

Erfahrungen mit Mörtel und Zusatzmittel in den Niederlanden

ing. O.A.Jansen, Vereniging De Nederlandse Baksteenindustrie
Postbus 51, 6994 ZH DE STEEG

Die traditionelle Mauerwerkskonstruktionen haben sich Jahrhunderte lang als sehr dauerhaft und zuverlässig erwiesen und die Qualitäten sind sehr geschätzt.

Nebst konstruktiver Einfachheit, ein angenehmes Ansehen und bauphysikalischer Vorteile sind für den Bewohner die lange Lebensdauer und geringe Unterhaltungskosten sehr wichtig.

Diese Vorteile zählen besonders in Holland, wo Ziegel grösstenteils als Sichtmauerwerk verarbeitet werden.

Wollte Ziegelsichtmauerwerk diese lange, geschätzte Geschichte verfolgen, so muss schon etwas passieren.

Von uns wurde namentlich eine Reihe schädlicher Faktoren festgestellt, die zusammen mit dem Aufschwung alternativer Baustoffe die Zukunft des Ziegels beeinträchtigen könnte.

In den fünfziger Jahren war eine grosse Bauproduktion notwendig. Davon gefördert stieg die Zusatzmittelverwendung stark an, nicht gehindert von Kenntnis dieser Materie.

In der Praxis wurde eine sehr geringe Haftfestigkeit gekennzeichnet und später auch in Laborproben nachgewiesen. In diesem Zusammenhang sind auch zu erwähnen: Durchfeuchtung, Fäulnis, Fleckbildung und Verwitterung der Fuge.

Bei der Inventur der Symptome und Untersuchungen wurde schon bald klar, dass alle Symptome eng verbunden sind, aber dass die Untersuchungen kaum Zusammenhang aufzeigen.

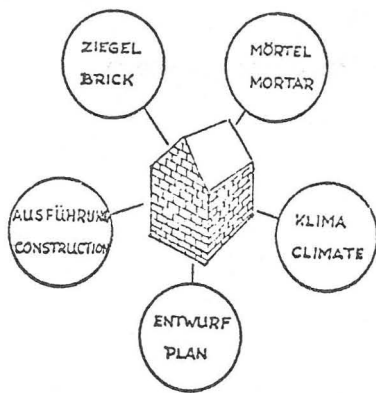
Sämtliche Einflussfaktoren der Fassadenqualität sind schwer zu schematisieren, deswegen einige Beispiele.

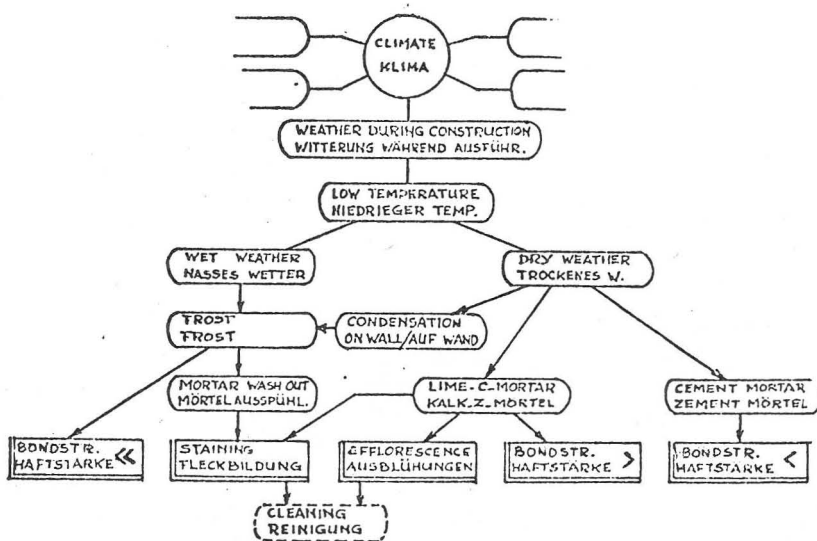
Dabei ist jede Faktor wieder abgebaut aus mehrere Variablen.

Zum Beispiel das Klima: darin spielen eine Rolle die Regenmenge, der Wind, die Orientierung des Gebäudes, die Temperatur sowohl während der Ausführung als auch während der Lebensdauer des Gebäudes.

Zur Erläuterung einer der Variablen und zwar: "kaltes Wetter während der Ausführung" mit einigen Folgen.

