

Cement og Vandbygningskalk

-

Tidsskrifter

Qvartalsberetninger fra Industriforeningen. 1858

1858

Cement og Vandbygningskalk.

overrislet Pladen 10 Gange, samlede det i en Porcellænskaal; Vandet hendampedes, og det Tilbageblevne undersøgte. Det indeholdt da 0,114 Gram Zinkfilte eller 0,0886 Gram Zink. Denne Zinkmængde var deels opløst i Vandet, deels bortskyllet ved det.

Pettenkøfer antager, at Virkningen af de 3 Kilogram Vand, gjentaget 10 Gange, kan sættes lig med den ligefremme Virkning af 30 Kilogram Vand. Den Regnmængde, der i et Aar vil falde paa en saadan Plade, anslaaer han til 61 Kilogram, og den vil altsaa tilintetgjøre 0,1801 Gram Zink i den; eller paa en Kvadratfod Plade 0,1464 Gram, altsaa i 27 Aar 3,9528 Gram. Her er atter kun den rene Zink undersøgt, og man maatte derfor ogsaa her lægge 4 Procent til for anden metallisk Indblanding i Zinken. Da vilde altsaa Regnvandet borttage af en Kvadratfod Zinkplade i 27 Aar

4,117 Gram,

medens der i Jttet paa Taget Overside fandtes

deraf..... 4,264 —

altsaa taber en Kvadratfod Zinkplade i 27 Aar 8,381 Gram Metal.

Heraf seer man altsaa, at et Zinktag uundgaeligt maa fortares med Tiden, men ogsaa, at denne Tilintetgjørelse kun gaaer langsomt frem. Forestiller man sig nemlig 8,381 Gram Zink eensformigt udbredt paa en Kvadratfod, vil det danne et Lag, der har en Tykkelse af 0,00543 Linier, og kun saamegen Zink vil gaae bort i Løbet af 27 Aar, eller en Zinkplade vil ved Jtningen tabe i 50 Aar en Hundredeedel af en Linie i Tykkelse, og Zinken i en Plade, der er $\frac{1}{4}$ Linie tyk, vil altsaa først være ganske fortaret af Atmosfæren i Løbet af 1250 Aar. Denne lange Tid vil Pladen imidlertid ikke kunne være, thi paa Grund af Ueensartethed i Bruddet, vil den være gjennehullet paa nogle Steder, medens den endnu er heel paa andre. Disse Ujevnheder, hvis Beslaffenhed nærmere er bleven undersøgt i Forbindelse med de her omhandlede Forsøg, ere temmelig betydelige. Paa den gamle Zinkplade, der var Grundlag for Forsøgene, udgjorde de største Fordybninger 0,025 Linier, eller $\frac{1}{40}$ af Pladens oprindelige Tykkelse.

Endsskont dette Tidsskrift i de tidligere Aargange har indeholdt adskillige mindre Afhandlinger og Oplynelser om Cement og dens Anvendelser, haabe vi dog, at en sammenhængende Fremstilling af Cementens egentlige Væsen vil være kjærkommen for en stor Deel af vore Læsere, navnlig paa Grund af den Vigtighed, som denne Sag har faaet ved de mange Anvendelser, man i de senere Aar har gjort heraf. Vi meddele derfor her det Vigtigste af en større Afhandling om denne Sag, som findes i det sidst udkomne Bind af Abels „Aus der Natur“ (Leipzig 1857).

Allerede Romerne kjendte en Cementart, nemlig den saakaldte Pozzolana, der fandtes ved Baia i Nærheden af Vesuv, da den er et vulkansk Produkt, og Keiser Augusts navnsundige Bygmester, Petrus, der har leveret et stort Værk over Bygningskunsten, fortæller, at den ved at blandes med Kalk, ikke blot giver Mortelen en meget forøget Bindekraft, men endog gjør den skikket til at anvendes ved Vandbygningsarbejder. Senere hen i Tiden, da Romerne erobrede Tydskland, opdagede de ved Nederrhinen omkring Raachersee, der ligger i en Egn af forlængst udsulte Vulkaner, et lignende vulkansk Produkt, nemlig det saakaldte Tras, der findes i saa umaadelige Afleiringer, at de af Romerne aabuede Steenbrud endnu i vore Dage drives med stor Kraft. Men den Omstændighed, at man kun paa disse to Steder havde opdaget Cement, gjorde dens Anvendelse meget indskrænket, undtagen i den nærmeste Omegn, da Transporten naturligvis maa have været meget bekostelig i Oldtiden, og om kunstig Cement var der aldeles ingen Tale; først langt senere stillede man sig den Opgave, og det blev kun den aller nyeste Tid forbeholdt at løse den, da dertil udfordredes en betydelig Mængde kemiske Kundskaber.

Kalken, der fra den tidligste Tid har været benyttet som Binde-middel imellem de enkelte Stene, hvoraf en Bygning bestaaer, findes udbredt næsten over hele Jorden og stundom i saa stor Mængde, at den danner hele Bjergmasser. Den har dannet sig i næsten alle Jordperioder og forekommer derfor i mangfoldige Bjergdannelse, blandt hvilke Muslingekalk, Kias- og Juraformationerne ere de vigtigste. Ogsaa i Danmark forekommer en stor Mængde Kalkdannelse. De vigtigste af disse ere Saltholmskalken, der ikke blot danner Grundlaget for den lille Ø Saltholm, men strækker sig heelt ind under Kjøbenhavn i

mægtige Lag, hvilket baade Brøndboringen paa Nyholm og Udgravningen af Tunnelen mellem Gammelholm og Christianshavn have viist; Kridt, Koralkalksteen og Liimsteen i Stevnsflint og hele Stevnsherred, paa Moen samt i Jylland i et mere eller mindre bredt Belte fra Ost til Vest gennem den nordlige Deel af Halvoen; en nyere Kalksteensdannelse udgjor Fagøs Bakke, og i næsten alle Dale i Landet findes Kalktus. Desuden findes paa Bornholm i den sydlige Deel af Den en sort eller graa Kalk, blandet med Leerfliser, der fornemmelig egner sig til Tilvirkningen af Cement. Ogsaa den almindelig udbredte Mergel er at betragte som en ureen Kalk, der deels kan anvendes som Gjødning deels til at danne Cement.

Alle de nævnte Kalkarter ere i det Væsentlige kulsuur Kalk, men denne er blandet med mange andre Bestanddele, saasom Kiseljord, Leerjord, Magnesia eller Bitterjord, Jernilte, Manganiilte o. s. v. Den rene Kalk er det hvide Marmor, hvis Haardhed og Styrke beroer paa dets Sammensætning af krystallinske Korn. Kalkens forskjellige Egenstaber afhænge af Arten og Mængden af de indblandede Stoffer, der variere fra $\frac{1}{2}$ til henimod 60 pCt. Med Hensyn hertil gjor man Forskiel imellem fed og mager Kalk. Den fede er den rene, den lædsker sig let, det vil si, den indgaaer let Forbindelse med Vand og opnaaer derved et 3 til $3\frac{1}{2}$ Gange saa stort Rumfang. Den magre Kalk derimod er mindre reen, den indeholder indtil 10 pCt. fremmede Bestanddele, og lædsker sig da meget langsomt, under mindre Barmeudvikling og danner derved en mindre tæt Masse. Man kan ikke af ydre Kjendetegn slutte sig til, om en Kalksteen vil give fed eller mager Kalk. Dertil udfordres enten en kemisk Analyse eller praktiske Forsøg — i Reglen vil man vel benytte begge Veie, for at komme til et afgjørende Resultat.

