

Uitgeroepen tot werelderfgoed: de Tektonikarena Sardona met links de Piz Segnas, rechts de Piz Dolf en midden achterin de Piz Sardona. De dekbladoverschuijing is duidelijk zichtbaar als een lijn tussen twee gesteenten, over de volle breedte van de arena.



# Tropische koralen in de Zwitserse Alpen

We wandelen langs het stuwmeer van Pigniu nabij het dal van de Vorder Rhein. De oevers bestaan uit steile kalksteenrotsen. Er zitten witte vlekken in, fossiele koralen. Hoe kan dat, zo hoog in de bergen? Eens, 140 miljoen jaar geleden, golfde hier dus een tropische zee.

Stenen kunnen veel vertellen: waar ze gevormd zijn, hoe oud ze zijn, welk klimaat er toen was, of ze verplaatst zijn. Een steen bevat een heel stuk van de lange aardgeschiedenis. Je hoeft hem alleen

maar goed te bekijken: welke kleur heeft hij? Zitten er laagjes in? Voelt hij korrelig aan? Zijn er kristallen? Na een korte kennismaking worden stenen spraakzamer en ontdek je er steeds meer aan. In hun lange leven leggen

ze vaak verre reizen af, niet alleen over het aardoppervlak maar ook in en onder de aardkorst.

## Schuivende platen

Ongeveer 190 miljoen jaar geleden brak Pangea in tweeën. De brokstukken dreven uit elkaar. Ertussen ontstond de Tethys Oceaan. Langs de oevers groeiden koralen in de tropische zee. Deze oceaan lag tussen het latere Europa en Afrika. Afrika brak ook los van Amerika en tussen die twee ontstond de Atlantische Oceaan. Na ruim 100 miljoen jaar veranderde Afrika van richting en begon naar het noordoosten te schuiven. Daardoor werd de Atlantische Oceaan steeds breder, maar begon de Tethys Oceaan dicht te schuiven.