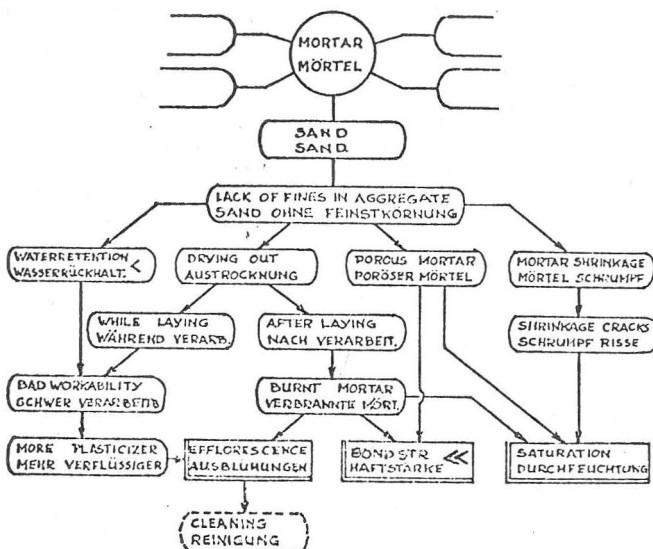
Ohne ins Detail zu gehen über die Zusammenhänge möchte ich hinweisen auf die von uns vermutete grosse Einfluss der Kondensation auf eine Fassade nach einer kalten Nacht. Die Austrocknung des gesamten frischen Mauerwerks wird dadurch verzögert.





Das Klima ist schon schwieriger schematisch zu analysieren als beispielsweise die Folgen der Entwurfsfehler. Allgemein wird angenommen, dass rd 50% der Bauschäden aus Entwurfsmängeln vorgehen! Zu denken ist an Einwässerung bei Wandöffnungen und Rollschichten, Rissbildung durch falsch ausgelegte Dehnungsfugen, falsche Ausschreibungstexte bez. Mörtel usw.

Mörtelbeeinflüsse sind schon direkt verbunden mit dem Mauerwerk. Einer der Faktoren darin ist das Sand und dabei ist die Sandkörnung sehr wichtig. Falls zu wenig Feinstkörnung vorhanden ist, sind im Schema einigen Folgen dargestellt.



Die Verwendung von Zementmörtel mit zu grob körnigem Sand ist nur möglich mit Hilfe von Verflüssiger. Das Porenvolumen ist dann manchmal weit über 25%.

Aus REM-Aufnahmen der Haftfläche wurde klar, dass in die Kontaktfläche Mörtel/Ziegel kaum kontakt ist und demzufolge kaum Haftung.

Auch wenn als Ausgangspunkt den Ziegel gewählt wird für eine Kette von Folgen bestimmter Materialwahl, Massnahmen und Umstände, so entstehen interessante Zusammenhänge (siehe Abbildung:Brick/Ziegel). Das Wassersaugvermögen während der Verarbeitung ist Startpunkt. Es ist ein wichtiger Faktor, weil der bei saugfähigen Ziegeln stark schwanken kann. Die mittlere Spalte gibt die Methode und Materialwahl die zu gutem Mauerwerk führt. Die rechte Seite zeigt die Zustand "zu nass", die weniger häufig auftritt. Die linke Seite zeigt, was passieren kann wenn zu stark saugenden Ziegel verarbeitet werden oder der Mörtel schwer zu verarbeiten ist. Der Maurer wird dann dazu gebracht mehr Verflüssiger bei zu mischen. Diese Zugabe veranlasst nebst Verringerung der Haftfestigkeit auch eine Absenkung der Oberflächenspannung, sodass das Wassertransport in Mörtel und Ziegel - auch später in der fertige Wand - gefördert wird. Das hiesige hohe Säuregehalt des Regenwassers wird sehr zur Verwitterung der Mörtel beitragen.

Überdosierung des Verflüssigers ergibt auch eine Beiwirkung als Verzögerer, sodass die offene Zeit der Mörtel verlängert wird und dadurch ein erhöhter Anlass für Fleckbildung gegeben ist. In dieser Zeit können bei trockenem Wetter Mörtel und Ziegel schon so getrocknet sein, dass kein Wasser mehr vorhanden ist als der Zement zum binden anfängt. Stärkeverlust und viel lösliche Salze sind den Erfolg.

Weil ausgeblühtes und verschmutztes Sichtmauerwerk nicht akzeptiert werden, muss gereinigt werden.

Dass wird manchmal mit Salzsäure gemacht. Wir stellten fest, dass dieses Säure die Löslichkeit von sonst unlösliche Salze stark fördert mit neue Ausblühungen als Folge. Zusätzlich veranlassen die gebildete NaCl und CaCl einem Angriff der Stahlteile wie Anker. Dazu wird der Wand hygroskopisch, sodass Feuchtflecken entstehen und möglich sogar Verringerung der Dämmwerte.

Diese Beispiele, aber besonders das letzte verdeutlichen, dass alle Faktoren einen grossen Zusammenhang haben und nicht vereinzelt betrachtet werden können. Bei den Versuchen dieses Komplex zu analysieren tauchte immer wieder als vorherrschendere Einfluss das Feuchtetransport in Mörtel, Ziegel und später in der Wand auf. Auch die Haftfestigkeit des Mörtels wird davon bestimmt.