Som bekjendt maa Kalken først brændes, inden den kan lædskes, det vil si, man maa først ved Hede uddrive Kulsyren, og jo bedre Brændingen er udført, d. e., jo fuldkomnere Kulsyren er uddreven, des større er ogsaa dens Evne til at optage Vand under Lædskningen, ja, mager Kalk kan ved en stærkere Brænding blive mere fed, især naar det fornemmelig var Magnesia, der gjorde den mager. Dog kan en ureen Kalk let brændes „død“ ved for stærk Hede, idet Kalken da indgaaer kraftigere Forbindelser med de indblandede Stoffer, saa at den ikke mere er i Stand til at forene sig med Vandet.

Det Vand, der tjener til at gjøre Mortelen til en deigagtig Masse, tørrer snart bort i Luften, men der bliver da endnu for hver 100 Pd. reen Kalk næsten 32 Pd. Vand tilbage. Denne tørre

Forbindelse af Kalk og Vand, Kalkhydratet, har kun ringe Fasthed; og kommer der Vand til, saa opløser det efterhaanden Kalken i Fugerne, saa Muurarbeidet vilde blive til en løs Hob af Stene, hvis ikke Kulsyren i Luften efterhaanden kunde træde til, og ved at indtage Vandets Plads i Kalkhydratet atter forvandle dette til kulsuur Kalk, det samme Stof, som man havde for Brændingen. Til de anførte 132 Pd. Kalkhydrat udfordres hertil 77 Pd. Kulsyre, men da Luften kun indeholder ganske lidt Kulsyre, i Reglen kun $\frac{1}{3}$ Titusindeleel, vil dertil udfordres henved 12 Mill. Cubikfod Luft. Man indseer altsaa let, at der behøves en meget lang Tid til, at denne Forvandling kan blive fuldbyrdet igjennem hele Murens Tykkelse. Efterhaanden som det Ydre hærder, vil Begelvirkningen imellem Luften og den indre Masse vanskeliggjøres; det er derfor intet Under, at man inden i tykke Mure endog efter Aarhundreder har fundet endnu ganske vaad Mortel. Saaledes fandt man 1822 i Strassborg inden i en Bastion, der blev muret 1666, Mortelen endnu lige saa vaad som den Dag, den blev lagt paa. Men naar Kulsyren faaer Lov til saaledes meget langsomt at forbinde sig med Kalken, saa antager den kulsure Kalk en lignende Fasthed og krystallinsk Dannelse som den, Marmoret udviser, og dette er den egentlige Grund til, at de os fra Oldtiden overlevede Bygninger have den velbekjendte, overordentlige Fasthed. At man i Oldtiden murede solidere end nu, som man ofte har paaستاet, bliver derfor en reen Bildfarelse, hvilket yderligere godtgjøres ved de mange Klager hos de romerske Forfattere, navnlig hos Plinius, over at hele Rækker af Huse styrkede sammen.

Det Sand, hvormed Kalken blandes i Mortelen, bidrager ogsaa meget til at forøge Fastheden af Forbindelsen. Dog er dette ikke nogen kemisk Virkning, men beroer kun derpaa, at Sandet frembyder en stor Mængde Holdepunkter for Kalken, og at det gjor Mortelen porøs, saa at Begelvirkningen med Luften befordres. Sandet bør derfor være skarpt eller kantet, for at skaffe en større Overflade til Berøringen med Kalken, altsaa ikke saa gjerne tages fra Havet, hvor Bolgeslaget afrunder dets Kanter, som fra Bakker. Havsandet har endvidere den Feil, at der hænger en Deel Salt ved det, som vil tiltrække Fugtighed, der deels vanskeliggjør Udtørringen, deels bidrager til at opløse og udvådke Kalken. Vil man bruge Havsand, maa man derfor først sørge for at udvådke det Salt, der klæber derved. Da Sandet, som sagt, kun virker ved sin Form og Haardhed, kan man derfor i dets Sted benytte hvilket som helst andet Stof af denne Form, saasom stødt Glas, stødt Pottekaar, ja endog Kalksand

har man ofte benyttet med Held, hvor det sædvanlige Kifelsand er vanskeligt at erholde.

Den Maade, hvorpaa Cementen virker, er væsentlig forskjellig fra den Maade, paa hvilken den almindelige Kalk virker; thi medens Kalken vil skylles ud af Fugerne, naar Muurarbeidet udsættes for Vandets Indvirkning, inden Kalkhydratet har omdannet sig til Kulsyre, saa bliver Cementen eller den hydrauliske Kalk, netop ved Vandets Indvirkning, i kort Tid til en fast Masse, hvis Styrke endog kan overgaae Muurstensens egen Styrke.

Indtil Slutningen af forrige Aarhundrede havde man vel foruden de to alt i Oldtiden bekjendte Steder, ved Besuv og ved Rhinen, hist og her fundet Kalk, der havde denne mærkelige Egenskab, der gjør den stiftet til Vandbygninger; man vidste ogsaa, at denne Egenskab hidrorte fra visse, fint fordeelte Stoffer, hvormed Kalken i de hydrauliske Kalksteensarter var blandet, men var ikke i Stand til at give nogen egentlig Forklaring heraf, lige saa lidt som man kunde angive ydre Kjendetegn for en saadan Kalk, hvorfor det alene kom an paa Slumpelykke, om man opdagede nye Fjndesteder for dette Stof, for hvilket der bestandig blev mere og mere Brug. Det er derfor ikke at undres over, at efterhaanden flere Bygmestere og Chemikere forsøgte deels at eftergjøre Cementen deels at udforske dens egentlige Væsen.

Den engelske Ingenieur Smeaton, der i Aaret 1756 begyndte det berømte Fyrtaarn Edystone, midt i Havet, gjorde sig megen Umag med at undersøge Cementen fra Iberthauw i Sydwaales, der var anseet for den bedste i England. Ved at opløse Kalkstenen i Sulfyre fandt han, at omtrent $\frac{1}{3}$ af dens Vægt blev tilbage som et blaaligt Pulver, der lignede Leer. Han forsøgte derfor at blande Leer med fed Kalk i Haab om saaledes at danne Cement, men Forsøget mislykkedes aldeles. — Den svenske Chemiker Bergmann troede at have opdaget, at Cementens eiendommelige Væsen hidrorte fra en lille Indblanding af Manganiste, og man murede derfor en Sluse med en Mortel, dannet af fed Kalk, blandet med det nævnte Stof efter Bergmanns Anvisning; men inden Arbeidet var færdigt, mærkede man desværre, at Muren var ganske løs og truede med at styrte sammen, saa man maatte rive den ned igjen. — Den franske Naturforsker Saussure undersøgte paa sin Reise i Alperne i 1786 den hydrauliske Kalk fra St. Gingolph i Savoyen og tilskrev Mangan, Quarts og Leer i Forening dens gode Egenskaber, men forsøgte ikke at eftergjøre den, hvorfor hans Opdagelse i lang Tid blev upaaagtet. — Ligeledes

angav en Pjergingenieur ved Navn Collet-Descostils i 1813, at den hydrauliske Kalk fra Senonches indeholdt et fint Pulver af kiselagtig Natur, som han gav Vren for dens hydrauliske Egenskaber. Men heller ikke han søgte at eftergjøre denne Cement, uagtet han var Praktiker og netop den af ham undersøgte Cement var særdeles høit anstrevet hos alle Frankrigs Bygmestere.

Forst i Aaret 1818 lykkedes det den franske Ingenieur Vicat at tilberede kunstig Cement. Da det blev ham overdraget, at bygge en Bro ved Souillac, stillede han sig den Opgave, at tilberede den til dette Foretagende nødvendige Vandbygningskalk paa Stedet selv. Han var ikke nogen stor Chemiker, undersøgte i det mindste ikke selv Cementen fra Senonches, men forsøgte at efterligne denne ved at blande Kridt med Leer i det rette Forhold og havde den lykkelige Tanke, at brænde denne Blanding, medens de tidligere Forsøg blot havde gaaet ud paa at blande Leer eller andre af Cementens Bestanddele med allerede lødset Kalk. Naar man betænker, at den naturlige Cement fornemmelig findes ved Vulkaner, saa synes den Tanke ikke at ligge fjern, at Heden var en nødvendig medvirkende Aarsag, men det gaaer sædvanlig saaledes med alle store Opdagelser. Inden Tanken er udtalt af en enkelt Mand, falder Ingen paa den, men siden efter, naar den ene Mands lykkelige Indfald eller skarpe Tanke er bleven almindelig bekjendt og har baaret rige Frugter trindt om i Verden, saa synes det at være en ganske simpel Sag, der maatte i Aarhundreder var en Gaade for de Lærde.

