al. (2004)

Faziesbereiche für Trias:
Tollmann (1959, 1963)
Tollmann (1985)
Lein (1987)
Lein et al. (1997)
Mandl (2000)...

Gliederung Jura:
Tollmann (1985)
Mandl (2000)
Gawlick et al. (2002)
Missoni & Gawlick (2011)...

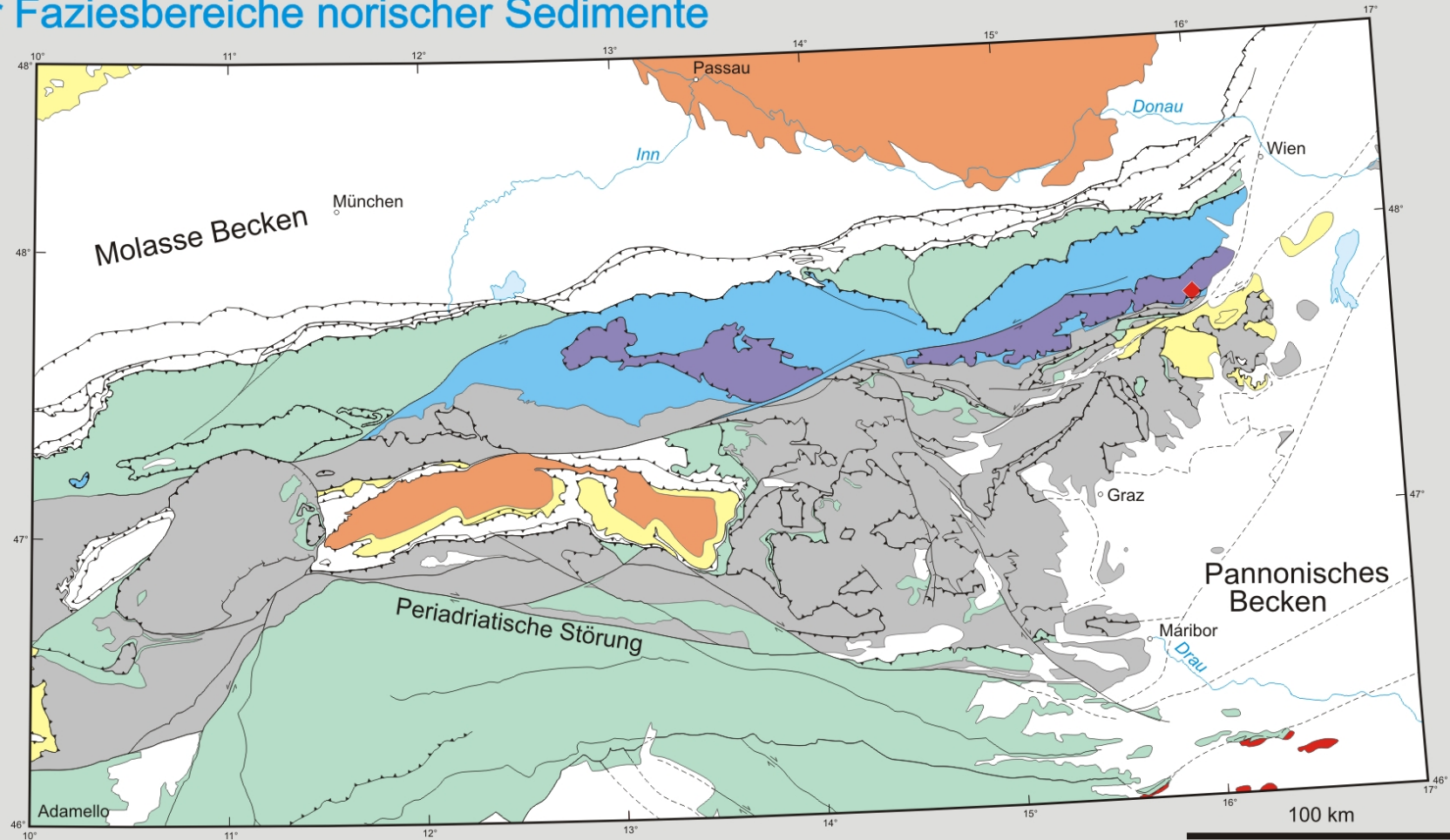
Gliederung Kreide:
Faupl & Wagreich (2000)
Wagreich (2001)...



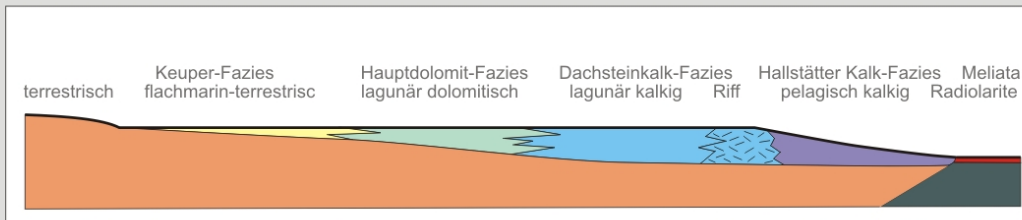
Ab ~1950 Faziesbereiche mesozoischer Sedimente

! Verteilung der Faziesbereiche norischer Sedimente

Zusammengestellt aus:
Tollmann (1959, 1963)
Tollmann (1985)
Lein (1987)
Lein et al. (1997)
Mandl (2000)...



Fazieszonierung im Norium



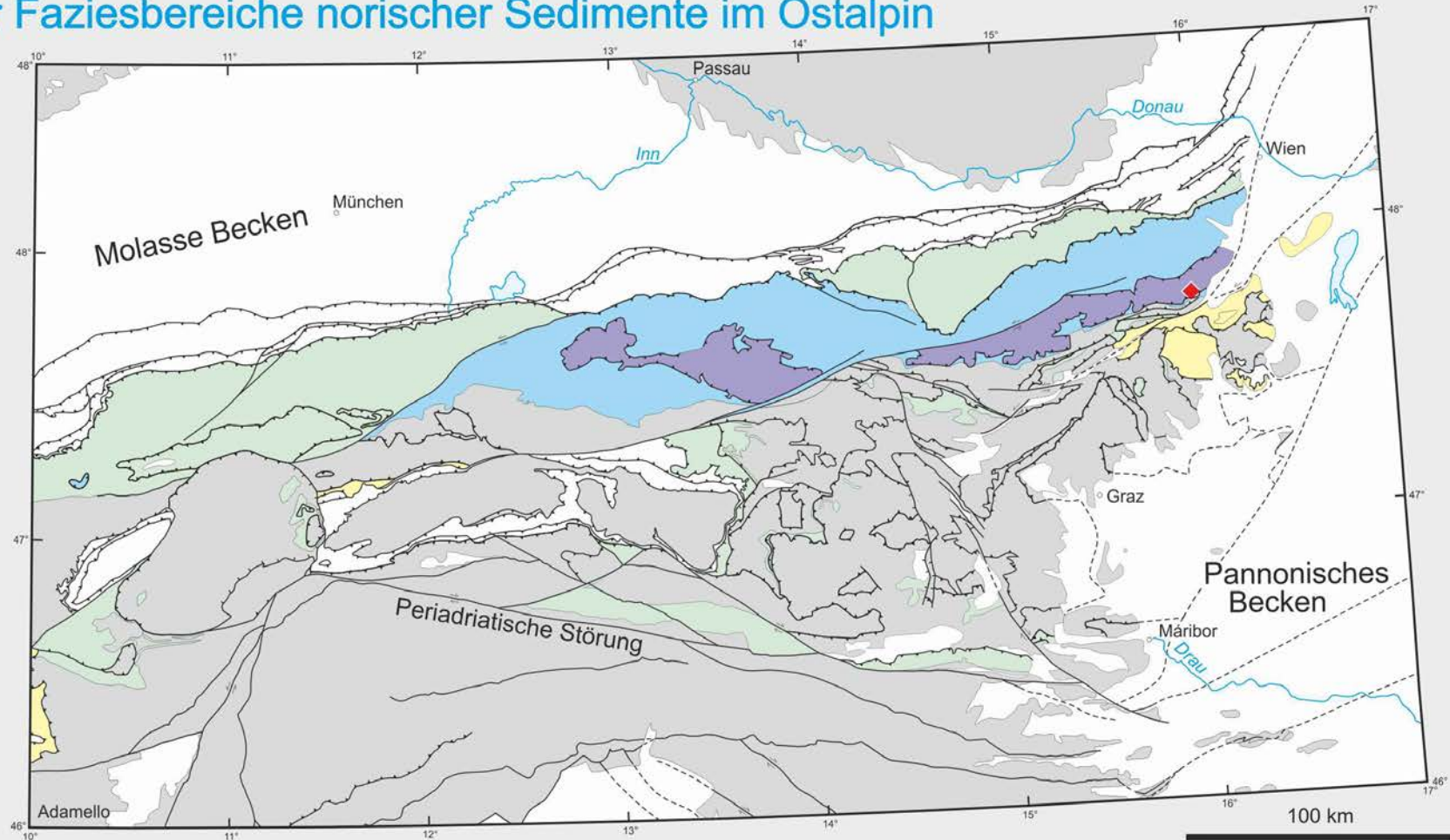
Faziesbereiche norischer Sedimente (stark vereinfacht)

- Keuper-Fazies: terrestrisch, flachmarin
- Hauptdolomit-Fazies: lagunär, dolomitisch
- Dachsteinkalk-Fazies (Lagune/Riff): lagunär, kalkig, Riffkalk
- Hallstätter-Fazies: pelagisch, kalkig
- Ozeanische Fazies der Neotethys: pelagisch, z.T. Radiolarit

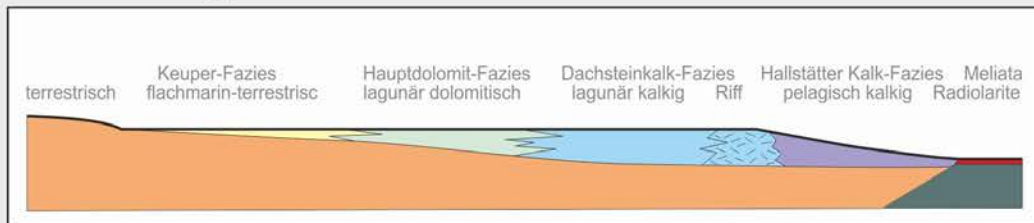
Ab ~1950 Faziesbereiche mesozoischer Sedimente

! Verteilung der Faziesbereiche norischer Sedimente im Ostalpin

Zusammengestellt aus:
Tollmann (1959, 1963)
Tollmann (1985)
Lein (1987)
Lein et al. (1997)
Mandl (2000)...



Fazieszonierung im Norium

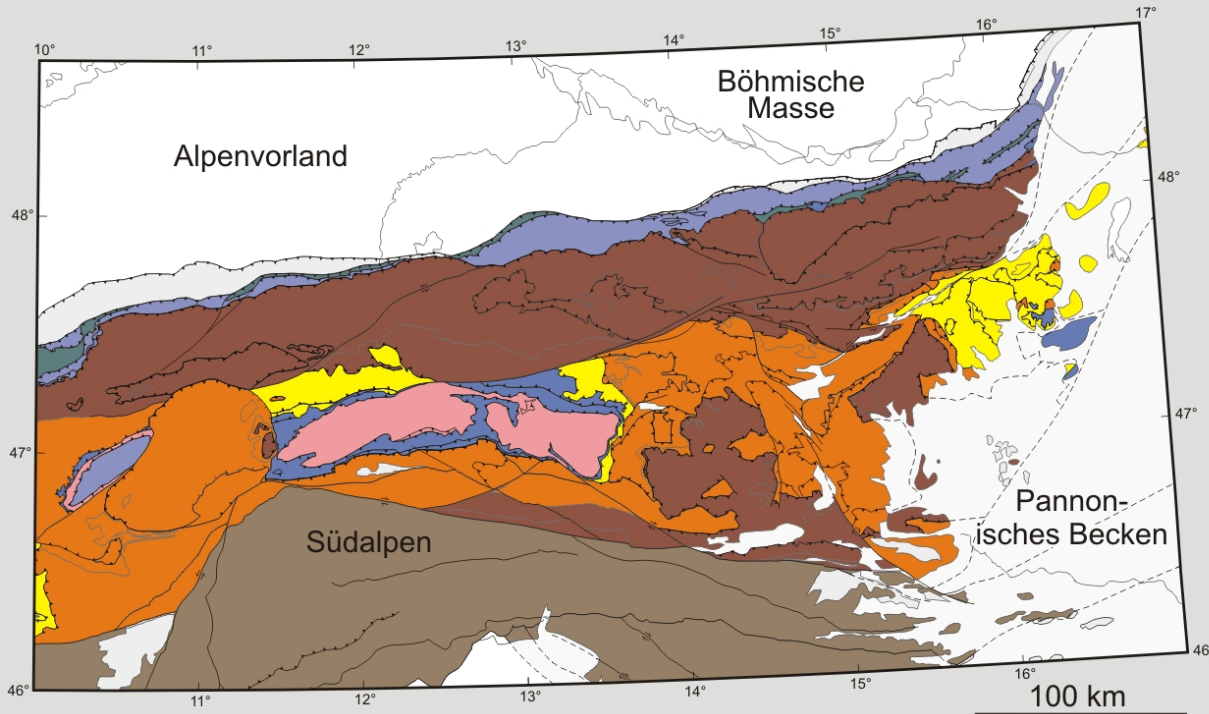


Faziesbereiche norischer Sedimente (stark vereinfacht)

- Keuper-Fazies: terrestrisch, flachmarin
- Hauptdolomit-Fazies: lagunär, dolomitisch
- Dachsteinkalk-Fazies (Lagune/Riff): lagunär, kalkig, Riffkalk
- Hallstätter-Fazies: pelagisch, kalkig
- Ozeanische Fazies der Neotethys: pelagisch, z.T. Radiolarit

Tektonische Modelle der Ostalpen

TOLLMANN (1959, 1963, 1977)



Einheiten entstanden aus
Alpidischer Geosynklinale

Südalpine Fazies

■ Südalpin (TOLLMANN, 1987)
◀ Meliaticum

Nordalpine Fazies

■ Oberostalpin

Zentralalpine Fazies

■ Mittelostalpin

■ Unterostalpin

Penninische Fazies

■ Südpenninikum

■ Mittelpenninikum

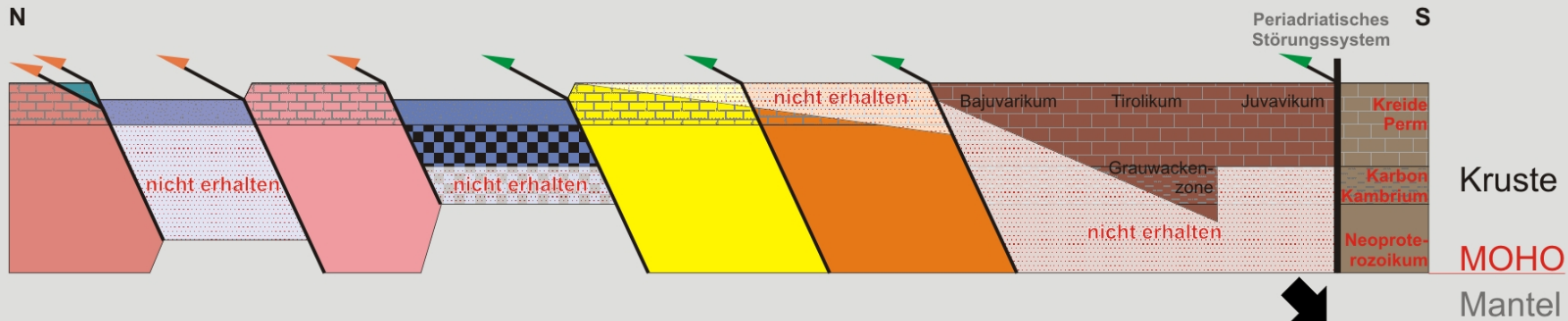
■ Nordpenninikum

Helvetische Fazies

■ Helvetikum

Germanische Fazies

■ Vorland



Tektonische Modelle der Ostalpen

TOLLMANN (1959, 1963, 1977)

Generelle Bemerkungen:

- + Konsequente Gliederung in definierte Einheiten.
- Modell zwischen Geosynklinalen und Plattentektonik.
 - ➔ Es bleibt unklar wie viele Subduktionszonen vorhanden sind und was mit der verschwundenen Kruste geschehen ist. Der Erdmantel wird nicht berücksichtigt.
- ! Untergliederung ist sehr an Fazies der triassischen Sedimente orientiert!
- ! Mehr oder weniger reine N-S Abwicklung der alpidischen Geosynklinale!

