

Bjergartscyklus

Magmatiske, sedimentære og metamorfe
bjergarter

Granitisk strandsten
Holbæk Fjord
Danmark

maj 2020
Tod Waight

Sandsten med forstenede ribber
Utah, USA

Arkæisk gnejs
SW Grønland

NORDEA
FONDEN
Vi støtter gode liv

Hvorfor ser sten så forskellige ud?

Hvorfor har stenene på stranden så mange forskellige former og farver?

I denne lektion lærer du, hvordan stenenes form og farve kan bruges til at undersøge hvordan de er dannet.



Hvad er en bjergart?

Geologer kalder sten for bjergarter. En bjergart er den videnskabelige betegnelse for en sten eller klippe.

- En bjergart er 'et sammenhængende, naturligt forekommende fast uorganisk stof bestående af en samlet masse af mineraler'

Hvor mange forskellige slags sten kender I fra stranden, marken og klipper rundt om i Danmark?

Ved I hvad de hedder?



Læringspointer

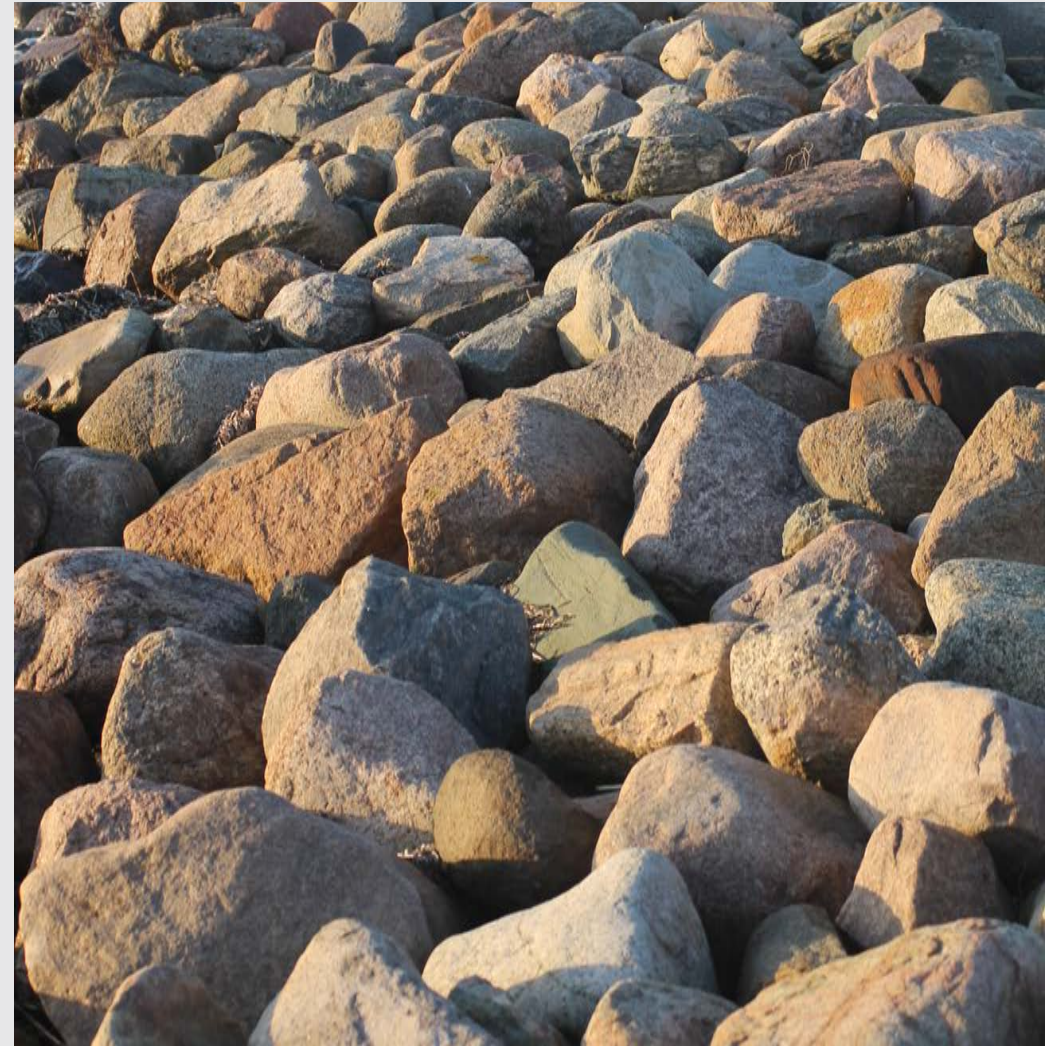
- Jeg ved at **Magmatiske bjergarter** er dannet af afkøling og størkning af en magma
- Jeg ved at **Sedimentære bjergarter** er dannet af nedbrydning, forvitring og transport af geologiske materialer med vind, vand og is
- Jeg ved at **Metamorfe bjergarter** er dannet når magmatiske og sedimentære bjergarter presses sammen under stort tryk og høj temperatur
- Jeg kan forklare, hvordan **magmatiske, sedimentære og metamorfe** bjergarter er relaterede til hinanden igennem bjergartscyklusen



Diskuter med din sidemakker?

Hvor mange bjergartsnavne kender du?

