



Figur 1. Kridtgraven ved Aalborg Portland. Det dybe, azurblå vand i graven står i skarp kontrast til den hvide kridtbred, og langs kanten løber transportanlægget, der fører råstoffet mod fabrikken, hvis tårne anes i horisonten.

Hvad bruger vi kalken til?

Fra Aalborg Portlands hvide kridtgrave til de maledede hvælv i Aarhus Domkirke: kalk er ikke kun geologi, men et materiale, der har båret dansk byggeri, industri, landbrug og kunsthistorie.

Tekst: Isaac Appelquist Løge, Department of Chemical Engineering, Norwegian University of Science and Technology (NTNU) og DTU Kemiteknik
Fotos: David Bering/Montgomery

Kridt graves ud af et hvidt, måneagtigt landskab, føres ind på lange bånd, blandes med sand og vand og opvarmes, til mineralerne smeltes om (figur 1). Bag gravesøen rejser kridtvæggene sig mange meter op og afslører, hvor meget kalk der ligger i undergrunden (figur 2, side 37). Ovne og møller, der aldrig

stopper, brummer i det fjerne. Aalborg Portland bruger kridt til at lave cement. Her er kalken ikke længere en klint eller en kølig minegang.

I den første artikel [1] fulgte vi kalken som geologisk materiale: fra urgammelt havbundsslam til kridt, klinter og kalkgruber. Men kalkens Danmarkshistorie stopper ikke i undergrunden. Når kalken først bliver brudt, brændt, læsket, slemmet eller malet på, skifter den rolle. Den bliver cement, mørtel, jordforbedring, pigmentbærer og rensemiddel. I denne artikel følger vi kalken ud af graven og ind i samfundet, gennem to besøg, der ligger så langt fra hinanden, som man

kan komme: en cementfabrik ved Limfjorden og et kirkerum i Aarhus.

Et råstof med mange roller

Kalk er et af de vigtigste råstoffer i den danske undergrund, med en årlig produktion på omkring 3 millioner tons, groft fordelt med en tredjedel til landbruget, en tredjedel til cement og en tredjedel til andre formål [2]. Tilsammen indgår kalk og kridt i mere end 7000 forskellige produkter [3].

Kalk er med andre ord ikke ét produkt, men en hel råvarefamilie, hvor renhed, partikelstørrelse og reaktionstid afgør, om materialet hører hjemme på en

■ Kalkens mange navne

Kært barn har mange navne, og kalk er ingen undtagelse. Ordet skifter betydning fra fag til fag. For geologen er kalk en bjergart, for landmanden et middel mod sur jord, for mureren mørtel eller kalkvand, for cementfabrikken et råstof og for konservatoren både puds, bindemiddel og sårbar kulturarv. Derfor er det værd at samle navnene. Vi har gjort et forsøg her.

Navn	Hvad er det?	Typisk brug i Danmark
Kalk	Fællesbetegnelse for calciumcarbonat, CaCO_3 , og for flere kalkbaserede materialer.	Råstof til cement, landbrugskalk, mørtel, industrikalk og kalkmalerier.
Kridt/skrivekridt	Blød, finkornet kalkbjergart af mikroskopiske kalkskaller.	Cementråstof ved Aalborg, jordbrugskalk, foderkridt og industrifyld.
Kalksten	Fast bjergart domineret af calciumcarbonat.	Bygningssten, råstof til brændt kalk og cement, reservoirbjergart i undergrunden.
Bryozokalk/koralkalk	Danske kalktyper opbygget af fossile dyrerester, blandt andet fra Stevns og Faxe.	Jordbrugskalk, brændt kalk, industrikalk og specialprodukter.
Brændt kalk	Calciumoxid, CaO , dannet ved brænding af CaCO_3 .	Mørtelproduktion, jordstabilisering, industri og kemiske processer.
Læsket kalk/hydratkalk	Calciumhydroxid, Ca(OH)_2 , dannet når brændt kalk reagerer med vand.	Kalkmørtel, hvidtekalk, kalkmælk, kalkmaleri og røggasrensning.
Kulekalk	Vådlæsket kalk lagret i kule, ofte meget fin og smidig.	Traditionel kalkning, restaurering og bygningsbevaring.
Hvidtekalk	Læsket kalk opslemmet i vand til kalkning.	Hvidtning af murværk, kirker, gårde og som underlag/bindemiddel i kalkmaleri.
Kalkmørtel	Blanding af kalk, sand og vand, der hærder ved karbonatisering.	Opmuring, fugning, puds og restaurering af ældre bygninger.
Hydraulisk kalk	Kalk med reaktive ler-/silicatbestanddele, der kan hærde med vand.	Mørtel og puds, især hvor der ønskes stærkere eller hurtigere hærdning.
Jordbrugskalk	Knust kalk eller kridt med neutraliserende virkning.	Regulering af jordens pH og forbedring af jordstruktur.
Dolomitkalk/magnesiumkalk	Calcium- og magnesiumcarbonat.	Jordforbedring, når både calcium og magnesium er relevante.
Mergel	Naturlig blanding af kalk og ler.	Historisk jordforbedring, især før moderne kalkprodukter overtog.
Kalkfiller/industrikalk	Finmalet kalk eller kridt med kontrolleret partikelstørrelse.	Beton, asfalt, plast, gummi, maling, papir og tekniske processer.
Foderkridt	Rent kridt/calciumcarbonat til dyrefoder.	Calciumtilskud i landbrugets dyrehold.