Einheiten entstanden aus
Alpidischer Geosynklinale

Südalpine Fazies

■ Südalpin (TOLLMANN, 1987)
◀ ◆ Meliaticum

Nordalpine Fazies

■ Oberostalpin

Zentralalpine Fazies

■ Mittelostalpin

■ Unterostalpin

Penninische Fazies

■ Südpenninikum

■ Mittelpenninikum

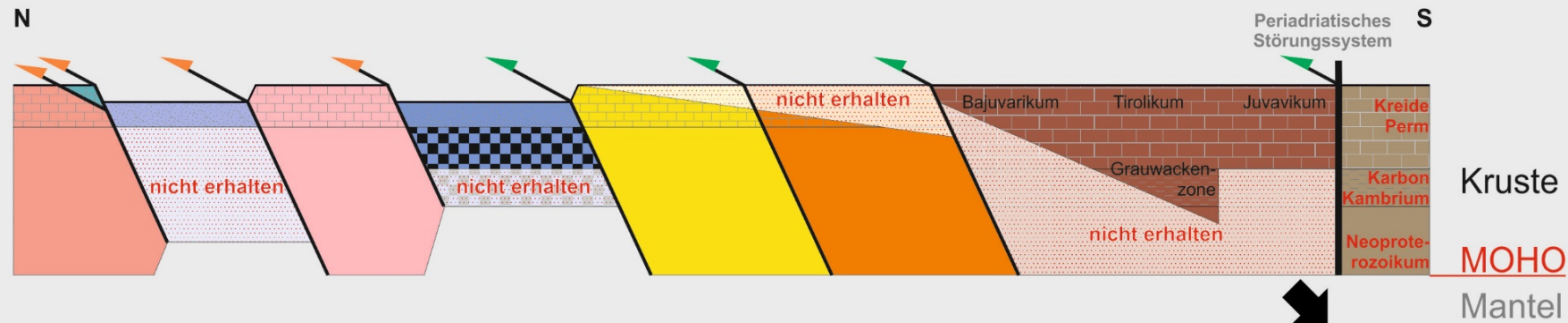
■ Nordpenninikum

Helvetische Fazies

■ Helvetikum

Germanische Fazies

■ Vorland



Tektonische Modelle der Ostalpen

TOLLMANN (1959, 1963, 1977)

Spezielle Charakteristika:

Ostalpin

- ❗ Ober-, Mittel- und Unterostalpin sind lateral benachbarte Sedimentationsräume
- ❗ Ostalpines Kristallin ist eine zusammenhängende mittelostalpine Decke mit intensiver variszischer Metamorphose- und Strukturprägung. Alpidische Deformation ist nur entlang von diskreten Bewegungsbahnen vorhanden und die alpidische Metamorphose erreichte nur die Grünschieferfazies.
- ❗ Der Meliata-Hallstatt Ozean lag südlich des heutigen Juvavikums.
- ❗ Das Periadriatische Lineament stellt eine Suturzone dar, an der viel kontinentaler Kruste verschwunden ist.

Penninikum

- ❗ Die Zentralgneise im Tauernfenster sind Teil des Brianconnais.

Einheiten entstanden aus
Alpidischer Geosynklinale

Südalpine Fazies

■ Südalpin (TOLLMANN, 1987)
◀♦ Meliaticum

Nordalpine Fazies

■ Oberostalpin

Zentralalpine Fazies

■ Mittelostalpin

■ Unterostalpin

Penninische Fazies

■ Südpenninikum

■ Mittelpenninikum

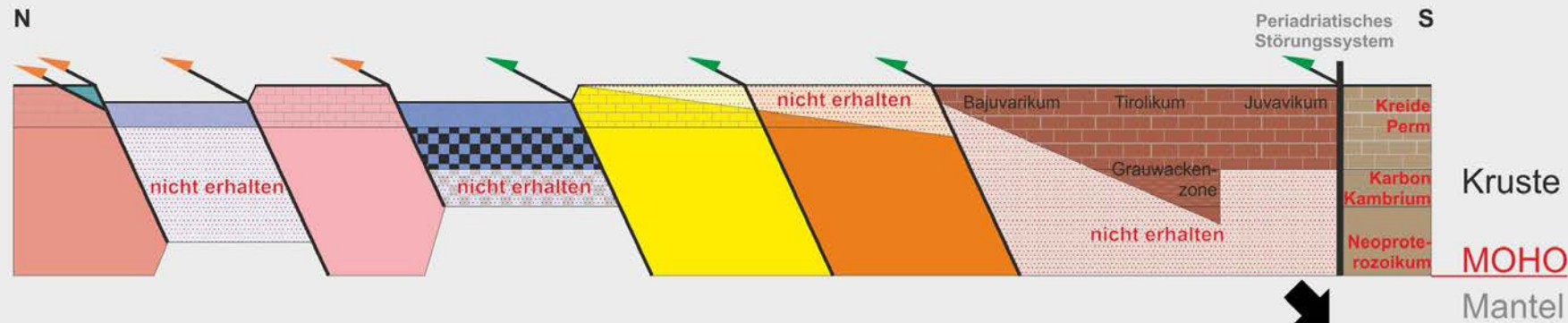
■ Nordpenninikum

Helvetische Fazies

■ Helvetikum

Germanische Fazies

■ Vorland

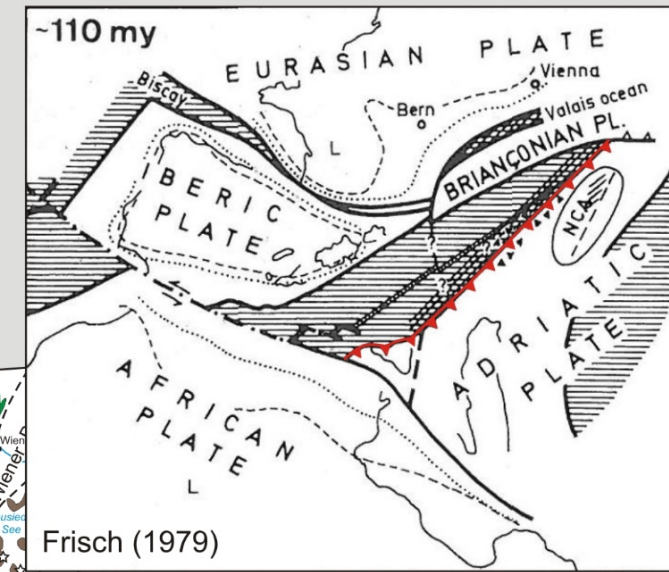


~ 1970 Plattentektonik für Alpen

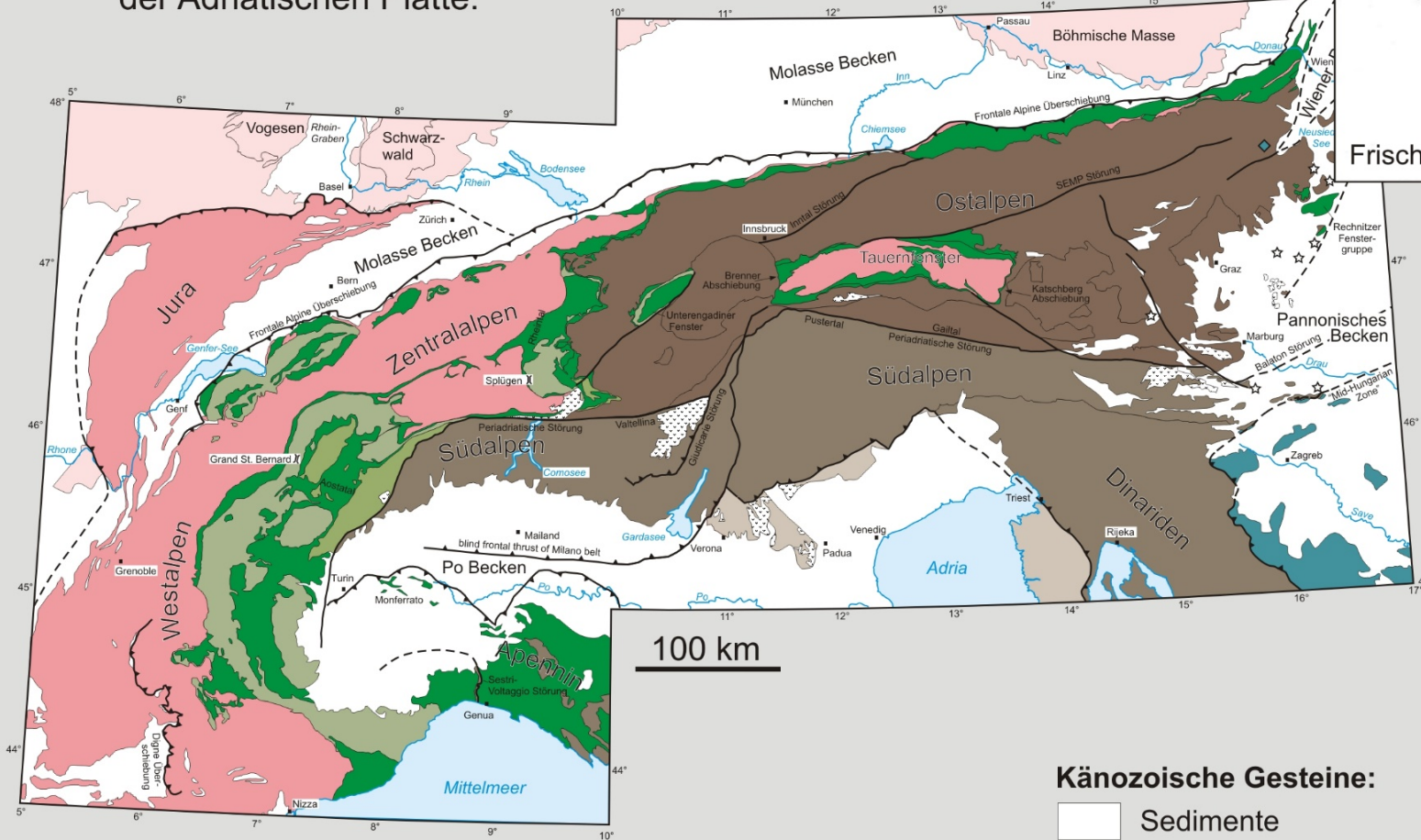
❗ Konzept der “Geosynklinalen” bis 1980 in Gebrauch!
z.B. Tollmann (1977)

➡ Plattentektonik in den Ostalpen ab 1979!

Frisch (1979): Eine Subduktionszone, Subduktion beginnt am Nordrand der Adriatischen Platte.



Frisch (1979)



Karte basierend auf Froitzheim et al. (2008)

Einheiten hervorgegangen aus:

- ◊ Neotethys Ozean
- “Adriatischer Mikrokontinent”
Vorland (Adriatische Platte)
- AICaPa [Ostalpin
Zentrale Westkarpaten
Transdanubikum
Südalpin, Externe Dinariden,
Tuscan nappes...
- Penninischer Ozean and
kontinentale Fragmente darin
 - Magna-Sesia (kontinental)
 - Piemontais (ozeanisch)
 - Brianconnais (kontinental)
 - Valais (ozeanisch)
- “Europäischer Kontinent”
Vorland (Eurasische Platte)
Subpenninikum, Helvetikum,
Externmassive, Dauphinois...

Känozoische Gesteine:

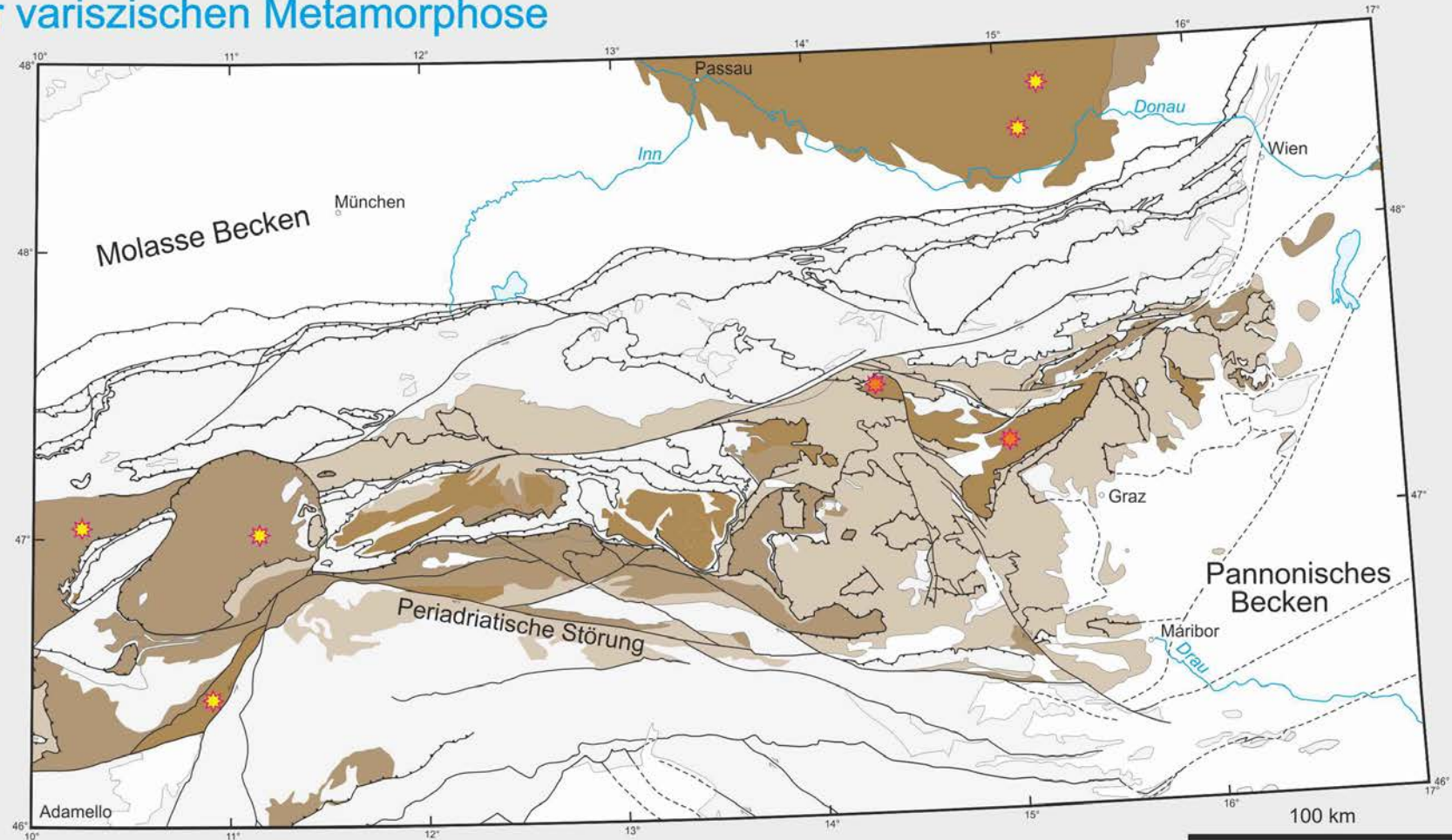
- Sedimente
- ☆ Magmatite

Ab ~ 1965 geochronologische/petrologische Daten

! Verteilung der variszischen Metamorphose

Zusammengestellt aus
Frey (1999)
Neubauer et al. (1999)
Schuster (2015)...