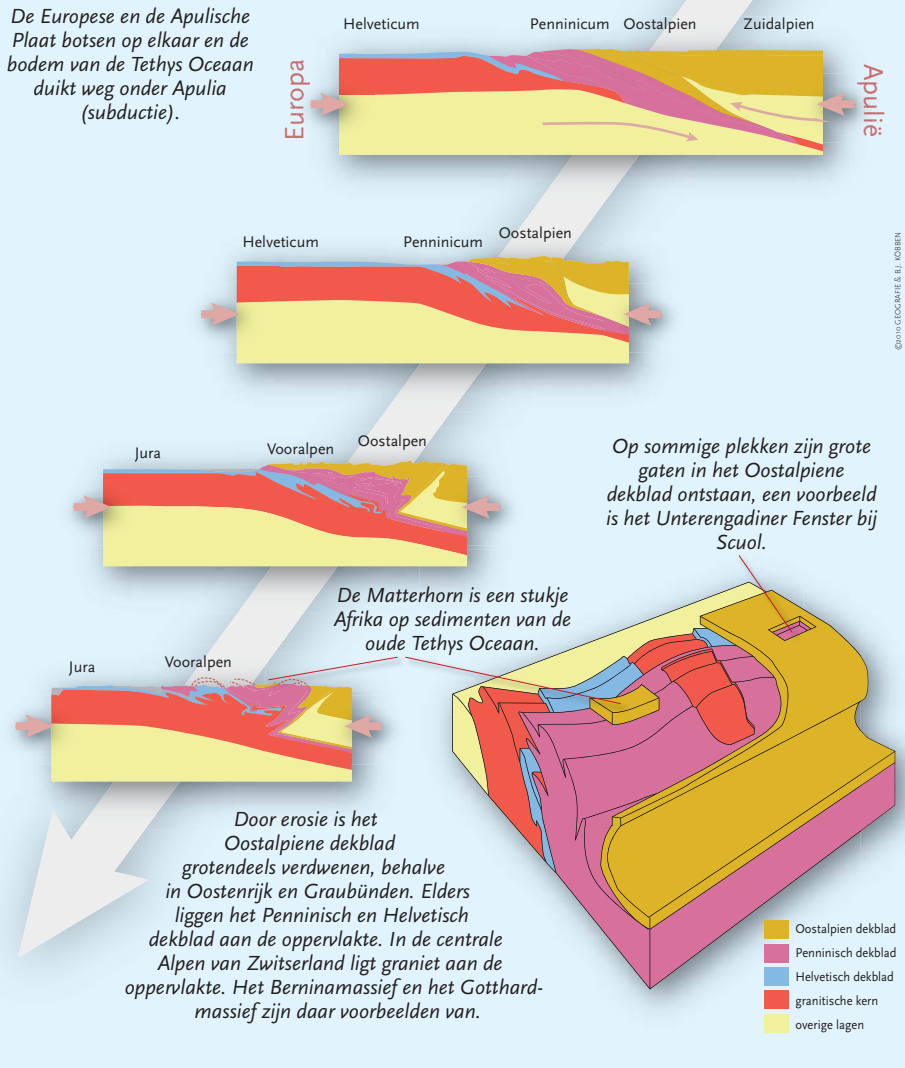
## Apulia

Daarbij raakte een klein deel van Noord-Afrika los van de rest van dat continent. Het bestond uit het huidige Italië, de Adriatische Zee en Kroatië, en heet in de geologie de Apulische Plaat. Apulia schoof versneld naar het noorden en draaide daarbij tegen de klok in. Intussen begon Apulia steeds meer Europa te naderen. De bodem van de Tethys Oceaan tussen Europa en Apulia dook weg onder de laatste. De oorzaak van deze *subductie* is dat



## Vorming van de Alpiene dekbladen

De Europese en de Apulische Plaat botsen op elkaar en de bodem van de Tethys Oceaan duikt weg onder Apulia (subductie).



## Oorsprong en samenstelling dekbladen

Dekblad	Oorsprongsgebied	Gesteenten
Bovenostalpien	continentaal Noord-Afrika (Apulia)	gneis, glimmerschist
Onderostalpien	zee ten noorden van Apulia	dolomiet, kalksteen
Penninisch	Tethys Oceaan	Graue Bündnerschiefer
Helvetic	continentaal plat Zuid-Europa	kalksteen

oceanische korst zwaarder is dan continentale korst. De sedimenten op de oceaانبodem en in het kustgebied van het toenmalige Zuid-Europa begonnen in elkaar te schuiven: te plooiën en te breken. De kracht van de beweging van Apulia naar Europa was zo groot dat het noordelijk deel van Apulia over de resterende oceaانبodem schoof en tegen de geplooiide zeebodem van Europa botste. De top van de Matterhorn is een stukje Afrika dat op oceanische sedimenten van de oude Tethys Oceaan ligt.

## Dekbladen

Tussen Apulia en Europa ontstonden grote overschuivingen, deels bestaande uit oceanische sedimenten en deels uit Afrikaanse kalksteen. De kalksteen was gevormd uit koraalriffen die langs de kusten van Europa en Apulia groeiden. Soms zijn de koralen als fossielen zichtbaar. Maar veel kalk werd in de branding langs de kust gebroken en fijn gemalen tot kalkslib, dat later zeer fijnkorrelige kalksteen werd. De botsing was zo krachtig dat de overschuivingen meer dan 5 km lang waren. Dan heten ze dekbladen. Zo zijn er drie dekbladen op elkaar gestapeld, van boven naar beneden: Oostalpiene dekblad, verdeeld in Bovenostalpien dekblad en Onderostalpien dekblad, Penninisch dekblad en Helvetic dekblad.

Het Oostalpiene (bovenste) dekblad is het verst vanuit het zuiden naar het noorden geschoven. Het bestaat voornamelijk uit oorspronkelijk Afrikaans gesteente. Aanvankelijk lag dit diep in de aardkorst. Het heeft onder hoge druk gestaan. Daardoor zijn het nu voornamelijk metamorfe gesteenten: glimmerschist en gneis. Door de kracht van de botsing ligt het nu bovenop.

Het Penninisch dekblad bestaat vooral uit oceanische sedimenten, afwisselend zandsteen, schalie (kleisteen) en kalksteen. Het zijn oorspronkelijk turbidieten geweest, grote onderzeese modderstromen die nu versteend zijn. In Graubünden heten ze Graue Bündnerschiefer. Deze zijn door de botsing sterk geplooid.