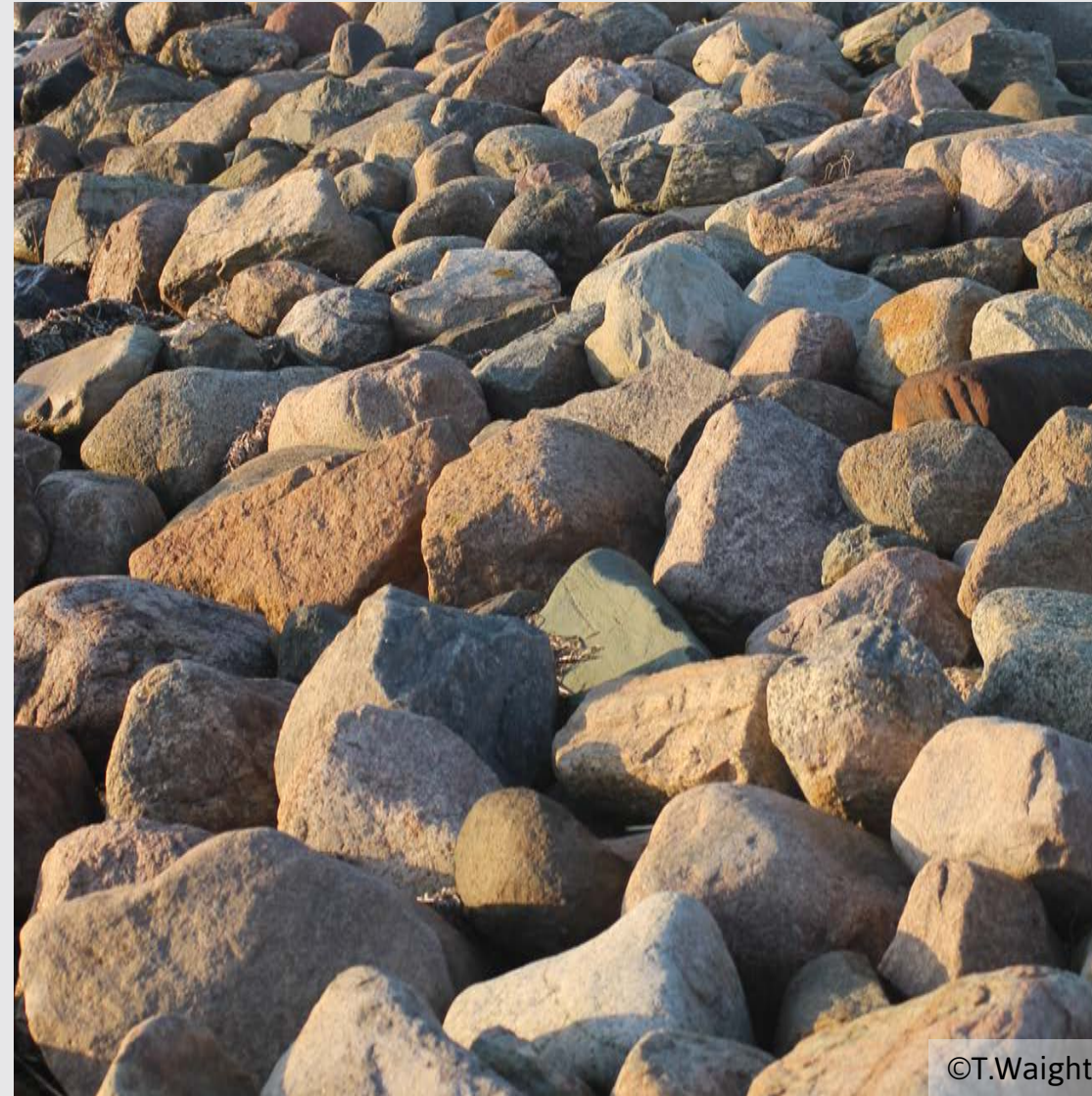
Ved du om de er magmatiske, sedimentære eller metamorfe?



Bjergartsnavne I (måske) kender

Magmatiske bjergarter	Sedimentære bjergarter	Metamorfe bjergarter
Granit* Basalt Gabbro Diorit Diabas* Obsidian Andesit Rombeporfyr*	Sandsten* Kalksten* Konglomerat Ski fer Kul Kridt* Flint*	Gnejs* Marmor Schist Tagski fer Lapis lazuli

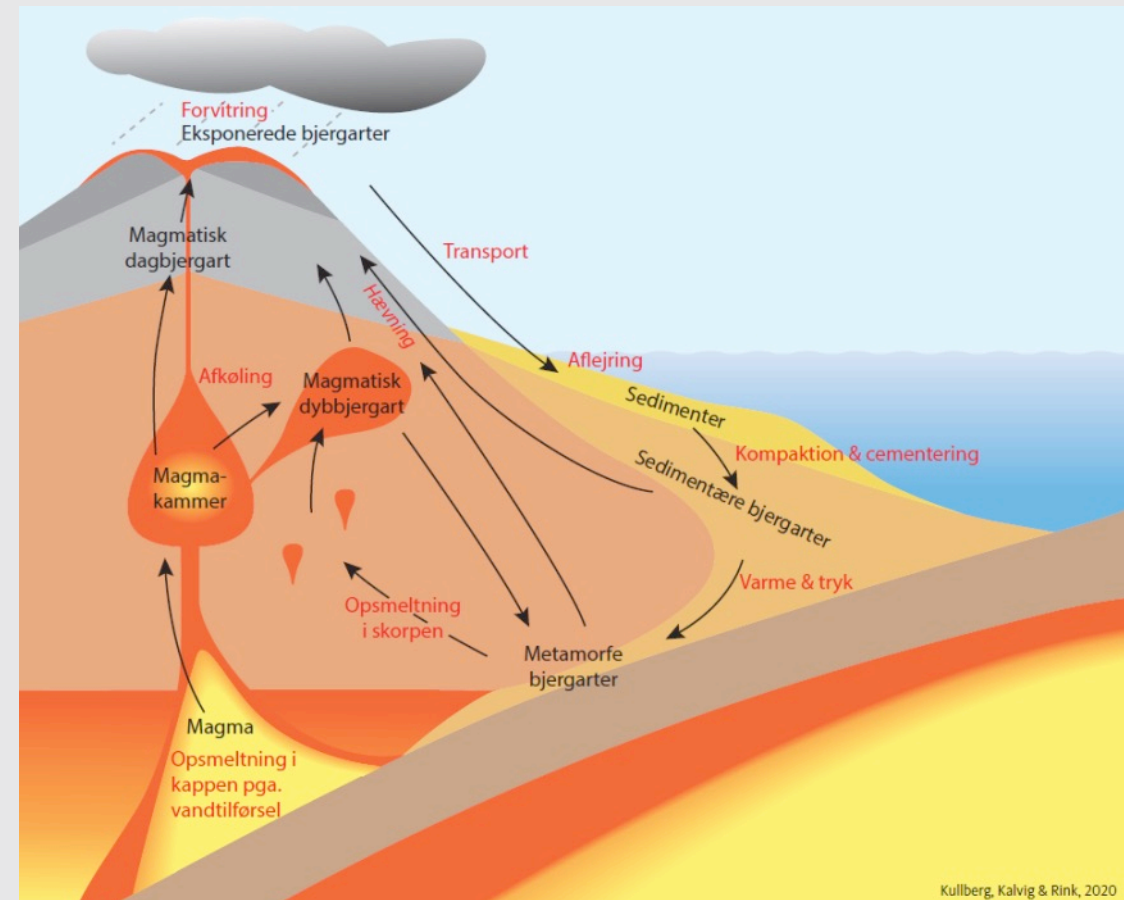
*Bjergarter der forekommer som strandsten i Danmark



Bjergartscyklus

Bjergartscyklusen beskriver, hvordan magmatiske, sedimentære og metamorfe bjergarter dannes, og hvordan de er forbundet med hinanden.

Vi starter med de magmatiske bjergarter.



ATMOSFÆRE
og
HYDROSFÆRE

SKORPEN

KAPPEN

Magma

Opsmeltning i kappen

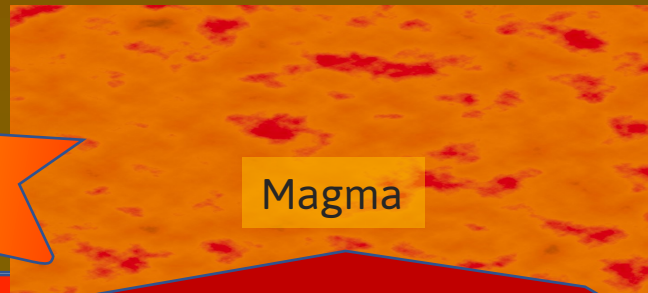
Magma dannes når pladetektoniske processer får bjergarter i kappen til at delvis smelte.