- ★ Prä-variszische Eklogite (Devon; ~410 Ma)
- ★ Variszische Eklogite (Karbon; ~360 Ma)



Einheiten aus prä-permischen Gesteinen mit variszischer Metamorphoseprägung

/// Störungen und Deckengrenzen

□ Neogene Sedimente

□ Permische bis Paläogene Sedimente und Magmatite

Grünschieferfazies (maximal)

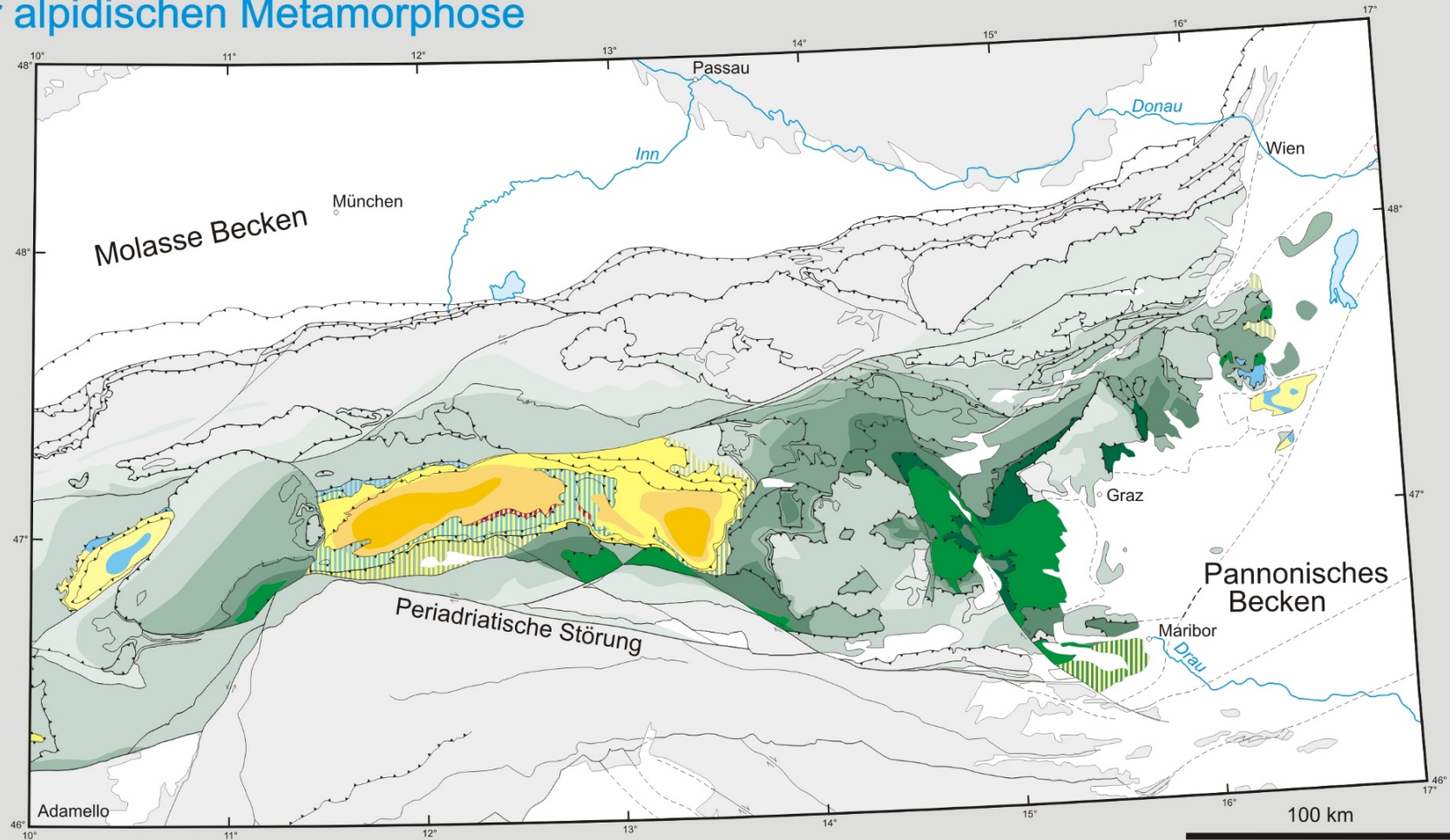
Amphibolitfazies

Hohe Amphibolitfazies oder Eklogitfazies mit variszischen Plutoniten

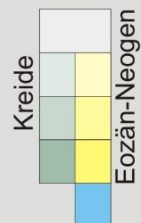
Ab ~ 1965 geochronologische/petrologische Daten

! Verteilung der alpidischen Metamorphose

Zusammengestellt aus
Frank et al. (1987)
Hoinkes et al. (1999)
Thöni (1999)
Schuster et al. (2004)
Janák et al. (2004)
Miller et al. (2005)...



Einheiten aus prä-paläogenen Gesteinen mit alpidischer Metamorphose



Unmetamorph
Anchizonal metamorph
Untere Grünschieferfazies
Obere Grünschieferfazies
Blauschieferfazies



Epidot-Amphibolitfazies
Amphibolitfazies
Obere Amphibolitfazies
Eklogit- und UHP-Fazies

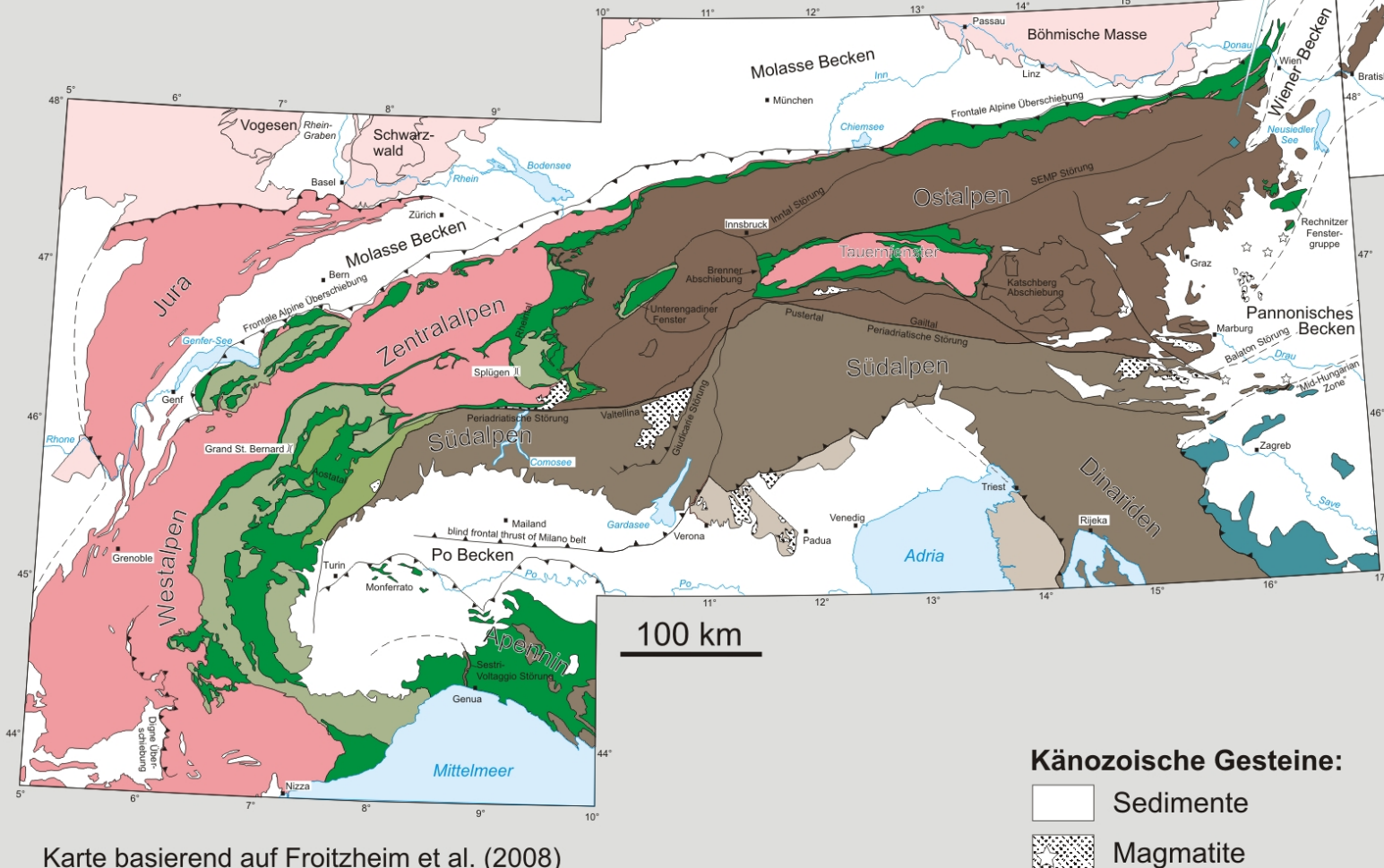
Störungen und Deckengrenzen

Neogene Sedimente
und Magmatite

~ 1991 Relikte vom Neotethys Ozean

❗ Triassische Radiolarite, Olistolithe, jurassische Turbidite
Mandl & Ondrejickova (1991, 1993); Kozur & Mostler (1992)

➡ Meliata Zone



Karte basierend auf Froitzheim et al. (2008)

Meliata Zone

Meliata Zone

Einheiten hervorgegangen aus:

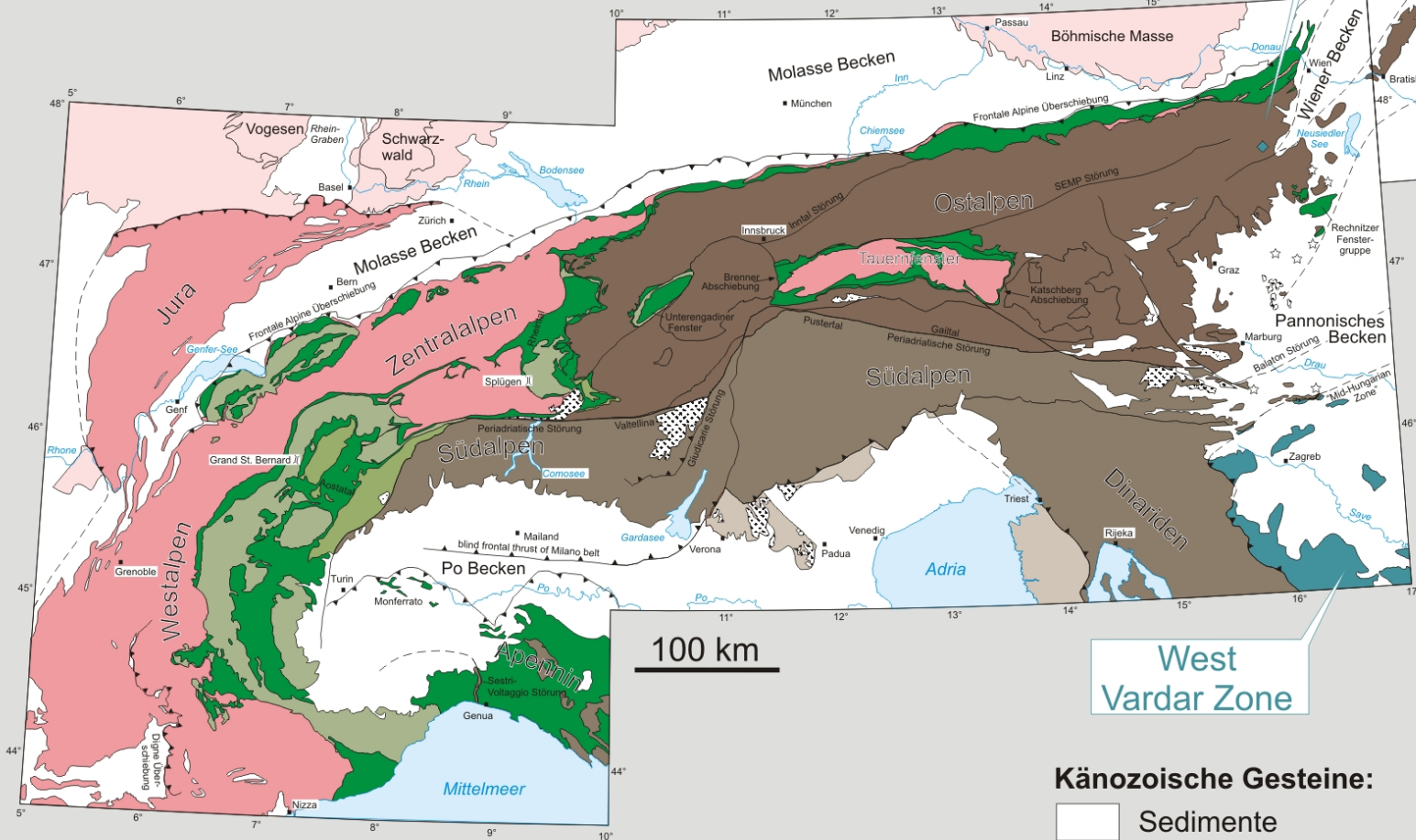


~ 1991 Relikte vom Neotethys Ozean

❗ Triassische Radiolarite, Olistolithe, jurassische Turbidite
Mandl & Ondrejickova (1991, 1993); Kozur & Mostler (1992)

➡ Meliata Zone

❓ Keine Blauschiefer, Verhältnis zur West Vardar Zone



Meliata Zone

Meliata Zone

West Vardar Zone

Einheiten hervorgegangen aus:

- ◊ Neotethys Ozean
- “Adriatischer Mikrokontinent”
Vorland (Adriatische Platte)
- AICaPa
 - Ostalpin
 - Zentrale Westkarpaten
 - Transdanubikum
- Südalpin, Externe Dinariden, Tuscan nappes...
- Penninischer Ozean and kontinentale Fragmente darin
 - Magna-Sesia (kontinental)
 - Piemontais (ozeanisch)
 - Brianconnais (kontinental)
 - Valais (ozeanisch)
- “Europäischer Kontinent”
Vorland (Eurasische Platte)
Subpenninikum, Helvetikum, Externmassive, Dauphinois...

Känozoische Gesteine:

- ◻ Sedimente
- ◼ Magmatite

Karte basierend auf Froitzheim et al. (2008)

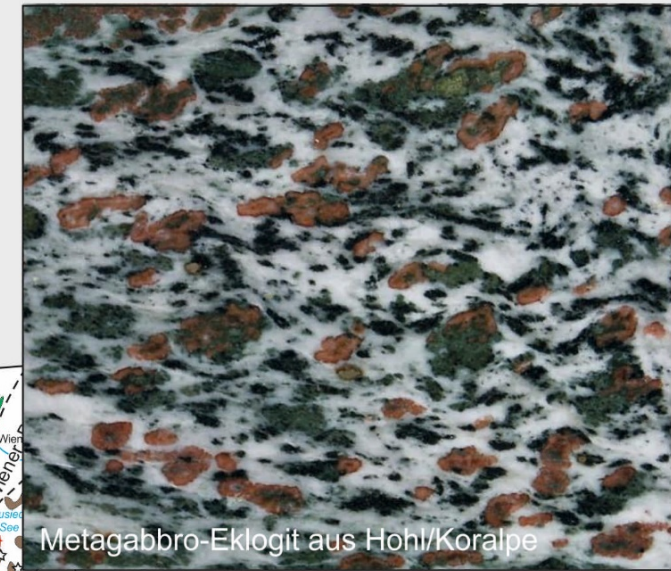
~ 1992 kretazische Eklogite

❗ Oberkreide Sm-Nd Granatalter gemessen an Eklogiten

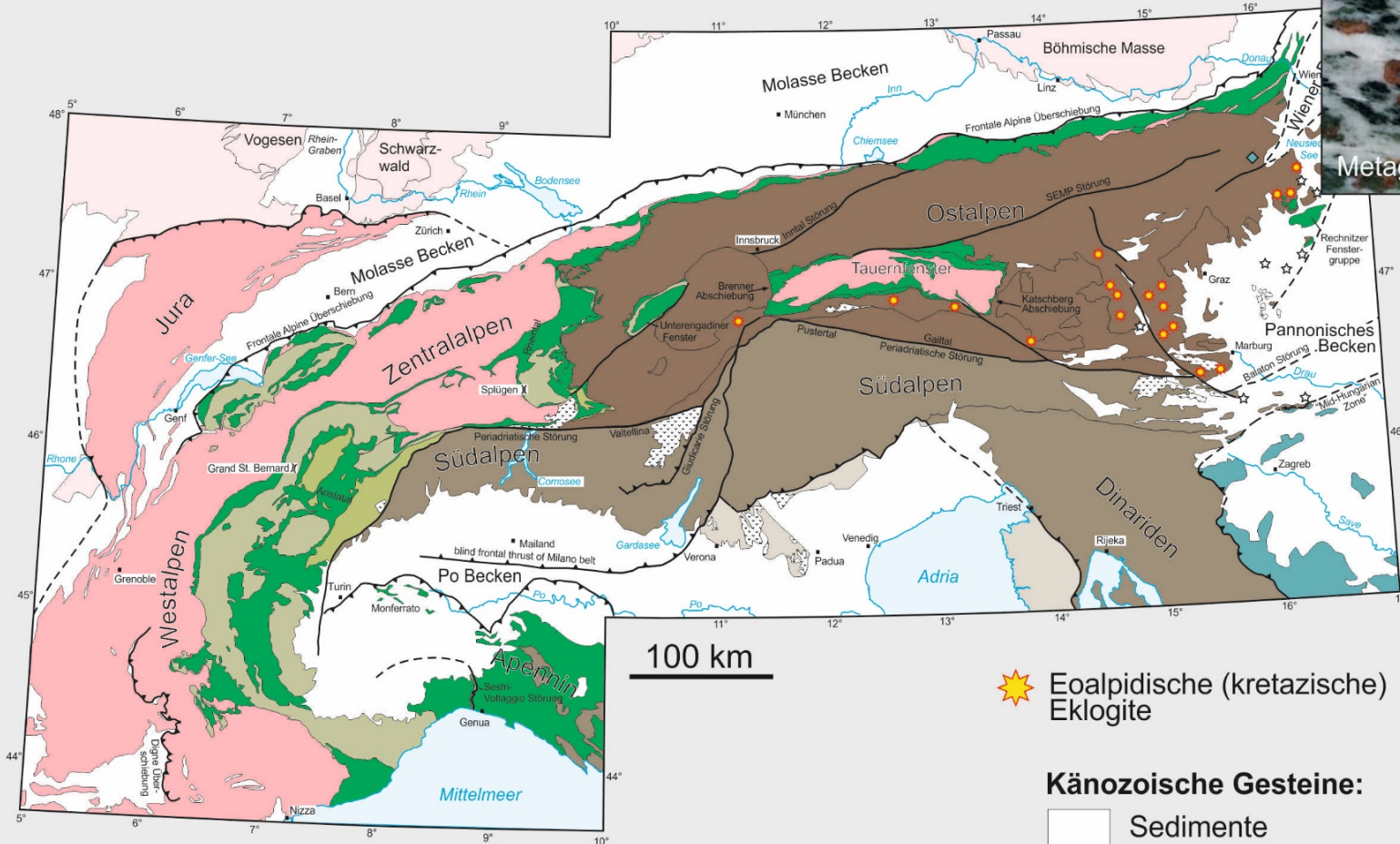
~ 95 Ma aus der Saualpe und Koralpe, Thöni & Jagoutz (1992, 1993)

➡ Eklogite müssen sich aus Unterplatte gebildet haben!