Da den af Vicat tilberedte Cement endog var bedre end den naturlige Cement fra Senonches, opstod der i Lobet af nogle Maaneder flere Cementfabrikker i Paris, og det varede ikke mange Aar, før flige Fabrikker vare udbredte over hele Landet, saa at Frankrig kunde forsyne sig selv med dette Produkt, som man hidtil havde maattet hente fra England. Imidlertid lod Vicat sig ikke dermed, men i sin Tver for at faae Cementen anvendt saa almindelig som mulig, anvendte han hele 12 Aar af sit Liv paa at reise omkring i Landet, næsten altid til Fods, for at finde naturlig Cement, ja han gjorde i den Grad disse Bestræbelser til sin Livsopgave, at han afflog et Avancement, da dette vilde have forhindret ham i at fortsætte disse hans Fodvandring. I denne sin Bestræbelse var han ogsaa saa heldig, at han efterhaanden opdagede over 900 Fjndesteder, medens man før ham kun kjendte 10. Overalt, hvor et større Vandbygningsarbejde stulde udføres, blev Vicat sendt derhen af Regeringen, for om muligt at finde Cement i

Nærheden, og ikke sjelden traf det sig, at de andre Ingeniører med stor Beføstning havde ladet bortføre som unyttigt netop det, som man ønskede at finde. Saaledes havde man i Marseille, hvor der skulde dannes et nyt Havnebasin, netop udgravet og bortført en saa stor Mængde Cement, at det havde været fuldkommen tilstrækkeligt til hele Muurarbeidet. Noget lignende skete i Bretagne, hvor der skulde anlægges nogle nye Kanaler. Regeringen var i stor Forlegenhed for at skaffe Cementen tilveie, da man hidtil der i Eggen maatte forskrive den langveis fra. Den sendte derfor Vicat derhen, og han var saa heldig at opdage, at en grønlig Mergel, som man hidtil havde haft megen Uleilighed med at skaffe bort i de ældgamle Kalksteensbrud ved Rennes, hvor den lagvis afveglede med almindelig Kalksteen, netop var det, man søgte. Denne Mergel blev da ikke blot anvendt til alle de store Kanalarbejder der i Eggen, men den er endnu i stor Anseelse som en ganske fortrinlig Cement.

Som det var at vente, kappedes Frankrigs største Lærde som Gay-Lussac, Berthier, Chevreul og Dumas om at beromme Vicat for de store Belgjerninger, han havde ydet sit Fædreland, og allerede i 1818, samme Aar, som Vicat havde bekendtgjort sin store Opdagelse, udtalte Formanden for Veis- og Brobygningstraadet, Generalinspecteur Bruyere, der af Regeringen var opfordret til at afgive en Kjendelse over Vicats Opdagelse, den Dom „at Fordelene ved den nye Fremgangsmaade vare utallige: ikke blot vilde man i Fremtiden undgaae den dyre Pozzolana og de store Stene, hvormed man tvertimod Romernes og Middelfalderens Exempler havde ødslet saa meget ved den nyere Tids Bygninger, da almindelige Muursteen med Cement vilde gjøre Murene lige saa solide, men man kunde forudsee, at det ikke vilde vare længe, inden Cementen blev den eneste Mortel, der burde anvendes ved de større offentlige Bygninger“. Det franske Videnskaberne Academi tilkjendte ham den store, af Monthyon stiftede Medaille, og det patriotiske Selskab, Société d'Encouragement, tilkjendte ham en Præmie paa 12,000 Francs. Men Regeringen undlod i lang Tid at belønne ham efter Fortjeneste, indtil endelig Ministeren for de offentlige Arbejder i Aaret 1845 gjorde de Deputeredes Kammer det Forslag, at tilstaae ham en aarlig Pension paa 6000 Fr., hvortil Udvalget efter Aragos Forslag foiede den Værding, at denne Pension udtrykkelig skulde benævnes en Nationalbelønning, og i denne Skikkelse blev Forslaget eenstemmigt vedtaget af Kammeret.

Vicat har endnu en anden Fortjeneste af Vandbygningsvæsenet. For ham maatte man, naar der skulde bygges en Sluse, først afdæmme Vandet og pumpe det bort fra Byggestedet, hvorefter man ved Hjælp af Pæle dannede et fast Grundlag, hvorpaa man murede med store Kvaderstene; men han udfandt en anden Maade at skaffe en fast Grund at bygge paa. Han dannede nemlig en Blanding af Cement og Steenskræver, den saakaldte Beton, som han sankede ned paa Bundten af Vandet, hvor den snart hærduede til en saa fast Masse, at den kunde bære hele det øvrige Muurarbejde. Denne Methode anvendte han allerede 1818 ved Bygningen af Broen ved Souillac, hvis Bropiller hvile paa Beton. Senere dannede han ved Toulon et stort Basin af Beton, der blev sanket ned i en Dybde af 70 Fod under Havets Overflade.

For at stille Vicats Fortjenester i det rette Lys har Arago i den oven nævnte Comiteebetænkning af 1845 anstillet den Beregning, at Paris ved hans Opdagelser har sparet 1½ Mill. Francs fra 1818 til 1841 ved de i den Tid foretagne offentlige Vandbygninger, idet dertil er forbrugt 37,000 Cubikmetre Cement, til en Pris af 40 Fr., medens den naturlige Cement fra Senonches med Transporten til Paris kostede 85 Fr. Han anfører fremdeles, at der i hele Frankrig er fra 1821 til 1845 opført 2278 Sluser og 177 Dæmninger. Den Besparelse, som herved har fundet Sted paa Grund af Vicats Fortjenester, anslaaer han til 147 Millioner Fr. Desuden er der ved Opførelsen af Broer i samme Tidsrum besparet 70 Mill. Fr. Naagt disse Tals forbausende Størrelse mener han dog, at de ingenlunde angive den sande Fordeel saa høit, som den burde anføres, thi en stor Mængde af disse Arbejder vilde aldeles ikke være komne til Udførelse uden hans Hjælp, eller ogsaa havde man opført dem som forhen med fed Kalk eller Gips, og saaledes uafslædig haft kostbare Reparationer, da hverken Kalk eller Gips i Længden kunne modstaae Vandets Indvirkning.

Den tydske Forfatter billigter ganske det franske Folks Beundring af Vicats Fortjenester, men beklager sig paa sin Nations Vegne over, at hverken Vicat eller andre Franskmænd have taget noget Hensyn til den tydske Lærdes, Professor Fuchs's Fortjenester af den samme Sag. Denne tilkommer nemlig Vren for en fuldstændig, theoretisk Forklaring af Cementens Natur og Virkemaade, medens Vicat alene var Praktiker, hvorfor han ogsaa flere Gange har begaaet Feilgreb, som han kunde have undgaaet, naar han havde villet lade sig belære af den lærde Tydsker. Med Undtagelse af, at

det hollandske Videnskaberne's Selskab har skænket Fuchs en Guldmedaille, og at Kongen af Preussen har gjort ham til Ridder af den røde Ærn, har han ikke modtaget nogen som helst Belønning for sine Fortjenester af Cementens Theori, og dog er det aabenbart, at man uden at kjende Cementens egentlige Væsen, ofte kan være udsat for de største Vildfarelser, der kunne drage de sørgeligste Følger efter sig. Imidlertid kan man i dette Tilfælde ikke bebrejde Franskmændene deres Ringeagt mod den tydske Lærdom, da de grundige Tydskere selv lode sig blænde af de glimrende praktiske Resultater i Frankrig, og i lang Tid ikke bekymrede sig stort om Fuchs's fortræffelige Afhandlinger *). Hvad der i Øvrigt meget svækker Betydningen af Fuchs's Fortjenester, er den Omstændighed, at hans Afhandlinger først udkom i Aaret 1832 altsaa 14 Aar efter, at Vicat's Forsøg havde ledet til en i Pragis fuldkommen tilfredsstillende Fremgangsmaade.