ATMOSFÆRE
og
HYDROSFÆRE



Magmatiske bjergarter

Afkøling og krystallisation



Magma

Opsmeltning i kappen

SKORPEN

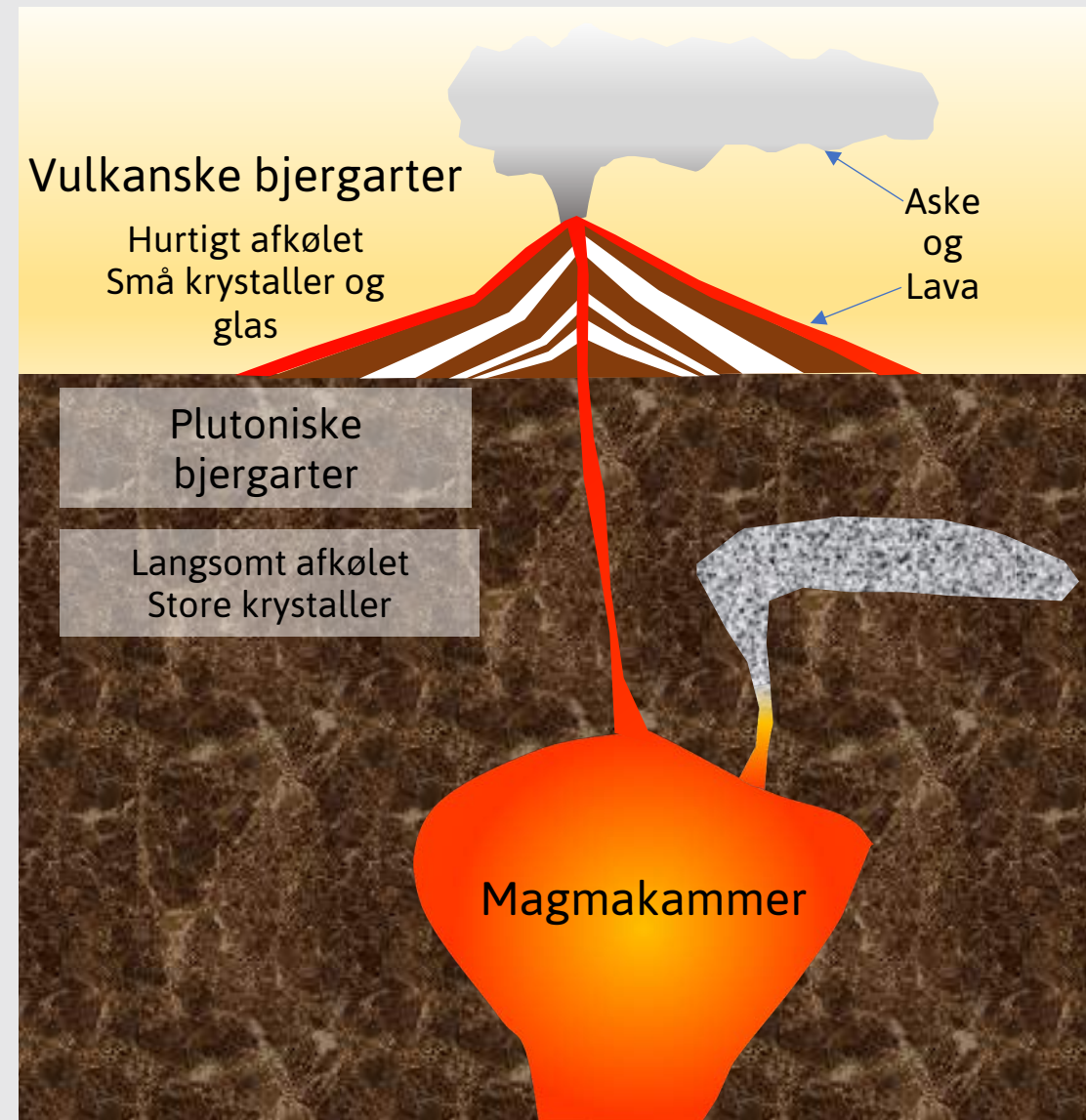
KAPPEN

Magmatiske bjergarter dannes ved størkning af magma, enten i skorpen eller på overfladen efter et vulkansk udbrud.

Magmatiske bjergarter

Magmatiske bjergarter er dannet ved afkøling og størkning af et magma

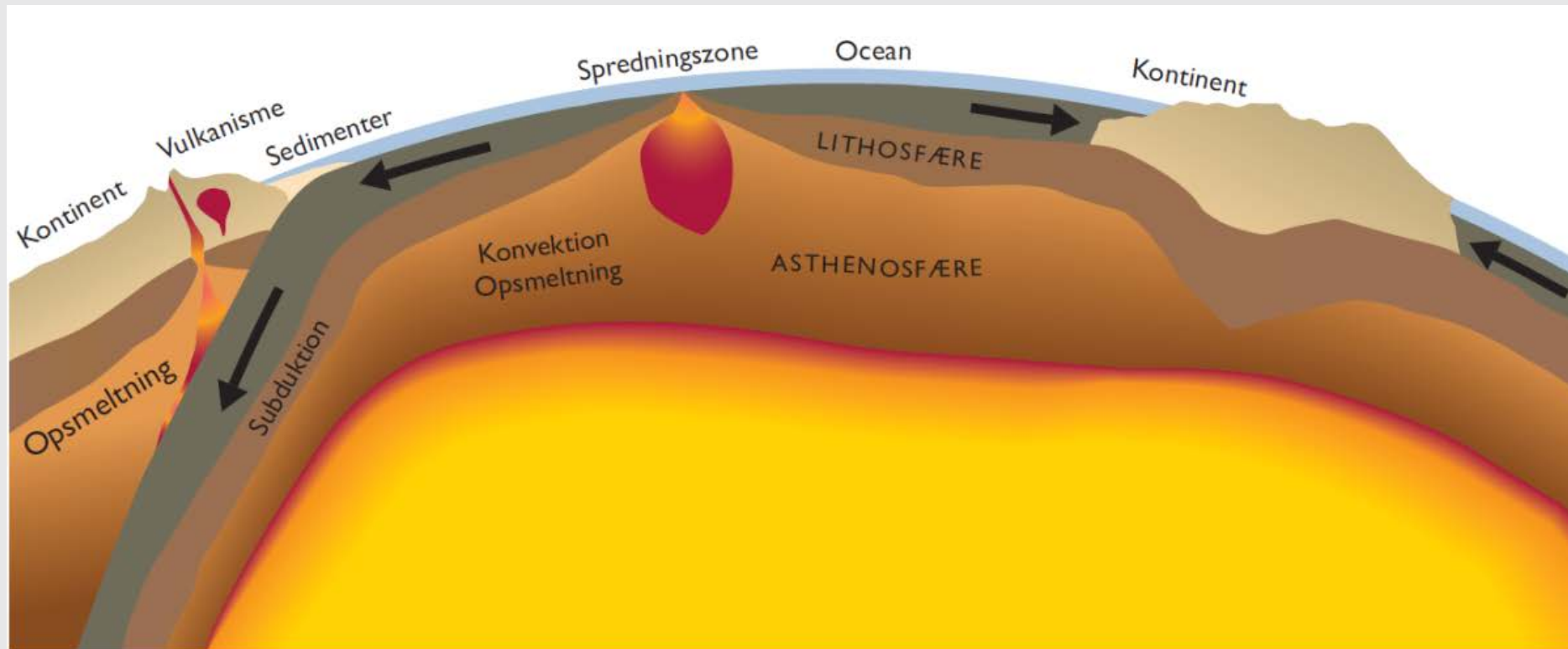
- Magma er en flydende masse af smeltet sten blandet med krystaller og opløste gasser
- Magma bevæger sig op gennem skorpen imod overfladen, hvor den enten:
 - Størkner i magmakamre i skorpen nogle km under overfladen og danner **plutoniske** bjergarter som granit
 - eller kommer ud i et vulkansk udbrud og danner **vulkanske** bjergarter som basalt og obsidian