❓ Wie funktioniert das mit einer Subduktionszone



Metagabbro-Eklogit aus Hohl/Koralpe



Karte basierend auf Froitzheim et al. (2008)

Einheiten hervorgegangen aus:

◊ Neotethys Ozean

“Adriatischer Mikrokontinent”
Vorland (Adriatische Platte)

AlCaPa [Ostalpin
Zentrale Westkarpaten
Transdanubikum
Südalpin, Externe Dinariden,
Tuscan nappes...

Penninischer Ozean and
kontinentale Fragmente darin

Magna-Sesia (kontinental)
Piemontais (ozeanisch)
Briançonnais (kontinental)
Valais (ozeanisch)

“Europäischer Kontinent”
Vorland (Eurasische Platte)
Subpenninikum, Helvetikum,
Externmassive, Dauphinois...

★ Eoalpidische (kretazische)
Eklogite

Känozoische Gesteine:

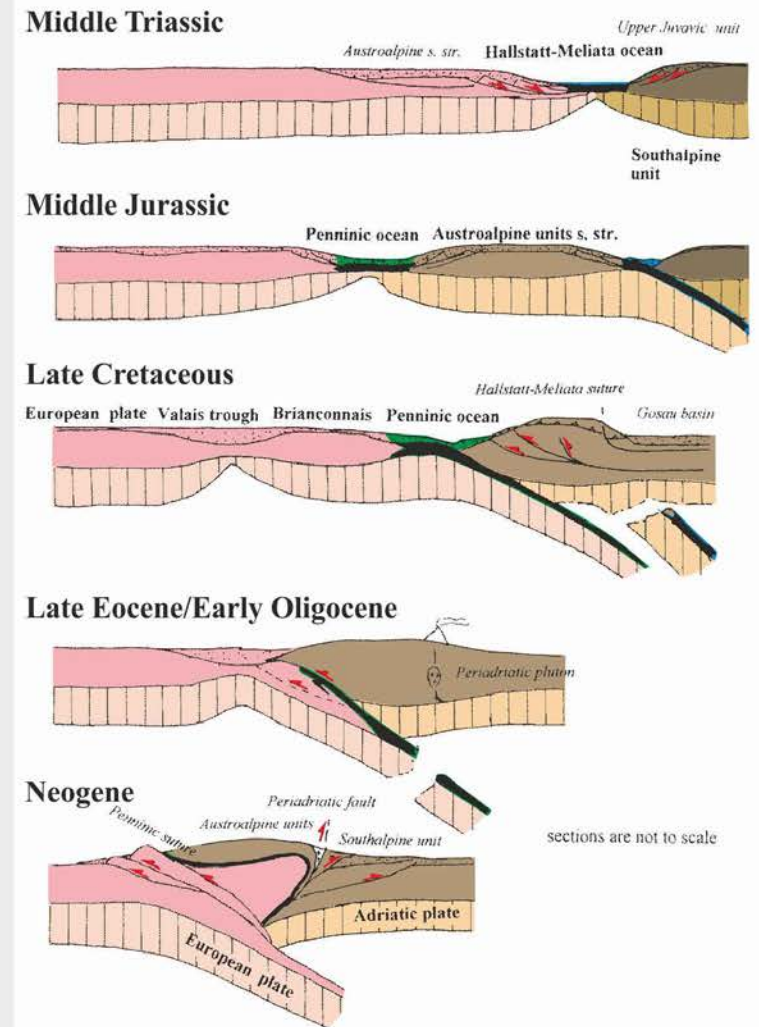
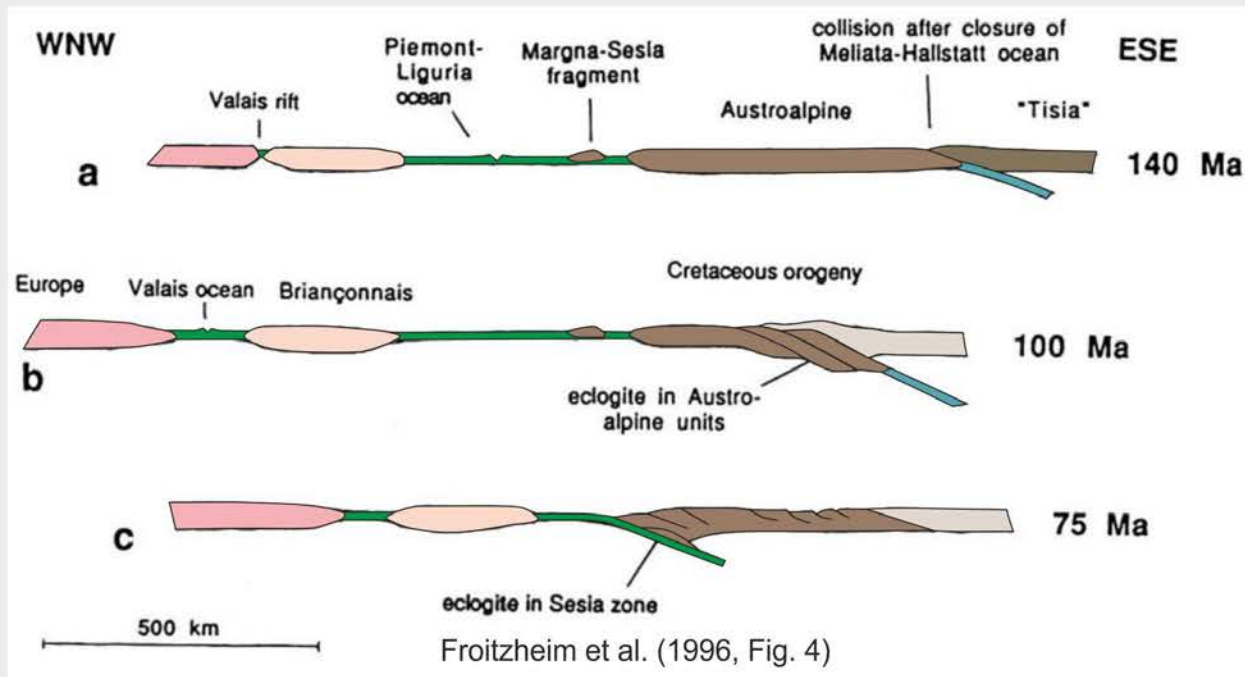
□ Sedimente

☆ Magmatite

~ 1996 Modelle mit zwei Subduktionszonen

- ➔ Kretazische Meliata Suture ⇒ Eoalpidisches Ereignis
- Känozoische Penninische Suture ⇒ Alpidisches Ereignis

Froitzheim et al. (1996), Neubauer et al. (2000), Handy et al. (2014)



~ 1996 Modelle mit zwei Subduktionszonen

- ➔ Kretazische Meliata Suture ⇒ Eoalpidisches Ereignis
- Känozoische Penninische Suture ⇒ Alpidisches Ereignis

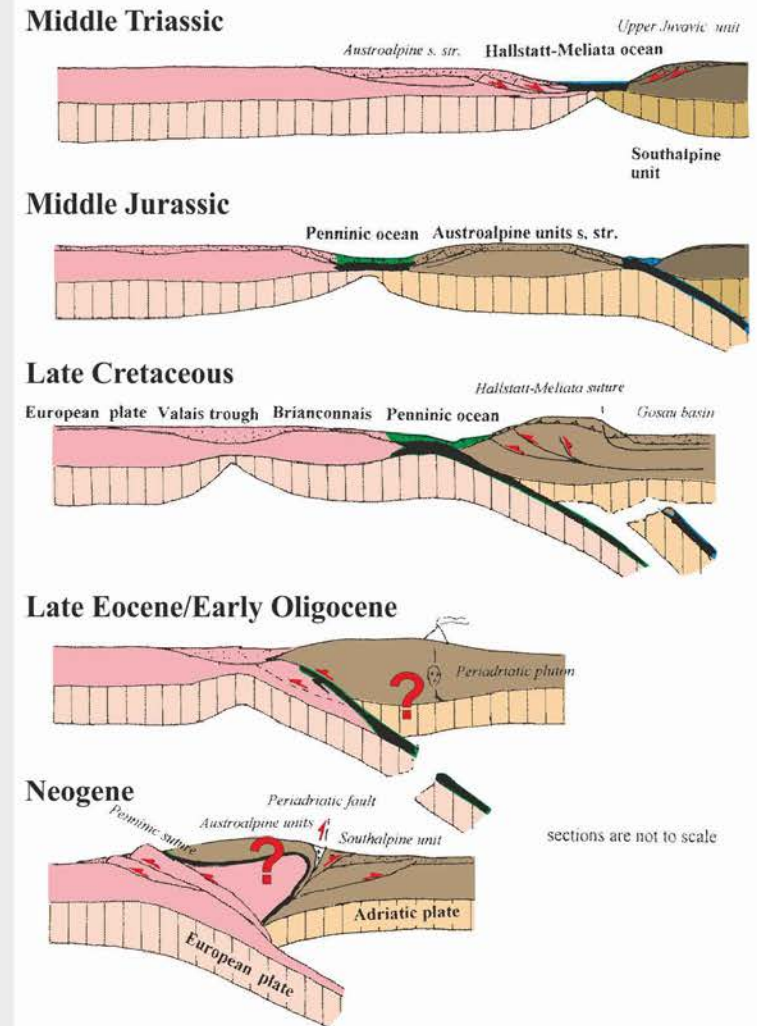
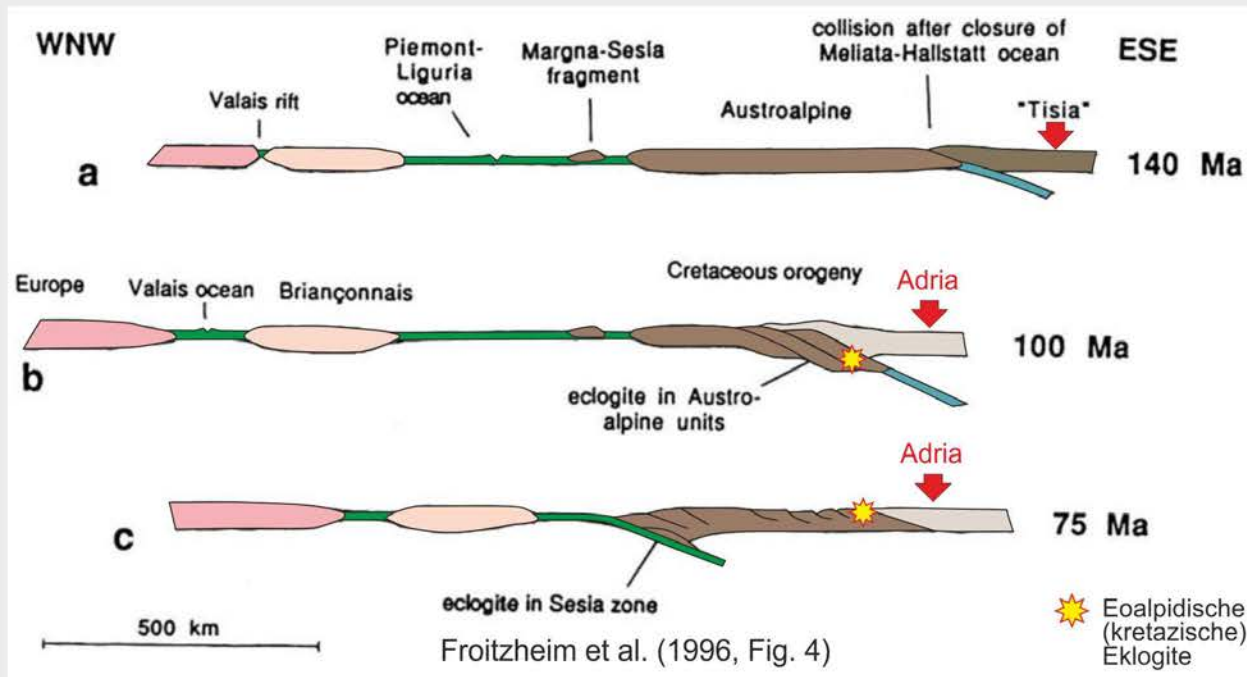
❓ Wo ist die Meliata Suture in den Ostalpen?

...mit Bezug auf Froitzheim et al. (1996)

❓ Wann wurde "Tisia" durch Adria ersetzt?

...mit Bezug auf Neubauer et al. (2000) und Handy et al. (2014)

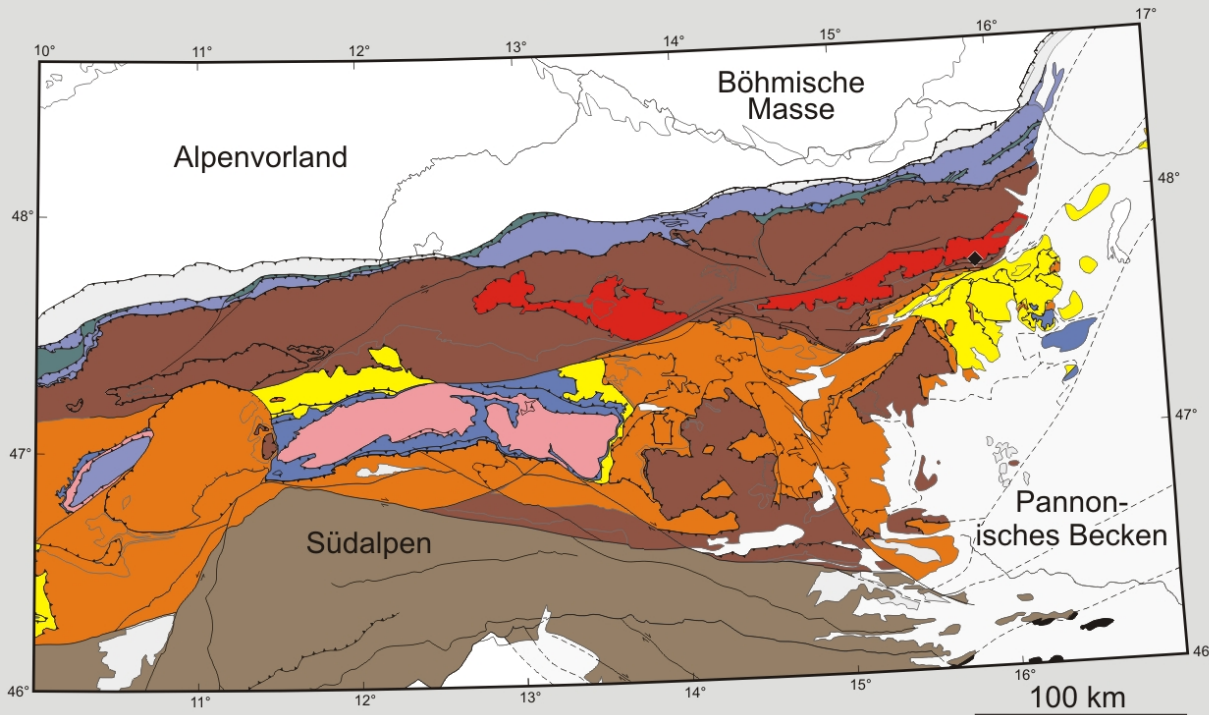
❓ Wie verschwand der lithosphärische Mantel von der Basis des Ostalpins zwischen 45 und 35 Ma?



Neubauer et al. (2000, Fig. 6)

Tektonische Modelle der Ostalpen

NEUBAUER et al. (2000)



Einheiten entstanden aus...