Førend Fuchs fremsatte sin Theori, var man meget uenig om den rette Forklaring af Cementens Evne til at hærde. Nogle meente, at det kun var en ligefrem Følge af Vedhængningskraften, Andre troede vel, at det var en kemisk Kraft, der gjorde sig gjældende, men kunde ikke nærmere angive, hvad det var der skete, og talte derfor om et „hydraulisk Princip“, hvilket naturligvis ikke var nogen Forklaring, men kun en ny Gaade. Fuchs derimod beviste, at Hærdningen var en Følge af Kiselhyrens kemiske Forening med Kalken under Medvirkning af Vandet. Altsaa er Leerjorden ikke nogen nødvendig Bestanddeel af Cementen, saaledes som Vicat havde lært, men det er egentlig kun den i Leret indeholdte Kiselhyre, hvorpaa det kommer an. Vel har ogsaa Leerjorden en Betydning, idet den nemlig danner ligesom et Baand imellem Kiselhyren og Kalken. Derpaa beroer det vel ogsaa, at de fleste Kiselalte, der forekomme i Naturen, nemlig de forskjellige Feldspatharter, der ere Dobbeltalte af kiselhuur Leerjord med kiselhuurt Kali, Natron eller Kalk, give god Cement, og at de Cementarter, der indeholde baade Leerjord og Kiselhyre, som oftest ere bedre end de, der blot indeholde Kiselhyre.

*) For os Danske er det altid en lille Trøst, at see Tydskerne beklage sig over, at Franskmændene ikke ville anerkjende deres Fortjenester af Videnskaben, thi det er ganske det samme aandelige Govmod, hvormed Tydskerne hidtil have seet ned paa, hvad det er lykkedes det lille Danmark at udrette i Videnskab og Kunst.

De, der ser Vicat havde forsøgt paa at danne naturlig Cement, havde glemt at udsætte de naturlige Kisel-Leerjordsforbindelser for en stærk Hede. Deres Beskrævelser vare mislykkede af den Grund, at Kiselhyren i disse Mineralier er bunden saa stærkt til Leerjorden og Baserne (Kali, Natron eller Kalk), at i Reglen hverken Vand eller Syrer formaae at udøve nogen Indvirkning paa dem. Udsætter man derimod disse Mineralier for en Glødning, helst med Tilfætning af Kalk, saa løsnes Forbindelsen saaledes, at man nu kan opløse det Meste i stærk Saltsyre eller Salpetersyre, medens en hvid geleagtig Masse bliver tilbage. Denne Gallert eller Gelee er Kiselhyre i Forbindelse med Vand, og naar Kiselhyren er i denne Tilstand, saa indgaaer den let faste Forbindelser med vandige Oplosninger af Baserne, navnlig med Kalk. Vel formaaer ogsaa Kalken under Vandets Medvirkning at indgaae i en saadan Forbindelse med Kiselhyren, uden at Mineralierne have været udsatte for Glødheden, men dertil udfordres lang Tid. Det lykkedes saaledes for Fuchs af en Blanding af fint pulveriseret Feldspath og Kalk, som han lod staa under Vand, at danne en fast Masse, men der gik hele 10 Maanedes dertil, medens Forbindelsen i Cementen kun udkræver en Dags Tid, ja den romantiske Cement hærder allerede i Lobet af 10 Minuter.

Den omtalte Glødning er en temmelig vanskelig Sag, da de forskjellige Mineralier fordre forskjellig Behandling. Nogle behøve kun en ganske svag Glødning, andre fordre stærk Hede og Tilfætning af Kalk. De, der kun udfordre svag Glødning, give en Cement, der hærder hurtigt, men ikke bliver saa fast som, naar der udfordres en stærkere Glødning.

Fuchs har prøvet en stor Mængde Mineralier med Hensyn paa deres Evne til at danne Cement. Han fandt saaledes, at reen Quartz eller Bjergkrystal, selv om det glødes og stødes nok saa fint, aldeles ikke forbinder sig med Kalken. Naar man derimod brænder Bjergkrystal sammen med reen Kalk, saa faaer man en Masse, der har en blendende Hvidhed, og som med Vand hærder i Lobet af 5 Maanedes. Dette Stof egner sig altsaa ikke til Vandbygningskalk, men kan ypperlig anvendes til Kunstarbejder, da det har stor Lighed med Marmor, baade i Udseende og Fasthed. Dypal derimod, der kun bestaaer af Kiselhyre og Vand, indgaaer uden Tilfætning en meget fast Forbindelse med Kalk, men ogsaa den fordrer nogen Tid og egner sig derfor heller ikke godt til Vandbygningskalk, hvormod den vilde danne en ganske fortrinlig Mørtel til almindelig Bygning.

Reen Leerjord er aldeles ubrugelig som Cement. Mineralier, der indeholde mere Leerjord end Kiselsyre, give kun en maadelig Cement; indeholder derimod et Mineral mere Kiselsyre end Leerjord, saa kan det danne en bedre Cement end Kiselsyren alene. Dette sidste Forhold finder Sted i hvad man kalder Leer, hvor forskjelligt det end kan være i andre Henseender. Enhver Leerart vilde derfor kunne bruges som Cement, men Leeren maa først brændes, og de forskjellige Leerarter fordrer i denne Henseende forskjellige Behandlingsmaader. En meget reen Porcellænsjord, der bestod af 14 Dele Kiselsyre og 11 Dele Leerjord, men i Øvrigt uden andre Indblandinger, gav efter en svag Glødning en fortræffelig Cement. Det Samme var Tilfældet med en meget fed, ildfast Leer, der bestod af 2 Dele Kiselsyre og 1 Deel Leerjord, og desuden indeholdt lidt Jernilt; en Leerart derimod, som indeholdt meget Jernilt, maatte glødes meget stærkt. Nogle Leerarter maatte før Brændingen blandes med Kalk, men ved de fleste var dette ikke nødvendigt, uagtet Vicat har foreskrevet at følge denne Regel i alle Tilfælde. Pozzolana og Tras ere netop Leer, der er brændt ved Vulkanernes Hede, men ikke Alt, hvad der bærer disse Navne, er lige godt som Cement, rimeligviis paa Grund af, at det ikke Alt har været udsat netop for den Hede, som påskede bedst for den særegne Leerart, hvoraf det er dannet. Efter længere Tids Henliggen i Luften taber ogsaa Cementen Noget af sin Kraft, men kan tildeels vinde den tilbage igjen ved en Ombrænding, og paa samme Maade er det ogsaa lykkedes at forbedre mindre gode Pozzolanaarter ved at brænde dem.