mark, i en skorsten, i en betonblanding, i dyrefoder eller på en kirkevæg. I miljøteknik bruges kalk til at neutralisere syrer og rense røggas og spildevand; ved affaldsforbrænding fanger den de sure stoffer i røgen [3,4]. I plast, maling, gummi og papir fungerer fint kridt som fyldstof, der giver volumen, hvidhed eller bestemte egenskaber, og i dyrefoder er kridt en billig calciumkilde [3].

Fra kridt til cement

Aalborg Portland producerer godt 2,3 millioner tons cement om året, hvoraf en stor del eksporteres [5]. De store gravemaskiner kan tage op til 2200 tons kridt i timen, og roterovnen brænder ved omkring 1500°C, når den danner cementklinker [5].

Selve forvandlingen fra kridt til cement er kort fortalt en øvelse i at gøre et naturmateriale ensartet nok til at opføre sig forudsigeligt ved ekstrem varme. Kridtet, som ved Aalborg er omkring 70 millioner år gammelt og usædvanligt rent, slemmes op med vand til en pumpbar masse (figur 3) og blandes med formålet sand, så calcium fra kridtet møder silicium, aluminium og jern i de rette forhold [6]. Derefter går turen op i ovnanlægget. På få sekunder varmes materialet op til omkring 1000°C i cyklontårnet og brændes færdigt i roterovnen ved cirka 1500°C [6]. Ved de temperaturer sker det afgørende: Calciumcarbonat spaltes, kuldioxid frigives, og den tilbageblevne calciumoxid reagerer med de øvrige mineraler til helt nye faser. Resultatet, der køler af som små mørke klinker, er i virkeligheden et kunstigt mineral. Først når klinkerne males til pulver og senere møder vand på en byggeplads, vågner cementens evne til at hærde og låse sand, sten og armering fast i beton.

Aarhus Domkirke: når væggen bliver et billede

Skiftet fra Aalborg til Aarhus Domkirke er et skift i både tempo og tid. Hvor fabrikken larmer og støver, er kalken her stille. Den ligger som puds og hvidtekalk hen over murværket, og oven på den er der malet figurer, helgener, drager og domsscener. Man skal lade øjnene vænne sig til halvmørket, før billederne træder frem, men så er de der overalt: på vægge, buer og hvælv.

Ingen anden dansk domkirke har så mange kalkmalerier som Aarhus, og kirken rummer landets største samlede areal af dem [7]. Meget er gået tabt gennem århundrederne, men det bevarede giver stadig et tydeligt indtryk af, hvordan kirkerummet før reformationen



Figur 2. Kridtvæggen i graven. Den mange meter høje, lodrette væg og dyngerne af nedbrudt kridt for foden gør det håndgribeligt, hvor enorme mængder kalk der ligger i undergrunden omkring Limfjorden.



Figur 3. Opslemmet kalk i Aalborg Portlands produktionslandskab. Kridtet blandes med vand til en marmoreret, pumpbar masse, og selv stålkonstruktionerne er klædt hvide af støv og slam. Slemningen er det første skridt i at gøre naturmaterialet ensartet nok til at kunne brændes til cement.

var tænkt som ét stort billedrum. Det største enkelte kalkmaleri måler 220 kvadratmeter og forestiller Kristoforus og Clemens [7].

Kigger man nøje efter, opdager man, at væggen ikke fortæller én historie, men flere oven på hinanden. Malerierne er lagt i lag, kalkning på kalkning og billede på billede, efterhånden som tro, smag og tider skiftede. Murfladen bliver på den måde en slags lagserie (figur 4), ikke så forskellig fra den, vi læste i undergrunden i den første artikel. Der fortalte kalk- og askelagene om millioner af år; her fortæller kalk- og farvelagene om århundreders skiftende kirkeliv. På begge steder er kalken et arkiv, som man kan læse nedefra og op.

Teknisk set er et kalkmaleri kemi lige så meget som kunst. Maler man på vådt underlag, kaldes det fresco; maler man på tørt underlag, kaldes det secco, og her bruges læsket kalk eller hvidtekalk som bindemiddel [8]. Farverne skal være kalkægte, altså kunne tåle kalkens basiske miljø, ellers forsvinder de. Det er også derfor, malerierne er så sårbare. Nationalmuseet beskriver, hvordan snavs, mikroorganismer, revner, fugt og salte langsomt nedbryder dem, og hvordan man ved restaurering så vidt muligt bruger kalkbaserede materialer, der ligger tæt på de oprindelige [9].