Adriatischer Mikrokontinent

Südalpin

Obere Juvavische Einheit

Neotethys Ozean

Meliaticum, Vardar Zone

Adriatischer Mikrokontinent

Oberostalpin

Mittelostalpin

Unterostalpin

Penninischer Ozean und kontinentale Fragmente darin

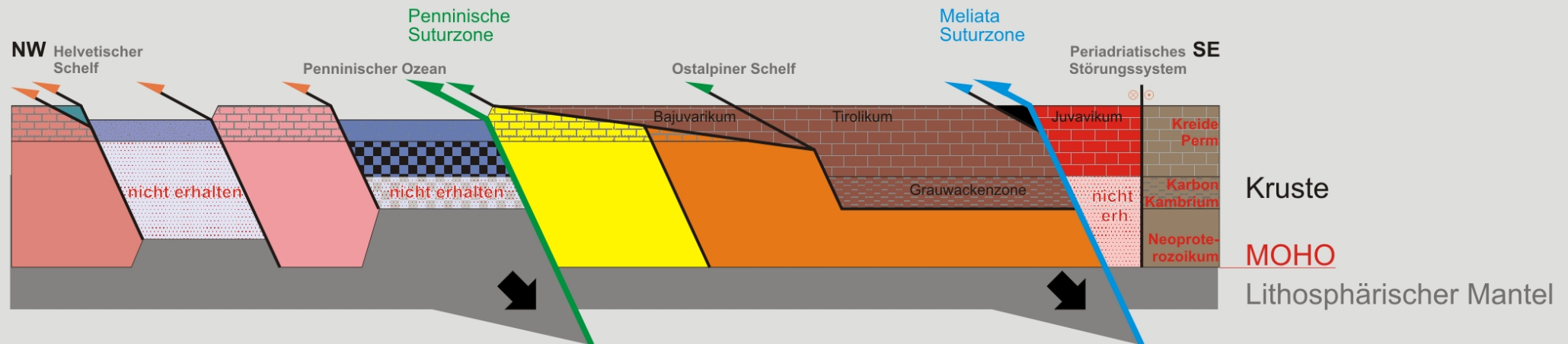
Piedmontais

Briançonnais

Valais

Europäischer Kontinent

Helvetikum



Tektonische Modelle der Ostalpen

NEUBAUER et al. (2000)

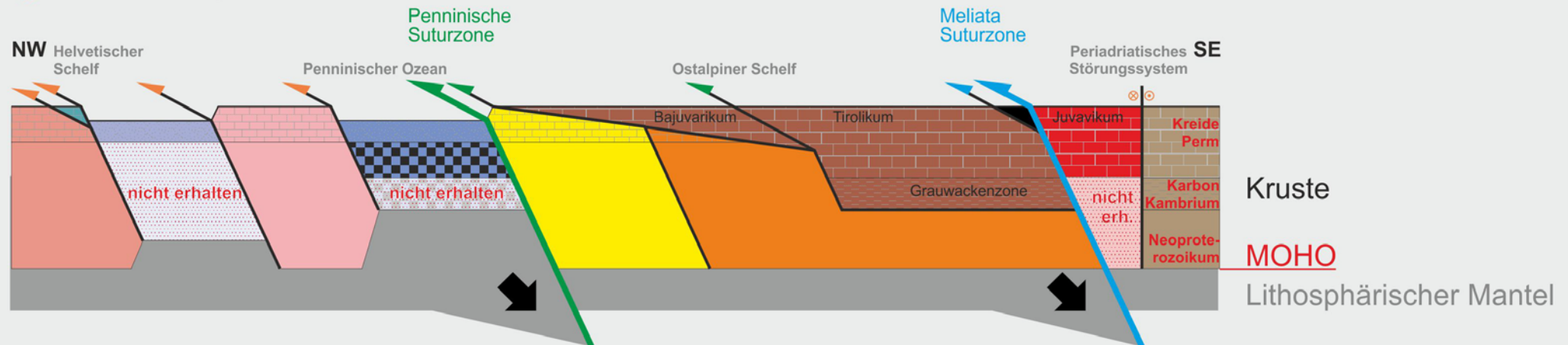
Spezielle Charakteristika:

Ostalpin/Meliatikum

- ! Ober-, Mittel- und Unterostalpin sind keine benachbarten Sedimentationsräume.
- ! Das Mittelostalpin ist ein Deckenkomplex. Das ostalpine Kristallin hat eine variszische und eoalpidische Metamorphose und Strukturprägung (bis in die Eklogitfazies).
- ! Der Meliata-Hallstatt Ozean lag zwischen dem heutigen Tirolikum und Juvavikum.
 - ? Wo ist die Meliata-Suturzone? Juvavikum müsste um 180° rotiert sein!
 - ? Wie und wann verschwand der Mantel unter dem Ostalpin?

Penninikum

- ! Die Zentralgneise im Tauernfenster sind Teil des Briançonnais.



Einheiten entstanden aus...

Adriatischer Mikrokontinent

Südalpin

Obere Juvavische Einheit

Neotethys Ozean

Meliatikum, Vardar Zone

Adriatischer Mikrokontinent

Oberostalpin

Mittelostalpin

Unterostalpin

Penninischer Ozean und kontinentale Fragmente darin

Piedmontais

Briançonnais

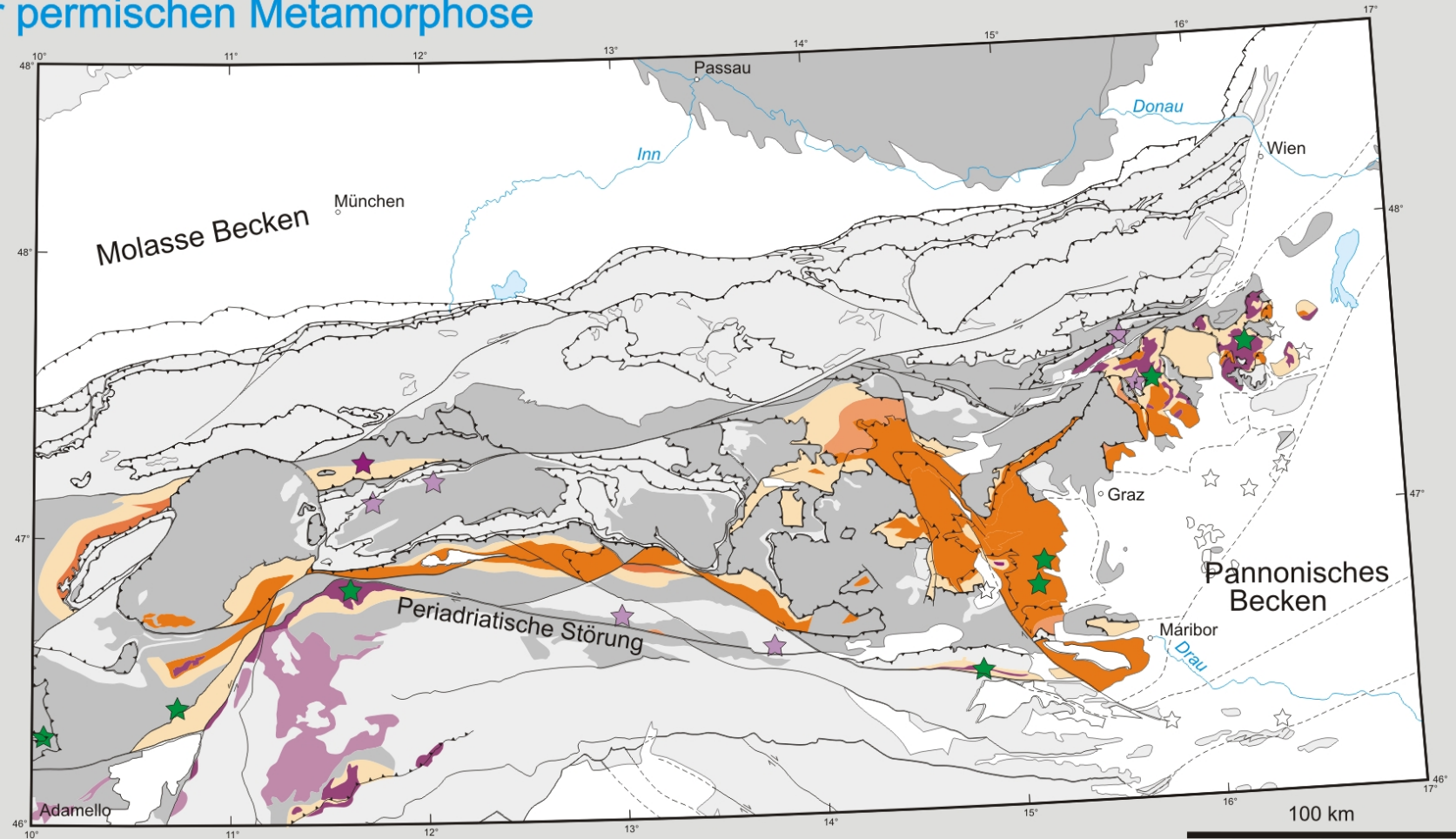
Valais

Europäischer Kontinent

Helvetikum

~ 1996 Permische Metamorphose

! Verteilung der permischen Metamorphose



Störungen und Deckengrenzen

Neogene Sedimente

Permische bis Paläogene
Sedimente und Magmatite

Einheiten aus prä-permischen Gesteinen mit permischer Metamorphoseprägung

Unmetamorph bis anchizonal metamorph
Untere Grünschieferfazies
Obere Grünschieferfazies
Amphibolit- bis Granulitfazies
mit permischen Pegmatiten

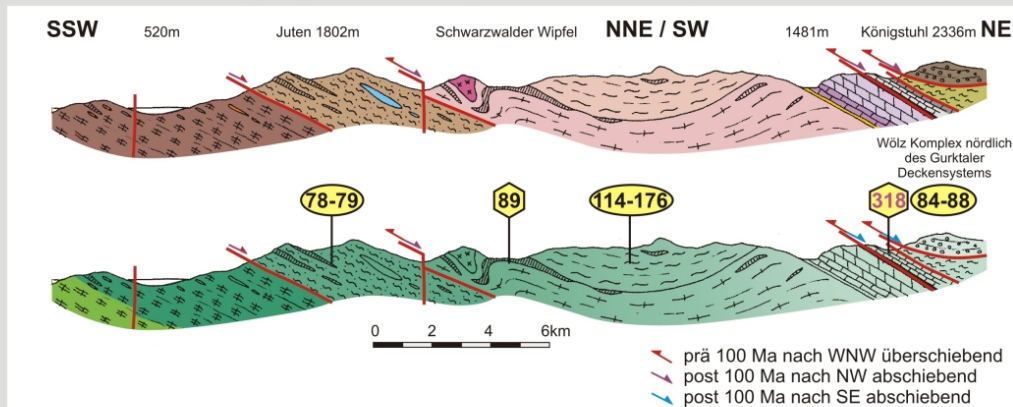
Permische Vulkanite
Permische-triassische Granite
Permische Gabbros

Verändert nach Schuster & Stüwe (2008)

~ 2003 neue Unterteilung des ostalpinen Kristallins

- ❗ Im Ostalpin lassen sich Decken im Hangenden und Liegenden der Eklogit-führenden Komplexe/Decken definieren!
- ❗ Bereiche mit aufrechter, beziehungsweise inverser Metamorphosezonierung!

Profil Nockberge (Schuster, 2003; Abb. 5)



Lithologien

Quartäre Sedimente

Millstatt Komplex

Metasedimente und Amphibolite mit retrograden Eklogiten
Permische Pegmatite

Wölz Komplex (Radentheimer Serie)

Kyanit-Granat-Glimmerschiefer mit Paragonit-Amphiboliten
Marmore und Magnesite

Bundschuh Komplex

Priedröf Paragneis Fm., Amphibolite
Glimmerschiefer, Amphibolite
Bundschuh Orthogneis Fm.

Autochthones Permomesozoikum

(Melitzen Scholle)

Dolomite (Äqu. Wetterstein Fm., Ladin)
dunkle Kalke (Äqu. Gutenstein Fm., Anis)
Quarzite (Lantschfeld Fm. Skyth)

Phyllonit Zone

mit Material des Gurktaler Deckensystems

Allochthones Permomesozoikum

(Pannock Schuppe)
Kalke und Mergel (Äqu. Kössen Fm., Rät)
Dolomite (Äqu. Hauptdolomit Fm., Nor)

Stolzalpen Decke (Gurktaler Deckensystem)

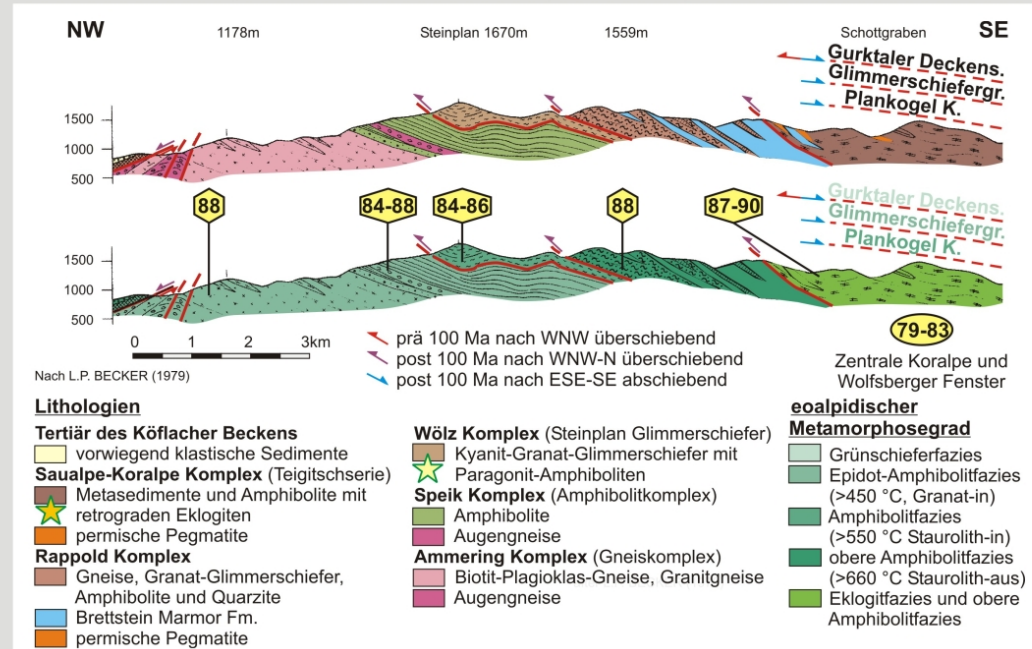
Konglomerate, Schiefer (Karbon)
Altpaläozoische Metasedimente

eoalpidischer

Metamorphosegrad

obere Anchizone
Grünschieferfazies
Epidot-Amphibolitfazies (>450 °C, Granat-in)
Amphibolitfazies (>550 °C, Staurolith-in)
obere Amphibolitfazies (>660 °C, Staurolith-aus)
Eklogitfazies und obere Amphibolitfazies

Profil Gleinalpe (Schuster, 2003; Abb. 4)



Lithologien

Tertiär des Köflacher Beckens

vorwiegend klastische Sedimente

Saualpe-Koralpe Komplex (Teigitschserie)

Metasedimente und Amphibolite mit retrograden Eklogiten
permische Pegmatite

Rappold Komplex

Gneise, Granat-Glimmerschiefer, Amphibolite und Quarzite
Brettstein Marmor Fm.
permische Pegmatite

Wölz Komplex (Steinplan Glimmerschiefer)

Kyanit-Granat-Glimmerschiefer mit Paragonit-Amphiboliten

Speik Komplex (Amphibolitkomplex)

Amphibolite
Augengneise

Ammering Komplex (Gneiskomplex)

Biotit-Plagioklas-Gneise, Granitgneise
Augengneise

eoalpidischer

Metamorphosegrad

Grünschieferfazies
Epidot-Amphibolitfazies (>450 °C, Granat-in)
Amphibolitfazies (>550 °C Staurolith-in)
obere Amphibolitfazies (>660 °C Staurolith-aus)
Eklogitfazies und obere Amphibolitfazies

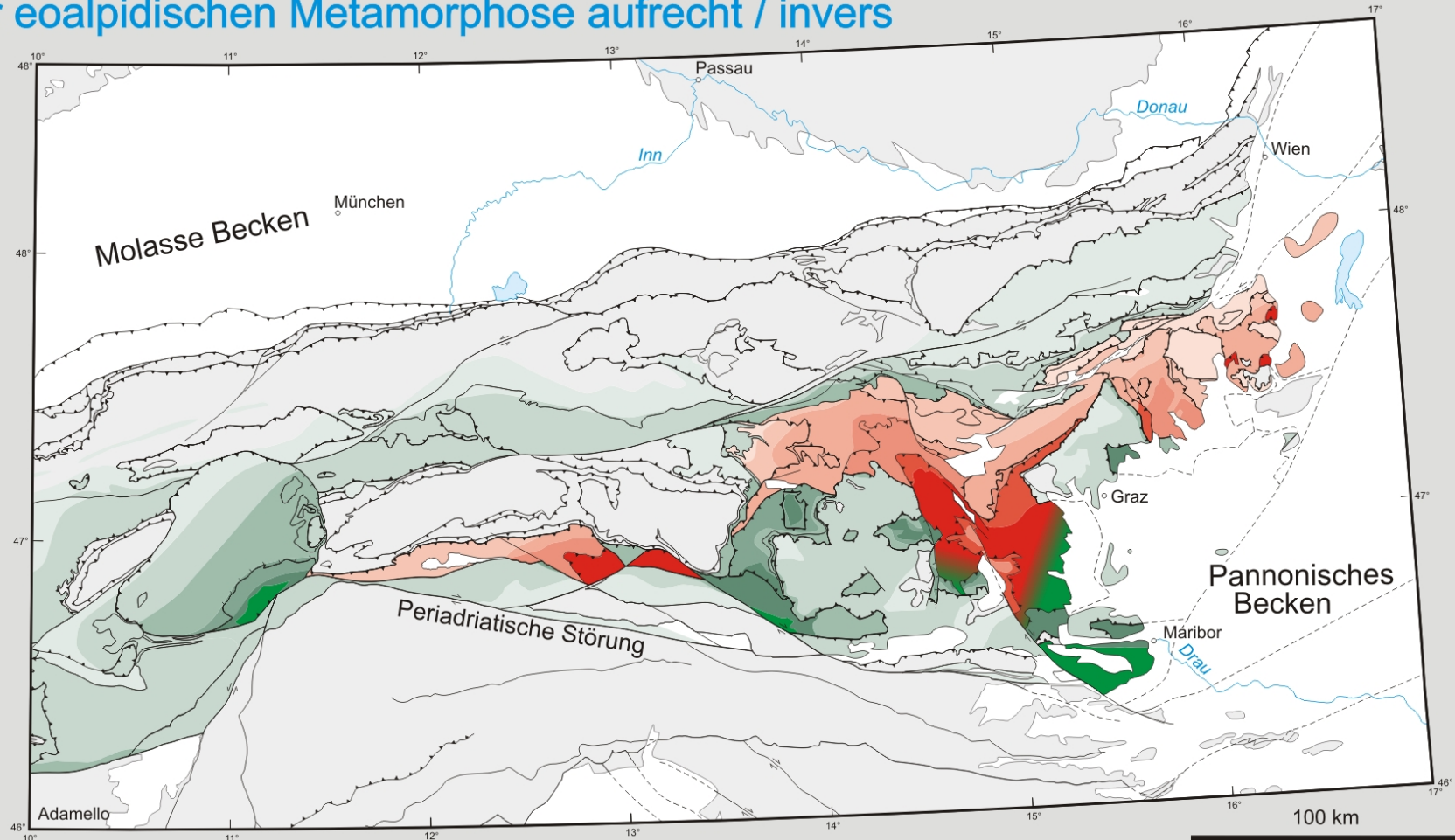
➔ Eklogite befinden sich in einem metamorphen Extrusionskeil!