Magmatiske bjergarter

Magma bliver dannet når pladetektoniske processer får bjergarterne i kappen eller skorpen til at smelte.

Opsmeltning sker på grund af ændringer i tryk og temperatur i spredningszoner, kollisionszoner og subduktionszoner.



Vulkanske bjergarter

Magma, som når op til overfladen, kaldes for lava og kan danne vulkaner

- Lava kan flyde på overfladen som en lavastrøm eller eksplodere under et voldsomt udbrud og danne aske.
- Lava på overfladen afkøles hurtigt og størknes til en finkornet vulkansk bjergart (krystaller er 1 mm eller mindre).

Nogle vulkanske bjergarter (fx pimpsten) størkner så hurtigt, at den indeholder gas fanget i bobler.

- Obsidian er vulkansk glas, der er afkølet lynhurtigt f.eks ved møde med kold vand.



Basalt

Basalt er den mest almindelige vulkanske bjergart, og er dannet ved opsmeltning i kappen.

- Basalt er typisk meget finkornet, tit uden synlige krystaller.
- Basalt dannes i vulkaner som f.eks. på Island og Hawaii – og langs hele midtoceansryggen ude i f.eks. Atlanterhavet.



De sorte lag, man kan se ved f.eks Hanklint på Mors og Knudeklint på Fur, er basaltiske askelag dannet under åbningen af det nordatlantiske hav for 55 millioner år siden.

(Mere info Geoviden 2012 nr. 3)





Rombeporfyr er en lavasten, der findes som strandsten i Danmark. Bjergarten stammer fra omkring Oslo-området.

Plutoniske bjergarter

Magma, der ikke når overfladen, afkøles langsomt, hvilket giver krystallerne tid til at vokse til større krystaller (mm-cm).

Krystallerne vokser sammen som kantede puslespilsbrikker.

Disse bjergarter kaldes for plutoniske bjergarter. Det er en af de mest almindelige bjergarter og ses f.eks på Bornholm, i Sverige og Norge.



Granitterne på Bornholm er resterne af magmakamre, det blev dannet 10-15 km under overfladen for ca. 1455 millioner år siden

Granit

Mange strandsten i Danmark er granit, der er transporteret hertil med gletsjere fra Sverige og Norge under sidste istid.

- Granit er den mest almindelige plutoniske bjergart, og er dannet ved opsmeltning i skorpen
- Granit består mest af mineralerne
 - Kvarts - hvidt/gråt mineral
 - feldspat – pink/rødtligt mineral
 - Biotit – sort glimmer mineral



ATMOSFÆRE
og
HYDROSFÆRE

Forvitring og
Erosion

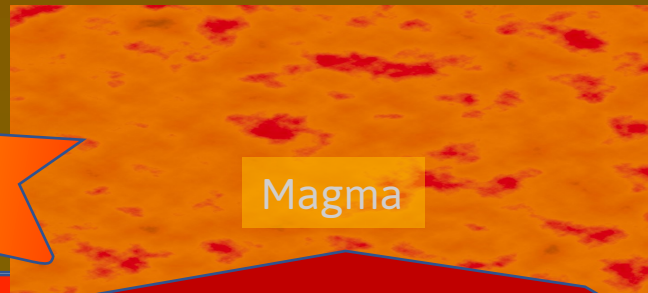


Sediment



Magmatiske bjergarter

Afkøling og krystallisation



Magma

Opsmeltning i kappen

SKORPEN

KAPPEN

Sedimenter dannes ved nedbrydning af sten, skrænter og bjerge, som er udsat for vind og vejr. Herved nedbrydes de til mindre løse stykker af sten og småsten.

ATMOSFÆRE
og
HYDROSFÆRE

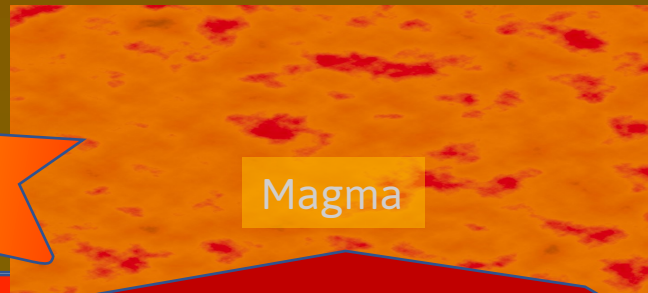
Forvitring og
Erosion



Kompaktion og cementation



Afkøling og krystallisation



Opsmeltning i kappen

SKORPEN

KAPPEN

Sten og småsten bliver transporteret med vind, vand, tyngdekraft eller is, vil de til sidst blive aflejret som sediment f.eks. i havet, i floder, i søer eller som klitter. Hvis sedimenter bliver begravet under flere lag nyt sediment, vil det efterhånden blive presset sammen og cementseret til en fast sedimentær bjergart.

Sedimentære bjergarter

Bjerge og bjergarter bliver langsomt nedbrudt af vind og vejr – det bliver eroderet. Det eroderede materiale transporteres mod kysten. Det groveste materiale er aflejret i floder lige for fødderne af bjergene, mens det finere materiale føres videre med floderne og aflejres i floddeltaet længere. De fineste partikler vil kunne føres helt ud til havet og aflejres på havbunden.

- Bjerge bliver nedbrudt til sten og – den proces kaldes for fysisk erosion.
- Nogle mineraler (f.eks. feldspat og biotit) er ustabile på jordens overflade og bliver nedbrudt til nye mineraler såsom ler – den proces kaldes for kemisk forvitring.
- Sten og småstenene transporteres i floder og gletsjere og aflejres til sidst som sedimenter.