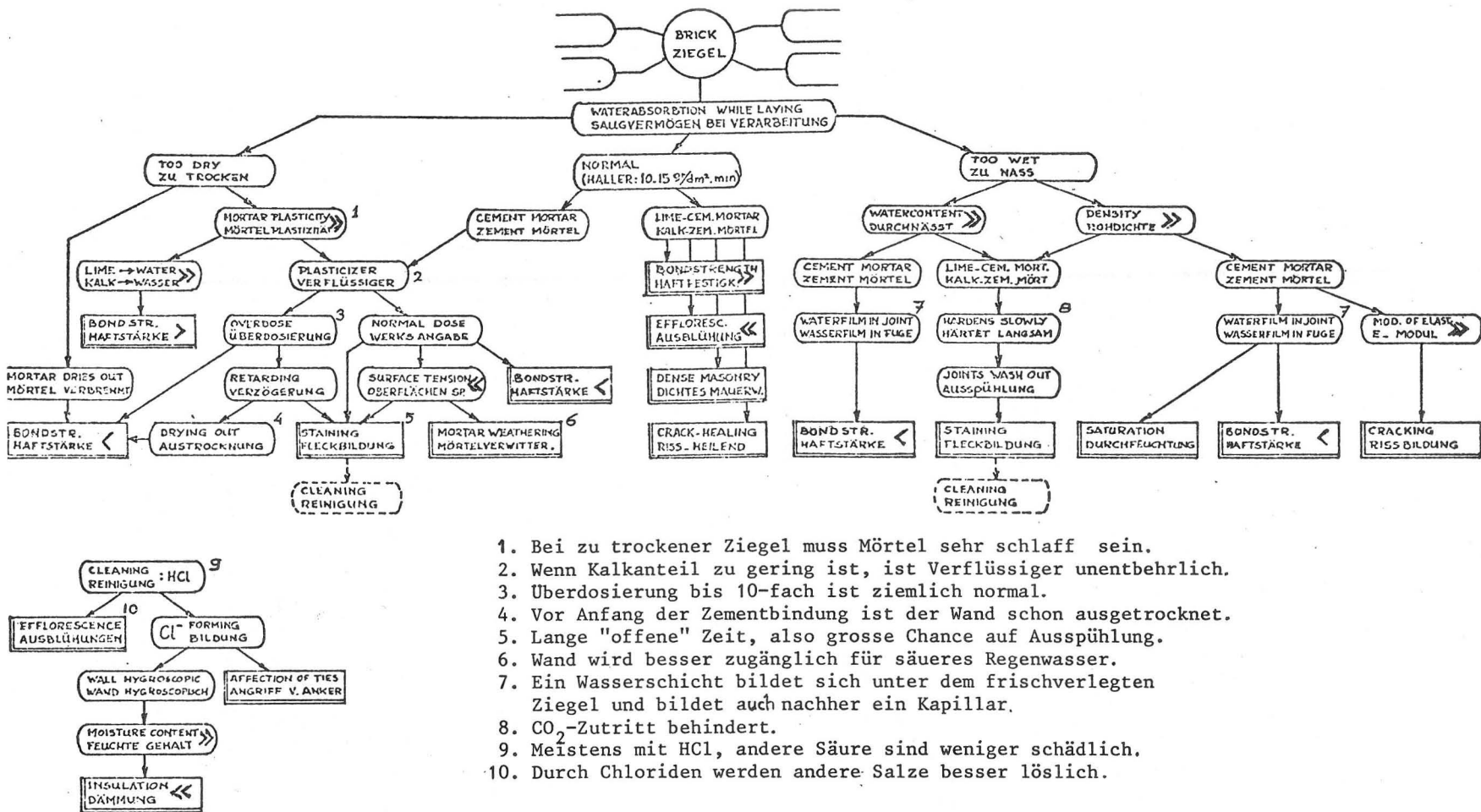
Das Feuchtebenehmen wird besonders stark geändert durch Zusatzmittel, die in grosser Mannigfaltigkeit häufig sind.

Am häufigsten werden Verflüssiger verwendet. Dabei wurde eine grosse Unterschied festgestellt zwischen anionogene und nonionogene Mittel.

Die anionogene sind meistens Luftsporenbildner.