➔ Eoalpidische Unter- bzw. Oberplatte!

~ 2003 neue Unterteilung des ostalpinen Kristallins

! Verteilung der eoalpidischen Metamorphose aufrecht / invers

Zusammengestellt aus
 Frank et al. (1987)
 Hoinkes et al. (1999)
 Thöni (1999)
 Schuster et al. (2004)
 Janák et al. (2004)
 Miller et al. (2005)...



Einheiten aus prä-paläogenen Gesteinen mit eoalpidischer Metamorphose

Störungen und Deckengrenzen
 Neogene Sedimente und Magmatite

Unmetamorph
 Anchizonal metamorph
 Untere Grünschieferfazies
 Obere Grünschieferfazies

Epidot-Amphibolitfazies
 Amphibolitfazies
 Obere Amphibolitfazies
 Eklogit- und UHP-Fazies

Verändert nach Oberhänsli et al. (2004)

aufrechter / inverser

Gradient

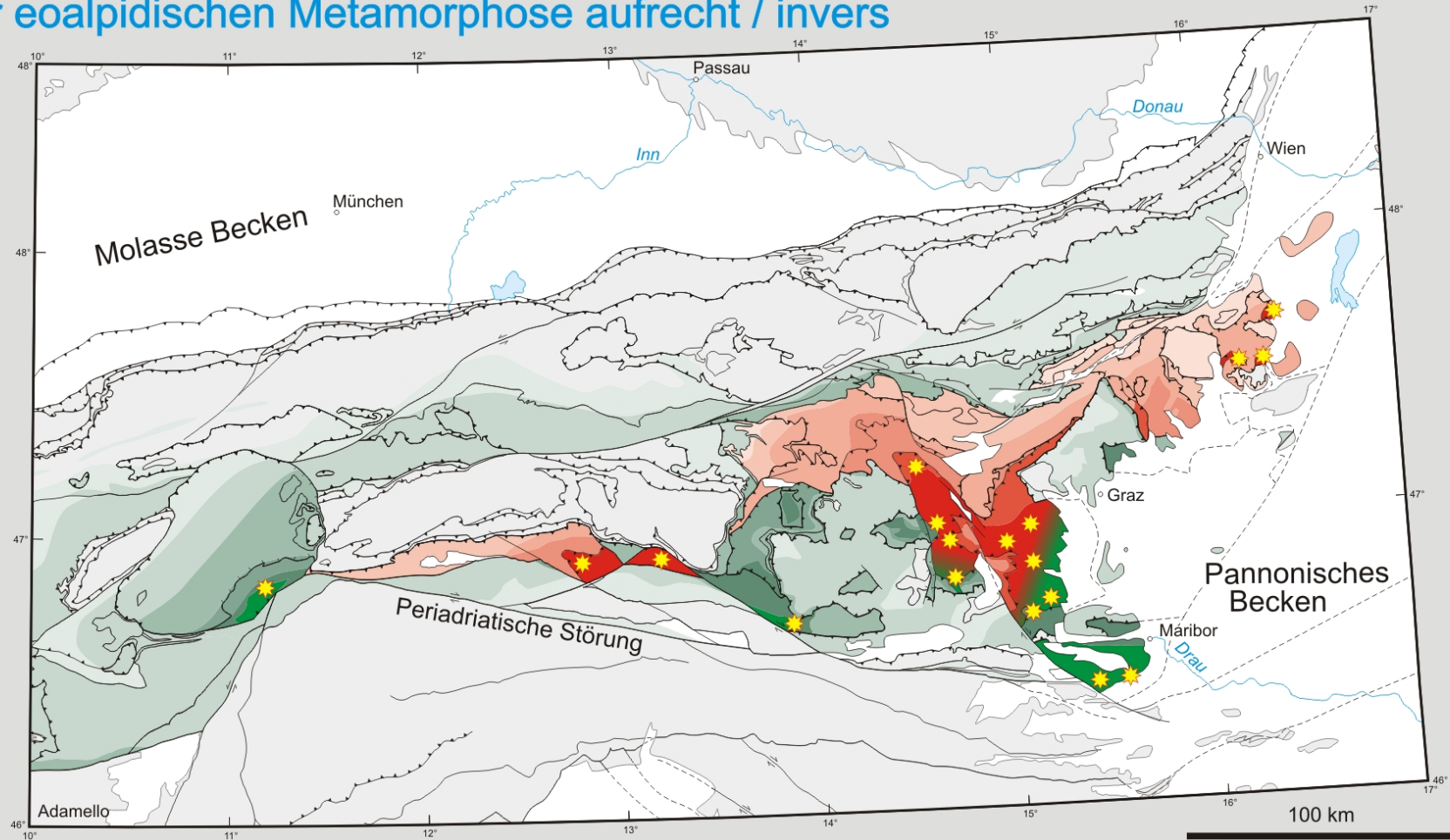
aufrechter / inverser

~ 2003 neue Unterteilung des ostalpinen Kristallins

! Verteilung der eoalpidischen Metamorphose aufrecht / invers

Zusammengestellt aus
 Frank et al. (1987)
 Hoinkes et al. (1999)
 Thöni (1999)
 Schuster et al. (2004)
 Janák et al. (2004)
 Miller et al. (2005)...

☀ Eoalpidische
 Eklogite
 (Oberkriede, ~95 Ma)



Einheiten aus prä-paläogenen Gesteinen mit eoalpidischer Metamorphose

Unmetamorph	Epidot-Amphibolitfazies
Anchizonal metamorph	Amphibolitfazies
Untere Grünschieferfazies	Obere Amphibolitfazies
Obere Grünschieferfazies	Eklogit- und UHP-Fazies

aufrechter / inverser

Gradient

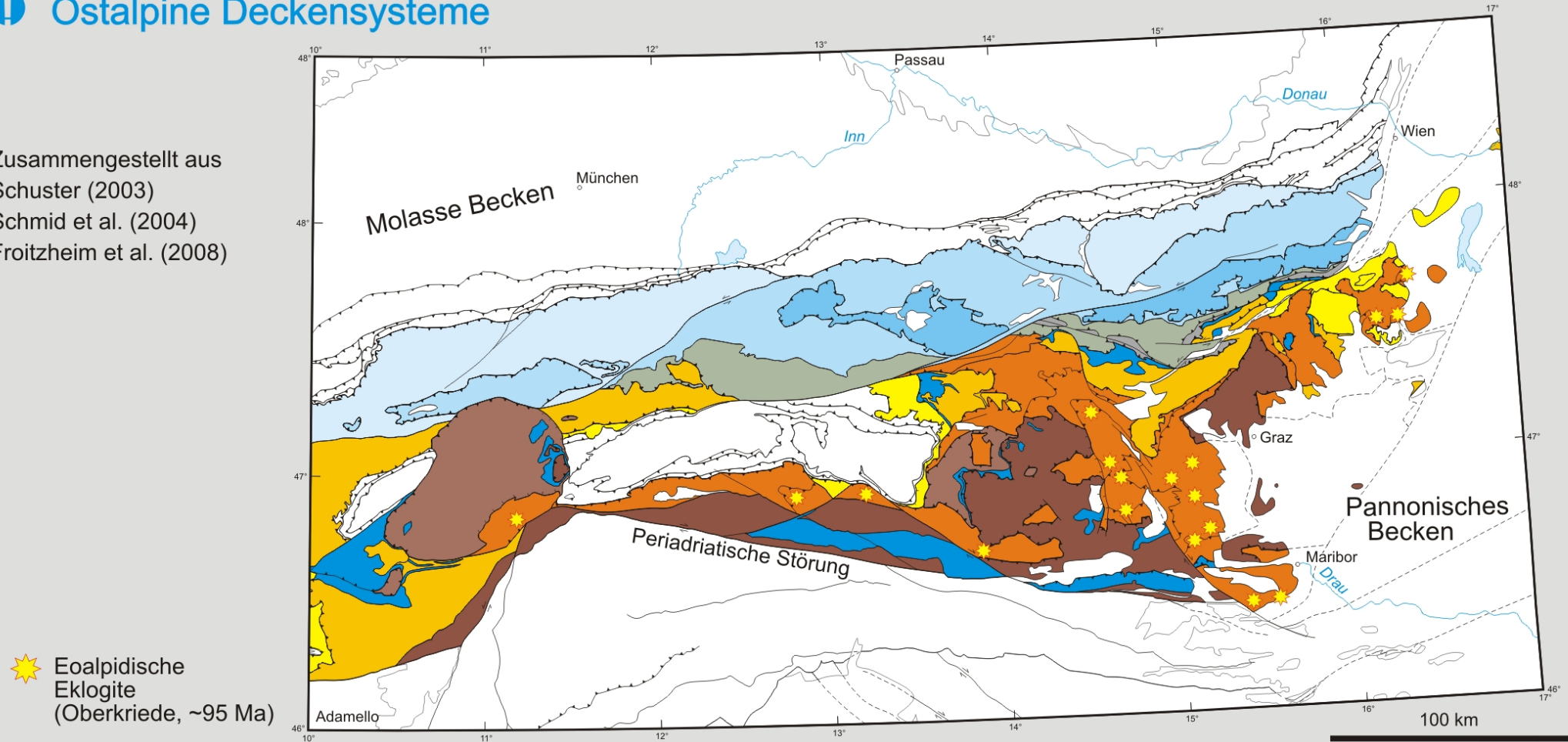
aufrechter / inverser

Verändert nach Oberhänsli et al. (2004)

~ 2003 neue Unterteilung des ostalpinen Kristallins

! Ostalpine Deckensysteme

Zusammengestellt aus
Schuster (2003)
Schmid et al. (2004)
Froitzheim et al. (2008)



★ Eoalpidische
Eklogite
(Oberkriede, ~95 Ma)

Oberostalpin:

- Drauzug-Gurktal-Deckensystem
- Permomesozoikum
- prä-alpidisches Kristallin
- Ötztal-Bundschuh-Deckensystem
- Permomesozoikum
- prä-alpidisches Kristallin

- Juvavisches-Deckensystem
- Permomesozoikum
- Tirolisch-Norisches Deckensystem
- Permomesozoikum
- Paläozoikum ("Norische Decke")
- Bajuvarisches Deckensystem
- Permomesozoikum

- Veitsch-Silbersberg Deckensystem
(Silbersberg-, Veitsch-Decke),
- Paläozoikum, prä-alpidisches Kristallin
- Koralpe-Wölz-Deckensystem
- prä-alpidisches Kristallin

- Silvretta-Seckau-Deckensystem
- Permomesozoikum
- prä-alpidisches Kristallin
- Unterostalpin:**
- Permomesozoikum und
prä-alpidisches Kristallin

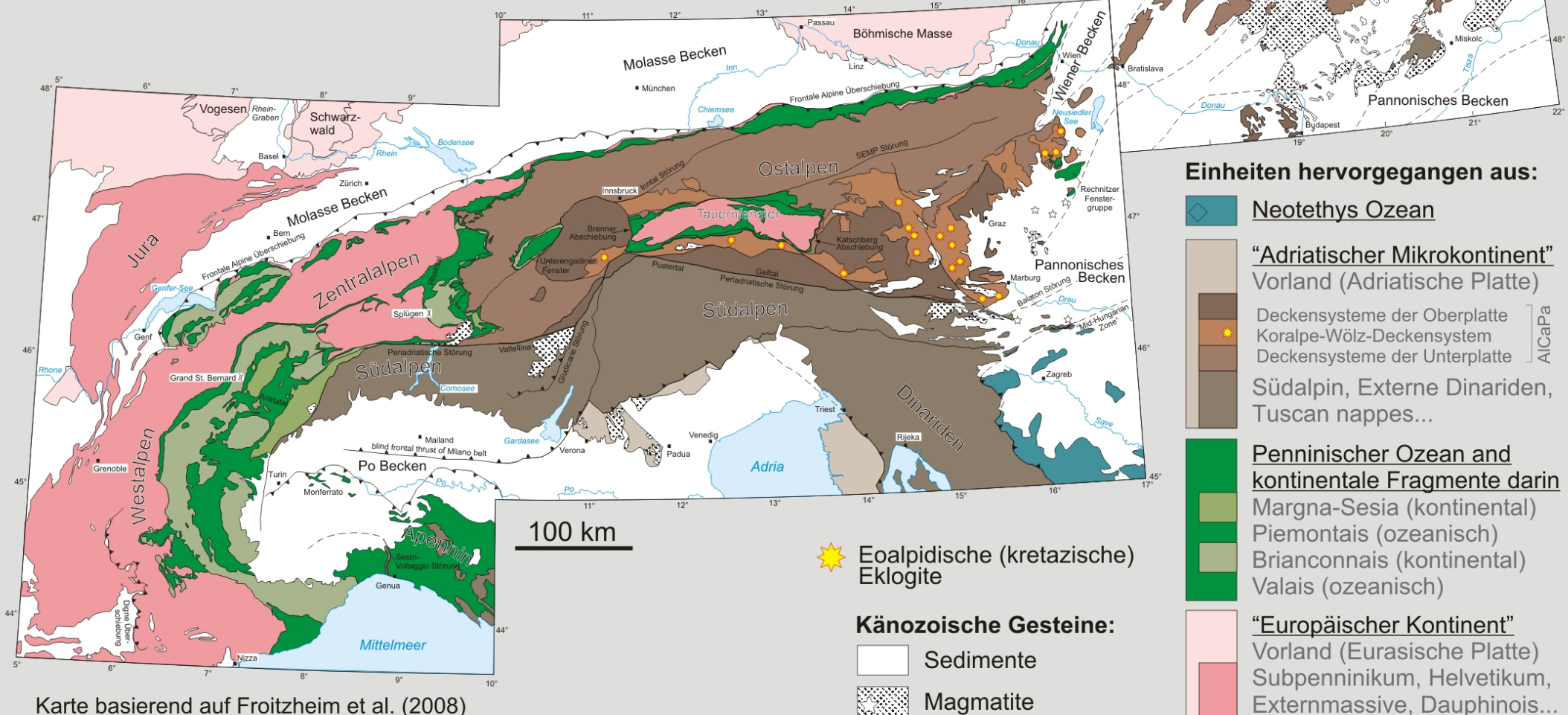
~ 2003 neue Unterteilung des ostalpinen Kristallins

❗ Eklogite liegen im Koralpe-Wölz-Deckensystem!

...welches das Ostalpin in eine tektonische Oberplatte und Unterplatte teilt (Schuster, 2003; Schmid et al., 2004).