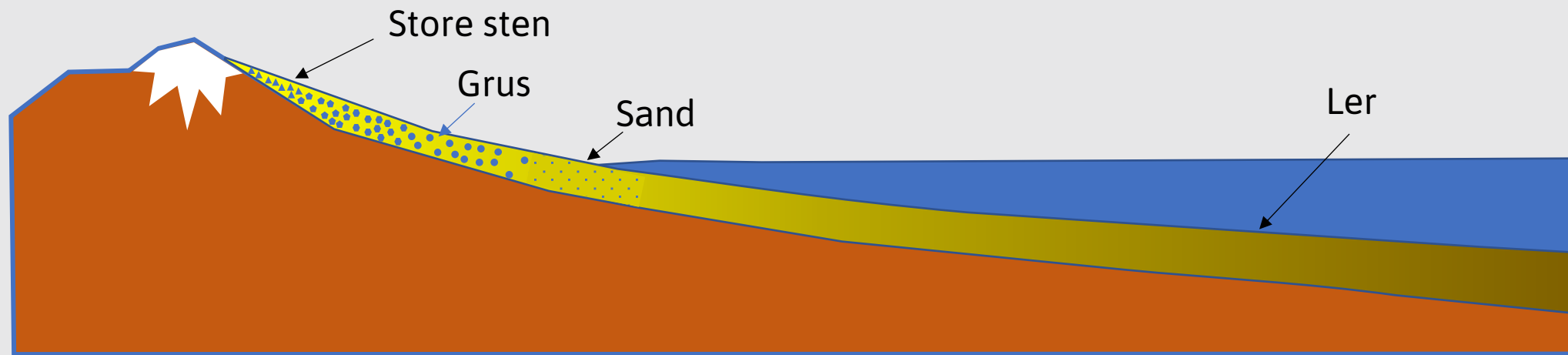


Sedimentære bjergarter

Når vandet transporterer småstenene fra bjergene ud til havet, rammer småstenene ind i hinanden. De skurer dermed mod hinanden og bliver mindre og mere afrundede. Med tiden og længere væk fra bergene bliver der flere sedimenkorn med den samme størrelse.

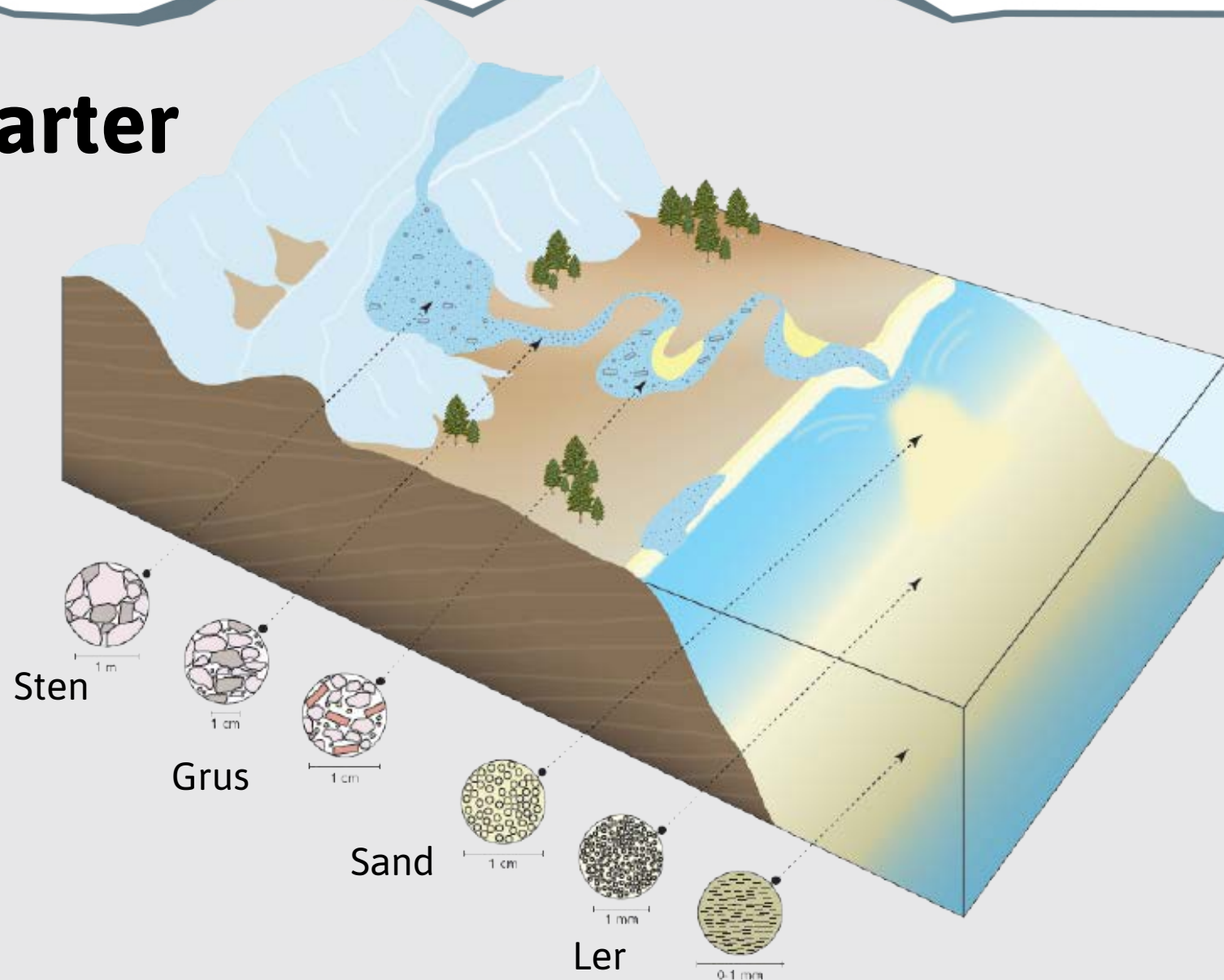
Mange af mineralerne bliver omdannet til ler under transporten, mens kvarts overlever, fordi det er relativt hårdt

- Sedimenter, der er transporteret langt, består typisk af velsorteret afrundede korn af kvartssand (<2 mm i diameter).
- Lerpartikler, der er endnu mindre, vaskes ud i havet og aflejres på den dybe havbund.



Sedimentære bjergarter

- Til højre kan du se, hvordan sedimentære partikler bliver mere finkornede, mere afrundede og mere ens i størrelse, jo længere de transporteres.
- Hvis bjergene består af f.eks. granit, så vil de store sten og grus indeholde mineraler af kvarts, feldspat og biotit. Sand, der aflejres længere væk, vil stort set kun indeholde kvarts. Det skyldes at kvarts er et modstandsdygtigt mineral, mens feldspat og biotit lettere nedbrydes til f.eks. lermineraller.