Fuchs har ogsaa anstillet Undersøgelser over Virkningen af de i Cement og i Kalk hyppigst forekommende Indblandinger af andre Stoffer. Jern forekommer saaledes almindelig i Cement, og blev af Nogle anseet for en aldeles nødvendig Bestanddeel, medens Andre ansaae det for ligegyldigt eller endog skadeligt. Begge Paaastande ere urigtige, men Sandheden er den, at Jernet kan gjøre den samme Tjeneste som Kalken, nemlig ved Brændingen af den Kiselforbindelse, der skal danne Grundlaget for Cementen, at gjøre Kiselsyren skiftet til at forbinde sig med Kalk og Vand. Dog maa der ikke være for meget Jern tilstede, under ingen Omstændigheder mere Jern end Kiselsyre, helst mindre, især naar der kun er lidt Kalk i Mineralen; men i saa Tilfælde kan der ogsaa dannes en fortrinlig Cement af et saadant Mineral, da Kiselsyren synes hellere at forbinde sig med to Baser end med een, altsaa hellere med Jernilt og Kalk end med Kalk alene. Jernets høieste Ilte, Jerntveilte, har tilmed i sine

Forbindelser megen Lighed med Leerjord, medens Jernforilte mere ligner Kalken, saa at Jernet vil kunne erstatte begge disse to Stoffer i Cementen og virke til Dannelsen af et Dobbeltsalt. En Tilsetning af Jern vilde saaledes bewirke, at Wollastonit, et Mineral, der fornemmelig bestaaer af Kiselsyre og Kalk, kunde danne en god Cement, da Jernet her kunde erstatte Leerjorden. Det Leer, hvoraf man brænder Muursteen, indeholder sædvanlig en Deel Jernilt, der ikke er i kemisk Forbindelse med de andre Stoffer, men kun en Indblanding. Vil man danne Cement af saadant Leer, maa det glødes, indtil det næsten forslækker, for at bringe Jerniltet i kemisk Forbindelse med Kiselsyren; men en saa stærk Hede faae Muursteen i Reglen kun af Banvare, og de halv smeltede Muursteen kastes sædvanlig bort eller benyttes som Beisfyld, medens de vilde kunne benyttes som Cement, naar de bleve pulveriserede. Teglstensmeel anbefales ofte som et godt Tilslag til Mortelen, og med Rette, men det bør da være af haardt brændte Steen, naar Mortelen skal bruges til Vandbygning.

Hvad der er sagt om Jern, gjælder ogsaa om Mangan — Grundstoffet i Brunsteen og flere andre Mineralier — da ogsaa dette har et basisk Forilte, der kan træde i Stedet for Kalk, og et Tveilte, der kan træde i Stedet for Leerjord.

Magnesia, en Base, der som bekjendt anvendes mod Syre i Maven, og som i Forbindelse med Svovlsyre danner det saakaldte engelske Salt, forekommer ogsaa i mange Mineralier, forbunden med Kiselsyre, men disse kunne ikke godt anvendes som Cement, da Magnesia binder baade Kiselsyren og Leerjorden saa stærkt, at der udfordres en større Hede til at løsne Forbindelsen, end man vel kan anvende i dette Diemed. Derimod forekommer paa mange Steder en magnesiasholdig Kalk, under Navn af Dolomit, der netop paa Grund af den større kemiske Tiltrækningskraft baade vil stivne hurtigere end reen Kalk og tillige danne en fastere Forbindelse med Cementens Kiselsyre.

De Kiselforbindelser, der indeholde de stærkeste Baser, de saakaldte Alkalier, saasom Kali (Grundstoffet i Potaste) og Natron (Grundstoffet i Soda), give i Reglen god Cement. Ved Brændingen danne de letsmeltelige Forbindelser med Kiselsyren og Leerjorden, der, naar de anvendes i Muurarbeide, have den tidligere omtalte Egenskab, at Vandet lidt efter lidt opløser og udfylder Kallet eller Natronet, hvis Plads da efterhaanden indtages af Kalken.

Indeholder Vandet nogen Svovlsyre, saa danner der sig Gips, d. e. svovlsuur Kalk, der jo, som bekjendt, tiltrækker Vandet

og danner en fast Forbindelse, altsaa gjør lignende Tjeneste som Cementen selv. En Opløsning af Jernvitriol, d. e. svovlsuurt Jernforvitte, der ikke sjelden findes i Vandet, virker derimod skadeligt, da det gjør Vandbygningskalken mindre haard, og endog efter længere Tids Forløb kan gjøre den ganske blød.

Vandet i Vandbygningskalken skal deels gjøre det muligt for Kalken og Kiselhyren at forene sig, deels skal det selv træde med ind i Forbindelsen som Krystallisationsvand, det vil sige saaledes, som det udgjør en nødvendig Bestanddeel af de fleste krystalliserede Salte, f. Ex. Soda og Salpeter; men sætter man mere Vand til end nødvendigt, saa vil Forbindelsen blive mindre fast, idet det overflødige Vand efterhaanden damper bort; og sætter man for lidt Vand til, eller faaer Vandet Leilighed til at slippe bort, inden det har gjort sin Tjeneste, f. Ex. naar Stenene suges Vandet for stærkt fra Mortelen, saa afbrydes Virkningen, og Forbindelsen bliver altsaa ogsaa af den Grund svag. Det er altsaa Grunden til at man dypper Muurstenene i Vand, umiddelbart før man vil mure med dem. Naar Cementen ikke er fint nok pulveriseret eller naar Kalken er slet lædsket, smuldrer let Noget af Massen, hvorved Muurværkets Fasthed naturligtvis maa svækkes betydeligt, især naar Muren staaer i Vand. Imidlertid vil der altid indtages nogen Kulsyre fra Luften eller Vandet og gaae i Forbindelse med Kalken, saa at det Ydre snart ved den derved dannede kulsure Kalk faaer saa megen Fasthed, at Vandet ikke mere kan trænge ind og virke forstyrrende i det Indre af Fugen, hvor da Hærdningen kan faae No til at gaae for sig efterhaanden. Er det en løs eller svag Cement, vil Kulsyren kunne virke skadeligt, idet den da efterhaanden bemægtiger sig Kalken, hvorved Kalken bliver ubunden og Sammenhængen af Massen gaaer tabt. Dette skeer dog kun i Luften, hvorfor man bør vælge en mere compact Cement til Muurpuds.

Istedesfor bestemte Mineralier benytter man stundom forskelligt Affald til Cement, saasom Glaskaar, Pottelkaar, Muurbrokker, alle Slags Afte og Slakker. Men da disse Stoffers kemiske Sammensætning naturligtvis er mindre bestemt, bør man ikke bruge dem, før man ved omhyggelige Prover har overbevist sig om deres Værdi som Cement. Naar man ved disse Prover anvender en Varme af 30—40 Grader, saa fremsthynder man derved Hærdningen, og bliver saaledes i Stand til i kortere Tid at fælde en paalidelig Dom.

Et af de Stoffer, der meest egner sig til at tilberede Vandbygningskalk, er Mergel, der som bekjendt findes meget udbredt her

i Vandet. Mergel er en Blanding af kulsuur Kalk og Leer, hvortil sædvanlig endnu kommer lidt kulsuur Magnesia. Alle nødvendige Bestanddele af Vandbygningskalken ere altsaa tilstede, men da det indbyrdes Forhold af de enkelte Dele i Mergelen kan være meget forskjelligt, saa leverer ikke al Mergel lige god Cement. Af samme Grund kan der heller ikke gives almeengyldige Regler for Brændingen, men man maa steds ved Forsøg udfinde den for en Mergelart meest passende Fremgangsmaade. Indeholder Mergelen indblandet Sand, maa man vogte sig for at give for stærk Hede ved Brændingen, thi da vil Sandet, der er meer eller mindre reen Kiselhyre, indgaae i en kemisk Forening med Kalken; Massen siges da at være dødbændt, den optager da ikke Vand, og gjør folgelig ingen Tjeneste som Mortel. Man maa altsaa ikke lade Heden stige høiere end nødvendigt for at uddrive Kulsyren af Kalken, men det er nødvendigt at vedligeholde denne Hede i længere Tid, da Sandet ellers beholder sin træge Natur, saa at man kun faaer almindelig Mortel og ikke Vandbygningskalk. Bansteligst er det at brænde den Mergel, der er fri for Sand. Det Leer, den indeholder, er da fint og plastisk, saa at det let lader sig ælte og forme. Dette erfarer man bedst ved at behandle Mergelen med Saltsyre, thi da vil Kalken opløses, medens Leeret og Sandet blive tilbage. En saadan Mergel fordrer vel en meget stærk Hede, men denne maa kun være ganske kort Tid. Kun naar Mergelen tillige indeholder en større Mængde Jern eller Mangan — i hvilket Tilfælde den er mørk af Farve — tør man drive Heden til en begyndende Smeltning.