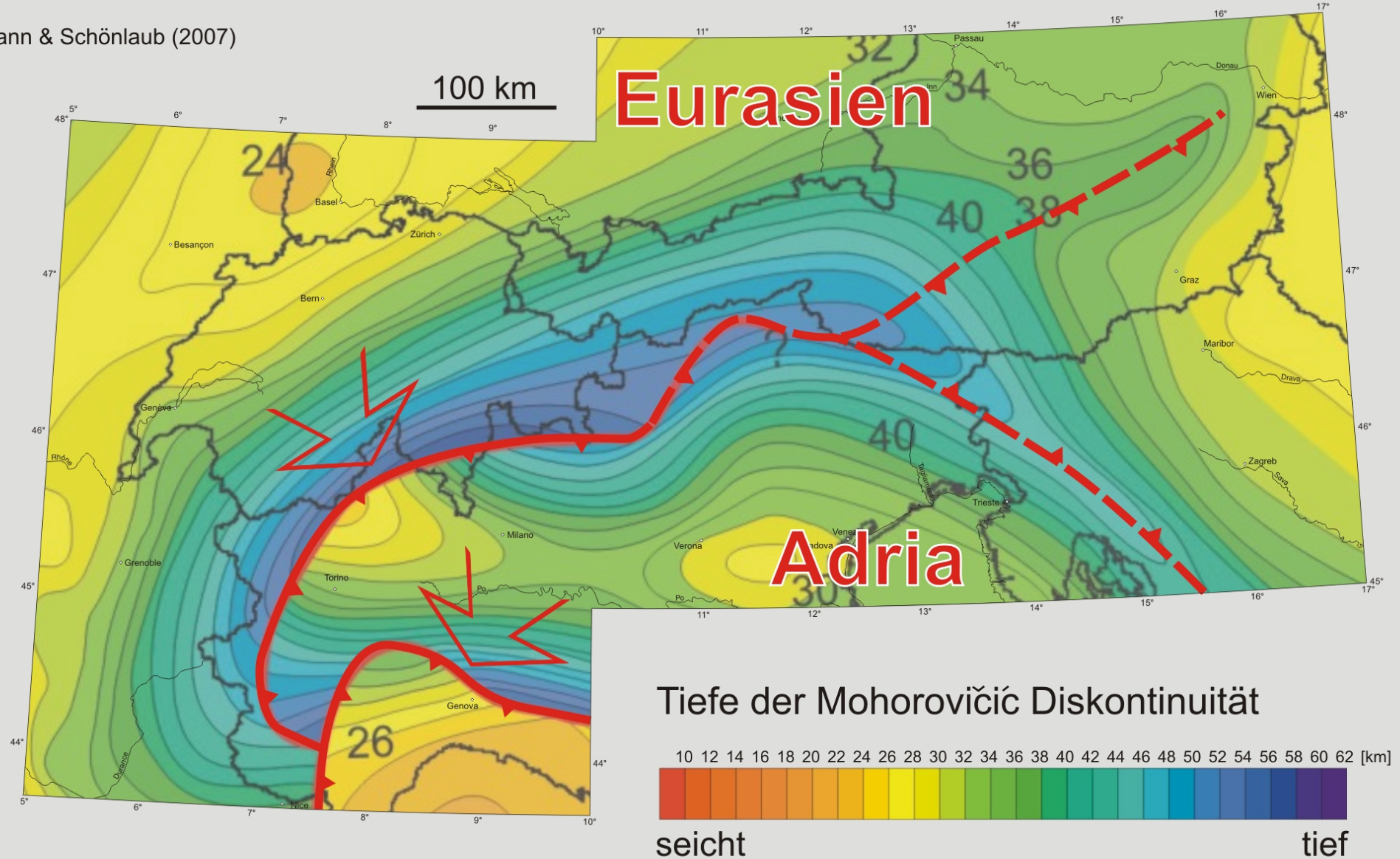
...welches aus prä-mesozoischem, kontinentalem Material besteht.

➡ Das Koralpe-Wölz-DS. ist nicht die Neotethys Suture!



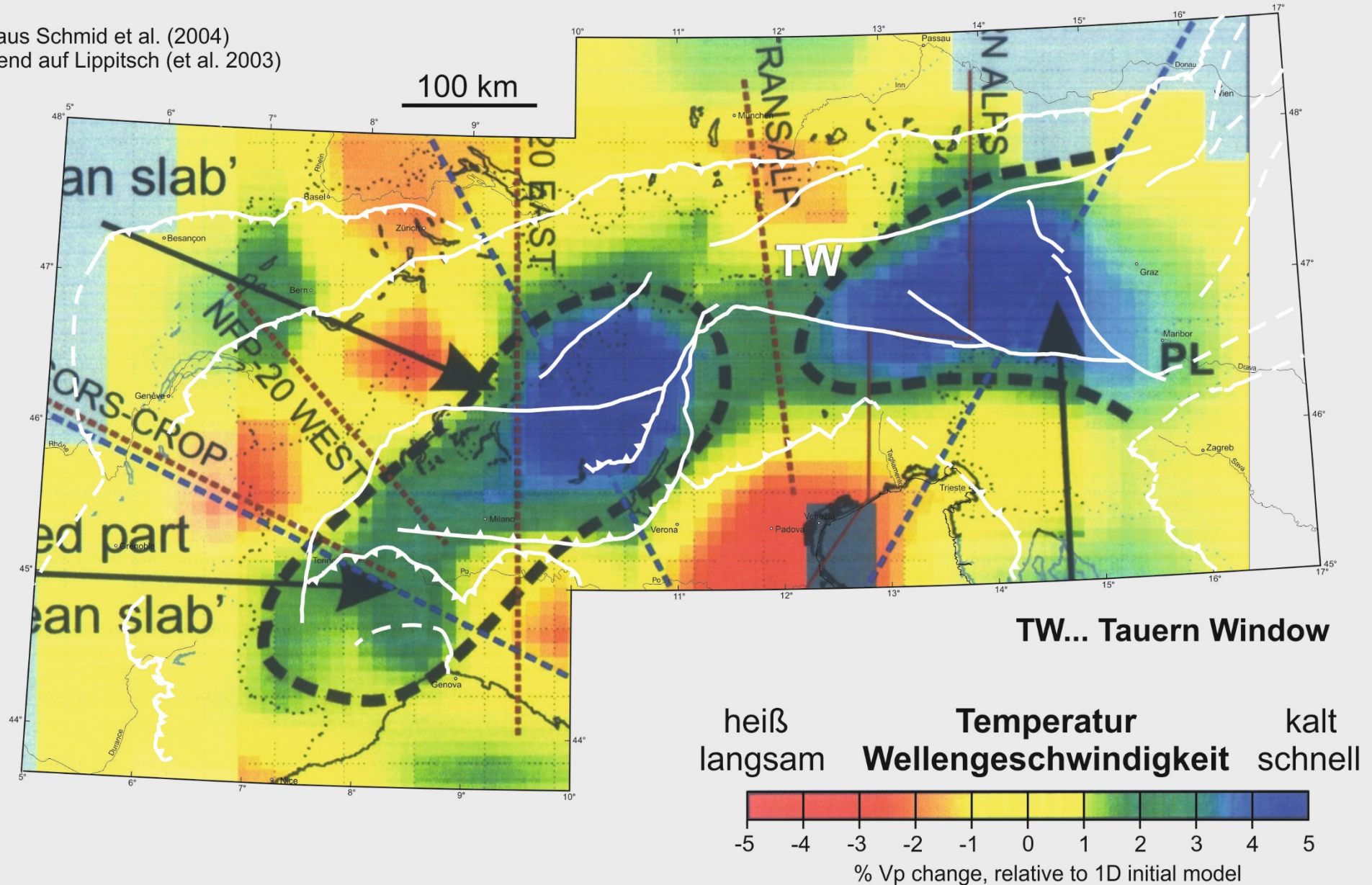
~2000 MOHO-Karte unter den Ostalpen

Hoffmann & Schönlaub (2007)



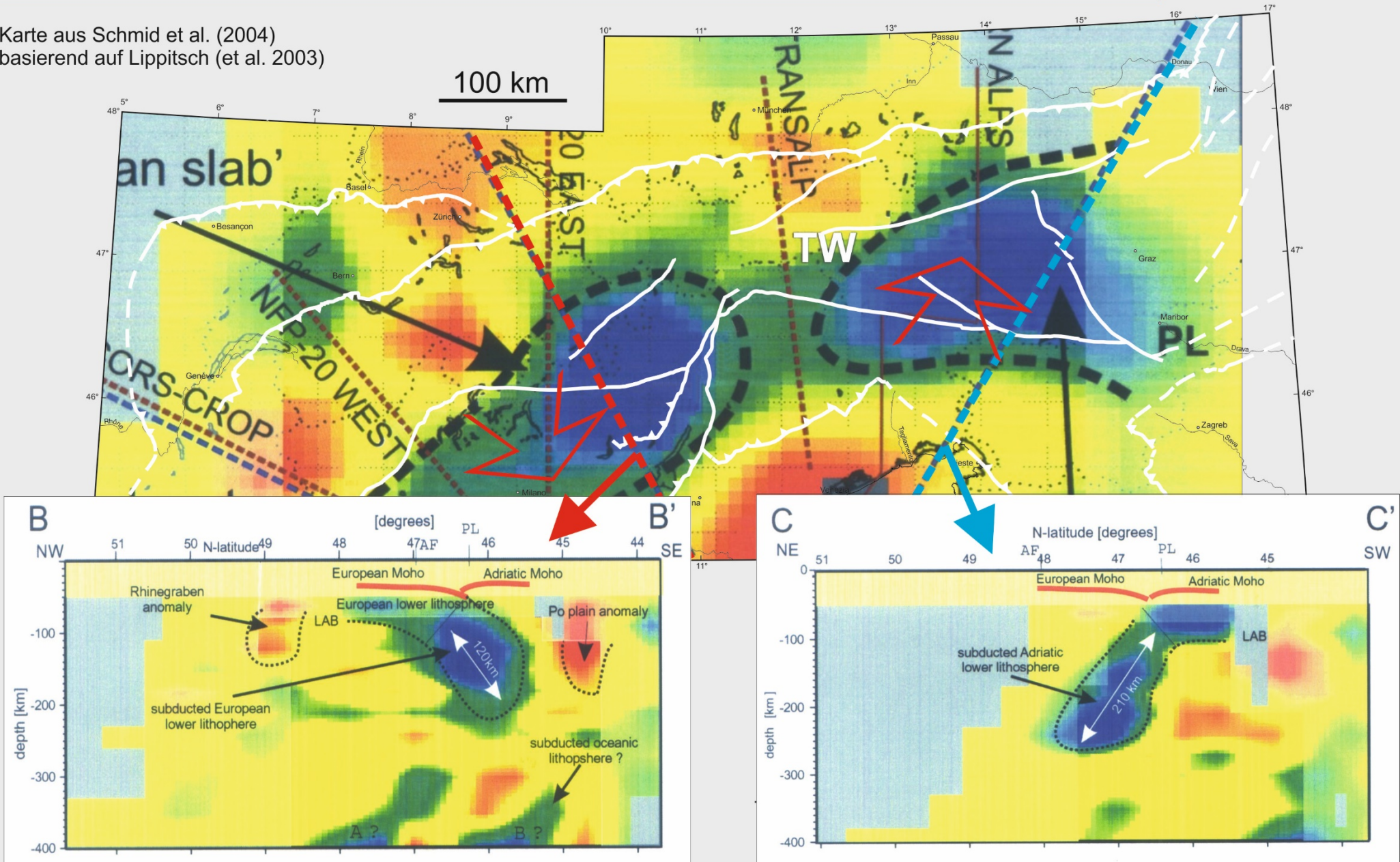
~ 2003 Teleseismische Manteltomographie

Karte aus Schmid et al. (2004)
basierend auf Lippitsch (et al. 2003)



~ 2003 Teleseismische Manteltomographie

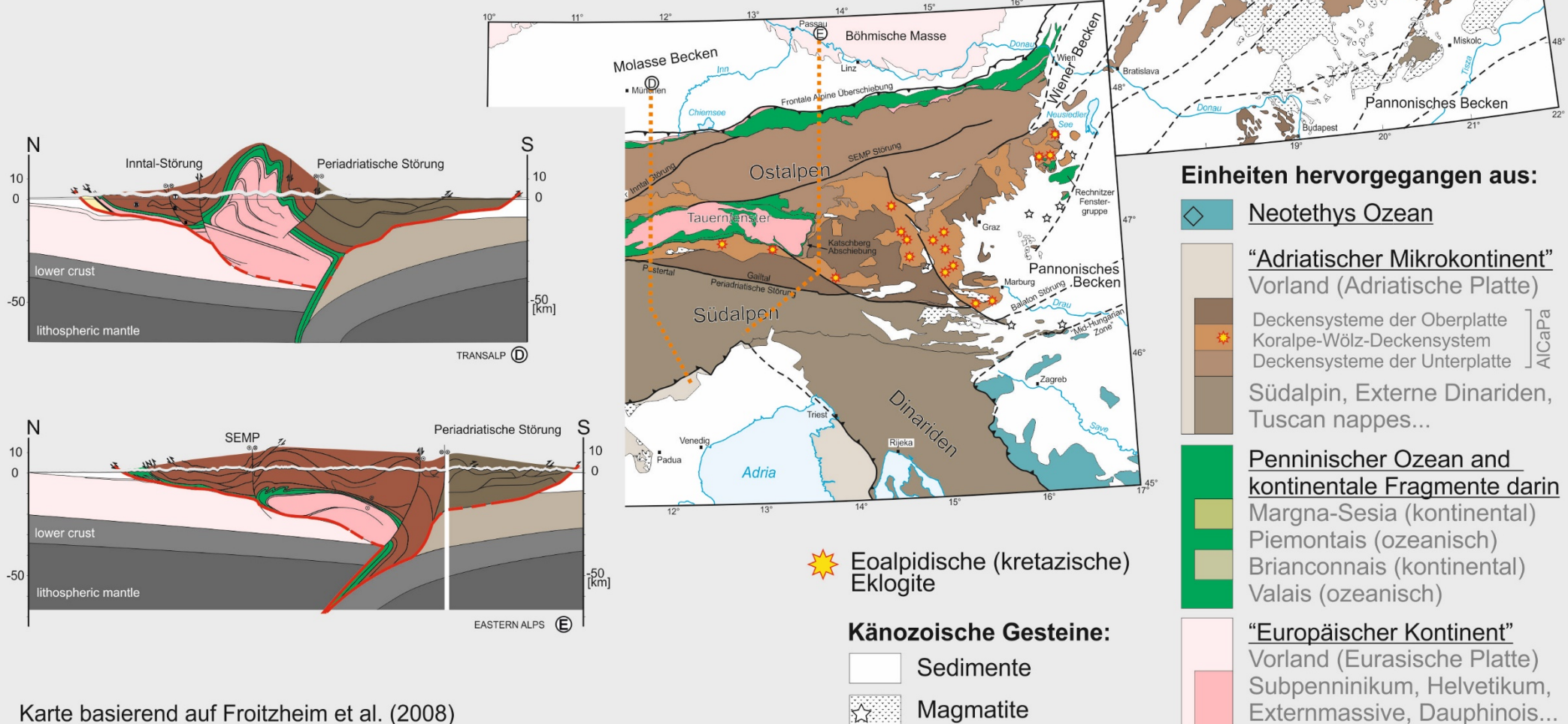
Karte aus Schmid et al. (2004)
basierend auf Lippitsch (et al. 2003)



~ 2003 Teleseismische Manteltomographie

❗ **TRANSALP-Projekt und teleseismische Manteltomographie**

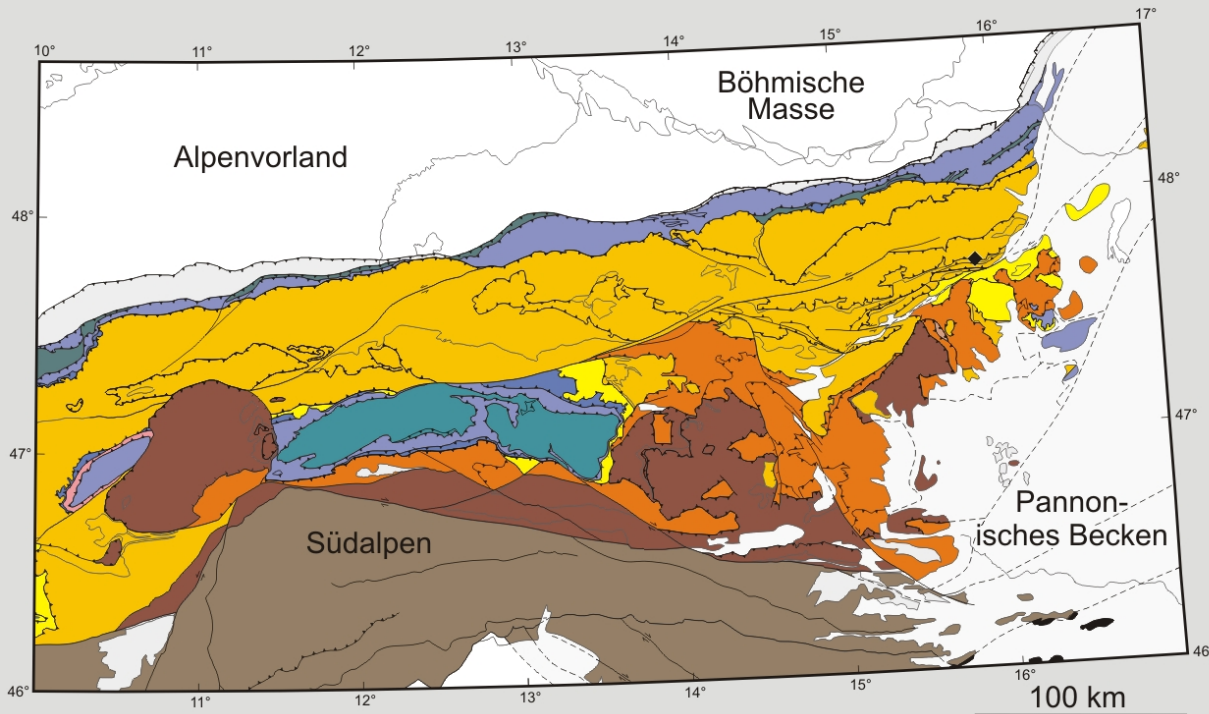
➡ **Neue Interpretation der Alpenprofile**



Karte basierend auf Froitzheim et al. (2008)

Tektonische Modelle der Ostalpen

SCHMID et al. (2004)



Einheiten entstanden aus...