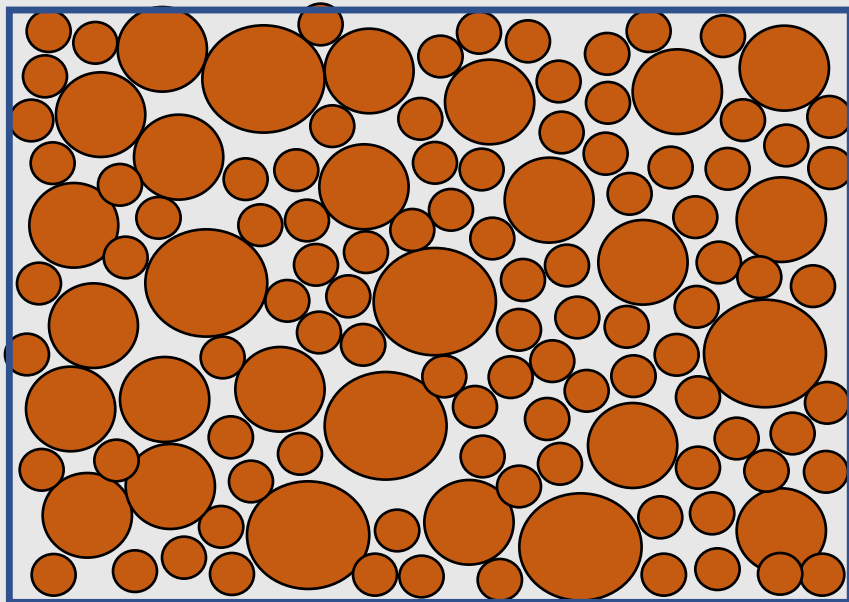


Sedimentære bjergarter

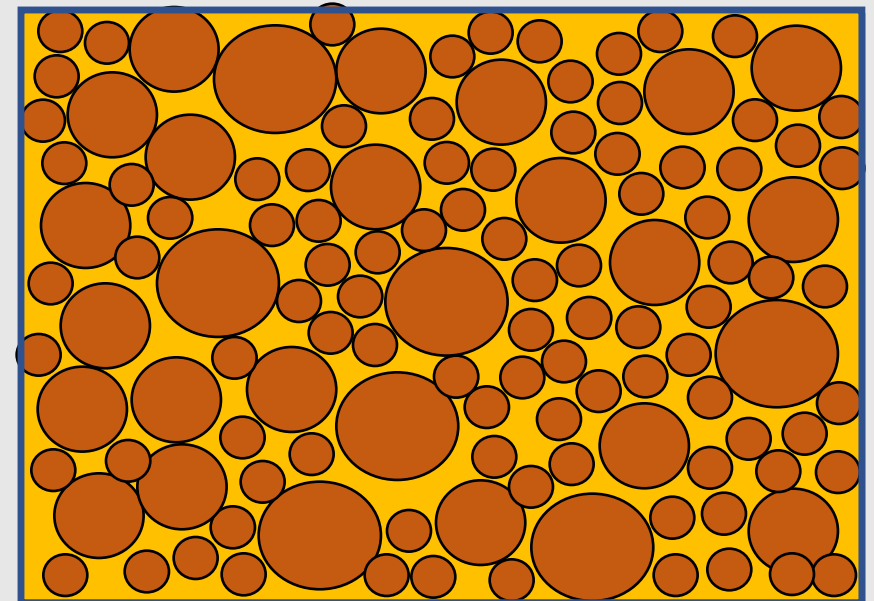
Løse sedimenter bliver med tiden sammenkittede til faste sedimentære bjergarter.

Det sker ved

- sammenpresning (fordi der afsættes nye lag af fx sand ovenpå)
- udfældning af cement (f.eks. kvarts, calcit) imellem kornene.



Begravelse og
udfældning af cement
(f.eks. kvarts) fra
grundvand



Sedimentære bjergarter

Sedimenter aflejres som lag. Flere lag aflejres oven på hinanden. Når sedimentet med tiden presses sammen og cementeres, bliver bjergarten lagdelt.

Lagdelingen afspejler ændringer i strømningshastighed af det vand, som afsatte sedimentet. En hurtig strøm kan transportere større sandkorn, langsomt strømmende vand kun kan transportere ler.



Billedet viser sandstenslag aflejret i en gammel flod i USA – find geologen på billedet

ATMOSFÆRE
og
HYDROSFÆRE

Forvitring og
Erosion

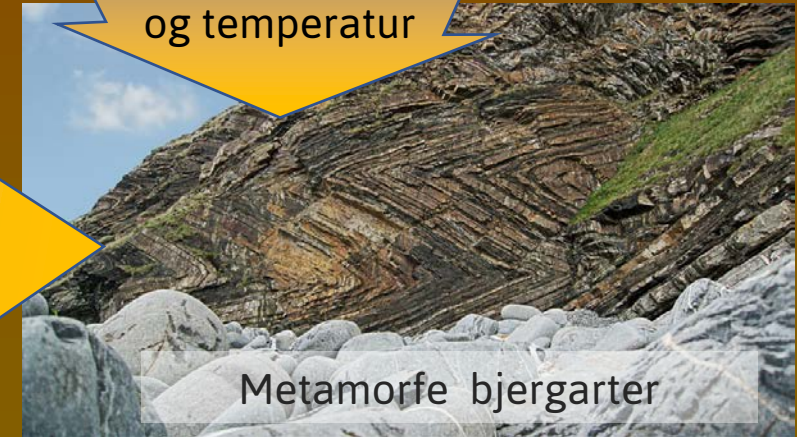


Kompaktion og cementation



Sedimentære bjergarter

Cementering, tryk
og temperatur



Metamorfe bjergarter

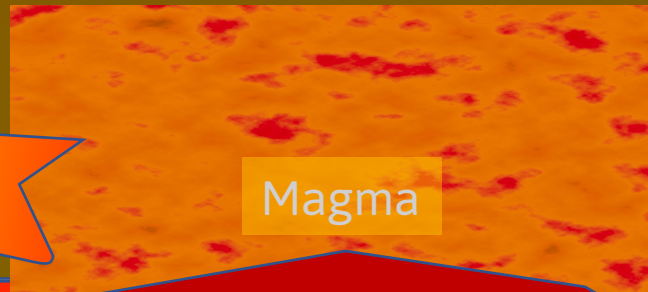
Sammenpresning, tryk og temperatur

Afkøling og krystallisation

Magmatiske bjergarter



Magma



Opsmeltning i kappen

SKORPEN

KAPPEN

Metamorfe bjergarter dannes ved dybere begravelse af sedimentære og magmatiske bjergarter, hvor højt tryk og temperatur får bjergarten til at danne nye mineraler.

Metamorfe bjergarter

Har du nogensinde tænkt over, hvordan der er 1 km under din fødder?
Hvor varmt er der og hvor højt er trykket?

- Lav en figur som viser hvordan tryk og temperatur stiger ned gennem jordens skorpe.

Brug Excel eller lommeregner:

- Temperaturen stiger med ca. 25°C for hver km man kommer ned i undergrunden. Temperaturen på jordens overflade er i gennemsnit 15°C .
- Trykket stiger med ca 270 bar for hver km man kommer ned i undergrunden. Trykket er ca 1 bar på jordens overflade.