Indeholder Mergelen 18—20 Procent Leer, vil den efter behørig Brænding lade sig lædste, og hærder ret godt. Indeholder den mindre Leer, saa er den at betragte som en mager Kalk, og der maa da tilføjes nogen Cement. Naar der derimod er mere Leer, saa lader den sig ikke godt lædste, og er der 25—30 Procent Leer, saa kan den slet ikke lædstes, men maa stødes fin; den er da ofte fortrinkelig til Vandbygning, trækker hurtigt Vand til sig og bliver meget haard. Har Mergelen 40 pCt. Leer eller derover, saa bliver den ved en stærk og vedvarende Brænding til Cement, det vil sige, den fordrer en Tilfætning af Kalk; men brænder man den i længere Tid med mindre stærk Hede, saa kan den dog alligevel give en fortrinkelig Vandbygningsmørtel.

Vicat har dannet følgende Tabel til af Leermængden i Mergel at danne sig en foreløbig Mening om dens Brugbarhed.

	Mager Vandbygningsskalk, som kan lædjes.			Grønde-kalk.	Egentlig Vandbygningsskalk, som ikke kan lædjes.			Cement.	
	Middelmaadig	Sædvanlig	Fortræffelig		Søng	Sædvanlig	Fortræffelig	Ring	Brede
Leermængde i Pct. .	11	17	20	23	27	36	61	84	98

Men som sagt, det er en foreløbig og ikke en paalidelig Døm, som denne Tabel giver; thi de andre Indblandingers Natur og Mængde forandre Mergelens Anvendelighed meget. Ja det er end ikke tilstrækkeligt i Forveien at undersøge de andre Indblandinger, men man maa altid anstille Prover med forskjellige Brændingsmaader, for at komme til det bedst mulige Resultat.

Den Vandbygningsskalk, der faaes ved Brænding af Mergel, maa i Reglen foretrækkes for den, som dannes ved at blande Cement med fed Kalk, fordi de forskjellige Bestanddele i Reglen ere bedre blandede af Naturen, end vi formaae at gjøre det. Enhver lille Deel af Leret er derfor i Berøring med Kalk, medens Mergelen brændes, saa at den kemiske Værelsvirkning, som tilsigtes, kan fuldbyrdes overalt i Massen. Efter Muringen har dette atter den Fordeel, at der ikke findes Smaapartier af uombundet Leer eller Kalk, som Regnen kan skylle bort. En saadan Cement holder sig derfor i Reglen fortræffeligt.

Den berømte romanske Cement, saaledes kaldet fordi den har megen Lighed med den af Romerne benyttede Pozzolana, er allerede fabrikeret i 1796 af Parker og Wyatt's. Den dannes af en Mergelart, der findes som runde Kalksteen, de saakaldte Kalksteensnyrer i Nærheden af London i en Leer, der kaldes Londonner Leer. Den indeholder 33—40 pCt. Leer. Kalksteensnyrerne brændes saa stærkt som muligt, indtil de næsten blive glasjerede, og derefter pulveriseres de. Lignende Kalksteensnyrer findes mange andre Steder i England, f. Ex. paa Den Weight, paa Kysterne af Kent, Sommerset og Yorkshire. Ogsaa paa Frankrigs Kyster har man fundet Mergel af samme gode Bestaaffenhed.

Uf andre engelske Cementarter mærkes Medina, der dannes af Kalksteensnyrer i Hampshire, ligesom den romanske; Mulgrave eller

Atkinsons, der dannes af Viaskalk; endelig Portland-Cement, der overgaaer alle andre Cements i Fasthed og Varighed. Den dannes af et særegt, meget fint Leer, der føres bort med Fløderne og affatter sig langsomt paa deres Bund. Man blander dette Leer under Vand med Kalk, tørrer Blandingen og brænder den. For at anstille en Sammenligning imellem Romancementen og Portlandcementen, murede man 5-Fod lange Bjælker af Muursteen, og brugte som Mortel disse to Cementarter, hver med en lige saa stor Mængde Sand som Cement. Efter 10 Dages Forløb belæstede man Bjælkerne, indtil de sonderbrødes. En Bjælke, muret med Romancement, brast ved en Vægt af 237 Pd., medens en med Portlandcement først gif itu ved en Vægt af 837 Pd. Den sidste Bjælke var altsaa $3\frac{1}{2}$ Gange saa stærk. Tog man 2 Dele Sand til 1 Deel Portlandcement, var Bjælken endog 968 Pd., men med 3 Dele Sand til 1 Deel Cement bar den kun 672 Pd. Endvidere bemærkes, at Bjælkerne med Romancement bleve alle brudte i Fugerne, men de med Portlandcement i selve Stenene, saa at Fugerne altsaa vare det stærkeste Parti af Bjælkerne.

Pettenkøfer har foranstaltet Analyser baade af Portlandcement og af en bayersk Cement, der ogsaa er dannet af Mergel, og derved oplyst, at Grunden til hins store Styrke fornemmelig er at søge i den større Mængde af Alkalier, navnlig af Natron, hvoraf der er mere i Portlandcementen end af Kali, medens det omvendte Forhold pleier at finde Sted ved de fleste andre Mergelcementer. Resultatet af Analyserne var følgende:

	den bayerske Cement.	Portlandcement.
Kalk	52,11	54,11
Magnesia	3,05	0,75
Kali	1,00	1,10
Natron	0,25	1,66
Leerjord	3,38	7,75
Jernilte med lidt Manganilte	3,20	5,30
Riselsyre	20,82	22,23

Den større Mængde af Alkalier i Portlandcementen bevirker, at Leret ved Forbrændingen bliver noget smeltet, medens Leret i den bayerske Mergel aldeles ikke kan smeltes. Dette bragte Pettenkøfer paa den Tanke, at tilfætte noget kulsuurt Natron til den bayerske Mergel. Han brændte først Mergelen ganske svagt, saa at Kalken blot afgav sin Kulsyre. Derved var Kalkstenenes Sammenhæng løsnet

faa vidt, at de indfugede Vand med Begjærighed. Han overgød dem derpaa med en stærk Oplosning af kulsuurt Natron, lod dem tørre i Luften og brændte dem omfæder ved stærk Hede. Paa denne Maade opnaaede han virkelig, hvad han havde tilsigtet, nemlig at faae en Cementart, der i ingen Henseende stod tilbage for den fortrinlige Portlandske. Istedensfor kulsuurt Natron kunde man maaskee ogsaa anvende almindeligt Salt, der er Chloratrium, og som ved Brændingen vilde afgive sit Chlor og lade sit Natron blive tilbage i Cementen. Ogsaa Kuhlmann har ved at tilfætte Potaske, altsaa kulsuurt Kali, forbedret middelmaadige Cementer, men da dertil behøvedes temmelig megen Potaske, efter hans Methode, er den ikke indført i Pragis.