Kalken på marken

De to besøg er kalkens yderpunkter, men det meste af kalken havner et helt tredje sted: på markerne. Når jord dyrkes, bliver den langsomt sur, og også her er kalk et vigtigt mineral. Den tilføres typisk som calciumcarbonat fra dansk skrivekridt, bryozokalk eller koralkalk [10]. Kemien er enkel og afgørende: i sur jord er der et overskud af hydrogenioner, og når kalken omsættes, reagerer den med dem, så surheden falder [10]. Samtidig hjælper calcium med at holde jordens struktur sammen, især i lerjord, så vand og rødder lettere kan trænge igennem.

Det er en gammel praksis. Allerede i 1700-tallet merglede danske bønder de-



Figur 4. Kalklag i Aarhus Domkirke. Det ses, hvordan lag af hvidtekalk og puds ligger oven på hinanden, og hvor det øverste lag er skallet af, træder de ældre lag frem.

res jord med en blanding af kalk og ler, og næsten hver gård fik sin egen mergelgrav [3]. Da heden blev opdyrket efter 1864, voksede merglingen kraftigt [3]. Det var ikke moderne procesindustri, men det var en enorm materialestrøm: kalkholdig jord flyttet fra grav til mark for at gøre magre, sure jorde dyrkbare.

Hvorfor kalk stadig forklarer Danmark

Set gennem de to besøg bliver kalk næsten et portræt af Danmark. I Aalborg viser den grave, ovne, eksport og millioner af tons cement. I Aarhus Domkirke viser den middelalderens billedverden, malet i puds og hvidtekalk og stadig sidende i murværket. På markerne viser den landbrugets kemi, og i renseanlæg og skorstene viser den et moderne samfunds behov for at neutralisere og kontrollere.

Fælles er, at kalken hele tiden er i gang. Den er ikke længere bare passiv i undergrunden; den opløses, brændes, læskes, hærdes, neutraliserer, binder, fylder og bærer farve. Netop derfor har den kunnet rejse fra geologi til økonomi

og fra råstof til kulturarv. Og når man har set både kridtgraven ved Aalborg og kalkmalerierne i Aarhus, står det klart, at Danmark ikke bare er bygget på kalk. Vi har også bygget med den, malet med den, dyrket med den og levet af den.

Taksigelser

Projektet "KALK: En fortælling om et misforstået mineral" er gjort muligt gennem støtte fra Carlsbergfondets Mindelegat. Billederne er taget af David Bering fra Montgomery. Projektpartnere er Mønsted Kalkgruber, Aarhus Domkirke og Aalborg Portland.

E-mail:

Isaac Appelquist Løge: isacl@kt.dtu.dk

Kilder og videre læsning

1. Isaac Appelquist Løge, "Hvor kommer kalken fra?", Dansk Kemi, 107, no. 3, 2026.
2. Lex.dk: "kalk", <https://lex.dk/kalk>.
3. Naturen i Danmark/Lex: "Kalk og kridt", https://naturenidanmark.lex.dk/Kalk_og_kridt, https://naturenidanmark.lex.dk/Kalk_og_kridt.
4. Dankalk K/S: "Kalk fra dansk kalkværk med over 100 års erfaring", <https://dankalk.dk/>.
5. Aalborg Portland: "Dansk cementproduktion", <https://www.aalborgportland.dk/om-aalborg-portland/dansk-cementproduktion/>.
6. Aalborg Portland: "Cementproces – sådan producerer vi cement", <https://www.aalborgportland.dk/cementproces/>.
7. Aarhus Domkirke: "Kalkmalerier", <https://aarhusdomkirke.dk/kalkmalerier/>.
8. Lex.dk: "kalkmaleri – teknikker", https://lex.dk/kalkmaleri_-_teknikker.
9. Nationalmuseet: "Kalkmaleri", <https://natmus.dk/salg-og-ydelser/konservering-og-restaurering/kalkmaleri/>.
10. Lex.dk: "kalkning – til regulering af jordens surhedsgrad", https://lex.dk/kalkning_-_til_regulering_af_jordens_surhedsgrad.

■ Artikelserie om kalk

I løbet af 2026 bringer Dansk Kemi en artikelserie om mineralet kalk. Artiklerne er skrevet af postdoc Isaac Appelquist Løge fra Kemiteknik, DTU, på baggrund af en bevilling fra Carlsbergfondet. Artiklerne vil have følgende temaer:

- Artikel 1: Hvorfor har vi så meget kalk i Danmark:
Danmarks undergrund og fortid (bragt i Dansk Kemi nr. 3, 2026)
- Artikel 2: Hvordan har danskere tidligere brugt kalk som et mineral?
- Artikel 3: Hvad er kalks potentiale i klimakampen?
- Artikel 4: En forskers råd til at blive fri for kalk.