Metamorfe bjergarter

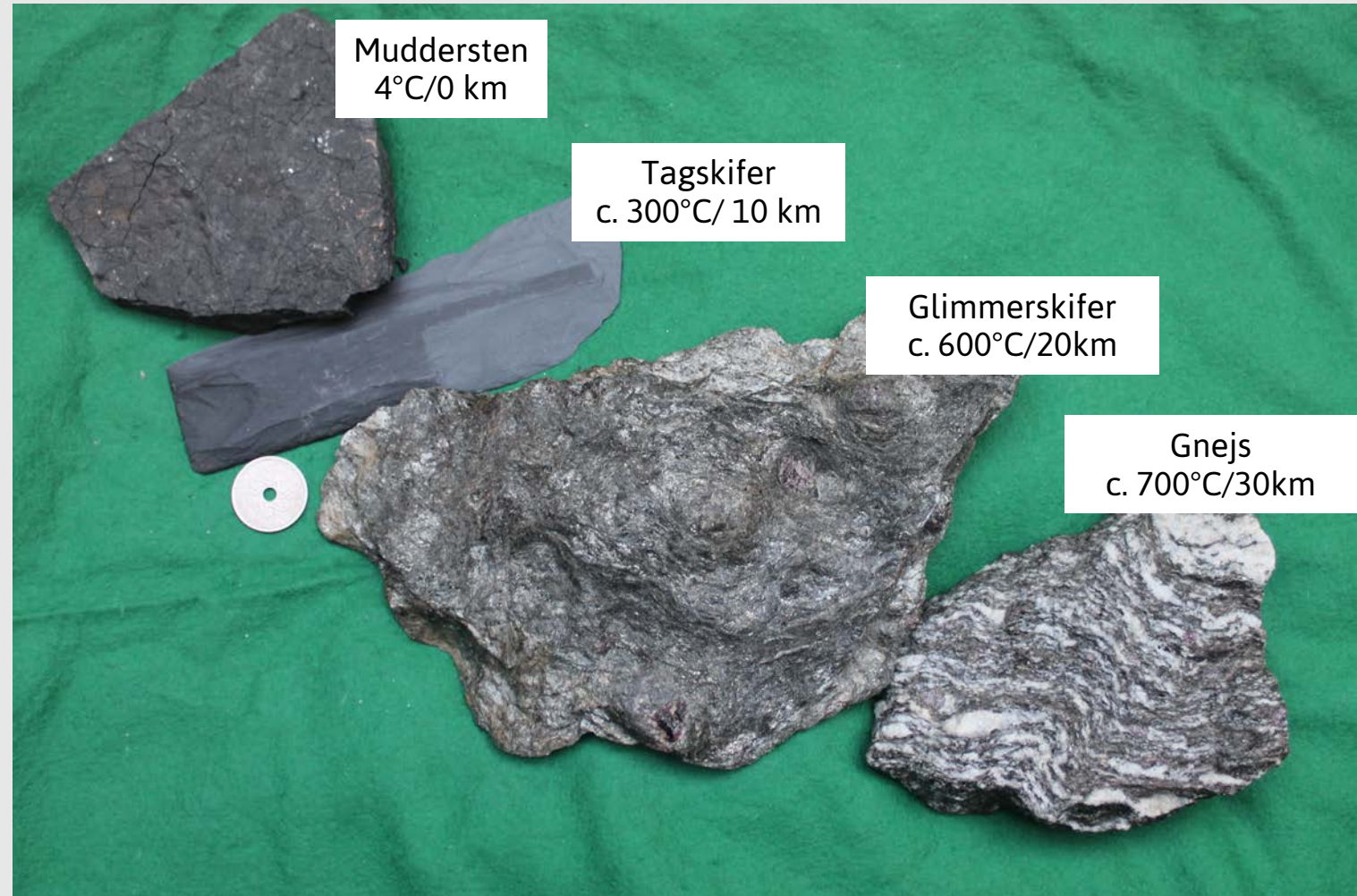
Under metamorfose bliver bjergarter langsomt omdannet til nye bjergarter pga. stigende tryk og temperatur.

Et eksempel:

Et dybhavs sediment, som er rigt på ler (en muddersten) bliver først til tagskifer.

Senere dannes nye mineraler (glimmermineraler). Nu er tagskiferen omdannet til en glimmerskifer.

Ved meget højt tryk og høje temperaturer omdannes glimmerskiferen til gnejs, som består af helt nye mineraler, f.eks kvarts og feldspat.



Gnejs

Gnejs er en almindelig strandsten i Danmark. Den er transporteret hertil med gletsjere fra Norge og Sverige under den sidste istid.



Nogle gnejser består mest af kvarts, feldspat og biotit (+/- granat) – disse er typisk metamorfoseret granitter eller sedimenter



Andre gnejser består mest af amfibol og feldspat (+/- granat) – disse er typisk metamorfoserede basalter