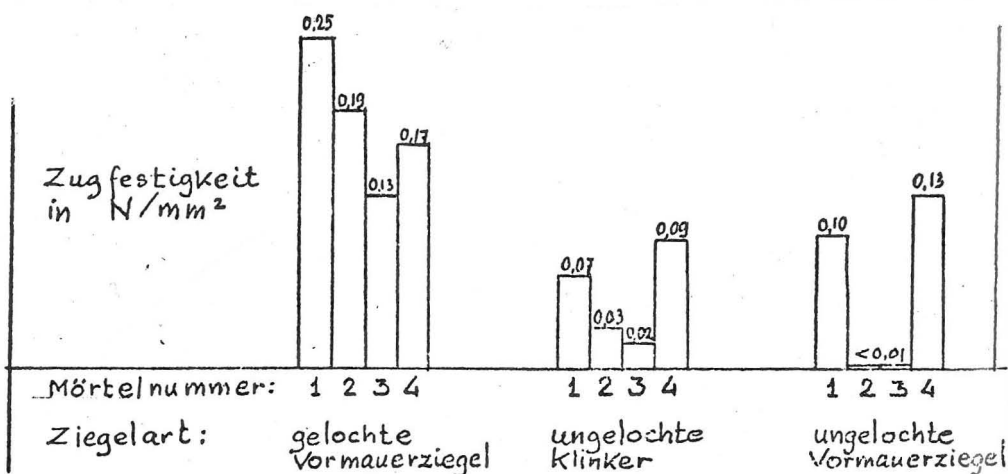
Ein hoher Luftgehalt führt zu geringer Haftfestigkeit.

Unter Umständen kann der Zement dermassen gegen Wasser abgeschirmt werden, dass die Erhärtung stark verzögert wird. Bei Versuche wurde öfters eine fast auf Null reduzierte Haftung festgestellt.



1. Bei zu trockener Ziegel muss Mörtel sehr schlaff sein.
2. Wenn Kalkanteil zu gering ist, ist Verflüssiger unentbehrlich.
3. Überdosierung bis 10-fach ist ziemlich normal.
4. Vor Anfang der Zementbindung ist der Wand schon ausgetrocknet.
5. Lange "offene" Zeit, also grosse Chance auf Ausspülung.
6. Wand wird besser zugänglich für säueres Regenwasser.
7. Ein Wasserschicht bildet sich unter dem frischverlegten Ziegel und bildet auch nachher ein Kapillar.
8. CO₂-Zutritt behindert.
9. Meistens mit HCl, andere Säure sind weniger schädlich.
10. Durch Chloriden werden andere Salze besser löslich.

Mörteleigenschaften Mörtelnr. →	1z:½k:4 ohne Zusatz	1:½:4 mit Ver- flüssig.	1:½:4 überdos. Verflüss.	neuer Mauer binder
	1	2	3	4
$\epsilon_{\text{Schrumpf}}$ (o/oo)	0,93	1,08	1,18	0,89
$\sigma_{\text{Biege-zug}}$ nach 5 Wochen (N/mm ²)	3,67	3,84	3,68	1,14
σ_{Druck} " " "	14,8	12,8	13,9	4,2
E-mod. " " "	12260	18390	17130	6220
$\sigma_{\text{Biege-Zug}}$ " " " 14	3,79	3,78	3,76	1,42
σ_{Druck} " " "	17,3	12,5	12,1	4,9
E-mod. " " "	17870	13900	12730	6918



Die nonionogene Verflüssiger, besonders die mit ein kleines Molekulargewicht, ergeben mehr Sicherheit.

Viele Zusatzmittel veranlassen eine Absenkung der Oberflächenspannung. Dadurch wird das Wasser besser im Mörtel verteilt und festgehalten. Diese Eigenschaft bleibt auch im Mauerwerk nach Erhärten des Mörtels. Die fertige Wand bleibt dadurch besser Zugänglich für Wasser. Bei Mauerwerksreinigung mit Salzsäure dringt das Säure auch tiefer in der Wand. Verwitterung der Fuge durch saures Regenwasser (p_H -wert ca 4,5!) wird ebenfalls gefördert.

Ein ungeklärtes aber unangenehmes Phänomen ist die Hydrofobierung der Lagerfläche des Ziegels im Kontakt mit Mörtel. Wagerichtetes Wassertransport über die Fläche ergibt Durchfeuchtung.

Es ist deutlich geworden, dass besonders die Wasserhaushalt bestimmend ist für die Endqualität des Mauerwerks. Die Zugabe von Zusatzmittel veranlasst grundsätzliche Änderungen in diese Wasserhaushalt.

Kellenfertige Mörtel werden immer häufiger verwendet und die bedürfen nebst Verflüssiger auch Verzögerer und Wasserrückhaltemittel.

Grundlegende Kenntnisse sind deswegen erforderlich bezüglich Stärkeentwicklung, Endstärke, Ausblühungen, Trocknungsverhalten, Frostsicherheit, Verschmutzung u.s.w.

Weil die notwendigen Untersuchungen Geld- und Zeitaufwendig sind hätten wir gerne Kontakt mit diejenigen die sich mit verwandte Untersuchungen beschäftigen oder beschäftigt haben.

Umgekehrt stellen wir gerne unsere Erfahrungen zur Verfügung.