Neotethys Ozean

◆ Meliaticum, West Vardar Z.

Adriatischer Mikrokontinent

■ Südalpin, Externe Dinariden

Oberostalpin

■ Eoalpidische Oberplatte

■ eoalpidische Unterplatte
■ Extrusionskeil

■ Unterostalpin

Penninischer Ozean und
kontinentale Fragmente darin

■ Obere Penninische Decken

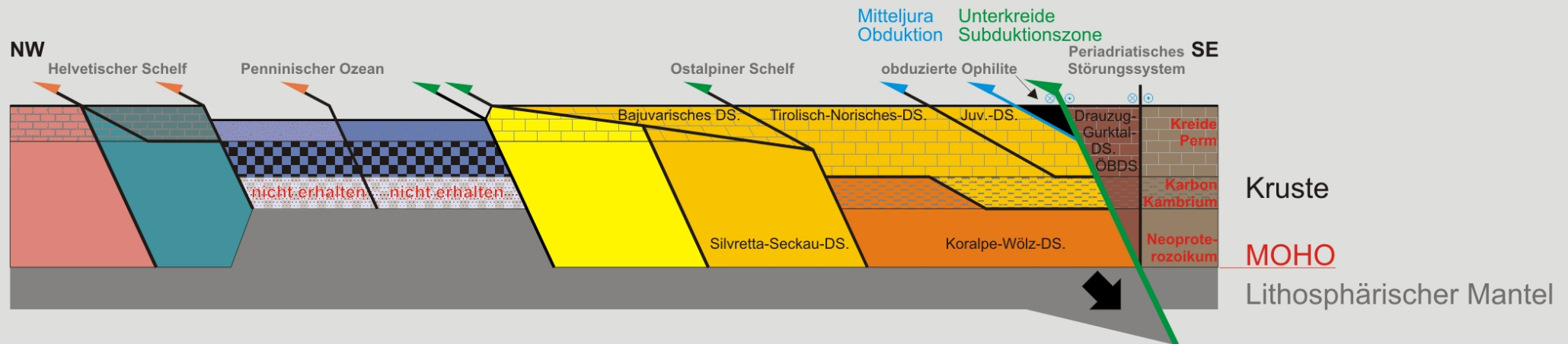
■ Mittlere Penninische Decken

■ Untere Penninische Decken

Europäischer Kontinent

■ Helvetikum

■ Subpenninikum



Tektonische Modelle der Ostalpen

SCHMID et al. (2004)

Generelle Bemerkungen:

- + Plattentektonik mit Berücksichtigung des lithosphärischen Mantels.
- ! Ältere Begriffe werden nur zum Teil weiter verwendet, es gibt aber neu definierte Begriffe.
- ! Modell mit nur einer Subduktionszone (Schuster & Stüwe, 2010, Handy et al. 2010):
 - ➔ Obduktion von Ophiolithdecken auf den Kontinentalrand von Adria im Mitteljura.
 - ➔ Seitenverschiebungen im Oberjura.
 - ➔ Beginn der Subduktion in der Unterkreide, innerhalb des Nordrandes von Adria.

Einheiten entstanden aus...

Neotethys Ozean

◆ Meliaticum, West Vardar Z.

Adriatischer Mikrokontinent

■ Südalpin, Externe Dinariden

Oberostalpin

■ Eoalpidische Oberplatte

■ eoalpidische Unterplatte
■ Extrusionskeil

■ Unterostalpin

Penninischer Ozean und
kontinentale Fragmente darin

■ Obere Penninische Decken

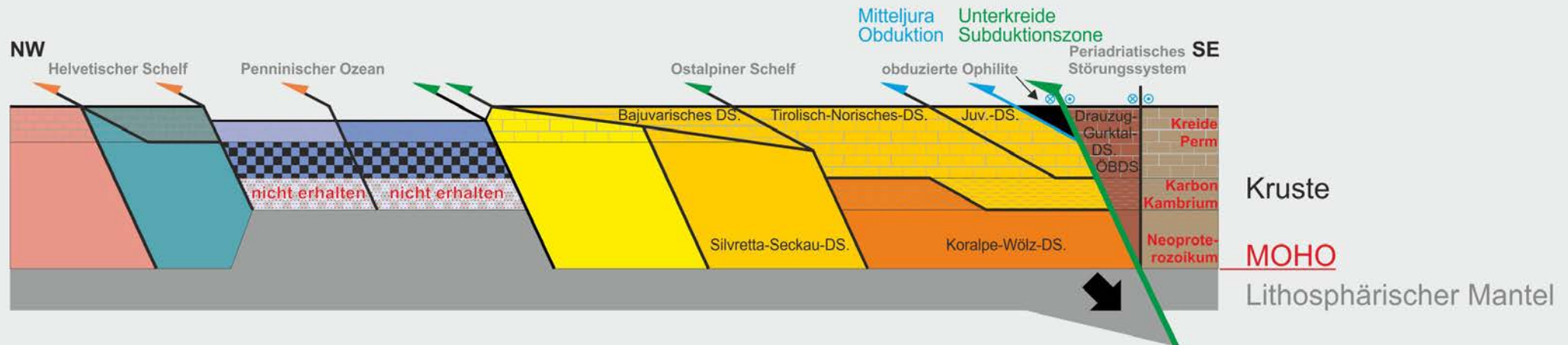
■ Mittlere Penninische Decken

■ Untere Penninische Decken

Europäischer Kontinent

■ Helvetikum

■ Subpenninikum



Tektonische Modelle der Ostalpen

SCHMID et al. (2004)

Spezielle Charakteristika:

Ostalpin

- ! Untergliederung in Ober- und Unterostalpin, die weiter in Deckensysteme unterteilt werden.
- ! Das Modell versucht die interne Struktur des Ostalpinen Kristallins und dessen Metamorphosezonierung zu berücksichtigen. Berücksichtigt wird eine variszische, eine permotriassische und eine eoalpidische Metamorphose. Die kretazischen Eklogite befinden sich im Koralpe-Wölz-Deckensystem.

Penninikum

- ! Die Zentralgneise im Tauernfenster gehören zum Subpenninikum, welches vom Südrand des Europäischen Kontinents stammt.

Einheiten entstanden aus...

Neotethys Ozean

◆ Meliaticum, West Vardar Z.

Adriatischer Mikrokontinent

■ Südalpin, Externe Dinariden

Oberostalpin

■ Eoalpidische Oberplatte

■ eoalpidische Unterplatte
■ Extrusionskeil

■ Unterostalpin

Penninischer Ozean und kontinentale Fragmente darin

■ Obere Penninische Decken

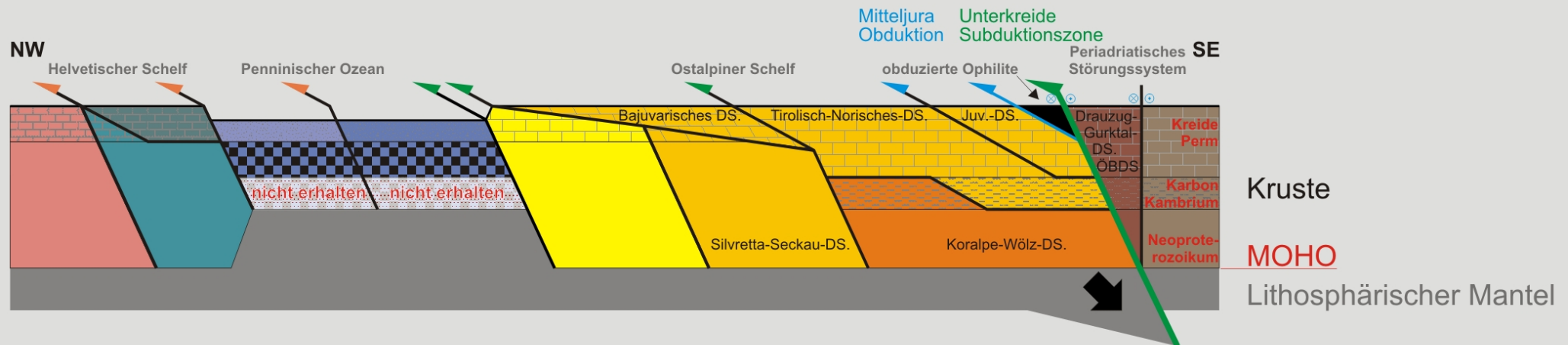
■ Mittlere Penninische Decken

■ Untere Penninische Decken

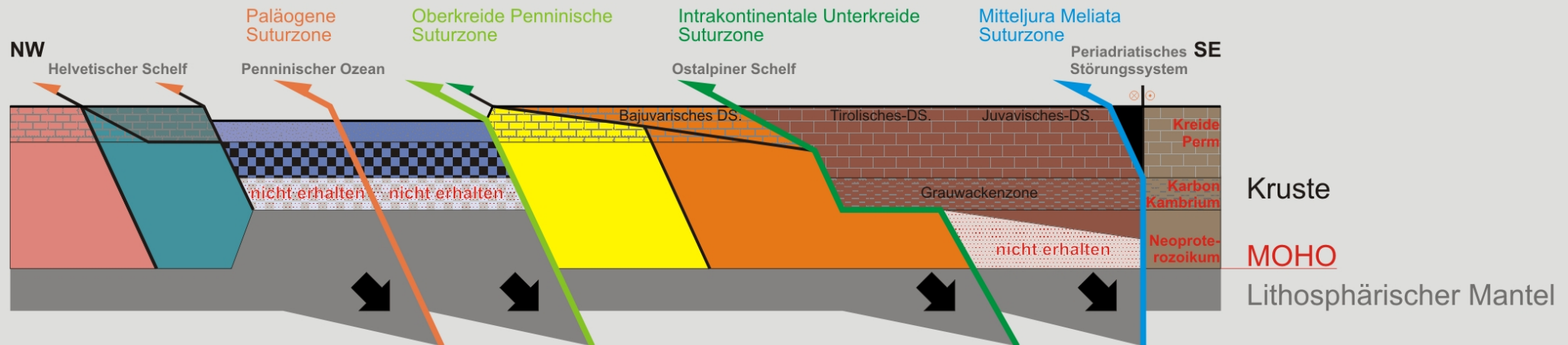
Europäischer Kontinent

■ Helvetikum

■ Subpenninikum



JANÁK et al. (2004, 2015)



Tektonische Modelle der Ostalpen

JANÁK et al. (2004, 2015)

Generelle Bemerkungen:

- + Plattentektonik mit Berücksichtigung des lithosphärischen Mantels.
- ! Das Modell überträgt das *slab-extraction* Modell (Froitzheim et al., 2003) von den Westalpen in den Bereich der Ostalpen.
- Ältere Begriffe werden nur zum Teil weiter verwendet, es gibt neue Begriffe, die nur mäßig definiert sind.
- ! Modell mit vier Subduktionszonen:
 - ➔ Subduktion im Mitteljura erzeugt Suturzone des Neotethys Ozeans.
 - ➔ Intrakontinentale Subduktionszone innerhalb des Nordrandes von Adria erzeugt Ostalpine Decken in der Unterkreide.
 - ➔ Subduktion des Piedmont-Ligurischen Ozeans in der Oberkreide.
 - ➔ Subduktion des Valais Ozeans im Paläogen.

Einheiten entstanden aus...

Neotethys Ozean

◊ Meliaticum, West Vardar Z.

Adriatischer Mikrokontinent

■ Südalpin, Externe Dinariden

■ Oberes Zentralostalpin

■ Unterstes Zentralostalpin

■ Unterostalpin

Penninischer Ozean und kontinentale Fragmente darin

■ Obere Penninische Decken

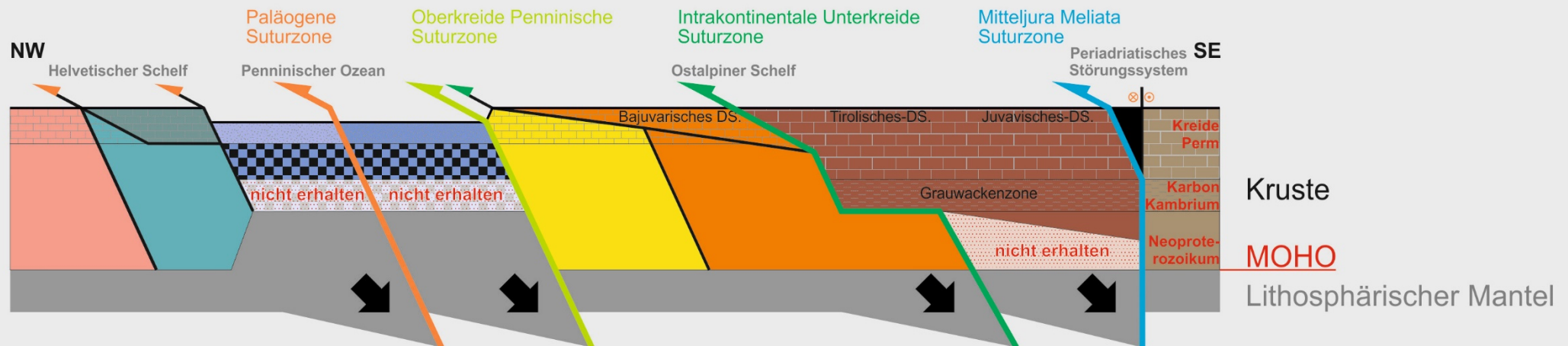
■ Mittlere Penninische Decken

■ Untere Penninische Decken

Europäischer Kontinent

■ Helvetikum

■ Subpenninikum



Tektonische Modelle der Ostalpen

JANÁK et al. (2004, 2015)

Spezielle Charakteristika:

Ostalpin

- ! Untergliederung in Oberes-Zentralostalpin, Unteres-Zentralostalpin und Unterostalpin.
- ! Das Modell versucht die Platznahme der Ultra-Hochdruckgesteine im Ostalpin in den Pohorje Bergen (Slowenien) mittels *slab-extraction* (Froitzheim et al., 2003) zu erklären.

Penninikum

- ! Die Zentralgneise im Tauernfenster gehören zum Subpenninikum, welches vom Südrand des Europäischen Kontinents stammt.

Einheiten entstanden aus...

Neotethys Ozean

◆ Meliaticum, West Vardar Z.

Adriatischer Mikrokontinent

■ Südalpin, Externe Dinariden

■ Oberes Zentralostalpin

■ Unteres Zentralostalpin

■ Unterostalpin

Penninischer Ozean und kontinentale Fragmente darin

■ Obere Penninische Decken

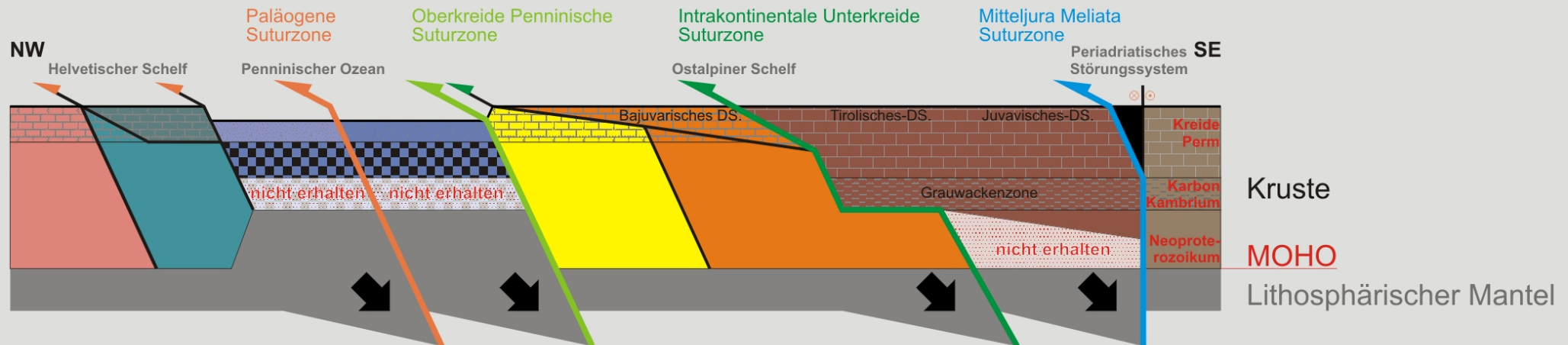
■ Mittlere Penninische Decken

■ Untere Penninische Decken

Europäischer Kontinent

■ Helvetikum

■ Subpenninikum



Schlussfolgerungen