ATMOSFÆRE
og
HYDROSFÆRE

Forvitring og
Erosion



Kompaktion og cementation



Sedimentære bjergarter

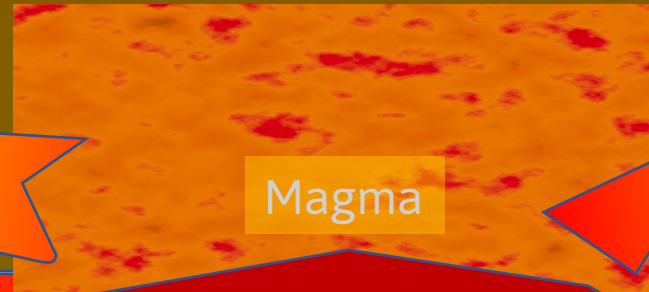
Cementeret, tryk
og temperatur



Metamorfe bjergarter

Opsmeltning

Sammenpresning, tryk og temperatur



Magma

Opsmeltning i kappen

Afkøling og krystallisation

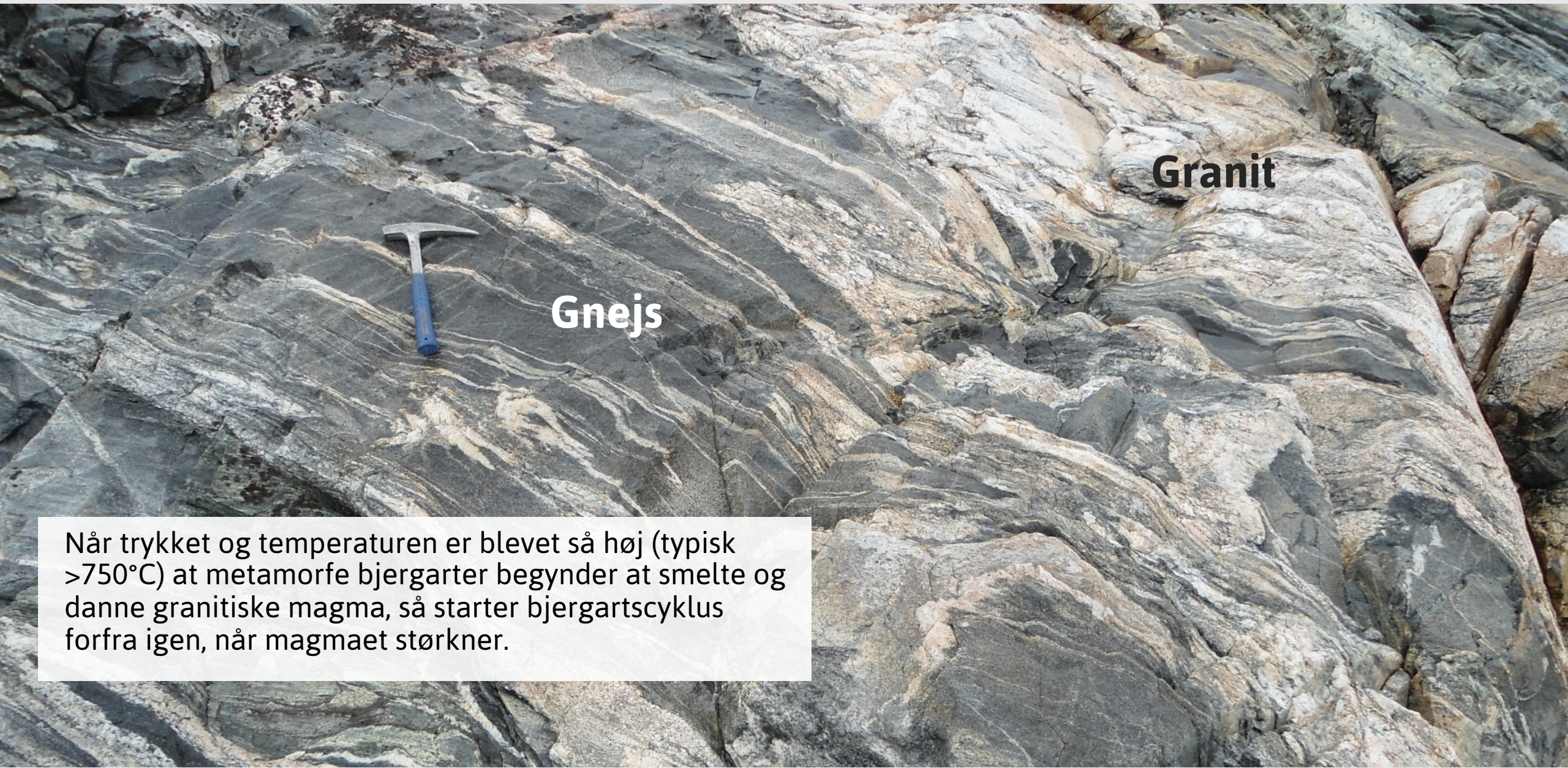
Magmatiske bjergarter



SKORPEN

KAPPEN

Hvis tryk og temperatur bliver højt nok, kan metamorfe bjergarter smelte og danne ny magma.

**Gnejs****Granit**

Når trykket og temperaturen er blevet så høj (typisk $>750^{\circ}\text{C}$) at metamorfe bjergarter begynder at smelte og danne granitiske magma, så starter bjergartscyklus forfra igen, når magmaet størkner.

ATMOSFÆRE
og
HYDROSFÆREForvitring og
Erosion

Kompaktion og cementation

Forvitring og erosion



Sedimentære bjergarter

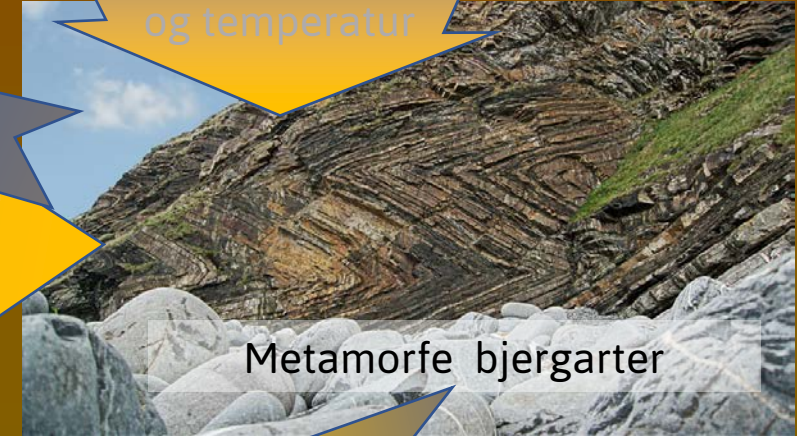
Cementeret, tryk
og temperatur

Forvitring og erosion



Magmatiske bjergarter

Sammenpresning, tryk og temperatur

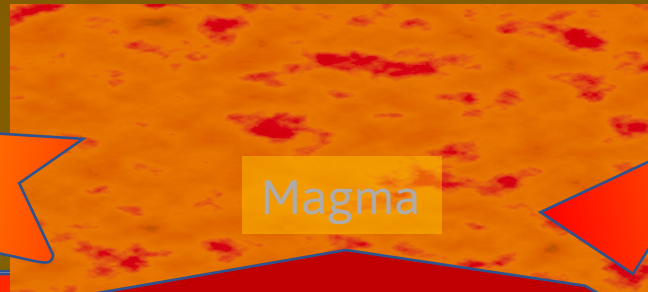


Metamorfe bjergarter

Afkøling og krystallisation

Magma

Opsmeltning



Opsmeltning i kappen

SKORPEN

KAPPEN

Hvorfor finder vi plutoniske, metamorfe og sedimentære bjergarter, der er dannet dybt nede i jordens indre, i klipper på jordens overflade i dag? Det gør vi fordi hævnning af jorden, som følge af tektoniske processer, stille og roligt kan føre lagene op. Når de gør det, så vil vind og vejr hele tiden langsomt nedslibe de øverste lag. Derved kan man hele tiden få gravet de dybe lag frem til overfladen og samtidig danne nye sedimenter.

Sådan kan I selv undersøge emnet

Tag en tur til stranden, eller til jeres nærmeste kæmpesten.

Identificer, hvilke mineraler der er til stede og om bjergarterne er magmatiske, metamorfe, eller sedimentære.



Sådan kan I arbejde videre med emnet

Bjergartscyklus relaterer sig til disse andre lektioner fra **www.junior-geologerne.dk**:

- Jordens opbygning og pladetektonik
- Mineraler

Øvrige undervisningsmaterialer

Læs geologisk fakta om Danmarks kæmpesten
<https://www.geus.dk/udforsk-geologien/ture-i-naturen/kaempesten/>

BGS animation af bjergartscyklus
<https://www.geolsoc.org.uk/ks3/gsl/education/resources/rockcycle/page3892.html>

UK Geological Society læring om geologi
<https://www.geolsoc.org.uk/heresources>

Naturhistorisk Museum - Plakat med danske strandsten
<https://www.naturhistoriskmuseum.dk/Default.aspx?ID=5099&ProductID=PROD456>

USGS læring om geologi
<https://www.usgs.gov/science-support/osqi/yes/resources-teachers>

NZGS læring om geologi
<https://flexiblelearning.auckland.ac.nz>

BGS læring om mineraler og minedrift
<https://www.geolsoc.org.uk/miningminerals>