I England pleier man efter hver Brænding at smage paa Cementen. Er Smagen meget stærk af Alkali, saa forkastes Productet, da dette viser, at Alkaliet ikke har indgaaet den tilsigtede kemiske Forbindelse med Kiselhyren og Leerjorden. Er Smagen derimod mild, saa er der foregaaet en svag Smeltning eller Glasdannelse, og da er Cementen god. — Pettekofser har viist, at denne Smeltning ikke blot er et Tegns paa en inderligere kemisk Forbindelse, men ogsaa er af Vigtighed i en anden Henseende: den giver nemlig den fænstøbte Cement en større Vægtfylde, saa at der altsaa i et vist Rum er en større Mængde Cement end ellers. Han lod Portlandcement og tydt Cement, hver for sig gaae igjennem det samme Sodd, saa at det, der gik igjennem, altsaa var lige fiint; men en Cubikfod af den engelske veiede 33 Pund mere end en Cubikfod af den tydske, endskjønt den med Hensyn til den kemiske Sammensætning kun skulde have veiet 5 Pd. mere. Ved Hjælp af et Forstørrelsesglas eller Mikroskop overtydede han sig om Grunden dertil, thi det engelske Pulver bestod for største Delen af smaae Blade, ligesom stødt Glas, medens det tydske mere lignede smaae Kugler, og det er let at indsee, at de smaae Blade maae falde tættere sammen end Kuglerne, der kun berøre hinanden i enkelte Punkter og lade større Mellemrum tomme. Det ene ligner en ordentlig Stabel af Muursteen, det andet en Bunke utilfhugne Kullestene.

Denne Forskjel med Hensyn til Formen er rimeligviis ogsaa Skyld i, at den engelske Cement kan taale at opbevares i længere Tid, inden den bruges, medens den tydske sædvanlig maa bruges strax efter Brændingen, thi paa Grund af Pulverets løsere Sammenbygning lader den Luftens Fugtighed trænge ind i Massen. En Sammenligning vilde ogsaa, at i samme Tid, som tydt Cement

tiltog 4,47 pCt. i Vægt ved at henligge i Luften, havde engelsk Cement kun vundet 0,65, eller næsten 7 Gange saa lidt. Det forstaaer sig i Dyrigt, at det glasagtige Overtræk i den engelske Cement ogsaa bidrager meget til at holde Luften ude.

En Cement, der har taget Skade ved at henligge i Luften, kan kun tildeels vinde sin tabte Kraft igjen ved at brændes paany. Vandet og Kulsyren kunne vel uddrives, og altsaa vil der igjen under Muringen kunne dannes Kalkhydrat og kulsuur Kalk, men det Vand, Cementen havde indtaget af Luften, har bevirket Dannelsen af nogen kiselhyren Kalk, som først skulde dannes under Muringen. Den ombrændte Cement har derfor mistet en Deel af sin bindende Kraft.

Man kan tilberede kunstig Cement af Leer og Kridt paa følgende Maade. Et Maal Leer blandes ved Hjælp af Møllestenene meget omhyggeligt under Vand med 4 Maal Kridt. Derefter former man Steen af Massen, og brænder dem i sædvanlige Teglovne eller Kalkovne. Istedensfor Kridt kan man ogsaa anvende andre rene Kalkarter, men ere Kalkstenene noget haarde, maae de først brændes alene og ladskes, førend man blander Kalk og Leer sammen. Læger man Mergel, saa maa man lade den ligge i Luften en Vinter over, for at Frostens kan virke sønderdelende paa den. Dette bør ogsaa helst gøres ved Leret. For at bevirke en meget inderlig Blanding af Kalken og Leret, kan man lade Massen gaae et Par Gange igjennem en Tønde, hvori er opstillet en Åge med en Mængde Knive, stillede i forskellige Retninger og i forskjellig Høide, saa at de danne en Spiral. Ved Ågens Omdreining vil hele Massen gjenneffæres paa mangfoldige Maader, hvorved man opnaaer en meget fuldstændig Sammenblanding af de forskjellige Bestanddele. Er Leret ikke selv meget jernholdigt, kan man sætte lidt Jernilte til. Ved Joachimsthal tilbereder man paa denne Maade en Vandbygningsskalk, der har viist sig saa god, at Jegerne i Muurværket ere stærkere end Stenene. Mergelen graves ved Werbellin-Søen, og til 18 Dele Mergel sætter man 12 Dele Leer og 1 Deel Jernilte.

En yngre tydt Chemiker, Winkler, der med megen Iver har studeret Cementfabrikationen, giver nogle værdifulde Vink for dem, der ønske at danne en Cement af samme Natur som den Portlandske. Man bør dertil vælge Leer, der i det høieste kun indeholder 6 til 8 pCt. Jernilte og imellem 20 og 30 pCt. roen Leerjord, saa at der omtrent kan være dobbelt saa megen Kiselhyren som Jernilte og Leerjord tilsammen; men denne Kiselhyren maa ikke være tilfæde som

Sand eller Stumper af Kvarts — Sligt maa helst undgaaes, dog maa man ikke skaffe dem bort ved Slemming, da derved tillige mulige Jndblandinger af usforandret Feldspath og Glimmer vilde gaae tabt, og disse Mineralier maa man netop ønske at bevare, da de indeholde de tidligere omtalte, netop for Portlandscementen saa karakteristiske Alkalier. Er der ikke af Naturen nok heraf i Leret, saa bør man tilfætte Feldspath, Glimmer eller ogsaa Granit eller Gneus, der dog bør være nogenlunde fri for Kvarts. Som bekendt ere de fleste Stene, der findes rundt omkring i Landet, af samme Natur som den norske Granit eller Gneus-Granit, hvorfor de ansees som Levninger af norske Bjerge, der en Gang i en Jordrevolution ere blevne odelagte og ere tumlede omkring af Bølgerne over vort Land, der den Gang for største Delen har ligget under Vand. Det vil altsaa overalt her i Landet være let at skaffe denne Steenart tilbeie. Enten tager man da Kridt eller, i Mangel deraf, en nogenlunde reen, brændt Kalk, der er laddet med saa lidt Vand, at Kalken kun falder til Pulver, og blander dette med Leer. Til een kemisk Atom af Syrerne, hvorved her forstaaes Leerjord, Jernveiltie og Rifselsyre, tages 3—4 Atomer af Baserne (Kalk, Kali, Natron og Magnesia). Rifselsyrens Atomtal er 577, Leerjordens 642 og Jernveiltiets 978, Kalkens 356, det tørre Kalkhydrats derimod 463, Kaliet 590, Natrons 391 og Magnesiaens Atomtal kun 258. Basernes Atomtal ere altsaa paa Kaliet nær meget lavere end Syrernes, saa at man, naar man vil danne Blandingen efter Bøgt, kun maa tage 2—3 Bøgtdele af dem til 1 Bøgtdeel af Syrerne. Naar man har udført Blandingen saa omhyggelig som muligt, former man Steen af den vaade Masse, tørrer dem i Luften og brænder dem, som tidligere bestreven. Istedensfor at tilfætte Glimmer og Granit, kan man ogsaa indføre Alkalierne i opløst Tilstand, men man udsætter sig da for, at de vaskes ud igjen af de formede Steen, naar de i fugtigt Veir maae ligge for længe hen, inden de blive tørre nok til at brændes.

Brændingen er den vigtigste, men ogsaa den vanskeligste Deel af Arbeidet. Stiger Heden for høit, saa smelter det Hele til en Skaffe, der ved at henligge i Luften, falder hen til Pulver, der ikke hærder med Vand. Giver man ikke Hede nok, saa bliver en stor Deel af Kalken ubunden, Cementen vil da ved Lødsningen opvarmes stærkt, men bliver alligevel ikke haard. En vel brændt Cement viser sig for Mikroskopet som en smeltet, men porøs Masse, omtrent som Pimpsteen, sædvanlig af grønlig Farve. Naar den

pulveriseres, maa den, som ovenfor omtalt, vise sig som Blade og ikke som Kugler. Den fornødne Varme er imellem en klar Rødgloedhede og Hvidgloedheden. Jo mere Kalk, des stærkere Hede behøves der; men er der en større Mængde af Jernlte eller Alkalier, maa Heden være noget svagere. For hver større Brænding maa man derfor foretage nogle Forsøg i det Mindre, for at udfinde den for Blandingen bedst passende Hede. Winkler anbefaler Porcellæns-ovne fremfor almindelige Tegl- eller Kalkovne, naar man vil drive Fabrikationen i det Større, da man ved dem er i Stand til at styre Heden bedre og baade kan skaffe den samme Hede i hele Massen og vedligeholde den næsten usforandret i længere Tid.