Het Helvetic dekblad is slechts over korte afstand verschoven. Het bestaat vooral uit kalksteen dat langs de toenmalige Europese zuidkust is gevormd. Die kust lag toen bij Basel.

De dekbladen zelf zijn elk weer sterk geplooid, zodat een dekblad niet gemakkelijk in





De Glärner Hauptüberschiebung is zichtbaar als een haarscherpe lijn tussen donkergekleurde fylliciet, een metamorf gesteente, en een lichtere kalksteen. Deze foto is genomen ter hoogte van het Martinsloch in de Tschingelhörnern tussen Elm en Flims.

het terrein te herkennen is. Een vierde dekblad is teruggeschoven naar het zuiden. Het is het Dinarisch dekblad en bestaat uit de Italiaanse Dolomieten en de kalkalpen van Kroatië. De grens tussen het Dinarisch dekblad en de drie andere dekbladen heet Insubrische Lijn. Hij loopt door het zuiden van Zwitserland.

In juli 2008 werd onder grote nationale belangstelling een dekbladoverschuiving tot UNESCO wereldnatuurerfgoed verklaard onder de naam Tektonikarena Sardona. De Glärner Hauptüberschiebung is in een bergkam zichtbaar als een haarscherpe lijn tussen donkergekleurde fylliciet, een metamorf gesteente, en een lichtere kalksteen. De fylliciet is een 230 miljoen jaar oude afzetting uit het Perm, de eronder liggende kalksteen is 'maar' 150 miljoen jaar oud. Normaal gesproken ligt de jongste afzetting natuurlijk bovenop. De plek ligt in een prachtig wandelgebied dat je per kabelbaan vanuit Flims gemakkelijk kunt bereiken.

### Erosie

Door de botsing werden de dekbladen uit zee tot grote hoogte opgeduwd. Wat het hoogst ligt, wordt ook het eerst door erosie aangeast. Daardoor is van de oorspronkelijk hoogste delen van de Alpen bijna niets meer over. De Alpen zijn het hoogst in het zuiden van Zwitserland. De voorkant van de Apulische plaat schoof naar het noordwesten en boorde zich vanuit het zuidoosten in Europa. Daardoor maken de Alpen in Zwitserland een grote boog naar de Middellandse Zee en de Apennijnen. Daardoor ook werden in Zwitserland de dekbladen het hoogst opgeduwd. Door de erosie is het Oostalpiene dekblad in Zwitserland in de loop der tijden geheel verdwenen. Alleen in Oostenrijk en Graubünden

## Op enkele plaatsten in de Alpen kun je op oude oceaانبodem lopen

vormt het nog de hoogste delen van de bergen. In de rest van Zwitserland liggen het Penninisch en Helvetisch dekblad aan de oppervlakte. Op twee plekken zijn door erosie in Graubünden en Oostenrijk grote gaten in het Oostalpiene dekblad ontstaan. Daar

komt dus ook het Penninisch dekblad aan de oppervlakte. Zo'n gat in een dekblad heet een tektonisch venster. Een voorbeeld is het Unterengadiner Fenster bij Scuol.

Door de kracht van de botsing is in Zwitserland zelfs de ondergrond van graniet mee omhoog gekomen. Het is magma dat diep in de ondergrond was gestold. Door de erosie van de dekbladen ligt graniet nu in de centrale Alpen van Zwitserland aan de oppervlakte. Het Berninamassief en het Gotthardmassief zijn daar voorbeelden van.

### Oceanische korst

De dekbladen zijn diep in de aardkorst gevormd. Het gesteente is daar door de hoge druk plastisch en vrij zacht en kan dus gemakkelijk worden vervormd. Daardoor kon ook vers gesteente uit de onderkant van de oceanische korst tussen de dekbladen omhoog kruipen. Dit vrij zachte groene gesteente heet serpentinit. Het komt voor langs de randen van het Unterengadiner Fenster en markeert de grens tussen twee dekbladen. Ook langs de Insubrische Lijn komt serpentinit voor. Op enkele plaatsen in de Alpen kun je dus op een oude oceaانبodem of over een oorspronkelijk stukje Afrika lopen. •



In de steile kalksteenrotsen rond het stuwmeer van Pigniu zitten fossiele koralen.