Vi meddele her Resultaterne af nogle Analyser, som Winkler har foretaget deels af engelsk Portlandcement, som vi betegne med I, deels af 5 af ham tilberedte Efterligninger deraf (II—VI), tilligemed hans Beretning om deres forskjellige Virkemaade.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kali.....	1,7	1,5	1,5	0.	1,8	0,4
Natron	1,5	2.	2.	2.		
Kalk.....	62,23	58,5	61,8	53,6	58,2	59.
Jernveiltie..	1,9	2,7	1,9	13,9	2,7	3,1
Leerjord	4.	10,1	9.	12,6	11.	10.
Rifselsyre....	22,22	22.	19,5	15,4	25,1	24,4.

Da de 3 første Stoffer ere Baser og de 3 sidste Syrer, indeholdt altsaa disse 6 forskellige Cementarter:

Baser.....	65,43	62.	65,3	55,6	60.	59,4
Syrer.....	28,12	34,8	30,4	41,9	38,9	37,4

eller med andre Ord: for 1 Bøgtdeel Syre fandtes der i de forskellige Cementarter saa mange basiske Stoffer, at Basernes Bøgttal kunne udtrykkes ved følgende Tal:

2,33 1,78 2,15 1,33 1,54 1,59.

Vil man derimod tage Hensyn til de forskellige Basers og Syrer's forskellige Mætningssevne, der kan udledes af de kemiske Atomtal, som vi have anført ovenfor, saa maa man dividere de i Analyserne anførte Tal hver med sit Atomtal. Man faaer da:

Værdier Bæse	18,15	17,19	18,14	15,57	16,72	16,57
Værdier Syre	4,66	5,68	5,08	6,01	6,36	6,12
eller for hver Værdi Syre fandtes der						
Værdier Bæse	3,90	3,03	3,57	2,59	2,63	2,71.

Man seer altsaa, at Portlandcemen-ten er langt rigere paa Baser end nogen af de af Winkler fremstillede Cementarter, og at kun de to første have det af ham angivne Forhold: 3 til 4 Værdier Base imod 1 Værdi Syre. Ved de af ham anstillede Forsøg viste sig dog den første af hans Cemen-ter (II) meget god, den hærduede hurtigt og blev snart lige saa fast som Portlandcemen-ten (I); den næste Probe (III) var ikke bleven stærkt nok brændt, hvilket viste sig derved, at den ophædedes stærkt med Vand, og endnu efter 24 Timers Forløb var saa blød, at man kunde ridse den med Neglen; dog holdt den sammen og blev efterhaanden haardere, saa at den omsider blev lige saa fast som I. Dens Sammensætning er ogsaa meest lig med denne, kun at den har mere Leerjord og mindre Kiselhyre. IV hærduede langsommere og blev ikke saa haard som de andre; den har ogsaa forholdsvis mest Syre og tilmed en betydelig Mængde Jernoxide og Leerjord, men meget lidt Kiselhyre. V og VI vare brændte i samme Tid, de havde ogsaa samme Udseende, ligesom deres Sammensætning næsten er eens; de have begge en mindre Mængde af Alkalier end I, ligesom de ogsaa begge i det Hele have for lidt af basiske Stoffer i Forhold til Syrerne, derimod ligner Forholdet imellem Leerjord og Kiselhyre mere det, der findes i I. Uagtet denne Lighed viste der sig dog den mærkelige Forskjel, at V allerede efter 48 Timers Forløb var saa haard, at man ikke kunde ridse den med Neglen, medens VI endnu efter 24 Dages Forløb var temmelig blød. Smidstid vare de begge efter 3 Maaneders Forløb lige saa haarde som de andre Prober. Sandsynligvis hidrorte Fortrinet ved V fra den betydelig større Mængde af Alkalier nemlig 1,8 hos V og kun 0,4 hos VI.

Vil man mure under Vand med Kalk og Cement, saa maa Cemen-ten pulveriseres meget fint, for at der kan være saa mange Berøringspunkter som muligt mellem Cemen-ten og Kalken, og denne maa være fuldstændig lædset, for den blandes med Cemen-ten. Er Cemen-ten ikke fin, saa udkræves der længere Tid til den kemiske Begyrelse, end man under disse Omstændigheder kan anvende dertil. Benytter man hydraulisk Kalk, altsaa en Kalk, der uden Tilfætning af Cement kan tjene til Vandbygningsarbejder, saa maa ogsaa denne pulveriseres meget fint, for den røres ud i Vand. Man maa da danne en temmelig stiv Deig, men ikke i for stor Mængde paa een Gang, da man maa benytte den strax, inden den hærduer. Nogle hydrauliske Kalkarter hærduer saa hurtigt, at de kun vanskelig lade sig benytte. Det vilde være urigtigt at tilfætte

mere Vand til en saadan Kalk, for at standse Hærduingen, thi derved vilde den tabe i Bindekraft og Styrke. Ligeledes svækker man Bindekraften, naar man vil opløse en Vandbygningsmørtel, der er bleven stiv, inden man fik den benyttet. Derimod forøges Bindekraften og fremskyndes Hærduingen ved Tryk, hvorfor man ofte kan lade sig nøie med en mindre hurtigt virkende og derfor billigere Cement ved Opførelsen af Mure, naar man kun ikke behøver at frygte for, at Muurarbejdet for tidlig bliver udsat for Vand.

Ligesom ved almindelig Kalk kan man ogsaa ved Vandbygningskalk anvende en endog temmelig betydelig Tilfætning af Sand. Dette medfører den Fordeel, at Muurarbejdet kan modstaae Frostens uden at revne, ligesom det naturligtvis bliver en Deel billigere derved. Men hvor der kræves en meget høj Grad af Styrke, bør man benytte Vandbygningskalk alene, uden Tilfætning af Sand. Dog gælder denne Regel nærmest for Vandbygninger, thi man vil mindes, at en Mørtel, dannet af 1 Maal Portlandcemen-ten og 2 Maal Sand, gav de stærkeste Muursteenbjælker.

Hvor et Muurarbejde kan ventes at blive udsat for Virkningen af Salte, især svovlsure Salte, bør man anvende den aller bedste naturlige Cement, saasom Pozzolana eller Portlandcemen-ten, der er lige saa kraftig som disse. Bicat har saaledes viist, at Middelhavets Vand vil angribe de fleste kunstige Cemen-ter, da det indeholder mere Salt end Atlanterhavet, og navnlig en større Mængde af svovlsuurt Natron. Dette havde man ikke tidligere bemærket, og ved Havnebygningen i Algier i 1843 havde derfor Generalinspektøren over Bro- og Veibygningssvæsenet, Raffenau, betænkt at benytte en kunstig Cement, dannet af en afrikansk Mergel, da man i mange Aar havde benyttet en lignende Cement ved Havnearbejder „i Kanalen“, uden at spore nogen skadelige Indvirkninger af Havvandet; men Bicat var heldig nok til i rette Tid at faae Raffenau overtødt om sin Bidsfarelse.

Vil man opføre et Huus paa stiftig eller løs Grund, kan man ved en Blanding af Steenflækker og Cement, den tidligere omtalte Beton, danne et fast Grundslag. Dette forhindrer Bygningen fra at synke, hvorved den let bliver skjæv og taber i Styrke; Betonen danner tillige et sikkert Bærn imod Fugtighed fra Grunden. I det mindste den Deel af Bygningen, der er under Jorden, bør af samme Grund mures med Cement, ligesom man ogsaa bør benytte Cemententpuds overalt, hvor Murene ellers vilde være fugtige.